



Domages des inondations au secteur agricole : guide méthodologique et fonctions nationales

A.L. Agenais, F. Grelot, Pauline Bremond, Katrin Erdlenbruch

► To cite this version:

A.L. Agenais, F. Grelot, Pauline Bremond, Katrin Erdlenbruch. Domages des inondations au secteur agricole : guide méthodologique et fonctions nationales. irstea. 2013, pp.321. hal-02600061

HAL Id: hal-02600061

<https://hal.inrae.fr/hal-02600061>

Submitted on 16 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

GROUPE DE TRAVAIL NATIONAL ACB INONDATION

Dommages des inondations au secteur agricole

Guide méthodologique et fonctions nationales

Anne-Laurence Agenais
Frédéric Grelot
Pauline Brémond
Katrin Erdlenbruch

Version du 8 novembre 2013

Financement de l'étude assuré par la convention d'appui DGPR-IRSTEA
Assistance à maîtrise d'ouvrage réalisée par le CGDD

IRSTEA, UMR G-EAU « Gestion de l'Eau, Acteurs et Usages »
361 RUE J.F. BRETON - BP 5095, 34196 MONTPELLIER CEDEX 5
Contact: frederic.grelot@irstea.fr — Tel : (+33) [0]4 67 04 63 45



Table des matières

I	Rapport méthodologique	6
1	Revue bibliographique	8
2	Consultation d'experts	13
2.1	Entretiens individuels	13
2.2	Réunions de groupe avec les experts	16
II	Méthode pour l'estimation des dommages des inondations au secteur agricole	18
3	Cadrage méthodologique	19
3.1	Les événements d'inondations et leurs caractéristiques	19
3.2	Échelle d'analyse	21
3.3	Caractérisation d'une exploitation agricole	22
3.4	Périmètre et indicateurs des dommages	22
4	Dommages aux composantes élémentaires	25
4.1	Dommages aux bâtis	25
4.2	Dommages au matériel	26
4.3	Dommages aux stocks	29
4.4	Dommages au matériel végétal	30
4.5	Dommages aux cultures	32
4.6	Dommages au sol	37
4.7	Dommages liés aux animaux d'élevage	37
5	Définition des fonctions de dommages nationales	40
5.1	Introduction	40
5.2	Processus de construction	41
5.3	Fonctions de dommage nationales	50
5.4	Conclusion	59
III	Annexes	61
A	Entretiens individuels avec les experts	62
A.1	Eric ALLARD, Chambre d'Agriculture de Hautes-Alpes, Spécialiste arboriculture	62
A.2	Sébastien ATTIAS, CA Bouches-du-Rhône, Spécialiste élevage - taureaux de Camargue et de combat.	65
A.3	Christophe AUVERGNE, BCMA - CA34, Spécialiste machinisme agricole	69

A.4	Julien BERNARDEAU, CA Charente-Maritime, et Jean-Michel HILLAIREAU, INRA Saint-Laurent-de-la-Prée, Spécialistes grandes cultures	71
A.5	Sébastien BESSONNET, CA Charente-Maritime, Conseiller élevage	74
A.6	Philippe CAILLOL, spécialiste maraîchage, et Benoît LESCUYER, responsable prévention inondation, CA 30	77
A.7	Entretien avec Alain CARBONNEAU, SupAgro - IHEV, spécialiste viticulture	81
A.8	Thierry CORNEILLE et Frédéric DELCASSOU, CETA maraîchers Châteaurenard et Eyragues, Spécialistes maraîchage sous abris	86
A.9	Christian COSTA, CA Aude, Conseiller maraîchage et arboriculture	89
A.10	Jean-Daniel FERRIER, CA Ain, Spécialiste maraîchage	91
A.11	Franck FOURMENT, CA Var, Spécialiste viticulture	94
A.12	Jean-Michel GILLOT, C Agriculture Aude, Conseiller grandes cultures	97
A.13	Alexandre LARRUHAT, CA Var, Conseiller élevages laitiers	100
A.14	Guy MARJOLLET, CA Gard, Spécialiste élevage	103
A.15	Vincent MATHIEU, CTIFL Balandran, Spécialiste arboriculture	106
A.16	Jean-Luc PERÈS, BCMA, Spécialiste machinisme agricole	111
A.17	Thierry PIANETTI, CA Gard, Spécialiste grandes cultures et prairies	113
A.18	Jérôme POULARD, Coopérative UniRé, et Thierry MASSIAS, conseiller maraîchage – CA 17, Spécialistes viticulture et maraîchage (pommes de terre)	119
A.19	Thierry RATTIER, CA Vendée, Conseiller grandes cultures	122
A.20	Julien RENON, Ferme expérimentale de Jalogny, CA Saône-et-Loire, Spécialiste élevage et prairies	124
A.21	Patrick ROBIN, CA Var, Spécialiste horticulture et maraîchage	127
A.22	Nicolas SOURD, CA Aude, Spécialiste viticulture	129
A.23	Didier TRONC, Comité du foin de Crau, Spécialiste prairies	134
A.24	Antoine VILLARD, CA Saône-et-Loire, Spécialiste grandes cultures	137
B	Réunions de groupe avec les experts	140
B.1	Groupe d'experts sur l'évaluation des dommages des inondations sur les grandes cultures	140
B.2	Groupe d'experts sur l'évaluation des dommages des inondations sur la vigne	150
B.3	Groupe d'experts sur l'évaluation des dommages des inondations sur l'arboriculture	161
B.4	Groupe d'experts sur l'évaluation des dommages des inondations sur les cultures maraîchères	175
B.5	Groupe d'experts sur l'évaluation des dommages des inondations sur les prairies	184
C	Fonctions de dommages pour les composantes d'une exploitation agricole	192
C.1	Fonctions d'endommagement pour les Grandes cultures	192
C.2	Fonctions d'endommagement pour la Viticulture	208
C.3	Fonctions d'endommagement pour l'Arboriculture	220
C.4	Fonctions d'endommagement pour les Légumes	240
C.5	Fonctions d'endommagement pour les Prairies et cultures fourragères	252
C.6	Fonctions d'endommagement pour le bâti agricole	261
C.7	Fonctions d'endommagement pour les stocks agricoles	269
C.8	Fonctions d'endommagement pour le matériel agricole stocké dans les bâtiments	272
C.9	Fonctions de pertes pour les animaux	277

D Tests de la méthode d'évaluation des dommages agricoles	282
D.1 Évaluation des dommages des inondations sur le bassin versant de l'Orb - Courbes de dommages pour l'agriculture	282
D.2 Projets sur le ressuyage des plaines inondables du territoire du SMABVGR : Fonctions pour le calcul des dommages des inondations sur l'agriculture	298
E Fonctions de dommage nationales	304
E.1 Données agro-économiques utilisées	304
E.2 Correspondances et pondérations entre typologies	312
Bibliographie	320

Préambule

Avertissement au lecteur.

Ce rapport est un document faisant l'état des lieux des travaux réalisés sur les enjeux agricoles dans le cadre du groupe de travail ACB-Inondation. Ce travail vise à être mis à jour régulièrement grâce aux nouveaux éléments qui peuvent être collectés et certains points doivent être finalisés. Il est donc probable que ce document et la méthodologie qu'il décrit évoluent encore à l'avenir.

Crédits particuliers.

Ce travail a bénéficié d'expertises développées au sein de l'UMR G-EAU dans le cadre de projets antérieurs :

- les travaux de thèse de Pauline Brémond ;
- le modèle R-EVA, développé en lien avec la thèse de Pauline Brémond ;
- le projet EVA, financé par la mission Rhône ;
- le projet Touloubre ;
- le projet DGPPR.

Cette expertise au sein de G-EAU doit également aux interactions antérieures avec des partenaires ayant travaillé sur la thématique :

- Chambre d'Agriculture du Gard (ACB de la plaine Fourque-Beaucaire) ;
- Feue l'Équipe Pluridisciplinaire Loire Grandeur Nature (travaux de N. Bauduceau) ;
- Regroupement des chambres du Gard, Bouches-du-Rhône, Drôme, Ardèche, Vaucluse, PACA (mission réduction de la vulnérabilité) ;
- BRGM, LAMETA, SOGREAH (projet MISEEVA).

Première partie

Rapport méthodologique

Le travail ayant conduit à la production de cette méthodologie d'évaluation des dommages des inondations aux activités agricoles a été réalisé entre mai 2011 et mars 2013. Il s'est basé dans un tout premier temps sur une synthèse des travaux menés par d'autres équipes sur le sujet, en France et à l'étranger. Cette revue bibliographique a ensuite été complétée par une série d'entretiens auprès d'experts agricoles ayant connus des événements d'inondations. Ces deux étapes sont décrits dans cette première partie.

Chapitre 1

Revue bibliographique

Une revue bibliographique complète des travaux existants sur l'évaluation des dommages des inondations aux activités agricoles a été réalisée par les auteurs de ce rapport (Brémond et al., 2013).

Des méthodes d'évaluation des dommages des inondations sur les activités agricoles ont été développées par plusieurs auteurs. Toutefois, les niveaux de détails fournis sont variables. En effet, certains auteurs présentent les fonctions de dommages qu'ils ont utilisées de façon détaillée, ce qui a permis d'alimenter les réflexions pour le développement d'une nouvelle méthodologie. Alors que d'autres études présentent les résultats de façon sommaire, sans fournir de détails sur les hypothèses de calcul considérées, et n'ont donc pas pu être utilisées pour alimenter nos travaux. Les études ou articles scientifiques qui fournissent des fonctions de dommages détaillées sont principalement les suivants :

- les travaux menés par la Chambre d'Agriculture de Bourgogne sur les aptitudes agronomiques des champs d'inondation de la vallée de la Saône (Pierson et al., 1994) ;
- l'Évaluation des enjeux et des dommages potentiels liés aux inondations en Loire moyenne réalisée par l'équipe pluridisciplinaire du Plan Loire Grandeur Nature (Devaux-Ros, 2000) ;
- l'Étude globale pour une stratégie de réduction des risques dus aux crues du Rhône (EGR) par la SIEE (SIEE et al., 2003) ;
- l'Étude des enjeux agricoles dans la plaine de Bellegarde/Fourques et le couloir de Saint-Gilles dans le cadre de l'étude de renforcement de la digue du Rhône rive droite entre Beaucaire et Fourques, réalisé par la Chambre d'Agriculture du Gard et coordonnée par le SYMADREM (CA30, 2009) ;
- les travaux de thèse de Pauline Brémond sur la vulnérabilité des exploitations agricoles aux inondation (Brémond, 2011).

Les tableaux 1.1, 1.2 et 1.3 font une synthèse des grands traits de chacune de ces études, soulignant des différences sur plusieurs aspects. En premier lieu, les composantes des exploitations agricoles sur lesquelles les dommages sont évalués ne sont pas les mêmes d'une étude à l'autre. Les cultures ou récoltes sur pied sont prises en compte dans les 5 études, mais le matériel végétal des cultures pérennes n'est considéré que par quatre auteurs, et le sol des parcelles dans seulement trois études. Les dommages aux bâtiments et à leur contenu, matériel et stocks, sont également considérés de façon variables selon les travaux. Enfin, seule l'étude sur la Loire moyenne propose une évaluation des dommages subis par les animaux d'élevage. Les types de cultures étudiés diffèrent également d'une étude à l'autre. Deuxièmement les paramètres de l'aléa pris en compte dans l'évaluation des dommages varient d'une étude à l'autre, parmi la date de submersion, la hauteur d'eau, la durée de submersion, la vitesse du courant, et la salinité ou charge en polluant de l'eau d'inondation. La date de submersion et la hauteur d'eau sont les paramètres les plus souvent considérés, alors que la salinité ou la charge en polluant de l'eau d'inondation ne sont pas pris en compte dans ces travaux.

Troisièmement, les possibilités de modérer les dommages subis en ressemant une culture ne sont pas toujours envisagées. Et pour finir, seule Pauline Brémond dans sa thèse (Brémond, 2011) tient compte de l'échelle de l'exploitation et donc des répercussions des travaux de remise en état, et des dommages aux bâtiments, au matériel et aux stocks sur la poursuite des itinéraires techniques.

Les éléments méthodologiques fournis dans ces travaux ont été utilisés de plusieurs façons. Premièrement, ils ont permis d'identifier les lacunes actuelles des méthodologies existantes et que la nouvelle méthodologie devrait corriger, et ainsi d'aider à la construction des guides d'entretien destinés aux experts. Deuxièmement, après la réalisation des entretiens, ils ont pu servir de comparatifs avec les retours d'expérience des experts consultés, et ont permis de compléter les informations collectées auprès d'eux lorsque celles-ci étaient incomplètes.

De nombreux autres travaux ont alimenté de manière plus globale le cadrage de la méthodologie développée, il s'agit notamment des travaux suivants :

- les travaux de S. Förster pour l'évaluation du risque inondation dans une zone de rétention en milieu rural ((Förster et al., 2008)) ;
- les travaux de J. Morris avec le FHRC (Flood Hazard Research Centre) ((Penning-Rowsell et al., 2005)) ;
- l'étude réalisée par Deleuze et al. dans le cadre d'un travail de groupe encadré à l'ENGREF participant au doctorat de J.-P. Torterotot (Torterotot, 1993) ;
- les travaux de Satrapa et al. (2005), cités dans la Méthode d'évaluation des dommages des inondations de l'UFZ ((Satrapa et al.)) ;
- l'étude AGDAM (Agricultural Flood Damage Analysis) de l'US Army Corps of Engineers ((USACE, 1985)) ;
- les travaux de Salamin (1948) cités notamment dans les travaux sur le drainage de Poirée et Ollier ((Poirée and Ollier, 1973)) ;
- les travaux de Du Plessis menés sur le bassin de l'Orange River en Afrique du Sud ((Du Plessis and Viljoen, 1997, 1998)).

Nom de l'étude	Description de l'étude				Paramètres pris en compte						
	Auteur	Année	Pays	Objectif	Date de submersion	Hauteur	Durée	Vitesse	Texture du sol	Salinité	Pollution
EGR	SIEE	2003	France	Développement méthodologique et Application	5 périodes dans l'année	Classes	Non	Classes	Non	Non	Non
Loire moyenne	EPLGN	2000	France	Développement méthodologique et Application	2 périodes (automne, printemps)	Classes couplées avec la vitesse	Non	Oui	Non	Non	Non
Symadrem	CA Gard	2010	France	Développement méthodologique et Application	Stades du cycle cultural	Classes	Classes	Classes	Non	Non	Non
Thèse P. Brémond	P. Brémond	2011	France	Développement méthodologique et Evaluation de mesures de réduction de la vulnérabilité	Stades du cycle cultural	Classes	Classes	Classes	Non	Non	Non
Vallée de la Saône	CA Bourgogne	1994	France	Développement méthodologique et Application	Mois de l'année	Classes	Classes	Non	Non	Non	Non

FIGURE 1.1 – Description et comparaison des principaux travaux de la bibliographie utilisés 1 / 3

Nom de l'étude	Composantes des exploitations traitées						
	Cultures	Matériel végétal	Bâtiments	Matériel	Stocks	Sol	Animaux
EGR	Oui (variations de Produit brut ou Marge brute)	Oui	Oui (pas de typologie mais coût moyen)	Oui (dans les bâtiments)	Non	Non	Non
Loire moyenne	Oui (variation de Produit brut)	Oui	Oui (typologie)	Oui	Non	Non	Oui
Symadrem	Oui (perte rendement)	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Non
Thèse P. Brémond	Oui (perte rendement)	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Non
Vallée de la Saône	Oui (baisse de rendement)	Non	Non	N	Non	Oui	Non

FIGURE 1.2 – Description et comparaison des principaux travaux de la bibliographie utilisés 2/3

Nom de l'étude	Quelques précisions			
	Types de cultures	Types d'élevage	Exploitation agricole comme un système	Possibilité de ressemer
EGR	Céréales d'hiver, Céréales de printemps, Vignes, Vergers, Serres		Non	Oui
Loire moyenne	Grandes cultures, Semences, Maraîchage, Serres, Vergers, Vignes, Pépinières, Horticulture, Prairies de fauche, Prairies permanentes	Bovins, Volailles	Non	Oui
Symadrem	Céréales d'automne, Céréales de printemps, Riz, Prairies permanente, Prairies semis, Luzerne, Vigne, Pêchers, Abricotiers, Pommiers, Poiriers, Maraîchage sous serre		Non	Non
Thèse P. Brémond	Céréales d'automne, Céréales de printemps, Vigne, Pêchers, Abricotiers, Pommiers, Poiriers, Maraîchage		Non	Non
Vallée de la Saône	Blé, Colza, Maïs, Prairies		Non	Non

FIGURE 1.3 – Description et comparaison des principaux travaux de la bibliographie utilisés 3/3

Chapitre 2

Consultation d'experts

2.1 Entretiens individuels

2.1.1 Démarche

Des enquêtes auprès d'experts ont été réalisées pour collecter les informations permettant de construire les fonctions d'endommagement. Les experts qui ont été rencontrés, sont des spécialistes agricoles ayant récemment été confrontés à des inondations. L'objectif des entretiens a été de formaliser autant que possible leurs retours d'expérience afin d'analyser les dégâts causés aux activités agricoles. Les personnes ciblées en premier lieu ont donc été les responsables de filières et/ou techniciens au sein des Chambres d'agriculture et des instituts techniques (Arvalis, Cetiom, CTIFL, Institut de l'élevage, etc.).

Afin de représenter la diversité des cultures et des types d'inondation existants en France, nous avons cherché à cibler quelques départements ou régions variés. Dans un premier temps, pour identifier entre 3 et 4 départements cibles, la base de données Calam a été exploitée. Elle recense les calamités agricoles avec leur année, leur département et les cultures indemnisées. Sur cette première base, 10 départements ont été identifiés comme départements ayant déclarés des calamités agricoles avec pertes de récoltes dues aux inondations entre 2005 et 2010. Ensuite, la Charente-Maritime et la Vendée touchées par Xynthia en 2010 et le Nord et l'Aisne touchés par des inondations en janvier 2011 (d'après des articles de journaux) ont été ajoutés à cette liste. L'Hérault pour des raisons de proximité et les Bouches-du-Rhône où nous disposions déjà de contacts ont aussi été inclus dans la liste de départements à explorer. La liste des départements à explorer est indiquée dans le tableau 2.1.

La sélection finale des départements cibles s'est faite selon les informations obtenues lors des prises de contact par téléphone (personnes en poste lors de l'inondation encore présentes, disponibilité, recueil d'informations lors de l'événement, etc.). D'autres départements ont également été contactés lorsqu'ils semblaient avoir connus des inondations récemment.

Les départements où nous avons finalement rencontré un ou plusieurs experts peuvent être regroupés en 5 zones géographiques, ce sont :

- l'Aude, l'Hérault et le Gard ;
- les Bouches-du-Rhône et le Var ;
- les Hautes-Alpes ;
- la Charente-Maritime et la Vendée ;
- l'Ain et la Saône-et-Loire.

La carte en figure 2.1 représente par filière les entretiens réalisés. Aucun département du nord de la France n'est finalement représenté car aucun contact acceptant de participer à un entretien n'a pu être trouvé. Toutefois, nous avons pu obtenir quelques renseignements par téléphone auprès

TABLE 2.1 – Départements ayant déclaré des calamités agricoles dues aux inondations depuis 2005

Département	N° département	Date dernière inondation
Aisne	02	2011
Alpes de Haute-Provence	04	2008
Hautes-Alpes	05	2008
Aude	11	2005
Bouches-du Rhône	13	2003
Charente-Maritime	17	2010
Gard	30	2010
Hérault	34	2003
Loire	42	2008
Meurthe-et-Moselle	54	2010
Nord	59	2011
Pyrénées-Orientales	66	2005
Sarthe	72	2007
Var	83	2010
Vaucluse	84	2008
Vendée	85	2010

de conseillers agricoles de Meurthe-Moselle. D'autres experts généralistes, dont l'expertise ne portait pas sur un département en particulier ont également été rencontrés, notamment sur les enjeux bâtiments et matériels.

Les entretiens semi-directifs étaient préparés afin d'interroger les spécialistes sur les hypothèses imaginées lors d'un cadrage méthodologique préparatoire. Plusieurs thèmes d'entretien étaient abordés, déclinés dans des guides d'entretien adaptés aux différents types de cultures. Selon les domaines de compétences des spécialistes, un ou plusieurs thèmes ont été abordés parmi les suivants :

- endommagement aux cultures : perte de rendement et de matériel végétal ;
- remise en état des sols, modalités de ressemis/replantation et variations de consommations intermédiaires dans les itinéraires culturaux ;
- dommages aux équipements ;
- dommages aux bâtiments agricoles et aux stocks ;
- conséquences des inondations sur les animaux ;
- variations de charges dans la conduite des élevages.

Dans un deuxième temps, et afin de compléter l'expertise sur les dommages aux bâtiments, aux stocks et aux matériels, qui sont des biens couverts par les assurances, un expert en assurance a été consulté.

2.1.2 Synthèse générale des entretiens

Au total 30 entretiens individuels ont été réalisés (32 personnes rencontrées). La liste des experts rencontrés est donnée dans le tableau 2.2.

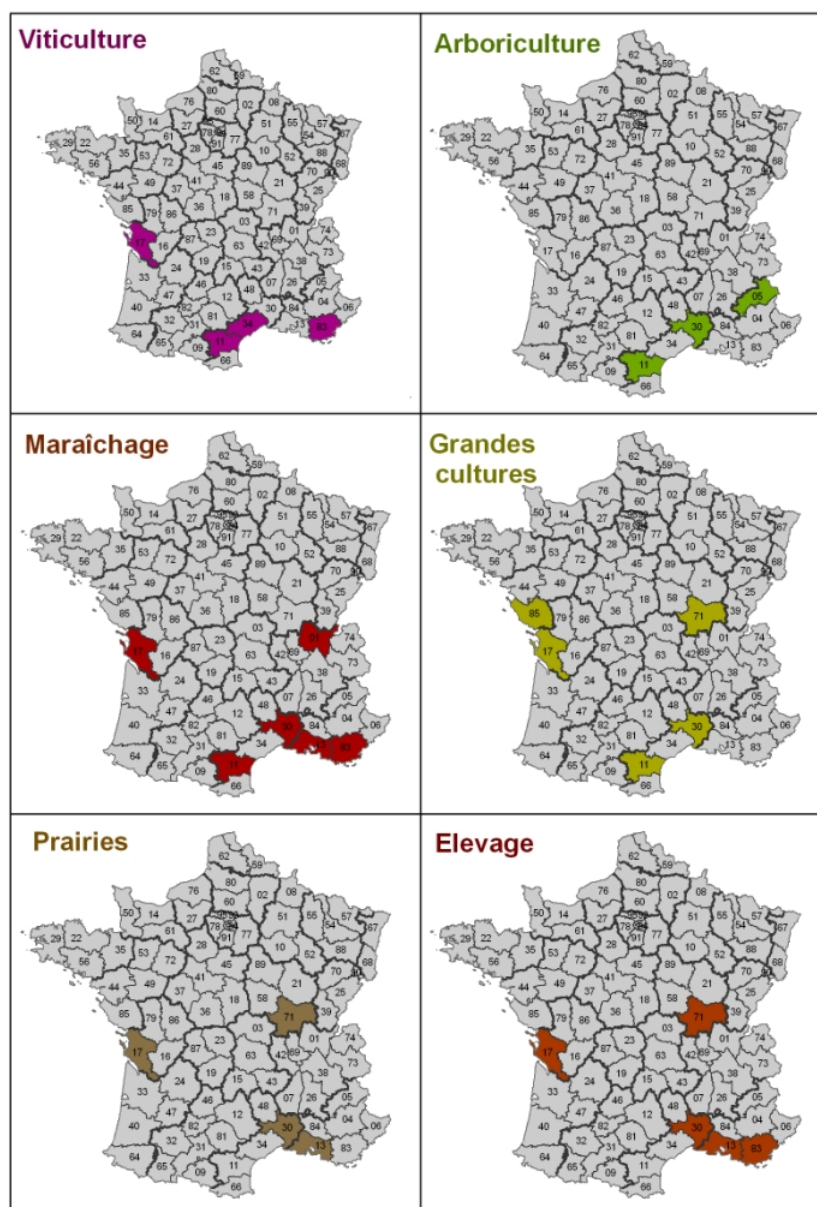


FIGURE 2.1 – Départements où des experts ont été rencontrés pour chaque type de cultures.

Les comptes-rendus des entretiens réalisés sont fournis dans les annexes. Des synthèses par composante des exploitations résumant les éléments utilisés pour la construction des fonctions de dommages sont également en annexes.

De façon générale, les entretiens auprès des experts ont permis de collecter des informations utiles à la construction de la méthode d'évaluation des dommages. Toutefois, l'exercice de quantifier leurs observations (pertes de rendement, seuils de durée avant asphyxie, hauteur critique, heures de travaux pour la remise en état, etc.) a pu parfois être difficile pour les experts, car les retours d'expériences d'inondations n'ont pas forcément été formalisés auparavant et les événements peuvent remonter à quelques années. La fiabilité des informations collectées a peu été impactée par ces hésitations car lorsqu'ils n'étaient pas en mesure de fournir une valeur ou pas de manière sûre, les experts interrogés n'hésitaient pas à le signaler, à ne pas donner de valeur ou à fournir une fourchette de valeurs.

Par ailleurs, quelques remarques sur la portée des observations fournies sont à noter. Les inondations arrivant préférentiellement à certaines périodes et avec des caractéristiques parfois marquées selon les départements, il n'a pas été possible d'obtenir des informations sur l'ensemble des combinaisons de caractéristiques possibles pour l'aléa et pour toutes les cultures étudiées lors des entretiens. Les valeurs des endommagements pour les situations non ou peu documentées ont donc été estimées par extrapolation des dires d'experts ou grâce à la littérature. Ces hypothèses ont été discutées et validées lors des réunions en groupe avec les experts.

2.2 Réunions de groupe avec les experts

Lorsqu'une première version de méthodologie complète pour les dommages aux cultures a pu être formalisée, les experts ont été rencontrés à nouveau lors de réunions de groupes. Cinq réunions, une réunion par type de culture - c'est-à-dire les grandes cultures, la viticulture, l'arboriculture, le maraîchage et les prairies - ont été organisées.

Ces réunions ont permis de discuter dans l'ensemble les fonctions retenues pour l'évaluation des dommages, de les compléter et corriger si besoin et de les valider afin de les intégrer dans la méthodologie finale.

Les comptes-rendus de ces réunions sont fournis en annexes.

TABLE 2.2 – Liste des experts agricoles rencontrés

Organisme	Dpt	Spécialité	Nom	Date du rdv
CTIFL	30	Arboriculture	Vincent MATHIEU	27/06/2011
CA Gard	30	grandes cultures et prairies	Thierry PIANETTI	28/06/2011
CA Aude	11	Viticulture	Nicolas SOURD	2/08/2011
INRA	34	Viticulture	Alain CARBONNEAU	22/08/2011
BCMA - CA34	34	machinisme	Christophe AUVERGNE	31/08/2011
CETA d'Eyragues	13	maraîchage	Frédéric DELCASSOU	13/09/2011
CETA Châteaurenard	13	maraîchage	Thierry CORNEILLE	13/09/2011
CA Bouches-du-Rhône	13	élevage - taureaux	Sébastien ATTIAS	13/09/2011
CA Gard	30	prévention inondation	Benoît LESCUYER	16/09/2011
CA Gard	30	maraîchage	Philippe CAILLOL	16/09/2011
CA Aude	11	maraîchage / arboriculture	Christian COSTA	21/09/2011
CA Aude	11	grandes cultures	Jean-Michel GILLOT	21/09/2011
CA Vendée	85	grandes cultures	Thierry RATTIER	27/09/2011
INRA	17	grandes cultures	Jean-Michel HILLAREAU	27/09/2011
CA Charente-Maritime	17	grandes cultures	Julien BERNARDEAU	27/09/2011
CA Charente-Maritime	17	élevage et prairies	Sébastien BESSONNET	27/09/2011
Comité du foin de Crau	13	prairie	Didier TRONC	4/10/2011
CA Var	83	viticulture	Franck FOURMENT	12/10/2011
CA Var	83	horticulture	Patrick ROBIN	12/10/2011
CA Var	83	élevage	Alexandre LARRUHAT	12/10/2011
BCMA	75	machinisme	Jean-Luc PERES	13/10/2011
CA Ain	01	maraîchage	Jean-Daniel FERRIER	10/11/2011
CA Saône-et-Loire	71	grandes cultures et prairies	Antoine VILLARD	10/11/2011
CA Charente-Maritime	71	élevage	Thierry MASSIAS	15/11/2011
UniRé (coopérative)	17	viticulture et PdT	Jérôme POULARD	15/11/2011
CA Saône-et-Loire	71	élevage	Julien RENON	17/11/2011
Institut de l'élevage	04	bâtiments	Jean-Yves BLANCHIN	14/02/2012
BCMA - CA30	30	machinisme	Renaud CAVALIER	15/02/2012
CA Hautes-Alpes	05	arboriculture	Éric ALLARD	22/02/2012
CNEFAF	34	assurance	Alain LAPALU	19/03/2012
CNEFAF - TEXA	34	assurance	François BANULS	20/03/2012
CA Gard	30	élevage	Guy MARJOLLET	23/03/2012

Deuxième partie

Méthode pour l'estimation des dommages des inondations au secteur agricole

Chapitre 3

Cadrage méthodologique

Il a été choisi de présenter le cadrage méthodologique selon l'organisation suivante. Dans un premier temps les événements d'inondations et l'échelle de travail étudiés sont caractérisés. Dans un deuxième temps, un point particulier est fait sur les caractéristiques des exploitations agricoles, les enjeux étudiés dans ce rapport. Ceci permet de poser les éléments de contexte et de vocabulaire nécessaires à la pleine compréhension de la méthodologie. Dans un troisième temps, les types de dommages pris en compte sont exposés, et enfin les indicateurs de dommages utilisés sont définis.

3.1 Les événements d'inondations et leurs caractéristiques

Types d'événements

Les événements d'inondation étudiés dans cette version du guide méthodologique sont ceux de type submersion, c'est-à-dire ceux générant la présence d'une lame d'eau sur les parcelles ou dans les bâtiments. Ils sont généralement causés par des inondations de types débordement. Les autres types d'inondations - submersion marine, excès d'eau de pluie, remontée de nappes - nécessitent des adaptations des éléments fournis afin d'être traitées.

Paramètres d'aléa

Un travail de retour d'expérience au niveau national a permis d'identifier les paramètres de l'aléa d'importance significative pour l'estimation des dommages. En cas d'adaptation de la méthodologie à d'autres types d'inondation que celles par débordement, les paramètres à prendre en compte peuvent être différents. Par exemple concernant la submersion marine la salinité de l'eau doit être considérée, et pour les excès d'eau la vitesse du courant n'est pas une caractéristique de l'aléa.

Les caractéristiques de l'aléa pouvant intervenir dans l'estimation des dommages sont les suivantes :

- la hauteur d'eau d'inondation ;
- la durée de submersion ;
- la vitesse du courant ;
- la date d'occurrence de l'inondation ;
- la vitesse de survenue de l'inondation ;
- la charge en limons ;
- l'apport de pollution.

La combinaison de tous ces paramètres dans les courbes de dommage peut sembler complexe. Toutefois, quelques précisions peuvent être notées :

TABLE 3.1 – Description des niveaux de courant

Niveau de courant	Description	Vitesse
Faible	Pas d'érosion du sol. Pas d'arrachage de cultures lorsqu'elles sont déjà enracinées. Pas d'endommagement des équipements dans les parcelles. Eau peu chargée en débris.	0 à 0,5 $m.s^{-1}$
Moyen	Érosion superficielle du sol. Arrachage des cultures annuelles. Endommagement des équipements fragiles dans les parcelles. Eau chargée en petits et moyens débris.	0,5 à 1 $m.s^{-1}$
Fort	Érosion localement importante (ravines). Arrachage des cultures pérennes. Endommagements des équipements dans les parcelles. Eau chargée en moyens et gros débris.	1 à 2 $m.s^{-1}$
Très fort	Érosion complète des parcelles et arrachage de tout ce qu'elle supporte (cultures, équipements). Eau transportant de gros débris et encombrants.	> 2 $m.s^{-1}$

- Les quatre premiers paramètres peuvent généralement être obtenus comme résultats des modélisations hydrauliques, ils sont donc intégrés aux fonctions fournies.
- La caractérisation du courant de façon quantitative dans les retours d'expérience est rare car, sans mesure, la vitesse de courant est difficilement estimable. Une échelle qualitative, correspondant à la description généralement faite par les témoins d'inondation, est utilisée : courant faible, courant moyen, courant fort, courant très fort. Les inondations avec un courant très fort étant exceptionnelles et occasionnant des dommages particuliers, elles ne sont pas considérées dans nos travaux. La description qualitative de ces niveaux est donnée dans le tableau 5.2, les vitesses en mètres par seconde correspondant sont également indiquées¹.
- la vitesse de survenue de l'inondation n'est utilisée que pour l'évaluation des pertes d'animaux car leur évacuation potentielle en dépend.
- Le dépôt de limons peut dans certains cas aggraver significativement les dommages. Toutefois il est difficile de prévoir de façon précise la charge en matière des eaux d'inondation. Des courbes spécifiques sont parfois proposées, elles peuvent être utilisées sur les territoires où les experts sont en mesure de prévoir que les inondations sont chargées en sédiments (lit de rivière meuble, terrains argileux par exemple).
- Peu de travaux sur la modélisation du risque de pollution associé aux inondations existent, ce paramètre n'a donc pas pu être intégré aux travaux menés.

Lorsque cela s'avère possible et pertinent, seuls les paramètres les plus significatifs sur les dommages ont été retenus afin de simplifier les fonctions proposées.

Pour l'établissement des fonctions de dommages, un seuil à partir duquel il y a inondation et il n'y a plus inondation a dû être fixé. Dans nos travaux, il est considéré qu'il y a inondation dès lors qu'il

1. Les vitesses correspondant aux niveaux de courant qualitatifs utilisés pendant la phase de travail ont été estimées en se basant sur des études antérieures. CA30 (2009) propose 3 classes de vitesses : inférieures à 0,5 $m.s^{-1}$, entre 0,5 et 0,7 $m.s^{-1}$ et supérieures à 0,7 $m.s^{-1}$. SIEE et al. (2003) définit également 3 seuils de vitesse : celles inférieures à 1 $m.s^{-1}$, entre 1 et 2 $m.s^{-1}$ et supérieures à 2 $m.s^{-1}$.

y a plus de 0 cm d'eau. Il est important de signaler que ce seuil exclut toutefois certains effets liés à l'excès d'eau qui peut rester dans le sol relativement longtemps après le retrait des eaux.

Autres paramètres

En plus des caractéristiques de l'aléa, la texture du sol est un paramètre qui peut influencer les dommages causés par une inondation. En effet certaines conséquences dépendent du temps de ressuyage des parcelles, qui dépend non seulement de la durée de submersion mais aussi du type de sol en fonction de ses capacités de drainage. L'asphyxie racinaire étant une des causes pouvant générer des pertes de rendement, il est important de tenir compte de ce paramètre. Toutefois, la durée de ressuyage dépendant de nombreux facteurs parfois difficiles à intégrer (durée d'inondation, capacité de drainage du sol, mais aussi topographie locale, couvert végétal, etc.), la texture du sol n'est pas considérée dans la méthodologie pour les inondations par débordement.

Remarque

Les travaux présentés dans ce rapport concernant les activités agricoles sont centrés sur les dommages que peuvent générer des inondations accidentelles sur les activités agricoles. Il semble toutefois important de rappeler, que pour certaines activités agricoles, les inondations sont également nécessaires quand elles sont réalisées pour des raisons agronomiques et qu'elles sont maîtrisées. C'est par exemple le cas pour l'irrigation du riz ou de certaines prairies, ou dans certaines régions comme une méthode pour diminuer la salinité des sols. Ce faisant, bien que les inondations soient très dommageables dans la plupart des situations, leur suppression totale n'est pas toujours souhaitable.

3.2 Échelle d'analyse

Certains événements d'inondations peuvent se produire sur des zones géographiques étendues. Des impacts indirects peuvent alors apparaître, notamment sur la disponibilité des biens à remplacer ou à racheter et la disponibilité des sociétés devant intervenir dans la remise en état des exploitations après l'inondation. Ces effets peuvent être accentués par un contexte de production tendu à une plus grande échelle (nationale ou internationale) du fait de la concomitance d'événements perturbateurs.

Ce peut être, par exemple, le cas du fourrage pour le bétail, dont la rareté sur les marchés peut être pénalisante si de nombreux exploitants doivent reconstituer leurs stocks à la même période suite à une inondation, et dont les prix peuvent par conséquent s'élever fortement. La situation est d'autant plus tendue si la production dans d'autres régions ou même à l'étranger a été faible du fait d'autres événements survenus la même année (sécheresse par exemple), limitant ainsi les possibilités d'importation.

De ce fait, l'échelle d'analyse considérée pour l'évaluation des dommages est importante. Toutefois, il est extrêmement délicat de formuler des hypothèses sur les répercussions indirectes d'une inondation, et le contexte économique à la date d'occurrence ne peut être prévu. Dans un premier temps, la méthode d'évaluation de dommages est donc proposée pour une échelle locale. Il est considéré que les contextes national et international ne sont pas perturbés. En conclusion de la méthodologie, des éléments pour prendre en compte des événements d'ampleur particulièrement importante sont proposés.

TABLE 3.2 – Composantes d'une exploitation agricole

Exploitation agricole	
Bâtiments agricoles	Bâtiments (hors habitation)
	Matériels / Outils de production
	Stocks (Intrants, Approvisionnements, Production intermédiaire, Production finale)
Parcelles	Cultures (Récoltes sur pieds et Plantes annuelles)
	Matériel végétal (pour les cultures pérennes)
	Sol
	Équipements (Clôtures, Systèmes d'irrigation, Serres, etc.)
Animaux	
Personnes / Main d'œuvre	

3.3 Caractérisation d'une exploitation agricole

Les enjeux agricoles sont représentés par les exploitations agricoles, porteuses de l'activité. Les exploitations agricoles sont constituées de plusieurs composantes. Pour permettre une évaluation des dommages la plus complète possible, il est proposé de considérer chacune de ces composantes séparément, puis de ré agréger les dommages obtenus à l'échelle de l'activité globale.

Quatre composantes principales peuvent être distinguées dans une exploitation agricole : les bâtiments agricoles, les parcelles agricoles, les animaux d'élevage et les personnes travaillant sur l'exploitation. La description de ces composantes principales est donnée dans le tableau 3.2.

Il n'est pas tenu compte ici de la partie habitation des bâtiments d'exploitation mais uniquement des parties liées à l'activité agricole (entrepôt, grange par exemple).

Le matériel est divisé en deux postes selon sa localisation : soit dans les parcelles, soit entreposé dans les bâtiments d'exploitations.

Le terme de « cultures » désigne le plus souvent les récoltes sur pieds. Dans le cas des plantes annuelles, il intègre également les plantes annuelles portant la production.

Bien que faisant partie de l'exploitation, les personnes ne sont pas traitées parmi les enjeux agricoles (voir section 3.4).

3.4 Périmètre et indicateurs des dommages

3.4.1 Périmètre des dommages

Les attentes du Ministère visent à proposer des dommages totaux sur le secteur agricole, comprenant à la fois les pertes d'activités (perte de récolte, pertes d'élevage etc.) et les dommages structurels aux biens (bâtiments, outils de production, stocks etc.).

Il n'est donc pas demandé d'avoir une vision à l'échelle de l'exploitation agricole mais plutôt d'additionner des dommages supportés par les parcelles cultivées et des dommages supportés par les bâtiments d'exploitations. De ce fait, les dommages considérés sont les suivants.

- **Les dommages supportés par les bâtiments agricoles et leur contenu.** Ils sont entendus comme l'effort requis par une remise en état des biens (réparation ou remplacement), sans prise en

compte des impacts indirects liés à l'impossibilité d'utiliser ces biens pendant la durée de leur dégradation.

- **Les dommages supportés par les parcelles.** Ils sont entendus comme :
 - pour la culture en cours, les pertes de valeur ajoutée sur la saison d'occurrence de la submersion et éventuellement les suivantes ;
 - pour le fonds (sol, matériel végétal, équipements sur la parcelle), la somme de l'effort requis pour une remise en état et de la perte de valeur ajoutée sur la durée de dégradation.
- **Les dommages liés aux animaux d'élevage.** Ils sont entendus comme les pertes de valeur ajoutée et de capital du fait des blessures ou morts d'animaux l'année d'occurrence de l'inondation et éventuellement les suivantes. Les impacts indirects liés par exemple au stress ou aux maladies pouvant survenir plus tardivement ne sont pas pris en compte.

Enfin, il est considéré que les travaux de remise en état des exploitations sont effectués dans tous les cas et comme préconisés par les organismes agricoles. L'hypothèse est faite que les agriculteurs ne laissent pas les parcelles dans un état détérioré. Les dommages sont donc évalués sur la durée maximum nécessaire à la remise en état de l'exploitation. Il est considéré que l'exploitation est remise en état lorsqu'elle retrouve un état physique identique à celui précédent l'inondation.

Limites du périmètre

Les interactions plus fines, qui ne peuvent être détectées qu'à l'échelle de l'exploitation agricole et pouvant avoir des effets à moyen et long termes sur l'activité ne sont pas considérés. Ces interactions sont notamment les suivantes :

- effets induits de l'endommagement des outils de production ou des stocks d'intrants sur la poursuite de l'itinéraire technique ;
- effets induits de la disponibilité en capital humain mobilisable par l'exploitation agricole (insertion dans les filières amont et aval, possibilité de mobilisation de l'entraide) sur la poursuite de l'itinéraire technique ;
- effets induits par la disponibilité en capital financier de l'exploitation sur la capacité à se remettre en route et poursuivre l'itinéraire technique (trésorerie, endettement etc.).

3.4.2 Indicateurs des dommages

Définition de la valeur ajoutée

La variation de valeur ajoutée est utilisée comme indicateur pour évaluer les dommages liés aux conséquences d'une inondation sur les cultures. La valeur ajoutée est définie dans cette étude, comme la différence entre les produits bruts élémentaires et les consommations intermédiaires pouvant être affectées à une production.

Les produits bruts élémentaires sont la valorisation des productions agricoles (animaux, produits animaux, végétaux et produits végétaux) vendues, stockées ou consommées, hors subventions. Le produit à l'hectare d'une culture correspond donc au rendement à l'hectare multiplié par le prix unitaire de vente des produits.

Les consommations intermédiaires, sont entendues comme les dépenses pouvant être attribuées à l'acte de production. Elles comprennent les semences, engrais, produits phytosanitaires, aliments, coûts de motorisation (carburant, huile) et d'entretien du matériel, la main d'œuvre saisonnière (Agreste, 2010).

La variation de valeur ajoutée est donc calculée de la façon suivante :

$$\Delta VA = VA_{stand} - VA_{inond} = \Delta \text{Produit} - \Delta CI$$

Où :

ΔVA est la variation de valeur ajoutée pour un hectare de culture ;

VA_{stand} est la valeur ajoutée pour un hectare de culture pour une saison moyenne ;

VA_{inond} est la valeur ajoutée pour un hectare de culture pour le cycle de l'inondation ;

$\Delta \text{Produit}$ est la variation de produit brut pour cet hectare ;

ΔCI est la variation de consommations intermédiaires sur cet hectare.

Avec :

$$\Delta \text{Produit} = \Delta R \cdot P_V$$

$$\Delta CI = \Delta \text{Intrants} + \Delta \text{Matériel} + \Delta \text{Temps de travail}$$

Où :

ΔR est la variation de rendement à l'hectare ;

P_V est le prix de vente espéré de la production ;

$\Delta \text{Intrants}$ est la variation de consommation d'intrants répercutée en termes de coût ;

$\Delta \text{Matériel}$ est la variation de frais de fonctionnement et d'entretien du matériel ;

$\Delta \text{Temps de travail}$ est la variation de main d'œuvre occasionnelle en termes de coût.

Les variations sont envisagées par rapport à un cycle standard ou moyen de production. L'évaluation des dommages prend ainsi en compte la perte de produit ainsi que les consommations économisées en fonction de la période d'occurrence de la submersion dans le cycle. Ceci implique d'avoir une vision « à la saison » des dommages.

Le temps de travail de l'exploitant agricole ou de la main d'œuvre permanente n'est pas valorisé dans les dommages car ils sont, avec ou sans inondation, présents sur l'exploitation pour poursuivre les itinéraires culturels et participer à la remise en état si nécessaire.

Pour tenir compte des éventuelles conséquences d'une inondation sur l'emploi de la main d'œuvre saisonnière, embauchée ailleurs ou non après l'inondation, il aurait fallu estimer la différence de valeur ajoutée produite par leur travail initialement prévu et leur travail réalisé finalement. Toutefois, cela s'avère complexe car impossible à prévoir.

Prise en compte des aides agricoles

En économie agricole, la marge brute peut comprendre selon les définitions retenues la valeur des subventions. Il est donc recommandé de vérifier, quelle que soit la terminologie utilisée, que le produit n'inclut pas les subventions. En effet, du point de vue collectif adopté, une perte de subvention n'est pas un dommage, juste un transfert non réalisé.

Du point de vue de l'exploitation, la perspective est autre. En effet, l'attribution de subvention peut entraîner des modifications de pratiques des agriculteurs qui auront un impact sur les dommages, notamment en termes de ressemis et de consommations intermédiaires engagées. Ce point a été approfondi lors des entretiens et replacé dans le cadre de la réforme de la PAC qui s'oriente vers un découplage de la plupart des aides. Toutefois le montant de ces aides qui risquent d'être perdues pour les agriculteurs dans certains cas peuvent être mentionnés à titre indicatif, sans intégrer les calculs de dommages. Dans les quelques années à venir où les aides ne changeront pas, cela peut donner une idée des conséquences financières pour les exploitations d'un événement d'inondation.

Chapitre 4

Dommmages aux composantes élémentaires

Du fait de la grande variabilité des enjeux agricoles d'un territoire à l'autre en France (rendements, prix de vente, calendriers culturels différents pour une même culture selon la région), il est difficilement envisageable de construire de prime abord des fonctions de dommage prêtes à l'emploi pour la France entière. Notre travail s'est donc d'abord focalisé sur la production de fonctions de base, décrivant l'endommagement des activités agricoles en termes relativement universel à l'échelle de la France métropolitaine. Ces fonctions de base doivent ensuite être déclinées localement pour obtenir des fonctions de dommages adaptées à une zone d'étude et prêtes à l'emploi pour l'application de la méthode ACB-DE.

Dans les paragraphes suivants, les dommages potentiels sur chacune des composantes élémentaires des exploitations sont décrits et caractérisés de façon théorique. Les fonctions de dommages à proprement parler, c'est-à-dire les coefficients des fonctions et les montants de dommages fixes, ainsi que leur justification sont décrits dans les guides annexés au rapport. Un guide par type de culture (grandes cultures, viticulture, arboriculture, légumes et prairies) et par autre composante des exploitations est fourni. La méthodologie pour l'utilisation de ces fonctions élémentaire est décrite dans le chapitre suivant, en prenant comme exemple la construction de courbes nationales.

4.1 Dommages aux bâtis

Il s'agit ici des bâtiments comme composante élémentaire, c'est-à-dire en tant que structures sans tenir compte de leur contenu.

Les bâtiments agricoles des exploitations peuvent subir des dégâts lors d'une inondation. Les dommages correspondent alors aux coûts de nettoyage et de travaux pour leur remise en état. Cinq postes de dommages qui représentent la grande majorité des opérations de remise en état devant être effectuées suite à une inondation ont été retenus :

- le nettoyage du bâtiment ;
- la réfection du réseau électrique ;
- la réparation ou le remplacement des ouvrants ;
- la remise en état du bureau, local qui peut-être situé dans les bâtiments d'exploitation et qui comporte des revêtements à rénover en cas d'inondation ;
- la rénovation des finitions du bâtiment lorsqu'il y en a (enduit extérieur ou isolation des murs) ;
- les tâches spécifiques pour permettre l'accueil des animaux dans le cas des bâtiments d'élevage (changement de litière, etc.).

Il est rare que des dégâts plus importants, tels des destructions partielles des bâtiments, surviennent en dehors d'événements exceptionnels avec un courant très fort.

Bien que la diversité de bâtiments agricoles existants soit très grande, une typologie simplifiée de bâtiments adaptée aux dommages à évaluer est proposée. Les bâtiments de type hangar ouvert sont distingués des bâtiments fermés. Parmi les bâtiments fermés, ceux sans finition sont distingués de ceux avec un enduit extérieur et/ou une isolation des murs, et les bâtiments d'élevage sont dans une catégorie à part également. Les matériaux utilisés dans la construction des bâtiments ne figurent pas dans la typologie car ils jouent peu sur les montants de travaux à mettre en œuvre.

Pour les bâtiments, quelque soit leur type, les dommages varient principalement en fonction de la hauteur d'eau qui détermine l'ampleur du nettoyage à réaliser et l'atteinte ou non du réseau électrique. Le courant détermine l'endommagement des ouvrants et la durée d'inondation joue sur la dégradation des finitions. Concernant les autres paramètres, notons que la période de l'année n'influe pas sur les dommages.

Les coûts moyens de nettoyage et de réfection du réseau électrique en €/m² seront fournis par type de bâtiment et en fonction de la hauteur d'eau, et de la présence de limons dans l'eau. Le coût moyen de rénovation d'un bureau sera fourni pour un bureau type et en fonction de la hauteur d'eau, et de la présence de limons dans l'eau. Le dommage total pour un bâtiment est noté D_B , il est obtenu par addition des six postes de dommages considérés.

$$D_B = D_{B,nett} + D_{B,elec} + D_{B,ouvr} + D_{B,fin} + D_{B,bur} + D_{B,anim}$$

$$D_B = (C_{nett} + C_{elec} + C_{ouvr} + I_{fin} \cdot C_{fin} + C_{anim}) \cdot Surf + I_{bur} \cdot C_{bur}$$

Où :

$D_{B,nett}$ est le dommage lié au nettoyage du bâtiment ;

$D_{B,elec}$ est le dommage liés à la réfection du réseau électrique ;

$D_{B,ouvr}$ est le dommage liés au remplacement des ouvrants ;

$D_{B,fin}$ est le dommage liés à la rénovation des finitions ;

$D_{B,bur}$ est le dommage lié à la rénovation du local bureau ;

$D_{B,anim}$ est le dommage spécifique aux bâtiments d'élevage ;

C_{nett} est le coût moyen par m² au sol pour le nettoyage du bâtiment ;

C_{elec} est le coût moyen par m² de bâtiment pour la réfection du réseau électrique ;

C_{ouvr} est le coût moyen par m² de bâtiment pour le remplacement des ouvrants ;

I_{fin} est l'indice signifiant la présence de finitions (enduits et /ou isolation) ;

C_{fin} est le coût moyen par m² de bâtiment pour la rénovation des finitions ;

C_{anim} est le coût moyen par m² de bâtiment pour la rénovation des aménagements spécifiques aux animaux ;

$Surf$ est la surface du bâtiment ;

I_{bur} est l'indice signifiant la présence d'un local bureau ou non ;

C_{bur} est le coût moyen de rénovation d'un local type bureau.

4.2 Dommages au matériel

Le matériel regroupe les machines et les outils agricoles abrités dans les bâtiments d'exploitations et les équipements situés dans les parcelles. Dans les deux cas, il peut subir des dégâts lors d'une inondation. Les dommages correspondent selon l'ampleur des dégâts subis, au coût de réparation du matériel ou au coût de son remplacement.

4.2.1 Dommages au matériel (dans les bâtiments agricoles)

Les fonctions d'endommagement du matériel agricole stocké dans les bâtiments n'ont pas encore été produites à la date d'aujourd'hui. Toutefois une réflexion sur les éléments méthodologiques à considérer pour la construction de ces fonctions a été menée, en collaboration avec le Bureau de Coordination du Machinisme Agricole (BCMA) et un expert d'assurance.

Les catégories de matériel stocké dans les bâtiments pouvant être considérées sont les suivantes :

- tracteurs et autre matériel de transport ;
- outils de travail du sol inanimés ;
- outils de travail du sol avec des pièces sensibles basses et outils animés ;
- outils et machines avec des pièces particulièrement sensibles ;
- engins automoteurs ;
- outils non réparables ;
- autre matériel divers.

L'endommagement d'un élément de matériel dépend de la sensibilité des pièces le composant, et de la hauteur à laquelle ces pièces se situent. Les types de pièces sensibles pouvant être considérés sont les suivants, dans l'ordre de sensibilité croissant :

- éléments mécano-soudés ;
- vérins et roulements ;
- transmission et pignonnerie ;
- composants électriques ;
- composants électroniques.

Pour le matériel, les dommages varient donc principalement en fonction de la hauteur d'eau qui détermine les pièces atteintes, et de la durée de submersion dont dépend la corrosion des pièces. Concernant les autres paramètres, notons les points suivants :

- la vitesse du courant peut aggraver les dommages mais ce paramètre reste de moindre importance par rapport à la hauteur et la durée de submersion et n'est donc pas pris en compte ;
- la période de l'année ne joue aucun rôle ;
- le dépôt de limons peut être éliminé par un simple rinçage et n'est donc pas pris en compte.

Les dommages liés au matériel stockés dans les bâtiments comprennent selon l'intensité des dégâts au nettoyage des outils touchés, à la réparation ou le remplacement de certaines pièces, voir au rachat d'un nouvel outil ou élément de matériel. Le coût de réparation d'un matériel correspond à la somme des coûts de réparations des pièces sensibles touchées par l'eau. Selon le type d'élément, ce coût peut être estimé par un pourcentage de la valeur à neuf du matériel ou par un prix forfaitaire. Au delà d'un certains coût de réparations total, exprimé en pourcentage de la valeur à neuf du matériel, ou si des pièces particulières sont touchées (pièces maîtresses d'un moteur par exemple), le remplacement du matériel doit être prévu. Du fait de l'amortissement progressif du matériel, son âge doit être pris en compte. Ainsi, le dommage associé au remplacement est égal à la valeur, amortissement déduit, du matériel à racheter.

Une liste des valeurs à neuf moyennes et des durées d'amortissement pour différents éléments de matériel devra être fournie. L'âge moyen des éléments doit être établi localement si possible, ou à défaut il peut être considéré que les matériels sont en moyenne à la moitié de leur durée d'amortissement. Les fonctions d'endommagement devront fournir les dommages (en pourcentage de la valeur à neuf ou en montant) par type de matériel et selon la hauteur d'eau. Une typologie de matériel regroupant les éléments de matériel avec une sensibilité semblable est proposée dans le guide sur le matériel en annexe.

Qu'est-ce que l'amortissement ?

L'amortissement d'un matériel est le fait de son usure physique et des évolutions techniques au cours du temps. Chaque année, le matériel vieillit et perd donc un peu de sa valeur, cette perte est exprimée en pourcentage, appelé taux d'amortissement. Pour chaque type de matériel, la durée d'amortissement est la durée normale d'utilisation de ce matériel. A la fin de chaque année d'utilisation, le matériel a une valeur qui peut être calculée selon l'équation ci dessous. A la fin de la durée d'amortissement, le matériel a encore une valeur résiduelle qui correspond au prix auquel il pourrait alors être revendu (Mirabel, 2008). Toutes ces valeurs sont définies, par la cote SIMO (équivalent de la cote ARGUS pour les voitures).

$$V_i = V_0 \cdot (1 - t_{amort})^i$$

Où :

V_i est la valeur du matériel l'année i (valeur amortie) ;

V_0 est la valeur à neuf du matériel ;

t_{amort} est le taux d'amortissement.

4.2.2 Dommages aux équipements (dans les parcelles)

Les équipements présents dans les parcelles sont également exposés aux conséquences des inondations. Les équipements concernés selon les cultures sont :

- le matériel d'irrigation ;
- les clôtures ;
- le palissage ;
- les serres.

Les dégâts aux équipements dans les parcelles dépendent principalement de la vitesse du courant qui peut causer leur arrachage, et de la hauteur d'eau qui détermine leur atteinte ou non. Concernant les autres paramètres, notons que :

- La période de l'année intervient peu car la plupart des équipements cités sont présents toute l'année dans les parcelles (clôtures, palissage, serres) ou ne sont présents qu'au moment de présence des cultures (système d'irrigation pour le maraîchage).
- La durée de submersion n'est pas significative pour l'évaluation des dommages.

La remise en état ou le remplacement des équipements localisés dans les parcelles est pris en compte avec les dommages aux parcelles. Certaines opérations sont comprises dans les charges liées à la réimplantation d'une culture ou au nettoyage d'une parcelle. Pour les autres opérations de réparation, leur coût est fourni en se basant sur le nombre d'heures par hectare nécessaire à leur réalisation. Ainsi :

- Les tuyaux d'irrigation en maraîchage peuvent être déplacés par le courant, la culture est alors également détruite. Comme ils ne sont généralement pas endommagés, ils sont remis en place en même temps que la nouvelle culture, et ce coût est compris dans les charges de plantation.
- Les clôtures peuvent être abîmées du fait du courant lors d'une inondation, et de nombreux débris peuvent se coincer dedans. Le nettoyage et les réparations à effectuer en cas de courant moyen ou fort sont chiffrés dans les fonctions de dommages.
- Le palissage est complètement arraché avec un même niveau de courant (courant fort) que les ceps de vigne ou les arbres eux-mêmes et son remplacement est donc inclus aux frais de replantation. Avec un courant moyen ou un courant faible et une hauteur d'eau supérieure à 50 cm, le palissage est endommagé et les coûts liés à sa remise en état sont fournis.

- Les serres peuvent être impactées lorsque le courant est fort. En-deçà, les dégâts seront négligeables. Les tunnels sont pliés par le courant et doivent être reconstruits. Les structures des serres en verre résistent généralement au courant mais les vitres sont brisées et doivent être remplacées.

Conséquences des dommages aux équipements sur les cultures

L'endommagement de certains équipements peut causer ou être lié à des dommages sur les cultures (par exemple l'arrachage des vignes et du palissage a lieu pour un même niveau de courant). Il a été porté une attention particulière à ce qu'il n'y ait pas d'incohérence entre ces deux types de dommages.

4.3 Dommages aux stocks

Les stocks désignent ici les produits stockés dans les bâtiments agricoles. Les catégories de stocks considérés sont :

- les engrais et amendements ;
- les produits phytosanitaires ;
- les aliments du bétail (fourrage, grains et compléments) ;
- les combustibles, carburants et lubrifiants ;
- les fournitures et emballages (produits d'entretien, fourniture d'atelier, autres consommables et matières premières) ;
- les stocks de produits (végétaux, lait, œufs, vin embouteillé) et les en-cours (biens en cours de formation au travers d'un processus de production, par exemple vin en cuve ou fromage) ;

Les stocks, lorsqu'ils sont touchés par l'eau, deviennent pour la plupart inutilisables ou invendables et sont donc perdus. Certains de ces stocks sont généralement entreposés au sol et sont donc touchés par l'eau dès qu'il y a inondation. Les produits phytosanitaires sont, normalement, entreposés dans des armoires et la proportion de stock touchés dépend donc de la hauteur d'eau. De même pour le fourrage entreposé en tas de grande hauteur.

Les dommages correspondent à la valeur de rachat des stocks perdus, ou au produit non réalisée lorsqu'ils ne peuvent pas être commercialisés.

Pour les stocks, les dommages dépendent principalement :

- de la hauteur d'eau, pour les stocks stockés sur plusieurs hauteurs ;
- de la durée pour le fourrage, car si l'eau stagne elle peut s'infiltrer et atteindre les hauteurs non directement touchées ;
- de la période de l'année, car les quantités de stocks varient au cours de l'année.

La vitesse du courant et la charge en limons peuvent aggraver les dommages, toutefois elles restent de moindre importance et ne sont donc pas prises en compte.

Les fonctions d'endommagement aux stocks comportent 2 coefficients :

- un coefficient, appelé coefficient de quantité, fonction de la date, représentant le pourcentage de stock présent sur l'exploitation à une date donnée par rapport à la quantité totale de ce stock utilisée sur l'année complète ;
- un coefficient d'endommagement du stock, correspondant au pourcentage d'un stock perdu lorsqu'une inondation survient et qu'il est présent.

Dans le guide sur les stocks en annexe, les coefficients d'endommagement sont fournis et plusieurs méthodes de calcul pour les coefficients de quantité sont proposées. Les dommages aux stocks (D_{St}) sont calculés de la façon suivante :

$$D_{St} = \sum_j \varepsilon_{St}(j, h, d) \cdot q_{St}(j, t) \cdot Q_{St}(j) \cdot V_{St}(j)$$

Où :

$\varepsilon_{St}(j, h, d)$ est le coefficient d'endommagement pour le type de stocks j fonction de la hauteur d'eau et de la durée d'inondation ;

$q_{St}(j, t)$ est le coefficient de quantité pour le type de stock j fonction de la date d'inondation ;

$Q_{St}(j)$ est la quantité totale de stock j transitant sur l'exploitation pendant une année ;

$V_{St}(j)$ est la valeur unitaire du stock j .

4.4 Dommages au matériel végétal

Les cultures concernées sont : les vignes, les vergers, les cultures maraîchères pluriannuelles (asperges, rhubarbe, etc.), les cultures horticoles, les plantes aromatiques pluriannuelles, les cultures de petits fruits pluriannuelles, les prairies.

Certaines conditions d'aléa (vitesse importante, durée de submersion longue), peuvent causer des pertes définitives de plantes pérennes (par arrachage ou mortalité par asphyxie racinaire). Dans ce cas l'exploitant perd la valeur de fonds de son matériel végétal. Sur la base des entretiens réalisés, nous avons défini trois scénarios de comportement des agriculteurs en fonction du pourcentage de matériel végétal perdus par unité de surface soumise à un aléa homogène :

- en dessous d'un certain pourcentage de perte, les plants perdus ne sont pas remplacés (stratégie 1) ;
- au dessus de ce premier seuil d'endommagement et avant un deuxième seuil, l'exploitant re- plante uniquement les plants perdus (stratégie 2) ;
- au dessus du deuxième seuil d'endommagement, l'exploitant choisi d'arracher l'ensemble des plants et de tout replanter (stratégie 3).

Pour chaque type de culture, les deux valeurs seuils sont fournies.

La perte de matériel végétal génère les dommages suivant :

- une variation de produit comprenant une baisse de récolte l'année de l'inondation (stratégies 1, 2 et 3), plus une perte de produit temporaire le temps de l'entrée en production des nouveaux plants (stratégies 2 et 3) ou une baisse de production sur le reste de la durée de vie de la culture (stratégie 1) ;
- une variation de consommations intermédiaires du fait des opérations de récolte qui n'ont pas besoin d'être réalisées pendant le délai d'entrée en production lorsque la parcelle entière est replantée (stratégie 3). Lorsque les pertes sont partielles, avec ou sans replantation, les charges de récolte ne varient pas car la zone entière doit tout de même être parcourue. Les autres opérations sont soit liées à la surface exploitée et ne varient donc pas même s'il y a eu des pertes partielles de matériel végétal, soit sont réalisées de la même manière sur les plants replantés (la taille par exemple) ;
- des dépenses supplémentaires exceptionnelles comprenant le coût d'arrachage des plants morts, de replantation puis d'entretien des nouveaux plants pendant plusieurs années (stratégie 2 et 3).

Les coûts de plantation dépendent fortement des espèces ou cépages choisis et de la densité de plantation. Ils doivent donc être définis localement.

Lorsqu'il y a des pertes partielles de matériel végétal mais qu'aucune replantation n'est pas effectuée, les pertes de rendement s'étalent jusqu'à la fin de vie des végétaux. L'âge moyen du matériel

végétal doit donc être connu. En l'absence d'information sur l'âge moyen du matériel végétal, l'hypothèse de cultures pérennes ayant en moyenne atteint la moitié de leur durée d'amortissement peut être faite.

Les dommages au matériel végétal dépendent principalement de :

- la date de submersion car la sensibilité des cultures pérennes varient en période de repos végétatif ou de végétation ;
- la vitesse du courant pouvant causer des arrachages ;
- la durée de submersion pouvant entraîner des asphyxies racinaires ;
- la hauteur d'eau qui participe à l'asphyxie des végétaux lorsque leurs feuilles ou leurs rameaux sont sous l'eau.

Les fonctions de perte de matériel végétal sont exprimées en pourcentage et notées β , fonctions des caractéristiques de l'aléa. L'année de l'inondation, le rendement est donc impacté par la perte de matériel végétal. En cas de décision prise de replanter toute une parcelle, l'hypothèse est faite que la replantation a lieu pendant le repos végétatif et que la récolte est réalisée avant l'arrachage même en cas de perte de matériel végétal importante.

L'année de l'inondation, les charges ne varient que si les pertes totales de rendement, c'est-à-dire combinant perte de matériel végétal et de rendement, sont de 100%. Cette variation ne dépend donc pas uniquement des pertes de matériel végétal et est traitée avec les dommages à la composante récolte.

Les dommages liés à la perte de matériel végétal (D_{MV}) l'année de l'inondation sont donc égales à :

$$D_{MV} = \Delta \text{Produit} = \beta(d, v, h, t) \cdot R \cdot P_V$$

Où :

β est le coefficient de perte de matériel végétal fonction de la durée d'inondation, de courant, de la hauteur d'eau et de la date ;

R est le rendement moyen habituel à l'hectare ;

P_V est le prix de vente moyen de la production.

Les années suivantes, des pertes de rendement peuvent encore avoir lieu, elles dépendent des pertes de matériel végétal et de la stratégie de replantation adoptée. Si la parcelle entière est replantée, les charges de récolte ne sont pas engagées jusqu'à l'entrée en production des végétaux. Les dommages au matériel végétal différés ($D_{MV,d}$) sont alors calculés selon les équations suivantes :

$$(\text{stratégie 1}) D_{MV,d} = \sum_{i=1}^{d_{amort}-A_{MV}} \left[\beta \cdot R \cdot P_V \cdot \prod_{j=0}^i \frac{1}{1+r_j} \right]$$

$$(\text{stratégie 2}) D_{MV,d} = \beta \cdot I \cdot \frac{A_{MV}}{d_{amort}} + \sum_{i=1}^{d_{prod}} \left[\beta \cdot R \cdot P_V \cdot \prod_{j=0}^i \frac{1}{1+r_j} \right]$$

$$(\text{stratégie 3}) D_{MV,d} = I \cdot \frac{A_{MV}}{d_{amort}} + \sum_{i=1}^{d_{prod}} \left[[R \cdot P_V - CI_{récolte}] \cdot \prod_{j=0}^i \frac{1}{1+r_j} \right]$$

Où :

β est le coefficient d'endommagement au matériel végétal ;

A_{MV} est l'âge moyen des cultures pérennes ;

d_{amort} est la durée d'amortissement de la culture considérée ;

d_{prod} est le délai d'entrée en production pour la culture considérée ;
 $CI_{récolte}$ les consommations intermédiaires liées à la récolte ;
 I est le coût de plantation d'un ha de culture ;
 R est le rendement moyen habituel à l'hectare ;
 P_V est le prix de vente moyen ;
 r_i le taux d'actualisation pour l'année i .

4.5 Dommages aux cultures

Les inondations peuvent occasionner des pertes de récoltes lorsque la culture est déjà en place au moment de l'inondation ou bien même sur les récoltes à venir du fait d'effets sur le sol ou sur le matériel végétal. Les pertes liées aux dégâts sur le matériel végétal sont traitées dans le paragraphe précédent.

Les inondations peuvent également causer une dégradation de la qualité des produits récoltés et donc une baisse de leur prix de vente.

Selon les caractéristiques de l'aléa, les itinéraires techniques habituels peuvent également être perturbés, engendrant des variations dans les charges dépensées. Ce peut notamment être le cas si la culture inondée n'est pas poursuivie et qu'une nouvelle culture est mise en place en remplacement.

Les dommages aux cultures considérés (D_C) sont les pertes de valeur ajoutée, fonction de la baisse de produit et des variations éventuelles de consommations intermédiaires, pendant la saison d'occurrence de l'inondation et les saisons suivantes :

$$D_C = \Delta VA = \Delta \text{Produit} - \Delta CI = \Delta \text{Produit}_R + \Delta \text{Produit}_{P_V} - \Delta CI$$

Où :

ΔVA est la variation de valeur ajoutée ;

$\Delta \text{Produit}$ est la variation de produit brut ;

ΔCI est la variation de consommations intermédiaires ;

$\Delta \text{Produit}_R$ est la variation de produit liée à la variation de rendement ;

$\Delta \text{Produit}_{P_V}$ est la variation de produit liée à la variation du prix de vente.

Les méthodes de calcul pour chacun des termes de cette équation sont décrits dans les paragraphes suivants.

4.5.1 Variations de produit

L'évaluation de la variation de produit pour une culture passe par une étape préliminaire de construction de fonctions exprimant la baisse de rendement (en pourcentage) du fait de l'occurrence de la submersion. Ces fonctions sont l'équivalent des courbes d'endommagement pour les biens structurels. En effet, le produit s'obtient par multiplication du rendement et du prix de vente. Dans certains cas le même genre de fonctions doit être construit pour le prix de vente qui peut également être influencé par une inondation.

L'évaluation des dommages aux cultures à l'échelle nationale pose donc des difficultés en termes de variabilité spatiale des caractéristiques des cultures (calendrier, rendements, prix de vente). Pour une même culture et un même aléa, les dommages peuvent être différents pour des localisations géographiques différentes. Il semble donc judicieux, pour éviter un catalogue trop imposant de fonctions de dommages, de proposer des fonctions génériques à adapter selon les caractéristiques locales.

Dans cette optique, des fonctions de perte de rendement et de variation du prix de vente sont proposés pour exprimer la perte de rendement ou la baisse de prix de vente en pourcentage et en fonction des stades des cycles de production des cultures. L'utilisation des fonctions de perte de rendement nécessite ensuite :

- d'établir localement le calage des cycles végétatifs des cultures rencontrées sur la zone d'étude en termes de date, pour traduire ces courbes en fonctions de la date d'occurrence de l'inondation ;
- d'estimer les rendements (R) et prix de vente (P_V) des cultures recensées pour permettre le calcul de fonctions de dommages aux cultures prêtes à être utilisées.

Les fonctions de perte de rendement sont exprimées en pourcentage et notées α , elles sont fonction des caractéristiques de l'aléa. Les fonctions de variation du prix de vente sont exprimées en pourcentage et notées γ , elles sont également fonction des caractéristiques de l'aléa. La variation de produit pour 1 ha de culture considérée est alors calculée de la façon suivante :

$$\Delta \text{Produit} = \alpha \cdot R \cdot P_V + (1 - \alpha) \cdot R \cdot \gamma \cdot P_V$$

Où :

α est le coefficient de baisse de rendement ;

γ est le coefficient de baisse du prix de vente ;

R le rendement moyen habituel à l'hectare ;

P_V le prix de vente moyen habituel de la production.

Variations de rendement

Les baisses de rendement peuvent dépendre de plusieurs caractéristiques de l'aléa. Selon les cultures et leur stade végétatif, ce ne sont pas forcément les mêmes caractéristiques qui prédominent. L'influence de chacun des paramètres est expliquée ci- après :

- **date de l'inondation** : la sensibilité des cultures dépend grandement des caractéristiques des plantes et donc du stade végétatif atteint au moment de l'inondation ;
- **durée de submersion** : une des causes principales de baisse de rendement est l'asphyxie racinaire des plantes, fonction de la durée d'inondation ;
- **hauteur d'eau** : lorsque les fleurs / fruits / légumes / grains sont déjà en place, les pertes subies peuvent varier selon qu'il y ait ou non contact avec l'eau et dépendent donc de la hauteur d'eau ;
- **vitesse du courant** : avec le courant, les plantes peuvent être couchées ou arrachées ;
- **charge en matière** : le dépôt de sédiments sur les plantes peut perturber la respiration des feuilles ou rendre les productions impropres à la commercialisation.

Variations du prix de vente

Les baisses de qualité de la production peuvent dépendre de plusieurs caractéristiques de l'aléa. Selon les cultures et leur sensibilité, ce ne sont pas forcément les mêmes caractéristiques qui prédominent. L'influence de chacun des paramètres est expliquée ci- après :

- **date de l'inondation** : les risques de baisse de la qualité de la production existe lorsque les fruits ou autres parties de la plante commercialisés sont présents, cela dépend donc du stade végétatif de la culture au moment de l'inondation ;
- **durée de submersion** : les baisses de qualité peuvent être dues à l'absorption d'eau par les fruits, ce qui est fonction de la durée d'inondation ;
- **hauteur d'eau** : la qualité des fruits ou autres parties des plantes commercialisés peut être dégradés lorsqu'ils sont au contact de l'eau, cela dépend donc de la hauteur d'eau ;

Cas des cultures pérennes

Les fonctions de pertes de rendement décrites ci-dessus expriment la baisse de récolte sur pieds et n'intègrent pas les baisses de production du fait de la perte définitive de matériel végétal (arrachage, mortalité), qui sont traitées dans les « Dommages au matériel végétal ». Au total, pour une culture pérenne, la variation de produit totale, c'est-à-dire combinant les pertes de rendement et les pertes de matériel végétal, est égale à :

$$\Delta \text{Produit} = \Delta \text{Produit}_R + \Delta \text{Produit}_{P_V} = (\beta + (1 - \beta) \cdot \alpha) \cdot R \cdot P_V + (1 - \beta) \cdot (1 - \alpha) \cdot R \cdot \gamma \cdot P_V$$

Où :

$\Delta \text{Produit}_R$ est la variation de produit liée à la variation de rendement ;

$\Delta \text{Produit}_{P_V}$ est la variation de produit liée à la variation du prix de vente ;

β est le coefficient de perte de matériel végétal ;

α est le coefficient de baisse de rendement ;

R le rendement moyen habituel à l'hectare ;

P_V le prix de vente moyen habituel de la production ;

γ est le coefficient de baisse du prix de vente.

Cas du maraîchage et des prairies

En maraîchage, la récolte des légumes peut être étalée sur une période relativement longue (quelques mois). Si une inondation survient alors que la récolte a débuté, elle n'impacte que la production encore en place. De même la fauche des prairies se déroule en plusieurs coupes réparties entre le printemps et l'automne. Si une ou plusieurs coupes ont déjà eu lieu, une inondation n'impacte que celles à venir. Ainsi, les baisses de produit doivent être calculées en tenant compte des volumes récoltés avant l'inondation.

4.5.2 Poursuite des itinéraires cultureux

Règles de décisions pour la poursuite de l'itinéraire cultural

Par poursuite de l'itinéraire cultural, il est entendu le fait de poursuivre les opérations habituellement menée et notamment de la réalisation de la récolte. Lorsque la récolte n'est pas réalisée, on parle d'abandon.

La poursuite des itinéraires cultureux est traitée dans ce paragraphe par rapport aux variations de rendement subies. Pour les cultures pérennes, les stratégies de replantation sont traitées dans la partie « Dommages au matériel végétal ».

La poursuite ou l'abandon d'une culture dépendent des pertes de rendement prévues et de la période à laquelle survient l'inondation. Au delà d'un certain seuil de perte de rendement, l'agriculteur peut en effet décider d'abandonner la culture. Ceci peut notamment être le cas si le produit de la récolte réalisée ne lui permet pas de couvrir les frais de récolte. La décision d'abandonner une culture impactée dépend donc de la date à laquelle survient l'inondation, c'est-à-dire des charges déjà engagées au moment de l'inondation et des possibilités de la remplacer par une autre culture dans le cas des cultures annuelles. Pour chaque culture, des règles de décision simplifiées, basées sur les pertes de rendement et la date de l'inondation sont fournies. Lorsque l'itinéraire est abandonné et que la récolte n'est pas réalisée, la production est bien évidemment perdue en totalité, et les charges de récolte ne sont pas dépensées.

Cas des cultures annuelles : possibilités de ressemis

Lorsque la culture inondée est abandonnée, les agriculteurs peuvent envisager de ressemer la même culture ou de semer une autre culture selon les possibilités à la date de prise de décision. De nouvelles charges sont alors engagées et une nouvelle production peut être valorisée, modifiant ainsi les dommages initialement prévus. Toutefois, il est tenu compte du fait que les rendements des cultures semées ou plantées tardivement sont généralement moindres par rapport à un rendement normal.

Le cas échéant, l'hypothèse est faite que les agriculteurs ne modifient leur assolement que l'année de survenue de l'inondation et qu'il n'y a pas de répercussion sur les années suivantes.

Lorsqu'une culture est implantée en remplacement de la culture inondée, un nouveau produit est réalisé, noté $\Delta\text{Produit}_2$ et calculé de la façon suivante :

$$\Delta\text{Produit} = \alpha_2 \cdot R_2 \cdot P_{V2}$$

Où :

α_2 est le coefficient de rendement pour la nouvelle culture ;

R_2 le rendement à l'hectare de la nouvelle culture ;

P_{V2} le prix de vente de la nouvelle production.

Lorsque la même culture est ressemée, les valeurs de rendement et de prix de vente moyens sont alors les mêmes que pour la culture initiale.

Lorsqu'une nouvelle culture est semée, les possibilités envisageables sont données dans la méthodologie, ainsi que les règles permettant de faire des hypothèses pour le choix de l'une d'entre elles.

Dans les deux cas, les coefficients de baisse de rendement due à un semis tardif sont fournis dans la méthodologie.

4.5.3 Variations de consommations intermédiaires

Ne sont considérées ici que les charges correspondant aux opérations menées dans le cadre des itinéraires techniques cultureux. Les charges supplémentaires liées à la remise en état des parcelles sont traitées dans les dommages au sol.

En dehors des variations de consommations intermédiaires liées aux pertes de matériel végétal, traitées dans la partie "Dommages au matériel végétal", les variations de charges liées aux pertes de rendement ne concernent que l'année de l'inondation. Il est considéré qu'il n'y a pas de répercussions les années suivantes.

Les variations de consommations intermédiaires dépendent de la stratégie adoptée pour la poursuite de l'itinéraire cultural.

En cas de poursuite de l'itinéraire

Pour n'importe quelle culture, lorsque les pertes de rendement sont partielles, et que la culture est poursuivie, les opérations mécanisées doivent tout de même être réalisées sur la totalité de la parcelle. Par exemple, même si le rendement attendu d'un blé ou d'une vigne est moindre qu'habituellement, les traitements ou le travail du sol doivent être réalisés sur toute la surface. Ainsi les charges des opérations mécanisées ne varient pas à la baisse.

Toutefois, il peut arriver que dans certaines situations, un ou des traitements supplémentaires soient réalisés préventivement contre le développement de maladies favorisées par l'humidité. Les

conditions où des traitements supplémentaires sont réalisés sont indiqués dans les guides dédiés à chaque type de culture.

En cas d'abandon

Lorsque la culture est arrêté, c'est-à-dire que l'itinéraire n'est pas mené jusqu'à la récolte, les charges correspondant aux opérations à venir après l'inondation ne sont pas engagées.

Généralement, les opérations de récolte représentent le poste principal de charges avec le semis. Lorsque l'itinéraire est abandonné, le calcul de variation de consommations intermédiaires est donc simplifié et seules les charges de récolte sont considérées parmi les charges non dépensées.

Ainsi en cas d'abandon de l'itinéraire d'une culture, les variations de consommations intermédiaires sont calculées de la façon suivante :

$$\Delta CI = -CI_{t_{inond}, t_{fin}} \approx -CI_{récolte}$$

Où :

CI_{t_1, t_2} sont les consommations intermédiaires entre la date t_1 et t_2 ;

t_{inond} est la date d'inondation ;

t_{fin} est la date de fin du cycle (récolte) ;

$CI_{récolte}$ sont les consommations intermédiaires liées à la récolte.

En cas de ressemis ou de replantation (cultures annuelles)

Lorsqu'une culture est remise en place après l'abandon de la culture inondée, les charges qui avaient déjà été engagées doivent l'être à nouveau.

Comme les charges de semis ou de plantations représentent généralement le poste de charges principal avec les charges de récolte, les calculs sont simplifiés en ne considérant que ces dépenses dans les dommages.

Ainsi les dommages liés à la mise en place d'une culture en remplacement de celle inondée, correspondante à une seconde variation de consommations intermédiaires, qui est globalement égale aux charges de semis ou de plantation de la culture implantée (la même culture ou une culture différente selon les cas), c'est-à-dire les charges de préparation du sol, les coûts de semences ou de plants, et les charges de semis. Les variations de consommations intermédiaires sont donc calculées de la façon suivante :

$$\Delta CI = CI_{2\ t_{début}, t_{inond}} \approx CI_{2\ semis}$$

Où :

CI_2 sont les consommations intermédiaires pour la culture mise en place en remplacement ;

CI_{t_1, t_2} sont les consommations intermédiaires entre la date t_1 et t_2 ;

t_{inond} est la date d'inondation ;

$t_{début}$ est la date de début du cycle ;

CI_{semis} sont les consommations intermédiaires liées au semis ;

Cas des cultures pérennes

En arboriculture et en viticulture, certaines opérations se font manuellement (la récolte parfois ou la taille). Le temps consacré à ces opérations dépend donc en partie du rendement pour la récolte ou du nombre d'arbres ou de ceps vivants pour la taille. Toutefois, la part proportionnelle est faible

car même avec des pertes la parcelle entière doit être parcourue et donc les déplacements sont les mêmes.

Ainsi les charges de récolte et de taille ne varient pas tant que les pertes de rendement et les pertes de matériel végétal sont partielles.

Cas du maraîchage et des prairies

Du fait des récoltes étalées pour ces deux types de culture, lorsqu'une inondation se produit, seules les charges de récoltes non encore engagées sont impactées.

4.6 Dommages au sol

Le sol des parcelles peut subir des dégâts du fait d'une inondation. La remise en état peut consister en des opérations mécaniques (nettoyage, labour, nivellement, apport de terre en cas d'érosion) ou en des apports d'amendement (matière organique, gypse) selon les dégâts causés par l'aléa. Dans les situations traitées, l'apport d'amendement n'est pas nécessaire, il ne figure donc pas dans le calcul des dommages.

Les dommages comprennent la réalisation de ces opérations : main d'œuvre, carburant, location d'équipement le cas échéant, achat d'amendements.

Les dommages au sol (D_S) dépendent principalement :

- de la vitesse du courant à l'origine d'érosion forte par exemple ou du dépôt de grandes quantités de débris ;
- de la hauteur d'eau qui détermine également la quantité de débris transportés par l'inondation.

La durée d'inondation ne joue pas sur les risques d'érosion ou la quantité de débris pouvant se déposer sur les parcelles, la date d'inondation non plus. La pollution du sol par l'eau d'inondation est possible si elle transporte des polluants. Toutefois, il n'est pas possible de prévoir ce risque.

Pour chaque type de culture, la liste des opérations à réaliser est fournie en fonction des paramètres de l'aléa. Les dommages au sol D_S par type de cultures peuvent ainsi être calculés de la façon suivante :

$$D_S = \sum_y d_{Op}(y, h, v) \cdot (C_{MO} + C_{Méc})$$

Où :

$d_{Op}(y, h, v)$ est la durée nécessaire à la réalisation de l'opération y fonction de la hauteur d'eau h et de la vitesse du courant v ;

C_{MO} est le coût horaire de la main d'œuvre ;

$C_{Méc}$ est le coût horaire de mécanisation.

Les temps d'intervention et coûts horaires sont fournis pour chaque type de cultures selon les paramètres d'aléa pris en compte.

4.7 Dommages liés aux animaux d'élevage

En cas d'inondation, les animaux peuvent être fragilisés (blessures, maladies, stress) ou tués selon le type d'animaux, les caractéristiques de l'aléa et les possibilités d'évacuation du cheptel. En effet,

selon la période de l'année les animaux peuvent se trouver dans les bâtiments ou dans les prés. Leur localisation joue un rôle déterminant dans la possibilité d'évacuation.

Seules les conséquences en termes de pertes d'animaux sont considérées car les autres types de conséquences sont difficiles à prévoir et à quantifier (stress, baisse de production chez les animaux vivants, avortements, etc.). Lorsque des animaux sont perdus, les dommages associés sont :

- la perte de leur valeur en viande ou de leur production (lait ou œufs) ou des revenus qu'ils auraient rapportés (taureaux), l'année de l'inondation et le temps d'entrée en production ou de valorisation des nouveaux animaux ;
- le coût de rachat du même nombre d'animaux (il est fait l'hypothèse que les éleveurs reconstituent toujours leur troupeau).

Il existe également des pertes liées au redémarrage d'un nouveau troupeau du fait de la perte du capital génétique sélectionné auparavant (production ou fertilité moindre). Toutefois, ces pertes sont difficilement chiffrables, elles ne sont donc pas prises en compte.

Recensement des animaux exposés et possibilités d'évacuation

Pour évaluer les dommages d'une inondation sur les animaux d'élevage, il est nécessaire a minima de connaître le nombre d'animaux exposés à l'aléa. Cela dépend de deux facteurs principaux :

- la localisation des animaux dans les bâtiments ou dans les prairies qui dépend, des types d'animaux, du type d'élevage (intensif ou extensif), de la catégorie d'animaux et de la période de l'année ;
- la possibilité d'évacuer les animaux ou pour eux de s'enfuir vers un terrain ou un bâtiment hors zone inondable qui dépend des types d'animaux, de leur localisation et de la rapidité de l'inondation.

Les fonctions de pertes d'animaux sont fournies selon la localisation des animaux en bâtiments ou à l'extérieur. Les calendriers de conduite des cheptels (périodes en bâtiments ou en pâturages) doivent donc être établis localement par l'utilisateur pour traduire les courbes en fonction de la date d'occurrence de l'inondation. Des hypothèses simples peuvent également être faites pour la localisation de certains types d'animaux : par exemple volailles et porcs en bâtiments toute l'année. De plus, un coefficient d'évacuation traduisant la possibilité de déplacer les animaux est proposé par type d'élevage, dépendant de la localisation des animaux et de la rapidité de l'inondation. Ce coefficient permet de calculer le nombre d'animaux réellement exposés à l'inondation.

Variations de charges

Pour une exploitation d'élevage, les consommations intermédiaires peuvent varier du fait de plusieurs types de contraintes : des contraintes en termes d'alimentation des animaux ou des contraintes de localisation et de conduite des animaux par exemple.

Toutefois, les variations susceptibles d'être prises en compte dans le modèle (cf. périmètre des dommages) sont déjà presque toutes intégrées via l'évaluation des dommages sur les autres composantes. En effet, les pertes de fourrage et d'aliments correspondent à des pertes de récolte ou de stocks, la réparation des dégâts sur les clôtures ou les abreuvoirs est évaluée dans les dommages au matériel. Les éventuelles charges supplémentaires dues à l'indisponibilité du matériel, des bâtiments ou des prairies ne sont pas évaluées avec la méthode actuelle car elles correspondent à des dommages induits.

Calcul des dommages

Pour le calcul des dommages liés à la perte d'animaux, l'utilisateur doit établir localement des données :

- la production moyenne ou rendement par animaux et par an et le prix de vente moyen de chaque production recensée pour permettre le chiffrage des dommages ;
- le coût de rachat d'une bête et la durée nécessaire avant son entrée en production ou sa valorisation.

Une fois le nombre d'animaux exposés estimés grâce au coefficient d'évacuation, le nombre d'animaux tués peut être calculé à l'aide des coefficients d'endommagement, notés μ , fournissant le pourcentage d'animaux perdus par rapport au nombre d'animaux touchés, et fonction des caractéristiques de l'aléa. Le dommage lié aux animaux d'élevage, noté D_A , pour un cheptel considéré est alors calculée de la façon suivante :

$$D_A = \sum_{i=0}^{d_{\text{prod}}} \left[N \cdot \gamma \cdot \mu \cdot R \cdot P_V \cdot \prod_{j=0}^i \frac{1}{1+r_j} \right] + N \cdot \gamma \cdot \mu \cdot I$$

Où :

- N est le nombre d'animaux dans le cheptel exposés à l'inondation ;
- γ est le coefficient d'évacuation des animaux ;
- μ est le coefficient de perte d'animaux ;
- R le rendement par animal ;
- P_V le prix de vente espéré de la production ;
- d_{prod} est le nombre d'année avant que les nouveaux animaux soient productifs ;
- I est le coût d'investissement pour le rachat d'un animal ;
- r_i le taux d'actualisation pour l'année i .

Les coefficients de pertes d'animaux dépendent de plusieurs caractéristiques de l'aléa :

- la hauteur d'eau car les animaux ne peuvent généralement plus se tenir debout lorsque l'eau atteint une certaine hauteur ;
- le courant qui peut emporter les animaux et donc causer leur noyade ;
- la durée d'inondation qui intervient relativement peu et n'est donc pas prise en compte.

Chapitre 5

Définition des fonctions de dommages nationales

5.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons le « mode d'emploi » pour construire des fonctions de dommage adaptées à un territoire à partir des fonctions élémentaires décrites dans le chapitre 4. Pour illustrer cela, l'exemple de l'élaboration de fonctions de dommages adaptées à une échelle nationale (France métropolitaine) et prêtes à l'emploi est suivi d'étape en étape.

Étant donné que les fonctions d'endommagement au matériel et aux animaux ne sont pas entièrement abouties pour le moment, des courbes prêtes à l'emploi pour les bâtiments agricoles ne peuvent être produites. Le mode d'emploi qui suit concerne donc les dommages aux cultures uniquement.

La construction des fonctions de dommages nationales a été réalisée en utilisant une implémentation sous R des méthodes décrites dans les chapitre 3 et 4. Il est référé à cette implémentation sous le terme **floodam** dans la suite du chapitre. La présentation détaillée de l'architecture informatique de cette implémentation fera l'objet d'un ajout au présent rapport ultérieurement.

Pour tester les versions intermédiaires de la méthodologie ainsi que de son implémentation, deux applications ont été réalisées. Une première application a été faite sur le bassin versant de l'Orb. Sur ce territoire, une ACB utilisant une évaluation des dommages agricoles simplifiée, avait déjà été réalisée par Irstea. Le test a donc permis de la réactualiser. Une seconde application a été réalisée pour le Syndicat Mixte d'Aménagement du Bassin Versant du Gard Rhodanien (SMABVGR). Elle a consisté en la production de fonctions de dommages adaptées aux activités agricoles locales, qui ont ensuite été utilisées par le bureau d'études en charges de l'ACB. Les rapports détaillés de ces deux applications-tests sont consultables dans les annexes D.1 et D.2.

L'objectif de ces tests était de se mettre à la place d'un utilisateur potentiel pour vérifier l'applicabilité de la méthode et des fonctions élémentaires construites. Les sources de données potentielles pour la collecte des données agro-économiques ont par la même occasion pu être identifiées. Ainsi, d'après les difficultés ou erreurs détectées, des corrections ont été apportées à la méthodologie pour aboutir à l'outil final proposé.

Le « mode d'emploi » de la méthodologie actuelle, accompagnée de conseils, est proposé dans le chapitre suivant en prenant pour exemple la construction de fonctions de dommages moyens pour la France entière.

5.2 Processus de construction

La méthodologie générale de construction des fonctions de dommage est résumée en figure 5.1, les sections suivantes décrivent chaque étape de façon détaillée. Toutefois, la construction de fonctions de dommage prêtes à l'emploi nécessite de disposer de plusieurs éléments avant de commencer :

- les fonctions d'endommagement élémentaires, regroupées dans un modèle que l'on a appelé **floodam** ;
- un certain nombre de données agro-économiques (rendements, prix de vente, charges, calendriers, superficies) qui peuvent être collectées dans diverses bases de données qui sont décrites plus loin. Citons notamment les données de la Statistique Agricole Annuelle (SAA) disponibles sur le site Agreste (Ministère en charge de l'agriculture) ;
- la typologie de cultures des données utilisées pour la géolocalisation des surfaces agricoles sur le territoire étudié. Pour l'échelle nationale ce sont les données du Registre Parcellaire Graphique (RPG), disponible gratuitement pour la France entière, qui ont été utilisées.
- la description des classes de paramètres fournies par le modèle hydraulique utilisé pour la modélisation de l'aléa (hauteur d'eau, durée de submersion, période de survenue, vitesse du courant).

5.2.1 Étape 1 : Typologie floodam à 2 niveaux

Comme indiqué dans le chapitre 4, la réflexion autour des fonctions d'endommagement pour les cultures s'est faite par grande catégorie de cultures (grandes cultures, viticulture, arboriculture, légumes et prairies), c'est à ce niveau que ce sont faits les entretiens avec les experts, les réunions en groupe et la rédaction des guides détaillés annexés au rapport. Ce niveau de travail a été appelé niveau 0.

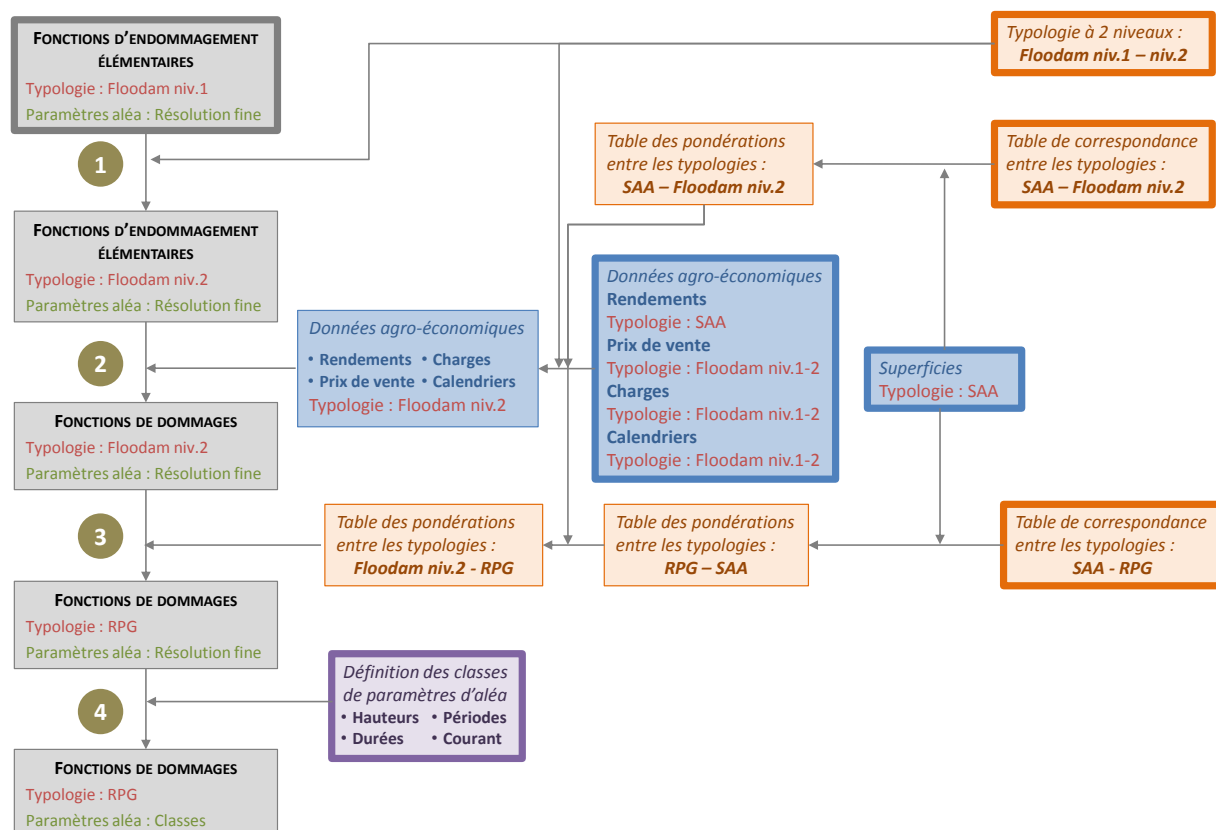
Sur la base des résultats des entretiens, des fonctions d'endommagement élémentaires ont été produites pour plusieurs cultures ou types de cultures par grande catégorie de cultures. Ce niveau, correspondant à des types de cultures avec des endommagement homogènes, constitue le niveau 1 de la typologie du modèle **floodam** (24 types) (tableau 5.2.1).

Certaines cultures absentes du premier niveau de la typologie **floodam** sont toutefois proches en termes de sensibilité aux inondations avec des cultures du premier niveau, malgré des calendriers culturels et/ou des rendements et prix de vente différents. Ces cultures ont donc été ajoutées à la typologie **floodam** pour constituer un deuxième niveau plus fin. Au final, pour chaque culture du niveau 2 de la typologie, ce sont les fonctions d'endommagement du type de niveau 1 correspondant qui sont associées. Pour les légumes qui constituent deux catégories à part entière du premier niveau de la typologie, le niveau 2 est constitué des cultures les plus représentatives en termes de superficies en France métropolitaine. Au total, le niveau 2 de la typologie est composé de 53 cultures (tableau 5.2.1).

Ainsi en première étape, les fonctions d'endommagement pour toutes les cultures du niveau 2 de la typologie **floodam** sont créées par duplication des fonctions du niveau 1.

5.2.2 Étape 2 : Données agro-économiques

L'obtention de fonctions de dommage, exprimant en euros les pertes, se fait par croisement des fonctions d'endommagement avec des données agro-économiques collectées dans diverses bases de données. Il s'agit des rendements, des prix de vente, des charges et des calendriers culturels. Pour être appliquées aux fonctions d'endommagement obtenues à l'étape 1, ces données doivent être disponibles pour chaque culture du niveau 2 de la typologie **floodam**.



Les couleurs des encadrés correspondent au domaine des données correspondantes :

- en bleu : les données relatives aux cultures ;
- en orange : les données relatives aux typologies ;
- en violet : les données relatives à l'aléa ;
- en gris : les étapes de calcul des fonctions de dommage.

Les encadrés avec des bordures épaisses désignent les éléments dont l'utilisateur doit disposer au départ pour construire de nouvelles fonctions de dommage.

FIGURE 5.1 – Étapes de la méthodologie générale d'utilisation des fonctions d'endommagement.

TABLE 5.1 – Typologie du modèle Floodam

niveau 0	niveau 1	niveau 2
prairies	prairie	prairie
	prairie nouvellement semée	prairie nouvellement semée
	luzerne	luzerne
	luzerne nouvellement semée	luzerne nouvellement semée
céréales et oléagineux	maïs	maïs grain
		maïs non alimentaire
		sorgho
		autres céréales de printemps type maïs
	maïs ensilage	maïs ensilage
	blé d'hiver	blé tendre
		orge
		blé non alimentaire
		céréales fourragères d'hiver
		triticale
		blé dur
		seigle
		avoine
		autres céréales d'hiver
	blé de printemps	blé tendre de printemps
		orge de printemps
		blé dur de printemps
		avoine de printemps
		autres céréales d'hiver type blé
	colza	colza
		colza non alimentaire
		autres oléagineux
	tournesol	tournesol
		tournesol non alimentaire
		oléagineux fourragers de printemps
arboriculture	pommier	pommier
	poirier	poirier
	cerisier	cerisier
	pêcher	pêcher
	abricotier	abricotier
	prunier	prunier
vignoble	vigne de cuve	vigne de cuve
cultures légumières	asperge	asperge
	salade	salade
	tomate plein champ	tomate plein champ
	tomate sous serre	tomate sous serre
	légumes	pommes de terre
		pommes de terre primeur
		melon
		carotte
		oignon
		petit pois
		haricot vert
		chou-fleur
		endive
	légumes palissés	concombre
		aubergine
		poivron
	légumes palissés sous serre	concombre sous serre

Dans un premier temps, les sources utilisées pour collecter ces données sont décrites, les données sont alors obtenues sous diverses typologies. Ensuite, leur homogénéisation sous une seule typologie (le niveau 2 de la typologie **floodam**) est décrite.

Collecte des données agro-économiques

Rendements Des données de rendement pour différentes échelles géographiques (de l'échelle départementale à l'échelle nationale) sont mises à disposition par le Ministère en charge de l'agriculture dans la base de données Statistique Agricole Annuelle (SAA) sur le site Agreste¹. Ce sont ces données qui ont été utilisées pour construire les fonctions de dommage nationales.

La typologie de cultures de la SAA est très détaillée et comporte 3 niveaux. Au niveau le plus fin, toutes les cultures existantes en France sont détaillées (138 cultures).

Pour gommer les effets potentiels des climats annuels sur les rendements, une moyenne sur 3 ans peut être calculée. Pour la construction des courbes nationales, la moyenne des rendements 2009, 2010 et 2011 a été utilisée.

Prix de vente Pour établir les prix de vente des cultures à l'échelle nationale, des informations ont dû être collectées dans plusieurs sources de données. En effet, il n'existe pas à l'heure actuelle de base de données complète pour toutes les cultures et pour plusieurs échelles géographiques. Au final, quatre sources de données différentes ont été sollicitées, elles sont décrites ci-dessous. Les prix de vente ont été établis pour le niveau 2 de la typologie **floodam**, sauf pour les céréales et les oléagineux pour lesquels ils ont été établis pour le niveau 1 (figure E.1 en annexe).

Lors de la réalisation d'une étude sur un territoire donné, les mêmes sources de données peuvent être explorées. Il est également recommandé de consulter les Chambres d'Agriculture qui peuvent disposer de bases de données locales mieux adaptées.

Indice des prix des produits agricoles à la production (IPPAP) Les prix de vente des cultures de fruits et légumes ont été calculés grâce à l'IPPAP.

L'IPPAP mesure les variations des prix de production agricoles. Les données sont disponibles sur le site Agreste pour la France entière et par an². Cette base n'est pas utilisable telle quelle car les valeurs de production des produits ne sont pas fournies, même pour l'année de base. Toutefois dans la documentation disponible sur le site (Agreste, 2009), les volumes totaux et valeurs totales des productions de fruits et légumes pour l'année 2005 sont fournies, le prix de base de l'indice a donc pu être calculé. Pour gommer les variations inter-annuelles de prix liées aux marchés, une moyenne sur 3 ans de l'indice a été utilisée (2009, 2010, 2011). Cet indice moyen a alors été multiplié par le prix de base de l'année 2005 pour obtenir les prix renseignés dans le modèle.

1. La Statistique Agricole Annuelle est une opération statistique visant à élaborer aux niveaux départemental, régional et national une synthèse chiffrée des différentes productions agricoles en termes physiques (superficies, rendements, productions, effectifs d'animaux). Les séries sur les surfaces et les effectifs d'animaux sont corrigées avec celles des recensements agricoles. La Statistique agricole annuelle est établie par chaque service statistique des directions régionales de l'Agriculture et de la Forêt (Agreste, 2007).

2. L'IPPAP est calculé par le service agriculture de l'INSEE et par le service statistique du Ministère en charge de l'agriculture (SSP) pour les fruits et légumes frais. Il est fondé sur les prix mensuels d'un échantillon de transactions représentatives, moyennés ensuite par an. Depuis mars 2013, l'année de base de l'indice est 2010 (c'est-à-dire que la structure en valeur de production des produits correspond à l'année 2010). Avant cela, l'année de base de l'indice était 2005. Il est actuellement calculé pour 162 produits agricoles et 39 regroupements. Les données utilisées pour la calcul de l'indice proviennent de quatre sources principales : le Ministère de l'Agriculture, FranceAgriMer, les Comités interprofessionnels, la presse spécialisée. (INSEE, 2013)

Bulletin de conjoncture agricole Pour les céréales et les oléagineux, les données du Bulletin de conjoncture agricole ont été utilisées.

Les séries de conjoncture agricole sont disponibles sur le site Agreste, pour plusieurs années et de nombreuses cultures, mais les cotations des productions sont disponibles uniquement pour les grandes cultures³. La moyenne des cotations des années 2009, 2010 et 2011 a été utilisée pour renseigner le modèle et construire les fonctions de dommage nationales.

Barèmes de Calamités Agricoles Les Barèmes de Calamités agricoles⁴ constitue une autre source de données potentielles pour le prix de vente des productions agricoles. Ils ont été utilisés pour les fourrages et les pommes de terre primeur.

Pour l'établissement des données nécessaires à la construction des courbes nationales, une moyenne des prix de vente fournis par les barèmes 2007 de plusieurs départements a été réalisée (Ain, Aisne, Bouches-du-Rhône, Finistère, Landes, Nièvre, Orne, Rhône, Vienne).

Mémento technico-économique des principales productions en Languedoc-Roussillon Pour terminer, le prix de vente moyen du vin a été établi à partir des informations contenues dans le mémento technico-économique des principales productions en Languedoc-Roussillon⁵, publié par le CER Méditerranée.

Le prix de vente du vin issu de ce memento a été validé par les experts agricoles consultés lors des entretiens individuels et en groupe, issus de divers départements y compris extérieurs au Languedoc-Roussillon.

Charges Les charges nécessaires à l'établissement des fonctions de dommage sont les frais de récolte, et pour certaines cultures, les frais de semis ou de plantation et les frais de traitement. Plusieurs sources de données ont été utilisées pour collecter les données de charges des cultures. Ces données ont été établies pour le niveau 2 de la typologie **floodam**, sauf pour les céréales et les oléagineux pour lesquels elles ont été établies pour le niveau 1 (figures E.2, E.3 et E.4 en annexes).

Lors de la réalisation d'une étude sur un territoire donné, les mêmes sources de données peuvent être explorées. Toutefois, comme un certain nombre de données a été établie à dire d'experts, il est recommandé de consulter les Chambres d'Agriculture qui peuvent disposer de bases de données locales ou dont les experts peuvent aider à l'adaptation des valeurs fournies pour l'échelle nationale.

Frais de récolte Les barèmes de calamités agricoles ont été utilisés pour établir les valeurs de frais de récolte pour les céréales et oléagineux, les légumes, et les pruniers. Une moyenne des frais fournis par les barèmes 2006 ou 2007 de plusieurs départements a été réalisée (entre 1 et 7 départements selon les données existantes dans chacun des barèmes départementaux).

Pour les prairies et les vignobles, les valeurs de frais de récolte sont issues de dire d'experts. Elles ont ensuite été validées par les groupes d'experts consultés.

3. Pour les grandes cultures, le Bulletin de conjoncture synthétise des données produites par FranceAgriMer et La Dépêche.

4. Les barèmes de calamités agricoles servent à évaluer les pertes des exploitations agricoles en cas d'événements météorologiques reconnus comme calamité agricole. Les barèmes départementaux comportent des références de rendement et de prix pour l'ensemble des productions, ainsi que des références de frais de récolte et de frais de replantation pour les cultures pérennes. Ils sont produits en collaboration par les DDT et les Chambres d'agriculture.

5. Le CER Méditerranée avec leurs partenaires du Club Etudes et Observatoires CERFRANCE Languedoc-Roussillon, publie sur son site internet un mémento technico-économique agricole régulièrement mis à jour (Club Etudes et Observatoires CERFRANCE Languedoc-Roussillon, 2012). Il comprend des données technico-économiques, ainsi que des informations sur l'économie régionale, nationale et internationale d'une quinzaine de productions. Toutes les données ont été validées par des experts de chaque culture.

Enfin pour les vergers, les données de frais de récolte proviennent soit du Mémento technico-économique des principales productions en Languedoc-Roussillon, soit des fiches de diversification de la région Languedoc-Roussillon⁶. Les valeurs ont ensuite été validées par les groupes d'experts consultés.

Frais de semis ou de plantation Les valeurs de frais de semis pour les céréales, les oléagineux et les prairies ont été établies par dires d'experts, et validées lors des réunions en groupes.

Pour les cultures pérennes (arbres fruitiers et vignes), les frais de plantation renseignés dans le modèle de calcul des dommages sont issus des barèmes calamités agricoles. Une moyenne des frais fournis par les barèmes 2007 de plusieurs départements a été réalisée (Aisne, Bouches-du-Rhône et Rhône).

Les frais de semis ou plantation des légumes sont issus soit de dires d'experts validés lors des réunions en groupes, soit d'estimation basées sur les similitudes entre cultures.

Frais de traitement Pour les légumes, les valeurs de frais d'un traitement moyen sont issues soit de dires d'experts validés lors des réunions en groupes, soit d'estimation basées sur les similitudes entre cultures.

Pour les vignobles, le coût d'un traitement moyen a été calculé sur la base des informations du rapport Eco-Phyto 2018 (Mezière and Gary, 2009). La même valeur a été utilisée pour les arbres fruitiers.

Calendriers Les calendriers culturaux ont été construits d'abord sur la base des informations contenues dans le mémento technico-économique des principales productions en Languedoc-Roussillon et dans les fiches de diversification de la région Languedoc-Roussillon. Ces calendriers ont ensuite été modifiés avec les experts lors des entretiens individuels puis validés lors des réunions en groupes. Les dates indiquées dans ces calendriers correspondent à des moyennes pour la France, comme pour toutes les données agro-économiques elles sont susceptibles de fortement varier d'une région à l'autre. Les calendriers ont été construits pour le niveau 2 de la typologie **floodam**, sauf pour les céréales et les oléagineux pour lesquels les calendriers ont été construits pour le niveau 1 (figure E.5 et E.6 en annexes).

Remarque sur l'actualisation des données économiques Les données de prix de vente et de charges ont été collectées dans plusieurs sources de données et donc pour des années de production différentes. Les prix calculés à partir des données de l'IPPAP et du bulletin de conjoncture agricole correspondent aux mêmes années que les rendements utilisés dans les calculs (moyenne 2009, 2010, 2011). Les prix et les charges issus des barèmes de calamités agricoles correspondent eux à des données de 2006 ou 2007. En théorie, ces données auraient donc dues être actualisées avant d'être utilisées dans les calculs. Toutefois, étant donné que toutes ces données ont été validées par des experts agricoles en 2013, on considère que les données collectées et donc les fonctions de dommage produites sont valables pour l'année courante (2013). Il est important de noter que dans les années à venir, les données agro-économiques utilisées pour la construction des fonctions de dommage devront régulièrement être mises à jour afin que les fonctions de dommage restent d'actualité.

6. La région Languedoc-Roussillon a publié un ensemble de 64 fiches sur les cultures pouvant être envisagée en diversification de l'activité viticole. Ces fiches produites en collaboration par les Chambres d'agriculture du Languedoc-Roussillon, la SAFER et Montpellier SupAgro fournissent les caractéristiques agronomiques et économiques de chaque culture (Région Languedoc-Roussillon et al., 2008).

Par ailleurs, lorsque les dommages sont étalés sur plusieurs années, le taux d'actualisation considérés dans les calculs a été de 4 %, conformément aux recommandation du Commissariat Général au Plan (Lebègue, 2005).

Adaptation des données à la typologie **floodam** niveau 2

L'adaptation des données agro-économiques à la typologie **floodam** niveau 2 est décrite ici pour le cas de la construction des fonctions de dommage nationales. Lorsque la méthodologie est utilisée pour la construction d'autres courbes, la même façon de procéder peut être utilisée même si les typologies de départ différent.

Prix de vente, Charges et Calendriers Les données de prix de vente, de charges et les calendriers ont été établies pour le niveau 2 de la typologie **floodam**, sauf pour les céréales et les oléagineux pour lesquels elles ont été établies pour le niveau 1 de la typologie uniquement. Dans ce dernier cas, les données établies pour la catégorie de niveau 1 ont été associées à chaque culture du niveau 2.

Rendement Les données de rendement ont été établies pour la typologie de la SAA. Une table de correspondance entre les catégories de la typologie SAA et les catégories du niveau 2 de la typologie **floodam** a été créée (figures E.8 et E.9 en annexe). À chaque culture de la SAA, une ou plusieurs cultures de la typologie **floodam** sont associées. Lorsqu'il y en a plusieurs d'associées, le pourcentage de contribution de chacune est indiqué⁷. Ces pourcentages ont été estimés sur la base de la documentation détaillée de la SAA (Agreste, 2007). Pour les cultures de la SAA qui ne disposent pas de fonction d'endommagement dans **floodam** mais qui sont proches d'une culture traitée, les fonctions de cette dernière leur ont été attribuées⁸. Toutefois, pour 57 cultures de la SAA aucune catégorie de **floodam** n'a pu être attribuée (figure E.10 en annexe). Au total, les cultures qui ont pu être associées à des catégories **floodam** représentent 88,5 % des surfaces agricoles de France métropolitaine⁹.

Une catégorie **floodam** peut être associée à plusieurs cultures de la SAA. Les superficies associées à chaque catégorie **floodam** ont été calculées avec les données de la SAA, moyennées sur 3 années pour gommer les effets du climat annuel (2009, 2010 et 2011). Puis pour chaque catégorie de la typologie **floodam**, en croisant les données de superficies de la SAA et la table de correspondance SAA - **floodam** niveau 2, le poids en superficie de chaque culture de la SAA y contribuant a été calculé. Ainsi, une table des pondérations entre les typologies SAA et **floodam** (niveau 2) a été obtenue.

Les rendements moyens utilisés dans le modèle (**floodam** niv. 2) ont ensuite été calculés en appliquant les poids de la table des pondérations SAA - **floodam** aux rendements de la SAA (figure E.7 en annexe).

Toutes ces étapes intermédiaires pour obtenir la totalité des données agro-économiques pour la typologie **floodam** niv. 2, sont récapitulées sur la figure globale des étapes (étape 2 sur la figure 5.1). Ainsi des fonctions de dommage intermédiaires en euros pour chaque catégorie **floodam** sont obtenues à la fin de cette étape.

7. Par exemple, la catégorie « Autre céréales non mélangées » correspond aux cultures **floodam** « céréales de printemps type maïs », « céréales de printemps type blé de printemps » et « céréales d'hiver type blé » pour 1/3 chacune ; la catégorie « Prairie temporaire » correspond aux types **floodam** « prairie » avec un coefficient de 0,83 et « prairie nouvellement semée » avec un coefficient de 0,17 car la durée moyenne des prairies temporaires est de 6 ans.

8. Par exemple, les fonctions du chou-fleur ont été également associées au brocoli et au chou de Bruxelles. Autre exemple, les fonctions construites pour le melon s'appliquent aussi à la pastèque et à la courgette

9. Pourcentage calculé sur la base des données de superficies SAA, moyennées sur les années 2009, 2010 et 2011.

5.2.3 Étape 3 : Adaptation à la typologie finale

Les données du Registre Parcellaire Graphique sont disponibles pour toute la France gratuitement, elles fournissent la localisation des parcelles agricoles, décrite par le type de culture présent dessus selon la typologie présentée dans le tableau 5.3.3. L'adaptation des fonctions de dommage à la typologie finale est illustrée ici avec ces données. Si d'autres données sont utilisées pour la localisation des enjeux agricoles sur un territoire, la méthodologie à suivre reste la même en adoptant la typologie correspondante.

Une table des correspondances entre la typologie de la SAA, qui est très détaillée, et la typologie du RPG (de l'agriculture de l'alimentation de la pêche de la ruralité et de l'aménagement du territoire, 2011), qui est très agrégée, a été construite, de la même façon que la table de correspondance SAA - **floodam** niv.2 (figures E.11, E.12 et E.13 en annexe). En utilisant également les superficies fournies par la SAA, une table des pondérations RPG - SAA a été calculée. Enfin, en croisant la table des pondérations SAA - **floodam** et la table des pondérations RPG - SAA, une table des pondérations **floodam** niv.2 - RPG a été produite (en annexe, figure E.14). Pour 14 types du RPG, aucune correspondance avec les fonctions produites par le modèle **floodam** n'existe.

Les poids de cette table de pondérations appliqués aux fonctions de dommage à la typologie **floodam**, ont permis de calculer des fonctions de dommage adaptée à la typologie du RPG (étape 3 décrite en figure 5.1). Ces fonctions fournissent donc en euros les dommages pour 15 catégories de la typologie du RPG (type suivi de * dans le tableau 5.3.3). Elles sont décrites dans la prochaine section.

5.2.4 Étape 4 : Définition des classes d'aléa

Les fonctions d'endommagement fournies au départ expriment les dégâts d'une inondation pour une résolution fine des paramètres de l'aléa :

- la hauteur d'eau est à la résolution de la dizaine de centimètres,
- la durée de submersion est à la résolution de la journée,
- la date de l'événement est à une résolution de la semaine.

Seule la vitesse du courant est exprimée en classe qualitative : absence de courant ou courant faible, courant moyen, courant fort, courant très fort (non traité).

Pour rappel les niveaux de courant qui constituent la résolution des fonctions de dommage sont définis comme indiqué dans le tableau 5.2.

Il a été choisi de présenter les fonctions de dommage à des résolutions moins fine, pour les deux paramètres suivants :

- la durée de submersion (voir tableau 5.3),
- la date de l'événement, à une résolution de la saison, soit un trimestre (voir tableau 5.4).

Pour se faire, la procédure choisie a été de moyenner, pour chacun des types de cultures, la valeur des dommages calculées sur l'étendue de la classe considérée, en choisissant comme fonction de répartition une loi uniforme. Cette procédure peut être aisément actualisée en modifiant le périmètre des classes ou la fonction de répartition. La modification de la fonction de répartition peut notamment faire sens pour la date de l'événement s'il est possible d'affecter un poids différent à des sous-partie de la classe de date de l'événement finalement choisie.

Une fois cette dernière étape réalisée, on dispose donc de fonctions qui fournissent les dommages en euros par hectare et par classes de paramètres d'aléa, pour 15 catégories de la typologie de cultures RPG.

TABLE 5.2 – Description des niveaux de courant

Niveau de courant	Description	Vitesse
Faible	Pas d'érosion du sol. Pas d'arrachage de cultures lorsqu'elles sont déjà enracinées. Pas d'endommagement des équipements dans les parcelles. Eau peu chargée en débris.	0 à 0,5 $m.s^{-1}$
Moyen	Érosion superficielle du sol. Arrachage des cultures annuelles. Endommagement des équipements fragiles dans les parcelles. Eau chargée en petits et moyens débris.	0,5 à 1 $m.s^{-1}$
Fort	Érosion localement importante (ravines). Arrachage des cultures pérennes. Endommagements des équipements dans les parcelles. Eau chargée en moyens et gros débris.	1 à 2 $m.s^{-1}$
Très fort	Érosion complète des parcelles et arrachage de tout ce qu'elle supporte (cultures, équipements). Eau transportant de gros débris et encombrants.	> 2 $m.s^{-1}$

TABLE 5.3 – Catégorie de durée choisie pour les courbes nationales

Classe de durée	Min (jour)	Max (jour)
courte	0	1
moyenne	2	4
longue	5	10
très longue	11	20

TABLE 5.4 – Définition des saisons choisie pour les courbes nationales

Classe de durée	Début (semaine)	Fin (semaine)
Printemps	14	26
Été	27	39
Automne	40	52
Hiver	1	13

5.3 Fonctions de dommage nationales

5.3.1 Description

Les fonctions de dommage produites sont représentées sur les figures 5.2, 5.3, 5.4 et 5.5.

Étant donné que les fonctions intègrent 4 paramètres (courant, date, durée et hauteur), toute l'information qu'elles contiennent n'a pas pu être représentée sur les graphiques. Les dommages en fonction de la hauteur sont tracés pour un courant faible, pour 4 périodes de l'année (les 4 saisons) et pour 2 classes de durée (une très courte : entre 0 et 1 jour, et une très longue : entre 10 et 30 jours). Les fonctions complètes sont fournies sous forme de tableaux en annexes.

5.3.2 Précautions d'utilisation

Les fonctions de dommage fournies peuvent être utilisées pour la réalisation d'ACB de projets de gestion des inondations sur un territoire. Toutefois, étant donné qu'elles ont été construites pour la France métropolitaine entière, un certain nombre de limites sont à considérer avant leur utilisation. Par ailleurs, il reste recommandé de construire autant que possible des fonctions de dommage mieux adaptées aux territoires d'études. Pour cela, il est nécessaire de redéfinir, pour chaque ACB réalisée, les données agro-économiques renseignées dans le modèle, les tables de correspondance entre typologies et les classes de paramètres d'aléa. Les fonctions d'endommagement initiales n'ont pas besoin d'être modifiées lors de la réalisation d'une étude locale. Toutefois, de nouvelles fonctions pourront être ajoutées pour les cultures n'en disposant pas actuellement.

Variabilité des caractéristiques des cultures

Les caractéristiques d'une même culture dans différentes régions peuvent varier grandement, notamment son rendement et son calendrier cultural. Pour la construction des fonctions de dommage nationales, des données moyennes pour la France métropolitaine ont été utilisées. De ce fait, les calculs réalisés avec les courbes produites peuvent conduire à des sous-estimations ou des sur-estimations des dommages sur les enjeux agricoles.

Les rendements sont disponibles à l'échelle des départements dans la base de données SAA sur Agreste. Il est donc relativement aisé d'utiliser des rendements adaptés à chaque zone d'étude. À titre d'exemple, le rendement du blé tendre dans le Pas-de-Calais est de 90,9 qx/ha¹⁰ et dans l'Hérault de 36,4 qx/ha, en moyenne pour la France le rendement retenu est de 72,3 qx/ha. À 19,8 €/ql (prix retenu pour la construction des courbes nationales), les écarts par rapport à la courbe de dommage nationale du « Blé tendre » vont de -728 €/ha à +366 €/ha¹¹.

De même pour les calendriers, les variations d'une région à l'autre peuvent être sources de mauvaises évaluations des dommages. Par exemple, la moisson du blé tendre se termine généralement début juillet dans le sud de la France, et début août dans le Nord. Le calendrier moyen pour la France retenant une période de récolte allant de juillet à mi-août, les dommages peuvent donc être sur-estimés pour des événements d'été dans le sud de la France lorsque la courbe nationale est utilisée. Il est donc recommandé de se renseigner auprès d'experts agricoles locaux sur la validité des calendriers moyens pour la zone d'étude, et d'effectuer si nécessaire des ajustements.

10. Rendement moyen pour les années 2009, 2010, 2011 - Données SAA.

11. Les dommages calculés en ne faisant varier que le rendement, pour la catégorie « Blé tendre », pour une inondation au printemps durant plus de 10 jours, avec un courant faible et 150 cm d'eau sont les suivants : France métropolitaine 1928 €/ha, Hérault 1220 €/ha, Pas-de-Calais : 2294 €/ha.

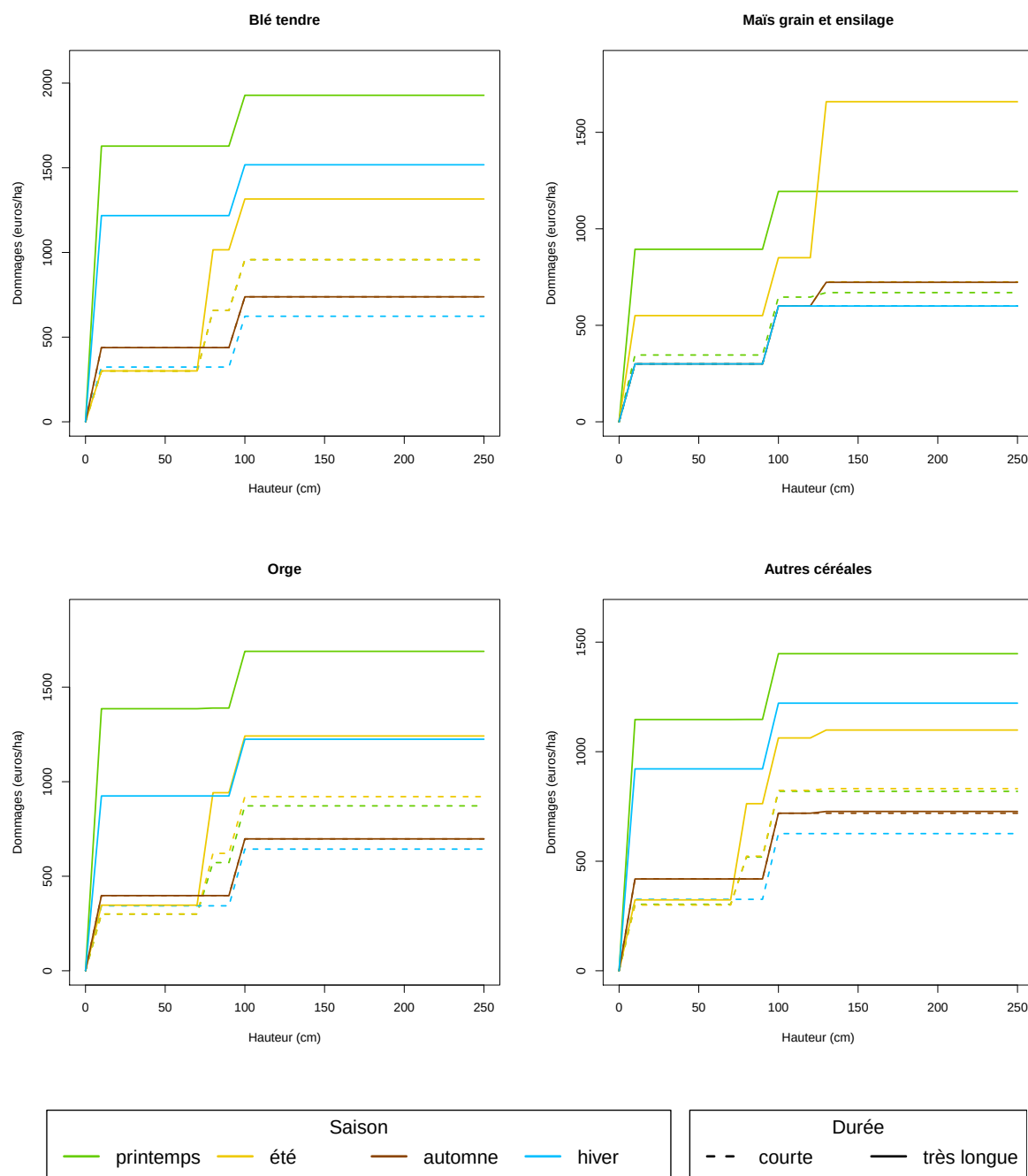


FIGURE 5.2 – Fonctions de dommage pour la France métropolitaine (1/4)

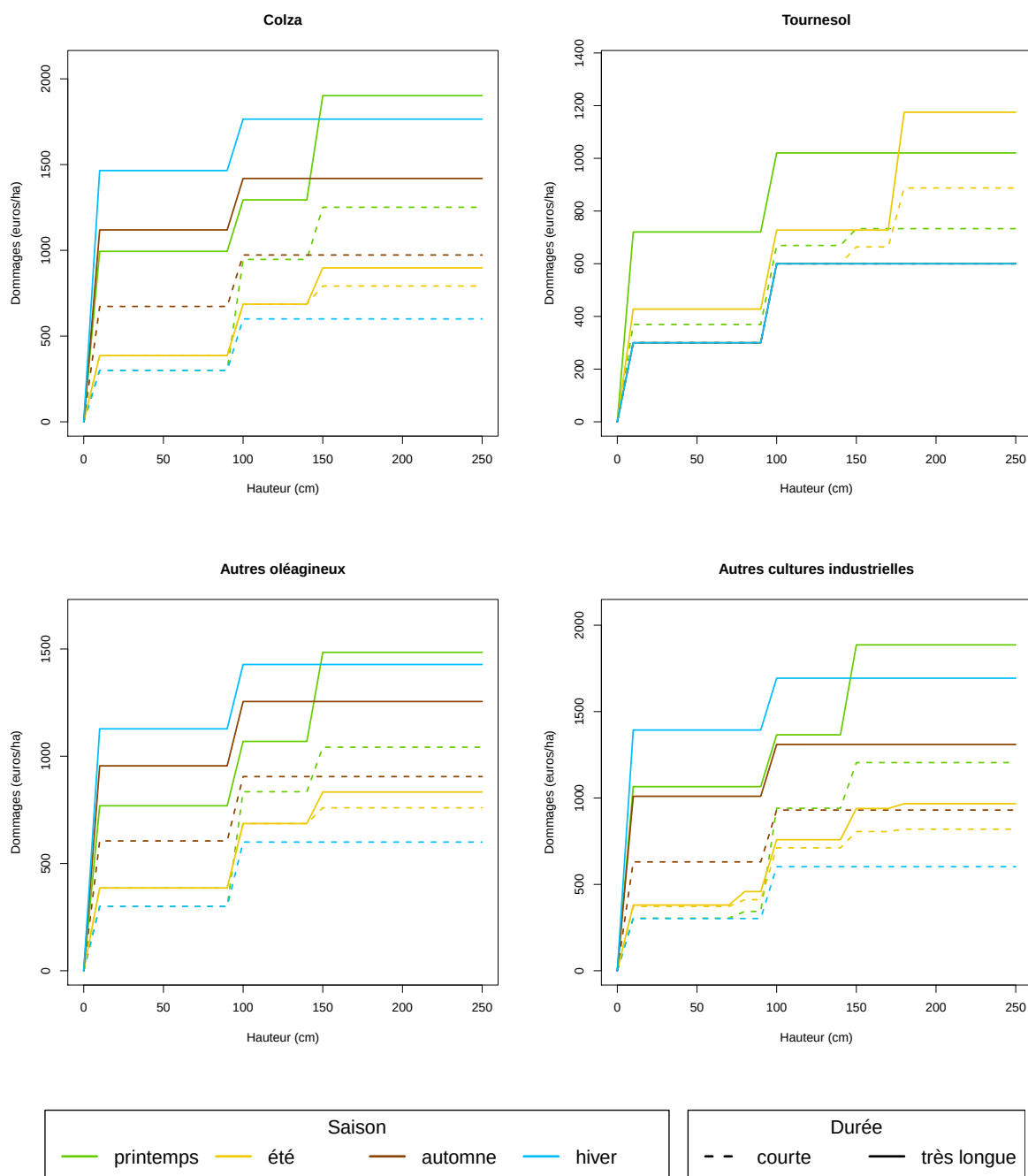


FIGURE 5.3 – Fonctions de dommage pour la France métropolitaine (2/4)

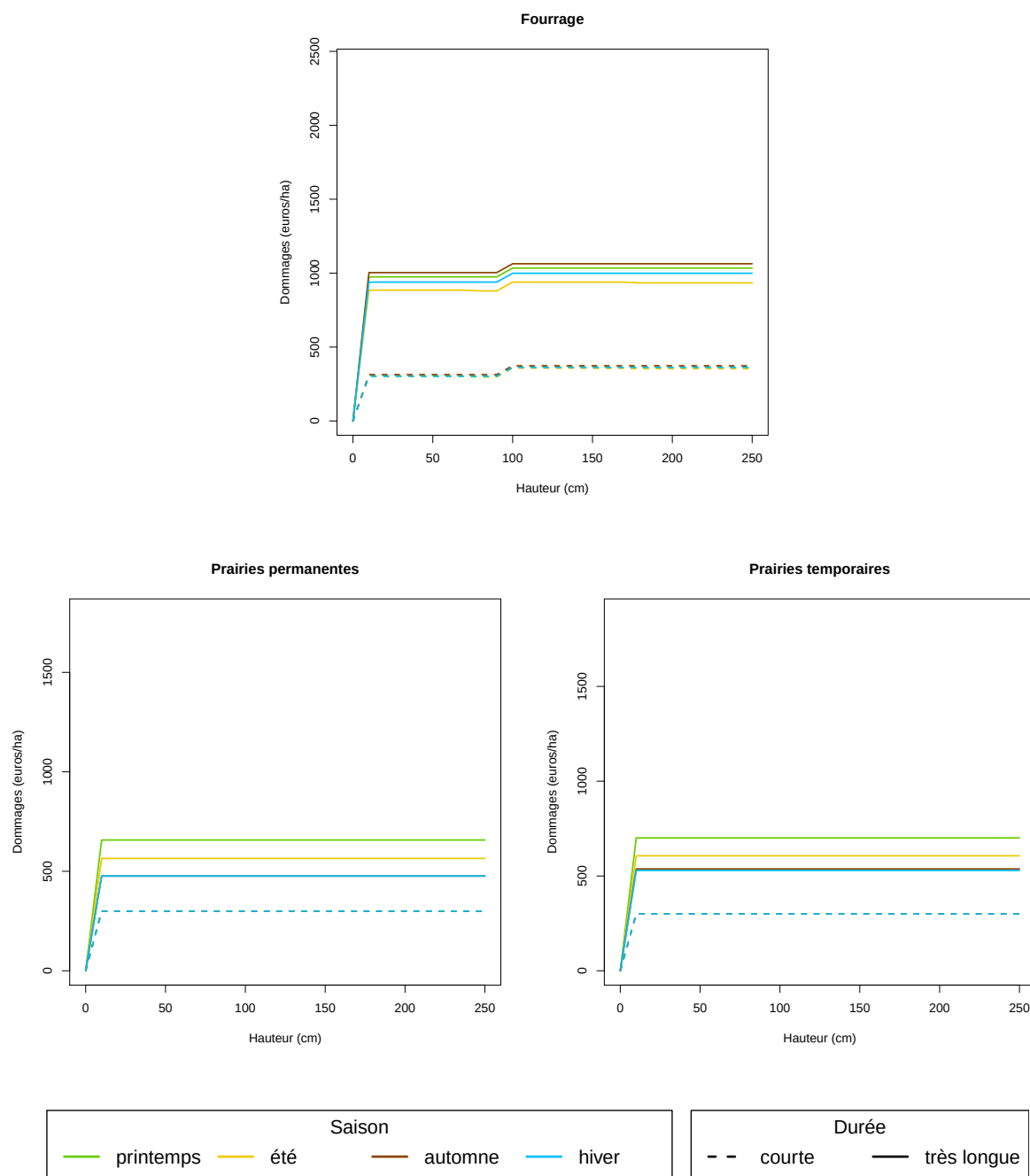


FIGURE 5.4 – Fonctions de dommage pour la France métropolitaine (3/4)

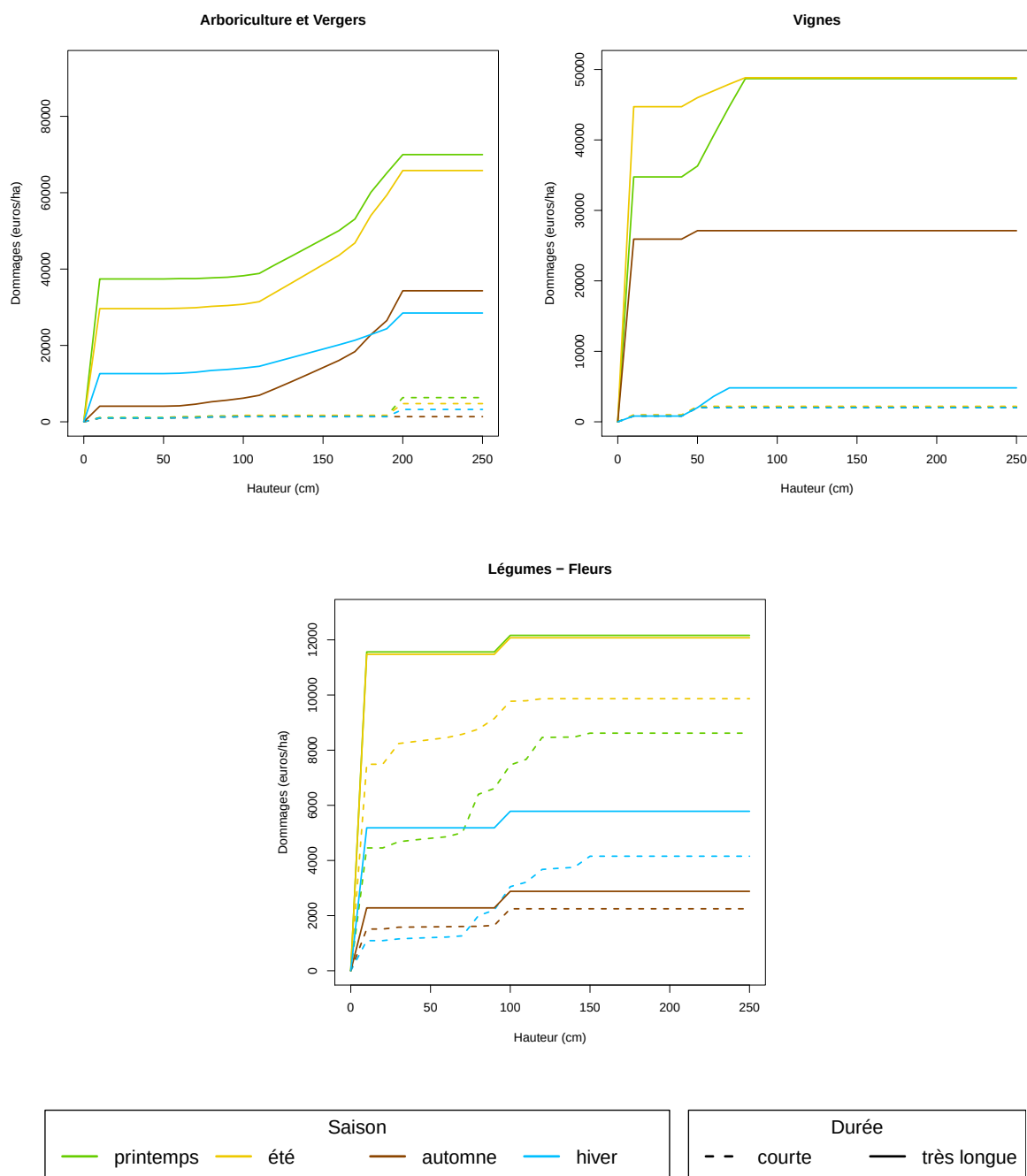


FIGURE 5.5 – Fonctions de dommage pour la France métropolitaine (4/4)

Cas du prix de vente des productions Bien que les prix de vente des cultures varient peu géographiquement à l'échelle de la France, ils sont soumis à des écarts parfois importants selon les variétés cultivées et la valorisation qui en est faite (facteurs qui peuvent être liés à la géographie). C'est le cas par exemple du raisin de cuve dont le prix peut varier selon la présence ou non d'une appellation (Vin de Pays, AOC) et également selon la renommée des domaines qui valorisent plus ou moins bien leur vin. Ce peut également être le cas de certaines productions fruitières (les mirabelles par exemple) ou légumières (les pommes de terre primeur de l'Île de Ré par exemple) mieux valorisées que le type moyen de culture auquel elles sont rattachées. Ainsi, il est recommandé de se renseigner sur la présence éventuelle de cultures locales fortement valorisées afin d'ajuster les prix de vente retenus dans le modèle le cas échéant.

Variabilité de la composition des catégories de cultures

La composition des catégories de cultures du RPG et de la typologie **floodam** sont déterminées par les 2 tables de correspondance avec la liste de cultures de la SAA et les données de superficies associées. Les données utilisées pour construire les courbes nationales sont celles pour la France métropolitaine entière. Toutefois les cultures présentes, et donc la composition des catégories de cultures, peut fortement varier selon les régions. Par exemple les choux-fleurs représentent 24,4 % des surfaces de la catégorie Légumes-Fleurs du RPG ¹² en Bretagne, et seulement 0,5 % en région Midi-Pyrénées, à l'échelle de la France ils représentent 4,4 % de cette catégorie. Autre exemple, en moyenne en France les pommiers représentent 44 % de la catégorie arboriculture, dans le Vaucluse ils représentent 47 % et dans le Calvados 99 %. Ainsi la courbe de dommage nationale construite pour l'arboriculture risque d'être peu adaptée à une zone d'étude située dans le Calvados.

Il est donc recommandé d'utiliser autant que possible les données de superficies adaptées à la zone d'étude. Ces données sont d'ailleurs facilement disponibles pour tous les départements dans la base de données de la SAA sur Agreste.

Cas des rotations culturales

Certaines surfaces agricoles sont utilisées pour des rotations culturales. La culture présente dessus change donc d'année en année. Dans ce cas, une fonction de dommage mixte peut être créée, correspondant à la moyenne pondérée des fonctions des cultures participant à la rotation. Les coefficients de pondération utilisés sont égaux aux probabilités de présence de chaque culture pour une année. Par exemple pour une rotation Blé-Blé-Colza, le poids attribué à la fonction du blé est de 2/3, et pour le colza 1/3.

Surfaces déclarées au RPG

Le Registre Parcellaire Graphique (RPG) est un système d'information géographique permettant l'identification des parcelles agricoles en France. Il est mis à jour chaque année avec les dossiers de déclaration de surfaces adressés par les agriculteurs à l'administration, qui comprennent notamment le dessin des îlots de culture qu'ils exploitent et les cultures qui y sont pratiquées (data.gouv.fr, 2013, de l'agriculture de l'alimentation de la pêche de la ruralité et de l'aménagement du territoire (2011)).

Il est important de noter, que le RPG n'est pas exhaustif en termes d'occupation du sol. En effet, seuls les agriculteurs bénéficiant d'aides agricoles déclarent leurs parcelles. Ainsi, les cultures ne faisant pas l'objet d'aides sont peu renseignées dans le RPG, elles le sont uniquement si l'agriculteur possède d'autres cultures aidées.

12. Superficie moyenne pour les années 2009, 2010, 2011 - Données SAA.

Au final, les grandes cultures et les prairies sont généralement renseignée de façon relativement exhaustive dans le RPG. Par contre, les vignes et vergers sont déclarés dans une moindre mesure. Toutefois, les chambres d'agriculture incitent de plus en plus tous les agriculteurs à déclarer leurs cultures dans le but d'améliorer le taux de couverture du territoire par le RPG, et cette base de données devraient donc s'améliorer chaque année.

Lors de l'utilisation de cette base de données pour l'occupation du sol agricole dans des régions où les cultures non aidées occupent une place importante (notamment la vigne), des précautions doivent être prises afin de s'assurer qu'un taux de couverture satisfaisant est obtenu avec le RPG. Pour cela, des experts des chambres d'agriculture peuvent être consultés.

5.3.3 Catégories du RPG non couvertes

Des fonctions de dommage nationales sont fournies pour 15 catégories du RPG. Parmi les 14 catégories non couvertes par le modèle, 3 sont absentes en France métropolitaine (Surfaces gelées sans production, Gel industriel et Canne à sucre). Les catégories de cultures absentes du modèle sont :

- les arbres à fruits à coque ;
- les oliviers ;
- les plantes à fibres ;
- les protéagineux ;
- les légumineuses à grain ;
- les estives et landes ;
- le riz ;
- les cultures de semences ;
- les « autres gels » ;
- les surfaces sans information ;
- les surfaces « diverses ».

Pour analyser ce que représentent ces catégories par rapport aux surfaces agricoles totales et plus particulièrement par rapport aux surfaces agricoles en zone inondable, les données d'occupation du sol du RPG ont été croisées avec les données de l'EAIP¹³. Ces 11 catégories non couvertes par les courbes nationales représentent 11,20 % des surfaces du RPG et 8,4 % des surfaces du RPG dans l'EAIP en France métropolitaine (tableau 5.3.3).

Dans le tableau 5.3.3 deux indicateurs de la vulnérabilité de chaque catégorie d'occupation du sol agricole sont donnés : la proportion de ses surfaces situées dans l'EAIP et la proportion que ses surfaces représentent dans la surface totale du RPG située dans l'EAIP. 8 des 11 catégories ne disposant pas d'une courbe de dommage dédiée sont en proportion plus exposées que la moyenne des surfaces du RPG (16 %). Cela signifie que, bien que peu importantes à l'échelle de la France métropolitaine en termes de superficies agricoles inondables (pour rappel elles représentent 8,4 % des surfaces du RPG dans l'EAIP), ces catégories de cultures peuvent représenter des enjeux importants car elles sont plus particulièrement exposées. On notera les cas du Riz et des Semences, dont plus d'un quart des surfaces sont dans l'EAIP (respectivement 100 % et 29 %).

Dans l'attente que des fonctions appropriées soient construites, il est donc nécessaire de proposer des solutions d'évaluation des dommages liés aux inondations pour ces catégories de cultures aux utilisateurs de cette méthodologie.

13. Enveloppe approchée des inondations potentielles. Il s'agit d'une enveloppe majorante définissant l'étendue des zones susceptibles d'être inondées en France par débordement des cours d'eau et ruissellement dans les talwegs. Elle a été construite par synthèse des informations provenant des Atlas des zones inondables, des zonage de Plan de Prévention des Risques d'Inondation, des Zones Inondées Constatées, et de l'enveloppe des alluvions récentes le long des cours d'eau (Direction Générale de la Prévention des Risques, 2011).

TABLE 5.5 – Typologie de cultures du RPG et surfaces dans l'EAIP

Libellé	Surface RPG (ha)	Proportion de la catégorie dans l'EAIP	Proportion dans l'EAIP par rapport à la surface totale RPG/EAIP
Pas d'information	1 572	18 %	0 %
Blé tendre	* 5 336 421	13 %	15,7 %
Maïs grain et ensilage	* 3 067 195	21 %	14,3 %
Orge	* 1 595 271	14 %	5 %
Autres céréales	* 1 119 601	17 %	4,4 %
Colza	* 1 525 055	11 %	3,9 %
Tournesol	* 713 633	16 %	2,5 %
Autres oléagineux	* 76 743	26 %	0,5 %
Protéagineux	372 320	14 %	1,2 %
Plantes à fibres	47 354	12 %	0,1 %
Semences	72 248	29 %	0,5 %
Gel (Surfaces gelées sans production)	0	-	-
Gel industriel	0	-	-
Autres gels	402 587	23 %	2,1 %
Riz	25721	100 %	0,6 %
Légumineuses à grains	14 770	17 %	0,1 %
Fourrage	* 176 884	18 %	0,7 %
Estives - Landes	1 888 703	6 %	2,5 %
Prairies permanentes	* 6 488 945	20 %	29,7 %
Prairies temporaires	* 3 665 000	11 %	8,8 %
Vergers	* 87 890	29 %	0,6 %
Vignes	* 449 947	20 %	2 %
Fruits à coque	26 117	23 %	0,1 %
Oliviers	10 990	21 %	0,1 %
Autres cultures industrielles	* 431 726	18 %	1,7 %
Légumes - Fleurs	* 331 381	23 %	1,7 %
Canne à sucre	0	-	-
Arboriculture	* 4 204	24 %	0 %
Divers	298 808	29 %	1,3 %
TOTAL	28 231 555	16 %	100 %

* : catégorie pour laquelle une fonction de dommages a été construite.

Recommandations pour les catégories du RPG sans courbe de dommage nationale

Lors de la réalisation d'une ACB sur une zone d'étude si certaines des 11 catégories du RPG sans courbe sont présentes de façon relativement importante par rapport aux enjeux agricoles, une solution peut être de construire avec l'appui d'experts agricoles, de nouvelles fonctions d'endommagement spécialement adaptées. Si cela n'est pas possible, les recommandations suivantes sont proposées pour le calcul des dommages :

- Pour « Autres gels » et « Estives-Landes » : ces surfaces sont a priori très peu sensibles aux inondations, des dommages nuls peuvent donc leur être associés.
- Pour « Pas d'information » et « Divers » : sans autre précision sur l'occupation de ces surfaces, les dommages peuvent être estimés en appliquant une fonction de dommage correspondant à la moyenne pondérée par les surfaces des fonctions des autres catégories du RPG disposant d'une courbe dédiée.
- Pour « Riz » et « Semences » : en l'absence de fonction d'endommagement dédiée, il est recommandé d'utiliser les fonctions d'endommagement du blé avec des données agro-économiques appropriées (calendrier, rendement, prix de vente et charges pour la culture du riz et pour les cultures de semences à rechercher par l'utilisateur).
- Pour « Fruits à coque » et « Oliviers » : en l'absence de fonction d'endommagement dédiée, il est recommandé d'utiliser les fonctions d'endommagement du prunier avec des données agro-économiques appropriées (calendrier, rendement, prix de vente et charges pour ces cultures à rechercher par l'utilisateur).
- Pour « Protéagineux », « Légumineuses à grain » et « Plantes à fibres » : en l'absence de fonction d'endommagement dédiée, il est recommandé d'utiliser les fonctions d'endommagement du colza avec des données agro-économiques appropriées (calendrier, rendement, prix de vente et charges pour ces cultures à rechercher par l'utilisateur).

Par ailleurs, lorsque les indications précédentes sont utilisées pour le calcul de dommage sur une zone d'étude, étant donné les approximations qui peuvent en découler, il est fortement recommandé d'analyser plus en détail les résultats obtenus. Ainsi le poids des dommages liés à ces catégories de cultures sera comparé avec les dommages totaux du secteur agricole pour permettre aux évaluateurs d'appréhender leur importance dans les conclusions de l'étude.

Remarque sur les cultures de la SAA non couvertes par le modèle

Les fonctions d'endommagement construites pour le modèle **floodam** permettent de calculer les dommages pour 81 cultures des 138 de la typologie SAA, correspondant à 88,5 % des surfaces agricoles françaises (soit 25 680 851 ha)¹⁴. Les cultures non couvertes par le modèle **floodam** correspondent donc à 57 cultures de la typologie SAA et 11,5 % des surfaces agricoles françaises. 70 % des superficies pour lesquelles aucune fonction n'est disponible, soit 8,1 % des surfaces agricoles françaises, correspondent aux « Surfaces toujours en herbes peu productives (landes, parcours, alpages) ».

Par ailleurs, les 11 catégories du RPG non couvertes par les fonctions de dommage nationales, représentent 9,6 % des surfaces agricoles en France métropolitaine¹⁵ et 15 cultures de la typologie SAA.

L'attention des lecteurs est particulièrement attirée sur la différence entre le taux de couverture de la typologie SAA par le modèle **floodam** et le taux de couverture de la typologie SAA par les fonctions de dommage nationales construites pour les catégories du RPG. Ceci est dû au fait que certaines cultures de la SAA ne sont pas couvertes par les fonctions de **floodam** mais sont associées à des caté-

14. Superficie moyenne pour les années 2009, 2010, 2011 - Données SAA.

15. Superficie moyenne pour les années 2009, 2010, 2011 - Données SAA.

gories du RPG qui contiennent d'autres cultures traitées par **floodam** et possédant donc une courbe de dommage. Dans des zones d'études où ces cultures sont présentes, le risque est donc d'attribuer des dommages éloignés de la réalité à certaines surfaces pour lesquelles on ne dispose pas d'un niveau de géolocalisation suffisamment précis. C'est notamment le cas des types de cultures suivants :

- Les betteraves industrielles qui sont incluses dans la catégorie du RPG « Autres cultures industrielles » dont la courbe est calculée pour les grandes céréales et oléagineux non alimentaires.
- Les cultures industrielles diverses (tabac, houblon), les plantes aromatiques et médicinales et les cultures florales qui sont incluses dans la catégorie RPG « Légumes-Fleurs » pour laquelle la courbe est calculée pour les légumes principalement.
- Certains fruits et légumes (artichauts, fraises) associés à la catégorie « Légumes-Fleurs » mais qui ne dispose pas de fonction d'endommagement adaptée.
- Les arbustes à petits fruits (cassis, framboises, etc.) et les agrumes qui sont associés aux catégories du RPG « Arboriculture » et « Vergers » mais qui n'ont pas été intégrés aux calculs des courbes.
- Les vignes à raisin de table qui sont associés aux vignes à raisin de cuve dans une même catégorie du RPG mais qui n'ont pas fait l'objet de fonction d'endommagement adaptée.

Si ces cultures sont présentes et importantes dans une zone d'étude, il est recommandé soit de construire de nouvelles fonctions d'endommagement avec l'aide d'experts agricoles locaux, soit à défaut d'analyser les dommages associés avec une attention particulière.

5.4 Conclusion

5.4.1 Récapitulatif des étapes

Le « mode d'emploi » de la méthodologie de construction de fonctions de dommage est décrit dans la section précédente à travers l'illustration de la construction des fonctions de dommage nationales pour la typologie du RPG. La marche à suivre pour la construction de fonctions de dommage adaptées à un territoire et quelque soit les données d'occupation du sol utilisées, est récapitulée ici.

Tout d'abord les données d'entrée du modèle doivent être définies :

- Les données doivent être mises à jour pour utiliser des données récentes et adaptées à la zone d'étude. Il s'agit de collecter les superficies de cultures, les rendements, les prix de vente, les charges et les calendriers. Les sources de données possibles sont décrites dans les paragraphes précédents.
- La table de correspondance entre la typologie d'occupation du sol (RPG ou autre plus précis) et la typologie des données agro-économiques (SAA ou autre) doit être construite. Si plusieurs sources de données avec des typologies différentes sont utilisées, plusieurs tables de correspondance doivent être construites.
- Enfin, les classes de paramètres d'aléa (hauteur d'eau, durée d'inondation et périodes de survenue) doivent être définies en fonction des sorties du modèle hydraulique.

Ces données peuvent alors être intégrées au modèle. Le modèle **floodam** a été construit pour fonctionner avec le logiciel R. Tous les scripts et toutes les données de base nécessaires au calcul des fonctions de dommage sont disponibles sur demande auprès d'IRSTEA. Ils seront accompagnés d'une guide simplifié pour la prise en main du modèle.

Le modèle permet ensuite la création automatisée de tableaux constituant les fonctions de dommage. Ces fonctions peuvent alors être utilisées pour la réalisation d'une ACB.

Dans le cas où de nouvelles fonctions d'endommagement seraient créées localement pour les besoins d'une étude, il est demandé aux porteurs de l'étude de fournir la description de ces fonctions au

Ministère en charge de l'environnement pour une étape préliminaire de validation. Si les auteurs l'autorisent, ces fonctions pourront ensuite être intégrées au modèle global afin que les autres territoires puissent également les utiliser.

5.4.2 Évolutions à venir du modèle floodam

Comme annoncé dans l'introduction de ce rapport, la méthodologie présentée n'est pas totalement finalisée.

Tout d'abord, les fonctions d'endommagement de certaines cultures manquent. Elles pourront être ajoutées au fur et à mesure de la réalisation d'études dans le cadre desquelles elles auront été créées, ou selon les travaux menées par l'équipe à l'origine de cette méthodologie.

Les fonctions d'endommagement pour le matériel n'étant pas abouties, des fonctions de dommage prêtes à l'emploi pour les bâtiments agricoles n'ont pas pu être construites. Ce travail pourra être entrepris prochainement par l'équipe ayant produit cette méthodologie. Mais un certain nombre de données non disponibles à l'échelle nationale bloquent également l'avancement de cette tâche. L'ajout de ces fonctions devrait toutefois avoir lieu dans la prochaine édition de cette méthodologie.

Enfin, idéalement, pour consolider la méthodologie d'évaluation des dommages des inondations sur les activités agricoles, une phase de validation des fonctions avec des retours d'expérience d'inondations devrait être envisagée. Il serait ainsi intéressant de comparer les résultats du modèle avec les dommages réellement subis par les agriculteurs. Toutefois, ce travail est difficile à entreprendre du fait de la quantité de travail que cela représenterait, à la fois en termes de calcul des fonctions de dommage adaptées à chaque territoire étudié, et en termes de collecte des données de retour d'expérience. Finalement, on notera que, étant donné que cette méthodologie vise principalement à être utilisée dans des ACB permettant la comparaison de projets entre eux, plutôt qu'à servir d'outil pour le calcul de dommages en tant que tels, le manque de cette étape de validation n'est pas bloquant.

Troisième partie

Annexes

Annexe A

Entretiens individuels avec les experts

A.1 Eric ALLARD, Chambre d'Agriculture de Hautes-Alpes, Spécialiste arboriculture

22/02/2012

A.1.1 Expériences d'inondations

La dernière crue importante de la Durance a eu lieu en mai 2008. Suite à une fonte des neiges accélérée par le vent, le niveau de la retenue du barrage de Serre-Ponçon s'est élevé rapidement, dépassant le niveau d'alerte. EDF a donc procédé à un lâcher d'eau exceptionnel à partir du 27 mai (900 m³/s). Le débit dans le canal de la Durance étant limité (200 m³/s), le débit excédentaire a été dirigé dans la Durance, qui par endroit a vu son débit passer de 10 m³/s à presque 800 m³/s. La crue a atteint son maximum le 30 mai et les lâchers ont continué ensuite pendant une dizaine de jours en diminuant progressivement.

100 ha de vergers ont été inondés, principalement des pommiers (variété Golden majoritaire) et un peu de poiriers (variétés Louisebonne et Williams). Selon la localisation des parcelles par rapport au lit de la Durance, l'inondation a pu se faire avec un fort courant, des hauteurs d'eau allant jusqu'à 2 m, et pendant une dizaine de jours (hors temps de ressuyage).

Des dégâts ont été causés sur des surfaces agricoles (vergers, céréales, un peu de maraîchage), et également sur des infrastructures (aménagements de lacs touristiques, stations d'épuration, etc.).

L'inondation précédente datait de 2003. Les conditions étaient globalement les mêmes mais l'ampleur de l'inondation était moindre.

A.1.2 Pertes de matériel végétal

Arrachage Sur les 100 ha de vergers inondés, 20 ha ont disparu. Généralement, ils ont été arrachés par le courant (avec plus d'1m50 d'eau par endroit), ou les parcelles ont été partiellement arrachées (sur les bords du lit), ou les quantités de limons, débris végétaux et cailloux déposés était trop importantes pour poursuivre (jusqu'à 30 cm). Lorsque le courant était fort, tout a été arraché : arbres, palissage, filets.

Asphyxie racinaire Les poiriers sont plus sensibles que les pommiers à l'asphyxie racinaire. Ceci est lié principalement au porte-greffe utilisé, le cognassier pour les poiriers, permettant d'obtenir des fruits de grand calibre mais très sensible.

Les dépérissements d'arbres (poiriers surtout) du fait de l'asphyxie racinaire n'ont pu être observés qu'au printemps suivant car les arbres ont redémarré sur leurs réserves. Même plusieurs années après l'inondation, des dépérissement sont observés, certainement dus à un affaiblissement suite l'inondation.

Les pommiers ont globalement bien résisté à l'asphyxie racinaire.

La hauteur d'eau n'influence pas le risque d'asphyxie. M. ALLARD n'a pas d'idée précise sur la durée à partir de laquelle il y a des effets de l'asphyxie racinaire.

Replantation Certains agriculteurs ont replanté leur verger, parfois en remplaçant les poiriers par des pommiers, plus résistants. Lorsque les parcelles avaient été partiellement arrachées, les agriculteurs ont généralement abandonné ces terres, voire leur activité.

Le délai d'entrée en production pour les pommiers est de 3-4 ans, 5-6 ans pour les poiriers.

A.1.3 Pertes de rendement

L'année même les poires n'ont pas pu être récoltées car elles avaient dépéri du fait des effets de l'asphyxie ou du fait du développement de phytophthora (champignon se développant avec l'humidité).

Les pertes de rendement sur les pommiers ont été relativement faibles, mais 2 types d'effets principaux ont été causés par l'inondation :

- lorsque la hauteur d'eau était importante, les pommes, déjà présentes avec un diamètre de 4 cm environ, ont été salies par les limons ;
- au moment de la récolte en septembre, les arboriculteurs ont pu constater que les fruits avaient un calibre plus petit qu'habituellement du fait du stress subi.

Le tonnage produit était légèrement inférieur du fait de la perte de calibre. Normalement les fruits ont un calibre de 80-85 vendu 80 cts/kg, en 2008 ils avaient plutôt un calibre de 70 vendu 65 cts/kg.

Pour le nettoyage des pommes, rien n'a été fait dans les vergers, mais le nettoyage a été effectué en station ensuite.

A.1.4 Variation de charges

Les charges opérationnelles ne varient pas après l'inondation. Pour la récolte des pommes, le coût est le même quelque soit le calibre des fruits. Les opérations de taille ne changent pas, ainsi que les traitements, fertilisation, etc.

Le temps du ressuyage, il était trop tard pour traiter contre le phytophthora qui s'était déjà développé et avait touché les fruits.

Les prises d'eau ont parfois étaient cassées. Certains agriculteurs n'ont donc pas pu irriguer jusqu'à la fin de la saison. Cela a été une cause supplémentaire entraînant la diminution du calibre des fruits.

A.1.5 Remise en état / Dégâts au sol

Il n'a été possible de rentrer dans les parcelles qu'environ 1 mois ½ après le début de l'inondation pour attendre le ressuyage complet. Les opérations de remise en état n'ont donc généralement pas pu avoir lieu rapidement.

La crainte principale des agriculteurs lorsque leur verger était resté en place, était l'affranchissement des pommiers ou des poiriers. Le porte-greffe émet des racines et dépasse d'environ quelques dizaines de centimètres au dessus du sol. Lorsque des limons se déposent, le risque est que le porte-greffe soit asphyxié localement et que la variété réémette alors ses propres racines. Pour éviter cela,

il est nécessaire de nettoyer les collets des arbres. Cela peut être fait soit mécaniquement avec une décavaillonneuse (5 h/ha), soit manuellement si le matériel n'est pas disponible (plus long).

Quand des limons s'étaient déposés en grande quantité, il a fallu passer une lame pour niveler le sol. Cela représente beaucoup de travail. L'entraide a généralement fonctionné pour aider ceux qui ne disposaient pas forcément du matériel nécessaire.

Les filets paragrêles ont été arrachés lorsqu'il y avait du courant. Le matériel d'irrigation (aspersion sous frondaison principalement) a plutôt bien résisté. Les motopompes pour l'irrigation ont parfois été endommagées (prises d'eau ou retenues), il a fallu les changer.

A certains endroits, des déchets s'étaient déposés (plastiques, branchages). Il a donc fallu passer dans les vergers pour les ramasser et nettoyer.

Il n'y a pas eu de bâtiment agricole touché.

A.1.6 Contacts et références

Conseiller arboriculture du Gard aurait peut-être des informations intéressantes sur les fruits à noyaux.

Philippe JACQUES, conseiller du Haut-Rhin, saura dire s'il y a eu des dommages causés par des inondations sur les prunes et mirabelles (dans le Nord de la France).

La Chambre d'Agriculture du Vaucluse édite un ouvrage de référence recensant tous les coûts d'approvisionnement pour l'arboriculture : « Coût 2012 des approvisionnement en arboriculture », se renseigner auprès du GDA Arboriculture (04 90 71 10 31). Il en existe également un pour la viticulture.

A.2 Sébastien ATTIAS, CA Bouches-du-Rhône, Spécialiste élevage - taureaux de Camargue et de combat.

13/09/2011

A.2.1 Expériences d'inondation

Les inondations du Rhône en 2003 ont touché les marais des Baux, le nord d'Arles, une partie de la Camargue, et le Gard. La gestion de l'inondation en ce qui concerne les bovins a été faite en collaboration par le PNRC (Parc Naturel Régional de Camargue) et la CA Bouches-du-Rhône. On parle ici de bovins de race Camargue et de combat.

Il n'y a pas eu de bâtiment touché. Les animaux étaient à l'extérieur car ils le sont toute l'année, il y a donc eu des pertes.

A.2.2 Exposition des animaux

Localisation des troupeaux

Pour les cheptels de bovins de race Camargue, il est possible de prévoir approximativement la localisation des animaux. Il existe des pâturages d'hiver et d'été (pâturages plus riches à la fin de l'été car période de mise bas, zones chassées évitées en hiver). Les pâturages inondables sont normalement évités en période de risque fort (automne et printemps).

Toutefois, les enclos sont généralement grands (jusqu'à 200 ha pour certains) et il n'est pas possible de prévoir la localisation des animaux au sein des enclos.

Évacuation

En 2003, en majorité, il n'y a pas eu d'évacuation possible. Depuis, un plan d'évacuation est en train d'être mis en place.

Il est difficile d'essayer de guider les animaux vers les terres hautes car dès que les taureaux ne voient pas la profondeur d'une flaque, ils n'avancent plus.

Pour tenter une évacuation cela s'avère également compliqué et délicat car il n'y a généralement qu'1 ou 2 couloirs de contention par enclos. Normalement, les chevaux guident les taureaux jusqu'au couloir qui montent ensuite dans les bétailières. Si les animaux sont groupés dans un petit enclos (20 ha) cela peut-être envisageable rapidement, mais si le troupeau est dans un grand enclos (200 ha) cela nécessite beaucoup de temps. Il est donc difficile d'évaluer le temps nécessaire à l'évacuation. En 2003, des éleveurs avaient tenté de venir avec les bétailières dans les prairies pour sortir les animaux mais ils ont noyé les bétailières car l'inondation était très rapide.

Les animaux peuvent nager mais cela dépend de la forme de chaque animal. En 2003, comme l'inondation est arrivée très vite, ça n'a pas toujours été les cas. De plus parfois, des animaux n'ont pas pu nager suffisamment longtemps et se sont épuisés.

A.2.3 Vulnérabilité des animaux

Conséquences de l'inondation

En 2003, il y a eu des morts d'animaux adultes et de nombreux veaux. Les animaux morts sont partis à l'équarrissage et n'ont pas pu être vendus à l'abattoir.

Il n'y a pas eu d'animal seulement blessé. Les animaux étaient soit morts soit saufs.

Il n'y a pas non plus de risque de développement de maladie due à l'humidité car c'est un élevage rustique et adapté aux zones humides.

On ne sait pas évaluer les conséquences en termes de stress car cela est difficilement observable sur les taureaux. Les bovins domestiques mettent bas 1 fois par an, les conséquences sont donc facilement visibles si la fertilité diminue du fait du stress. Pour les bovins de Camargue, seulement 40 à 50% des femelles mises à la reproduction mettent bas, les variations sont donc difficilement observables.

Pertes de bovins

Pertes d'animaux Les principaux paramètres pouvant causer la mort d'un animal sont le courant et la hauteur d'eau.

S'il y a du courant, les animaux seront emportés et ne pourront pas nager. En 2003, un éleveur dont les animaux étaient à proximité d'une brèche dans la digue a perdu 30 taureaux à cause de la vague provoquée.

La hauteur devient critique lorsqu'elle dépasse le ventre des animaux car ils doivent alors nager. En deçà, ils peuvent se mouvoir debout.

Il est difficile de dire comment la durée intervient car on n'a pas de donnée sur la durée pendant laquelle les taureaux peuvent nager. En 2003, certains taureaux ont été retrouvés à 20 km de leur exploitation.

En 2003, il y a eu beaucoup de pertes en veaux car ils sont plus fragiles et la hauteur critique pour eux est plus basse. Ce sont des pertes très préjudiciables car les veaux sont d'habitude sélectionnés à partir de 2 ans selon leur aptitude aux courses ou corridas. Donc les conséquences se font ressentir 2 campagnes après sur les retombées en termes de ventes pour les courses.

Estimation des dommages Il y a beaucoup de problèmes de tuberculose dans les élevages de bovins de race Camargue et Combat. Un travail d'expertise a déjà été fait pour construire des grilles permettant l'indemnisation (par rapport à l'origine, l'âge, la catégorie de l'animal, etc.). Elles ont été utilisées pour l'indemnisation en 2003.

Dommages pris en compte pour les expertises : Selon la catégorie de l'animal et donc selon ses potentielles performances taurines, on évalue les bénéfices qu'aurait rapportés l'animal grâce aux courses ou corridas qu'il aurait pu faire, plus le coût de rachat d'un animal pas forcément du même âge. L'indemnisation ne comprend pas l'élevage jusqu'au même âge, car à la différence des élevages de bovins domestiques, ces coûts sont moins précis.

Cf. fiches techniques pour des exemples de valeurs.

Valorisation en viande : Pour l'évaluation des dommages, il est difficile de tenir compte de la valorisation en viande des animaux qui aurait pu être faite car on ne sait pas à l'avance ce qui sera tiré de chaque animal. Après les inondations, les animaux sont partis à l'équarrissage donc il n'en a pas été tenu compte. Si les animaux avaient pu être vendus à l'abattoir, la valorisation de la viande aurait été soustraite à l'indemnisation.

Rachat d'animaux : Pour ces animaux-là, on ne raisonne pas en fonction de leur race mais par rapport à l'exploitation d'origine des animaux. Certains troupeaux d'origine ont fait leurs preuves dans les arènes, et toutes ne peuvent pas être croisées selon leurs critères. Pour retrouver des animaux de même catégorie, cela peut donc être très difficile du fait de la disponibilité globale d'animaux et du type d'animaux recherché en plus. En 2003, certains éleveurs n'ont pas reconstitué leur cheptel en rachetant, ils ont gardé plus d'animaux lors des renouvellements suivants. Les performances du

troupeau risquent donc de diminuer. Ceci n'est pas évaluable car on ne connaît pas à l'avance les performances des animaux.

Autres conséquences

La perte de veaux occasionne aussi d'autres pertes de revenus. Les éleveurs organisent normalement des ferrades lors du marquage des animaux (à 2 ans), auxquelles participent des touristes et amateurs. Lorsque les éleveurs ont perdu leurs veaux, ils ne peuvent pas organiser ces fêtes et n'ont donc pas ces revenus supplémentaires.

A.2.4 Variations de charges

Contraintes d'alimentation

Pour l'aide en termes de fourrage en 2003, le calcul a été fait de la façon suivante : calcul de ce qui est pâturé en moyenne par animaux et par jour, puis équivalent en quantité de fourrage (7 kg/j/bovin), et estimation de la période pendant laquelle l'herbe n'allait plus être accessible aux animaux. Par exemple dans les marais des Baux, l'eau est restée 2 mois, il a donc fallu nourrir les animaux avec du fourrage pendant presque 6 mois (le temps que l'herbe repousse suffisamment) (*cf. dommages aux prairies*).

Pour les taureaux, l'herbe pâturée est généralement assez pauvre, donc le fourrage de substitution fourni doit être de qualité moyenne. En 2003, la difficulté a été de trouver du fourrage disponible. Il a dû être importé des Pays-Bas et du Canada. Il n'y a pas de conséquence si la qualité du fourrage change car ces races-là sont rustiques. Il n'y a pas eu non plus de répercussion sur l'AOC car il s'agissait d'un cas exceptionnel.

Il n'y a pas eu de contraintes en termes de quantité de fourrage disponible et donc pas de répercussions sur le nombre d'animaux car les aides ont été largement suffisantes. On peut imaginer le cas extrême où l'éleveur n'est pas en mesure d'acheter du fourrage pour son troupeau, mais si les bêtes ne peuvent pas être sorties, il ne pourra pas les emmener à l'abattoir et si elles maigrissent elles ne pourront plus être vendues.

Contraintes de localisation

La principale difficulté est de sortir les animaux des enclos qui ont été inondés. Une fois sortis, en général les éleveurs s'entraident pour placer les animaux ailleurs. Exemple dans les Baux où les animaux n'ont pas pu être sortis et le foin devait être apporté en barque. L'entraide se fait gratuitement. Parfois cela peut être compliqué, car du fait des risques de tuberculose les cheptels ne peuvent pas être mélangés.

Après l'inondation, plusieurs km linéaires de clôture ont dû être refaits.

Le risque de pollution des abreuvoirs existe (produits chimiques, sel). Si c'est le cas et lorsque c'est possible, les éleveurs viennent avec des citernes et des abreuvoirs automatiques. Mais si habituellement l'éleveur n'a pas besoin de faire ça, il n'aura pas l'équipement nécessaire.

A.2.5 Dommages aux prairies

On peut considérer 2 scénarios :

- une inondation passagère : l'eau ne stagne pas, dépose quelques résidus, et ne cause que de faibles dégradations ;
- une inondation où l'eau stagne (dès 2-3 jours) : il faut alors broyer l'herbe superficielle car elle est tâchée de limons et ensuite attendre que l'herbe repousse.

Le temps de repousse dépend du stade auquel a lieu l'inondation. Au printemps, l'herbe repoussera vite, en hiver il faudra attendre le printemps suivant (pousse de mars à septembre).

La hauteur d'eau n'aura pas d'effet sur les dégâts aux prairies.

Les éleveurs disposent généralement de l'équipement nécessaire pour le broyage.

Il n'y a pas eu de problème d'érosion en 2003.

A.2.6 Contacts

Comité du foin de Crau : sûrement en mesure de fournir des informations sur la vulnérabilité des prairies.

Spécialiste ovins à la CA 13 : Fanny SANGUET, 06 89 07 19 91. Quelques élevages ovins (2 ou 3) ont déjà été concernés par des inondations.

Spécialiste caprins à la CA 13 : Cyril Vanderstein, 06 78 20 02 46. A priori pas d'élevage caprin concerné par les inondations, à vérifier.

Responsable élevage à la CA Var : Franck TILOTA, 06 14 52 08 52.

CA 34 et 11 : peut-être des élevages bovins concernés, à vérifier.

A.3 Christophe AUVERGNE, BCMA - CA34, Spécialiste machinisme agricole

31/08/2011

A.3.1 Expériences d'inondations

C. AUVERGNE est à ce poste depuis 2009, il n'a pas connu d'événement d'inondation importante ayant causé des dommages à du matériel.

A.3.2 Construction des parcs matériels

La construction de parcs matériels moyens peut s'avérer difficile car pour des exploitations avec la même production, le parc sera très différent selon si l'agriculteur à tout en propre, en CUMA ou en sous-traitance.

Sources de données

Pour construire des parcs matériels pour différents types d'exploitations, sans avoir à réaliser de nombreuses enquêtes auprès d'agriculteurs, il est nécessaire de trouver des sources de données adéquates. C. AUVERGNE signale plusieurs sources potentielles qu'il serait intéressant de fouiller :

- FN CUMA (fédération nationale des CUMA) : données sur les parcs des CUMA, le nombre d'agriculteurs, etc.
- Syndicats d'Entreprises de Travaux Agricoles : peu probable qu'il y ait des données collectées auprès des entreprises adhérentes.
- Diaterre (ex bilan Planète) : des bilans énergétiques sont réalisés par différents organismes (dont la CA) auprès d'agriculteurs, coordonnés par l'Ademe. Toutes les données de ces bilans sont rentrées sur une base de données centralisée pour que chaque exploitation puissent être comparée à la moyenne des autres exploitations du même type. Dans les bilans individuels, l'ensemble du parc matériel ainsi que son âge est renseigné. Il faudrait voir si dans la base de données, ce niveau de détail est conservé. De nouvelles enquêtes débutent en septembre et pourrait permettre d'alimenter mieux la base de données.

Commentaires des parcs de la CA30

Pour C. AUVERGNE, le travail réalisé par la CA30 pour construire tous les parcs matériels est un très gros boulot. Il a sans doute été possible car la zone d'étude était restreinte et des enquêtes ont donc pu être réalisées auprès de nombreux agriculteurs.

Pistes de travail

L'idée de travailler à partir de parcs minimum et maximum pour chaque type d'exploitation semble envisageable pour C. AUVERGNE.

A.3.3 Courbes d'endommagement

Construction des courbes

La construction des courbes d'endommagement peut être faite pour un nombre limité de catégories de matériel selon leur vulnérabilité aux inondations. Ensuite, il suffirait que chaque élément

de matériel soit rattaché à une catégorie. Par exemple : tracteurs, outils simples sans roulement ni électronique, outil avec roulement ou pièces devant être mises en rotation, outils avec de l'électrique, outils avec de l'électronique, pulvérisateurs (plusieurs catégories selon la hauteur), etc.

Paramètres à prendre en compte

En plus de la hauteur, il semble à C. AUVERGNE que la durée de submersion joue également sur les dommages causés au matériel, ainsi que la vitesse qui peut causer des chocs aux outils.

La salinité joue évidemment un rôle dans l'endommagement du matériel. Comme le sel est très corrosif, dès qu'il s'agit d'outils avec des pièces en mouvement, on peut considérer qu'ils doivent être remplacés.

Mode de calcul

Le fait de considérer un pourcentage de la valeur à neuf pour estimer les coûts de réparation paraît peu logique à C. AUVERGNE. En effet, il s'agit souvent de matériel d'occasion et donc le lien avec la valeur à neuf est peu évident.

La présence d'une catégorie réparations supérieures à 50% de la valeur à neuf est d'autant plus surprenant que pour du matériel d'occasion, cela peut vite représenter plus que la valeur amortie du matériel (il faudrait donc mieux remplacer le matériel plutôt que le réparer).

A.3.4 Contacts

Autres conseillers machinisme avec une expérience plus longue dans le domaine :

- Robert SIGNORE à la CA34 depuis 30 ans, à la retraite à la fin de l'année : 06 18 36 83 15 ;
- Renaud CAVALIER à la CA30.

Au BCMA, recontacter J.-L. PERES pour la construction des catégories de matériel et éventuellement des courbes de dommages.

À contacter pour des éventuelles informations sur les parcs matériels des CUMA : FN CUMA, Marie-Jo GOYENETCHE, mariejo.goyenetc@cumaf.fr.

À contacter pour des informations sur la base de données Diaterre : ADEME LR, Marc ARGUILLAT, 04 67 99 89 79.

A.4 Julien BERNARDEAU, CA Charente-Maritime, et Jean-Michel HILLAI-REAU, INRA Saint-Laurent-de-la-Prée, Spécialistes grandes cultures

27/09/2011 Suite à Xynthia, de nombreuses données ont été collectées sur le terrain et auprès des agriculteurs (taux de salinité, pertes, etc.). Les traitements et analyses de ces données sont en cours. Les informations fournies dans cet entretien sont plutôt basées sur des retours d'agriculteurs. Un stagiaire travaillera sur le traitement statistique des données l'année prochaine.

A.4.1 Xynthia

Lors de la tempête Xynthia, 12000 ha de grandes cultures ont été touchés par la submersion marine. L'assolement habituel est le suivant : blé (2/3 blé dur et 1/3 blé tendre) / maïs et un peu de tournesol (avec 50% céréales d'automne, 50% céréales de printemps). Au moment de l'inondation seuls les blés semés à l'automne étaient en place, et les autres parcelles étaient préparées en prévision des cultures de printemps. Les parcelles destinées aux cultures de printemps sont préparées à l'automne pour que le sol travaille sous l'effet des phénomènes de gel/dégel avant le semis au printemps.

Les durées de submersion ont été comprises entre 1 et 18 jours. Il est difficile de mettre en évidence un lien entre durée de submersion et salinité des sols. De grandes quantités de sédiments marins ont été déposées à l'arrière des digues (sur 500 m). Les hauteurs d'eau étaient comprises entre quelques centimètres et 1,50 m.

Plusieurs phénomènes d'inondation se sont produits : l'inondation directe à l'arrière des digues, l'inondation par remontée de l'eau salée dans les canaux et ruisseaux plus en arrière, et l'inondation par remontée dans les réseaux de drainage dans des parcelles éloignées. Selon l'éloignement par rapport aux digues, l'eau d'inondation était de moins en moins salée.

A.4.2 Dommages aux cultures

Pertes de rendement

Sur les terres à l'arrière des digues qui ont subi l'effet du courant, les cultures ont été arrachées ou recouvertes par les sédiments.

Les dégâts dépendent du stade de développement de la culture au moment de la submersion. Il y avait 2 stades de développement présents chez les blés, correspondants à 2 grandes périodes de semis : fin octobre avec des céréales au stade tallage au moment de la submersion relativement tolérantes à l'anoxie, et début décembre avec des céréales au stade 2-3 feuilles beaucoup plus sensibles et généralement détruites.

Au stade tallage, pour des durées de submersion inférieures à 10 jours, la culture a survécu. Au delà, la culture est repartie mais avec des résultats catastrophiques (1 seul maître brin au lieu de 3 talles). Toutes les céréales à 2-3 feuilles ont été détruites même quand l'eau est restée peu de temps.

Les dommages n'ont pas été observés juste après la décrue. Même pour les cultures au stade tallage, les plantes semblaient d'abord desséchées et au bout d'une semaine de nouvelles feuilles ont poussé. De plus il y a eu une période de sécheresse après l'inondation qui n'a pas favorisé la reprise des cultures.

Le blé tendre est plus résistant que le blé dur.

Poursuite des cultures

Quand la culture a survécu, les agriculteurs ont soit poursuivi la culture soit dans certains cas changé pour une autre. Les agriculteurs ont cherché à ne pas bouleverser l'assolement habituel. Pour

Culture inondée		Surface inondée	Devenir des parcelles	Récolte
Blé tendre et blé dur	Semis octobre (stade tallage)	15 %	Tout laissé en place	Seulement 6 % récoltés avec rendement de 10-20 qx/ha
	Semis novembre (stade 2-3 feuilles)	30 %	5% laissé en place	Non récolté
			25 % semé en orge de printemps	12% récolté avec rendement de 5-25 qx/ha
Parcelles préparées pour cultures de printemps	-	55 %	12 % semé en orge de printemps	
			30 % semé en tournesol	8 %récolté avec rendement de 8-25 qx/ha
			Maïs	Pas de survie après stade 4 feuilles

les parcelles prévues en cultures d'automne les agriculteurs ont laissé en blé dur ou ressemé en blé dur ou semé en orge de printemps. Pour les parcelles prévues en cultures de printemps les agriculteurs ont semé du tournesol principalement, et très peu de maïs car c'est une culture très sensible à la salinité.

Les cultures semées après en semis direct ont donné des résultats satisfaisants alors qu'avec un désherbage mécanique cela a dégradé la structure du sol.

Lorsque les blés d'automne ont été récoltés (stade tallage) les rendements ont été de 10 à 45 qx/ha au lieu de 70 qx/ha habituellement. Quand il y a eu ressemis de blé, la date était très tardive et donc le potentiel de rendement très réduit. Certaines parcelles n'ont pas été récoltées (levée insuffisante). En orge de printemps, les rendements ont été entre 20 et 45 qx/ha au lieu de 55 à 80 qx/ha habituellement.

Il y a eu quelques essais de maïs mais ça n'a rien donné : les plantes ont grandi jusqu'à 3-4 feuilles puis sont mortes. Le tournesol a donné de bons résultats surtout lorsque le sol n'a pas été retravaillé (10 à 30 qx/ha au lieu de 25-30 qx/ha, donc rendement presque normal). Les levées ont dépendu du type de semoir et du contact sol-graine (les semoirs avec système de rattachage ont donné de meilleurs résultats).

Quelques parcelles n'ont pas été semées ou ressemées, mais plus par choix de l'agriculteur que pour des raisons techniques (problème de trésorerie et incertitude sur les gains).

Résumé des dommages

Voici un résumé des dommages aux grandes cultures sous forme de tableau :

Domages sur la saison suivante

Globalement les rendements ne sont pas encore revenus à la normale mais il est difficile d'estimer la part liée à la sodicité car il y a aussi un effet sécheresse. Avec le tournesol les rendements ont été normaux ou presque (la levée a parfois été hétérogène mais il y a aussi un effet de la sécheresse).

Quelques agriculteurs ont semé du maïs cette année, la levée a été meilleure mais avec l'effet de la sécheresse, les racines sont descendues plus en profondeur et ont atteint le sel dans le sol. Les rendements ont donc été limités.

A.4.3 Dommages au sol

Après l'inondation, les conseils avaient plutôt été de vider l'eau des parcelles en remettant en route les systèmes de drainage mais il s'est avéré qu'il aurait mieux valu l'évacuer par la surface car cela a parfois entraîné la salinité en profondeur dans le sol où elle est restée sans être lessivée rapidement.

Pour éliminer la sodicité un gypsage a été conseillé dès la 1ère année (conseil d'épandage de 8-12 t/ha mais répété les 2 années suivantes si nécessaire). Le gypsage a joué son rôle mais pas complètement car il y a eu très peu de pluie cet automne.

Les agriculteurs n'ont pas forcément effectué un second gypsage cet année sur les parcelles déjà gypsées l'année dernière, ils attendent des pluies pour que le gypse encore là joue son rôle. Si la pluviométrie est normale cet automne (2011), les rendements devraient revenir à la normale ensuite. Sur les parcelles non gypsées en 2010, les cultures n'ont rien donné.

La hauteur d'eau a eu un effet sur le tassement des sols. Lorsqu'il y a eu plus d'eau, l'eau s'est moins infiltrée car le sol s'est tassé et la salinité a donc moins pénétré dans le sol en profondeur.

A.4.4 Remise en état

Après la submersion, il n'y avait quasiment plus de frais à engager donc il n'y a pas eu de modification des itinéraires culturaux. Un peu d'azote a été apporté dans certains cas. Sur les cultures, aucun traitement supplémentaire n'a été réalisé. Au contraire dans l'incertitude des rendements qui seraient obtenus, les agriculteurs ont engagé le moins de charges possibles.

Lorsqu'il y a eu dépôt de sédiments, ils ont été mélangés avec le sol lors du travail du sol.

Il y a eu beaucoup de déchets apportés par la mer, surtout des déchets végétaux qui se sont amassés sur le bord des fossés, des clôtures, etc. Le nettoyage a été fait avec des tracteurs équipés de fourche.

Le curage des fossés et des canaux peut coûter entre 0,90 et 2 €/ml selon le niveau d'envasement. Sur les sections du réseau syndical, ce n'est pas les agriculteurs qui paient les travaux. Les travaux sont réalisés par des entreprises.

Les pompes des réseaux de drainage ont été grillées par l'eau salée et ont dû être remplacées. Il n'y a pas eu de dégât sur les systèmes de drainage.

A.4.5 Dommages aux prairies

Le suivi sur les prairies a été moins détaillé que pour les grandes cultures.

Globalement, les vieilles luzernes (plus de 2-3 ans) ont plutôt bien résisté avec pas de perte en nombre de pieds mais une production de biomasse et de graines diminuée. Les jeunes luzernes (année de semis) ont souffert, il a fallu réaliser un sur-semis ou planter une céréale en remplacement.

A.5 Sébastien BESSONNET, CA Charente-Maritime, Conseiller élevage

27/09/2011

A.5.1 Conséquences de Xynthia

Lors des inondations liées à Xynthia, 40 000 ha ont été touchés, et environ 360 élevages mais très inégalement.

Concernant l'élevage, ce sont les prairies naturelles qui représentent le plus de surfaces inondées, puis du maïs ensilage et de la luzerne. Quelques prairies artificielles ont également été inondées.

Il y a eu quelques sièges d'exploitation touchés avec dans certains cas des morts d'animaux.

Selon les zones, l'eau a pu rentrer et repartir rapidement ou stagner longtemps.

A.5.2 Dommages sur les cultures

Luzerne Les parcelles de luzerne ont été fortement endommagées par l'inondation. Généralement, la production de l'année a été perdue et pour les parcelles inondées au delà d'une certaine durée, la luzernière a été perdue et a dû être ressemée (quelque soit la hauteur d'eau).

Pour des inondations d'eau douce, la durée seuil de perte de la luzernière est d'environ 8-10 jours. Elle est plus courte avec de l'eau salée ou saumâtre.

D'autres paramètres influent sur les pertes car dans certaines zones l'eau est restée relativement longtemps mais la luzernière est repartie, alors que dans d'autres l'eau est restée moins longtemps mais la luzernière a été perdue.

Prairies naturelles La production de l'année a été perdue dans la plupart des cas mais les prairies sont reparties l'année suivante.

Dans l'ensemble les légumineuses résistent moins bien. Les trèfles dans les prairies ont subi une forte mortalité. La composition de la flore des prairies a donc pu être modifiée mais pas d'élément précis sur ça.

Maïs ensilage Le maïs n'était pas encore semé. Lorsqu'il a été planté après, le maïs a débourré puis une fois ses réserves terminées, les racines ont puisé de l'eau salée dans les sols et les plantes ont dépéri.

Autres conséquences Il est difficile d'estimer si les conséquences sur la production ont été sur une seule année car l'année 2011 a aussi été atypique (sécheresse).

Le nettoyage des prairies a représenté un travail important : beaucoup de déchets végétaux, de ferrailles, etc. Généralement, un passage mécanisé a pu être fait puis les agriculteurs ont dû passer manuellement pour enlever ce qu'il restait.

Les clôtures ont également pu être endommagées. La réparation des clôtures peut prendre beaucoup de temps et donc coûter cher.

Il n'y a pas eu de ravinement. Il y a par contre eu dépôt de boue et de vase à l'arrière des digues.

A.5.3 Conséquences sur les élevages

Le principal problème pour les éleveurs suite à Xynthia a été l'abreuvement des animaux car les abreuvoirs naturels habituellement utilisés avaient été contaminés par l'eau salée. L'alimentation des animaux a aussi nécessité des modifications des modes de conduite habituels. Enfin dans certains cas, il y a pu avoir des conséquences sur les animaux eux-mêmes : morts, blessures, stress, etc.

M. BESSONNET n'a pas d'éléments précis sur les autres potentiels impacts en terme de gestion des troupeaux. Il n'a pas connaissance de bâtiment inondé avec des équipements spécifiques touchés.

Abreuvement des animaux

Les abreuvoirs dans les prairies sont des trous d'eau qui se remplissent via une nappe affleurante ou avec les eaux de pluie. Ils ont été remplis d'eau saumâtre lors de la submersion. Comme il n'a pas plu ensuite, le problème a duré pendant tout l'été.

Lorsque les éleveurs en avaient la possibilité, ils ont vidé les abreuvoirs avec des pompes et les ont remplis un peu. Mais cela a été compliqué car les abreuvoirs n'étaient pas toujours accessibles avec du gros matériel. Sinon les abreuvoirs ont été pompés vers les canaux voisins et les agriculteurs ont attendu les pluies de l'année suivante.

Lorsque il n'y avait pas d'abreuvoir d'eau douce, les prairies n'ont pas pu être utilisées en 2010.

Alimentation des animaux

Dans les élevages qui n'étaient pas basés uniquement sur l'herbe, les éleveurs ont apporté plus de fourrage que les autres années pour compléter les prairies moins productives.

Quand il s'agissait d'élevages basés uniquement sur l'herbe, les éleveurs ont quand même mis les animaux dans les prairies en tentant d'arranger les parcs sur les zones les moins touchées. Lorsque cela était possible, ils se sont arrangés avec d'autres éleveurs qui avaient des prairies libres ou ont pu utiliser les prés communaux.

2010 a été une année fourragère difficile partout en France. La pression sur le marché était donc forte. Le fourrage a donc dû être importé de bien plus loin. Des solutions alternatives ont également été mises en œuvre (fauchage de l'herbe de la base aérienne, entraide, etc.).

Cette année, les éleveurs ont encore dû racheter un peu de tout (foin, ensilage, pulpe de betterave) pour compléter l'alimentation de leurs troupeaux.

Les stocks de foin ont parfois été inondés. Même s'il y a eu juste un peu d'eau en bas, l'eau est remontée par capillarité et généralement le stock s'est remis à chauffer et a donc été perdu.

Conséquences sur les animaux

Quelques sièges d'exploitation ont été inondés mais assez peu.

Il y a eu des pertes d'animaux (vaches, ovins) dans les bâtiments, et quelques morts d'animaux aux champs (chevaux, moutons).

Il n'a pas été possible d'organiser une évacuation des animaux longtemps à l'avance car l'eau est arrivée en 12h jusqu'à 30 km dans les terres.

Pour les moutons, la hauteur d'eau est le principal paramètre pouvant causer la mort. Mais le courant et l'affolement sont aussi des paramètres dangereux. Il est difficile d'expliquer les morts car il y avait des conditions variées.

Les animaux morts ou blessés sont saisis et ne peuvent pas être vendus pour leur viande. Pour être vendu, l'animal doit pouvoir se déplacer.

Les éleveurs n'ont pas racheté d'animaux tout de suite car leur 1^{er} soucis était de nourrir les animaux vivants.

Il y a également pu y avoir des conséquences sur les animaux à long terme. Le stress entraîne des baisses de production (lait, baisse de fertilité, ralentissement de croissance). Mais il est difficile d'estimer ces pertes. Les chèvres sont très sujettes au stress. Il peut y avoir des explosions de problèmes

sanitaires après un fort stress. De plus l'élevage fonctionne en cycle, donc si il y a un problème une année, c'est toute l'année qui est perdue.

L'humidité ne pose pas de problème sanitaire.

Les animaux dosent leur apports en sodium. Donc en mangeant de l'herbe trop salée, s'ils ont du fourrage à côté, ils se réguleront. S'ils n'ont pas de fourrage de substitution ils mangeront trop salé et peuvent avoir des problèmes digestifs.

Localisation des troupeaux En règle générale, en début de pâturage, les animaux sont proche des bâtiments et sur les terrains haut (15 mars – avril), en mai ils sont sur les terrains bas et éloignés.

A.6 Philippe CAILLOL, spécialiste maraîchage, et Benoît LESCUYER, responsable prévention inondation, CA 30

16/09/2011

A.6.1 Présentation de l'étude pour le SYMADREM

Comparaison avec l'EGR

L'étude réalisée par la chambre d'agriculture du Gard sur la plaine du Fourques – Beaucaire pour le Symadrem est en partie basée sur l'étude globale sur le Rhône (EGR, 2003). Toutefois des modifications ont été apportées dans le but de remédier à certains oublis.

Notamment l'EGR ne prenait pas en compte les dommages très forts en cas d'arrachage des vignes par exemple. Seules les pertes de récolte de l'année en cours et des 5 années suivantes étaient prises en compte, les frais de replantation et de remise en état du sol n'étaient pas inclus.

De plus, il est important de noter les autres différences principales entre ces deux études :

- l'EGR a été réalisée à une échelle globale alors que l'étude de la CA 30 a été faite sur un territoire restreint. Les niveaux de précision des 2 études sont de ce fait très différents ;
- la CA 30 a ajouté la durée de submersion dans les paramètres déterminants des dommages car elle est notamment importante pour prévoir les risques d'asphyxie racinaire en arboriculture ;
- les seuils de vitesse ont été revus à la baisse en se basant sur la mise en correspondance des dégâts observés en sortie d'une brèche où la vitesse a pu être mesurée ;
- les seuils de hauteur ont été retravaillés sur la base des retours d'expérience des techniciens et d'exploitants.

Précisions sur l'étude Symadrem

Les dommages pris en compte sont les dommages aux cultures et les dommages au matériel agricole.

Les dommages qui ne sont pas pris en compte sont ceux liés à la pollution, à la réfection des réseaux d'irrigation et de drainage, aux chemins d'exploitation.

Les références utilisées pour le calcul des dommages (rendements et prix de vente) sont issues du barème de dégâts aux cultures.

Dommages aux cultures Les dommages sont calculés par rapport à 3 niveaux : pertes de récolte / pertes de récolte et faibles travaux de remise en état / pertes de récolte, travaux de remise en état importants et replantation.

Les dommages sont considérés sur 3 années (pertes de récolte). Les dommages tiennent compte des contraintes pour rentrer dans les parcelles après la décrue jusqu'au ressuyage (pour les traitements par exemple).

Comme l'étude a été réalisée à une échelle fine, les particularités locales ont été utilisées : proportion de vignes palissées, répartition entre les différentes cultures arboricoles/maraîchères/céréalières, etc.

Les exploitations légumières et maraîchères ont été distinguées. Légumière = une seule culture sur une parcelle pendant l'année et présence non permanente de la culture sur la parcelle / Maraîchère = au moins deux cultures en rotation sur la parcelle et occupation quasi permanente de la parcelle.

Dommages au matériel Pour le matériel, des parcs moyens ont été considérés. Ils ne tiennent pas compte des exploitants sur ou sous-équipés. Des parcs ont également été construits spécifiquement pour les exploitations mixtes.

Là aussi 3 niveaux de dommages ont été considérés : réparations légères, réparations lourdes, remplacement (avec prise en compte de l'âge moyen du matériel).

Remarques sur le barème de calamité agricole

B. LESCUYER préconise de ne pas proposer les données du barèmes de calamité agricole parmi les sources qui seront fournies dans la méthodologie. Selon lui elles ne représentent pas la réalité agricole pour plusieurs raisons : échelle départementale et bientôt régionale trop imprécise, l'objectif de ces données n'est pas celui-là. L'objectif est le dédommagement des agriculteurs en cas de calamité agricole et le calcul de l'impôt au forfait.

Il vaut mieux lui préférer le barème des dégâts aux cultures (base pour les indemnisations en cas de construction d'ouvrage par exemple). Il est fait à l'échelle régionale ou pluri-régionale (LR-PACA par exemple). Il est également construit sur la base de niveaux de dommages. Il considère plusieurs niveaux de rendements.

A.6.2 Expériences d'inondations

3 inondations connues : septembre 2002 (Gardon), décembre 2003 (Rhône), printemps 2005 (Vistre).

Décembre 2003 : salades, épinards, légumes racines (navets).

Septembre 2002 : salades, légumes racines (carottes, céleri, pommes de terre sur leur toute fin), tomates sur leur fin.

A.6.3 Pertes de récolte

Pour des raisons d'hygiène, dès qu'une lame d'eau touche les légumes, la CA considère qu'ils ne sont plus commercialisables.

On peut distinguer les cultures selon leur vulnérabilité aux inondations :

- **Tomates et autres cultures palissées** (aubergines, poivrons, concombres) : si les fruits ne sont pas touchés il n'y aura pas de pertes (les fruits sont situés entre 80 cm et 2 m pour les tomates, entre 20 cm et 1 m pour les autres) en l'absence de courant et en deçà d'une certaine durée. La sensibilité au courant est un peu accrue par rapport aux autres légumes car il y a une petite motte de racines et les plantes montent, plus un risque d'entraînement avec le palissage. Si l'eau ne stagne pas (eau arrive doucement et repart doucement en restant moins de 2-3 jours) il n'y aura pas de pertes. Dès que la durée dépasse 2-3 jours, il y aura des pertes, d'autant plus qu'après le sol ne ressuie pas de suite. Si les fruits sont touchés, les fruits sont perdus.
- **Asperges** : c'est une culture pérenne que l'on garde 7 à 10 ans, il peut donc y avoir des pertes de matériel végétal. Au delà d'1 semaine, il y a un risque de développement de maladie (fusariose). Les racines seront alors perdues et une fois que le champignon s'est développé dans le sol, la parcelle ne peut plus être replantée en asperges.
- **Cultures basses** (salades, épinards) : elles sont très sensibles car tout de suite souillées et in-commercialisables.
- **Fraises** : comme elles sont cultivées sur butte, si l'inondation est courte, les fraises ne sont pas touchées. Si elles sont touchées, elles pourrissent.
- **Poireaux** : ils sont plus résistants, ils peuvent rester 4 jours sous l'eau sans problème. Le risque qu'ils soient souillés existe tout de même.

- **Courges** : elles sont aussi un peu plus résistantes que les autres cultures basses. S'il y a une période de vent après, la culture pourra sécher et repartir. Cas des courgettes : si l'inondation ne dure pas longtemps (½ journée) et sans courant, les petites courgettes seront peut-être perdues mais d'autres pousseront ensuite.
- **Légumes racines** : ils ne risquent pas d'être souillés par de la boue, les dégâts dépendent donc de la durée (au delà de 4-5 jours il y a un risque d'asphyxie). La vitesse est également moins déterminante car le risque d'arrachage est faible sauf en cas de ravinement. La culture peut sembler saine à l'extérieur et lors de la récolte, les légumes sont pourris.

Dans tous les cas, les jeunes plants ou les semis tout juste germés sont beaucoup plus sensibles et ne repartent pas après une inondation.

Les conséquences sur une culture peuvent s'observer de suite ou à la récolte mais pour les légumes de conservation elles peuvent aussi s'observer à plus long terme car les légumes se conserveront moins bien.

De manière globale, une culture sera entièrement perdue ou au contraire entièrement sauvée. Sauf cas où l'inondation a lieu pendant la récolte, seuls les légumes encore non récoltés seront perdus. Pour certaines cultures, il peut tout de même y avoir une certaine progressivité dans les pertes : pour la tomate rien ne sera perdu après ½ journée, tout sera perdu au-delà de 3 jours, au bout de 1 jour seuls les plants les plus fragiles seront perdus (si pas de courant et pas de contact eau/fruits).

A.6.4 Dommages au matériel

Les tunnels peuvent être couchés ou tordus selon le sens d'écoulement de l'eau. Il existe peu de données sur la résistance des structures aux inondations. Pour réparer, le mieux est de reconstruire les structures ou si possible de détordre les arceaux.

Les serres chapelles risquent moins d'être endommagées si elles sont ouvertes pour laisser passer le courant et ne pas opposer résistance. La culture sera perdue mais la structure (très onéreuse) sera préservée.

Les tuyaux de goutte-à-goutte ne craignent rien, seulement d'être déplacés par le courant. Pareil pour les enrouleurs.

Les électrovannes sont prévues pour résister à l'eau.

Les pompes des systèmes d'irrigation sont fragiles. Si le moteur est inondé, il faudra soit des réparations importantes soit les changer dans la plupart des cas.

Idem pour le matériel électrique inondé, les programmeurs.

Les brûleurs et les citernes de fuel (serres chauffées) seront à nettoyer au minimum.

A.6.5 Dommages au sol

Si le courant est très fort, il peut y avoir de l'érosion. Il faudra alors rapporter du sol.

Il n'y a pas de risque fort de tassement. Un travail du sol sera réalisé comme d'habitude.

Le risque de pollution existe aussi. Exemple d'un agriculteur qui a été inondé avec de l'eau polluée par des hydrocarbures. Il n'a rien pu replanter, la parcelle étant impropre à l'agriculture (rien ne poussait). Ce risque est difficilement observable lorsque les doses sont plus faibles car la pollution est encore présente plusieurs km plus loin mais pas visible. Pour le risque de pollution, tous les types de légumes sont exposés, y compris les légumes racines bien que légèrement moins exposés.

A.6.6 Variations de charges

Les charges ne varieront pas en cas de pertes partielles (opérations à faire sur la même surface), même pour les frais de récolte. Une fertilisation et un traitement pourront être faits après l'inonda-

tion.

Si la culture est perdue, tout sera à refaire comme pour une nouvelle culture : la fertilisation ou l'amendement car il y a eu lessivage, le paillage.

Si la culture est de façon quasi-certaine perdue (cultures basses), on ne fera pas de traitement. Sinon, ce sont les mêmes produits que ceux utilisés après les périodes humides. Pour les melons, si inondation sans perte, le traitement anti-taupin devra être refait.

A.6.7 Replantation

Dès qu'il y a plus de 50% de la culture perdue, l'agriculteur change de culture. Mais cette décision dépend aussi du stade : si l'inondation a lieu en début de culture l'agriculteur replantera dès 20% de pertes.

Si on est encore dans le créneau de plantation, l'agriculteur remettra la même culture mais il y aura certainement des baisses de rendement car la plantation sera tardive. De plus, il faut que l'agriculteur puisse encore trouver des plants.

En dehors du créneau, il n'est pas forcément possible d'avancer la culture suivante du fait de la disponibilité des plants et des plannings de vente qui ne correspondront pas dans le cas de débouché en gros (pas de débouchés pour des légumes produits en dehors du planning de production prévu). L'agriculteur aura plus de flexibilité s'il est en vente directe.

A.7 Entretien avec Alain CARBONNEAU, SupAgro - IHEV, spécialiste viticulture

date de l'entretien : 22/08/2011

A. CARBONNEAU est le directeur-fondateur de l'IHEV (Institut des Hautes Études de la Vigne et du Vin), Professeur de Viticulture de Montpellier SupAgro.

A.7.1 Expériences d'inondations

A. CARBONNEAU a été consulté en tant qu'expert suite aux inondations dans l'Aude en novembre 1999. Il s'agissait d'attester de la valeur de vignobles anciens (plus de 30 ans). Les dégâts qu'il a pu observer étaient extrêmes : tout avait été arraché ou recouvert entièrement de débris et limons.

A. CARBONNEAU a également été consulté après la tempête Xynthia sur les dégâts à attendre suite à la submersion marine des vignobles de l'île de Ré (février 2010, pendant le repos végétatif).

Enfin, lors d'une visite en Afrique du Sud, il a pu observer les dégâts d'une crue importante (stade Floraison).

A.7.2 Pertes de matériel végétal

Arrachage

Les ceps de vignes peuvent être arrachés lorsque le courant est fort. Généralement cela va de pair avec une forte érosion du sol.

En théorie, il est possible de remettre en terre des ceps après leur déchaussage si cela est fait rapidement après la décrue. Toutefois, s'il y a arrachage, il est peu probable que les ceps soient restés à proximité de leur rang, ils sont généralement entraînés plus loin.

Asphyxie racinaire

Repos végétatif Pendant son repos végétatif, la vigne peut supporter des durées de submersion assez longues sans être affectée. A. CARBONNEAU ne connaît pas précisément le nombre de jours limite avant asphyxie mais une inondation d'1 mois peut être supportée sans problème. La hauteur d'eau interfère peu avec la durée supportée.

Période végétative La durée d'inondation supportée est très inférieure à celle pendant le repos végétatif. En Afrique du Sud, au stade floraison, au bout d'une petite semaine la vigne était entièrement morte.

Selon la hauteur d'eau, cette durée limite varie : si seul le sol est inondé, elle sera proche d'1 semaine ; si le feuillage est sous l'eau, 2-3 jours suffiront à asphyxier la plante.

La croissance des racines se poursuit jusqu'à environ 10 jours avant la véraison. Jusqu'à ce stade, de nouvelles racines peuvent donc pousser après une asphyxie. Dans ce cas, les ceps repartiront.

Effets de la salinité S'il y a apport d'eau salée, les vignes sont très rapidement stérilisées du fait de l'absorption de sel (exemple lors de crues du Rhône).

Observation des pertes Les pertes de ceps peuvent être observées assez rapidement après le retrait des eaux en période de végétation ou juste après le débourrement si l'inondation a eu lieu pendant le repos végétatif.

Exemple de dégâts liés au gel : les racines de vignes plantées en bidons ont gelées car la température a atteint -18°C, les bourgeons eux n'ont pas gelés. Au débourrement, les bourgeons ont commencé à pousser mais au bout de quelques jours seulement, tout est mort car les racines n'alimentaient plus la plante.

Remarque sur la progressivité des pertes Les pertes par asphyxie peuvent être progressives mais cette progressivité est difficile à estimer.

A.7.3 Stratégie de replantation

La stratégie de replantation dépend fortement du degré de richesse du vignoble (contexte économique de l'exploitation, appellation sur le vignoble).

Sur un vignoble moyen sans appellation, la possibilité de toucher la prime à l'arrachage peut inciter à tout arracher pour tout replanter. Si le contexte économique y incite, le viticulteur peut également saisir l'opportunité de tout replanter pour changer de cépage par exemple.

Sur un vignoble réputé avec une appellation, si les vignes ne sont pas en fin de vie (moins de 40 ans), on préférera replanter et réparer plutôt que d'arracher.

Dans tous les cas, si les inondations sont récurrentes, A. CARBONNEAU pense qu'il est plus sage d'abandonner le vignoble en zone inondable pour s'installer hors zone inondable.

A.7.4 Pertes de rendement

Les pertes mentionnées ici sont décrites en dehors des pertes de ceps.

Effets sur l'année n

Repos végétatif En cas d'inondation pendant le repos végétatif, il n'y aura a priori pas d'impact sur le rendement si les ceps ne sont pas morts.

Toutefois, des conséquences indirectes sur la vigne du fait d'impacts sur le sol peuvent exister si les inondations sont récurrentes. Par exemple des tassements du sol suite à une inondation longue ou une perte de la matière organique appauvrissant la qualité du sol. De ce fait, le rendement peut être impacté.

Débourrement – Floraison La future récolte n'est pas encore présente, une inondation a donc peu de conséquences. Il peut tout de même y avoir des effets sur la croissance de la vigne et sur la fertilité.

Durée Si l'ennoyage est rapide, la croissance peut être bloquée mais pas stoppée (la nouaison aura lieu).

Au delà, il y a un risque d'asphyxie racinaire. Mais à ce stade, de nouvelles racines peuvent pousser.

Hauteur / Durée Si seul le sol est submergé, l'inondation équivaut à une grosse irrigation tant que la durée n'excède pas une semaine. La vigueur et la fertilité de la vigne peuvent alors être améliorées.

Si le feuillage est en contact avec l'eau, la durée limite est de 2-3 jours.

Floraison – Véraison

Durée Idem stade précédent mais à ce stade, des nouvelles racines ne peuvent plus repousser.

Si l'inondation entraîne un retard dans un traitement prévu, les maladies peuvent se développer et les dégâts peuvent être importants (risque de tout perdre si le retard excède 2 semaines). La période la plus critique pour les maladies est la floraison.

Hauteur / Durée Si inondation du sol seulement, les dégâts dépendent aussi de la durée. Pour une inondation courte, équivalente à une irrigation abondante, le grossissement du raisin est favorisé sans risque d'éclatement. Le rendement augmente donc.

Si ceps sous l'eau, idem stade précédent.

Véraison - Maturité

Durée Idem stade précédent.

Hauteur / Durée Si ennoyage du sol seulement, risque d'éclatement des baies rapidement, surtout si l'évaporation est forte (exemple de vignes irriguées dans des pays chauds). L'inondation peut également causer un retard de végétation. Le risque d'éclatement augmente lorsque l'on se rapproche de la maturité (pellicule plus sensible). Les cépages à grosses baies sont également plus sensibles.

Si ennoyage des baies (même court) : risque fort de développement de maladies (mildiou, oïdium) et de pourriture. Si on ne peut pas traiter rapidement ou si l'inondation entraîne un retard dans un traitement prévu, les dégâts peuvent être importants.

Vendange Le risque d'éclatement est très important. Si pas éclatement, risque de pourriture.

Si les machines à vendanger ne peuvent pas passer, il y a un risque de pourriture des grappes sur les souches.

Une inondation à ce stade est catastrophique.

Effets sur l'année suivante (n+1)

Autour du stade floraison, une inondation peut avoir des conséquences sur l'induction des inflorescences et donc le rendement de l'année suivante.

Si au printemps (surtout débourrement – floraison, un peu moins floraison - véraison), il y a un affaiblissement de la vigne (ralentissement de la croissance) des pertes l'année n+1 pourront être observées en plus de celles de l'année n (baisse de la fertilité des bourgeons).

Au contraire, si la vigueur a été stimulée au printemps précédent, et surtout si l'ensoleillement a été bon après l'inondation, la fertilité s'en trouvera plus élevée l'année suivante, et le rendement pourra augmenter en année n+1 comme en année n.

Remarques

Il faut bien distinguer les effets selon les stades du cycle végétatif.

On distingue 3 situations de dommages à chaque fois :

- crue avec des dégâts physiques (arrachage, etc.) ;
- submersion du sol seulement ;
- ennoyage des vignes.

Il ne faut pas exagérer les pertes dans toutes les situations. Il y a plusieurs cas où les rendements peuvent être améliorés après une inondation.

A. CARBONNEAU signale qu'en terme de sensibilité, la vigne est semblable au pêcher.

A.7.5 Conséquences sur la qualité

Des conséquences sur la qualité de la production peuvent exister lorsque les dégâts sur le rendement sont partiels. Si les dégâts sont importants (rendement très faible), il n'est plus pertinent de parler de la qualité.

Débourrement – Floraison

L'impact d'une inondation sur la qualité à ce stade dépend du climat. Si le temps est sec, il n'y aura pas d'effet.

Floraison – Véraison

Après une inondation, les raisins s'ils n'éclatent pas seront plus gros. Les conséquences sur la qualité dépendent du sol. Si le sol est drainant, la dilution des baies sera faible et donc les impacts sur la qualité aussi. Si l'inondation recharge la réserve utile du sol (peu drainant), l'eau sera absorbée par la vigne et la maturité sera décalée, il y aura donc une baisse de qualité au moment de la vendange.

Après Véraison

Si une inondation survient à ce stade, s'il n'y a pas éclatement, la qualité des baies sera détériorée de façon certaine (dilution).

A.7.6 Variation de charges

Taille

L'impact sur le nombre de passages pour la taille ou l'écimage est mineur.

Traitements

Si inondation à un stade où les vignes sont sensibles aux maladies, il pourra être nécessaire de réaliser des traitements supplémentaires.

Vendange

Si l'inondation survient au moment de la vendange, ou si le ressuyage n'est pas fini, les machines à vendanger ne peuvent pas rentrer dans les parcelles.

Remarque

L'enherbement améliore la portance des sols et favorise le drainage des sols. Cela peut donc diminuer les délais pour pouvoir rentrer dans une parcelle après une inondation. De plus, l'enherbement diminue les risques d'érosion.

A.7.7 Analyse des courbes CA 30

Pertes matériel végétal

Les seuils d'asphyxie racinaire sont cohérents avec ce que A. CARBONNEAU a mentionné en début d'entretien : environ 1 mois pendant le repos végétatif, 5 jours (une petite semaine) pendant la végétation.

Pertes de rendement

- La sensibilité aux inondations ne peut pas être considérée homogène pendant toute la période de végétation, il faut distinguer les 3 stades mentionnés ci-dessus.
- Les baisses de rendement estimées de 25% pour une inondation pendant le repos végétatif entre 10 jours et 1 mois et quelque soit la hauteur, ne sont pas fondées pour A. CARBONNEAU. Il pourrait même plutôt y avoir des effets positifs car la réserve utile est rechargée.
- De même pour les 50% de pertes de rendement estimés pour une inondation de moins de 5 jours en période végétative. Là aussi l'effet peut être positif et même sur 2 années.

A.7.8 Contacts

Inondation en Afrique du Sud dans la région d'Elephant River – Institut Stellenbosch.

A.8 Thierry CORNEILLE et Frédéric DELCASSOU, CETA maraîchers Châteaurenard et Eyragues, Spécialistes maraîchage sous abris

13/09/2011

A.8.1 Expériences d'inondations

Une inondation mi-septembre 2010 due à des gros orages. Les cultures touchées ont été (sur la fin de leur cycle) : tomates, aubergines, poivrons. Tout le reste était terminé : courgettes, concombres, melons. Il y a eu jusqu'à 40 cm dans certaines zones.

Une inondation le 4 décembre 20xx : principalement des salades inondées.

Très peu de courant dans les 2 cas.

A.8.2 Pertes de récolte

Les pertes de récolte dépendent du stade dans le cycle, notamment car en fin de cycle une partie des légumes auront déjà été récoltés. De plus, la sensibilité des cultures changent au cours du cycle : sur des cultures bien ancrées, les dégâts seront moindres que sur des plants jeunes. La sensibilité aux maladies liées au sur-arrosage ou à une inondation peut aussi diminuer avec l'âge.

Paramètres significatifs

Courant : Dans la région, il n'y a généralement pas beaucoup de courant lors des inondations.

Sur des jeunes salades pas encore enracinées, les plants sont emportés même sans courant car au départ ils sont seulement posés sur le paillage.

Exemple d'une serre traversée par le courant : culture de tomates plutôt jeunes, le courant n'a pas porté préjudice, pas d'arrachage.

Durée d'inondation (et type de sol) : Le paramètre principal n'est pas la durée d'inondation mais la durée pendant laquelle le sol reste détrempé. Le type de sol, et sa capacité de ressuyage, est donc important.

Sauf cas extrêmes (courant, jeunes plants), les plantes sont capables de rester 24h sous l'eau (exemple de salades). Ce qui va être déterminant c'est la capacité du sol à ressuyer rapidement ou non. De même, un goutte-à-goutte qui fonctionnerait en continu et detremperait le sol, causerait des dégâts aux cultures. La culture sur butte peut faciliter le ressuyage et donc limiter les dégâts.

Jusqu'à 24h pas de problème a priori si ressuyage rapide. Au delà de 2-3 jours c'est sûr qu'il y aura des problèmes. Mais dans le secteur, il y a peu d'exemples où l'inondation a été courte avec un ressuyage rapide.

Toutefois, il est difficile de généraliser ces seuils de durée. En 2010, tomates et aubergines sont toutes mortes même si l'inondation n'a pas duré longtemps (12h ont suffi).

Hauteur d'eau : La hauteur d'eau n'est pas déterminante pour les pertes de cultures.

Pertes du fait du dépôt de limons Le dépôt de limon peut causer des dommages en rendant commercialisables les cultures. Exemple d'un dépôt de boue sur des salades.

En dehors des salades, les autres légumes peuvent généralement se laver. On peut faire une aspersion juste après l'inondation par exemple, il vaut mieux ne pas attendre que la boue ait séchée.

Sensibilité globale des cultures La sensibilité aux inondations varie d'une culture à l'autre : tomates, aubergines, poivrons sont plutôt résistantes. Les tomates peuvent rester avec 10 cm d'eau sur la terre plusieurs jours, mais après la décrue les plantes seront affaiblies. Melons, courges, concombres sont beaucoup plus fragiles.

Dans l'ensemble, les plantes sont sensibles de façon identique tout au long de leur cycle, sauf les salades du fait des risques de déplacement des jeunes plants.

Observations des pertes Les pertes s'observent de quelques heures à quelques jours (1 semaine max) après l'inondation. Le délai dépend aussi du stade de la culture : au mois de juin comme les besoins en eau sont importants les dégâts seront visibles vite, au mois de septembre les dégâts mettront un peu plus de temps à être visibles.

A.8.3 Commentaire sur les courbes CA30

MM. CORNEILLE et DELCASSOU sont d'accords sur le fait que généralement l'endommagement est binaire : soit tout est mort, soit la culture est entièrement sauve.

A.8.4 Remise en état

Érosion : Dans les inondations vécues il n'y avait pas de courant. Il n'y a donc pas eu de problème d'érosion important observé.

Débris : Les fétus de pailles qui peuvent se déposer ne sont pas contraignants pour poursuivre l'itinéraire cultural. Ils partiront au fur et à mesure, il n'y a donc pas de nettoyage spécifique nécessaire.

A.8.5 Dégâts au matériel

A priori il n'y a pas de risque avec le matériel d'irrigation (tuyaux, etc.).

S'il n'y a pas de courant, il n'y aura pas ou peu de dégâts sur les abris/tunnels/serres.

A.8.6 Replantation

Il n'est pas forcément possible de replanter quelque chose tout de suite après la perte de la culture inondée.

Par exemple, perte d'une culture de tomates au mois de mai, la culture suivante prévue est salade à l'automne. L'agriculteur n'avancera pas les salades car techniquement et commercialement ça n'est pas intéressant.

Si l'inondation intervient tôt dans le cycle, les agriculteurs pourront tenter de remettre la même culture. La difficulté réside dans la possibilité pour eux de retrouver des plants prêts et de la situation dans le créneau de plantation ou non.

Les créneaux de plantation (cf. calendrier) peuvent être un peu décalés mais les rendements seront alors moindres et la récolte sera moins étalée. Cette possibilité dépend aussi du type de serre (chauffage ou non). Même avec chauffage, il n'est pas forcément intéressant de planter une culture tardivement car les rendements faibles potentiellement obtenus ne couvriront pas toujours le coût de chauffage supplémentaire important.

S'il y a des pertes partielles : pour 10% de pertes l'agriculteur continue, pour 50% la question se posera. Cela dépend beaucoup des agriculteurs et du stade dans le cycle (si fin du cycle, il gardera

la culture même avec 40% de perdu, en début de cycle il cherchera de nouveaux plants à replanter rapidement).

En cas de replantation, les charges sont les mêmes que pour une plantation normale. Le gros du travail consiste à débarrasser la culture endommagée, mais le travail est identique à celui qui a lieu à la fin dans tous les cas (nettoyage, sol, paillage, etc.). Le travail du sol a lieu entre chaque culture de toute façon.

A.8.7 Variations de charges

Les dommages monétaires potentiels varient au cours du cycle car les charges déjà engagées seront plus ou moins importantes.

Dans l'ensemble, les variations de charges si la culture est maintenue seront faibles.

Traitements : Les agriculteurs feront un traitement de sécurité après l'inondation. Comme pour le sur-arrosage, on sait ce qui risque d'apparaître comme maladies. Les possibilités de traitements autorisés en arrosage sont limitées, il y en a principalement un. Il est difficile de savoir à l'avance la nécessité et l'efficacité du traitement mais il est préférable de le faire même si seulement une partie de la récolte est sauvée. Il n'y a pas de risque à le faire.

Exemple : une serre d'expérimentation avec laitues et feuilles de chêne a été inondée, le traitement a été réalisé juste après. À la récolte, les laitues étaient parfaites, les feuilles de chêne n'étaient pas commercialisables (feuilles resserrées). Donc même sur des espèces très proches, les conséquences ne seront pas les mêmes.

Autres : Parfois il est nécessaire de passer pour recalibrer les bâches de tunnel qui peuvent avoir été légèrement découvertes.

La fertilisation peut être avancée après l'inondation mais le coût sera le même qu'habituellement (même dose).

Même avec des pertes partielles, les frais de récolte seront identiques. La récolte peut même être plus pénible (sol détrempée par exemple, légumes plus espacés).

L'irrigation sera mise en pause pendant quelques jours après l'inondation, sauf exceptionnellement pour le nettoyage. Il peut y avoir un surcoût pour le lavage.

Au bout d'une semaine généralement, le sol est ressuyé et l'exploitation reprend normalement.

A.9 Christian COSTA, CA Aude, Conseiller maraîchage et arboriculture

21/09/2011 Christian COSTA s'occupe de tout ce qui est cultures de diversification, c'est-à-dire dans l'Aude principalement maraîchage (plein champ) et arboriculture.

A.9.1 Expériences d'inondations

C. COSTA a participé à quelques appuis après inondation (expertises DDTM).

Dans l'Aude les inondations peuvent être liées à des phénomènes de pluies littorales fortes ou de débordements causés par des pluies sur les Pyrénées. Elles peuvent survenir à l'automne / hiver ou au printemps.

La dernière grosse inondation date du 13 novembre 1999. Depuis il y en a eu aux automnes 2003 et 2005. Cette année il y a eu des inondations autour du 17 mars 2011 (débit de l'Aude supérieur à 1999). En 2011, les sols étaient gorgés d'eau mais au bout de 2 jours le ressuyage était amorcé.

Lors des crues d'hiver, les sols sont vides d'eau et la plupart des cultures terminées / Lors des crues de printemps, les cultures sont en place et en phase végétative avec de plus un risque de pression de maladies accru.

Généralement lors des inondations, les dégâts les plus importants sont liés aux vignes et aux pertes de sol (ravinement sur les coteaux).

Quelques exploitations maraîchage et arboriculture ont déjà été touchées du fait de leur localisation souvent en bord de cours d'eau. Ce sont généralement des petites surfaces car ce ne sont pas les cultures majoritaires du département mais les pertes peuvent être importantes.

A.9.2 Dommages sur le maraîchage

Dans la plaine de l'Aude principalement. Les cultures concernés sont les asperges et melons principalement et un peu de maraîchage diversifié.

Asperges

Comme c'est une culture pluri-annuelle, les dommages sont généralement importants voir catastrophiques. L'asperge est sensible à l'asphyxie. Elle ne supporte pas l'eau pendant une quinzaine de jours (même si l'eau est partie mais qu'il reste un excès d'humidité). Les racines meurent et donc la culture ne redémarre pas. Peut-être qu'il suffit même d'1 semaine pour causer l'asphyxie.

Si les asperges sont perdues, il est rare que l'agriculteur replante car l'investissement est lourd (durée de vie de la culture 10 ans). Le risque de fusariose est faible ici car les sols ne sont pas encore fatigués de cette culture. Les agriculteurs ne veulent plus trop prendre le risque de faire de l'asperge car le risque d'inondation est important.

Pas de problème d'arrachage.

Lors des inondations de mars, il n'y a pas eu de mort des asperges mais une perte de 3 semaines de récolte car il n'était pas possible de rentrer dans les parcelles pour réaliser tous les travaux préparatoires à la récolte (désherbage, butte).

Si les asperges repartent (durée de submersion courte), les rendements peuvent diminuer surtout s'il y a une période de froid juste après l'inondation.

S'il y a dépôt de limon, ce n'est généralement pas grave car les asperges ne sont pas sorties du sol.

Melons

La culture est de mars à septembre, mais la préparation des sols débute à l'automne.

En mars 2011, des terres déjà préparées ont été inondées. Le temps d'attendre le séchage des parcelles puis de les repréparer, il y a eu 3 semaines de retard dans la plantation. Dans le département, les melons sont prévus pour être précoces donc les délais sont très importants pour réussir à vendre les produits au prix attendu. La baisse de récolte a été très faible mais du fait de la perte de la précocité, les agriculteurs ont pu perdre la moitié des bénéfices (prix de vente inférieur). Il n'est pas forcément intéressant de faire du melon tardif car les produits se vendent moins bien. Il y a aussi un risque de perte de sa clientèle.

Un agriculteur avait déjà planté ses plants sur 14 ha (chenilles, plants, engrais : tous les frais étaient engagés), et ils ont été inondés 15 jours après : tout a été perdu. Tout a été replanté en melon après séchage des parcelles. Ça a été possible car tout le personnel était encore présent pour tout défaire (plastiques) et tout refaire. Pas forcément évident de retrouver la variété de plants qui correspond au créneau de plantation. Pour une replantation, tout est fait comme la 1ère fois (engrais, etc.).

Si plants ne sont pas détruits, l'inondation peut perturber la suite du cycle (induction florale, etc.) et il y aura des baisses de récolte.

Maraîchage diversifié

Peu de dommages car petites surfaces et la marge de manœuvre pour replanter est plus grande. De plus, la saison démarre vers le 15 avril et fini vers septembre donc les parcelles sont généralement vides.

Cette année, des parcelles destinées à des oignons de Citou (AOC) ont été touchées en mars. Il y a eu des pertes de sol importantes (ravinement) et les agriculteurs ne disposaient pas d'autres parcelles avec possibilité d'irrigation, les surfaces plantées ont donc diminuées de 30 à 40 %.

S'il y a dépôt de limon, les produits sont pour la plupart invendables. De plus, il existe un risque de pollution.

A.9.3 Dommages sur l'arboriculture

Sont concernés les vergers de bord de rivière. Il y a des pommiers, pruniers, peu d'espèces à noyau (un peu de pêchers, oliviers, abricotiers). Les zones concernées sont la plaine de l'Aude ou l'étang de Marseillette (étang asséché en cuvette où il peut y avoir 2 mètres d'eau).

Il peut y avoir des arrachages dans les zones de coteaux car la vitesse peut être forte. Cette année, 1 ha a été complètement ravagé (terre ravinée, rochers, arbres arrachés) puis abandonné.

Il n'y a pas de perte de récolte ou de mort par asphyxie car les systèmes de drainage sont efficaces et l'eau reste généralement peu de temps. De plus, les cultures sont enherbées donc il est possible d'entrer dans les parcelles rapidement après l'inondation.

Pas de problème sur les palissages d'arboriculture.

Les traitements habituels permettent d'éviter le développement de maladies.

Il n'y a pas de variation de charges (sur la taille par exemple).

A.9.4 Dommages au sol

Les pertes de sol sont généralement liées aux pluies excessives plutôt qu'aux inondations.

Quand c'est possible, les agriculteurs rapportent du sol. Généralement, ce sont des petits travaux car des petites surfaces sont touchées. Les agriculteurs se débrouillent souvent seuls sans forcément faire de déclaration, etc. Quand le ravinement est moyen, les travaux peuvent être réalisés en 15 jours après le ressuyage.

Lorsqu'il y a eu dépôt de déchets, tout doit être enlevé pour poursuivre la culture.

A.10 Jean-Daniel FERRIER, CA Ain, Spécialiste maraîchage

10/11/2011

A.10.1 Contexte

Le maraîchage dans l'Ain

1500 ha de maraîchage dans le département, dont 80% dans le Val de Saône, 15% dans le Val de Saône Sud et 5% dans les ceintures vertes des villes.

Il s'agit uniquement de cultures de plein champ : salades, radis, pomme de terre, poireaux, carottes, céleris raves en cultures majoritaires et en moindre mesure choux, navets, rutabagas, betteraves rouges, blettes, épinards. Les cultures plantées diffèrent peu entre zone inondable et hors zone inondable.

Les cultures sont plantées entre janvier et juin, sauf les poireaux qui sont récoltés en début d'année.

Le risque d'inondation

Le risque d'inondation débute mi-novembre. Les poireaux et les céleris sont encore en place.

Le risque au printemps est plus faible. Il y a aussi eu exceptionnellement des inondations en juin (dans les années 80).

Les dernières inondations avaient eu lieu il y a quelques années, début avril. Presque toutes les cultures étaient en place. 12 exploitations (en équivalent d'aujourd'hui) ont été touchées, représentant 200 ha.

Il y a une inondation hivernale environ tous les 5 ans. Les inondations de printemps sont plus espacées, tous les 8-10 ans environ.

Adaptation des agriculteurs aux inondations

Comme les inondations sont régulières, les agriculteurs se sont adaptés.

Souvent les agriculteurs qui ont des parcelles en zone inondable ont aussi des inondations en arrière. Ils commencent par planter celles-là et les parcelles en zone inondable sont généralement libérées avant la mi-novembre afin de limiter les risques.

A.10.2 Dommages aux cultures

Il y a généralement peu de dommages car les agriculteurs essaient de limiter le risque.

Baisse de rendement et conséquences sur la qualité

Description des dommages Même si l'inondation est temporaire les salades sont perdues même après 24h (dépôt de limons). Les légumes racines peuvent résister un peu mieux.

Généralement, les cultures sont recouvertes par l'eau car il s'agit de cultures basses. Pour une inondation de 24 h, le ressuyage peut prendre 1 semaine.

Si l'inondation a été faible et que l'agriculteur a laissé les cultures en place (ce qui est rare), il y aura des baisses de rendement. Mais aussi une détérioration de la qualité et donc des difficultés commerciales (légumes pas beaux). Si les conditions ne sont pas trop asphyxiantes, il n'y aura peut-être que 10 ou 15 % de baisse de rendement mais en ajoutant les baisses du prix de vente et la taille diminuées des légumes, il y aura peut-être un manque à gagner de 50%.

Spécificités inondations d'automne S'il y a un risque d'inondation à l'automne, les agriculteurs peuvent récolter de manière anticipée dès que l'alerte est donnée. Si les conditions sont propices (pas de pluie), les récoltes peuvent être terminées en 1 semaine.

Spécificités inondations de printemps Les cultures restent en place mais l'agriculteur ne prendra pas le risque de laisser en place cette culture endommagée, il n'attendra pas d'observer les pertes.

Délai d'observation des dommages On peut généralement prévoir les pertes 1 semaine ou 15 jours après le ressuyage.

Influence des paramètres de l'inondation

Influence de la hauteur Les conséquences ne sont certainement pas les mêmes s'il y a juste les racines qui trempent ou si la plante est recouverte d'après M. FERRIER. Toutefois, il n'a jamais pu observer deux situations où seules la hauteur changeait et il est donc difficile d'estimer l'influence de la hauteur seule. Vraisemblablement, la culture ne serait pas compromise s'il y avait juste un peu d'eau, avec toutefois une baisse de rendement.

Influence de la durée L'influence de la durée d'inondation dépendre des conditions climatiques. S'il fait froid, il y a plus d'oxygène dissous dans l'eau et les risques d'asphyxie sont donc moindres. Il peut par exemple y avoir 3 jours de submersion sur des carottes sans grosse incidence. Les produits montreront tout de même une faiblesse.

Influence du courant Il n'y a pas de courant dans les inondations du Val de Saône.

Sensibilité des cultures

Selon les cultures On peut distinguer les légumes feuilles des légumes racines.

Les légumes racines comme ils sont sous terre ne risquent pas d'être salis par un dépôt de limon. De plus, leur système racinaire est plus résistant que celui des légumes feuilles qui sont sélectionnés pour leur volume végétatif. Pour les légumes feuilles, comme le produit est directement en contact avec l'eau, les pertes sont plus importantes.

Les carottes pourraient repartir après une inondation mais il y aurait des conséquences sur la qualité. Les radis sont peut-être moins sensibles. Les poireaux sont très sensibles. Les pommes de terre pourraient être assez résistantes si l'inondation a lieu lorsqu'elles sont en dormance.

Selon le stade Il est difficile de dire si la plupart des plantes sont plus sensibles jeunes ou proche de la récolte. Le végétal survivra peut-être mieux à un stade jeune mais il y aura une incidence sur la qualité.

Si les légumes sont déjà là, en conditions froides ils peuvent se conserver quelques jours ou 1 semaine (à 10-15°C, comme dans un frigo), mais il y aura alors peut-être une dégradation de l'aspect extérieur des légumes.

Ressemis

Les agriculteurs replantent généralement mais pas forcément la même chose (selon la disponibilité des plats et la date). Il y a généralement des baisses de rendement. Certaines cultures sont difficiles à replanter car longues à se développer : pommes de terre, céleris, carottes. D'autres cultures sont plus simples à replanter car elles ont des cycles courts. Si elles sont inondées, leur récolte est alors seulement décalée de 15 jours ou 3 semaines.

Dans tous les cas, il ne s'agit pas réellement d'une replantation (substitution) mais d'un avancement dans le planning prévus par les agriculteurs. Il y a donc une perte sèche dans tous les cas : semences/plants, bâches, travail et charges de structures (environ 50% du prix de vente des productions).

L'itinéraire est alors quasi identique à une implantation de culture normale : labour, semis, fertilisation minérale, entretien et désherbage. L'amendement organique peut être évité.

Variations de charges

Si la culture a été laissée en place par l'agriculteur après une inondation et qu'elle repart, l'agriculteur apportera alors certainement un soin particulier à cette culture (protection fongique, refertilisation, récolte précoce, etc.).

A.10.3 Dommages aux parcelles

Il n'y a jamais eu de problème de débris importants qui se seraient déposés dans les parcelles.

Les plastiques sont généralement enlevés par les inondations, il faut donc tout remettre.

Les systèmes d'irrigation sont laissés dans les parcelles. Les tuyaux peuvent être déplacés à plusieurs centaines de mètres. Il y a déjà eu quelques tableaux électriques de forages qui ont dû être remplacés car ils avaient été en contact avec l'eau.

Conséquences sur une parcelle vide Il n'y a pas vraiment de conséquence s'il une parcelle vide est inondée. Il peut y avoir un impact sur la disponibilité des terrains du fait des délais de ressuyage. Les crues sont prévisibles et les travaux de préparation des sols sont donc rarement réalisés avant des inondations potentielles.

A.10.4 Contacts

Les régions maraîchères se sont historiquement installées à proximité des cours d'eau. Les grands bassins maraîchers doivent donc se situer en zone inondable : anciens marais en Charente-Maritime (estuaire de la Loire du côté de Nantes), Picardie ou baie de Somme (touchée en 2008 ou 2009 d'après les souvenirs de M. FERRIER).

A.11 Franck FOURMENT, CA Var, Spécialiste viticulture

12/10/2011

A.11.1 Inondations de juin 2010

Organisation de l'après-inondation

La 1ère cellule de crise a été mise en place le surlendemain des inondations. Les agriculteurs pouvaient appeler un numéro de téléphone d'urgence qui permettait à la chambre de compléter une fiche de renseignements (nom, type de dégâts, assurance, etc.). Les agriculteurs étaient ensuite recontactés pour compléter une 2nde fiche permettant de collecter des informations plus précises (dégâts aux habitations, véhicules, etc.). Toutes ces informations ont été rentrées dans une base de données.

Des visites de terrain ont également été organisées. Dans un premier temps, ces visites ont eu pour vocation de rassurer les agriculteurs choqués et de les rassurer sur les indemnités qu'ils pouvaient attendre. Une deuxième session de visites a permis de préparer la demande de déclaration en Calamité Agricole.

Ampleur des dommages

Les inondations ont eu lieu le 15 juin. Environ 450 agriculteurs ont été touchés. Principalement des horticulteurs, des viticulteurs puis des éleveurs (en nombre d'agriculteurs). En intensité de dommages, les plus touchés ont été les éleveurs, les horticulteurs puis les viticulteurs. Globalement, l'eau n'a pas stagné : elle est restée 2-3 jours. Dans certaines zones en cuvette, elle a pu rester 2 mois.

En viticulture, c'est principalement des parcelles de vin de table qui ont été touchées, très peu d'AOC. La vigne avait fini sa floraison.

Il y a eu peu de pertes de récoltes éligibles comme calamité agricole car il s'agissait souvent de petites zones de parcelles situées en bord de rivière. Il y a tout de même eu des pertes importantes du fait du dépôt de boue sur les baies. Les pertes de fonds ont également été importantes : érosion, apport de terre, dépôt de déchets (végétaux, caravanes, etc.).

Il n'y a pas eu de bâtiments agricoles touchés. Quelques machines ont été touchées mais il s'agissait souvent de matériel ancien.

Les 2 zones principales avec des dégâts importants sont :

- vers Draguignan, torrents avec beaucoup de courant ont emporté les chemins et des morceaux de parcelles ;
- vers Roquebrune, les vignes ont été sous l'eau.

A.11.2 Conséquences sur les récoltes

Baisse de rendement

Il n'y a pas eu de baisse de rendement directement liées à l'inondation. Les grappes étaient déjà en place, l'inondation n'a donc pas eu de conséquences sur leur nombre.

Toutefois, les maladies se sont plus développées et ont entraîné des pertes de rendement (oïdium et mildiou).

Conséquences sur la qualité

Certains agriculteurs n'ont pas pu récolter du fait de la boue déposée sur les vignes. Lorsqu'il y avait de la boue mais que les viticulteurs ont tout de même récolté, des essais de vinification ont été

faits avec des baies salies (pas possible de les nettoyer entièrement), mais ils n'ont pas été concluants. La taille d'hiver suivante a permis de nettoyer les ceps ensuite.

Lorsque les grappes avaient été couvertes de boue, il est arrivé que les coopératives interdisent de ramasser pour que les vendanges souillées ne gâchent pas le reste.

A.11.3 Conséquences sur le matériel végétal

Quand les vignes étaient seulement couchées, elles ont été redressées avec un palissage provisoire (cela est possible même quelques jours après).

Les phénomènes d'arrachage ont été très localisés dans le haut du département, en bords de rivière uniquement. Ce sont en fait des morceaux de parcelles entières qui ont été enlevés par les rivières. Les surfaces concernées sont toutefois faibles (quelques rangs par parcelles maximum).

Dans un cas, l'eau stagnante a causé la perte de vignes : sur 2-3 ha de jeunes plants l'eau a stagné 1 mois. La parcelle a donc été arrachée puis drainée avant d'être replantée.

A.11.4 Conséquences sur les charges

Selon leurs moyens et leur état d'esprit (abattement ou non), les agriculteurs n'ont pas toujours poursuivi un itinéraire technique « normal ». Les exploitations en bords de rivière qui ont été fortement touchées, ont souvent arrêté l'itinéraire de l'année. Les jeunes coopérateurs ou les domaines pour qui leur exploitation est une source de revenus absolument nécessaire ont poursuivi leur itinéraire jusqu'au bout.

Il n'a pas été possible de rentrer dans les parcelles pendant 1 à 2 semaines. L'inondation a eu lieu à une période critique pour les maladies, la pression de maladie (mildiou) était très forte même avant l'inondation, ce qui nécessite habituellement 1 passage par semaine. Les traitements ont donc du être faits par hélicoptère lorsque les viticulteurs en avaient les moyens (domaines ou coopératives directement), mais l'efficacité est moindre.

Il n'y a pas eu d'effet sur la fertilisation.

Les autres opérations étaient terminées (taille, etc.).

La récolte n'a pas pu se faire mécaniquement à cause des nombreux débris. Elle a donc du se faire manuellement ce qui coûte plus cher (le double, soit 300 €/ha) d'autant plus qu'il a fallu trier les vendanges ensuite à cause des dépôts de boue.

A.11.5 Remise en état des parcelles

Nettoyage

Un temps de travail plus long a été nécessaire pour nettoyer les vignes des petits débris végétaux, recéper, etc. Il a été fait en même temps que la taille suivante. Normalement 30 à 40 h/ha sont nécessaires, l'année dernière il a fallu en moyenne 50% de plus.

Pour les déchets encombrants, il a fallu arracher les ceps pour atteindre les objets et les enlever. Lors de la réalisation des travaux, ils essaient d'endommager le moins possible le palissage. Ces opérations causent autant de dégâts que l'inondation elle-même. Pour ces travaux, les agriculteurs ont du faire appel à des entreprises externes. L'entraide bénévoles entre viticulteurs a aussi été importantes.

En général, les viticulteurs ont replanté ensuite.

Palissages

Tous les palissages ont du être repris.

Érosion

Les cas d'érosion correspondent aux parcelles qui ont été partiellement emportées par le courant. Cas d'une parcelle d'1 ha en bord de rivière, après l'inondation la rivière s'était déplacée et passe désormais au milieu de la parcelle. Le viticulteur était vieux et a donc abandonné.

Apport de terre

Des quantités importantes de terre et déchets végétaux ont été apportées sur certaines parcelles. Exemple d'une parcelle recouverte par 1,50 m de terre + débris. La parcelle a été abandonnée car il est trop compliqué de la remettre en état.

A.11.6 Conséquences à long terme

Il y a sûrement des conséquences en année n+1 mais elles sont difficile à apprécier.

Les exploitations en bords de rivière qui ont été fortement touchées, qui appartenaient à des petits coopérateurs âgés ont souvent abandonnés définitivement.

Lorsque les viticulteurs ont abandonné, cela représente une perte définitive pour les coopératives également, sans remplacement derrière. Les répercussions sur les coopératives (baisse de qualité, baisse de volume, baisse du nombre d'adhérents) ont fait accélérer les projets de fusion.

Il est difficile de chiffrer monétairement les conséquences les abandons et leur conséquences.

A.11.7 Commentaire des courbes CA 30

Ok pour la période « récolte ».

Période « végétation » : faire varier les pertes en fonction du dépôt de boue sauf quand hauteur < 40 cm. Quand hauteur < 40 cm, peut-être effets des maladies quand même.

A.12 Jean-Michel GILLOT, C Agriculture Aude, Conseiller grandes cultures

21/09/2011

A.12.1 Expériences d'inondations

Plusieurs inondations connues :

- décembre 1996 ;
- novembre 1999 ;
- 15 novembre 2005 et 30 janvier 2006 ;
- mars 2011.

Dégâts aux grandes cultures présentes à ces dates : cultures d'hiver (blé dur surtout, pois et colza).

A.12.2 Cycles culturaux

Dans la région, le blé dur est semé de fin octobre à fin novembre. Donc pour des inondations en novembre-décembre, le blé dur n'avait pas encore levé ou était au stade 1 feuille (voir 3 feuilles pour les premiers semis). En mars, le blé dur était au stade 4 feuilles à tallage.

A.12.3 Pertes de rendement

Les pertes dépendent principalement de la durée d'inondation.

Effet de la durée

Stade semis à levée Si l'eau arrivait et s'écoulait, sans rester, il y avait peu de pertes. Par contre pour les inondations où l'eau a stagné, quelques jours, le grain a pourri.

4 feuilles à tallage Blé dur Pour l'inondation en mars, l'eau a stagné mais le blé a résisté à part là où l'eau est restée 3 semaines. Toutefois, quand le blé est reparti, les agriculteurs ont pu constater au moment de la récolte des baisses de rendement d'environ 50% (25 qx/ha au lieu de 40 qx/ha), il n'y a pas eu de perte de pieds mais perte d'épis/grains. Si l'eau reste moins d'1 semaine il n'y aura pas de perte, au delà de ce délai il y aura des pertes partielles, au bout de 15 jours il y aurait 100% de perte. Il n'y a pas eu de conséquence au niveau qualitatif.

Blé tendre, orge Blé tendre et orge ont eu le même comportement que le blé dur.

Pois, colza Pois et colza sont moins résistants que le blé dur. Il est difficile de déterminer un seuil de durée à partir duquel les dommages apparaissent car les inondations ont toutes duré plusieurs jours (minimum 4-5 jours), et il y a eu asphyxie racinaire pour tous les pois et colza.

Pour l'inondation en mars, une petite partie de parcelle de colza a été inondée (20 ares) et l'eau a stagné jusqu'à la floraison (mai) entraînant la destruction des plantes (asphyxie racinaire).

Remarques

- Inondation en janvier : blé a un peu tenu mais moins qu'en mars. Moins la plante est développée, plus elle est fragile, donc entre les deux stades observés, les pertes diminuent progressivement (et les seuils de durée supportées augmentent).

Autres paramètres

Hauteur Pas d'effet car aux stades observés, l'eau recouvre entièrement les plantes de toute façon et les racines sont dans l'eau.

Vitesse En 1999, la vitesse avait causé des pertes. Pour les autres inondations il y avait peu de courant, donc pas d'arrachage ou de plante couchée (idem blé, colza, pois).

Dépôt de limons En mars 2011, il y a eu un dépôt de limon sur les feuilles mais il a plu quelques jours après et les plantes ont donc été nettoyées.

Délais pour l'observation des pertes :

Les pertes définitives peuvent s'observer dès le retrait de l'eau.

Suite aux inondations de mars 2011, la densité de peuplement est restée correcte, mais des pertes ont été observées au moment de la récolte seulement (diminution du nombre d'épis, de grains, etc.).

A.12.4 Ressemis ou réimplantation d'une culture

Ressemis de blé dur Ressemis rare car un semis en mars donnerait des rendements trop faibles (pour une même variété, rendement avec un semis en octobre = 45 qx/ha, en février = 25 qx/ha max). Exemple de l'inondation de décembre 1996 : ressemis de blé dur en février, le rendement a été divisé par 2.

Il n'y aura donc généralement pas de ressemis de blé dur même après des inondations en novembre.

Il n'y a pas eu de pétassage après les inondations vécues car le cas de parcelles partiellement endommagées ne s'est pas présenté (diminution du peuplement).

Semis d'une autre culture En 2011, les agriculteurs ont semé du tournesol fin avril. Le semis se fait normalement entre mi-mars et mi-avril mais il n'était pas possible de rentrer dans les parcelles plus tôt. Les rendements ont été bons. La récolte du tournesol a eu lieu fin août, donc il n'y a pas de conséquence sur la préparation des parcelles pour le blé dur fin octobre.

Les agriculteurs qui ont semé du tournesol n'avaient pas forcément tous cette culture dans leur assolement habituel.

D'autres agriculteurs ont mis leurs parcelles inondées en jachère, car les frais engagés pour le blé dur étaient importants.

Comme les agriculteurs n'ont pas les moyens d'irriguer, ils ne peuvent pas implanter du maïs ou du sorgho.

Modification de l'itinéraire technique de la nouvelle culture Le semis du tournesol s'est fait normalement, il n'y a pas eu d'opération supplémentaire. Il n'a pas été fait de labour car le sol était encore humide.

A.12.5 Variation de charges

En 2011, comme les pertes de rendement n'ont été observées qu'au moment de la récolte, les charges n'ont pas variées. Même si cela avait été constaté plus tôt, l'itinéraire aurait été poursuivi de la même façon.

Pour la saison 2011-2012, la quantité d'azote apportée sera certainement diminuée. En effet, les doses apportées en 2011 étaient prévues pour un rendement normal, comme le rendement a été plus faible, il y a sûrement du reliquat d'azote dans le sol. La fertilisation sera donc adaptée en fonction des résultats d'analyses qui doivent être faites prochainement.

A.12.6 Dégâts au sol

Pas de dégât causé par l'érosion lors des dernière inondations. En 1999, il y avait eu de forts ravissements.

Pas de problème de dépôt de débris.

Pas de problème de tassement.

A.12.7 Commentaires sur les courbes d'endommagement CA30

OK :

- Seuil de durée pour levée – 3 feuilles cohérent avec ce qu'il a dit.

Remarques :

- La CA 30 considère que la sensibilité du blé dur ré augmente au stade croissance après avoir diminuée au stade tallage. Cela semble un peu surprenant à M. GILLOT mais ça pourrait être expliqué par les possibilités de développement de maladies ou de champignons. La situation ne s'est pas présentée dans les inondations vécues par M. GILLOT donc difficile à affirmer.
- La CA 30 indique 25% de pertes au stade tallage pour des durées inférieures à 3 jours. C'est trop élevé d'après M. GILLOT. D'après lui, les seuils de durée pour les stades tallage et croissance devraient être relevés (par exemple < 6 j / 6 à 10 j / 2 semaines au lieu de < 3 j / 3 à 6 j / > 1 semaine).

A.12.8 Documents fournis

Documents bilans des inondations de 1996, 1999 et 2005-2006 :

- inondation décembre 1996 : ressemis de blé dur en février, rendement divisé par 2.

A.13 Alexandre LARRUHAT, CA Var, Conseiller élevages laitiers

12/10/2011 A. LARRUHAT est conseiller élevage, et plus particulièrement en charge des élevages laitiers caprins, ovins et bovins.

A.13.1 Inondations de juin 2010

Dès le 16 juin, la préfecture a contacté la Chambre d'Agriculture pour avoir un recensement des éleveurs sinistrés, une estimation des animaux perdus, les risques sanitaires encourus, et la localisation des troupeaux au jour de l'inondation.

56 élevages ont déclaré un sinistre (bâtiments, stocks, clôtures, animaux ou habitation). Plusieurs types d'élevage ont été touchés : ovins et équins surtout, caprins (2 élevages) , volailles.

Après le retrait des eaux, la priorité a été d'enlever les cadavres d'animaux morts pour des raisons sanitaires. La chambre a aidé en travaillant en partenariat avec les services vétérinaires et l'équarrissage. Ce travail a été long car souvent les brebis étaient peu accessibles (dans des arbres par exemple).

Après l'inondation, le risque d'abandon est fort : sur 56 éleveurs, 15 ont abandonné leur activité.

A.13.2 Exposition des animaux

Localisation des animaux

A la date de l'inondation, il y avait déjà quelques troupeaux en transhumance mais la plupart des transhumants étaient en préparation au départ. Le départ en transhumance se fait habituellement vers le 15 juin. Du fait des conditions climatiques habituelles durant ce mois, les éleveurs parquent les brebis dans les endroits les plus frais et les moins secs (près des cours d'eau).

Tous les troupeaux sédentaires (dont les laitiers) étaient également présents.

La chambre du Var possède un atlas des zones pâturées avec les éleveurs les utilisant et les dates auxquelles ils les utilisent. Cet atlas date de 1996 et est en cours d'actualisation. La présence sur le terrain des conseillers élevage a permis de tisser une relation de confiance avec les éleveurs du département. Il n'a pas été très compliqué de recenser les troupeaux touchés grâce à ce réseau de relations.

Pour les brebis, les dommages ont été très différents entre les élevages laitiers et les autres. Pour les laitiers, les troupeaux sont à proximité de l'exploitation et l'éleveur est présent, les dégâts ont donc été moindres que lorsque les brebis étaient en prairie parfois proches des cours d'eau.

Possibilité d'évacuation

Pour les élevages laitiers, l'éleveur présent a généralement mis le troupeau sur le quai de traite en hauteur. Le temps pour réagir a été tout juste suffisant. Sur les parcours, les éleveurs ont tenté de faire évacuer les bêtes vers les points hauts. Le temps pour réagir a été très court notamment pour les prairies en bord de cours d'eau (quelques heures dans l'après-midi). Exemple d'un agriculteur dont le troupeau était au fond d'un vallon, il a été impossible d'intervenir.

Les brebis ne nagent pas. Les chèvres non plus. Les chevaux peuvent nager un peu. Les volailles ne peuvent pas nager et leur évacuation est généralement impossible. Quoi qu'il en soit, de nombreux témoignages indiquent que les inondations se sont traduites par plusieurs vagues de plus de 2 m de haut dans les cours d'eau, qui ont tout arraché sur leur passage.

Lorsqu'il faut procéder à une évacuation, tout se fait dans l'urgence, il n'y a donc pas de bêtes prioritaires.

A.13.3 Dommages aux animaux

Morts d'animaux

Les dommages ont été très hétérogènes d'une exploitation à l'autre : de quelques brebis perdues (1 ou 2) à 1000 sur un seul troupeau par exemple.

La vitesse du courant (débit et vitesse de montée des eaux) a été le paramètre principal qui a causé la mort d'animaux. La température de l'eau, le type de sol (formation de vase ou non), la présence d'obstacles (clôtures, arbres...) et la hauteur d'eau ont également influé.

Autres conséquences sur les animaux

Il n'y a pas eu de blessure ou de problème sanitaire immédiat sur les troupeaux du fait de l'inondation.

L'inondation a certainement eu des impacts non estimés en termes de stress, avec des conséquences sur la production laitière en année n. Pas de conséquence l'année suivante ni sur la quantité ni sur la qualité du lait (pas de répercussion sur la transformation fromagère).

Il peut y avoir des répercussions sur les animaux en viande du fait que certains agneaux ont perdu leur mère, que ce sont parfois les meilleures prairies qui ont été touchées, et que la qualité du foin a changé (foin de remplacement). Certains éleveurs, notamment dans la plaine de Roquebrune sur Argens, soupçonnent une pollution des prairies dans le mois qui a suivi l'inondation : ils attribuent la mort d'agneaux à une pollution du foin récolté dans les zones inondées (par une listéria ou des hydrocarbures ?), mais aucune donnée objective ne permet de confirmer ces hypothèses.

Remplacement des animaux

Selon leur trésorerie, les éleveurs ont pu reconstituer leur cheptel plus ou moins rapidement. Généralement les éleveurs ont racheté le même nombre d'agnelles que de brebis perdues sauf quand leur outil de production était endommagé (bâtiment, prairies).

Toutefois, la sélection génétique qu'ils avaient opérée pendant plusieurs années est perdue. Pour les éleveurs très motivés, il faut compter au moins 10 ans avant de retrouver un troupeau équivalent à leur troupeau initial.

Les aides PAC dépendent du chargement en brebis à l'hectare et représentent environ 60% des revenus pour les éleveurs. Les éleveurs ont donc racheté autant que possible des animaux lorsqu'ils ont subi des pertes. Les rachats ont parfois été étalés ou certains éleveurs conserveront plus d'animaux de renouvellement mais sur plusieurs années (notamment lorsqu'ils n'ont pas été indemnisés).

Pour les chevaux, les éleveurs attendent que les bâtiments soient réparés.

A.13.4 Contrainte de localisation des troupeaux

Prairies

Il a pu y avoir de l'eau pendant 15 jours sur certaines prairies. Les éleveurs ovins disposaient d'autres prairies qui n'avaient pas été inondées pour mettre leurs troupeaux en attendant le départ en estive.

Certaines prairies étaient situées en bord de cours d'eau. Avec les inondations, elles ont parfois été partiellement emportées par le courant (perte de foncier), par exemple une bande de 10 m sur 300 m de longueur. Les éleveurs n'ont pas racheté de foncier pour compenser (nous sommes dans le Var, le foncier agricole est très rare et cher). La perte est embêtante car ces prairies étaient intéressantes : il y faisait frais en été.

Beaucoup de débris se sont déposés dans les prairies (débris végétaux, ferrailles, etc.). Le temps passé pour déblayer les prairies a été fonction de l'accessibilité du terrain et de la disponibilité du matériel.

Bâtiments

Ce sont les bâtiments les plus fragiles qui ont été endommagés : box pour chevaux, poulaillers, petits bâtiments. En brebis, peu de bâtiments ont été touchés. En chevaux, lorsque les box ont été détruits, les chevaux ont été mis en pension dans d'autres écuries en attendant que les travaux soient réalisés. En volailles, une salle de conditionnement des œufs a été touchée mais l'agriculteur disposait d'une 2^{de} salle.

A.13.5 Contraintes d'alimentation

Dommmages aux stocks

Les stocks de foin de certains élevages laitiers ont été touchés. L'eau a généralement touché le bas des stocks mais l'eau est remontée par capillarité. Lorsque le foin a été mouillé, il a fallu laisser sécher le sol avant de pouvoir restocker du foin.

Les troupeaux transhumants sont partis peu de temps après l'inondation et pour les autres élevages, les stocks de foin ont été reconstitués assez rapidement, notamment grâce à la solidarité nationale.

Les éleveurs n'ont pas eu à modifier les rations des animaux du fait d'un manque de foin.

Prairies

Les prairies inondées n'ont pas été utilisées l'année dernière, elles n'étaient pas encore productives cette année. Elles ont soit été ressemées, soit laissées se régénérer seules, soit abandonnées.

A.13.6 Dommages au matériel

Du petit matériel a été endommagé, ainsi que des voitures. Les éleveurs ont dû les remplacer.

Aucune fromagerie et aucune machine à traire n'a été touchée.

Les abreuvoirs ont peut-être pu être pollués parfois mais cela était difficilement observable et aucun effet visible n'a été observé.

Le nettoyage et le remplacement des clôtures lorsque cela était nécessaire a pris environ 2-3 jours de travail.

Les éleveurs inondés ont également perdu leurs données administratives parfois irremplaçables : registre d'élevage, factures d'achat ou de vente, données comptables,...

A.14 Guy MARJOLLET, CA Gard, Spécialiste élevage

23/03/2012

A.14.1 Contexte

Guy MARJOLLET a connu 5 inondations : 1993, 1998, 2002, 2003 et 2005. En 1993 et 1998, il n'y a pas eu d'élevage touché.

L'inondation de 2002 a concerné principalement les bords des Gardons. Il s'agissait d'une crue torrentielle très rapide et qui a duré entre 1 et 3 jours. 7 éleveurs ont été touchés, tous étaient manadiers et certains possédaient aussi des troupeaux domestiques.

En 2003, l'inondation était plus lente mais a duré plus longtemps (jusqu'à 20 à 30 jours) et a surtout touché la Camargue gardoise. De nombreux élevages ont été touchés (entre 80 et 90), mais les éleveurs étaient mieux préparés. Quelques élevages ovins et caprins laitiers ont été touchés.

En 2005, la crue avait un courant moyen et a été de courte durée, centrée sur la Camargue gardoise principalement.

A.14.2 Dommages sur les animaux

Perte d'animaux et possibilité d'évacuation

En 2002, tous les cheptels touchés par l'inondation ont été perdus. Du fait de la topographie et de la rapidité de la crue, il n'a pas été possible d'évacuer les animaux, d'autant plus que les éleveurs n'étaient pas habitués à ce genre d'événement. Il aurait fallu 2 jours pour permettre une évacuation.

En 2003 et 2005 les pertes d'animaux ont été plus importantes (entre 80 et 90 élevages touchés) mais proportionnellement moindres car les éleveurs étaient mieux préparés car plus habitués. Lors des évacuations, il arrive que des animaux soient blessés. Il s'agit donc de conséquences indirectes de l'inondation. Les animaux blessés doivent généralement être abattus.

Lors d'une inondation avec un courant faible, le paramètre principal pouvant déterminer la perte d'animaux est la hauteur d'eau. A partir de 90 cm, les veaux sont atteints et il peut commencer à y avoir de la panique. Les animaux peuvent nager mais la présence d'obstacles (clôtures, arbres, etc.) rend difficile leur progression.

Évacuation La possibilité d'évacuer les animaux lors d'une inondation dépend de beaucoup d'éléments : chemin d'accès inondable ou non, camions à disposition, nombre d'animaux, etc. Pour des agriculteurs préparés, il faudrait au minimum entre 6 et 12 heures pour permettre le sauvetage du plus important.

Reconstitution des troupeaux

Taureaux En 2002, la solidarité a permis aux éleveurs de récupérer des animaux rapidement. Toutefois, les animaux donnés n'étaient pas forcément ceux avec un potentiel très élevé. On estime qu'il faut environ 10 ans pour qu'un élevage retrouve un rythme de croisière : le capital génétique s'exprime au bout de 4-5 ans et de la sélection peut donc être faite à partir de 6 ans seulement.

En 2003 et 2005, la solidarité n'a pas très bien fonctionné car les événements faisaient suite à celui de 2002.

Ovins Des animaux ont été rachetés par les éleveurs pour reconstituer leurs troupeaux.

Autres conséquences sur les animaux

Conséquences sanitaires Suite aux inondations, le stress provoque un grand nombre d'avortements. Des traitements vermifuges sont généralement donnés en prévention aux animaux.

Il est difficile de relier l'événement d'inondation à des conséquences sur le développement d'autres maladies.

Conséquences sur la production Pour les caprins laitiers, la production s'arrête généralement après l'inondation pour plusieurs raisons : stress et défaut d'alimentation. La production repart ensuite, une fois le rythme normal de l'exploitation retrouvé.

Évaluation des dommages

Le manque à gagner lié à la dégradation du capital génétique du troupeau est difficile à évaluer.

Le manque à gagner financier lié dépend de l'activité de la manade. Si l'activité principale de la manade est à destination des touristes, les pertes seront faibles car le capital génétique du troupeau ne modifie pas ces activités. Si l'activité principale est la course camarguaise, les pertes seront plus importantes car les résultats dépendent justement du capital génétique des animaux.

A.14.3 Conséquences organisationnelles

En 2003, quelques troupeaux se sont retrouvés coincés sur des points hauts. La topographie et la décrue lente ne permettaient pas leur évacuation. Il a donc fallu les approvisionner en fourrage par des moyens adaptés : bateau, hélicoptère.

Il faut compter 1 an de non utilisation des prairies inondées (temps de ressuyage + réimplantation et pousse). Lorsque les éleveurs ne disposaient pas de prairies non inondées, les animaux ont été mis à pâturer dans d'autres endroits : stades, arènes, plaines.

A.14.4 Dommages matériels

En 2003 et 2005, il y a eu de nombreux dégâts sur divers types d'équipements : arènes, couloirs de gestion des animaux, etc.

Les clôtures sont endommagées lorsqu'il y a du courant. Avec du courant, l'inondation pourra couler ou arracher les clôtures qu'il faudra alors remplacer.

Lors des épisodes mentionnés, quelques outils ou machines ont pu être touchés mais leur remise en état n'a pas été problématique. Cela représente des coûts faibles par rapport à la perte des animaux.

A.14.5 Dommages aux stocks

Les stocks de fourrage, de grains et de paille ont parfois été inondés. Généralement ils sont entièrement perdus car même si seuls la partie basse est inondée, l'eau remonte par capillarité et humidifie tout le stock.

Les stocks de produits médicamenteux, s'ils sont touchés, sont aussi perdus.

A la différence des autres activités agricoles, en élevage les stocks sont présents toute l'année sur l'exploitation et généralement en grande quantité au début de l'hiver, période courante pour la survenue des inondations.

L'indemnisation des stocks de fourrage et de paille se fait sur la base d'une valeur moyenne de marché et non des factures réelles de rachat. Or le marché peut être influencé par l'événement d'inondation après sa survenue, et les prix peuvent s'élever rapidement. Les éleveurs sont donc rarement bien indemnisés.

A.15 Vincent MATHIEU, CTIFL Balandran, Spécialiste arboriculture

27/06/2011

A.15.1 Expériences d'inondations

Plusieurs événements en septembre et/ou octobre 2003, 2005 et 2006 suite à des épisodes cévenoles, sur le site de Balandran : 50 à 80 cm dans les parcelles expérimentales.

Vincent MATHIEU n'est pas intervenu directement suite aux inondations du Gardon et aux inondations dues à une brèche dans une digue du Rhône (zone de Fourques) . Il a discuté avec des collègues des crues du Vidourle et possède donc quelques éléments sur ces événements.

Les inondations sur Balandran consistaient à des écoulements pluviaux avec peu de force et des durées de submersion courtes (2-3 h). Elles ont causé une érosion modérée (10 cm d'épaisseur de terre arable sur la zone où l'eau avait le plus de force, environ 2000 m²), ont entraîné le paillage, causé des dégâts aux systèmes d'irrigation (asperseurs bouchés ou arrachés, tuyaux de goutte-à-goutte déplacés, etc.), et apporté des déchets végétaux et plastiques en grand nombre. Des travaux importants ont dû être réalisés lorsque le matériel végétal était atteint : racines à nu ou arbres recouvert de limon (suite à la rupture de digue).

A.15.2 Pertes de matériel végétal

Il peut y avoir perte de matériel végétal soit par arrachage, soit par asphyxie racinaire.

Arrachage La force (vitesse/hauteur) nécessaire à l'arrachage d'arbres est la même que celle entraînant une érosion. Cela dépend de la topographie et du sens des rangs.

Asphyxie racinaire Le repos végétatif est la période de résistance maximale : les risques d'asphyxie racinaire sont moindres. En moyenne, les fruits à pépins (pommiers) sont très résistants à l'asphyxie racinaire, les fruits à noyau (prunus) moins .

Pendant la phase végétative, la durée limite avant asphyxie racinaire est inférieure à celle pendant le repos hivernal.

Cf. document « Nombre limite de jours de résistance à l'asphyxie radriculaire » fournissant pour différentes variétés de porte-greffe d'arbres fruitiers à pépins ou à noyau le nombre de jours avant asphyxie racinaire pendant le repos végétatif et pendant la végétation :

- Poire (porte-greffe le plus courant Cognassier) : 150 jours pendant le repos végétatif, 70 jours pendant la végétation ;
- Pomme (porte-greffe le plus courant E M 9) : 115 jours pendant le repos végétatif, 35 jours pendant la végétation ;
- Pêche et Abricot (porte-greffe le plus courant GF 305) : 80 jours pendant le repos végétatif, 12 jours pendant la végétation ;
- Cerise (porte-greffe le plus courant SL 64) : 75 jours pendant le repos végétatif, 5 jours pendant la végétation.

Si l'inondation a lieu pendant le repos végétatif, les pertes pourront être observées au printemps, seulement 2-3 semaines après la reprise de végétation. Si l'inondation a lieu en phase végétative, les pertes se voient immédiatement.

Si le verger est dans une zone qui subit régulièrement des excès d'eau, des travaux seront certainement réalisés (arbres sur butte, dispositifs de drainage par exemple).

A.15.3 Pertes de rendement

Les pertes de rendement qui peuvent être estimées sont celles qui surviennent lorsque les fruits ou fleurs sont en contact avec l'eau. En effet s'il n'y a pas contact (et en dessous de la durée d'asphyxie racinaire), la croissance des fruits pourra être ralentie et donc le rendement diminué mais cet effet est difficilement prévisible. Le repos végétatif est donc la période de résistance maximale car les fruits ne sont pas présents. L'inondation peut également causer un stress accélérant la maturation et la chute des fruits. Cet effet est aussi difficilement prévisible.

La résistance à l'humidité des fruits est la suivante, ils sont classés du plus résistant au moins résistant : pommes (des pluies fortes peuvent entraîner des craquelures), pêches (une pluie de 150 mm sur des pêcheurs début septembre cause le pourrissement des fruits et la perte de la récolte), cerises et abricots (éclatement suite à de fortes précipitations).

Stade croissance Hauteur d'eau : Au delà de 80 cm, les fruits peuvent être en contact avec l'eau et risquent donc de développer des maladies.

- **Fruits à noyau :** dès que les fruits sont submergés, les pertes peuvent être importantes (monilia).
- **Fruits à pépins :** un traitement permet généralement d'éviter le développement de maladie (phytophthora).

Durée : Fruits à noyaux : on atteint vite une perte totale de rendement.

Durée de submersion tolérée en période végétative :

- Pommes : moins de 15 jours (selon la variété) ;
- Pêches : 2-3 semaines tout est perdu ;
- Cerises et abricots : très rapide.

Hauteur/Durée : Les pertes dépendent de la hauteur de trempage et de la durée de trempage.

Stade maturité (2-3 semaines avant) Le stade maturité est plus sensible que le stade croissance car les fruits sont plus riches en sucre et donc le développement des champignons est favorisé.

Stade floraison Pour une inondation au stade floraison, si les fleurs sont touchées, leur potentiel sera dégradée (développement de monilia, lessivage du pollen, dégradation des pièces florales).

Remarques

- Après une inondation, même si les fruits semblent ok, il y a un risque qu'ils aient été contaminés par une bactérie apportée par l'eau (E. Coli par exemple). Toutefois peu d'informations sur E coli car ce n'est pas un pathogène végétal habituel et combattu donc pas recherché.

Si l'inondation a lieu pendant le repos végétatif, les pertes pourront être observées seulement 2-3 semaines après le printemps et la reprise de végétation. Si l'inondation a lieu en phase végétative, les pertes se voient immédiatement.

Il n'y a pas de seuil de perte de rendement au delà duquel l'agriculteur arrête l'itinéraire (= 100%).

La récolte doit se faire dans une fourchette de 10 jours à 3 semaines. Si ce délai risque d'être dépassé, la récolte pourra se faire même avec une lame d'eau dans les parcelles.

Récapitulatif, dans l'ordre, des éléments déterminants d'une baisse de rendement (période de végétation ou récolte) (cf. remarques courbes d'endommagement CA 30) :

- des effets sur la physiologie du fruit (ralentissement de croissance) ;
- la non réalisation de tâches (récolte en 25 jours par exemple) ;
- un contact fruits/eau, selon la hauteur et la durée ;

- la mort par asphyxie de l'arbre.

A.15.4 Stratégie de replantation

A partir de 15-20% de perte d'arbres (dispersés), l'agriculteur replantera les arbres manquants. Mais cela dépend de l'âge du verger, s'il est trop vieux cela ne vaut pas le coup car l'écart entre les arbres sera trop important. Pour une parcelle de fruits à pépins, cela peut être fait jusqu'à 5-6 ans, et pour les fruits à noyau jusqu'à 3-4 ans. S'il y a replantation d'arbres, il faut compter des charges d'entretien supplémentaires qui seront faites pour leurs permettre de rattraper les autres arbres. Les différences de rendement s'estomperont au bout de 4-5 ans. Si l'agriculteur n'a pas les moyens de replanter ces arbres, il laissera des trous. Cela peut aussi se justifier car s'occuper d'arbres isolés (formation de la main d'œuvre, travaux non homogènes sur la parcelle, etc.) peut s'avérer compliqué.

Au delà de 25% de pertes de matériel végétal, cela devient difficile de continuer, il faudra tout arracher et replanter. L'agriculteur peut calculer un seuil adapté à son exploitation à partir des données telles que [produit total – arrachage – plantation > produit amputé des pertes].

Si des arbres sont couchés sans être déplacés, ils pourront être remis en place rapidement mais il subsistera des baisses de rendement liées au traumatisme des racines fonctionnelles. Un élagage supplémentaire devra être fait pour ne pas épuiser l'arbre et les pertes de rendements seront importantes (et potentiellement sur le long terme). On ne fait donc pas forcément ça, cela dépend aussi de la date à laquelle on peut rentrer dans la parcelle par exemple.

Renouvellement d'un verger : normalement l'idéal est de renouveler un verger progressivement (entre 5 et 10% chaque année à l'échelle d'une exploitation). En pratique, cela est rarement fait et le renouvellement dépend surtout de la trésorerie de l'exploitation. L'inondation ne peut donc pas être considéré comme un accélérateur d'un renouvellement qui aurait eu lieu de toute façon car cela dépend de nombreux facteurs (âge du verger, obsolescence de la variété, etc.).

Les pommiers sont amortis sur 15 ans.

A.15.5 Variation de charges

Toutes les charges liées aux tâches avec passage d'une machine dans les parcelles (traitements, irrigation) ne changent pas même s'il y a des pertes d'arbres ou de rendement.

Pour les charges liées à la perte d'arbres : Les charges fonction du nombre d'arbres : taille (taille, taille en vert, éclaircissage) et récolte sont diminuées (gain de temps). Pour estimer les économies, on peut calculer un nouveau nombre d'heures/ha nécessaire aux opérations en fonction du pourcentage de perte d'arbres.

Pour les charges liées à la perte de fruits : Si pas de pertes d'arbres, à partir de 30-50% de pertes de rendement l'agriculteur pourra modifier ses pratiques culturales. Il y aura des économies sur certaines opérations mais d'autres augmenteront (la taille par exemple car les branches nues doivent être enlevées). Par contre, en cas de pertes de fruits, si on choisit d'économiser sur certains traitements l'année n, des traitements supplémentaires peuvent être nécessaires l'année N+1. L'agriculteur ne choisira donc pas cette option.

La récolte des fruits devra toujours se faire même si une partie des fruits est invendable afin d'éviter que des vecteurs de maladies ne subsistent dans les parcelles. Toutefois, si la perte de fruits est importante, on pourra choisir de laisser tomber les fruits au sol et de les broyer pour accélérer leur décomposition.

Période:		repos végétatif	2 période végétative			7 récolte		8
Durée		-	< 10 jours	de 10 à 25 jours	> 25 jours	< 15 jours	15 - 25 jours	
0 - 50 cm	v -	0,00	0,00	0,20	1,00	0,25	1,00	
	v -/+	0,00	0,00	0,20	1,00	0,25	1,00	
	v +	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
50 cm - 1 m	v -	0,00	0,25	0,40	1,00	0,50	1,00	
	v -/+	0,25	0,25	0,40	1,00	0,50	1,00	
	v +	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
> 1 m	v -	0,00	0,50	0,60	1,00	0,75	1,00	
	v -/+	0,25	0,50	0,60	1,00	0,75	1,00	
	v +	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

A.15.6 Conséquences sur la qualité / le prix

Si l'inondation n'endommage pas l'arbre, elle peut ralentir la croissance des fruits et la récolte sera donc composée de fruits de calibre inférieur, vendus moins cher.

L'agriculteur peut également subir une baisse de prix de vente si pour des fruits un peu endommagés ou parce que la récolte doit être réalisée vite, il cherche à les vendre rapidement (premier acheteur, sans négociation et risque de litige).

Les pertes potentielles suite à une inondation sont trop faibles pour qu'il y ait un risque d'impact sur un marché à grande échelle.

A.15.7 Dégâts au sol

Perte de matière organique Pas de conséquence a priori sur le taux de matière organique dans le sol.

Nettoyage OK avec les chiffres CA 30 : 60 h ou 120 h/ha.

Les travaux de nettoyage sont difficilement mécanisables.

Les déchets n'empêchent pas les autres opérations, surtout si elles sont importantes (par exemple un traitement devant être fait avant une certaine date).

Érosion Les travaux à réaliser dépendent du niveau de dégât, et de l'homogénéité de l'érosion. Le facteur important est si l'on peut encore passer avec les machines ou non.

Salinisation Pas d'information précise mais a priori les arbres fruitiers y sont très sensibles.

A.15.8 Commentaires sur les courbes d'endommagement CA30 (pertes de rendement)

Le tableau présenté correspond uniquement aux pertes de rendement, hormis pour les pertes totales qui correspondent à une perte de tous les arbres (pas de pertes de matériel végétal partielles).

1 : Ces valeurs sont surprenantes car il n'y a pas de fruits sur les arbres et ce ne sont pas des conditions d'arrachage ou d'asphyxie racinaire. Cela correspond peut-être à un endommagement partiel du système racinaire. C'est aussi peut-être un moyen d'intégrer une progressivité dans les valeurs.

2 : Le premier seuil de durée devrait être inférieur. Si les fruits sont en contact de l'eau, des pertes peuvent apparaître dès 3 jours. Seuil max pour lequel il y a asphyxie racinaire complète plus proche de 30 jours d'après le graphique.

3 : Cela semble bizarre qu'il y ait déjà des pertes alors qu'il n'y a pas de contact eau/fruits pour cette hauteur. Plusieurs hypothèses peuvent peut-être expliquer ces valeurs :

- cela correspond à des pertes du fait du stress lié à l'inondation qui peut causer l'accélération de la maturation ou des chutes de fruits. La période pendant laquelle un tel stress pourrait survenir est entre 20 et 40 jours après la floraison.
- cela peut peut-être aussi correspondre à la prise en compte des effets de la non réalisation de certains traitement par exemple (maladie).
- enfin cela peut représenter une perte de rendement par diminution du calibre des fruits. Si les racines sont temporairement asphyxiées, les fruits ne croissent plus (normalement 0,3 mm/jour).

4 : Selon V. MATHIEU, il n'est pas nécessaire de considérer une tranche de hauteur moyenne. < 80 cm et > 80 cm suffiraient (limite pour le contact entre les fruits et l'eau).

5 : Ces valeurs sont surprenantes aussi car il n'y a pas non plus de contact eau/fruits.

6 : Avec 1 m d'eau et donc un contact eau/fruits, la durée avant une perte totale et sûrement inférieure à 25 jours (qui correspond à la durée pour asphyxie racinaire).

7 : Pour que cela soit cohérent, les 15 jours sont considérés avant la récolte et non à partir de la date de récolte prévue car sinon, on est déjà en dehors de la fenêtre de récolte.

8 : La fenêtre de récolte est de 10 - 20 jours environ, donc au delà si la récolte est toujours impossible, tous les fruits sont perdus (chute, surmaturité)

9 : Le tableau est cohérent sur les vitesses car elle n'intervient pas en deçà de la valeur pour laquelle il y a arrachage (valeurs identiques pour v- et v+/- en dehors du repos végétatif, cf. 1).

V. MATHIEU conclut sur le fait qu'il est surtout primordial de réussir à distinguer dans les pertes de rendement considérées l'effet de l'asphyxie partielle qui ne varie pas selon la hauteur d'eau et l'effet du contact eau/fruits qui est déterminé par la hauteur et qui varie avec la durée. Il peut être utile de construire 2 tableaux et de les fusionner ensuite.

A.15.9 Contacts

CTIFL

- Marie-Lisa BRACHET : spécialiste melons
- Patricia ERARD : spécialiste légumes (a connu des événements d'inondation)
- Raphaël TISIOT : spécialiste tomates (sous serre)
- JP PRUNET : spécialiste fruits à coque (en Dordogne)

Experts sol Plus personne au CTIFL mais plusieurs consultants spécialisés sont connus : Alain KLEIBER, MONTPEYSANT (?).

Centre de documentation Pour Balandran, prendre rendez-vous avec Thérèse PUEL. Des centres de documentation existent aussi à Paris et à Lanxade.

A.16 Jean-Luc PERÈS, BCMA, Spécialiste machinisme agricole

13/10/2011

A.16.1 Classification du matériel

Pour classer les outils selon leur sensibilité, le BCMA pourrait donner un avis. Mais pour avoir des informations plus précises sur la sensibilité des outils, il pourrait être intéressant de contacter le SEDIMA (Syndicats des distributeurs de machines agricoles qui regroupe beaucoup de concessionnaires et réparateurs). Le niveau national ne serait pas forcément pertinent mais au niveau départemental des personnes seraient peut-être en mesure d'apporter des éléments car ils voient de près les dommages des inondations. Il peut aussi être intéressant de contacter quelques adhérents.

Pour servir de base à la construction de classes de matériel, les catégories du barème peuvent servir, mais au sein d'une catégorie il peut y avoir des différences importantes. Le sous-niveau du barème peut constituer une liste de matériel assez exhaustive. Bien qu'il y ait toujours des différences entre chaque outil (au sein des sous-catégories), on pourrait considérer ce niveau comme cohérent pour une classification.

A.16.2 Courbes d'endommagement

Niveaux d'endommagement

La méthode de niveaux d'endommagement proposée par la CA 30 (Remplacement / Réparation 30% / Réparation 50%) semble bonne à M. PERES mais le seuil de 50% est trop élevé selon lui. Avec 50% de la valeur à neuf d'un outil en frais de réparation, il peut rapidement être plus intéressant d'en racheter un (neuf ou d'occasion) plutôt que de le réparer. Proposition d'un seuil haut autour de 35%, au delà rachat d'un matériel.

Il pourrait être intéressant de travailler avec une notion de cote pour prendre en compte l'âge moyen du matériel. Mais il peut être difficile d'estimer l'âge moyen du matériel sur une exploitation.

Construction des courbes d'endommagement

Il faudrait pouvoir estimer pour chaque type d'outil (sous-niveaux du barème) quel est le dégât en fonction de la hauteur d'eau et de la durée de submersion.

Étape 1 Pour estimer cela, on peut décomposer les outils en éléments sensibles. En connaissant la hauteur de ces éléments sur l'outil on pourrait alors estimer son endommagement en fonction de la durée de submersion. Les catégories d'éléments sensibles à considérer sont les suivantes : Simples (mécano-soudés) / Vérins et roulements / Transmission et pignonnerie / Électrique / Électronique.
⇒ Le BCMA ne serait pas en mesure d'avoir des réponses pour tous les outils / éléments sensibles. Par contre le BCMA pourrait participer à la construction des tableaux éléments sensibles / hauteur en complétant / corrigeant des tableaux pré-remplis par nos soins.

Étape 2 Les seuils de durées de submersion pour chaque type d'éléments sensibles pourraient être caractérisés avec une durée sans incidence et plusieurs durées problématiques (nécessitant des réparations plus ou moins lourdes). Ensuite, un coût de réparation serait attribué pour chaque durée. L'utilisation de coûts forfaitaires plutôt que de pourcentages à ce niveau semble mieux approprié. Les concessionnaires pourront participer à cette étape.

Étape 3 Pour repasser à l'échelle de l'outil on peut alors calculer pour les combinaison hauteur/durée, des dommages en sommant les dommages pour chaque élément. Cette somme peut alors être convertie en pourcentage par rapport à la valeur totale de l'outil. Si on atteint un certain pourcentage, on bascule sur un remplacement par du neuf.

D'après JL PERES si l'outil doit être remplacé, les dommages correspondent à la valeur à neuf totale et pas la valeur amortie de l'outil perdu, car l'agriculteur n'avait pas forcément prévu le remplacement, d'autant plus s'il y a plusieurs outils à racheter en même temps.

Remarques Une fois tous les tableaux construits à l'étape 2, des profils d'outils apparaîtront pour des outils qui comportent les mêmes éléments sensibles. On pourra ainsi peut-être construire des classes de vulnérabilité. Il est difficile d'essayer de construire ces classes avant pour simplifier le travail ensuite. Cela semble confirmé par le travail de la CA 30 qui montre que des outils de catégories différentes dans le barème se retrouvent endommagés de façon similaire. Il n'y a a priori pas de logique intuitive pour construire les catégories de vulnérabilité.

Le courant devrait aussi être pris en compte, plus le fait que les outils peuvent être dans les bâtiments ou hors bâtiment. Le courant peut soit entraîner les outils s'ils sont légers soit entraîner d'autres objets qui viendraient cogner dedans. La plupart des outils sont relativement sensibles aux chocs ou ont des pièces sensibles aux chocs.

Il faudrait également tenir compte du délai de livraison des outils neufs : de 4 à 6 mois. Pour faire ses travaux pendant ce temps l'agriculteur devra faire appel à des prestataires, ce qui a un coût.

A.16.3 Parcs matériels

Des parcs moyens pourront être utilisés si le territoire d'étude est suffisamment grand. Sur des petits territoires, il faudrait vérifier l'adéquation du parc moyen avec la réalité des parcs d'exploitation. Les dires d'experts permettraient de préciser ces parcs pour les adapter au contexte locaux.

Sources potentielles de données :

- système ROSACE géré par l'APCA. (contact à l'APCA : Cécile Fèvre).
- la FN CUMA peut apporter des éléments sur le matériel mis en commun selon les régions. De plus, les CUMA peuvent elles-mêmes être inondées.

Remarque : Les concessionnaires et les artisans ruraux peuvent également être touchés (entreprises ou activités agricoles ?).

A.16.4 Exemples de sensibilité du matériel

Tracteur :

- Pièces mécaniques peuvent rouiller si l'eau reste longtemps.
- Pneumatiques, pas de problème si eau douce.

Quad, hauteur seuil de dommages plus faible que le tracteur (10-15 cm des pièces sont déjà touchées).

Outils de travail du sol (outils simples avec quelques roulements et des pièces hydrauliques) :

- Charrue, sous-soleuse, décompacteur : pas ou peu de roulement. 5-10 cm pas de problème. A partir de 40 cm, axe de rotation, roulements, vérins hydrauliques donc ces pièces peuvent être endommagées. Si axe de rotation de charrue touché, la charrue entière peut être remplacée car le remplacement de cette pièce seulement est très cher.

A.17 Thierry PIANETTI, CA Gard, Spécialiste grandes cultures et prairies

28/06/2011

A.17.1 Expériences d'inondations

- Septembre 2002, crue du Gardon : gros orage localisé à l'origine de ruissellement et d'excès d'eau. Cultures d'hiver pas encore implantées. Maïs encore sur pieds.
- Novembre 2003 et décembre 2005, brèche dans la voie navigable au sud du département : pluie modérée entraînant débordement et eau stagnante. Cultures d'hiver juste implantées, peu de dégâts au sol.

Des grandes cultures et des prairies ont été touchées lors des 3 événements.

Pour les grandes cultures : 2002 cultures non implantées ou 2003 et 2005 juste implantées donc champs remis en état et ressemés soit avec la même culture si travaux faits rapidement soit semis décalé en été. En 2002, les dégâts ont principalement été des pertes de fonds importantes pour les exploitations touchées avec du courant (érosion des sols et matériel), sinon semis classique en octobre.

A.17.2 Grandes cultures

Cycles cultureux

- Cultures d'hiver semées de septembre à Novembre, récolte en juin-juillet.
- Cultures d'été semées en mai. Maïs récolté en octobre-novembre.
- = 2 périodes principales de risque : automne et début printemps (avril, mai)

Pertes de rendement

Céréales d'hiver

Stade maturité L'épi ne tolère pas d'être submergé, quelques pluies peuvent suffire à faire germer les grains.

Exemple du riz : si les pieds trempent plusieurs jours, lors des opérations après récolte (pour passer du paddy au riz blanc), on pourra obtenir 50% de déchets au lieu de 15-20%.

- Vitesse/courant. Si culture couchée, récolte perdue car développement de moisissures et même s'il était possible de récolter avec la moissonneuse-batteuse, ça n'est pas envisageable pour la qualité (risque sanitaire).
 - Hauteur. Si l'épi ne trempe pas, attente que l'eau se retire puis on poursuit (moisson de 100%). Si épi trempe, perte de 100% même si 1 jour (orge germe facilement).
 - Durée. Pas de problème d'asphyxie racinaire car plante a fini son cycle.
- À ce stade les pertes sont visibles presque immédiatement.

Stade semis à levée

- Vitesse/courant. Si peu de courant la culture reste en place. Le risque vient surtout de l'érosion et donc du mode de travail du sol plutôt que de l'enracinement. S'il y a du courant qui décape la terre, les plantes partent aussi.
- Hauteur. La hauteur n'intervient pas, même si la plante trempe entièrement.

- Durée/hauteur. Entre semis et levée, gradient de sensibilité en décroissant. Si abat d'eau juste après semis, grain pourris immédiatement (même si temps humide sans inondation : mauvais ressuyage de la parcelle). À levée (stade gaine-1 feuille), tolérance 1-2 jours si sol gorgé d'eau, 0 jour si plante sous l'eau.

Levée à 3 feuilles

- Vitesse/courant. Idem précédent.
- Hauteur. Idem précédent.
- Durée/hauteur. À 2 feuilles, tolérance 1 semaine avec sol gorgé d'eau et 1 journée sous l'eau, avec un gradient entre les 2.

Si la culture n'est pas entièrement détruite lors d'une inondation entre levée et 3 feuilles, les pertes peuvent commencer à être estimées au stade 3 feuilles (début décembre) car avant la plante continue sa croissance sur ses réserves avant de régresser (à moins qu'elle ait déjà pourrie)

3 feuilles

- Vitesse/courant. Idem précédent.
- Hauteur. Idem précédent.
- Durée. Plantule de céréales avec 3 feuilles peut rester sous l'eau 3-4 jours avec 0 perte, au bout d'1 semaine toute la culture est perdue. Entre les deux, les pertes sont graduelles.

Si inondation à 3 feuilles, 15 jours suffisent pour observer les écarts entre plantes perdues ou non.

Avant semis S'il n'est plus possible d'attendre pour semer et que la terre n'est pas encore complètement ressuyée, le semis peut se faire dans une terre humide dans une certaine limite. Après le 1^{er} décembre, le rendement diminue dans la zone de l'arc méditerranéen, après le 1^{er} novembre pour le nord du Gard. La PAC n'impose pas de limite, après cette date pas la peine de semer du blé dur par exemple (notion de rendement seuil, à partir duquel les charges de production ne sont pas couvertes par le produit de la récolte).

Remarques

- Pertes dépendent aussi du temps suivant l'épisode pluvieux ou l'inondation. Temps sec favorise la reprise.
- Classement des cultures selon leur tolérance aux aléas climatiques (dont pluies et inondations), de la moins tolérante à la plus tolérante : blé dur, blé tendre, orge.

Céréales de printemps et d'été

Stade maturité

- Vitesse/courant. Si la culture est couchée, la récolte est perdue. En dessous, pas de problème.
- Hauteur. Si l'épi ne trempe pas, attente que l'eau se retire puis on poursuit (moisson de 100%). Si l'épi trempe, maïs résiste mieux que céréales d'hiver, le grain sèche facilement (2 jours max sous l'eau, après perte de 100%).
- Durée. Pas de problème d'asphyxie car culture a fini son cycle. Maïs risque de développer des mycotoxines = dégradation de la qualité même si récolte possible = surcoût pour traiter après.

Autres stades Pour les autres stades, la sensibilité aux inondations est similaire à celle des céréales d'hiver. Toutefois, avec la phase de repos végétatif dans le cycle cultural en moins.

Ressemis ou réimplantation d'une culture

Pour les céréales d'hiver

- Pour une inondation ou un épisode pluvieux en automne ou hiver, l'agriculteur attendra jusqu'au 15 décembre pour décider ce qu'il fait :
 - Si les pertes sont partielles (30-40%), il y a généralement une fenêtre de temps sec en décembre lui permettant d'effectuer un pétassage ou un ressemis et de poursuivre la culture.
 - Si les pertes sont trop importantes (> 40%) ou qu'il y a trop de travaux à faire, il attendra février pour prendre sa décision (reprise de végétation) : semis d'une nouvelle culture ou gel. L'agriculteur peut également effectuer un pétassage en décembre et changer d'avis en février pour mettre une nouvelle culture.
- Pour un épisode pluvieux après le mois de mai, il n'y a plus guère de temps de repréparer les sols et de semer une culture d'été : les pertes sont donc de 100%.

Il y a tout de même une grande élasticité pour ressemer tant qu'il n'y a pas de dégât au sol. Ex : agriculteur à Quissac ayant semé du colza fin août qui n'a pas levé à cause de la sécheresse, a ressemé du blé en octobre mais il a estimé qu'il n'allait pas être rentable non plus car beaucoup de pluie (trop de mouillères), il a rechangé pour du tournesol au printemps.

Lorsque l'agriculteur décide de changer de culture, son objectif est d'atteindre une balance à 0, c'est-à-dire que la récolte couvre les frais de mise en culture engagée des 2 cultures. S'il n'y a pas de récolte, les charges engagées correspondront à une perte sèche. L'agriculteur peut également faire une nouvelle culture au printemps uniquement pour toucher les aides de la PAC.

Critères de décision pour implanter une nouvelle culture Dans l'ordre, les critères de décision pour implanter une nouvelle culture (après du blé dur par exemple) sont les suivants :

- pourcentage de l'exploitation touché et surface à remettre en culture : pour installer une nouvelle culture, il faut que la surface disponible soit suffisamment grande pour valoir le coup ;
- charges déjà engagées : si les charges engagées sont déjà importantes (semences certifiées par exemple) mais que les pertes sont trop grandes pour poursuivre, l'agriculteur ne voudra pas se risquer à perdre plus et préférera mettre en gel ;
- qualité de la terre (séchante ou avec une bonne réserve d'eau/une possibilité d'irriguer) : si la terre est bonne ou pourra installer du tournesol, sinon une culture de printemps (pois chiche ou pois de printemps) ;
- débouché potentiel pour la nouvelle culture (marché déjà existant, coopérative à proximité) ;
- assolement du reste de l'exploitation : beaucoup d'exploitations sont en polyculture, il est peu probable que la culture choisie ne soit pas dans l'assolement habituel (on pourra installer une culture dont il reste des semences par exemple).

Exemple : Pour un blé dur, les charges déjà engagées pour l'installation de la culture sont d'environ 350€. Le rendement de rentabilité à atteindre pour un blé dur est de 25 qx (prix bas) ou en dessous de 20 qx (prix hauts). Le pois chiche ou le tournesol peuvent rapporter de 0 à 300€ de MB (20qx en moyenne sur le Gard). Si la terre n'est pas très bonne : au-delà de 30%, l'agriculteur choisira un gel (décision difficile à prendre car souvent les pertes sont diffuses). Si la terre est bonne (réserve en eau suffisante) : au-delà de 10 à 20% de perte de rendement prévu (moins de 30 qx) on bascule sur du tournesol.

Modification de l'itinéraire technique de la nouvelle culture L'ITK de la nouvelle culture n'est pas exactement identique à celui réalisé s'il n'y avait rien eu avant : pas de labour à refaire mais seulement un travail de surface (désherbage + travaux surface ou juste travaux surface), pas d'engrais de fond à

apporter de nouveau sur la parcelle mais seulement un amendement léger. Il n'y aura a priori pas d'opération en plus à réaliser s'il n'y a pas eu de dégât à la structure du sol.

Variation de charges

Pas de variation de charges car la surface à exploiter ne change pas (traitements, moissonneuse-batteuse). La PAC impose également de poursuivre l'itinéraire technique correctement (pas de mauvaise herbe notamment).

Si l'agriculteur choisi de conserver la culture en place sans ressemis car les charges déjà engagées sont importantes, il pourra porter une attention plus grande aux tâches à réaliser pour tenter d'atteindre une balance à 0 à la fin.

Conséquences sur la qualité

Avant maturité : pas de conséquence sur la qualité du grain car les maladies fongiques pouvant apparaître font soit perdre du rendement ou des plants, soit les traitements habituels permettent de neutraliser.

À maturité : l'inondation peut causer la germination ou une baisse de qualité. Le grain peut être vendu mais rapidement et sa qualité est moins bonne (grain vitreux), le prix est donc inférieur. La production peut également être hors norme. Les baisses peuvent être d'environ 20 €/t de moins (si plus de 40% de mitadin par exemple). Pour 40 qx/ha cela représente 100 €/ha. Pour l'exprimer en pourcentage, cela dépend du niveau du prix cette année là (entre 110 et 300 €/t environ).

Dégâts au sol

S'il y a des dégâts au sol relativement importants, l'agriculteur peut perdre 1 année de culture du fait du temps de travaux pour enlever les déchets, remettre en état, rapporter du sol, ou s'il ne dispose pas d'une trésorerie suffisante pour effectuer ces travaux la 1^{ère} année.

Érosion Les dégâts au sol par érosion dépendent, dans l'ordre :

- de la vitesse de courant ;
- du mode de travail du sol : si le sol a été travaillé finement, la hauteur travaillée sera entraînée vite, s'il y a eu un labour il faudra une vitesse un peu supérieure (les mottes doivent se gorger d'eau avant d'être entraînées), et encore plus s'il y a seulement eu un décompactage. Si le sol n'a pas été travaillé (semis direct), par exemple avec du blé au stade 3 feuilles (enracinement limité), le sol ne partira pas.
- de l'enracinement des plantes.

On peut définir plusieurs niveaux d'érosion, avec des temps d'opérations de remise en état liées :

- Érosion de la couche superficielle (10 cm) sur la parcelle : 2 h/ha de travail du sol avec un outil à disque, que l'agriculteur peut réaliser lui-même.
- Érosion localisée sur 20 cm sur une seule raie par exemple (labour) si sur une seule raie : 2-3 h/ha de labour par l'agriculteur lui-même.
- Érosion importante formant plusieurs ravines de 2-3 m avec un volume de terre perdue important : 2-3 h/ha de travaux la 1^{ère} année pour aplanir un peu et pouvoir semer, puis l'année suivante apport de terre en quantité (soit récupérer la terre qui a été entraînée si elle est en bout de parcelle, soit en acheter) nécessitant plusieurs trajets de tractopelle : 1 camion = 30 min pour 6 m³. Si ravine de 100 m sur 10 m = 200 m³ = 30 camions = 2-3 jours au moins de chantier (1 jour de camion si terre pas loin, 1 jour pour niveler a minima).

S'il n'y a pas le temps ou l'argent disponible pour remettre en état les parcelles avant le semis, les parcelles peuvent être semées partiellement (là où il n'y a pas de ravine) et les travaux seront effectués l'année suivante. En 2002, certaines parcelles ont attendues 2 ans avant d'être ressemées (pas d'aide calamité agricole si les dégâts sont supérieurs à la valeur foncière).

Le principal facteur limitant à la réalisation des travaux sera la disponibilité sur l'exploitation ou à l'extérieur de l'équipement nécessaire.

S'il y a érosion, les plantes situées sur les zones touchées sont perdues.

Perte de matière organique S'il y a érosion de la couche superficielle, la terre mise à jour en dessous est généralement plus minérale et nécessite donc un apport de MO étalé sur plusieurs années (2-3 ans) si l'agriculteur a les moyens ou s'il ne les a pas une mise en prairie qui restaurera un taux de MO plus satisfaisant au bout de 5 ans.

Si l'eau a stagné sans érosion, elle apporte généralement des alluvions (limoneuses) intégrées dans le sol lors des travaux, qui ne perturbent pas la poursuite de l'ITK.

Débris On peut définir plusieurs niveaux de dégâts pour les débris selon la nature et la taille des déchets :

- Dépôt de pailles et résidus de cultures : pas gênant pour poursuivre la culture, s'il les quantités apportées n'écrasent pas la culture en place.
- Apport de branches ou de petits arbres en nombre limité : il faudra attendre que la terre sèche pour pouvoir entrer dans la parcelle sans faire de dégât autour (vers février) et enlever les branches (après tronçonnage éventuellement) = 1 jour pour tronçonner et sortir.
- Apport d'arbres, d'embâcles, de cailloux : culture probablement recouverte donc difficile de poursuivre ou de semer = 3-4 jours pour tout pousser ou plus si embâcles dispersés.

Pollution Le risque peut exister (cuve de carburant par exemple) mais M. PIANETTI n'en n'a jamais eu d'exemple.

Le problème d'apport par l'eau de graines de plantes envahissantes est par contre plus vraisemblable, et nécessiterait des traitements herbicides supplémentaires à effectuer.

Commentaires sur les courbes d'endommagement CA30

OK :

- Pour le blé, la sensibilité décroît du semis au tallage, puis au printemps lors du redémarrage sensibilité redevient forte (après montaison, normal que le seuil soit inférieur) + sensibilité au couchage avec courant.
- Courbes de sensibilité idem pour culture d'été.
- Culture d'été, pas le stade de repos végétatif donc une phase de moins.

Corrections :

- Pour v+/-, ça n'est pas pris en compte mais la nature du travail des sols intervient.
- Ajouter un stade Épiaison avec hauteur qui intervient : épi trempe ou non. Culture d'hiver plus sensible si l'épi trempe à la germination que les cultures d'été.

A.17.3 Prairies

Pertes de rendement

- Vitesse. Pas de problème.

- Hauteur. Pas d'influence.
- Durée. Pendant l'hiver, prairie de graminée tolère jusqu'à 1 semaine sous l'eau (idem céréales d'hiver), au-delà tout est perdu. Légumineuses beaucoup plus sensibles : 2-3 jours seulement. Au printemps, idem céréales en montaison : tolérance assez faible pour les graminées et les légumineuses.

Problème surtout si destruction de la prairie et que l'exploitant ne peut pas ressemer de suite = perte de 2 ans au lieu d'1 (car la 1^{ère} année, la prairie donne moins de toute façon).

Réimplantation

Si stagnation d'eau sans ressemis, risque que la flore naturelle reprenne le dessus. Elle est souvent moins intéressante pour les bêtes. Donc on considérera souvent un ressemis par-dessus la prairie touchée.

Variation de charges

Pas de variation de charge.

Conséquences sur la qualité

Si inondation sur luzerne en mai juste avant la fauche, les plantes sont couchées ce qui retarde la fauche. Le foin devient alors un peu trop mur, et sa qualité est moindre (voire pourri). S'il est destiné à de l'autoconsommation et pour de la viande, pas besoin de complément. S'il est destiné pour des animaux pour le lait (brebis AOC) : des compléments seront nécessaires (autres cultures de l'exploitation par exemple).

Dégât au sol

Érosion Il n'y a pas de risque d'érosion sur une prairie déjà implantée, même avec du courant.

Débris Si cailloux ou embâcles importants déposés dans la prairie, la fauche n'est plus possible et il faut réimplanter la prairie en entier. On ne peut pas envisager de fauche partielle de la parcelle.

Si petits débris, peut poser des problèmes. Ex : petit débordement, l'exploitant ne fait rien et au moment de la fauche la machine prend un bidon ou un plastique. Embêtant si le foin est vendu.

Perte de fonds

Difficile de considérer les prairies comme les cultures pérennes car pas vraiment de valeur de fonds. Mais un peu à mi-chemin quand même... (?)

Remarques

Pour les prairies : prévoir plusieurs parcelles dont certaines non inondables.

Pour les animaux : prévoir des zones de retrait.

A.17.4 Contacts

Conseil d'aller voir dans la CA Aude, son homologue Jean-Michel GILLOT. Plusieurs inondations du côté de Narbonne.

A.18 Jérôme POULARD, Coopérative UniRé, et Thierry MASSIAS, conseiller maraîchage – CA 17, Spécialistes viticulture et maraîchage (pommes de terre)

15/11/2011

A.18.1 Cultures touchées par Xynthia sur l'Île de Ré

Au total, 307 ha de cultures ont été inondés, dont :

- 145 ha de vignes ;
- 128 ha de céréales (blé ou orge en rotation avec la pomme de terre) ;
- 33 ha de pommes de terre dont 15 ha déjà plantés et le reste prêt à être planté ;
- 1 ha de maraîchage.

En tout, 42 agriculteurs sont concernés mais ils ont été touchés de manière très inégale : 3 viticulteurs ont perdu plus de 75% de leurs vignes et 1 a abandonné, 1 exploitant de pommes de terre a eu 10 ha à lui seul inondés.

Du matériel et des stocks ont également été touchés.

Les inondations ont pu durer de 3 jours à 2 semaines. Les hauteurs d'eau ont pu aller de quelques centimètres à plus d'1 mètre. La salinité a pu se propager par capillarité dans des zones non directement inondées.

Le temps après Xynthia n'a pas été favorable au redémarrage des cultures car il n'a pas plu du tout.

Le problème principal pour les agriculteurs a été le choc moral causé par l'inondation. Souvent ils avaient également les dégâts sur leur habitation à gérer en parallèle. De plus, les indemnisations ont été connues très tard ce qui a renforcé l'inquiétude des exploitants.

A.18.2 Remise en état des parcelles

Traitement de la salinité

Un suivi de la salinité a été réalisé. Des analyses de salinité ont été faites à 3 dates, en plusieurs points de l'île et pour 2 horizons de sol à chaque fois (0-30 cm et 30-60 cm en vignes et 0-15 cm et 15-30 cm en pommes de terre). Généralement ce qui a été constaté dans les premiers mois après la submersion est le lessivage de la salinité du 1^{er} horizon vers le 2^{ème} et donc vers les racines des plantes. Il n'a pas été possible de mettre en évidence une corrélation entre durée de submersion et salinité du sol sur la base des analyses et des observations.

Les sols de l'île de Ré sont plutôt sableux. La problématique de la sodicité des sols ne s'est donc pas posée. La recherche de solution s'est plutôt concentrée sur la salinité. De toute façon, le gypsage n'est pas envisageable sur sols sableux et calcaire et encore moins en vigne. Il a été conseillé l'aération des sols dès que possible et l'apport de matière organique (matière organique sous forme de déchets ligneux par exemple) car les sols s'étaient tassés et avaient perdus leur activité biologique du fait de la salinité de l'eau de submersion). L'épandage de matière organique coûte environ 150 €/ha.

Certains agriculteurs ont semé une culture de sorgho fourrager sur les parcelles de pommes de terre inondées pour accélérer l'aération du sol et le lessivage du sel. Le sorgho n'a pas toujours levé du fait du manque d'eau (pas de pluie après l'inondation).

Certaines parcelles à proximité des marais salants ont eu des salinité encore plus élevées que les autres du fait de la dilution des stocks de sel dans l'eau de submersion.

Un bilan est prévu l'année prochaine pour faire le point sur la structure des sols inondés. Ce bilan sera fait en se basant sur la méthode Hérody qui prévoit l'interprétation de profils et de prélèvements pour évaluer la structure du sol, la vie microbienne, la caractérisation de la matière organique.

Nettoyage des parcelles

Le nettoyage des vignes a été une opération très lourde. 300 personnes ont participé bénévolement pendant tout un après-midi pour nettoyer 100 ha de vignes. Les déchets présents étaient principalement des débris végétaux. Il n'y a pas eu de gros encombrants. Dans les vignes, les rangs sont assez espacés ce qui a permis d'évacuer facilement les déchets lorsque cela était nécessaire.

Il y a peut-être eu des problèmes de pollution par des hydrocarbures ou des produits phytosanitaires mais ils n'ont pas été détectés spécifiquement car les problèmes de salinité ont pu les occulter.

A.18.3 Dommages sur les vignes

Concernant la vigne les proportions sont à peu près les suivantes : 50 ha ont été détruits entièrement, 50 ha ont été partiellement endommagés, et 50 ha ont conservés une récolte normale.

Les portes-greffes et les cépages sont plus ou moins sensibles à la submersion (salinité et inondation).

Lorsque la vigne avait été taillée juste avant la submersion, elle a été plus sensible.

Après Xynthia, les vignes touchées ont débourrées normalement pour la plupart mais les dommages ont été visibles après car les pousses ont séché petit à petit jusqu'en juillet parfois. Dans d'autres conditions (terres lourdes), les exploitants ont rapidement vu que la vigne ne repartait pas.

Les vignes mortes ont été replantées pour une partie (20 ha en 2011), pour les parcelles en pommes de terre les agriculteurs ont mis des céréales en attendant. Souvent les exploitants possèdent d'autres parcelles en vignes ou avec d'autres cultures et donc la replantation n'est pas toujours une priorité.

Lorsque la vigne est repartie, les rendements ont été corrects, contrairement aux craintes des exploitants. Tout le raisin inondé avait été vinifié à part mais le vin produit a finalement été correct, avec toutefois un degré légèrement inférieur. La vendange a été décalée car les raisins avaient un retard de maturité.

Du fait de la salinité, les pertes au sein des parcelles ont été très hétérogènes. Au delà de 30% de pieds manquants, la parcelle entière sera replantée.

Les charges ne varient pas lorsque les pertes sont dispersées dans une parcelle, sauf pour la main d'œuvre. Les charges de main d'œuvre diminuent proportionnellement au rendement.

A.18.4 Dommages sur les pommes de terre

Le cycle des pommes de terre primeur de l'île de Ré est le suivant :

- plantation entre fin janvier pour les plus précoces à mi avril pour les plus tardives ;
- récolte du 20 avril à mi juin.

Dans la plupart des parcelles inondées, la salinité est restée en dessous du seuil de toxicité pour les pommes de terre.

Lorsque les pommes de terre étaient déjà plantées, tout a été perdu et la culture n'a pas été poursuivie.

Dans les parcelles qui n'avaient pas encore été plantées, les pommes de terre n'ont pas pu être plantées en 2010. Une détérioration de la structure physique du sol était visible et a nécessité un travail du sol et l'apport de matière organique. En 2011, ces parcelles ont pu être plantées lorsque les travaux avaient été réalisés. Certains exploitants n'ont pas réalisé les opérations de remise en état du

sol la 1ère année ou les ont faites tardivement car ils disposaient d'autres parcelles. Ces parcelles là n'ont pas pu être replantées en 2011 car la salinité y était encore trop élevée et la structure du sol trop dégradée.

Un agriculteur a planté des pommes de terre vers fin avril, les rendements obtenus ont été faibles.

Des problèmes se sont également posés pour l'irrigation des parcelles. L'irrigation est absolument nécessaire pour obtenir de bons rendements (si pas d'irrigation 7-8 tonnes contre 18-20 tonnes normalement). Parfois, l'eau des puits était saumâtre et donc inutilisable, il a alors fallu apporter des citernes.

Certains agriculteurs ont préféré détruire leur culture de céréales en parcelle non inondée pour la remplacer par de la pomme de terre qui était prévue sur des parcelles inondées.

A.18.5 Dommages sur la maraîchage

Principalement 1 agriculteur a été touché. Il possédait 2 tunnels plus des cultures plein champs. Après l'inondation, il a provoqué le lessivage de la salinité en arrosant (2 fois 50 mm). En 2010, les cultures plantées ont poussé (tomates, aubergines, poivron) mais avec des symptômes inhabituels (décoloration des feuilles, problème d'assimilation de l'eau, etc.).

A.18.6 Dommages sur les céréales

Le blé est reparti sur une des exploitations touchées. La levée a été très hétérogène à l'hiver 2010 pour les parcelles semées.

Les cultures de céréales ne représente pas un enjeu financier important pour les agriculteurs mais ont avant tout un but de rotation avec la pomme de terre pour éviter le développement de champignons.

Les charges engagées sont faibles : pas d'engrais de fonds, un peu d'engrais minérale et un herbicide.

A.18.7 Dommages aux bâtiments, aux stocks et au matériel

Les bâtiments ont dû être nettoyés. Dans certains cas les installations électriques ont dues être refaites.

Les stocks ont pu être déplacés ou détruits par l'inondation. Généralement quand des produits phytosanitaires ont été mouillés, ils étaient inutilisables car compactés.

Dans les bâtiments, le petit matériel a pu être endommagé. Les machines agricoles touchées ont soit dues être remplacées, soit subir des réparations selon la hauteur d'eau qu'il y a eu.

A.19 Thierry RATTIER, CA Vendée, Conseiller grandes cultures

27/09/2011

A.19.1 Événements d'inondation

Tempête de 1999

En 1999, certaines parcelles avaient été submergées lors de la tempête. La zone submergée était relativement restreinte. L'eau est restée 3-4 jours dans les hautes terres, 8 jours dans les terres basses. Les agriculteurs ont craint des effets sur le sol, mais l'eau étant plutôt saumâtre ou douce il n'y en a pas eu d'importants. Les dégâts sur les cultures (blé dur principalement) ont été faibles, les parcelles ont pu être récoltées. Il y a eu un gypsage massif avec un retour à l'équilibre des sols relativement rapide.

Xynthia

En février 2010, Xynthia a entraîné la submersion d'environ 10 000 ha de grandes cultures dans les marais poitevin et breton. Dans le marais poitevin les surfaces submergées étaient principalement des grandes cultures avec majoritairement du blé (blé dur essentiellement et un peu de blé tendre) et des parcelles préparées pour les cultures de printemps, et quelques surfaces en herbe. Le premier travail de la chambre a été de faire un état des lieux des surfaces inondées avec les agriculteurs du secteur (cartographie), des analyses de la salinité de l'eau d'inondation ont ensuite été menées, puis une cartographie des durées de submersion a été réalisée.

Il y a eu peu de prairies touchées car elles sont situées plus au nord. Dans les prairies anciennes la végétation est repartie, dans les prairies neuves, des pertes ont été observées (pertes totales).

Les eaux étaient relativement salées par rapport à 1999, avec des taux de 30 à 70% de la salinité marine. L'eau est restée de 2-3 jours à 3 semaines. Il y a eu peu de courant en dehors des zones à l'arrière des digues. Il y a eu jusqu'à 3 mètres d'eau.

L'inondation a eu lieu en 3 temps : une submersion directe par dessus les digues ou par formation de brèches, une submersion liée à la marée haute, des inondations par diffusion de l'eau salée via les canaux (à l'origine d'inondation de parcelles plus éloignées et parfois déconnectées des autres).

A.19.2 Dommages de Xynthia

Dommages aux cultures

Pertes de rendement Dans les zones où l'eau d'inondation avait une salinité supérieure à 50% de l'eau marine, il y a eu perte totale des cultures. Ailleurs, le seuil de survie des cultures était autour de 2-3 jours. Toutefois cela reste difficile à estimer car les zones submergées moins longtemps sont aussi les zones submergées avec de l'eau moins salée. Aucun effet hauteur d'eau n'a été observé. Dans les quelques zones inondées avec du courant, tout a été arraché. Quand la culture est repartie, les pertes de rendement ont été de presque 50 % (30-40 qx au lieu de 70 qx/ha). Le blé dur est plus sensible que le blé tendre aux inondations et à la salinité.

Les pertes ont généralement été observées dès le retrait des eaux mais dans certaines zones on a pensé que les cultures allaient repartir pendant quelques jours / 1 semaine avant de constater la mort des plantes (demande climatique forte car temps sec).

Poursuite des cultures Après la submersion, les agriculteurs ont parfois semé de l'orge de printemps sur les parcelles destinées aux cultures d'hiver. Il y a pu avoir quelques récoltes d'orge mais les rendements étaient faibles. Les parcelles non ressemées ou celles destinées aux cultures de printemps ont soit été laissées nues soit plantées en tournesol. Il n'a pas été possible de semer du maïs car c'est une culture très sensible à la salinité. Le tournesol a relativement bien fonctionné et a permis d'améliorer le drainage des sols.

Dommages au sol

Avant l'inondation, l'hiver avait été froid et les argiles avaient donc beaucoup travaillé en se fissurant (ce qui est habituellement souhaité). Quand l'eau est arrivée, elle s'est facilement infiltrée dans la macroporosité favorisant la fixation de la salinité dans le sol. S'il y avait eu des pluies juste après l'inondation il y aurait eu lessivage du sel.

Par substitution des ions calcium par des ions sodium apportés par l'eau de mer, le sol a changé de composition (sodicité). La structure du sol devient alors instable (déstructuration des feuillets argileux). Il faut alors apporter du gypse pour retrouver la structure initiale du sol.

Un gypsage des terres inondées a été réalisé à l'automne 2010. Toutefois, une pluviométrie importante est nécessaire pour l'action du gypse et l'hiver 2010-2011 a été relativement sec. Les sols n'ont donc pas entièrement retrouvé des structures stables dès la 1^{ère} année. Du gypse est à nouveau apporté cette année (automne 2011).

La dégradation du sol est variable selon les horizons.

Gypse = 45€/tonne épandue. Pour l'épandage, des entreprises sont intervenues car le matériel nécessaire est spécifique. Le gypsage est normalement étalé sur 3 ans (avec retour à un état proche de l'état initial à la fin).

Dommages sur la saison suivante

Les impacts sur la saison suivante (semis d'automne 2010) ont fortement dépendu de la nature du sol et du développement d'une sodicité plus ou moins importante.

La plupart des terres ont tout de même été remises en culture. Il n'y a pas encore eu de maïs ressemé. Les récoltes ont été plus ou moins bonnes selon l'état initial (avant inondation) des parcelles (si la structure était très stable, les sols récupèrent plus rapidement) et du travail du sol qui a été effectué (il faut éviter le tassement pour favoriser le drainage des ions sodium).

En tournesol, le potentiel est récupéré. En cultures d'hiver pas encore complètement (60% du potentiel récupéré pour la saison 2010-2011).

Remise en état

Avant la réimplantation des cultures, il a fallu réaliser un travail du sol supplémentaire pour aérer le sol et le niveler. Sinon il n'y a pas eu de charge supplémentaire dans l'itinéraire. La vie biologique du sol a été très touchée mais pas d'opération spécifique effectuée.

Des travaux importants ont dû être faits pour remettre en état les bordures de canaux/fossés et à proximité des digues. Les coûts sont supportés par les syndicats mixtes pour les canaux principaux. Ces travaux n'ont pas retardé la remise en culture en avril 2010 car ils ont pu être réalisés relativement rapidement.

Les déchets apportés étaient surtout des débris végétaux ils ont donc pu être nettoyés mécaniquement.

A.20 Julien RENON, Ferme expérimentale de Jalogny, CA Saône-et-Loire, Spécialiste élevage et prairies

17/11/2011

A.20.1 Contexte

La Grosne passe à proximité immédiate de la Ferme expérimentale de Jalogny.

La cour et les bâtiments de la ferme sont en zone inondable ainsi qu'environ 50 ha de parcelles principalement autour de la ferme et un peu en allant vers Cluny et au sud de la ferme.

L'ensemble des structures de l'exploitation sont rehaussées à 2 m ou 2,50 m pour être hors d'eau lors des inondations (stabulations, fosse à lisier, etc.).

Les parcelles sont en assolement prairies temporaires/céréales/maïs ensilage ou en prairies naturelles. Les fauches d'ensilage ont généralement lieu en mai.

Les inondations peuvent se produire de 1 à 2 fois par an en moyenne, entre février et avril ou autour de novembre. L'inondation peut généralement être prévue 1 ou 2 jours à l'avance (selon la pluviométrie), et dure moins de 24 h (sauf dans les cuvettes où l'eau peut stagner quelques jours). Le courant peut être relativement fort, charriant beaucoup de débris végétaux.

Le dernier épisode d'inondations date de novembre 2009. L'eau est montée exceptionnellement vite : à 4h du matin, le personnel habitant près de la ferme a vu que l'eau commençait à arriver et à 6h les vaches avaient déjà les pieds dans l'eau (50 cm à 1 m d'eau).

A.20.2 Dommages sur les prairies

Globalement la principale conséquence des inondations sur l'herbe est la baisse de qualité. Du fait du courant moyen et de l'enherbement des parcelles, il n'y a pas de dommage causé par l'érosion.

Baisse de rendements

Les inondations peuvent causer des variations de rendement. Toutefois, les rendements étant influencés par de nombreux facteurs et étant donc variables d'une année sur l'autre, ces baisses ne sont pas suffisamment significatives pour avoir été notée comme dues spécifiquement à une inondation.

L'inondation peut également verser l'herbe ce qui rend la fauche plus difficile et donc les quantités récoltées légèrement moindres.

Les quantités n'ont jamais été modifiées de façon à modifier l'approvisionnement en fourrage distribué aux animaux.

Perte définitive de la prairie

Il n'a jamais été nécessaire de ressemer une parcelle ou une prairie après une inondation.

Baisse de qualité

L'inondation peut verser l'herbe qui se salit au contact de la terre. L'ensilage sera donc de qualité moindre.

Si une crue se produit début mai, le risque est que le planning de fauche soit décalé car il faudra attendre 2 à 3 semaines avant de pouvoir rentrer dans les parcelles. L'herbe aura alors dépassé le stade optimale (épiaison) et perdra de sa qualité énergétique.

Toutefois les pertes de qualité n'ont jamais été telles que l'ensilage n'ait pu être utilisé.

La contrepartie financière peut être estimée par la perte de valeur énergétique due à une récolte à un stade de moindre qualité : on peut, à partir de la valeur énergétique de l'orge (1,09 UFL par kg de Matière sèche) à laquelle on applique une valeur de marché (200 à 250 € par tonne HT), estimer par équivalence le coût de la perte de valeur alimentaire (on pourrait passer de 0.8 UFL à 0.7 UFL par KG de matière sèche d'ensilage d'herbe avec un rendement de 5 tonne de matière sèche en ensilage) soit $5000 \text{ kg MS} \times 0.1 \text{ UFL} \times 0.25 \text{ € l'UFL d'orge} = 125 \text{ € par hectare}$ (sans considérer de perte de récolte, ça se discute).

Conséquences sur une prairie nouvellement semée

Lorsque des prairies sont semées, le semis se fait en automne (septembre). Une inondation pourrait donc freiner le démarrage voir emporter les graines si l'inondation a lieu juste après le semis. Il faudrait alors soit ressemer si les délais le permettent soit attendre l'année suivante. Ce cas ne s'est jamais produit sur la Ferme.

Variation de charges

Après une inondation, la fertilisation minérale doit généralement être refaite.

Il n'y a pas de risque de maladies après les inondations, aucun traitement supplémentaire n'est fait.

A.20.3 Dommages sur les animaux

Évacuation

Lorsqu'une inondation approche, les animaux sont sortis des parcelles inondables pour être mis soit dans des parcelles hors d'eau, soit dans les bâtiments. Il faut donc être capable d'anticiper ou d'intervenir rapidement si le risque n'a pas été prévu. La mise en sûreté des animaux à la Ferme de Jalogny, nécessite 1 journée, voir ½ journée minimum. Des remorques sont utilisées entre les sites.

Comme il faut généralement agir vite, il n'est pas donné priorité à une catégorie plutôt qu'une autre (sauf peut-être les veaux et leur mère).

En 2009, les animaux ont eu les pieds dans l'eau à 4h du matin car l'eau est montée de façon imprévisible. Il était donc trop tard pour intervenir. Il a fallu attendre l'aide des pompiers le lendemain. Heureusement les vaches et leurs veaux s'étaient réfugiés sur une zone de la parcelle en léger dôme et il n'y a pas eu de pertes d'animaux alors que dans les zones en cuvette il y a pu avoir 1 m d'eau.

Les animaux peuvent nager un peu mais se fatiguent vite, surtout les veaux. A partir de 50 cm – 1 m il y a un risque que les veaux soient entraînés.

La gestion de la ferme est adaptée à ce risque d'inondation : les parcelles difficiles d'accès ou facilement inondables ne sont pas utilisées pendant les périodes à risque.

Conséquences sur les animaux

Développement de maladies Il n'y a pas de risque que les bêtes développent des maladies car elles ne restent pas longtemps dans l'eau.

Toutefois, si les veaux ont le ventre qui trempent dans l'eau (50 cm) alors que leur nombril n'est pas cicatrisé, cela peut causer des infections potentiellement mortelles (fragilité des veaux jeunes).

Sur les vaches, si le ventre trempe dans l'eau, cela peut peut-être perturber leur digestion ou leur allaitement, mais au delà de plusieurs jours vraisemblablement.

Si les veaux restent dans l'eau trop longtemps, il y a aussi un risque d'hypothermie.

Conséquences sur la production Sur les animaux à viande, il est très difficile de noter une variation dans la production de viande. En effet, les animaux ont une capacité de compensation, et les facteurs influençant sont nombreux (ce n'est pas 1 jour dans le cycle qui peut faire varier radicalement la production de viande).

Variations de charges

Lorsque les animaux sont mis en bâtiments plus tôt que prévu, cela génère des coûts supplémentaires en paille, en fourrage et en temps. C'est beaucoup de travail supplémentaire, il faut compter environ ½ journée pour changer les animaux de bâtiments, repailler, etc..

A.20.4 Dommages matériels

Les dégâts matériels sont nombreux : dégradation des clôtures et dépôt de débris principalement.

L'inondation dépose généralement beaucoup de débris végétaux qui se coincent dans les fils des clôtures. Le nettoyage est alors long (nettoyage manuel, remplacement des fils cassés et des piquets). M. RENON évalue le temps de travail environ 4 ou 5 fois supérieur à l'inspection des clôtures qui est faite habituellement, soit 1 semaine maximum (en temps cumulé et non réalisé en une seule fois). Il y a peu de ferrailles ou de plastiques charriés par les inondations. Le coût d'installation de clôtures est de 7,50 €/ml (clôtures électriques 2 fils), c'est le prix utilisé par les assurances. Sur 50 ha, il faut compter entre 5 et 10 kml minimum.

Dans les bâtiments, tout est rehaussé, il n'y a donc pas de dégât sur les installations.

A.20.5 Dommages aux stocks

Si l'herbe est déjà enrubannée et stockée soit dans les bâtiments soit encore dans les parcelles, l'inondation peut faire flotter les balles et les entraîner loin.

A.20.6 Contacts

Se renseigner dans les départements en bordure de Loire. En Saône-et-Loire, les crues de la Loire causent parfois des dégâts.

A.21 Patrick ROBIN, CA Var, Spécialiste horticulture et maraîchage

12/10/2011

A.21.1 Inondations de juin 2010

En 2010, il a plu environ 500 mm sur la journée. Dans les zones inondées, il y a eu environ 2 m d'eau qui a stagné seulement quelques heures mais avec un courant très fort et rapide (comme une vague).

450 agriculteurs, toutes cultures confondues ont été touchés, sur environ 1000 ha.

Dans les cultures gérées par M. ROBIN, les principales cultures touchées par les inondations de juin 2010 sont :

- en maraîchage :
 - melon : la crue a eu lieu 1 semaine après les 1^{ères} récoltes, presque tout ce qui restait a été perdu ;
 - salades : les salades de cycle court ont pu être replantées rapidement ;
 - cultures sous tunnels (tomates, concombres, aubergines, poivrons) : tout a été perdu ;
- en horticulture : quelques exploitations de rosiers hors sol où la vague a emporté les bacs et renversé les rosiers qui ont dû être remplacés ;
- en pépinières : les végétaux en containers ont été emportés par la vague (2 m), certains ont pu être récupéré plus loin mais la plupart étaient perdus, les plantes en pleine terre ont bien résisté ;
- en plantes en pots sous serres : les tablettes ont été emportées et détruites par la vague, les vitres ont été cassées.

Dans les sièges d'exploitations, les pertes les plus dommageables sont les documents administratifs (assurances, etc.).

D'après M. ROBIN, en plus des pertes, de nombreux agriculteurs doivent faire face à des conflits avec les assurances qui ne veulent pas prendre en compte les valeurs d'usage du matériel ou qui refusent de fournir aux agriculteurs les copies de leurs contrats.

A.21.2 Dommages aux cultures

Pertes de rendement

Pour les melons, tout a été perdu. Cette année, les agriculteurs ont pu avoir une récolte normale.

Pour les tunnels, les arceaux ont parfois été pliés. Ils ont généralement été remplacés lorsque l'agriculteur en avait les moyens. Sinon ils ont été redressés lorsque c'était possible.

En maraîchage et en fleurs coupées, les agriculteurs ont dû attendre l'automne pour redémarrer leur activité.

En horticulture, les agriculteurs avaient généralement plusieurs établissements. Ils ont donc remis en état un seul établissement prioritairement pour pouvoir reprendre leur activité. Ils attendent maintenant que les discussions avec les assurances aboutissent pour poursuivre les travaux (dommages aux plantes non pris en compte et vétusté exagérée pour le matériel). Cela représente environ 2/3 des surfaces qui n'ont pas été remises en état.

En plantes en pots, tout a été emporté. Un agriculteur a par exemple pu récupérer une centaine de végétaux à 100 m de son exploitation. Pour les orchidées sous serres, les pieds mères ont été perdus ce qui représente la perte d'un travail de plusieurs années et parfois la perte de collections qui n'existaient qu'ici.

Délai d'observation des pertes

L'écoulement de l'eau était rapide, et au bout de quelques jours, il n'y avait plus d'eau. En octobre la plupart des cultures étaient déjà remises en place. Pour le maraîchage, le créneau des cultures d'été était terminé et les agriculteurs sont donc passé directement aux cultures d'hiver. Pour les salades, le temps après l'inondation a été sec et le ressuyage rapide, 1 mois plus tard les salades ont donc pu être replantées.

A.21.3 Dommages aux parcelles

Perte de sol

Dans certaines parcelles l'érosion a été très forte. Par exemple il y a eu des trous de 3 à 4 m. Il a alors fallu apporter du remblais puis de la terre végétale lorsque cela était possible. Ces travaux ont été financés par les collectivités dans le cadre des PPRI.

Déchets

Le dépôt de débris a été très varié selon les endroits. Le type de débris également : pierres, plastiques, machines à laver, etc. Le nettoyage a été supporté par la Chambre, le CG et les Mairies. L'enveloppe a été d'environ 2500 € par agriculteurs, soit 3 jours de travail.

Pollution

Le sol a parfois été pollué par du gazole. Les agriculteurs ont replanté cette année mais il y a des doutes sur la qualité des productions car l'odeur est persistante.

A.21.4 Variation de charges

Les engrais ont été lessivés en profondeur, les agriculteurs ont donc du re fertiliser (amendement et matière organique).

A.21.5 Dommages au matériel

Les tuyaux des goutte-à-goutte ont été emportés mais ont pu être remplacés lorsqu'ils n'ont pas été perdus.

Les programmeurs électriques ont grillé lorsqu'ils ont été en contact avec l'eau. De même pour les pompes, les chauffages et les groupes électrogènes.

Des cuves de combustibles ont été emportées. Cela a parfois causé des pollution (exemple d'une cuve de fuel qui s'est déversée sur des rosiers).

A.22 Nicolas SOURD, CA Aude, Spécialiste viticulture

02/08/2011

A.22.1 Expériences d'inondations

N. SOURD est conseiller viticulture à la CA de l'Aude depuis 10 ans. Il est le conseiller en charge du secteur du canton de Ginestas (Minervois est et Narbonnais) et s'occupe de l'animation technique de tout le secteur Est (de Carcassonne à Narbonne). Son travail consiste principalement en du conseil technique aux viticulteurs. Il a également été mandaté comme expert agricole par l'administration pour participer à des missions d'enquête faisant suite à des événements climatiques importants.

Il est arrivé à la CA de l'Aude après l'inondation de 1999. Les inondations qu'il a pu observer en tant que conseiller viticulture sont :

- Fin août 2001, il a été mobilisé en tant qu'expert suite aux inondations du Gard pour aider les techniciens locaux. Survenant peu avant les vendanges, cette inondation a causé beaucoup de pertes de récolte car les grappes ont été recouvertes de limons les rendant impropres à la commercialisation.
- Novembre 2009 : la rivière Berre a débordé à Tuchan. N. SOURD a participé à la mission d'expertise. L'inondation a causé principalement des pertes de fonds et peu de pertes de récolte.
- Avril 2011, suite à des pluviosités importantes (150 mm à Citou et 300 mm dans la Montagne Noire), des inondations ont eu lieu dans la région de Citou et dans le Minervois. N. SOURD a été mandaté par la CA de l'Aude pour mener l'expertise nécessaire pour évaluer les dommages.

Les phénomènes d'inondations sont fréquents dans le Narbonnais car la plaine reçoit toutes les rivières qui peuvent déborder après de fortes pluies par exemple. Ces inondations sont généralement peu rapides (peu d'érosion).

Remarques sur les supports d'entretien N. SOURD propose d'ajouter aux catégories de dommages les pertes de foncier, c'est-à-dire lorsque tout le sol de la parcelle est érodé et donc que la parcelle ne peut même pas être remise en état.

Dans le cycle végétatif, la véraison est plutôt juillet qu'en août.

A.22.2 Pertes de matériel végétal

Arrachage Hauteur d'eau Pour N. SOURD, la hauteur d'eau est le facteur le plus important qui détermine l'arrachage : quand la hauteur est supérieure à la hauteur des ceps, les débris flottants passent au dessus des vignes, sinon ils peuvent emporter les vignes.

Vitesse de courant Même pour des vitesses fortes il est peu probable que les ceps soient arrachés juste du fait du courant. D'après N. SOURD, le courant n'est pas un paramètre embêtant s'il n'y a pas de déchets flottants et que la hauteur d'eau est faible.

Toutefois, les vignes jeunes qui sont moins bien enracinées peuvent être arrachées par le courant, même avec de faible hauteur (jusqu'à 3 ans). Dans ce cas, la prime de plantation peut-être perdue. Pour la toucher, il doit y avoir moins de 20 % des ceps qui ne prennent pas. Si l'inondation emportent plus de 20 % des ceps, la prime est perdue pour le viticulteur.

Si le courant arrive en charriant des gros débris (arbres par exemple), tout peut être emporté sur le passage. S'il y a un déchet encombrant dans la parcelle, en plus des ceps touchés, d'autres ceps devront être arrachés pour permettre le passage des outils jusqu'à l'objet à enlever.

L'arrachage dépend aussi du sens des rangs : si les rangs sont dans le sens du courant, il y aura peu de dégât (sauf en tête de rang), si les rangs sont en travers le risque que tout soit arraché est fort car les débris s'accumulent et font pression sur les rangs jusqu'à tout arracher.

Quand il y a arrachage, les ceps pourraient être replantés aussitôt et reprendre, mais souvent il est impossible de rentrer dans la parcelle immédiatement après l'inondation et si les racines sont restées à l'air libre quelques jours, la vigne ne repartira pas.

Asphyxie racinaire N. SOURD n'a jamais observé de ceps perdus par asphyxie racinaire. Il estime que la durée seuil doit être d'environ 15 jours.

A.22.3 Stratégie de replantation :

Un viticulteur choisira dans quasiment tous les cas de replanter les ceps perdus. Notamment car les caves coopératives imposent des cahiers des charges limitant le nombre de manquants (moins de 10% généralement). De plus, parfois les viticulteurs pourraient gagner du temps en arrachant tout et en replantant tout, mais comme l'indemnisation ne couvre que les ceps morts, ils préfèrent ne replanter que les ceps morts.

Ça n'est pas un problème que des ceps jeunes soient mélangés avec des ceps plus vieux. Les traitements devront être adaptés les premières années car certains herbicides peuvent être incompatibles avec des jeunes ceps. Replantation préféré dans tous les cas car cahier des charges stricte (moins de 10 % de manquants).

Après replantation, la taille et l'entretien des jeunes ceps (désherbage, arrosage) génèrent des charges supplémentaires. D'autant plus que il y a concurrence créée par les ceps anciens (entrée en production au bout de 5-6 ans au lieu de 3 ans sans production). Dans le barème, la plantation plus les charges d'entretien pendant 4 ans sont évaluées à 15 €/cep.

A.22.4 Pertes de rendement

Repos végétatif N. SOURD ne pense pas qu'il puisse y avoir des pertes de rendement causées par une inondation survenant pendant le repos végétatif. Les pertes de rendement peuvent apparaître à partir du mois d'avril.

Débourrement Si l'accès aux parcelles est impossible pendant plus de 10 jours, des traitements risquent de ne pas être faits à temps et des maladies peuvent se développer du fait de l'humidité et de la chaleur (mildiou). Même si des traitements réalisés après peuvent limiter les pertes, il peut tout de même y avoir entre 10 et 50 % de pertes de rendement. Cela ne dépend pas de la hauteur d'eau.

Pas d'idée sur les éventuels effets du contact eau-feuilles.

Les inondations peuvent avoir des conséquences positives : la vigne pousse plus rapidement ensuite car l'eau n'est généralement plus limitante et le risque de sécheresse est éloigné.

Véraison Le risque de mildiou sur les fruits est faible mais si le champignon se développe cela peut avoir une incidence indirecte sur la mise en réserve de la vigne pour l'année suivante car la chute des feuilles sera accélérée.

N. SOURD imagine que si les grappes trempent longtemps elles pourrissent (mais pas observé). Les grappes sont situées entre 50 cm et 1 m sur des vignes palissées. Elles peuvent pourrir à partir de 10 jours à peu près.

L'inondation peut surtout apporter des limons qui recouvrent les fruits et rendent les fruits impropres à être vinifié.

Vendange Si les machines ne peuvent pas entrer dans les parcelles pour la vendange, les raisins peuvent arriver à surmaturité (la fenêtre de vendange est d'environ de 3 à 6 jours). La cave coopérative peut alors les refuser et la qualité du vin produit sera moindre.

A.22.5 Variation de charges

Taille Les opérations de taille sont peu impactées après une inondation. Les lames peuvent s'user légèrement plus vite du fait du limon sableux qui peut être présent sur les ceps. Une inondation n'a pas d'incidence sur les travaux en vert, ni sur l'opération de palissage.

Lorsque l'entrée dans la parcelle n'est pas possible, la date de taille peut être reculée jusqu'à mars. Toutefois il se peut que les salariés aient déjà été recrutés et ils devront donc être payés même s'ils ne peuvent pas travailler. Si l'inondation a lieu peu avant mars et que la taille n'a pas été faite, le viticulteur pourra être obligé d'engager des employés pour gagner du temps alors qu'il avait prévu de le faire seul.

Essimage Un essimage supplémentaire peut être nécessaire car la pousse végétative de la vigne est plus importante après une inondation du fait de la disponibilité d'eau.

Labour et désherbage De nouvelles mauvaises herbes peuvent être apportées après une inondation mais les passages de travail du sol habituels sont suffisants.

La date pour le désherbage chimique est assez flexible, il n'y a donc pas d'incidence.

Fertilisation Si des limons ont été apportés par l'inondation, la fertilisation annuelle peut être économisée. Il n'y a pas besoin d'un travail du sol supplémentaire pour l'intégrer.

Traitements Suite à une inondation, des charges supplémentaires seront à prévoir car des traitements seront réalisés pour limiter les risques de maladie (fongicides) : 1 à 2 traitements de plus sur 10 traitements.

Vendange Même en cas de pertes de rendement, il n'y a pas d'économie importante. La vendange doit être réalisée dans tous les cas, sinon cela impacte la mise en réserve pour l'année suivante.

Dans le département la vendange est fortement mécanisée. Il y aura donc peut-être une légère baisse des charges car les bennes n'ont pas besoin d'être apportées jusqu'à la cave coopérative si les grappes sont abîmées (économie de 80 € sur 400 €/ha).

Si l'entrée dans la parcelle n'est pas possible, on peut éventuellement envisager de faire une récolte manuelle qui peut se faire avant ressuyage complet (1 ha/jour, 10 personnes, 1200 € contre 4 ha/jour, 2 personnes, 400 €/ha pour une vendange mécanisée)

La date de la récolte est généralement fixée par la coopérative, il est donc important de pouvoir vendanger à cette date précise sinon la cave peut refuser le raisin. Sinon la fenêtre de récolte est de 3 à 6 jours.

A.22.6 Remise en état du sol et du palissage

Palissage Il est difficile de redresser le palissage. Si les piquets sont penchés sans être tordus, le palissage peut être relevé (2 personnes pour repousser le palissage puis planter des tiges dans le sol pour le bloquer). Sinon, il faut enlever les piquets, acheter des nouveaux piquets et remettre tous les piquets (40 h environ pour 1 ha plus coût du matériel, cf. barème d'indemnisation).

Débris Le dépôt de débris peut être dommageable pour la vigne. Le niveau de dommages lié dépend du type de débris et de la quantité.

- paille et petit débris : il n'est pas forcément nécessaire de nettoyer, les débris seront éliminés petit à petit, un passage avec la machine à traiter vide faisant office de souffleuse peut toutefois être fait pour accélérer les choses ;
- branches, arbres et objets encombrants : rapidement il devient nécessaire de découper les fils et d'arracher les ceps pour permettre de dégager le passage pour les machines. Par exemple, si cela est possible, on tentera de découper l'arbre sur place (pas de coût précis mais main d'œuvre : 10 €/h).

Après une inondation en juillet ou août, il est nécessaire de nettoyer les souches car sinon tous les petits débris peuvent se retrouver dans la vendange et altérer le vin (vendange mécanique).

Érosion

- S'il y a seulement de petites ravines de moins de 20 cm, la charrue suffit à remettre à niveau le sol.
- S'il y a des ravines > 20 cm il faut rapporter de la terre. Les opérations de remise en état sont plus compliquées si la terre n'est pas disponible à proximité. Les coûts à prévoir sont : location d'un tractopelle 550 €/j, terre prise sur l'exploitation, en tout 2 à 15 jours de travaux. Il y a souvent de l'entraide entre agriculteurs ce qui permet de limiter les coûts.

Tant que les travaux ne sont pas faits, les autres opérations (traitements) ne peuvent pas être réalisées.

S'il y a érosion, les ceps n'ont pas forcément été arrachés. Il peut y avoir les racines à nues mais non arrachées. Il est alors possible de remettre de la terre autour et si cela est fait rapidement la vigne repart. L'enherbement des inter-rangs pendant l'hiver permet de limiter l'érosion.

Perte de foncier La perte de foncier peut être due à une érosion très forte qui emporte tout le sol jusqu'à la roche mère ou à un effondrement des berges en bord de rivière. Quand la quantité de sol érodée est trop importante la parcelle est abandonnée. Il existe dans le barème un montant pour la relocalisation.

A.22.7 Conséquences sur la qualité

N. SOURD ne souhaite pas formuler des hypothèses sur la qualité de la production de vin obtenue, sa spécialité n'est pas l'œnologie. Toutefois, après une inondation ayant dégradé le raisin (limonage par exemple), la coopérative pourra quand même accepter le raisin mais des opérations œnologiques seront nécessaires sur le vin pour corriger les défauts. Il ne dispose pas d'élément pour chiffrer les éventuelles répercussions sur le prix de vente.

Le comportement de la coopérative est très important car il existe un risque de conséquences à long terme. En effet, si le vin n'est pas bon une année, la clientèle peut ne pas revenir les années suivantes.

A.22.8 Analyse des courbes CA 30

Pertes matériel végétal

- Dubitatif sur le fait que le courant seul puisse arracher un cep. Par contre il est possible que l'arrachage soit du fait de l'érosion de la terre autour du cep qui part ensuite facilement, ou d'objets encombrants arrachant le cep sur leur passage (arbre, voiture).
- Le seuil de 5 jours avant asphyxie racinaire en période végétative semble très faible.

- En repos végétatif, le seuil de 1 mois lui semble un peu long. Toutefois, il est vrai que la vigne peut supporter facilement 15 jours (dans certains secteurs de l'Aude, les viticulteurs submergent les parcelles de vignes pour drainer la salinité).
- La durée avant asphyxie dépend beaucoup du porte-greffe.

Pertes de rendement

- Pendant le repos végétatif, il est surprenant qu'il y ait des pertes de rendement prévues, d'autant plus à partir de 10 jours et de 40 cm d'eau. Une explication serait peut-être l'effet des maladies qui peuvent se développer à ce moment là.
- En période végétative, les pertes à prévoir dépendent beaucoup du mode de conduite de la vigne (gobelet, palissée, étagée bas ou haut).
- A priori plus de risque d'asphyxie au moment de la récolte. Les pertes indiquées viennent sûrement du fait que la vendange ne peut pas se faire à temps.

A.22.9 Contacts

Seuils avant asphyxie racinaire : Aude Guain et Laurent Torré-Grossa de l'IFV.
CA Gard : Jacques Oustrique.

A.23 Didier TRONC, Comité du foin de Crau, Spécialiste prairies

04/10/2011

A.23.1 Expériences d'inondations

La plaine de Crau est peu exposée aux inondations. Il y a toutefois de temps à autres des cas particuliers d'agriculteurs inondés. Ces inondations sont généralement liées à de fortes pluies dans des zones où l'aménagement favorise les débordements ou la non évacuation des eaux :

- dans le sud de la plaine de Crau, le mauvais entretien des fossés et canaux peut entraîner le débordement de l'étang du canal du Vigueirat. Ce fut le cas en février 2009 où un agriculteur a été inondé pendant plus de 3 semaines sur certaines zones de ses parcelles. Des mauvaises herbes ont poussé sur la parcelle et l'agriculteur a donc du ressemer la prairie (labour, ressemis, attente du délai pour avoir l'AOC).
- au nord du bassin de Crau, le canal de Craponne fait barrage, une fois rempli par la pluie il peut déborder. Ça a été le cas en octobre 20xx (avant 2009) où un agriculteur a été inondé pendant moins de 8 jours. Les conséquences sur le rendement ont été faibles (-25% sur une coupe).

Dans les 2 cas, il y avait environ 30 cm d'eau.

Le cas le plus récent est l'épisode pluvieux que nous venons de subir début novembre avec 360 mm de pluie en 5 jours. Toute la partie agricole qui est en limite des marais de Meyranne, Chanoines et Vigueirat ont été sous les eaux pendant plusieurs jours voir plusieurs semaines occasionnant des dégâts importants sur les cultures, sur des stocks de foin sous hangar et quelques maisons d'habitation.

A.23.2 Caractéristiques des prairies de Crau

Itinéraire technique

Il y a 3 coupes de foin par an (début mai, fin juin et entre le 15 août et la fin septembre), plus 1 pâturage en hiver (1^{er} octobre à fin février).

La fertilisation de fumure de fonds est généralement faite début mars (fumier ou compost). L'apport était habituellement de 140 unités de P2O5 et K2O en une seule fois, mais les quantités apportées ont diminué du fait de l'augmentation du prix des engrais et sont plus fractionnées.

Les prairies sont irriguées par submersion tous les 8-10 jours de début mars à fin octobre. Sur une année, environ 20 000 m³/ha/an sont apportés, dont seulement 20% à 25% sont retenus par la plante.

Semis d'une prairie

Pour implanter une nouvelle prairie les travaux à réaliser sont les suivants :

- enlever les cailloux (généralement enterrés) ;
- niveler le sol avec une pente très légère (3000 €/ha) ou plus généralement faire un surfacage léger (500 à 1000 €/ha) ;
- semer en semis direct spécial fourrage (150 €/ha) + l'achat des semences (350 €/ha).

Après le semis, seulement 2 coupes pourront être faites la 1^{ère} année et la première coupe ne sera pas commercialisée, la prairie atteindra un rendement normal au bout de 3 ans et le foin sera éligible à l'AOC au bout de 5 ans (généralement plutôt 6 ou 7 ans pour atteindre une qualité optimale et des prix correspondants).

⇒ Du fait des investissements importants pour l'implantation d'une prairie dans la plaine de Crau et l'atteinte de la qualité de foin visée, les prairies de Crau sont considérées comme des cultures pérennes.

Rendement et valorisation

Le rendement moyen est compris entre 8,5 et 10 t/ha, avec un prix de vente entre 170 et 200 €/t. Le pâturage rapporte de 150 à 230 €/ha (en moyenne 200). *Une courbe du prix du foin de Crau depuis 1948 est fournie par M. TRONC (prix par campagne, prix constants avant 1998 et courants après).*

L'AOC apporte une plus-value faible par rapport au foin de pays de la plaine de Crau car c'est avant tout la qualité qui est reconnue dans toute la plaine. Il est difficile de comparer le foin de Crau aux autres foins car les prix et qualités sont très aléatoires, toutefois les écarts ont tendance à diminuer (une petite année le foin de Crau sera de 130 à 160 €/t, une année normale du foin de pays autre pourra être de 40 à 80 €/t environ).

Le prix élevé du foin de Crau est principalement lié à la technique d'irrigation particulière (volume d'eau, entretien des canaux, gestion des tours d'eau). Selon l'historique des droits d'eau que possède un agriculteur, le prix de l'eau peut fortement varier (par exemple à Istres de 157 €/ha voir 254 €/ha pour des eaux facultataires sur le même canal). Selon les zones, l'entretien des canaux peut être à la charge de l'exploitant ou de l'ASA.

A.23.3 Dommages des inondations

Les prairies de Crau sont régulièrement inondées pour l'irrigation. Le paramètre qui peut être à l'origine de dommages lors d'une inondation non contrôlée est principalement la durée de submersion.

Influence des paramètres de l'inondation

Durée de submersion Le seuil de durée à partir duquel il peut y avoir des baisses de rendement est d'environ 8 jours mais il peut y avoir des différences en fonction de la nature du sol :

- au delà de 8 jours, il pourra y avoir des pertes partielles de rendement sur la coupe suivante ;
- au delà de 10 à 15 jours, la prairie est perdue et il faut ressemer.

Par exemple, après l'inondation en février 2009, l'agriculteur a ressemé sa prairie à l'automne. En 2010 il n'a quasiment rien coupé, cette année la production était normale. C'est un cas particulier car il est situé dans les prés bas qui ont de bons rendements. Habituellement il faut 5 ans avant d'avoir des rendements normaux.

Pour des inondations inférieures à 8 jours, les dégâts dépendront de la saison :

- en hiver ou automne, s'il gèle ensuite, la 4^{ème} coupe (pâturage) sera perdue ;
- au printemps, les pertes seront faibles et seulement sur la 1^{ère} coupe (la 1^{ère} coupe est fortement liée aux conditions climatiques, pluie, etc.)
- en été, les dégâts pourront être importants : 3 jours pourront suffire à faire perdre la dernière coupe mais la prairie repoussera à l'hiver. Toutefois, la flore peut être modifiée et la qualité du foin être diminuée.

Vitesse de courant Sur la Crau il n'y a généralement pas de courant lors des inondations car il y a peu de pente. Si jamais le foin était couché, la coupe serait problématique mais les dégâts ne seraient pas trop importants tant qu'il n'y a pas de ravinement.

S'il y a du ravinement les dégâts seraient très importants : apport de terre, surfaçage, etc.

Le courant peut causer des dégâts sur les canaux (débris, dégâts au béton, martelières arrachés, berges emportées suite à des débordements non maîtrisés, etc.).

Hauteur d'eau La hauteur d'eau n'a pas d'effet. Il n'y a a priori pas de différence de baisse de rendement si c'est la plante entière ou seulement les racines qui sont inondées.

Lors des irrigations, il y a quelques cm d'eau sur les parcelles pendant environ 2 h/ha. Le temps de changer l'ouverture des martelières, l'eau est déjà infiltrée.

Délais pour l'observation des dommages

Si l'inondation a lieu en hiver suivie de gel ou en été, les pertes s'observeront immédiatement.

Pour une inondation au printemps ou en hiver, les pertes se verront progressivement (quelques semaines pour que la flore change).

A.23.4 Autres conséquences

Sur les coupes

Il faut respecter un intervalle de 40 à 60 jours entre 2 coupes. Au-delà le foin devient trop mur. Il y a 10 à 15 jours de battement, donc il y a peu de chance que l'inondation empêche une coupe (ressuyage rapide car parcelles prévues pour). Lors des irrigations, il faut attendre 2 à 3 jours de ressuyage après un arrosage pour faire la 2^{ème} coupe ou la 3^{ème} coupe mais il faut au minimum 5 jours pour la 1^{ère} coupe.

Sur la qualité et l'AOC

Les foins sont vérifiés environ 1 fois tous les 2 à 3 ans pour chaque agriculteur par la Commission agrément et l'organisme de contrôle. Si le foin est trop mur ou a subi un problème de fermentation cela se voit ou se sent et la production est déclassée de l'AOC. Si c'était le cas, il serait plus difficile de trouver des acheteurs et son prix sera fortement dévalué mais les conséquences seraient limitées.

A.23.5 Remise en état

Si les canaux d'irrigation ont été encombrés par des débris, leur déblaiement manuel coûte 0,80 €/ml avec environ 100 ml/ha de prairie (prix bas).

Un pompage de l'eau pour accélérer son évacuation est envisageable mais le matériel n'est pas toujours disponible.

Lorsqu'un ressemis doit être fait, il faut compter 350 €/ha de semences et 150 €/ha pour le semis (semis direct spécial fourrage).

Généralement il n'y a pas de sur-semis fait car les mauvaises herbes poussent vite et prennent le dessus sur la semence. Peut-être que cela pourrait être essayé mais dans tous les cas il faudrait semer un mélange et pas une seule espèce sauf cas de regarnissage.

A.23.6 Contacts

Des barèmes de rendement et de prix pour les foins sont peut-être disponibles :

- auprès de J.-M. BERTRAND de la CA 13 (peut-être des courbes de dommages également) ;
- au service statistiques de la DRAAF PACA, auprès du remplaçant de N. NIEUWJAER.

A.24 Antoine VILLARD, CA Saône-et-Loire, Spécialiste grandes cultures

10/11/2011

A.24.1 Contexte

L'agriculture en Saône-et-Loire

On retrouve principalement trois zones agricoles dans le département :

- élevage à l'est du département ;
- zone viticole qui autrefois a subi des dégâts liés aux inondations (érosion principalement, pas de dommage aux cultures). Depuis de nombreux ouvrages construits et enherbement : plus de problème aujourd'hui ;
- polyculture élevage dans la Bresse et le Val de Saône : surtout du maïs et du blé (destinés principalement à l'Italie et un peu à l'Alsace pour le maïs), un peu d'oléagineux (colza, tournesol, soja) et de moutarde (production en train d'être relancer).

Les inondations en Saône-et-Loire

La Saône déborde régulièrement : la zone appelée la « prairie » sur les bords de Saône est inondée presque chaque hiver. Les inondations sont lentes et prévisibles (il suffit de vérifier les côtes à l'amont et on sait que ce sera la même ici 48 h plus tard).

Il peut aussi y avoir des crues précoces à l'automne, exceptionnellement des crues en mars/avril ou encore plus rarement des crues en mai/juin.

Plusieurs crues importantes dans les années 80 (1983, 1987), dernière crue importante en 2001.

Adaptation de l'agriculture à l'aléa d'inondation

Les cultures qui se sont développées dans cette zone se sont adaptées à cet aléa : culture de printemps (maïs et un peu de soja) principalement. Certains agriculteurs tentent de temps à autres du blé mais en sachant que c'est risqué, c'est un pari (blé 1 année sur 6 ou 7). Il y a environ 80% de maïs et du blé ponctuellement.

Blé : Les agriculteurs acceptent ce pari car les sols étant bons, les coûts de production sont faibles pour des rendements très bons (80 qx/ha). Les charges comprennent : de la semence de ferme, pas de désherbage, une fertilisation au printemps et un traitement si cela est nécessaire (pression de maladie et mauvaises herbes faibles car blé rare dans les assolements).

Maïs : Rendement d'environ 90 qx/ha sans irrigation. Les terres ont un très bon potentiel en cultures sèches. Les agriculteurs sèment de plus en plus tôt. La date de semis se décide également en fonction des risques de crues (indicateur avec la neige sur le Jura par exemple). La date idéale de semis pour un rendement optimisé est vers le 10-15 avril. La récolte est également de plus en plus précoce : vers les 15 premiers jours d'octobre. D'après les agriculteurs il n'y a pas ou très peu de maladies (pas de taupin ni de pyrales).

A.24.2 Conséquences des inondations

Cultures de printemps

Crues hivernales Les sols sont hydromorphes et argileux : les agriculteurs font donc un labour d'hiver (idéalement avant Noël ou fin janvier). S'il pleut tôt dans la saison ou qu'il y a des inondations, il leur est impossible de labourer et le lit de semence sera plus difficile à implanter au printemps. De plus, s'il n'y a pas de labour, l'eau s'infiltre moins bien car les cannes de maïs sont encore en place, elles peuvent alors flotter en grande quantité à la surface puis se déposer n'importe où.

Crues de mai/juin Exemple d'un maïs qui est resté sous 50 cm d'eau pendant 15 jours au stade 2 feuilles : tout a été perdu. Le Soja résiste un peu mieux. Les agriculteurs ont ressemé au 1^{er} juillet avec des variétés particulières mais les rendements sont plus faibles.

Lorsque la durée est plus courte, il peut y avoir des effets sur les racines surtout si une période chaude suit l'inondation (effet loupe).

Crues automnales Le soja se plaque et ne peut plus se récolter.

Le maïs peut rester sous l'eau sans risque de pourriture ou de germination une fois qu'il est sec (même 15 jours ou 3 semaines). Il peut ensuite être récolté sans problème avec des machines à chenilles. De plus, dans le département les coopératives ne font pas varier les prix selon la date de récolte. Par contre si la récolte est tardive, il ne sera pas possible d'implanter un blé après.

Blé

Pour le blé s'il y a une grosse crue, tout est perdu. Les dégâts sont plus faibles s'il y a moins d'eau ou si la durée est plus courte. Si l'inondation a lieu entre novembre et mars, les agriculteurs peuvent semer du maïs au printemps. La seule perte est alors le coût de la semence et du semoir (pas besoin de désherbant, etc.).

Ressemis

Lorsqu'il y a un ressemis, il n'est pas nécessaire de refaire un labour, ni d'ajouter un désherbant ou un engrais, on fait un semis direct. Il y a donc seulement le coût de la semence.

Le délai de ressuyage dépend des sols. Il peut être long si la nappe est proche, sinon le sol sèche au soleil ou certains sols sont drainants (8 jours max).

Valeurs de baisse de rendement

Deux rapports comprenant des valeurs de baisses de rendement dues aux inondations existent pour le Val de Saône : une étude agronomique générale qui date de 1994 et une étude approfondie sur un casier d'inondation datant de 2006 (avec chiffrage des impacts des inondations). M. VILLARD a fourni des copies de ces deux documents. Le tableau suivant est issu de la 2^{ème} étude.

Dans la 1^{ère} étude les pages 93 à 102 contiennent une description fine des conséquences des inondations sur les productions agricoles du Val de Saône (voir annexe).

A.24.3 Dommages aux parcelles

Dans le Val de Loire il y a parfois des inondations avec du courant car la Loire n'est pas endiguée dans le département. Il arrive alors que la terre des parcelles soit entraînée ou qu'au contraire il y ait dépôt de terre. Dans cette zone, il y a surtout des parcelles en herbe et peu de cultures.

Période et durée des crues	Août à Octobre	Novembre à Mars			Avril à Juillet			
		< 8 jours	8 à 15 j	> 15 jours	< 8 jours	8 à 15 j	15 à 20 j	> 20 jours
Maïs	10 à 30% peu sensibles si épis hors eau	Sans effet			20 à 30%	50 à 70%	70 à 100%	100%
Soja	Pertes importantes, destruction totale possible	Sans effet			0%	20 à 75%	100%	
Blé-Colza Orge (+ sensible)	Perte de semis, remplacement possible par un maïs	10 à 20%	30 à 40%	100%	25 à 50%	40 à 80%	70 à 100%	

Tableau 3 : perte moyenne de rendement selon période d'occurrence des crues. (CRAB, 1994)

Le nettoyage des cannes de maïs peut entraîner des coûts importants.

Il y a peu de dépôt de boue donc les coûts sont négligeables (nettoyage avec les pluies). Toutefois, cela peut causer des pertes en se déposant sur les feuilles du soja par exemples.

A.24.4 Dommages aux prairies

Dans le Val de Saône ce sont principalement des prairies naturelles . Il y a eu quelque tentatives de prairies temporaires mais lorsqu'elles sont inondées c'est alors difficile à ressemer et à faire partir. Les prairies naturelles ont une flore adaptée aux inondations régulières.

Cas particulier d'une inondation suivi d'un gel : tous les piquets ont été enfoncés et les clôtures ont donc dues être refaites.

A.24.5 Contact

Françoise PIERSON à la CA régionale de Bourgogne.

Annexe B

Réunions de groupe avec les experts

B.1 Groupe d'experts sur l'évaluation des dommages des inondations sur les grandes cultures

CR commun des entretiens des 16/01/2013, 01/02/2013 et 04/02/2013

Version du 15/02/2013

Rédactrice : Anne-Laurence AGENAIS

B.1.1 Participants

- Anne-Laurence AGENAIS, Ingénieure d'études - UMR G-Eau, Irstea [ALA]
- Julien BERNARDEAU, Conseiller grandes cultures - Chambre d'Agriculture de Charente-Maritime (*excusé*)
- Pauline BREMOND, Chercheuse - UMR G-Eau, Irstea [PB]
- Jean-Charles DESWARTE, Ingénieur écophysiologiste - Arvalis-Institut du végétal (*excusé*)
- Jean-Michel GILLOT, Conseiller grandes cultures - Chambre d'Agriculture de l'Aude [JMG]
- Jean-Michel HILLAIREAU, Chercheur - INRA Poitou-Charentes (*excusé*)
- Thierry PIANETTI, Conseiller grandes cultures - Chambre d'Agriculture du Gard [TP]
- Thierry RATTIER, Conseiller grandes cultures - Chambre d'Agriculture de Vendée (*excusé*)
- Antoine VILLARD, Conseiller grandes cultures - Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire [AV]
- Frédéric GRELOT, Chercheur - UMR G-Eau, Irstea [FG]

Dans le présent document, les participants sont identifiés par leurs initiales, indiquées ci-dessus entre crochets. Les réponses aux remarques faites par les experts sont précédées du symbole ⇒.

B.1.2 Objectifs des entretiens

Voir la présentation jointe à ce compte-rendu.

Les objectifs des entretiens étaient les suivants :

- Rappeler le contexte des travaux menés par Irstea sur les dommages des inondations aux activités agricoles ;
- Présenter, compléter et discuter la méthodologie élaborée par Irstea pour l'évaluation des dommages aux cultures maraîchères ou légumières.

Ces entretiens faisaient suite à une première phase d'entretiens qui s'étaient déroulés entre juin et novembre 2011 avec chacun des experts participants. Une réunion commune avec ces experts aurait dû être organisée mais pour des raisons organisationnelles, cela n'a pas été possible. Des entretiens ont donc été réalisés séparément avec trois d'entre eux. Les autres experts seront consultés sur la base de ce compte-rendu.

B.1.3 Discussion

Pertes de rendement

Effet de la durée Blé dur / Blé tendre / Orge JMG : Au stade 3 feuilles, la plante fait plutôt 5 cm. Au stade tallage, elle fait 20 cm environ.

AV : Au stade épiaison on est déjà à la même hauteur qu'à maturité (1 m).

TP : L'orge et le blé tendre sont plus plaquées au sol que le blé dur. Au stade épiaison la hauteur finale du blé est atteinte, on sera autour de 80 cm.

JMG : Il est difficile de se prononcer sur la sensibilité à certains stades car on n'a pas forcément connu ce genre d'inondation, par exemple dans le Languedoc-Roussillon le stade épiaison correspond plutôt à des épisodes de sécheresse.

AV : Au stade levée, la culture est effectivement très sensible, on pourrait peut-être aller jusqu'à 2 ou 3 jours.

Au stade tallage, la plante est au ralenti donc elle peut supporter des durées d'inondations relativement longues : dans le département, où les variétés sont choisies pour leur résistance aux inondations, on dit qu'un blé tendre peut supporter 3 semaines d'inondation sans perte (avec de l'eau par dessus les plantes). Il n'y a pas forcément un effet hauteur au stade 3 feuilles.

Par contre pour l'orge 14 jours cela paraît déjà beaucoup. Dans les zones non drainées en Saône-et-Loire, les agriculteurs ne plantent pas d'orge car c'est trop sensible par rapport au blé tendre. Il faudrait sûrement baisser la ligne verte. L'orge serait intermédiaire entre le blé et le colza.

Aux stades suivants, il n'y a pas de retour d'expérience dans notre région.

Au stade montaison, les seuils sont cohérents avec la physiologie. Les racines sont très actives donc rapidement il va y avoir un effet, mais la plante peut quand même encaisser avant de subir des pertes totales.

TP : Au stade 3 feuilles la sensibilité est un peu plus grande qu'au stade tallage. Il faudrait donc baisser les seuils verts et rouge au stade 3 feuilles (par exemple à partir de 4 jours et jusqu'à 8 jours).

Après il est normal qu'au stade montaison la sensibilité réaugmente (ligne verte vers 4 jours) car la plante reprend une activité. Il est aussi cohérent avec les connaissances physiologiques que la perte totale soit plus tardive qu'au stade tallage car d'un autre côté elle peut mieux encaisser. On peut peut-être descendre un tout petit peu la courbe rouge (18 jours).

TP : A partir du stade épiaison il y a un risque de développement de maladies. Donc pour les faibles hauteurs d'eau, la sensibilité (verte) serait la même qu'au stade montaison (4 jours), mais les pertes totales sont atteintes plus vite qu'à montaison (14 jours).

TP : Pour les stades 3 feuilles, tallage et montaison la sensibilité est la même qu'avec une faible hauteur d'eau.

TP : Idéalement, il faudrait des courbes continues plutôt que des courbes en escalier avec des effets de seuil d'un stade à l'autre.

TP : L'orge est très sensible à la germination de l'épi, plus que le blé tendre, qui l'est plus que le blé dur. Mais les seuils indiqués sont pertinents.

Colza JMG : Au moment de la levée, la plante fait un peu moins de 5 cm. Au stade rosette, elle fait 10 cm, à la floraison elle fait plutôt 1 m, et à maturité elle fait plutôt 1,20 m.

AV : Au stade floraison, le colza peut faire presque le double, c'est-à-dire 1 m. Et à maturité plutôt 1,50 à 1,80 m.

TP : Au stade floraison, la plante fait entre 60 cm et 1,5 m (début floraison et fin floraison) et à maturité entre 1,5 et 1,8 m.

AV : Le colza est effectivement plus sensible que le blé aux inondations. Le colza va marquer très rapidement dès qu'il y aura de l'eau, notamment au stade montaison, mais pas besoin de baisser la ligne verte, 3 jours c'est bien.

Au stade floraison, AV ne dispose pas de retour d'expérience mais il semble logique que si les fleurs sont touchées les pertes augmentent notamment du risque de développement de maladies.

TP : Au stade rosette, le colza est assez résistant donc la courbe rouge peut aller à 7-8 jours, et la courbe verte peut être à 2 ou 3 jours, quelque soit la hauteur d'eau.

Au stade montaison, on peut mettre une courbe similaire à celle du blé.

Au stade floraison, avec une faible hauteur d'eau, à 10 jours il ne restera pas grand chose.

Tournesol AV demande à quoi correspond le stade initiation.

⇒ ALA : Le stade initiation correspond à la période entre le stade 1 feuille et la floraison.

AV : Au stade maturité, le tournesol pourra faire 1,80 m.

TP : Entre le stade floraison et maturité la taille ne change pas. Au stade bouton étoilé le tournesol fait 1,5 m et à maturité il fait plutôt 2 m.

TP : Au stade floraison, la floraison pourrait être un peu plus marquée, avec la ligne verte au même niveau que pendant le stade initiation.

Au stade initiation, comme pour le blé, il faudrait baisser un peu le seuil rouge.

AV : Dès que le capitule est touché, tout est perdu.

Maïs AV : Le maïs peut faire jusqu'à 2,50 m à maturité.

TP : Le maïs peut faire plus de 2,5 m à épiaison et maturité, mais les épis sont situés plus bas (entre 1,20 et 1,50 m).

JMG : Le semis se fait normalement entre le 15 avril et le 15 mai, mais en région LR, il peut être semé jusqu'à début juin car la récolte pourra être tardive. Le risque si une inondation survient un peu avant la récolte, c'est de ne pas pouvoir la faire au moment prévu car le sol sera non portant, mais il n'y aura pas de dommage pour autant.

AV : Une année la maïs a été recouvert d'eau à maturité. Il a fallu attendre le retrait de l'eau puis récolter avec des chenilles pour la portance, mais il n'y a pas eu de perte.

Pendant la croissance (initiation), la courbe correspond bien à ce qu'on a vu. Au bout d'une semaine il n'y a pas trop de dégâts (c'est-à-dire qu'on peut continuer), ici c'est estimé à 30% de pertes donc c'est bon. Au delà, on se pose la question de poursuivre la culture.

TP : Il faudrait aussi baisser un peu le trait rouge au stade initiation (12 jours). Et au stade épiaison le trait rouge peut être plutôt à 8 jours.

Au stade épiaison et initiation, la résistance est meilleure que le tournesol donc on peut remonter le trait vert vers 4 jours.

Au stade maturité avec une hauteur d'eau élevée, il faudrait plutôt mettre 12 jours. Il faudrait aussi mieux différencier la courbe verte en la baissant vers 8 jours.

Effet du courant JMG : Le courant ne va pas forcément arraché les plantes, on peut plutôt parlé de couchage. Mais cela aura le même effet, c'est-à-dire que la culture sera perdue.

Les niveaux de courant considérés sont corrects.

AV : Le courant est rare dans les inondations en Saône-et-Loire.

Le risque est plutôt que la culture se fasse recouvrir de terre, plutôt que d'être arrachée, même sans courant (car l'eau a charrié de la terre en amont).

AV : Il peut aussi y avoir un phénomène où les limons se déposent sur les feuilles de la plante et l'empêchent de faire sa photo-synthèse (c'est le cas dans les zones où l'eau stagne). Dans ce cas là, il faut attendre la prochaine pluie qui lavera les plantes ou la croissance qui permettra à la plante de reformer des organes mais lui fera prendre du retard.

PB demande s'il peut y avoir des différences de sensibilité différentes au couchage entre les différentes variétés.

⇒ JMG : Les différences de résistance au courant entre variétés sont très faibles, c'est différent de la verse.

TP : La sensibilité à l'arrachage ou couchage des plantes dépend aussi beaucoup du type d'implantation. Si on est en semis direct les plantes résisteront mieux que si le sol a été travaillé. En effet lorsque les plantes sont emportées c'est que le sol n'a pas tenu.

TP : Pour les cultures de printemps, la hauteur d'eau peut entraîner la verse et donc le couchage des plantes même si le sol n'a pas été érodé. Le tournesol notamment y est sensible, donc il pourrait être plié par un courant moyen, d'autant plus que le lourd capitule le favorise.

Stratégie de poursuite

JMG : Les hypothèses de poursuite ou non de la culture semblent pertinentes. Toutefois il faudrait vérifier le seuil de 90% en faisant un calcul de rentabilité.

⇒ Avec les données correspondant au sud-est de la France, le seuil de 90 % est cohérent. Il faudrait vérifier pour d'autres rendements.

JMG : Les hypothèses de baisse de rendement en cas de semis tardif sont bonnes.

ALA : Le fait d'envisager un ressemis de la même culture tardif qui donnera des rendements inférieurs de 50% au rendement optimal semble surprenant, car économiquement il pourrait être plus intéressant d'attendre un peu et de semer une culture de printemps.

⇒ JMG : Cela peut paraître surprenant, mais dans la réalité ça peut effectivement arriver. Notamment car les agriculteurs peuvent être habitués à faire de la monoculture de blé dur et ils n'iront donc pas planter une culture de printemps et préféreront rester sur un système sans rotation qu'ils connaissent. En 1999, c'est ce qu'il s'est produit.

JMG : On retrouve bien les 3 types de comportements que l'on a observé lors des inondations dans l'Aude : le ressemis de la même culture, le semis d'une culture de printemps, ou l'abandon et déclaration en gel.

TP : Le choix de la culture de printemps ou d'été semée après une culture d'automne inondée dépend du potentiel de la parcelle, de la possibilité ou non d'irriguer, et des autres cultures menées par l'exploitant. Le plus simple dans nos régions est de mettre un tournesol car la terre sera libérée assez tôt. Avec un maïs ou un sorgho la parcelle sera libérée tard et il y a un risque que cela perturbe la reprise des cultures habituelles.

AV : Dans la région, les agriculteurs mettent du blé en zone inondable mais en réduisant autant que possible les charges (semences de ferme, pas de traitements). Ils pourront donc plus rapidement décider de passer à une culture de printemps car ils ne perdront pas grand chose (au-delà de 30 % de pertes ils passeront peut-être à autre chose). De plus comme les agriculteurs attendent la sortie d'hiver pour prendre une décision, s'ils veulent passer à un maïs, ils peuvent prendre leur temps pour changer (car le maïs se sème tard).

Le maïs peut être semé jusqu'au premier juin, mais avec -25% de rendement. C'est correct dans le schéma pour les cultures d'hiver, mais dans celui des stratégies pour les cultures de printemps, la date de ressemis (et donc celle d'abandon) peut-être reculée.

AV : Si l'inondation ne permet pas de ressemer une culture de printemps avant début juin, il y a toujours la possibilité de faire une culture dérobée, surtout quand il est possible d'irriguer. Par exemple en zone d'élevage, du sorgho ou de l'avoine qui permettra d'obtenir un (petit) revenu.

TP : Pour les ressemis de culture de printemps sur culture de printemps, la notion de baisse de rendement par rapport au rendement optimal peut être modulée car en réalité le rendement optimal peut être obtenu si l'on récolte plus tard (septembre au lieu de juillet pour un tournesol par exemple). Toutefois cela veut dire que l'agriculteur prend un risque car en septembre il peut pleuvoir et la récolte peut être perturbée.

PB demande si les aides PAC peuvent influencer la stratégie de poursuite adoptée par les agriculteurs.

⇒ JMG : Les déclarations PAC doivent se faire avant le 15 mai. Théoriquement l'agriculteur doit déclarer de manière assez fine les surfaces exploitées. Si une partie d'un îlot a été inondé et a été abandonné, il faudrait le déclarer, car en cas de contrôle les aides pourraient être suspendues. Toutefois, si l'inondation a lieu après la déclaration, il aurait des dérogations. Si l'inondation a eu lieu avant, les contrôleurs pourraient être conciliants pour cause d'événement exceptionnel.

Les DPU sont donc une incitation à poursuivre la culture jusqu'au bout ou à ressemer quelque chose. Théoriquement, il faut mener les cultures jusqu'à la floraison pour toucher les DPU.

⇒ AV : Les DPU ne seront pas vraiment incitatives car s'il y a une inondation, il y aura une exception permise par la DDT. Il faut juste que les agriculteurs entretiennent un minimum la parcelle même s'ils ne plantent rien.

⇒ TP : Les aides PAC peuvent être une incitation à ressemer entièrement des parcelles où les pertes sont partielles afin de ne pas risquer de les perdre. Ainsi parfois il pourrait être plus intéressant économiquement de poursuivre sa culture avec des pertes relativement importantes plutôt que de ressemer tardivement, pourtant la volonté de toucher les DPU poussera à ressemer tout de même.

Variations de charges

JMG : Effectivement il n'y aurait pas de variations de charges en fonction des pertes de rendement, même pour la récolte sauf si la culture est abandonnée.

JMG ne connaît pas de traitement contre les mycotoxines.

AV : Il n'y a pas de traitement possible contre les mycotoxines. Par contre si la récolte est retardée, il y a un risque et le prix de vente pourra être moindre. Toutefois ce ne sera pas le cas car il n'y a pas d'analyse à la parcelle mais seulement au niveau de la coopérative. Donc la récolte sera isolée pour ne pas la mélanger avec tout le stock.

AV : Si l'inondation a lieu avant le semis, un passage de herse suffit (25€/ha) pour préparer la parcelle.

AV : Si l'inondation a lieu juste avant la récolte, il faudra récolter avec des chenilles et donc le coût sera un peu plus élevé (+ 40 €/ha).

Dommages au sol

Érosion JMG : Pour une érosion qui reste partielle (10-15 cm), 32 h/ha pour la remise en état paraît très élevé.

Généralement, il va y avoir ponctuellement sur un hectare des formations de petites ravines, mais l'hectare entier ne sera pas érodé (peut-être seulement sur 10% seulement).

La hauteur d'eau ne va pas jouer sur l'érosion, c'est seulement le courant.

L'ordre de grandeur de 2 heures par hectare environ semble plus réaliste car dans la plupart des cas, un travail du sol pour le remettre à niveau et effacer les petites ravines suffit.

AV : On peut considérer plusieurs niveaux de dégâts : soit une érosion superficielle où un passage avec un déchaumeur ou un labour suffit à reniveler le sol ; soit des dégâts plus importants avec dépôt de gros débris végétaux (branches, cannes de maïs) et il faut passer avec un tractopelle et cela peut prendre plusieurs jours, donc des coûts importants.

Les situations extrêmes doivent être étudiées au cas par cas car elles existent. Exemple d'une parcelle recouverte de graviers et donc inutilisables à moins de réaliser des gros travaux.

TP : Le premier niveau de dommage avec juste un passage de disque est cohérent avec les dégâts, mais il faudrait doubler les coûts. Fait par une entreprise, un passage de disque est facturé 60 €/ha. Pour remettre en état un sol, ça ne va pas être un passage habituel, il va sûrement falloir croiser, repasser, donc on peut partir sur plutôt 150 €/ha.

Pour une érosion un peu plus forte, le labour ne sera pas un vrai labour mais on utilisera la charrue pour remettre de la terre dans les ravines. Il faudra ensuite faire un passage de disque. Un labour coûte environ 110 €/ha, et on peut doubler ou tripler car ça ne sera pas un passage linéaire, donc au total, avec les passages de disques, environ 450 €/ha.

Dépôt de débris JMG : Il peut y avoir toutes sortes de déchets qui se déposent dans les parcelles lors d'une inondation (caravanes, arbres).

JMG : Il est difficile de construire des niveaux de dommages en fonction des paramètres de l'inondation (hauteur et vitesse).

AV : Ça n'est pas sûr que les zones de dépôt correspondent aux zones où il y a le plus de courant. C'est même plutôt l'inverse, c'est-à-dire que les débris se déposent quand le courant ralentit. Il vaut peut-être mieux considérer un coût de nettoyage moyen quelque soit le courant et la hauteur d'eau.

JMG : L'ordre de grandeur de 10 à 20 h de travail par hectare pour nettoyer une parcelle semble réaliste.

Les dépôts de sable ou de petits déchets végétaux ne seront pas problématique pour la culture.

TP : 20 h/ha correspondent à peu près à 3 jours de travail pour une personne. Il doit y avoir une journée pour sortir tous les débris et objets encombrants. Selon la disponibilité ou non d'un tracto-pelle, ça prendra un peu plus ou un peu moins de temps. Et ensuite, il faut brûler les débris végétaux et finir de nettoyer. Donc on doit être assez rapidement aux 20 h/ha.

Scénarios d'inondations : illustrations de la méthodologie

JMG : Le fait de faire varier la date de survenue de l'inondation se justifie par le fait qu'il peut y avoir de grandes différences entre des variétés tardives et précoces (jusqu'à 3-4 semaines qui se repercutent tout le long du cycle). En général les exploitants mettent plusieurs variétés sur leur exploitation pour étaler le travail.

Si une culture est inondée et que l'on resème la même tardivement, il y a intérêt à planter une variété précoce pour gommer le décalage.

JMG : Toutefois, il peut y avoir des difficultés à retrouver des semences au dernier moment auprès des fournisseurs.

AV : La plage de dommages est très large donc difficile à interpréter.

TP : Le plus souvent, là où il n'y avait pas de gros dégâts au sol, les dommages sont plutôt autour de 400 €/ha.

Dans l'ensemble, les montants sont cohérents mais la plage de dommages est très étalée. Dans la réalité, il est vrai que les dommages peuvent être très variables d'une parcelle à l'autre.

B.1.4 Conclusions

Les changements suivants seront apportés à la méthodologie d'évaluation des dommages des inondations aux grandes cultures :

1. Les pertes de rendement, en l'absence de courant, sont modifiées sur la base des remarques des experts. Ainsi les nouvelles fonctions de perte de rendement sont représentées sur les figures B.1, B.2, B.3, et B.4.
2. Les hauteurs des cultures considérées sont modifiées comme indiquées ci-dessous :
 - Blé : 80 cm à épiaison et maturité.
 - Colza : 1 m à floraison et 1,50 m à maturité.
 - Tournesol : 1,50 m à Floraison et 1,80 m à Maturité.
 - Maïs : 1,30 m à épiaison et maturité, ce qui correspond à la hauteur des épis.
3. Les effets du courant peuvent se traduire soit par l'arrachage des plantes soit par leur couchage, dans les deux cas les plantes ne repartiront pas. Les seuils indiqués ne sont pas modifiés sauf pour le tournesol à maturité qui être couché avec un courant moyen.
4. Lorsqu'une culture de printemps est inondée, la même culture peut-être ressemée tant que l'inondation survient avant la fin du stade initiation.
5. Lorsqu'une culture de printemps ou d'été est semée à la place d'une culture d'automne inondée, le choix de la culture se fera entre le tournesol et le maïs principalement.
6. Quelques modifications dans les variations de charges envisagées sont faites. Aucun traitement supplémentaire n'est fait après une inondation (il n'existe pas de traitement contre les mycotoxines). Si l'inondation a lieu au moment de la récolte, des chenilles devront être placées sur les engins et les coûts de récolte seront donc supérieurs de 40 €/ha.

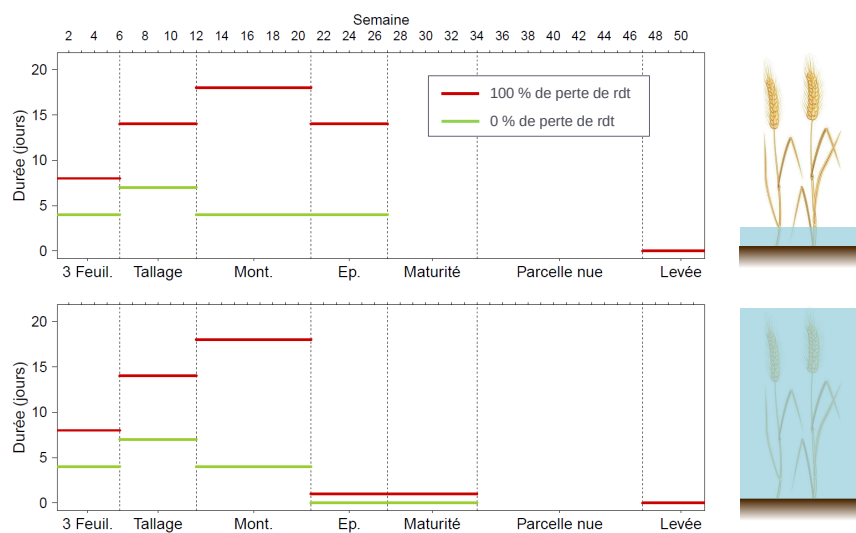


FIGURE B.1 – Fonctions de perte de rendement pour le blé dur, le blé tendre et l’orge, en l’absence de courant

7. Les dommages au sol comprenant la remise en état du sol en cas d’érosion et le nettoyage des débris seront calculés de la façon indiquée dans le tableau B.1.

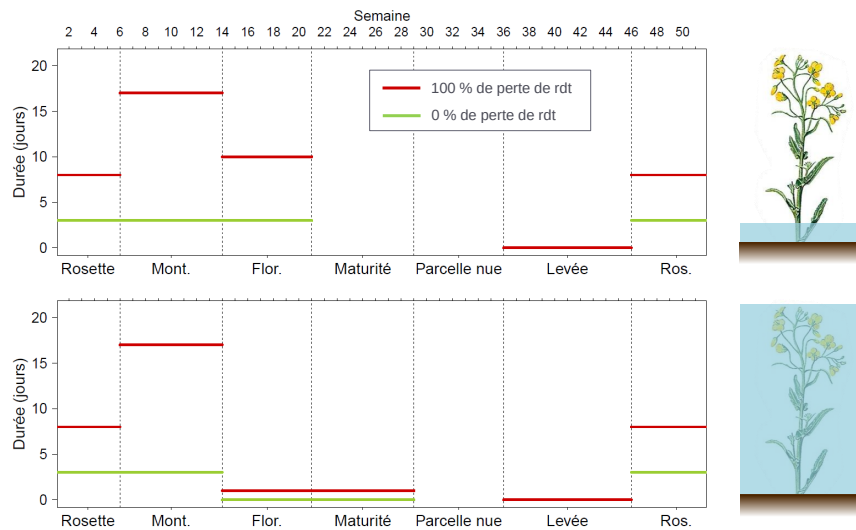


FIGURE B.2 – Fonctions de perte de rendement pour le colza, en l'absence de courant

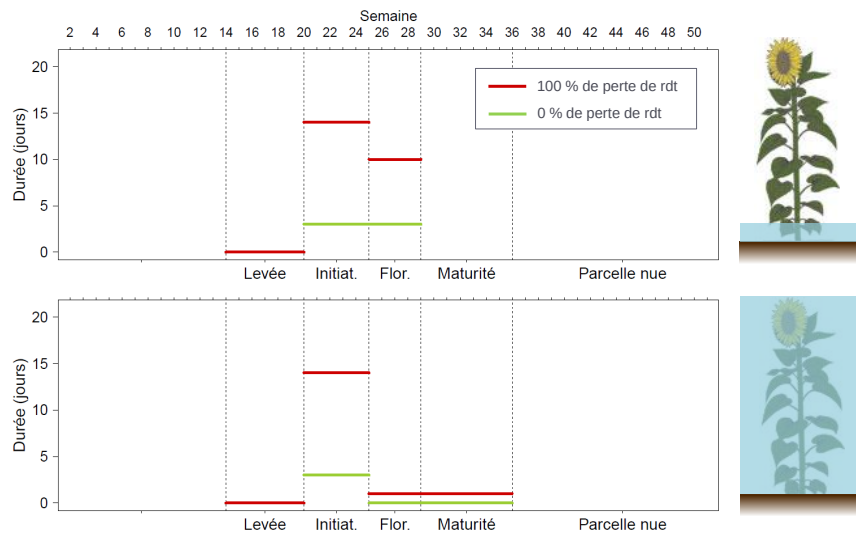


FIGURE B.3 – Fonctions de perte de rendement pour le tournesol, en l'absence de courant

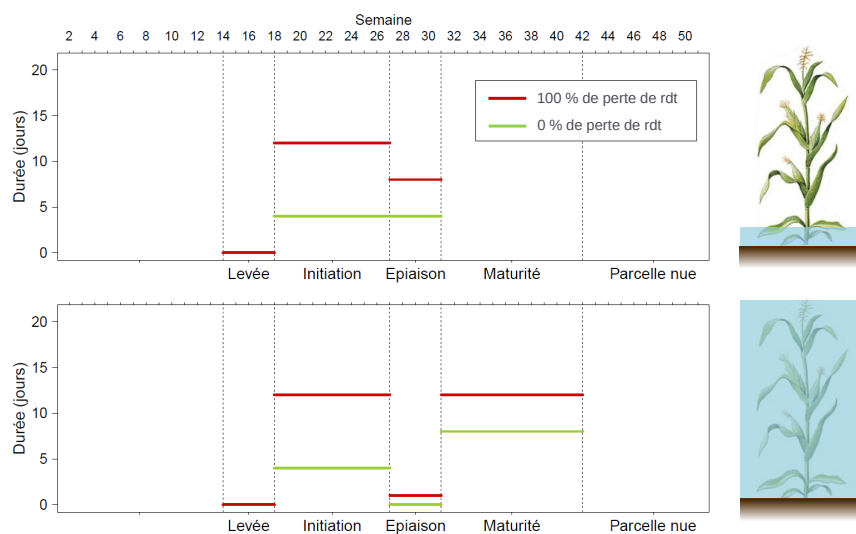


FIGURE B.4 – Fonctions de perte de rendement pour le maïs, en l'absence de courant

TABLE B.1 – Dommages au sol pour les grandes cultures

Courant	Hauteur d'eau	Remise en état érosion	Nettoyage	Dommages
Faible	< 1 m	-	10 h/ha pour le nettoyage avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation = 300 €/ha	300 €/ha
Faible	> 1 m	-	20 h/ha pour le nettoyage avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation = 600 €/ha	600 €/ha
Moyen	-	3 passages par ha de déchaumeur à 60 €/passage = 180 €/ha	20 h/ha pour le nettoyage avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation = 600 €/ha	780 €/ha
Fort	-	3 passages de charrue à 100 €/passage et 3 passages de déchaumeur = 480 €/ha	10 h/ha pour le nettoyage avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation = 300 €/ha	780 €/ha

B.2 Groupe d'experts sur l'évaluation des dommages des inondations sur la vigne

CR de la réunion du 16/01/2013

Version du 01/03/2013

Rédactrice : Anne-Laurence AGENAIS

B.2.1 Participants

- Anne-Laurence AGENAIS, Ingénieure d'études - UMR G-Eau, Irstea [ALA]
- Pauline BREMOND, Chercheuse - UMR G-Eau, Irstea [PB]
- Alain CARBONNEAU, Professeur de Viticulture - Montpellier SupAgro [AC]
- Bernard FANTON, Chef du service Aménagement du territoire - Chambre d'Agriculture du Var [BF]
- Franck FOURMENT, Conseiller Viticulture - Chambre d'Agriculture du Var [FF]
- Frédéric GRELOT, Chercheur - UMR G-Eau, Irstea [FG]
- Jérôme POULARD, Technicien Viticulture - Coopérative UniRé (*en visioconférence*) [JP]
- Nicolas SOURD, Conseiller Viticulture - Chambre d'Agriculture de l'Aude [NS]

Dans le présent document, les participants sont identifiés par leurs initiales, indiquées ci-dessus entre crochets. Les réponses aux remarques faites par les experts sont précédées du symbole >.

B.2.2 Objectifs de la réunion

Voir la présentation jointe à ce compte-rendu.

Les objectifs de cette réunion étaient les suivants :

- Rappeler le contexte des travaux menés par Irstea sur les dommages des inondations aux activités agricoles ;
- Présenter, compléter et discuter la méthodologie élaborée par Irstea pour l'évaluation des dommages à la viticulture.

Cette réunion faisait suite aux entretiens individuels qui s'étaient déroulés entre août et novembre 2011 avec chacun des experts présents.

B.2.3 Discussion

Introduction et cadrage des travaux

AC demande si les effets de la submersion sur la qualité de la production (raisins puis vins), et non seulement en termes de perte de rendement, sont pris en compte. Par exemple une baisse de qualité peut-être liée à l'éclatement des baies, au développement de maladies, ou au dépôt de limons.

⇒ Ces effets ont été en partie considérés. Ils ont été interprétés comme des baisses des volumes commercialisables, c'est-à-dire de la même façon que les pertes de rendement. ALA note que des effets sur le prix de vente pourraient également être intégrés pour coller au plus près des conséquences réelles.

NS demande également si les effets indirects économiques d'une inondation pour les exploitations viticoles sont pris en compte. Cela peut notamment conduire à des pertes de marchés, et ces effets dépendent beaucoup des débouchés des exploitations, en coopérative ou en cave particulière.
⇒ La méthodologie actuelle vise à évaluer les dommages directs. Bien que potentiellement importants les dommages indirects ne sont pas dans le périmètre des travaux menés.

BF demande si le fait de devoir redresser les rangs de vigne après une inondation avec courant est pris en compte. Il précise que cela intègre souvent aussi une remise en état et un nettoyage du palissage.

⇒ Cela a été en partie considéré dans les dommages au sol, qui seront présentés à la fin.

AC signale que les crues peuvent avoir différents effets : améliorer la fertilité des sols dans certains cas (du fait des limons), ou au contraire colmater le sol si les inondations sont répétées (inondations maîtrisées par exemple).

⇒ Les inondations prises en compte sont les inondations exceptionnelles, il n'est pas tenu compte des effets liés à la répétition d'inondations, maîtrisées ou non, à des dates rapprochées.

FF demande s'étonne que la pente ne soit pas dans les paramètres influents sur les dommages.

⇒ Il est tenu compte de l'effet de la pente (topographie) dans le calcul de la vitesse du courant au niveau du modèle hydraulique.

BF demande confirmation que les inondations traitées ici sont seulement les inondations accidentelles, et non les inondations qui se produisent fréquemment. Ceci car si les inondations sont fréquentes il y aura vraisemblablement des adaptations des viticulteurs à ce risque (retrait, utilisation de portes-greffe plus résistants).

⇒ Après confirmation, BF note donc que la méthodologie sera utile pour étudier les situations où l'exposition aux inondations de zones agricoles est augmentée pour protéger davantage les villes.

Pertes de rendement

ALA précise que les fonctions de dommages présentées sont la synthèse de divers effets pouvant s'additionner (asphyxie partielle, éclatement de baies, pourriture).

NS demande si l'effet porte-greffe a été considéré. En effet les portes-greffe peuvent être plus ou moins sensibles aux inondations et à l'asphyxie racinaire. Toutefois AC rappelle que cet effet est difficile à connaître dans le cas d'inondations exceptionnelles.

⇒ Les différences de sensibilité des portes-greffe ne sont pas prises en compte. L'effet cépage n'est pas pris en compte non plus.

Hauteur d'eau faible (moins de 50 cm) NS : Aux stades Floraison et Nouaison, une inondation de moins de 7 jours peut rendre impossible la réalisation de certaines tâches (par exemple des traitements) car les machines ne peuvent pas rentrer dans une parcelle non ressuyée. Il peut alors y avoir des pertes du fait de la dégradation de l'état sanitaire de la vigne.

BF suggère qu'il est alors parfois possible de faire les traitements par hélicoptère.

JP fait remarquer que cela peut être délicat car selon les bonnes pratiques agricoles, il est interdit de traiter au dessus d'une étendue d'eau. Toutefois les pouvoirs publics autoriseraient peut-être des dérogations en cas de situation exceptionnelle.

AC confirme qu'il peut y avoir des pertes avant 7 jours d'inondation aux stades Floraison et Nouaison si les traitements habituels ne peuvent pas être réalisés à temps.

AC fait remarquer que les parcelles en agriculture biologique ont une sensibilité différente du fait des traitements qui ne sont pas les mêmes et ne sont pas fait à la même cadence.

NS note qu'idéalement il faudrait donc tenir compte de la capacité de ressuyage des sols.

⇒ PB rappelle que les travaux se sont concentrés sur les dommages directs. Dans sa thèse les dommages induits liés à la non réalisation de certaines tâches sont plus largement développés.

Hauteur d'eau importante (submersion totale) AC : Au stade débourrement le feuillage est plutôt compris entre 50 et 80 cm.

NS : L'effet hauteur se traduit aussi par la rétention ou non de débris par le palissage (la hauteur maximale d'eau avant qu'il n'y ait des débris bloqués est celle du fil bas du palissage, c'est-à-dire à peu près 50 cm).

JP : Lors de Xynthia, l'eau avait parfois entraîné des stocks de sel des marais salants, qui avait "contaminé" les vignes. On peut donc penser que quelque soit la source de la pollution (sel, limons, autre), dès que les raisins sont touchés (stade maturité avec hauteur d'eau max), ils ne seront pas vinifiés par précaution (état sanitaire et qualité du vin). FF confirme que les caves coopératives n'acceptent pas les raisins limonés en général.

FF fait remarquer qu'il est difficile de se prononcer sur les seuils considérés car il est rare que l'eau reste plus de 4 jours avec une hauteur supérieure à 50 cm sur les parcelles.

JP : Lors de Xynthia, certaines zones sont restées plus de 3 semaines sous l'eau.

NS confirme qu'en dehors des événements très exceptionnels (1999 dans l'Aude), il est très rare d'observer des hauteurs d'eau d'1m50 pendant 7 jours.

NS : Il peut y avoir des baisses de rendement si l'eau touche les bourgeons avant le débourrement (pendant la fin du repos) du fait de conséquences sur les futures inflorescences.

AC confirme ce risque car le bourgeon est actif et respire même en hiver ; il termine sa différenciation (boutons floraux) au débourrement en fin d'hiver ou au début du printemps. La submersion des bourgeons peut alors endommager les bourgeons et causer des pertes ultérieures de rendement.

Pertes de matériel végétal

Hauteur d'eau importante (submersion totale) AC : Au stade Débourrement - Nouaison, le seuil bas (vert) devrait être abaissé à 3-4 jours, et le seuil rouge doit être abaissé de 2 jours. Au stade Véraison - Chute, les seuils doivent également être diminuées (- 2 jours). La sensibilité de la vigne est similaire à celle du pêcher.

De plus, si les feuilles sont couvertes de limons, les échanges se feront difficilement et l'asphyxie sera plus rapide.

FF : Les plantiers sont plus sensibles que les vignes bien implantées.

⇒ Les fonctions présentées concernent une vigne déjà implantée.

Hauteur d'eau faible (moins de 50 cm) NS : Au stade repos, avec un lame d'eau de moins de 50 cm, la vigne peut supporter au moins 15 jours d'inondation sans subir de perte (c'est le cas dans les parcelles inondées volontairement). Au delà, il ne dispose pas de retour d'expérience.

Effet du courant BF : Pour déterminer les effets du courant, c'est peut-être la combinaison hauteur-vitesse qui doit être considérée (comme dans les PPRI).

AC : Il y a un effet hauteur qui joue sur la masse d'eau et donc sur les dommages causés.

⇒ FG : Cette combinaison est souvent considérée pour le risque humain ou pour les dégâts aux bâti. La question de savoir si les niveaux considérés dans les PPRI sont les mêmes que ceux pour la vigne se pose.

AC : Il existe une situation intermédiaire entre l'arrachage complet et la situation où il n'y a pas d'effet du courant. En effet, il peut y avoir un léger déplacement des vignes qui les fragilise mais sans perte définitive.

FF : Il existe un lien entre l'arrachage de la vigne et l'érosion : la vigne n'est arrachée que si le sol l'est aussi.

⇒ Ce lien a été intégré dans le modèle.

FF : La présence de palissage est très importante. Si l'eau d'inondation apporte des embâcles, avec un palissage, les dégâts seront importants (dégâts sur tout le rang).

Ainsi Plusieurs seuils de dégâts liés au courant peuvent être considérés : si la hauteur dépasse le fil bas du palissage, même avec un courant faible, des débris vont s'amonceler dans le palissage ; si le courant est moyen, les rangs de vigne seront couchés ; avec un courant fort, le sol sera érodé et les vignes seront arrachées.

NS : En lien avec la rétention des débris, l'effet hauteur est double. Avec une faible hauteur, les débris ne touche pas le palissage mais les embâcles peuvent causer des dégâts importants sur les pieds de vigne. Lorsque la hauteur d'eau est très importante (plus de 2m50), les embâcles et débris passeront au dessus de la vigne sans causer de dégâts. Entre ces deux hauteurs, c'est là que les dégâts seront les plus graves.

FF : Avant arrachage complet, il y a toute une gamme de dommages (couchage des rangs, nettoyage, réparation du palissage) qui doit être pris en compte car pouvant représenter plus que les dommages liés aux pertes de rendement. Ce niveau intermédiaire pourrait correspondre à un courant moyen. Les travaux correspondent alors au redressage, à la réparation du palissage, au nettoyage et au renouvellement du sol éventuellement. Ces vignes redeviendront productives normalement ensuite.

Stratégie de poursuite et replantation

Stratégie de poursuite NS : Dès 70% de baisse de rendement totale, la question de la récolte se posera. Cela dépend aussi du type de vendange (mécanique ou manuelle). Toutefois c'est compliqué car légalement les douanes ne permettent pas de laisser le raisin sur les vignes. Par exemple en 2005 dans le Gard, les viticulteurs ont récolté mais en vidant les bennes en bout de parcelle.

AC : En effet, il s'agit de "faire tomber" les raisins.

FF : En situation exceptionnelle (après inondation), les douanes feront certainement des dérogations et n'iront pas contrôler que les raisins ont été récoltés. Car sinon, cela représente une double perte (vendange mais pas de valorisation).

FF : Sur le choix de récolter ou non, la qualité des raisins joue également. Si il y a eu dépôt de limons, il y a moins de chance que le raisin soit récolté.

BF : La perte d'une récolte en appellation peut entraîner le déclassement complet d'une cuvée, si par exemple il n'y a pas tous les cépages normalement assemblés.

FF : Officiellement, c'est effectivement le cas, mais en cas de crise, les contrôles seront moins strictes pour ne pas pénaliser les viticulteurs touchés.

AC : Il faudrait remplacer baisse de récolte totale par baisse de récolte commercialisable.

⇒ PB : En effet, il faut bien faire la distinction entre pas de valorisation de la production (avec vendange tout de même), et pas d'opération de récolte. Le schéma présenté correspond à "pas d'opération de récolte".

FF : Dans le Var les caves coopératives avaient fait un essai de vinification avec des raisins limonés et quand ils ont vu le résultat, il ont dit aux viticulteurs de ne pas faire les récoltes car ça ne valait pas la peine.

AC : Il faut considérer plusieurs cas de figure :

- Moins de 10% de raisins présents sur les vignes (commercialisables ou non) : la vendange ne sera pas réalisée.
- Plus de 10 % de raisins présents sur les vignes : la vendange sera toujours réalisée mais ne pourra pas être valorisée si la qualité est mauvaise (éclatement, pourriture, limons).

FF : La deuxième situation n'est pas si certaine que ça, d'après l'exemple donné ci-dessus.

NS : Si on ne vendange pas, les opérations de taille deviennent très compliquées et donc plus chères.

FG : On pourrait donc synthétiser en considérant que la vendange est tout le temps faite s'il y a plus de 10 % de raisins présents sur les vignes, même si la production n'est pas commercialisable, car si ce n'est pas le cas parfois, le dommage se transfère alors sur les charges de taille.

ALA : Pour résumer, il y a donc 2 phénomènes distincts à considérer :

- La réalisation des opérations de vendange, déterminée par le pourcentage de raisins présents sur les vignes (seuil à 10%).
- La possibilité de commercialiser la production, déterminée par la qualité du raisin, et qui doit être modélisée en parallèle des baisses de rendement. Les dégâts pouvant entraîner la non valorisation sont ceux qui se produisent après la véraison.

Stratégie de replantation BF : Dans la stratégie de replantation adoptée, l'âge des vignes intervient. Un viticulteur dont les vignes ont moins de 10 ans, complantera toujours.

NS : En effet, si la vigne a moins de 10 ans, le viticulteur ne pourra pas toucher à nouveau la prime de plantation s'il arrache tout pour tout replanter ensuite.

AC : Si c'est une vigne auquel on tient car très qualitatives, on tendra également plutôt à complanter.

NS : Pour les vignes AOP, le seuil de 10% de manquants maximum est fixé légalement et il peut différer d'une AOP à l'autre. Il se situe généralement entre 10 et 20 %.

NS : Lorsque l'érosion est telle que la terre de la parcelle a été emportée, il n'est pas possible de replanter.

⇒ ALA : Les cas de courant très fort entraînant la perte complète de la parcelle n'ont pas été traités dans nos travaux car ils sont très exceptionnels et quasiment impossibles à prévoir.

FF : D'accord pour le seuil de 30% au delà duquel la parcelle entière est replantée.

AC demande le sens du mot parcelle dans nos travaux. En effet, il peut y avoir une grande hétérogénéité de dégâts au sein d'une parcelle. Par exemple pour une parcelle en bord de rivière, les pertes pourront être totales sur 2 rangs de la parcelle et représenter moins de 10 % des ceps de la parcelle, mais ils seront quand même replantés.

⇒ ALA précise que le mot parcelle n'est pas employé dans son sens cadastral. En effet, par parcelle nous entendons les zones correspondant à une occupation du sol et un aléa (casier hydraulique) homogène. Pour l'exemple donné, la définition adoptée convient donc car dans l'exemple cela on considérera une zone avec 100 % de ceps arrachés et donc replantés, et une zone avec aucune perte de matériel végétal.

PB : En résumé, il faut faire très attention car les seuils de replantation proposés dépendent fortement de la définition de parcelle considérée.

JP : Si les ceps perdus sont dispersés dans une parcelle, la complantation devient compliqué logistiquement. L'exploitant replante alors la parcelle entière plus rapidement. Mais d'accord tout de même pour le seuil de 30 %.

NS : Attention, ces seuils peuvent être différents selon la région et selon la valorisation de la production. Par exemple, en Champagne, le taux de manquants tolérés sera de quasiment 0.

Variations de charges

Charges de traitement NS : Il n'y a pas qu'un anti-mildiou à réaliser, sûrement aussi un anti-botrytis. Le coût de 55 €/ha n'est pas assez élevé (peut-être correspond-il seulement au coût du produit), il faut rajouter environ 20 €/ha.

NS : La fertilisation pourra être économisée en année n+1 car les limons auront fertilisé le sol.

Charges de taille NS : Les économies potentielles sont très faibles, car le déplacement des travailleurs reste le même et après le coût est seulement de 15 cts/cep. L'économie n'est donc pas vraiment proportionnelle aux pertes.

FF : C'est justement à la taille que tous les travaux de nettoyage, réparation du palissage se feront. Donc en général les charges de taille en années n+1 seront plus importantes (à peu près le double en temps d'une année normale). Sur les années suivantes, il y a peut-être une petite diminution des charges de taille, mais faible.

JP : De plus, il faut réfléchir plus longuement à la façon de tailler pour renforcer une vigne affaiblie.

AC : En cas de replantation des manquants, les charges de taille sont même plus importantes car il faut reformer les ceps.

⇒ ALA : Ces surcoûts sont intégrés dans les frais de replantation.

Charges de récolte AC : Les trajets dans la parcelle restent les mêmes d'autant plus en cas de mitigation des pertes, donc les économies sur la récolte manuelle ne sont pas réellement proportionnelles aux pertes.

FF : Les faibles économies qui peuvent être faites sur le temps de vendange (vendange manuelle) seront compensées par un temps supplémentaire pour trier les grappes. Le tri peut doubler le temps passer à la récolte. Ce risque existe si l'inondation arrive pendant la maturité.

AC : Lorsque la récolte se fait habituellement mécaniquement, les charges resteront les mêmes car il faudra faire les rangs en entier tout de même (d'autant plus en cas de mitage des pertes de matériel végétal).

NS : Le seul cas où il peut y avoir des économies faites est si sur certaines zones les pertes sont totales.

JP : Sur les vendanges après l'inondation, les machines mettront plus de temps car le palissage sera peut-être endommagé, il pourra y avoir des débris, etc.

AC : Ce n'est pas sûr que des vendanges manuelles soient faites en remplacement des vendanges mécaniques si les machines ne peuvent pas rentrer dans les parcelles, car c'est difficile de mobiliser une équipe au dernier moment.

Autres dommages

AC : Il faut également tenir compte des dommages liés à une potentielle baisse de qualité. Par exemple si un vin de qualité est déclassé en vin de table, son prix de vente sera inférieur. Cela se produira pour une inondation même avec de l'eau propre si elle se produit après le stade véraison (décalage de maturité).

⇒ ALA : Pour tenir compte d'une baisse de qualité il est envisageable d'intégrer un effet sur le prix de vente de la production.

JP : Après Xynthia, les parcelles touchées ont été vinifiées séparément (pour des raisons de pollution et de décalage de maturité) ce qui a entraîné des coûts de vinification plus élevés que les autres années et un déclasserement. En effet, la coopérative ne pouvait pas prendre le risque de dégrader toute la cuvée en mélangeant tout.

BF : Il y a aussi tout les effets indirects liés à une baisse de qualité de la production, par exemple la perte de clientèle, et donc la baisse de chiffre d'affaire sur les ventes au caveau.

⇒ ALA : Comme mentionné au début, ces dommages indirects, bien que potentiellement importants, ne font pas partie du périmètre de nos travaux.

FG demande si ces pertes ne sont pas en réalité des transferts dans le temps, d'achats qui se feront une fois le caveau remis en état ou la cuvée reproduite.

⇒ FF : Comme une grande majorité des clients des caves sont des touristes de passage et non une clientèle locale, ces pertes ne sont pas compensées dans le temps, c'est une vraie perte.

Dommages au sol

NS : Si le retrait de l'eau se fait rapidement, l'inondation peut déposer des gros débris type arbres, au milieu des parcelles. Il faut alors couper le palissage et arracher les ceps pour pouvoir accéder avec le tractopelle, et les dommages sont importants.

NS : Dans le Gard, dans l'Aude des parcelles proches des cours d'eau ont perdu leur vocation agricole car complètement érodée.

⇒ ALA : Cette situation peut effectivement se produire mais elle est très difficile à prévoir et ne donc pas être traitée dans une méthodologie globale.

NS : Si l'érosion est relativement importante et nécessite l'apport de terre, le coût va fortement dépendre de la disponibilité en terre et de la possibilité de louer un tractopelle.

FF : La chambre agriculture du Var a remis à jour ses barèmes après les inondations de 2010. Le barème comprend désormais des valeurs pour de nombreux travaux à effectuer après une inondation, comme le curage des fossés, le nettoyage des chemins, la réparation des murets. Il y a aussi plusieurs niveaux de coûts pour la remise en état des cultures. Pour la viticulture, les coûts varient de 960 à 7800 €/ha, et comprennent du simple nettoyage jusqu'au redressage complet des rangs.

Par exemple 960 € correspond au degré 1 sur des vignes en gobelet avec dépôt de débris végétaux légers types feuilles et roseaux sur les ceps et les fils d'espalier, sans ceps arrachés, et sans remplacement de piquets. Le degré 3 (7800 €/ha) correspond aux dommages sur vigne palissée avec ceps et espaliers couchés au sol et couverts de boue, plus le dépôt de grands débris végétaux nécessitant l'intervention d'un tractopelle pour les évacuer, mais sans effet sur la pérennité de la plantation (pas de mortalité).

Ces valeurs ont été construites en additionnant le nombre d'heures et le coût horaire de chaque tâche. FF essaiera de retrouver ces valeurs pour nous les communiquer si possible.

⇒ ALA : Il semble intéressant de considérer trois niveaux de dommages au sol (comprenant les travaux liés à l'érosion ou l'apport de terre plus ceux liés au nettoyage et au redressage des vignes et du palissage). On construira ces niveaux en utilisant notamment les données du Var

Scénarios d'inondations : illustrations de la méthodologie

NS : Le coût de 17815 €/ha pour la plantation d'une vigne semble faible s'il contient l'entretien pendant 3 ans. Dans les barèmes des chambres on considère habituellement environ 25000 €/ha sur 3 ans.

AC : Le prix de vente considéré ici ne comprend pas de dépréciation liée à une baisse de qualité.

FF : Lorsque l'on arrache la totalité de la parcelle avant de replanter, il faut compter au moins un an de repos qui s'ajoute au nombre d'années avant entrée en production.

AC : Il faudrait construire certains seuils à l'envers en déterminant sur la base des résultats à partir de quand les viticulteurs ont intérêt à tout arracher et replanter.

Scénario d'une inondation de printemps sans courant FF : En ajoutant les travaux mentionnés précédemment qui sont à faire avant mortalité de la vigne (et qui ne sont pas à faire si on arrache et replante tout), cela gommerait peut-être un peu l'effet de plateau très fort entre 100 et 150 cm.

AC : En effet, d'après les retours d'expérience, il faut qu'à un moment il soit presque plus rentable de tout arracher et replanter plutôt que de remettre en état, ce qui n'est pas le cas sur le graphique présenté. Ceci résulte du fait que les travaux de remise en état sont longs et donc chers en main d'œuvre. NS : Le fait que les travaux de remise en état augmente dès que le palissage est touché (entre 50 et 150 cm), fait que la courbe s'inclinerait peut-être un peu plus. En effet, il y aurait un premier palier à 50 cm et un second palier à 150 cm, au lieu d'un seul palier à 150 cm.

⇒ ALA : En ajoutant les travaux de remise en état le palier serait peut-être plus faible mais ne disparaîtrait complètement. Les calculs seront refaits en tenant compte de ces effets.

⇒ FG : Il faut rappeler que la situation de 1m50 d'eau pendant 5 jours est très rare d'après les retours d'expérience, il est donc normal de s'étonner des valeurs de dommages qu'elle représente. NS note

que finalement ces coûts sont fournis à l'hectare mais qu'il est rare que toute une parcelle soit touchée

par un aléa homogène, et surtout s'il est exceptionnel (hauteur haute pendant longtemps). Les coûts qui semblaient élevés en premier lieu, semblent finalement cohérents si on les rapporte à de plus petites surfaces.

Scénario d'inondation de fin d'été NS note qu'avec les modifications prévues, pour une inondation de 4 jours avec une hauteur d'eau importante, qu'elle ait lieu au printemps ou au moment des vendanges, les dégâts seront à peu près les mêmes.

Autres remarques

PB : D'autres experts m'avaient une fois fait une remarque en mettant en avant le fait que les montants des dommages maximum étaient finalement relativement faibles par rapport au prix du foncier pour une terre viticole. ⇒ NS : Effectivement si la survenue d'une inondation déprécie le foncier, les dommages peuvent exploser.

JP : Bien que l'échelle de l'exploitation ne soit pas prise en compte, elle peut être importante dans les dommages réels. Par exemple sur l'île de Ré, certains exploitants ont eu la quasi totalité de leurs parcelles touchées et ont donc abandonné.

FF : Ça a également été le cas dans le Var, lorsque les dommages étaient tels que la trésorerie des exploitations ne permettait pas d'y faire face, surtout pour des exploitants proches de la retraite. Dans plusieurs cas, les exploitations n'ont pas été reprises en suite.

NS : Il serait intéressant de travailler avec ces données à l'échelle d'une zone. On peut imaginer qu'à l'avenir, les indemnisations soient prévues pour un territoire selon ses enjeux et la volonté que l'on a de conserver des activités viticoles dessus.

PB demande si les viticulteurs peuvent avoir à payer certaines charges à la coopérative même s'ils ne livrent pas de raisins suite à une inondation.

⇒ NS : Les viticulteurs ne sont pas engagés sur des volumes à livrer, s'ils n'ont pas de production une année du fait de l'inondation ils ne seront pas pénalisés. Par contre, les charges fixes de la coopérative seront réparties sur un plus petit nombre de viticulteurs et augmenteront donc pour ceux qui ne sont pas touchés.

Compléments sur la submersion marine

AC signale qu'en ce qui concerne le risque de submersion marine, il y a deux types d'effets à prendre en compte : les conséquences d'une submersion marine directe sur les vignes, et les conséquences en termes de salinisation des nappes phréatiques, liée à l'élévation du niveau de la mer, qui peuvent avoir des effets indirects sur les sols et donc les cultures agricoles.

AC insiste sur ce fait car la vigne est très sensible au sel. NS, précise que dans le Narbonnais, les viticulteurs connaissent déjà cette problématique et procèdent à des inondations maîtrisées pour limiter la salinisation des sols.

JP confirme qu'en cas de submersion marine l'effet de colmatage et de destruction du sol (matière organique) est important. Ces effets causent des asphyxies racinaires importantes.

JP : Lors de Xynthia, sur les ceps taillés juste avant la submersion, le sel a pénétré dans le bois et a causé la mort plus rapide de ces ceps.

B.2.4 Conclusions

Les changements suivants seront apportés à la méthodologie d'évaluation des dommages des inondations à la viticulture, présentée lors de la réunion du 16 janvier 2013 :

1. Les pertes de rendement, en l'absence de courant, sont modifiées pour tenir compte des phénomènes suivants :
 - à la fin du repos, si les bourgeons sont touchés par l'eau des pertes de rendement se produiront à partir de 5 jours de submersion et elles seront totales pour 10 jours d'inondation. Les bourgeons sont situés entre 50 et 70 cm.
 - Avec moins de 50 cm d'eau, des pertes de rendement apparaissent dès 4 jours d'inondation du fait d'une dégradation de l'état sanitaire de la vigne (développement de maladies), ces pertes sont totales au bout de 11 jours.

Ainsi, la nouvelle fonction de pertes de rendement peut être représentée comme dans la figure B.5.

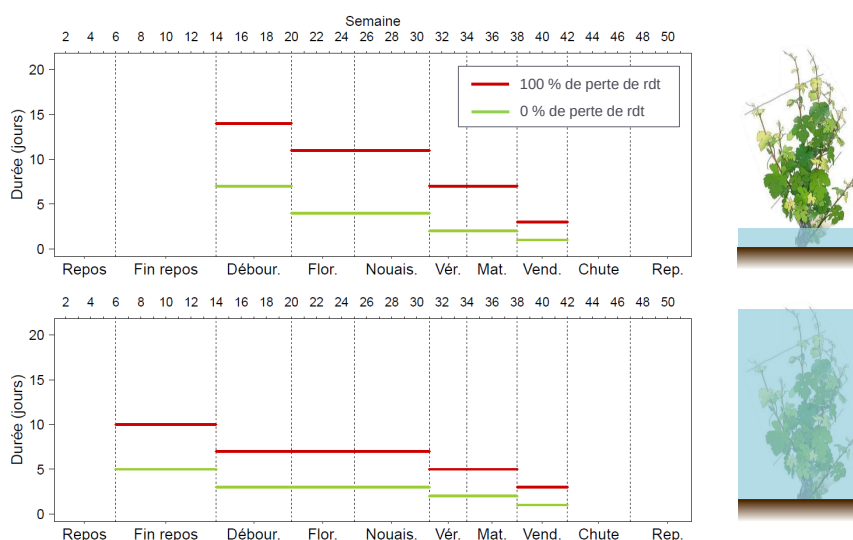


FIGURE B.5 – Fonctions de baisse de rendement pour la vigne en l'absence de courant

2. Les pertes de matériel végétal, en l'absence de courant, sont modifiées pour augmenter la sensibilité de la vigne lorsqu'elle entièrement submergée aux stades Débourrement - Nouaison : les pertes par asphyxie débutent à 3 jours et sont totales au bout de 5 jours.
Ainsi, la fonction de pertes de matériel végétal peut être représentée comme dans la figure B.6.
3. Des courbes de baisse de la qualité de la production seront proposées, elles proposeront une baisse du prix de vente de la production (raisins ou vin) en fonction de la hauteur et de la durée de submersion. Ces baisses pourront être totales si la production n'est pas commercialisable. Elles tiendront compte des effets de développement de maladies, de pourriture, d'éclatement de baies, et de dépôt de limons lorsque l'inondation se produit au stade maturité.
4. Concernant les stratégies de replantation, en cas d'arrachage complet pour replantation, une année de repos des parcelles sera considérée en plus des 3 années avant entrée en production.
5. Le coût moyen d'un traitement (anti-mildiou ou anti-botrytis) est ramené à 80 €/ha. En cas d'inondation, 4 traitements supplémentaires seront réalisés si elle a lieu au stade Floraison ou

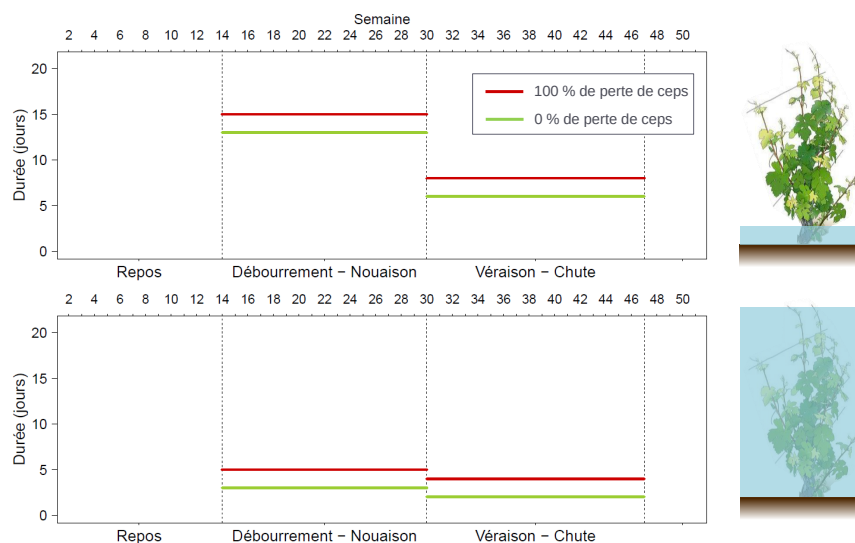


FIGURE B.6 – Fonctions de perte de matériel végétal pour la vigne en l'absence de courant

Nouaison (2 traitements de chaque type), et 2 traitements supplémentaires seront réalisés si elle a lieu au stade Véraison (1 traitement de chaque type).

6. Taille :

- Le surplus de travail à effectuer lors de la taille suivant l'inondation (n+1), comprenant notamment des travaux de réparation et de nettoyage du palissage, est considéré dans les dommages au sol.
- Il n'y a pas de diminution des charges de taille les années suivant l'année n+1 en cas de perte de matériel végétal sans replantation (car si diminution il y a, elle est minime).

7. Récolte manuelle :

- Les charges de récolte manuelle ne diminuent pas en année n+1 même lorsqu'il y a des baisses de rendement, car il y a un travail de tri important à faire.
- Il n'y a pas de diminution des charges de récolte manuelle les années suivant l'année n+1 en cas de perte de matériel végétal sans replantation (car si diminution il y a, elle est minime).

8. Récolte mécanique :

- Les charges de récolte mécanique ne varie pas, même en cas de perte de rendement ou de matériel végétal, car la surface à couvrir reste la même.
- La vendange mécanique n'est pas remplacée par une vendange manuelle si l'inondation survient pendant les vendanges car logistiquement un chantier ne peut pas être organisé au dernier moment.

9. Les dommages au sol comprennent les travaux de remise en état liés à l'érosion, au dépôt de débris, au redressement des rangs lorsqu'il ne sont pas complètement arrachés, et à la réparation du palissage. Ils sont fonction du courant et de la hauteur d'eau (dégât au palissage à partir de 50 cm d'eau). Ils sont peu élevés pour un courant faible et deviennent importants lorsque le courant est moyen. Avec un courant fort, ils sont moins élevés qu'avec un courant moyen car la vigne est arrachée et n'a pas besoin d'être remise en état.

B.3 Groupe d'experts sur l'évaluation des dommages des inondations sur l'arboriculture

CR de la réunion du 17/01/2013

Version du 14/02/2013

Rédactrice : Anne-Laurence AGENAIS

B.3.1 Participants

- Anne-Laurence AGENAIS, Ingénieure d'études - UMR G-Eau, Irstea [ALA]
- Eric ALLARD, Conseiller arboriculture - Chambre d'Agriculture des Hautes-Alpes (*excusé*)
- Pauline BREMOND, Chercheuse - UMR G-Eau, Irstea [PB]
- Philippe CAVALIER, Arboriculteur et Président de la Commission fruits et légumes - Chambre d'Agriculture du Gard [PC]
- Frédéric GRELOT, Chercheur - UMR G-Eau, Irstea [FG]
- Vincent MATHIEU, Chargé de mission Arboriculture et Fruits à pépins - CTIFL de Balandran [VM]

Dans le présent document, les participants sont identifiés par leurs initiales, indiquées ci-dessus entre crochets. Les réponses aux remarques faites par les experts sont précédées du symbole ⇒.

B.3.2 Objectifs de la réunion

Voir la présentation jointe à ce compte-rendu.

Les objectifs de cette réunion étaient les suivants :

- Rappeler le contexte des travaux menés par Irstea sur les dommages des inondations aux activités agricoles ;
- Présenter, compléter et discuter la méthodologie élaborée par Irstea pour l'évaluation des dommages à l'arboriculture.

Cette réunion faisait suite aux entretiens individuels qui s'étaient déroulés entre juin 2011 et février 2012 avec chacun des experts présents.

B.3.3 Discussion

Introduction et cadrage des travaux

PC demande si le profil des exploitants est pris en compte dans le calcul des dommages (âge, dynamique d'investissement, etc.).

⇒ Les travaux menés sur les dommages aux cultures se basent sur l'échelle de l'occupation du sol et l'échelle de l'exploitation n'est pas intégrée car le lien entre les deux est souvent difficile à faire avec les bases de données existantes. Dans sa thèse PB approfondi l'analyse des dommages à l'échelle d'une exploitation. Par contre les règles de décision concernant le comportement adopté par les exploitants après l'inondation est discuté avec les stratégies de replantation.

Pertes de rendement

Pommiers VM : Le mode de culture peut induire des différences de pertes. Par exemple si les arbres sont plantés sur butte, la même hauteur d'eau n'aura pas les mêmes effets que dans un verger classique car l'arbre restera hors d'eau plus longtemps.

La proportion de vergers sur butte va varier selon les régions, c'est une pratique généralement mis en place dans les zones où il y a des problèmes d'excès d'eau (beaucoup de pluie). Les buttes font rarement plus de 20 cm.

⇒ PB : Dans les régions où on sait que les vergers sont sur butte, on pourra déduire de la hauteur d'eau la hauteur des buttes.

VM : Il peut y avoir des différences de sensibilité aux inondations d'une espèce à l'autre. Toutefois c'est principalement la sensibilité du porte-greffe qui va jouer, et il y a relativement peu de portes-greffe différents utilisés (par exemple 90% des pommiers possèdent le même porte-greffe). C'est donc une distinction que l'on peut ne pas prendre en compte.

Hauteur d'eau faible (moins de 80 cm) VM : En période hivernale, le pommier a une grande tolérance à l'asphyxie, c'est donc normale que la courbe soit très haute.

VM : Pendant la maturité, les pertes peuvent être dues à un risque de surmaturité si l'on ne peut pas rentrer dans les parcelles (avant ressuyage). La durée d'une pomme est de 15 jours en moyenne (varie avec les variétés) donc la courbe rouge pourrait être relevée. La courbe verte peut rester à ce niveau car elle représente l'effet de l'asphyxie qui se passe en parallèle mais débute plus tôt.

PC : Il y a aussi le risque de pertes liées à l'état sanitaire de la parcelle si on ne peut pas réaliser un traitement qui était prévu. D'autant plus que l'humidité favorise certaines contaminations (tavelure), et ceux même avec une faible hauteur d'eau.

VM : Ce risque sanitaire dépend fortement du temps qu'il fait après l'inondation. Si le temps est sec et beau après, le risque de contamination est moindre que si le temps reste humide (pluies) après l'inondation. Si un traitement n'a pas pu être réalisé, on peut considérer que l'exploitant dispose d'environ 72 h pour le rattraper, ce qui n'est pas beaucoup.

VM : Le principal risque est la tavelure, sur les stades Floraison et Croissance. Le risque pucerons est moindre. Après une contamination par la tavelure, s'il n'y en a pas d'autres après et si on rate une seule protection, on risque maximum 30 ou 40 % de perte de rendement (fruits incommercialisables).

Hauteur d'eau importante (submersion totale) VM : Pendant la croissance, les fruits contiennent peu de sucre et sont moins sensibles aux développements fongiques. On peut donc remonter un peu les deux courbes.

Par contre à la floraison, les fleurs sont très sensibles et il y aura des pertes rapidement si elles sont en contact avec l'eau.

A la maturité comme les fruits sont déjà formés et sensibles aux champignons, d'accord pour ces seuils. Ces attaques peuvent avoir lieu même avec des pluies importantes.

PC : A maturité, avec la hauteur d'eau élevée, la sensibilité pourrait encore être accrue car sanitaire il sera difficile de vendre des pommes qui ont été en contact avec l'eau (risque de limons, de pollution). Ces lots seront difficilement commercialisables car ce sont des lots potentiellement à soucis.

VM : En effet, dès 1 jour de contact entre les fruits et l'eau, il va commencer à y avoir des pertes. Donc la courbe verte peut-être descendue. Si l'eau ne fait que passer (moins d'un jour), les fruits pourront être sauvés, d'autant plus qu'ils sont lavés ensuite et que les limons pourront donc partir.

Si l'eau est très chargée en limons, les fruits seront tout de suite perdus car les stations ne les prendront pas même pour les laver.

ALA : On se pose la question de savoir si les pertes sont proportionnelles à la quantité de fruits touchés directement par l'eau.

⇒ VM : Jusqu'à une certaine limite. C'est-à-dire que si l'eau est à 1 m 20, les fruits restants seront récoltés. Si l'eau est montée jusqu'à 2 m et qu'il reste seulement quelques fruits non touchés, ils ne seront pas forcément récoltés, bien qu'ils soient intacts.

VM : En plus de l'aspect de méfiance pour des fruits touchés par l'eau qui fera qu'ils se vendront moins bien, le potentiel de conservation de ces fruits sera dégradé. Ils devront donc être commercialiser rapidement (15 jours).

FG demande si les exploitants peuvent changer en cours de cycle les débouchés prévus pour leur récolte.

⇒ VM : En station, les lots sont triés selon leur potentiel de conservation, mais il sera difficile de changer complètement ses débouchés (vente à l'industrie si prévue pour un grossiste, ou vente directe si prévue pour un grossiste). Mais si les lots sont trop fragiles, il ne seront pas acceptés.

PC : De plus, l'industrie est le débouché le plus exigeant vis-à-vis de la qualité des fruits (risque bactérien fort et pas de prise de risque de dégrader l'image de la marque).

Poiriers VM : Comme pour le pommier, le seuil de début de perte de rendement pour des inondations à maturité avec contact entre l'eau et les fruits, doit être abaissé (pertes à partir de 1 jour).

Le poirier est un peu plus sensible à l'asphyxie donc c'est normal que les seuils pour une hauteur d'eau inférieure à 80 cm soient un peu plus bas que pour le pommier.

Les seuils pour une inondation à maturité avec une faible hauteur d'eau sont cohérents aussi avec le fait que le créneau de récolte avant surmaturité sont plus courts pour la poire que la pomme (8 à 10 jours).

VM : Il semble normal, d'après les connaissances physiologiques, qu'il n'y ait pas de perte de rendement lorsque les bourgeons sont touchés par l'eau au stade repos, en tout cas jusqu'à 5-10 jours. Mais il est difficile de donner un seuil pour ce phénomène car pas de retour d'expérience (valable pour les pommiers et les poiriers).

VM : La hauteur des poiriers est similaire à celle des pommiers.

Pêchers et Abricotiers VM : Les fruits à noyaux sont très sensibles au monilia. Donc c'est cohérent avec les seuils bas à maturité pour une faible hauteur d'eau. A la Floraison, les risques de perte de rendement sont importants, peut-être faut-il baisser un peu les deux courbes, mais on manque de retour d'expérience.

L'abricotier est plus sensible au monilia que le pêcher notamment en période de floraison.

PC : A la Floraison, il faudra peut-être refaire un traitement après l'inondation pour éviter une attaque de monilia.

VM : Si la météo qui suit est humide ou que l'on ne peut pas rentrer rapidement dans les parcelles pour traiter, le développement du monilia pourra être très rapide et très virulent. Les pertes de fruits seront donc très importants (vite 100 %).

PC : Il est difficile de donner des seuils car les situations ne sont pas forcément connues, et en se reportant aux événements pluvieux que l'on connaît mieux, il est délicat de distinguer l'effet humidité de l'effet mécanique de la pluie.

VM : La hauteur du tronc est moins élevée (60 cm) et les cimes peuvent monter jusqu'à 3 m. Toutefois les effets seront maximum dès 2 m d'eau (du fait des attaques de monilia).

PC : Sur pêcher, il peut y avoir des effets sur le rendement suite à une inondation pendant le repos lorsque les rameaux sont au contact de l'eau. En 2003 un verger a été inondé et des rameaux ont trempés dans l'eau. Certains rameaux ont été nécrosés et le verger a mis plusieurs années avant de retrouver une production normale (sans même la retrouver complètement). L'année de l'inondation le rendement a été nul (36 h sous 2 m d'eau). Mais en 1994, les dommages n'avaient pas été les mêmes, il est difficile de comprendre pourquoi.

Cerisiers VM : La sensibilité des cerisiers à l'asphyxie et au monilia pendant la floraison est encore supérieure à celle de l'abricotier.

Cela peut s'observer même avec les pertes causées par la pluie. De plus, à maturité, le risque d'éclatement des cerises s'ajoute aux autres risques, même avec des hauteurs d'eau faibles.

PC : Comme pour les pêchers, il n'existe a priori pas le même risque de pertes pendant le repos si les rameaux sont au contact de l'eau.

PC : Dans les anciens vergers de cerisiers le tronc faisait 1 m 20, dans les nouveaux modes de conduite le tronc fait 50 cm.

Pertes de matériel végétal

Effet de la durée PC : Les durées supportées sont sûrement moindres avec des hauteurs d'eau importantes, notamment du fait des effets sur les rameaux. En 2003, si l'eau était restée plus longtemps, il y aurait sûrement eu de la mortalité.

Sur les autres fruitiers, il est difficile de savoir car pas de retour d'expérience.

VM : Les valeurs correspondent au risque d'asphyxie seule et peuvent donc être utilisées pour les hauteurs d'eau faibles. Il faut distinguer les inondations avec des hauteurs d'eau importantes, pour lesquelles les seuils de durée supportés seront plus bas.

Effet du courant VM : L'effet du courant sur les arbres va être lié à son effet sur le sol. Les arbres seront déracinés lorsque le sol aura été fortement érodé.

PC : A la différence de la vigne, si les arbres sont couchés ils ne peuvent pas repartir, car on ne pourra pas intervenir à temps pour les redresser (il faudrait pouvoir le faire de suite). De plus, le poids d'un rang est très important.

PC : Sur les jeunes arbres ou les portes-greffe avec des enracinements faibles, il y a un risque de déracinement non pas par l'inondation mais par le vent qui peut suivre et qui peut avoir des conséquences importantes car le sol est encore humide et meuble (formation d'entonnoirs).

VM : Selon le type d'arbres, l'enracinement va être différent et donc la résistance au courant aussi. Par exemple un pommier qui a des racines jusqu'à 50 cm seulement partira beaucoup plus vite qu'un

cerisier (ancien mode de conduite) qui a des racines très profondes. Globalement, on peut distinguer les espèces : les pommiers ou poiriers seront peut-être couchés avec un courant moyen, alors que les cerisiers et pêchers résisteront et seront couchés par un courant fort.

PC : Lorsqu'il y a un palissage, les coûts d'arrachage avant de replanter sont beaucoup plus élevés que sans palissage car cela peut être très long de tout démêler et tout enlever.

Stratégie de poursuite et replantation

Stratégie de poursuite VM : La décision de déclencher un travail de récolte va dépendre de la rentabilité attendue. Le seuil serait donc plus bas que 10% de fruits restants (peut-être plutôt 20 %). D'autant plus que dans beaucoup de cas, il va s'agir de récoltes difficiles (fruits en hauteur, tri important).

PC : Il faut considérer séparément le cas où il y a des fruits sur les arbres mais qu'ils sont abîmés, il faudra alors les récoltés tout de même, même si on ne les vend pas car sinon il y a un risque sanitaire pour le verger, et le cas où il y a très peu de fruits sur les arbres, on pourra alors ne pas les récolter, qu'ils soient abîmés ou non car ça serait sans risque sanitaire pour le verger.

PC : Dans certains cas on peut faire tomber les fruits, en y passant moins de temps. Pour les pêchers, en 2 ou 3 passages on fera tomber tous les fruits.

VM : Le risque sanitaire en laissant des fruits dans le verger est moindre pour les pommiers, on pourra donc se le permettre plus facilement. Pour les pommiers on peut également utiliser un traitement chimique pour faire tomber les fruits. Ensuite, un broyage suffit à se débarrasser des fruits au sol.

PC : Pour les fruits à noyau, c'est hors de question de laisser des fruits sur les arbres car cela représenterait un inoculum de monilia énorme pour l'année suivante.

VM : Pour les pommiers, le seuil de récolte serait donc plutôt à 75% dans le cas de récoltes difficiles (fruits en haut seulement, fruits abîmés à faible potentiel de conservation). Si c'est une récolte classique (fruits en bon état car inondation tôt dans le cycle), on passera jusqu'à 10% car on est sûr de vendre la production.

VM : De plus, les décisions ne seront pas les mêmes selon le type de main d'œuvre (main d'œuvre saisonnière avec organisation logistique compliquée et coûteuse ou main d'œuvre familiale flexible).

FG : Les arboriculteurs adaptent-ils leur stratégie de replantation en fonction de ce qu'il avaient prévu dans leur stratégie globale à l'échelle de l'exploitation avant l'inondation. Par exemple, s'ils replantent une parcelle endommagée il retarderont la replantation d'une autre parcelle non touchée mais qui commence à vieillir et qu'ils avaient prévu de replanter plus tôt.

⇒ PC : Ce peut effectivement être le cas. La décision de replantation tient aussi souvent compte de la stratégie en termes de variétés produites par l'exploitation. Un arboriculteur essaiera souvent d'avoir à la fois des variétés précoces et tardives par exemple. En replantant il essaiera de conserver son positionnement ou d'en profiter pour l'améliorer. Un autre facteur influençant le choix de replantation (avec ou sans inondation) est la demande du marché. Certaines variétés ne se vendent plus du tout, donc il faut anticiper en choisissant des variétés qui se vendront bien à l'avenir.

PC : En théorie, sur une exploitation si les vergers ont une durée de vie de 10 ans environ, il faudrait replanter 10% par an pour étaler les chantiers.

Stratégie de replantation PC : Le seuil de 15%, avant replantation des manquants est élevé car cela peut représenter plus que la marge dégagée.

VM : Cela dépend de la dispersion des manquants. S'ils sont groupés sur une zone, on les replantera. S'ils sont dispersés dans la parcelle, le chantier sera compliqué et on les replantera moins vite.

PC : Cela dépend aussi de la pente. Souvent les pertes sont localisées en bas des parcelles où l'eau a stagné plus longtemps.

⇒ ALA : Dans nos travaux, on utilise le mot parcelle pour désigner une zone d'occupation du sol et d'aléa (casier hydraulique) homogène. La situation d'arbres perdus sur quelques rangs correspond donc dans notre cadre à une perte de 100% sur une zone, et donc à une replantation. Les seuils figurant sur le schéma correspondent à des pertes dispersées sur la parcelle.

PC : La stratégie adoptée dépend de la qualité du verger. Si la qualité est encore bonne, on plantera même pour des pertes moyennes. Si le verger a débuté son obsolescence, la replantation totale interviendra pour des pertes moindres.

La stratégie adoptée dépend aussi de l'âge du verger. Si le verger est un peu vieux, on replantera plus vite que si le verger est jeune et non amorti.

VM : Pour la stratégie de replantation, l'échelle de l'exploitation est importante. Pour un petit exploitant qui travaille seul ou en famille, il prendra plus le temps de replanter et de s'occuper des arbres. Sur une grande exploitation avec une main d'œuvre salariée, la logistique pour replanter des manquants et de s'en occuper est plus compliquée.

VM : Pour s'affranchir des nombreux paramètres entrant en compte, le plus simple et peut-être de faire un calcul de rentabilité simple. L'âge du verger et donc sa valeur amortie peut également être intégré à ce calcul.

PC : Les retours d'expérience de 2002 et 2003 dans le Gard peuvent aussi servir de base pour définir ces seuils plus précisément.

PC : Il faut tenir compte de la durée d'amortissement des arbres et de la durée avant obsolescence.

PC : Bien que cela ne puisse pas être pris en compte, le fait que plusieurs inondations se produisent de façon rapprochée, peut conduire à adopter des stratégies différentes.

Variations de charges

Charges de traitements PC : Il peut y avoir des traitements supplémentaires pour limiter le développement des champignons ou parasites.

Charges de taille PC : L'année juste après l'inondation les charges de taille ne sont pas diminuées car il y a de nombreux frais supplémentaires liés au nettoyage des arbres et de la parcelle, plus du temps de taille supplémentaire parfois pour permettre aux arbres de mieux repartir s'ils ont été affaiblis.

⇒ Toutes les charges de nettoyage et de remise en état ont été considérées avec les dommages au sol.

PC : En dehors des frais de remise en état et nettoyage, effectivement les charges de taille seront diminuées s'il y a moins d'arbres.

Charges de récolte VM : Lorsque il doit y avoir une récolte sélective (fruits sur-mûrs non cueillis ou cueillis pour être jetés), la récolte peut prendre plus de temps qu'habituellement.

VM : Si c'est une récolte classique, mais avec moins de rendement, les charges seront effectivement moindres.

VM : Pour les récoltes mécanisées sur arbres palissés, que tous les arbres soient là ou non, le coût sera le même car il faudra passer tout de même. Pour des récoltes mécaniques arbre par arbre s'il y a eu de la mortalité, le coût de récolte sera effectivement un peu diminué les années suivantes.

Dommages au sol

VM : En plus des opérations considérées, il faut aussi ajouter la réparation de l'équipement d'irrigation qui peut prendre du temps (remise en place des tuyaux, déboucher les goutteurs).

Erosion PC : Les dégâts d'érosion dépendent surtout du courant.

VM : Si l'érosion est telle qu'il faut rapporter de la terre, ce n'est pas évident car il est difficile de trouver de la terre et cela coûte généralement cher. VM : Il faut donc distinguer le cas où un travail du sol pour reniveler le sol ou effacer de petites ravines (donc avec le matériel de l'exploitation) est suffisant, du cas où il faut apporter de la terre et entreprendre de gros travaux (donc avec intervention de prestataires extérieurs).

PC : Les coûts peuvent facilement être doublés car il y a toujours au moins 2 personnes pour ce genre de travaux.

PC : Il faudrait peut-être chercher les retours d'expérience du Gard où les coûts des travaux avaient dûs être recensés.

VM : Les ordres de grandeur pour un travail du sol en cas de petite érosion (1 journée) sont corrects.

Dépôt de débris VM : Pour le nettoyage, la hauteur joue car les débris s'amoncelleront plus ou moins dans les palissages. Par contre le rôle du courant est difficile à estimer car il ne permet pas de prévoir où les déchets se déposeront.

VM : Dès qu'il faut remettre les palissages en état, le nombre d'heures de travail augmente beaucoup. Si c'est seulement 10 h/ha (35 - 25), ça n'est pas suffisant. Si on considère que c'est 35 h + 25 h, alors l'ordre de grandeur est bon.

ALA : Les coût de matériel n'ont pas été intégrés.

⇒ VM : En effet, il faut les ajouter car, il faut forcément une petite assistance (remorque par exemple lors du nettoyage).

PC : Pour une remise ne état du palissage (redressage et nettoyage), on peut arriver à 100 ou 150 h/ha facilement.

VM : Il est difficile de donner des durées de travaux, mais les valeurs proposées sont cohérentes entre elles. Il peut y avoir du nettoyage et un peu de travail du sol à faire dès un courant faible.

Scénarios d'inondations : illustrations de la méthodologie

VM : La durée des vergers proposée dans les barèmes calamités agricoles, correspond en réalité à la durée d'amortissement. Un verger peut être productif et est généralement gardé plus longtemps que ça.

PC : De plus, il faut vérifier qu'il y a encore une valeur résiduel après la durée d'amortissement, car le verger a encore une valeur puisqu'il est encore productif.

Scénario d'une inondation de printemps sans courant VM : Les valeurs maximales considérées sont cohérentes avec la méthode de calcul (replantation plus 3 années de perte de production).

VM : Il est logique d'avoir des profils différents pour le pommier et le pêcher car les sensibilités sont différentes.

PC : Il est surprenant qu'il n'y ait pas de perte de matériel végétal avec 8 jours d'inondation. En végétation, le seuil devrait peut-être être abaissé pour les hauteurs d'eau importantes (actuellement seuil bas à 10 jours). Ce seuil correspond à l'asphyxie seulement. Si les rameaux sont dans l'eau, il y a d'abord un risque de nécrose sans mortalité (36 h) et au delà un risque de mortalité de l'arbre.

Scénario d'inondation de fin d'été PC : Pour le pêcher, la courbe sera différente lorsque l'effet des rameaux au contact de l'eau sera intégré (repos).

VM : Les données agro-économiques considérées sont des moyennes. Il y aura toujours des exploitants qui produisent plus ou moins, et les rendements varient avec la précocité des variétés. Si sur une zone d'étude, il y a surtout des pêcheurs tardifs ou précoces, on pourra adapter les valeurs.

VM : L'étendue de la plage de dommages pour un événement d'inondation correspond effectivement à ce qui peut se passer en cas d'événements extrêmes. Le fait qu'il y ait des paliers importants où les dommages peuvent augmenter brusquement est cohérent aussi. Lors d'une inondation, cela arrive que d'une parcelle à l'autre, avec juste 1-2 jours de plus ou quelques cm de plus, les dommages explosent.

B.3.4 Conclusions

Les changements suivants seront apporté à la méthodologie d'évaluation des dommages des inondations à l'arboriculture, présentée le 17 janvier 2013 :

1. Une mise en garde sera faite afin de signaler que si les vergers sont plantés sur butte, la hauteur des buttes doit être soustraite de la hauteur d'eau pour pouvoir utiliser les fonctions proposées.
2. Les pertes de rendement, en l'absence de courant, sont modifiées pour tenir compte des phénomènes suivants :
 - Pour les pommiers au stade Floraison, du fait du risque sanitaire de tavelure si un traitement est retardé, quelque soit la hauteur, les pertes débiteront au bout de 7 jours d'inondation. Le seuil de pertes totale (15 jours) reste inchangé.
 - Pour les pommiers et poiriers au stade Maturité, pour une inondation où les fruits sont au contact de l'eau (à partir de 80 cm), les pertes débutent au bout d'un jour d'inondation du fait du risque de contamination.

- Pour les pêchers et les abricotiers, une inondation pendant le repos avec les rameaux au contact de l'eau, cause des pertes de rendement qui débutent au bout de 3 jours et sont totales au bout de 5 jours. (Le seuil de 36 h n'est pas retenu car les mêmes dommages n'ont pas été observés en 1994.)
- Pour les pêchers, le risque de développement du monilia existe quelque soit la hauteur d'eau, il peut entraîner des pertes dès 4 jours d'inondation qui sont totales pour 7 jours.
- Pour les abricotiers, le risque de développement du monilia existe quelque soit la hauteur d'eau, il peut entraîner des pertes dès 3 jours d'inondation qui sont totales pour 5 jours.
- Pour les pêchers et abricotiers, la hauteur du tronc est d'environ 60 cm, et les dommages sont maximum à partir de 2 m d'eau (la cime peut aller jusqu'à 2,50 m).
- Pour les cerisiers, la hauteur du tronc est de 1,20 m avec les anciennes variétés et de 50 cm avec les nouvelles. Les dommages sont maximum à partir de 2 m d'eau.

Ainsi les nouvelles fonctions de perte de rendement peuvent être représentées comme sur les figures B.7, B.8, B.9, B.10, et B.11.

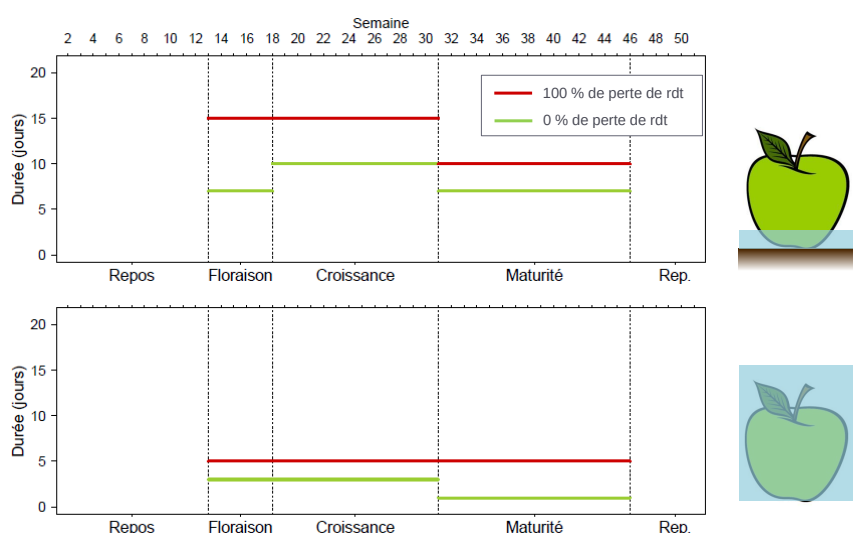


FIGURE B.7 – Fonctions de perte de rendement pour les pommiers, en l'absence de courant

3. Pour les pommiers et les poiriers, un effet sur la qualité des fruits, et donc le prix de vente, est ajouté lorsque l'inondation se produit à maturité et que les fruits sont en contact de l'eau. Les fruits qui ne sont pas perdus, seront vendus moins cher car leur potentiel de conservation est moins bon.
4. Les pertes de matériel végétal en l'absence de courant, sont modifiées lorsque la hauteur d'eau est importante. On considère que la mortalité survient environ 2 fois plus vite pour les pommiers, les poiriers et les cerisiers lorsqu'ils sont entièrement dans l'eau. Les pêchers et abricotiers sont plus sensibles à cet effet et des mortalités surviennent dès 15 jours entièrement sous l'eau pendant le repos (7 jours pendant la végétation).

Ainsi les nouvelles fonctions de perte de matériel végétal peuvent être représentées comme sur les figures B.12, B.13, B.14, et B.15.

5. Concernant la stratégie de poursuite de l'itinéraire (récolte ou non des fruits), pour les pêchers, abricotiers et cerisiers, la récolte a toujours lieu quand il y a plus de 5% des fruits présents (commercialisables ou non) pour des raisons de risque sanitaire. Pour les pommiers et les poiriers,

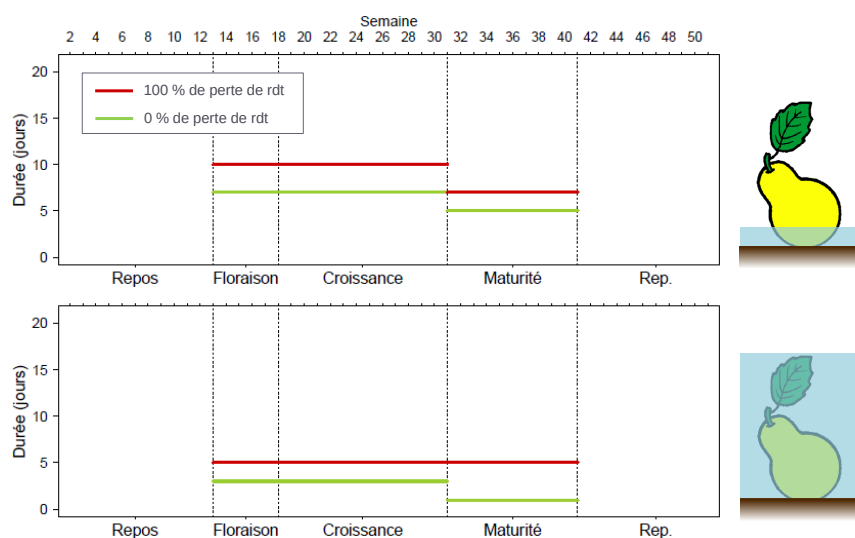


FIGURE B.8 – Fonctions de perte de rendement pour les poiriers, en l'absence de courant

si le pourcentage de fruits non commercialisables est supérieur à 75 % (inondation à maturité avec contact eau-fruits par exemple), la récolte ne sera pas faite et les fruits seront tombés avec un traitement chimique. Si les pertes sont inférieures à 90 % et qu'il n'y a pas de fruits incommercialisables (inondation tôt dans le cycle et donc chantier classique), la récolte sera faite.

6. Concernant la stratégie de replantation du verger, les seuils de perte de production pour la replantation des manquants seulement ou de toute la parcelle seront recalculés sur la base d'une rentabilité économique optimisée qui tiendra compte également de l'amortissement du verger (donc de son âge moyen). Des coûts d'arrachage supérieurs seront considérés lorsqu'il y a un palissage car cela prend du temps de l'évacuer.
7. Les charges de taille et de récolte manuelle ne diminuent pas ou diminuent peu (pas significatif) les années suivants l'inondation, même en cas de mortalité d'arbres .
8. Un traitement supplémentaire sera réalisé sur les pêchers, abricotiers et cerisiers si l'inondation survient pendant la floraison, pour limiter le développement du monilia.
9. Érosion : On considérera 3 niveaux de dégâts. Les deux premiers pour des courants faibles et moyen correspondant respectivement à 0,5 et 1,5 journées de travail pour deux personnes avec mécanisation, soit 215 et 645 €/ha. Le dernier niveau de dégât correspond à la formation de ravines importantes avec l'apport de terre et l'intervention de prestataires extérieurs, et donc des coûts plus élevés d'environ 1460 €/ha (2 jours de travail et apport de terre).
10. Dépôt de débris et remise en état du palissage, des filets anti-grêle et de l'équipement irrigation : Les dépôt de débris sont fonction de la hauteur d'eau, car si l'eau atteint le palissage ou les branchage, les quantités de débris à nettoyer seront plus importantes. Les dégâts au palissage et à l'équipement d'irrigation est fonction du courant. On propose les valeurs suivantes :
 - pour moins de 80 cm d'eau avec un courant faible, le nettoyage prendra environ 25 h/ha pour une personne avec mécanisation, soit 750 €/ha.
 - pour plus de 80 cm d'eau avec un courant faible ou un courant moyen ou fort quelque soit la hauteur d'eau, le nettoyage et la remise en état prendra 45 h/ha pour deux personnes avec mécanisation, soit 1890 €/ha.

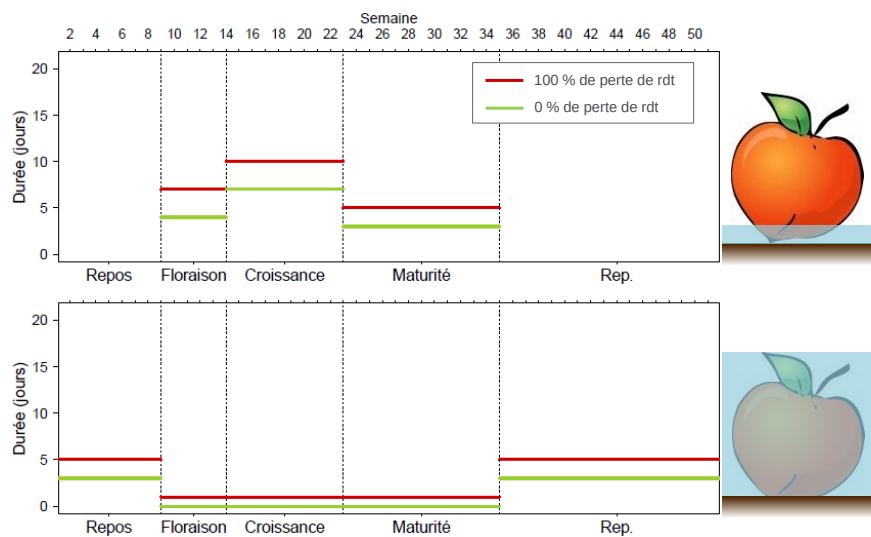


FIGURE B.9 – Fonctions de perte de rendement pour les pêcheurs, en l’absence de courant

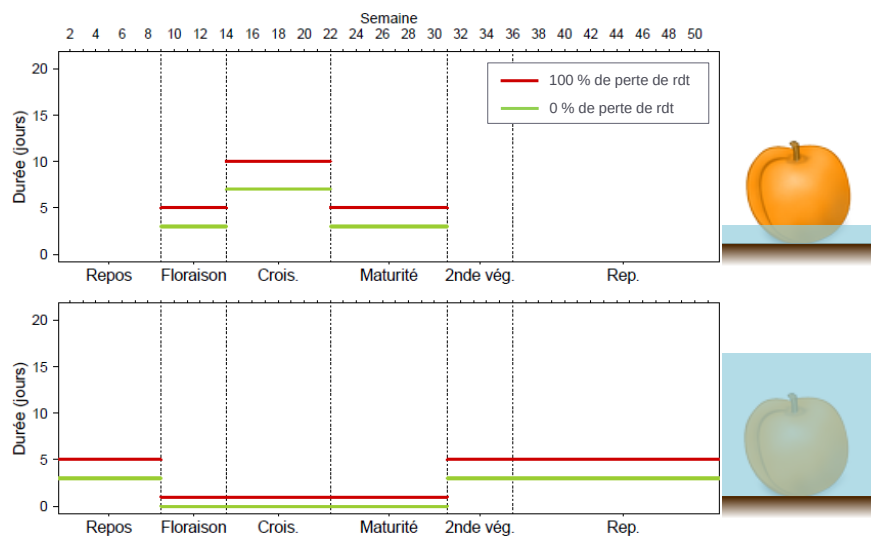


FIGURE B.10 – Fonctions de perte de rendement pour les abricotiers, en l’absence de courant

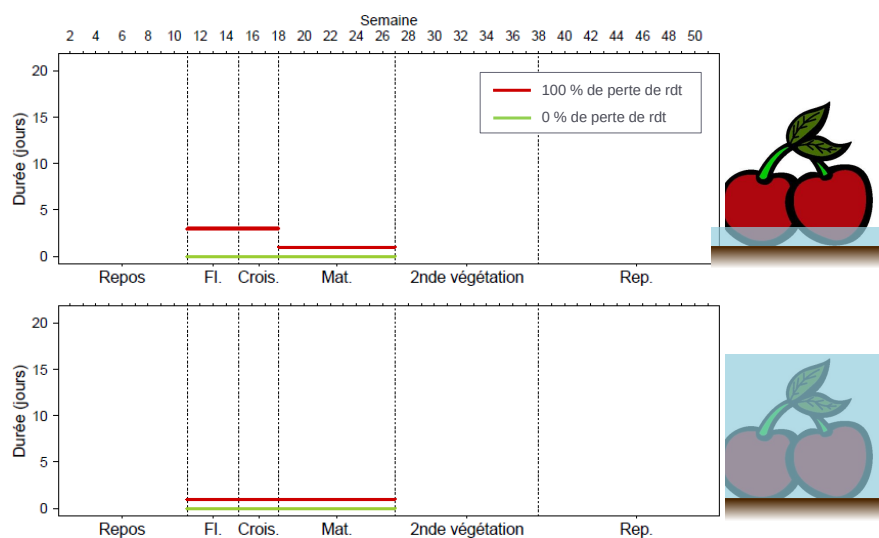


FIGURE B.11 – Fonctions de perte de rendement pour les cerisiers, en l'absence de courant

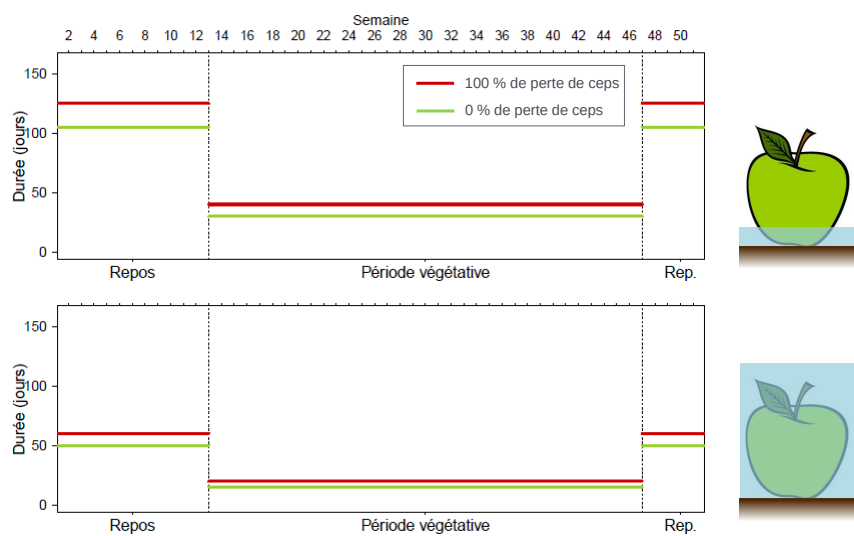


FIGURE B.12 – Fonctions de perte de matériel végétal pour les pommiers, en l'absence de courant

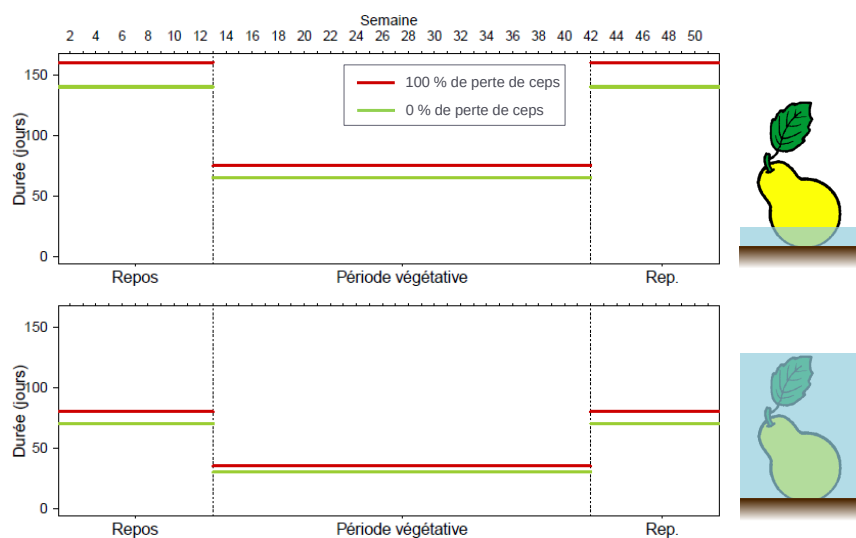


FIGURE B.13 – Fonctions de perte de matériel végétal pour les poiriers, en l'absence de courant

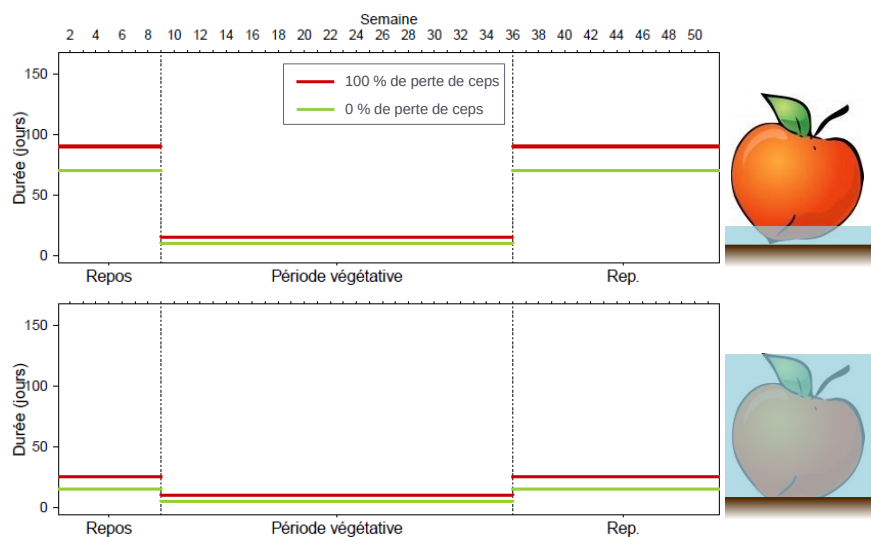


FIGURE B.14 – Fonctions de perte de matériel végétal pour les pêchers et les abricotiers, en l'absence de courant

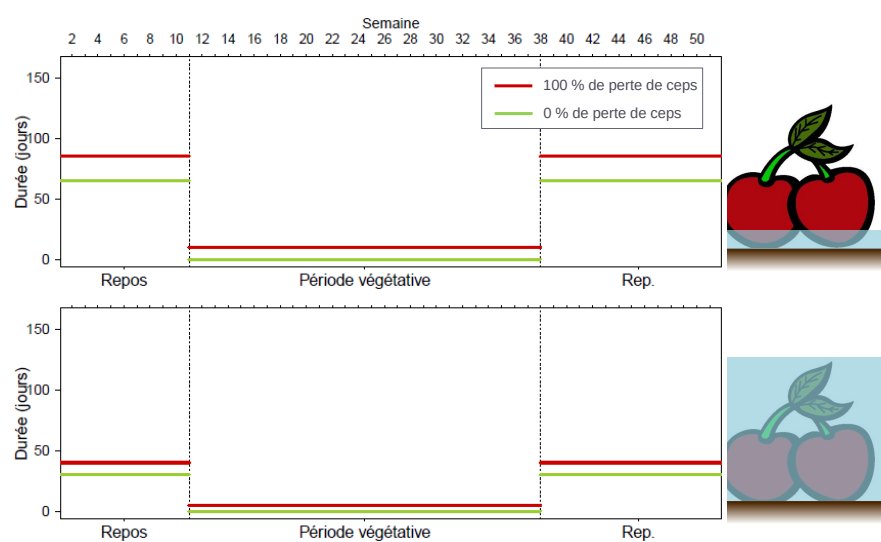


FIGURE B.15 – Fonctions de perte de matériel végétal pour les cerisiers, en l'absence de courant

B.4 Groupe d'experts sur l'évaluation des dommages des inondations sur les cultures maraîchères

CR de la réunion du 21/01/2013

Version du 15/02/2013

Rédactrice : Anne-Laurence AGENAIS

B.4.1 Participants

- Anne-Laurence AGENAIS, Ingénieure d'études - UMR G-Eau, Irstea [ALA]
- Pauline BREMOND, Chercheuse - UMR G-Eau, Irstea [PB]
- Philippe CAILLOL, Conseiller maraîchage - Chambre d'Agriculture du Gard [PC]
- Thierry CORNEILLE, Conseiller maraîchage - CETE maraîcher de Chateaurenard (13) (*excusé*)
- Christian COSTA, Conseiller maraîchage - Chambre d'Agriculture de l'Aude [CC]
- Frédéric DELCASSOU, Conseiller maraîchage - CETE maraîcher d'Eyrargues (13) (*excusé*)
- Jean-Daniel FERRIER, Conseiller maraîchage - Chambre d'Agriculture de l'Ain (13) (*excusé*)
- Frédéric GRELOT, Chercheur - UMR G-Eau, Irstea [FG]
- Benoît LESCUYER, Conseiller prévention inondation et référent calamités agricoles - Chambre d'Agriculture du Gard [BL]
- Thierry MASSIAS, Conseiller maraîchage - Chambre d'Agriculture de Charente-Maritime (*excusé*)
- Jean-Pierre MESGUEN, Conseiller maraîchage - Chambre d'Agriculture du Var [JPM]

Dans le présent document, les participants sont identifiés par leurs initiales, indiquées ci-dessus entre crochets. Les réponses aux remarques faites par les experts sont précédées du symbole ⇒.

B.4.2 Objectifs de la réunion

Voir la présentation jointe à ce compte-rendu.

Les objectifs de cette réunion étaient les suivants :

- Rappeler le contexte des travaux menés par Irstea sur les dommages des inondations aux activités agricoles ;
- Présenter, compléter et discuter la méthodologie élaborée par Irstea pour l'évaluation des dommages aux cultures maraîchères ou légumières.

Cette réunion faisait suite aux entretiens individuels qui s'étaient déroulés entre septembre et novembre 2011 avec chacun des experts présents.

B.4.3 Discussion

Introduction et cadrage des travaux

BL : Habituellement on différencie les cultures maraîchères et les cultures légumières de plein champ. Les cultures maraîchères consiste en une rotation d'au moins deux cultures dans l'année, alors que sur les cultures légumières, la parcelle est nue au moins une partie de l'année.

⇒ ALA : Les fonctions qui vont être présentées sont développées par occupation du sol et représente la sensibilité de chaque culture. Elles sont donc adaptées aux deux types de cultures. C'est dans une

deuxième étape de calcul que la rotation ou non de cultures sur une même parcelle sera intégrée pour un calcul des dommages moyens annualisés.

Pertes de rendement

PC demande si les courbes correspondent à des cultures de plein champ ou sous abris.

⇒ ALA : On a considéré que la sensibilité des cultures était la même qu'elles soient sous abris ou en plein champ. C'est par contre le calendrier des rendements et les prix de vente qui pourront varier.

Effet de la durée Légumes non palissés

PC : Si une inondation survient alors que la récolte a commencé, le fait que tout soit perdu peut provenir des risques de pourriture des légumes mais surtout du risque de contamination par ce que l'eau aurait pu apporter. Par précaution même si les légumes en apparence sont corrects on ne récoltera pas.

PC : En théorie, il faudrait prendre en compte le type de sol et ses capacités de ressuyage. Cela peut changer beaucoup de choses, quant aux pertes de rendement subit, et d'autant plus pour les légumes racines. Des carottes inondées en sol sableux peuvent repartir sans problèmes.

JPM : Pour les légumes feuilles ou les légumes bas, si l'eau est chargée en limons, la perte sera directe et totale dès qu'il y a inondation. Ces légumes ne peuvent pas être nettoyés ou l'agriculteur ne prendra pas le risque. Par exemple des salades, ou même des melons ne pourront pas être récupérés.

PC : Dans tous les cas, dès qu'il y a inondation il y aura des pertes quelque soit le stade. Donc le seuil vert peut-être mis à 0 jour tout le temps.

BL : Pour le seuil rouge, ça va dépendre de la vitesse de ressuyage et de la météo qui suit l'inondation. Mais 3 jours c'est trop élevé dans tous les cas. On va plutôt être à 2 jours dans le meilleur des cas et 1 dans le moins bon.

PC : Des fois, les pertes de rendement ne sont pas visibles tout de suite. C'est-à-dire que l'on va récolter mais que les légumes vont pourrir tout de suite.

JPM : Si l'inondation a lieu pendant l'été, il y a un fort risque de développement de maladies ou de champignons après l'inondation.

CC : Étant donné le grand nombre de paramètres qui rentrent en compte (durée, météo, sol, pente, etc.), il est peut-être plus simple de mettre une fourchette moyenne pour toutes ces situations confondues.

PC : Au stade croissance, on peut mettre des pertes qui débutent à 0 jour et sont totales à 2 jours.

PC : Certaines cultures peuvent être faites sur buttes. Il faut alors en tenir compte.

PC : Il y a aussi certaines spécificités pour certains légumes. Par exemple, les courgettes peuvent assez bien repartir après une inondation, elles referont des fleurs.

BL : En théorie il faudrait aussi peut-être prendre en compte un effet hauteur d'eau, mais la précision des modèles hydrauliques étant de 20 cm au mieux, cela n'a pas de sens.

Légumes palissés BL : Comme pour les autres légumes, il faut diminuer les seuils. Même avec seulement le bas dans l'eau, la plante ne reste pas 2 jours dans l'eau sans subir de perte.

JPM : Au niveau croissance, avec peu d'eau, il faudrait descendre plutôt les seuils à 1 et 2 jours. Et avec beaucoup d'eau, on serait comme pour les autres légumes à 0 - 2 jours (0 - 1 jour dans des sols non ressuyant).

Juste après la plantation, il n'y a pas de différence avec les autres légumes. Donc il faudrait aussi être à 0 - 1 jour.

PC : Pendant la récolte, si l'eau n'atteint pas les légumes, on peut encore récolter ce qui n'a pas été touché. Les seuils seraient les mêmes que pendant la croissance (1 - 2 jours).

JPM : On a donc un effet de progressivité des pertes avec la hauteur d'eau. Les premiers bouquets sont à 30 cm environ. La hauteur de récolte est gardée entre 1 m et 1,50 m ou 2 m.

BL : Au delà de 2 jours de toute façon il y aurait des effets maladie ou surmaturité.

Asperge CC : Dès l'automne les turions sont initiés et il peut y avoir des pertes de rendement. Le risque de perte de rendement devient plus important à partir de février.

PC : Il y aurait donc des courbes pour toute l'année, elles seraient plus basses de février à la fin de la récolte (de 1 à 5 jours) du fait des risques de pourriture notamment, et peut-être entre 3 et 7 jours pendant la pousse et le début de l'hiver.

PC : D'autant plus que si la plante a été affaiblie par l'inondation, on ne prélèvera pas tout le rendement l'année d'après pour la préserver.

PC : Pour l'aspergeraie, 10 ou 20 jours sous l'eau, c'est beaucoup.

CC : Au bout de 15 jours, en hiver, les griffes seront perdues.

CC : Dans l'ensemble la mortalité des griffes apparaîtrait plus tôt, que ce soit pendant la récolte, la pousse ou l'hiver.

CC : En 1995, il y avait eu de la mortalité avant 10 jours pendant l'hiver. Il faudrait regarder dans les retours d'expérience de 1995 et 1999.

Effet du courant JPM : Il faudrait mieux définir les courants faible / moyen / fort.

BL : Ces courants pourraient être mis en lien avec leur effets sur le sol.

⇒ ALA : Un courant ne génère pas d'érosion ; un courant moyen entraînera une érosion superficielle (10 cm) ; et un courant fort pourra entraîner une érosion plus importante avec la création de petites ravines (20 cm). Les situations de courant très fort où la parcelle est décapée ne sont pas traitées dans la méthodologie.

BL : Lorsqu'il y a un semis, un courant faible suffit à emporter les graines ou à les déplacer.

JPM : En dehors de l'arrachage, si un courant moyen passe sur une culture, la culture sera chamboulée : déplacement des équipements d'irrigation, paillage emporté, couchage des plantes. Donc la culture ne repartira pas ou ne pourra pas être poursuivie dans tous les cas.

CC : Une inondation s'était produite sur un melon au mois de juin, donc 1 mois et demi après la plantation, avec un peu de courant. Tout avait été emporté.

JPM : Pour les cultures plantées, il y a quand même une différence entre le début juste après la plantation et la suite du cycle où la culture est mieux enracinée. Il faut donc peut-être baisser d'un cran les courbes.

PC : Pour les salades, les mottes sont plus petites que celles des autres cultures (3 cm) tout au long du cycle, donc elles sont sensibles à un courant inférieur.

CC : Il faudrait mettre le seuil d'arrachage (ou perturbation empêchant la poursuite) pour un courant faible tout le temps.

PC : Pour les asperges, c'est effectivement un courant fort qui arrachera la culture.

CC : Toutefois le courant moyen pourrait abîmer les buttes. Donc il faudrait retravailler le sol, mais la culture pourrait repartir.

Stratégie de poursuite

Légumes palissés ou non JPM : La décision de ressemer ou replanter dépend aussi de la météo à ce moment là. Par exemple pour des cultures d'automne (chou par exemple), à 2 semaines près, il peut être trop tard pour ressemer ou replanter.

PC : Dans certains cas, certains maraichers peuvent replanter juste les plantes manquantes, s'il y a moins de 15 jours de décalage avec la culture initiale.

PC : Si une culture qui devait être présente pendant l'hiver est abandonnée, les agriculteurs remettront peut-être une culture couvrante pour protéger le sol (par exemple un engrais vert).

JPM : Effectivement tant qu'on est encore dans le créneau de semis ou de plantation de la même culture, on ressemera ou on replantera la même culture.

CC : Pour les cultures où il y a des variétés précoces et tardives, il faut considérer le créneau entier car un agriculteur pourra choisir une variété précoce pour compenser le retard de plantation.

PC : Le seuil d'abandon va dépendre du mode de vente. Si l'agriculteur est en vente direct, il est sûr de pouvoir bien valoriser ses produits et récoltera même s'il reste moins de 50% de rendement. Cela est aussi lié à la taille de l'exploitation et au type de main d'œuvre.

JPM : Quelqu'un qui vend à un grossiste, qui a sûrement une grande exploitation, se posera la question de poursuivre la culture s'il a perdu 50 % de son rendement. Notamment car il n'est pas sûr de bien valoriser ses légumes et que les charges de récolte seront importantes (main d'œuvre, etc.).

JPM : Les charges déjà engagées vont aussi jouer sur le seuil jusqu'auquel on récolte. Sur un melon où les charges sont importantes, un agriculteur abandonnera moins vite pour ne pas trop perdre ce qu'il a investi.

PC : Globalement le seuil d'abandon serait quand même supérieur à 50%. Et pourrait même augmenter dans le cas de débouchés en vente directe ou de culture avec des charges de mise en place importantes.

JPM : Des fois, la décision de poursuivre est dure à prendre car on ne sait pas dès la fin de l'inondation les pertes de rendements qu'il y aura.

De plus, il peut être difficile de retrouver des plants pour replanter. Les pépiniéristes ont peu de stock lorsque le créneau de plantation est déjà entamé.

Asperges PC : Même avec moins de 10% de rendement, il y aura quand même un passage pour couper les turions car cela permet à la plante de mieux repartir.

CC : D'autant plus que comme les asperges se vendent bien et à un prix élevé, ça vaudrait le coût de passer quand même récolter ce qu'il y a.

CC : La décision de replanter l'aspergeraie va aussi dépendre de son âge. Si elle a déjà quelques années et qu'il aurait fallu la replanter dans un an ou deux, on hâtera la replantation.

PC : Si l'aspergeraie est encore bien productive, on replantera au delà de 30% de perte.

PC : En asperge, on ne va pas replanter les manquants.

Variations de charges

PC : Les baisses de charges de récolte ne vont pas être proportionnelles aux pertes car il faut quand même passer partout.

CC : Les baisses sont minimales, car le temps sera à peu près le même, bien que le rendement de la récolte sera moindre.

JPM : D'autant plus que s'il y a des légumes abîmés, il faut les récolter quand même et les trier.

PC : On peut considérer que les charges de récolte ne diminuent pas. Le seul poste de charges qui diminuera avec le rendement c'est les plateaux, mais c'est vraiment minime.

CC : Il faut bien que dans les charges de semis ou de plantation, il y ait toutes les charges de préparation de la parcelle : enlever les plants, remettre le paillage, etc. Ces charges sont habituellement déjà dans les charges de préparation des parcelles car elles doivent toujours être faites.

JPM : Un traitement supplémentaire suffira rarement, il y en aura plusieurs.

BL : Il y aura autant de traitements que nécessaire pour permettre à la plante de passer à travers le risque d'attaque fongique.

CC : On peut dire 1 ou 2 traitements seulement, car ce n'est pas en en mettant trop que ça résoudra les problèmes.

Domages au sol et aux équipements

Érosion JPM : Pour un travail du sol, les valeurs de 1 ou 2 h/ha correspondent sûrement à des barèmes pour des grandes cultures. En maraîchage, un travail du sol même superficiel prendra plus de temps et coûtera plus cher que les valeurs indiquées.

PC : Pour un passage de disque, il faut compter entre 3 et 5 h/ha.

BL : Mais le passage se fait seulement entre les cultures.

⇒ ALA : Non, car pour un courant moyen, on a considéré que la culture était arrachée ou couchée.

BL : S'il y a des petites ravines, un labour ne suffit pas. Il faut un passage de lame puis une dis-queuse. Donc ça fait 2 opérations.

JPM : Pour un passage de lame, on peut compter 2 ou 3 h/ha car il ne faudra pas passer partout.

CC : Effectivement on peut compter un passage de lame puis un resurfaçage. Le surfaçage peut être long car pour le maraîchage il y a besoin de sols bien nivelés.

⇒ BL : Il y aurait un premier niveau avec juste un travail superficiel, qui prendrait 3 à 5 heures. Puis un niveau moyen où 2 opérations seraient nécessaires, et donc en tout plutôt 7 à 10 heures de travail.

JPM : Pour le niveau de dégâts le plus élevé, cela peut prendre même plus de 32 h/ha. Car l'eau peut aussi apporter des matériaux qu'il faut enlever (pierres, graviers). Peut-être 50 h/ha.

Dépôt de débris BL : La hauteur d'eau va jouer sur la quantité de débris apportée et sur la taille des débris. Plus il y aura d'eau plus il y aura de débris, et plus ils pourront être gros.

PC : Il peut y avoir une grande diversité de dégâts liés au dépôt de débris. 10 h/ha correspondrait à un nettoyage rapide. Dès qu'il y a des gros encombrants (cuve à mazout, grosses branches), il faut compter plusieurs jours.

JPM : Donc la fourchette de 10 à 50 h/ha pour le nettoyage est plutôt correcte.

Tunnels et serres JPM : Avec les serres verre, la structure ne sera pas touchée mais les vitres seront brisées. Les tunnels eux seront pliés et il faudra donc les remplacer complètement car sinon ils seront trop fragilisés.

JPM et PC discutent sur la valeur de 15 €/m² pour la construction d'un tunnel, peut-être est-elle trop élevée ou trop faible (sans les coûts de main d'œuvre intégrés).

JPM : Les équipements électriques des serres seront hors d'eau la plupart du temps si on se sait en zone inondable.

JPM : Les coûts de nettoyage seront plus élevés en serre ou en tunnel. Il faudra nettoyer les vitres, s'il y a du palissage à l'intérieur il y aura beaucoup de débris, etc. On peut compter plutôt 70 h/ha pour le nettoyage car tout doit être fait à la main.

Équipement d'irrigation JPM : Maintenant de plus en plus d'agriculteurs utilisent des tuyaux de goutte-à-goutte jetables qui sont remplacés avec la culture.

PC : Sinon lorsque c'est du goutte-à-goutte que l'on réutilise, il faudra déboucher les goutteurs. Avec des tuyaux alu, il y a un risque qu'ils soient tordus (mais c'est de moins en moins utilisé).

Pompes et moteurs de serres PC : Ces équipements résistent plutôt bien et repartent après avoir été nettoyés et séchés.

JPM : Même les tracteurs submergés peuvent repartir sans dégât.

Scénarios d'inondations : illustrations de la méthodologie

BL : Les valeurs de dommages sont cohérentes. Il faudrait refaire les calculs avec les modifications que l'on a proposées.

PC : Le cycle de la pomme de terre est plus court, il faut compter 140 jours environ avant récolte pour la pomme de terre non primeur (récolte vers le 15 août).

CC : Pour les asperges les valeurs sont trop faibles (courbe violette). Mais il faudrait faire les calculs avec les nouveaux seuils fixés.

Les aspergeraies sont rarement en zone inondable. S'il y a une inondation, il y a des chances que cela décourage les agriculteur pour replanter. C'est ce qui s'était passé dans l'Aude.

PC : Pour les asperges, en vente directe, le prix de vente est plus élevé (3-4 €/kg).

BL : Les fonctions par type de culture nécessitent de faire un relevé fin des cultures présentes sur chaque parcelle.

⇒ ALA : Pas forcément, car on peut construire une fonction de dommages moyenne pour une occupation de sol "maraichage" si l'on connaît la proportion de chaque culture maraichère dans la zone d'étude par exemple.

B.4.4 Conclusions

Les changements suivants seront apporté à la méthodologie d'évaluation des dommages des inondations à l'arboriculture, présentée le 21 janvier 2013 :

1. Pour les légumes non palissés, les pertes de rendement en l'absence de courant sont modifiées comme représenté sur la figure B.16.

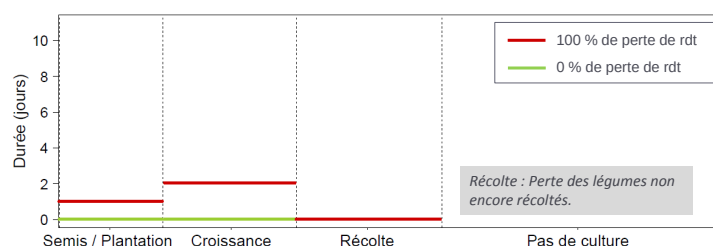


FIGURE B.16 – Fonctions de perte de rendement pour les légumes non palissés, en l'absence de courant

En cas de sol très peu ressuyant, le seuil rouge pendant la croissance pourra être abaissé à 1 jour.

En cas d'inondation avec une eau chargée en limons, les pertes pendant la croissance seront totales dès 0 jour d'inondation.

Lorsque les cultures sont menées sur butte, la hauteur de la butte, si elle fait plus de 10 cm, devra être prise en compte.

2. Le cycle de la pomme de terre non primeur doit être raccourci : il dure environ 140 jours, de mars à août.
3. Pour les légumes palissés, les pertes de rendement en l'absence de courant sont modifiées comme représenté sur la figure B.17. Pendant la récolte, les pertes sont progressives avec la hauteur entre 80 cm et 1,50 m car de plus en plus de fruits sont au contact de l'eau.
4. Pour les asperges, les pertes de rendement et de matériel végétal en l'absence de courant sont modifiées comme représenté sur les figures B.18 et B.19.
5. Les effets du courant sont modifiés comme suit :
 Les légumes palissés ou non sont couchés avec un courant moyen tout au long de leur cycle.
 Les salades sont emportées ou abîmées avec un courant faible tout au long de leur cycle car leur enracinement est très superficiel.
 Avec un courant moyen, les griffes d'asperges ne sont pas arrachées, mais les buttes seront endommagées et il faudra les retravailler.
6. Le seuil d'abandon des cultures maraichères une fois le créneau de semis ou de plantation dépassé est situé entre 50 et 90 % de perte de rendement, il dépend de la valorisation des légumes (seuil proche de 50 % pour des légumes vendus à un prix peu élevé aux grossistes, et seuil plus proche de 90 % pour des légumes bien valorisés en vente directe).

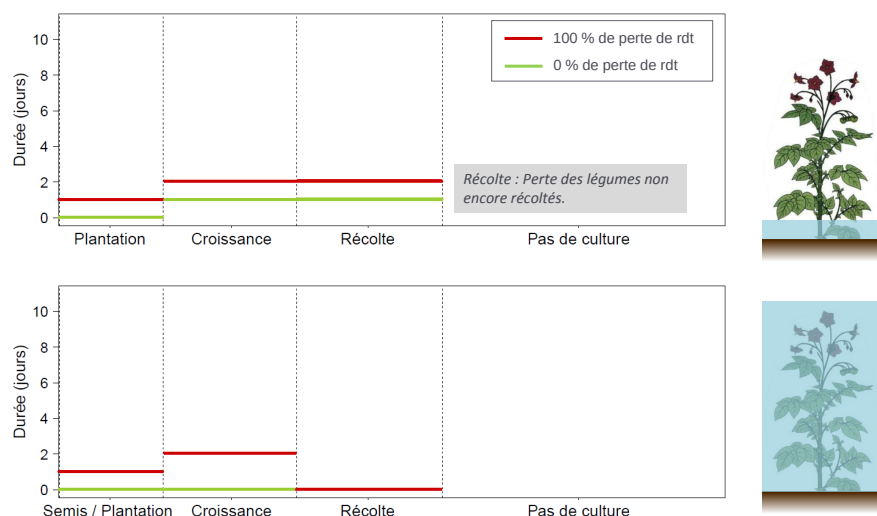


FIGURE B.17 – Fonctions de perte de rendement pour les légumes palissés, en l'absence de courant

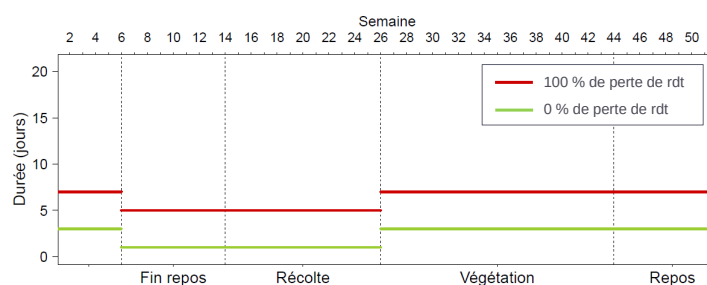


FIGURE B.18 – Fonctions de perte de rendement pour les asperges, en l'absence de courant

7. Les asperges sont récoltées tout le temps, quelque soit les pertes de rendement car cela permet une meilleure reprise l'année suivante.
La replantation de l'aspergeraie en cas de mortalité de griffes sera faite en moyenne à partir de 30% de manquantes. Toutefois, ce seuil dépend aussi de l'âge et de la productivité de l'aspergeraie.
8. Les charges de récolte ne diminuent pas (ou très peu) en cas de baisse de rendement car les déplacements sont les mêmes.
9. Un traitement supplémentaire est réalisé sur les cultures maraîchères après une inondation si elle survient pendant la croissance.
10. On propose d'évaluer les dommages au sol de la façon indiquée dans le tableau B.2.
11. En cas d'inondation avec un courant fort, les vitres des serres en verre se brisent et devront être remplacées.

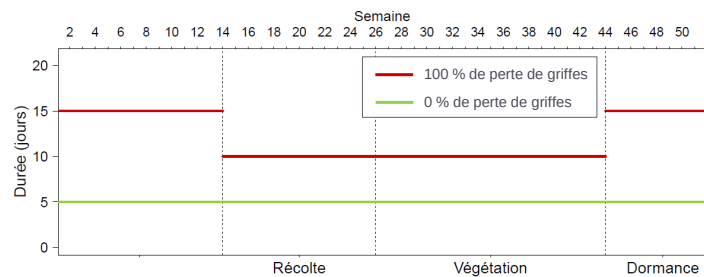


FIGURE B.19 – Fonctions de perte de matériel végétal pour les asperges, en l’absence de courant

TABLE B.2 – Dommages au sol pour les cultures maraîchères

Courant	Hauteur d'eau	Remise en état érosion	Nettoyage	Dommages
Faible	< 1 m	-	20 h/ha pour le nettoyage avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation = 600 €/ha	600 €/ha
Faible	> 1 m	-	40 h/ha pour le nettoyage avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation = 1200 €/ha	1200 €/ha
Moyen	-	5 heures de travail du sol (disques) avec 12 €/h la MO et 45 €/h la mécanisation = 285 €/ha	40 h/ha pour le nettoyage avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation = 1200 €/ha	1485 €/ha
Fort	-	10 heures de travail du sol (disques) avec 12 €/h la MO et 45 €/h la mécanisation = 570 €/ha	40 h/ha pour le nettoyage avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation = 1200 €/ha	1770 €/ha

B.5 Groupe d'experts sur l'évaluation des dommages des inondations sur les prairies

CR de la réunion du 29/01/2013

Version du 15/02/2013

Rédactrice : Anne-Laurence AGENAIS

B.5.1 Participants

- Anne-Laurence AGENAIS, Ingénieure d'études - UMR G-Eau, Irstea [ALA]
- Sébastien BESSONET, Conseiller Prairies - Chambre d'Agriculture de Charente-Maritime (*excusé*)
- Pauline BREMOND, Chercheuse - UMR G-Eau, Irstea [PB]
- Frédéric GRELOT, Chercheur - UMR G-Eau, Irstea [FG]
- Alexandre LARRUHAT, Conseiller Elevage - Chambre d'Agriculture du Var (*excusé*)
- Thierry PIANETTI, Conseiller Grandes cultures et Prairies - Chambre d'Agriculture du Gard [TP]
- Julien RENON, Directeur de la Ferme expérimentale de Jalogny - Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire (*excusé*)
- Didier TRONC, Directeur du Comité du Foin de Crau [DT]

Dans le présent document, les participants sont identifiés par leurs initiales, indiquées ci-dessus entre crochets. Les réponses aux remarques faites par les experts sont précédées du symbole ⇒.

B.5.2 Objectifs de la réunion

Voir la présentation jointe à ce compte-rendu.

Les objectifs de cette réunion étaient les suivants :

- Rappeler le contexte des travaux menés par Irstea sur les dommages des inondations aux activités agricoles ;
- Présenter, compléter et discuter la méthodologie élaborée par Irstea pour l'évaluation des dommages aux prairies.

Cette réunion faisait suite aux entretiens individuels qui s'étaient déroulés entre juin et novembre 2011 avec chacun des experts présents.

B.5.3 Discussion

Introduction et cadrage des travaux

DT demande si les dommages aux infrastructures type ouvrages d'irrigation (canaux) sont pris en compte.

⇒ Les enjeux agricoles dans le périmètre de la méthodologie développée sont les parcelles et les bâtiments. Dans les parcelles, sont compris la culture, le sol et les équipements présents sur la parcelle. Les dommages aux infrastructures environnant les parcelles ne sont donc pas évalués par la méthodologie.

TP demande si les prairies naturelles intègrent les parcours.

⇒ Les parcours ne sont pas traités dans la méthodologie car ce sont des espaces proches des espaces naturels. Seules les prairies cultivées (permanentes ou temporaires) sont traités.

Pertes de rendement

Effet de la durée **Prairies de graminées déjà implantées** DT : Pour les prairies de Crau qui subissent des inondations maîtrisées, la durée tolérée sera peut-être supérieure à 7 jours pendant le repos. La situation la plus critique pour ces prairies correspond à des inondations d'été qui dureraient trop longtemps (plus de 5 jours) : avec la chaleur et le soleil, la prairie serait entièrement perdue. À l'automne ou au printemps le risque n'est pas le même.

DT : L'année dernière (automne 2011) en Camargue, des prairies hydromorphes ont été inondées pendant 6 semaines. Il y a eu environ 50 % de rendement en moins, mais c'est un cas particulier de prairies humides.

Les légumineuses n'avaient pas résisté, les graminées (fétuque, dactyle, pâturin, ray gras) avaient mieux survécu, il y avait donc une perte de qualité évidente. Les agriculteurs ont sur-semé (passage de herse puis semis) pour repartir sur une composition de prairie normale, ce qui a bien marché. Un an après la plupart des mauvaises herbes avaient disparu.

TP : En septembre 2002, l'eau était resté assez longtemps (1 mois) et il s'était produit le même phénomène, c'est-à-dire que les légumineuses avaient disparu. Comme les prairies étaient affaiblies, au printemps les adventices ont repris le dessus.

DT : En deçà de 7 jours au printemps ou à l'automne, il n'y aurait effectivement pas de baisse de rendement mais la qualité serait dégradée.

DT : Ce n'est pas nécessaire de considérer des catégories de prairies permanentes ou temporaires. Ce qui va jouer c'est la composition de la flore car les légumineuses sont beaucoup plus sensibles.

Prairies de graminées juste semée TP : Au stade Semis jusqu'à avant la levée, la graine est très sensible (pourrissement de la graine ou formation d'une croûte de battance empêchant la levée) et donc les pertes seraient entre 1 et 2 jours.

Une fois que les graines ont levé et jusqu'au tallage, les plantes peuvent supporter environ 5 jours comme indiqué sur le schéma.

Pour des prairies semées à l'automne, on peut effectivement considérer qu'au bout d'un an elle est bien implantée. Les prairies semées au printemps sont fragiles tant qu'elles n'ont pas passé un hiver pour leur permettre de bien s'implanter. La période de sensibilité "post-semis" s'étendrait donc plus longtemps.

DT : Effectivement, c'est une sensibilité qui se constate aussi pour les dégâts liés au pâturage.

Luzernières déjà implantées DT : Certains agriculteurs en Crau font de la luzerne inondée. Mais effectivement, elle supporte moins bien les inondations.

TP : Il existe 2 types de luzerne : celles qui sont en vrai repos pendant l'hiver (variétés dormantes ou flamandes) et celles qui ne s'arrêtent pas vraiment (variétés non dormantes ou australiennes). Les variétés non dormantes sont sensibles de façon homogène toute l'année, avec les seuils indiqués pour la pousse. Pour les dormantes, les seuils indiqués sont cohérents.

Les variétés non dormantes sont utilisées dans le sud de la France uniquement, mais elles sont encore relativement rares.

Luzernières juste semées TP : Comme pour les graminées, les seuils pour le semis sont plutôt entre 1 et 2 jours.

Effet du courant TP : Effectivement pour qu'une prairie soit arrachée, il faudrait vraiment un courant très fort (supérieur à fort). Notamment car comme le sol n'est pas travaillé et donc ne part pas (le couvert le protège).

TP : La première année, le courant peut créer des petits dégâts (ravines). On peut considérer une résistance croissante. Pour les semis d'automne, le seuil est pour un courant moyen aux stades semis et post-semis, puis il n'y a plus de risque. Pour les semis de printemps, le seuil reste pour un courant moyen toute la première année.

TP : Le risque de dépôt de terre est d'ailleurs plus important que le risque d'érosion.

Effet sur la qualité

DT : La perte de 0,1 UFL /kg de MS est faible.

TP : D'après son expérience, la perte de qualité survient lorsque l'inondation se produit proche d'une fauche, les plantes sont alors couchées sur le sol et le foin coupé est alors de mauvaise qualité bien que le volume soit bon (foin fermenté, tiges pourries, etc.). La récolte est possible car les machines maintenant le permettent.

La perte de 0,1 correspond peut-être plus à un cas où l'inondation se produit relativement longtemps avant la fauche et que le foin continue à pousser avant fauche.

DT : Dans les situations où la qualité du foin est fortement dégradée, le prix de vente est diminué d'environ 50 % et pas vendu dans les mêmes circuits (taureaux de Camargue) ou autoconsommé.

Le foin de Crau est à 0,85 UFL / kg de MS. Lorsque sa qualité est dégradée, il pourra être à 0,6 ou 0,5 UFL / kg de MS.

DT : L'unité fourragère du foin est toujours plus chère que les autres UFL, donc le fait de prendre comme base l'orge n'est pas représentatif.

TP : Il serait plus simple et pertinent de partir sur un calcul proposant directement une baisse de prix au quintal.

La dépréciation du prix peut aller de 30 à 50 %.

DT : Par exemple, cette année le foin de Crau était à 200 €/t, le foin secondaire a été vendu 100 €/t.

Après, il peut y avoir des gradients : de -20% pour un foin qui a été juste mouillé à -50% pour un foin vraiment dégradé.

TP : Il y a un effet durée et aussi un effet date par rapport à la prochaine coupe : plus on se rapproche, plus la dégradation sera importante.

DT : Ça peut même aller jusqu'à 100 % de perte de la valeur. Une fois, après de forte pluie, le foin était tellement dégradé qu'il a été récolté et qu'ensuite il a été brûlé directement.

TP : La perte de qualité survient avant les pertes de rendement (par rapport à la durée d'inondation).

DT : Au bout de 7 à 8 jours dans l'eau, 15 jours avant la coupe, on risque -50%. Si on est 15 jours après une coupe, il n'y aura quasiment aucun effet sur la coupe d'après.

TP : On peut peut-être considérer cet effet date en fixant les dates de coupe (par exemple première coupe début mai), et en faisant varier l'effet baisse de qualité par rapport à ces dates (courbe sinusoïdale).

DT : En Crau il y a une fauche tous les 50 jours à peu près, et 3 coupes. Pendant l'hiver, une inondation de 8 ou 10 jours ne se ressentira pas sur la qualité, sauf peut-être un peu pour le pâturage (prairies pâturées d'octobre à février).

TP : Quand on est très proche de la coupe, la dégradation représente presque 100% du prix.

DT : L'effet se fait sentir seulement sur une coupe.

ALA : Pour résumer, on peut considérer une courbe calée sur la dates de coupe, correspondant à 100 % de perte de la qualité juste au moment de la coupe et variant le reste du temps de -20 % à -50 %.

Stratégie de poursuite

DT : Quand on fait un sur-semis, on resème tout, c'est-à-dire toutes les espèces. On ne va pas ressemer juste celles qui ont souffert.

TP : Pour la poursuite, il faut distinguer les prairies dites permanentes des prairies dites temporaires, c'est-à-dire rentrant dans un assolement. Quand c'est dans un assolement, si la prairie est trop dégradée après une inondation, elle sera retournée et remplacée par la prochaine dans l'assolement (céréales).

Quand on est sur des prairies permanentes, il y aura un nouveau semis ou un sur-semis (on passe la disqueuse puis on sème ou directement le sur-semis). Un semis direct coûte environ 100 €/ha pour le passage et environ 150 €/ha de semences (5 à 7 €/kg et 25 kg /ha pour la luzerne).

DT : En Crau, le semis s'élève à 530 €/ha (430 €/ha de semences).

Cas des prairies temporaires TP : Si on peut ressemer à l'automne, on aura quasiment une récolte complète l'année d'après. Si on doit ressemer au printemps (jusqu'à mars à peu près), on aura seulement 1/2 ou 1 fauche la première année.

Les rotations se font sur 5 ans de prairies alternés avec 6 ou 8 ans de céréales (si les surfaces de l'exploitation sont suffisantes).

Variations de charges

TP : Effectivement, les charges ne seraient pas modifiées.

TP : Le broyage ne va pas se faire en règle générale. S'il y a un peu de limons, avec les pluies puis la pousse, la prairie se nettoiera toute seule.

DT : Le broyage n'est pas une pratique courante. Si c'est nécessaire, l'agriculteur fera une coupe perdue pour laisser repartir ensuite. Ou un passage de herse peut permettre de décoller aussi. Il existe aussi un outil appelé aérateur de prairie qui ressemble à un scarificateur et qui gratte le sol pour supprimer la croute.

Domages au sol

Erosion TP : Effectivement il n'y a pas de risque d'érosion car le couvert protège le sol. Il peut tout de même y avoir de petites ravines la première année.

TP : Tant que les ravines ou amas font moins de 30 cm, l'agriculteur fera la remise en état lui-même.

TP : La stratégie va aussi dépendre de l'âge de la prairie : si on est sur une luzerne qui a 4 ans, l'agriculteur préférera tout enlever et continuer sa rotation. Si on est sur une prairie d'un an et que les dégâts sont localisés, on resèmera juste cette zone.

Dépôt de terre et de débris TP : Il y a une grande diversité de débris pouvant se déposer : du monticule de terre, aux petits débris végétaux, aux branches ou petits arbres, jusqu'au encombrants types caravanes.

TP : Le dépôt de débris va dépendre du courant mais aussi de ce que l'eau a entraîné en amont.

TP : Si amas de terre, passage d'une lame ou travail avec un petit tractopelle suffit.

DT : Après passage d'une lame il faut donc ressemer. Quand les dégâts sont concentrés sur de petites zones, on peut ressemer juste les zones travaillées. Sinon le passage d'un scarificateur ou d'un aérateur peut être utile en plus.

TP : Deux heures de tractopelle peuvent suffire pour supprimer des petites ravines ou des petits amas de terre. Avant de ressemer, il faut passer une disqueuse ou une herse au moins. Le tractopelle se loue environ 70 €/h, mais il faut aussi compter une remorque s'il y a des gros débris à évacuer. En 2002, quand il y avait beaucoup de débris (cailloux, branchages, terre, etc.), le temps de nettoyage s'est compté en jours, mais c'était exceptionnel. Une journée de tractopelle avec conducteur coûte environ 800 - 1000 €.

DT : Un surfacage coûte environ 700 €/ha, fait par une entreprise. Un camion coûte environ 350 €/j même s'il ne roule pas.

Clôtures DT : 88 €/ha pour remettre en état une clôture paraît peu.

TP : En général il faut remplacer tous les fils car même si les fils ne sont pas cassés, ils sont trop emmêlés ou il y a trop de débris.

Ouvrages d'irrigation DT : Dans la Crau irriguée, lors d'une inondation, certains ouvrages avaient été détruits. Les coûts sont vite très élevés car il faut refaire les murets, les canaux, les martelières.

Scénarios d'inondations : illustrations de la méthodologie

TP : Le dommage maximum à 1100 €/ha ne semble pas assez important. Il doit manquer les frais d'une fauche, qu'il faut faire de toute manière avant de travailler et de sur-semer (quand l'inondation arrive proche de la prochaine coupe).

Si on refait les calculs rapidement : si l'inondation se produit juste avant la première coupe on perd 3 t à 180 € / t mais il faut quand même faire la fauche donc les dommages sont de 540 €/ha. Si le couvert n'est pas trop abîmé, les coupes suivantes sont faites normalement. S'il faut sur-semer, on perd les 2 coupes suivantes donc 6 tonnes de plus, soit 1640 €/ha, moins 300 €/ha de récolte, plus le sur-semis à 350 €/ha, soit environ 1700 €/ha comme dommages maximum.

DT : Effectivement, instinctivement le dommage maximum devrait plutôt être de l'ordre de 1700 €/ha après calcul rapide.

⇒ ALA : L'erreur dans les ordres de grandeur des calculs présentés, vient du fait que le rendement considéré est trop faible (50 qx/ha au lieu de 8 ou 10 t/ha).

DT : Il faudrait refaire les calculs, mais les 1100 €/ha sont quand même cohérents, car un des agriculteurs avaient subi une inondation sur 14 ha et avait perdu 15000 € (mais avec un sur-semis et pas un ressemis complet).

DT : Dans le cas des prairies pâturées en hiver, si la prairie est perdue, il faudrait ajouter la perte de cette dernière coupe (180 €/ha).

DT : Lorsqu'il faut ressemer, il faudrait aussi considérer les 8 ans (minimum 5) avant que la prairie redevienne aussi productive qu'avant et puisse obtenir l'AOC foin de Crau dans notre cas. Il y a donc une perte de fonds.

Autres remarques

TP demande si les calculs de dommages intègrent la perte des aides PAC.

⇒ ALA : Pour la réalisation de l'analyse coût-bénéfices, les aides PAC dont la durabilité n'est pas connue ne peuvent pas être prises en compte. Toutefois, il est possible d'indiquer les pertes d'aides à titre indicatif, en plus du calcul de rentabilité.

TP : Pour l'activation des DPU il faut que la terre soit entretenue au 15 mai (semis réalisé même si ça ne pousse pas bien).

DT : Les autres aides, type PHAE ou MAE, sont conditionnées au pâturage ou à la présence des prairies. Il est arrivé que le contrôleur passe alors qu'une prairie était inondée, et les aides ont été supprimées. Dans ce cas il faut en plus rembourser les aides des années précédentes (car c'est un contrat sur 5 ans) si les pertes sont supérieures à 20 %. Si les manques sont moindres, il faut rembourser uniquement les aides de l'année (moins de 3 %), avec parfois des pénalités (entre 3 et 20 %).

TP : De plus les montants sont en général importants, par exemple 7000 €/an pour la PHAE.

B.5.4 Conclusions

Les changements suivants seront apporté à la méthodologie d'évaluation des dommages des inondations aux prairies, présentée le 29 janvier 2013 :

1. Les pertes de rendement, en l'absence de courant, sont modifiées pour tenir compte des phénomènes suivants :
 - Pour les prairies de graminées ou mélangées, la sensibilité des prairies déjà implantées varie pendant la période de pousse, on distingue donc la période jusqu'à la deuxième coupe (jusqu'à fin juin), de la période estivale jusqu'à la troisième coupe (jusqu'à mi août), et de la fin de la période de pousse (jusqu'à fin septembre). La sensibilité est accrue pendant la période estivale (pertes de 5 à 10 jours).
 - Pour les prairies de graminées ou mélangées, pendant le repos, les pertes débutent à partir de 10 jours et non 8 jours.
 - Pour les prairies et luzernières nouvellement semées, la sensibilité de la graine avant la levée est forte, les pertes apparaissent à 1 jour d'inondation et sont totales pour 2 jours.Ainsi, les nouvelles fonctions de perte de rendement peuvent être représentées comme sur les figures B.20, et B.21.
2. Les remarques suivantes sont également prises en compte concernant les pertes de rendement :
 - Pour les prairies et luzernières semées au printemps, la sensibilité est plus grande tant qu'elles n'ont pas passé un hiver. La sensibilité est donc la même que pendant la période post-semis.
 - On distingue deux types de luzernes, les luzernes dormantes et les luzernes non dormantes. Les non dormantes ont la même sensibilité que pendant la pousse pendant la période hivernale.
3. Le courant peut causer des dégâts sur les prairies nouvellement semées. Pour un semis d'automne, le risque d'arrachage existe aux stades semis et post-semis avec un courant moyen. Pour un semis de printemps, le risque d'arrachage existe toute la première année.

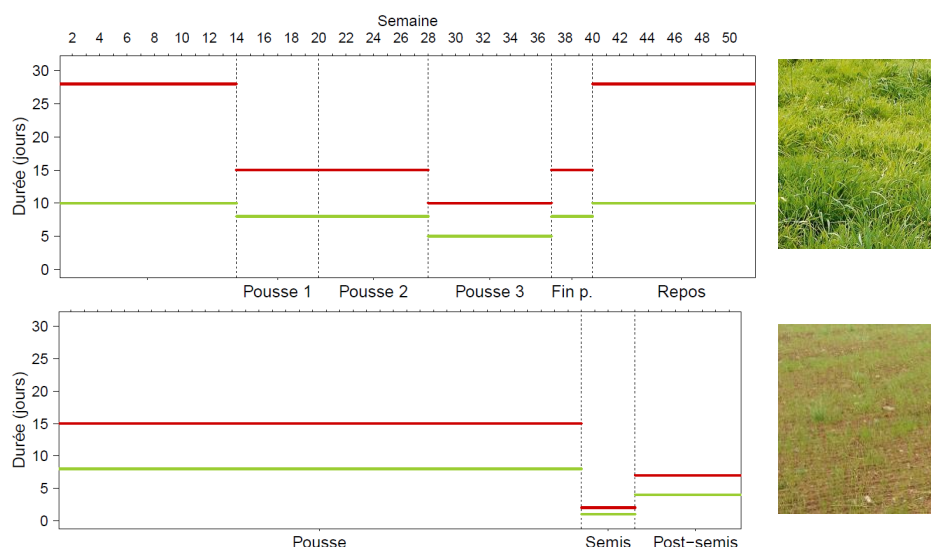


FIGURE B.20 – Fonctions de perte de rendement pour les prairies, en l'absence de courant

TABLE B.3 – Dépréciation du prix de vente du fourrage

<i>(en nombre de jours d'inondation)</i>	coupe - 30 j	coupe - 15 j	coupe
Début de la baisse de qualité	5	3	1
Prix de vente - 20%	7	5	2
Prix de vente - 50%	10	8	5
Non commercialisable	20	15	8

- Les baisses de qualité dépendent de la date d'occurrence de l'inondation par rapport à la prochaine coupe pendant la période de pousse. Les dépréciations du prix de vente estimées sont indiquées dans le tableau B.3. On ne prévoit pas d'effet sur la qualité du foin en cas d'inondation pendant le repos.
- Concernant la nécessité de ressemer, on distingue les cas où un sur-semis suffit, des cas où il faut entièrement ressemer les prairies. Lorsqu'il y a plus de 50 % de baisse de rendement, un sur-semis sera effectué (coût d'environ 250 €/ha). Lorsqu'il y a 100 % de perte de rendement, cela signifie que la prairie est entièrement perdue et un ressemis complet est nécessaire (coût d'environ 400 €/ha).
- Lorsque qu'un sur-semis ou un ressemis est effectué, on obtiendra seulement 50 % du rendement habituel la première année après semis.
- En cas d'inondations avec une eau chargée en limons, il n'y aura pas de broyage effectué.
- Lorsque l'inondation a lieu au moment d'une coupe, s'il y a des pertes de rendement, la coupe devra tout de même être effectuée pour permettre à la prairie de repartir ensuite.
- En cas de courant moyen ou fort, les clôtures devront être refaites. Le coût moyen est de 500 €/ha.
- Le risque d'érosion existe sur les prairies et luzernières nouvellement semées. Pour un courant moyen, la remise en état coûtera 570 €/ha (10 h pour une personne avec 12 €/h la MO et 45

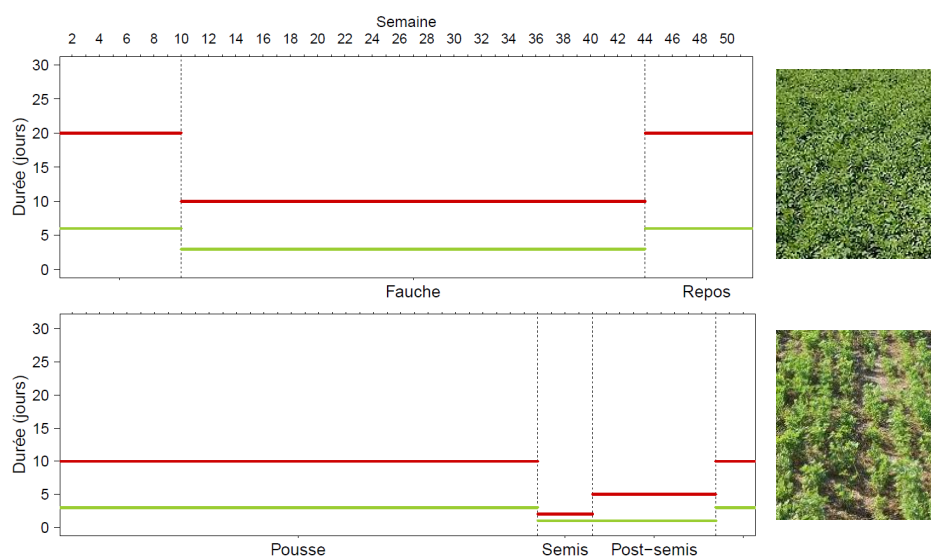


FIGURE B.21 – Fonctions de perte de rendement pour la luzerne, en l'absence de courant

€/h la mécanisation). Pour un courant fort, la remise en état coutera 940 €/ha (10 h pour deux personnes avec 12 €/h la MO et 70 €/h le tractopelle).

11. Les coûts de nettoyage des débris pouvant s'être déposés sont estimés à 300 €/ha pour un courant faible (10 h/ha pour 1 personne avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation), 600 €/ha pour un courant moyen (20 h/ha pour 1 personne avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation), et 940 €/ha pour un courant fort (10 h pour deux personnes avec 12 €/h la MO et 70 €/h le tractopelle).

Annexe C

Fonctions de dommages pour les composantes d'une exploitation agricole

C.1 Fonctions d'endommagement pour les Grandes cultures

C.1.1 Description des cultures

Principales grandes cultures

Les grandes cultures regroupent les céréales, les oléagineux, les protéagineux, et les betteraves et les pommes de terre.

La culture de pommes de terre est traitée dans la catégorie des légumes. Aucun retour d'expérience n'a pu être collecté sur les cultures de protéagineux (pois protéagineux, féveroles, lupin) et de betteraves, ces cultures ne sont donc pas traitées dans la méthodologie.

Parmi les céréales et les oléagineux, les cultures d'hiver (ou d'automne) et les cultures de printemps (ou d'été) peuvent être distinguées. Celles cultivées en France sont indiquées dans le tableau C.1.

Les fonctions pour quatre types de grandes cultures ont été construites : les céréales d'hiver (blé dur, blé tendre et orge), le colza, le maïs et le tournesol. Les cultures de colza d'hiver et de tournesol représentent 97% des superficies d'oléagineux en France métropolitaine. Le blé tendre d'hiver, le maïs, l'orge d'hiver et le blé dur d'hiver représentent ensemble 87% en superficie des céréales cultivées en

TABLE C.1 – Liste des principales grandes cultures (céréales et oléagineux) cultivées en France

Type de grande culture	Cultures d'hiver ou d'automne	Cultures de printemps ou d'été
Céréales	Blé tendre Orge Blé dur Triticale Avoine Seigle	Maïs Orge Avoine Sorgho
Oléagineux	Colza	Tournesol Soja Lin

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Blé dur	3 feuilles	Tallage	Montaison		Epiaison		Maturité		Parcelle nue			Levée
Colza	Rosette	Montaison		Floraison		Maturité		Parcelle nue		Levée		Rosette
Maïs	Parcelle nue			Levée	Initiation		Floraison	Maturité			Parcelle nue	
Tournesol	Parcelle nue			Levée	Initiation	Floraison	Maturité		Parcelle nue			

FIGURE C.1 – Calendriers culturels en France pour les principales grandes cultures

France métropolitaine.

Les céréales d'hiver considérées n'ont pas toutes exactement la même sensibilité aux inondations. L'orge est globalement plus sensible que le blé tendre qui est plus sensible que le blé dur. Les fonctions proposées dans la méthodologie correspondent au blé dur. Toutefois, les différences de sensibilité sont relativement faibles et on pourra utiliser les mêmes fonctions pour les deux autres céréales d'hiver.

Enfin, le cas particulier du riz n'est pas traité dans la méthodologie actuelle. Bien que représentant moins de 1 % des superficies de céréales cultivées en France métropolitaine, situées en grande majorité en Camargue, cette culture peut représenter un enjeu économique important. Des fonctions spécifiques pourront être développées ultérieurement pour compléter la méthodologie.

Calendriers culturels

Les calendriers culturels moyens pour la France des principales grandes cultures sont représentés en figure C.1.

Hauteur des cultures

Certaines des fonctions pour l'évaluation des dommages des inondations intègrent un effet de la hauteur d'eau sur les pertes. Il est donc nécessaire de connaître la hauteur à laquelle sont situés les organes sensibles (apex, épis ou fleurs) à différents stades des cultures.

Ainsi, les hauteurs moyennes indiquées dans le tableau C.2 ont été considérées.

C.1.2 Variations de rendement

Les variations de rendement pouvant être causées par une inondation sont présentés dans la section suivante par type de culture et par période du cycle. La sensibilité des cultures est considérée homogène tout au long de chaque période.

Les périodes ont été construites en se basant sur les calendriers des stades culturels de chaque culture. Lorsqu'une période englobe plusieurs stades, elle est nommée d'après le stade principal étant atteint pendant sa durée.

Dans un premier temps, les variations de rendement décrites correspondent à une inondation avec un courant faible.

Pour ces cultures, il est considéré qu'une inondation survenant avant le semis n'a pas de répercussion sur le rendement, sauf si la culture ne peut pas être semée (voir le paragraphe C.1.2).

TABLE C.2 – Hauteurs des cultures au cours de leur cycle

Culture	Stade	Hauteur
Blé dur	Levée	5 cm
	3 feuilles	10 cm
	Epiaison	70 cm (épi)
	Maturité	70 cm (épi)
Colza	Levée	5 cm
	Rosette	30 cm
	Floraison	80 cm (fleurs)
	Maturité	120 cm (fleurs)
Tournesol	Levée	5 cm
	Floraison	140 cm (capitule)
	Maturité	160 cm (capitule)
Maïs	Levée	5 cm
	Epiaison	130 cm (épis)
	Maturité	130 cm (épis)

Céréales d'hiver (blé dur, blé tendre, orge)

Stade Levée A ce stade, la plante est très fragile. Les pertes sont totales dès qu'il y a inondation.

Il n'est pas possible de distinguer un effet de la hauteur d'eau à ce stade, car la plante étant petite (moins de 5 cm), la modélisation hydraulique ne proposera qu'une seule classe de hauteur d'eau correspondant.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.2.

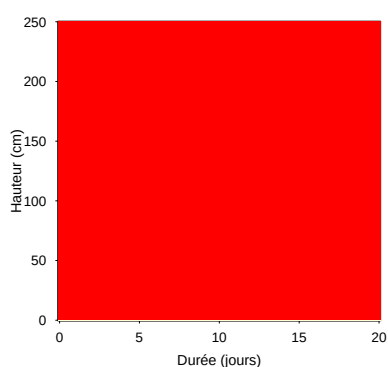


FIGURE C.2 – Baisse de rendement pour le Blé dur - Stade Levée.

Stade 3 feuilles A ce stade, la sensibilité est moindre qu'au stade levée mais encore relativement élevée.

Les pertes de rendement débutent à partir de 4 jours d'inondation et sont totales au bout de 8

jours. Entre ces deux durées, les pertes sont progressives. Il n'y a pas d'effet de la hauteur d'eau distingué.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.3.

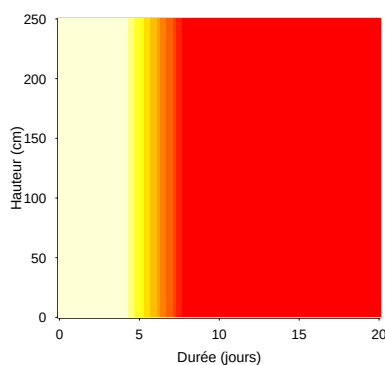


FIGURE C.3 – Baisse de rendement pour le Blé dur - Stade 3 feuilles.

Stade Tallage A ce stade, la sensibilité est encore moindre qu'au stade 3 feuilles car le métabolisme de la plante est en pause pendant l'hiver.

Les pertes de rendement débutent au bout de 7 jours d'inondation et sont totales au bout de 14 jours. Elles ne dépendent pas de la hauteur d'eau.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.4.

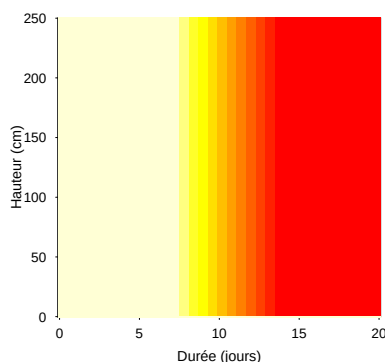


FIGURE C.4 – Baisse de rendement pour le Blé dur - Stade Tallage.

Stade Montaison A la montaison, le métabolisme de la plante se remet en marche, les pertes apparaissent donc plus tôt qu'au stade tallage. A la fois, la plante est capable de supporter des durées d'inondations plus longues qu'au stade précédent, car elle plus développée et donc plus résistante.

Les baisses de rendement débutent à 4 jours d'inondation et sont totales pour 18 jours. Elles ne dépendent pas de la hauteur d'eau.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.5.

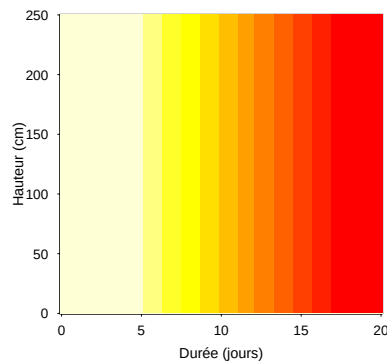


FIGURE C.5 – Baisse de rendement pour le Blé dur - Stade Montaison.

Stade Épiaison A ce stade, la sensibilité de la plante est proche de celle du stade montaison tant que l'épi n'est pas au contact de l'eau.

Pour une hauteur d'eau de moins de 60 cm, les baisses de rendement débutent au bout de 4 jours d'inondation et sont totales plus rapidement qu'au stade précédent, c'est-à-dire pour 14 jours.

Pour une hauteur d'eau supérieure à 60 cm, c'est-à-dire avec l'épi potentiellement au contact de l'eau, le risque de germination de l'épi est fort. Les pertes de rendement débutent dès qu'il y a inondation et sont complètes au bout d'un jour.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.6.

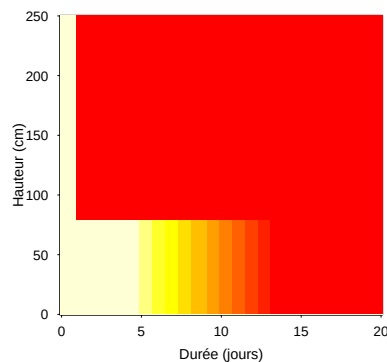


FIGURE C.6 – Baisse de rendement pour le Blé dur - Stade Épiaison.

Stade Maturité A ce stade, la plante a fini son cycle, une inondation n'aura donc pas de conséquence sur son métabolisme. Toutefois le risque de germination de l'épi est le même qu'au stade épiaison.

Pour une hauteur d'eau de moins de 60 cm, il n'y a pas de baisse de rendement.

Pour une hauteur d'eau supérieure à 60 cm, les pertes de rendement débutent dès qu'il y a inondation et sont complètes au bout d'un jour.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.7.

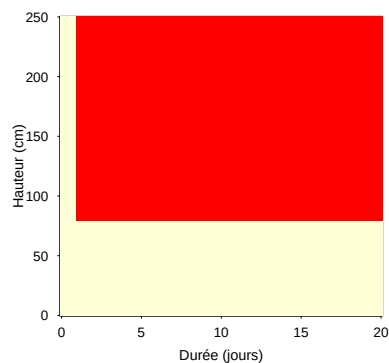


FIGURE C.7 – Baisse de rendement pour le Blé dur - Stade Maturité.

Colza

La sensibilité du colza aux inondations est proche de celle du blé dur, avec le stade rosette du colza qui correspond au stade 3 feuilles du blé dur.

Stade Levée La fonction de baisse de rendement à ce stade est identique à celle du blé dur au même stade. Les pertes sont totales dès qu'il y a inondation.

Stade Rosette Les pertes de rendement débutent à partir de 3 jours d'inondation et sont totales au bout de 8 jours. Entre ces deux durées, les pertes sont progressives. Il n'y a pas d'effet de la hauteur d'eau sur ces pertes.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.8.

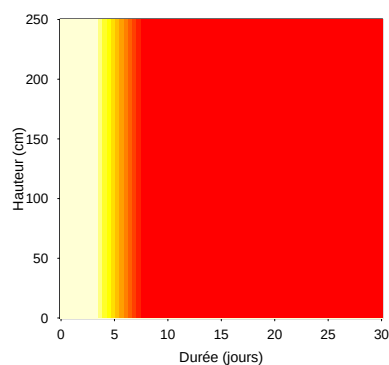


FIGURE C.8 – Baisse de rendement pour le Colza - Stade Rosette

Stade Montaison Les baisses de rendement débutent à 3 jours d'inondation et sont totales pour 17 jours. Elles ne dépendent pas de la hauteur d'eau.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.8.

Stade Floraison A ce stade, la fleur du colza est aussi sensible que l'épi de blé au contact avec l'eau.

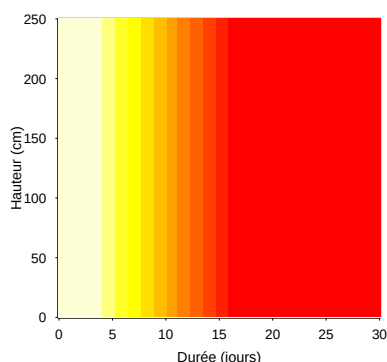


FIGURE C.9 – Baisse de rendement pour le Colza - Stade Montaison

Pour une hauteur d'eau de moins de 80 cm, les baisses de rendement débutent au bout de 3 jours d'inondation et sont totales pour 10 jours.

Pour une hauteur d'eau supérieure à 80 cm, c'est-à-dire avec la fleur potentiellement au contact de l'eau, les pertes de rendement débutent dès qu'il y a inondation et sont complètes au bout d'un jour.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.10.

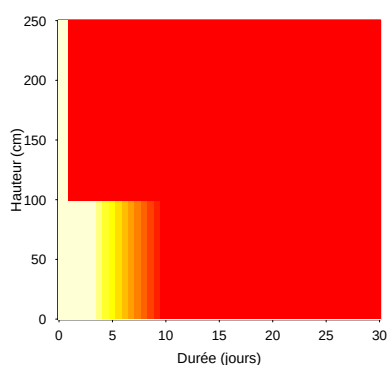


FIGURE C.10 – Baisse de rendement pour le Colza - Stade Floraison

Stade Maturité A ce stade, le colza a également fini son cycle, une inondation n'aura donc pas de conséquence sur son métabolisme. Comme au stade floraison, les pertes si la fleur est au contact de l'eau sont importantes.

Pour une hauteur d'eau de moins de 120 cm, il n'y a pas de baisse de rendement.

Pour une hauteur d'eau supérieure à 120 cm, les pertes de rendement débutent dès qu'il y a inondation et sont complètes au bout d'un jour.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.11.

Tournesol

Stade Levée Les baisses de rendement potentielles du tournesol à ce stade sont identiques à celle des céréales au même stade. Les pertes sont totales dès qu'il y a inondation.

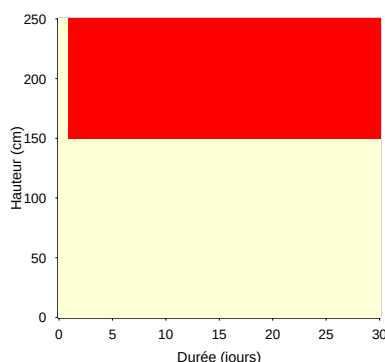


FIGURE C.11 – Baisse de rendement pour le Colza - Stade Maturite

Stade Initiation (entre stade 1 feuille et floraison) Pendant cette période, la sensibilité des plantes de tournesol est proche de celle du blé dur ou du colza au stade Montaison.

Il y aura des baisses de rendement dès 3 jours d'inondation, et elles seront totales au bout de 14 jours d'inondation. La hauteur d'eau n'influence pas les baisses de rendement.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.12.

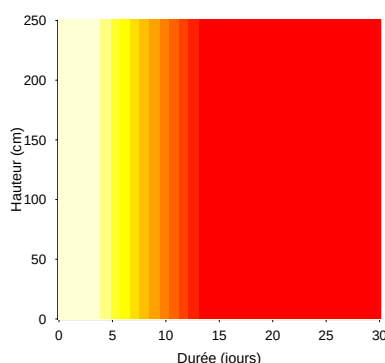


FIGURE C.12 – Baisse de rendement pour le Tournesol - Stade Initiation

Stade Floraison A ce stade, la sensibilité de la plante est proche de celle du stade montaison tant que le capitule n'est pas au contact de l'eau.

Pour une hauteur d'eau de moins de 140 cm, les baisses de rendement débutent au bout de 3 jours d'inondation et sont totales plus rapidement qu'au stade précédent, c'est-à-dire pour 10 jours.

Pour une hauteur d'eau supérieure à 140 cm, c'est-à-dire avec le capitule potentiellement au contact de l'eau, le risque de germination des graines est fort. Les pertes de rendement débutent dès qu'il y a inondation et sont complètes au bout d'un jour.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.13.

Stade Maturité A ce stade, la plante a fini son cycle, une inondation n'aura donc pas de conséquence sur son métabolisme. Toutefois le risque de germination des graines est le même qu'au stade floraison.

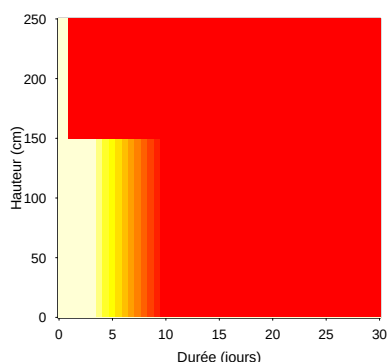


FIGURE C.13 – Baisse de rendement pour le Tournesol - Stade Floraison.

Pour une hauteur d'eau de moins de 160 cm, il n'y a pas de baisse de rendement.

Pour une hauteur d'eau supérieure à 160 cm, les pertes de rendement débutent dès qu'il y a inondation et sont complètes au bout d'un jour.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.14.

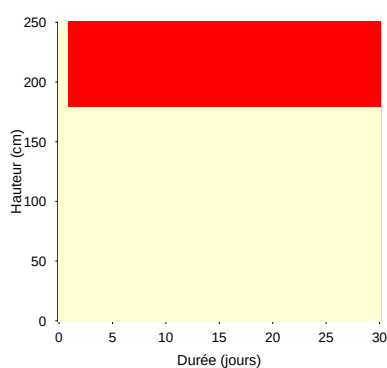


FIGURE C.14 – Baisse de rendement pour le Tournesol - Stade Maturité.

Maïs

Stade Levée A ce stade, le maïs a la même sensibilité que les autres cultures. Les pertes de rendement sont totales dès qu'il y a inondation.

Stade Initiation Pendant cette période, la sensibilité du maïs est proche de celle du tournesol au même stade, légèrement supérieure.

Les baisses de rendement débutent à 4 jours d'inondation, et sont totales pour 12 jours d'inondation. La hauteur d'eau n'influence pas les baisses de rendement.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.15.

Stade Épiaison A ce stade, la sensibilité de la plante est plus grande qu'au stade précédent. Les épis, encore en formation à ce stade, sont très sensibles au contact avec l'eau.

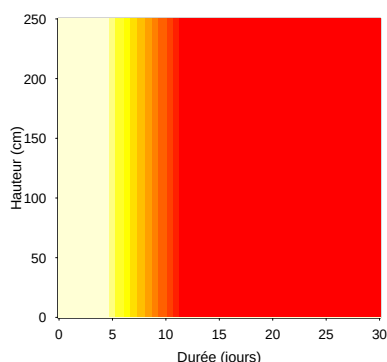


FIGURE C.15 – Baisse de rendement pour le Maïs - Stade Initiation.

Pour une hauteur d'eau de moins de 130 cm, les baisses de rendement débutent au bout de 4 jours d'inondation et sont totales pour 8 jours.

Pour une hauteur d'eau supérieure à 130 cm, c'est-à-dire avec les épis potentiellement au contact de l'eau, les pertes de rendement débutent dès qu'il y a inondation et sont complètes au bout d'un jour.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.16.

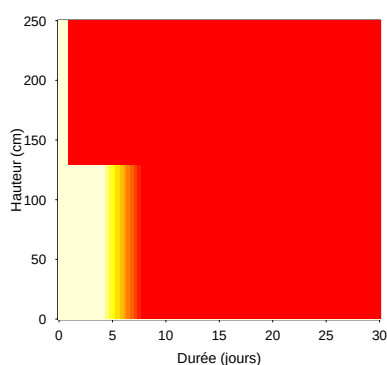


FIGURE C.16 – Baisse de rendement pour le Maïs - Stade Floraison.

Stade Maturité A ce stade, la plante a fini son cycle, une inondation n'aura donc pas de conséquence sur son métabolisme. Le risque de germination des épis est moindre qu'au stade précédent car les grains sont secs et donc peu sensibles à l'eau.

Pour une hauteur d'eau de moins de 130 cm, il n'y a pas de baisse de rendement.

Pour une hauteur d'eau supérieure à 130 cm, les pertes de rendement débutent pour 8 jours d'inondations et sont totales pour 12 jours.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.17.

Effet du courant

Les cultures peuvent être endommagées à différents niveaux par le courant. Elles peuvent être simplement couchées, ou entièrement arrachées. Dans les deux cas, la perturbation est telle que la

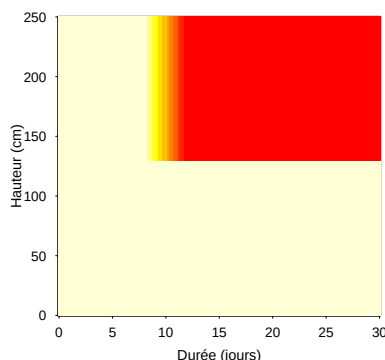


FIGURE C.17 – Baisse de rendement pour le Maïs - Stade Maturité.

culture ne pourra pas être poursuivie. La hauteur d'eau et la durée d'inondation ne jouent pas sur ces effets.

Dans l'ensemble les cultures sont plus sensibles au courant en début de cycle car moins bien enracinées. Pour certaines cultures, la sensibilité au couchage réaugmente en fin de cycle car avec la hauteur et le poids des épis ou fleurs, elles sont plus sujettes à plier avec le courant.

Céréales d'hiver Aux stades levée et 3 feuilles, un courant moyen peut endommager une culture de blé, ou d'orge.

Aux stades tallage et montaison, ces cultures sont bien enracinées et encore peu hautes. Elles résistent donc à un courant moyen et sont endommagées par un courant fort seulement.

Enfin, aux stades épiaison et maturité, la hauteur des plantes les rend plus fragiles. Elles sont donc endommagées par un courant moyen ou fort.

Colza Le colza a la même sensibilité au courant que les céréales d'hiver. Au stade levée, un courant moyen peut l'endommager. Au stade rosette, la culture est couchée ou arrachée par un courant fort seulement. Aux stades floraison et maturité, la culture peut être endommagée par un courant moyen.

Maïs et Tournesol Au stade levée, un courant moyen peut endommager les cultures de maïs et de tournesol.

Aux stades initiation et floraison, elles sont mieux enracinées, et elles peuvent être endommagées à partir d'un courant fort.

A maturité, le maïs est encore résistant et solide : seul un courant fort peut le coucher. Le tournesol, du fait de son lourd capitule, est sujet au couchage dès une inondation avec une vitesse de courant moyenne.

Poursuite et ressemis

Stratégies principales Suite à une inondation, les agriculteurs impactés peuvent décider de poursuivre ou non la culture touchée, et éventuellement de ressemer la même culture ou une nouvelle culture selon les possibilités qui s'offrent à eux. Dans le cas où la même culture ou une autre culture est ressemée, si ce semis est tardif par rapport à la date habituelle, des baisses de rendement par rapport au rendement optimal peuvent être observées.

Cette prise de décision peut dépendre de nombreux facteurs : les pertes de rendement observables ou prévisibles, les charges déjà engagées, l'état de la trésorerie de l'exploitation, la météo prévue pour la suite de la saison, la possibilité d'irriguer, la qualité du sol, l'aversion au risque de l'agriculteur, etc.

Pour ne considérer dans la méthodologie que les facteurs prévisibles et disponibles, des règles de décisions simplifiées sont proposées, basées sur la baisse de rendement causée par l'inondation et la date de retrait des eaux exprimée en fonction du stade atteint par la culture inondée. Ces règles sont détaillées dans le tableau C.3.

Globalement, les stratégies envisagées sont les suivantes :

- La poursuite de la culture en place au moment de l'inondation, dans ce cas-là une baisse du produit brut pourra être subit.
- La réalisation d'un sur-semis, c'est-à-dire un passage avec un semoir dans les zones où il y a eu des pertes, sans effectuer un ressemis complet. Le dommage correspond alors aux charges de sur-semis.
- Le ressemis de la même culture, selon la date à laquelle la culture est ressemée le rendement attendu peut être moindre que le rendement optimal du fait d'un semis tardif. Le dommage correspond alors aux charges de semis (préparation de la parcelle, semis et semences).
- Le semis d'une nouvelle culture, c'est notamment le cas si après une inondation sur culture d'hiver il est trop tard pour ressemer la même culture et que l'agriculteur sème une culture de printemps ou d'été, là aussi le rendement attendu peut être moindre que le rendement optimal. Le dommage correspond alors aux charges de semis (préparation de la parcelle, semis et semences).
- L'abandon de la culture sans ressemis. Les pertes correspondent alors à la totalité du produit brut mais les charges de récolte ne sont pas dépensées.

Ces règles sont résumées schématiquement sur les figures C.18 et C.19.

Remarques Après une culture d'hiver si une culture de printemps est semée, cela est généralement un tournesol ou un maïs. Toutefois, selon les régions et les contextes locaux, il peut s'agir d'autres cultures (sorgho, soja). Cela doit être défini avec des experts de l'agriculture sur la zone d'étude. Pour le colza, le schéma est le même que pour les autres grandes cultures d'hiver avec la différence que les stades 3 feuilles et tallage correspondent au stade rosette.

C.1.3 Variations de consommations intermédiaires

Les charges liées aux opérations qui nécessitent un passage mécanisé dans les parcelles (traitements, récolte) ne varient pas après une inondation, même s'il y a des pertes de rendement car la surface à couvrir reste identique. Si la culture inondée est poursuivie, il n'y aura donc aucune variation de charges.

Pour les autres situations (abandon ou ressemis), seules les variations de charges concernant le semis et la récolte sont prises en compte car ce sont les deux postes principaux des consommations intermédiaires.

Si la culture inondée est abandonnée, les charges sont diminuées du montant des charges de récolte.

Si une culture est ressemée (la même ou une autre), l'itinéraire technique de cette seconde culture est identique à l'itinéraire habituel. Les charges de préparation de la parcelle et de semis (réalisation

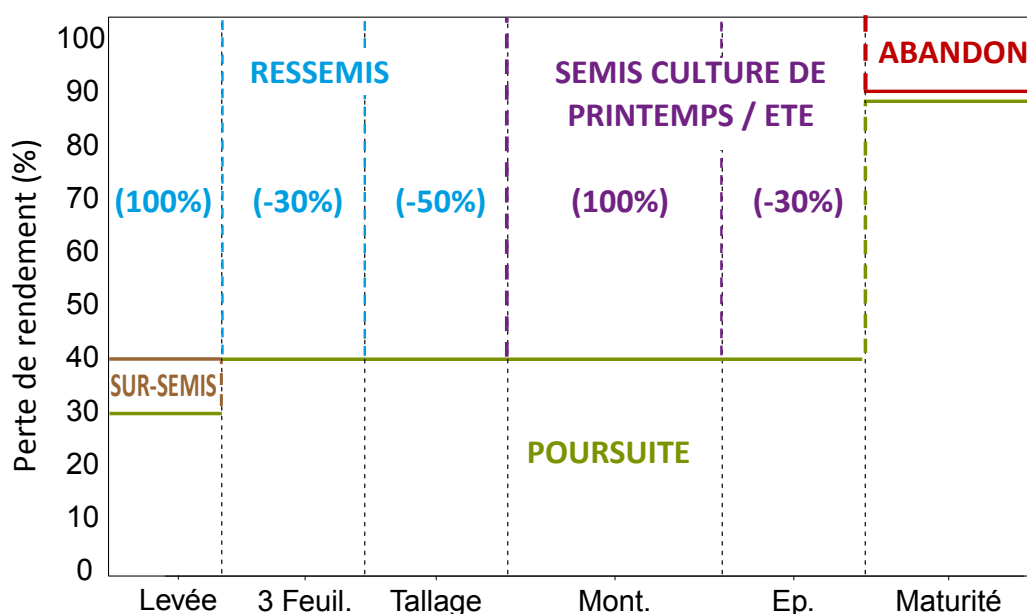


FIGURE C.18 – Stratégie de poursuite pour les grandes cultures d'hiver (entre parenthèse figure le rendement attendu pour le nouveau semis par rapport au rendement optimal de la culture)

du semis et achat des semences) représentent donc des consommations intermédiaires supplémentaires. Si les frais de récolte de la seconde culture sont différents de ceux de la culture inondée, le différentiel est également intégré aux variations de consommations intermédiaires.

C.1.4 Travaux de remise en état des parcelles

Les principaux dégâts pouvant être causés par une inondation sur le sol d'une parcelle de grandes cultures sont l'érosion et le dépôt de débris. Ces dégâts dépendent principalement de la vitesse du courant (pour l'érosion) et de la hauteur d'eau (quantité de débris transportés). Selon les caractéristiques de l'inondation, ils peuvent extrêmement varier : de la simple érosion superficielle à la création de ravines profondes, du dépôt de petits débris végétaux au dépôt d'objets encombrants (arbres, voiture, etc.). Les dommages engendrés par ces situations correspondent aux coûts des travaux de remise en état de la parcelle nécessaire pour la poursuite de son exploitation.

Plusieurs niveaux de dégâts combinant ces deux effets sont proposés dans le tableau C.4. Toutefois, les situations extrêmes ne sont pas traitées dans la méthodologie. Si un risque de ce type existe, une évaluation au cas par cas des coûts qui peuvent être engendrés devra être réalisée. Ces situations extrêmes peuvent par exemple correspondre à une érosion complète de la parcelle la rendant inutilisable pour un usage agricole, ou à un dépôt de débris très important et difficilement évacuables (graviers en grande quantité, caravane).

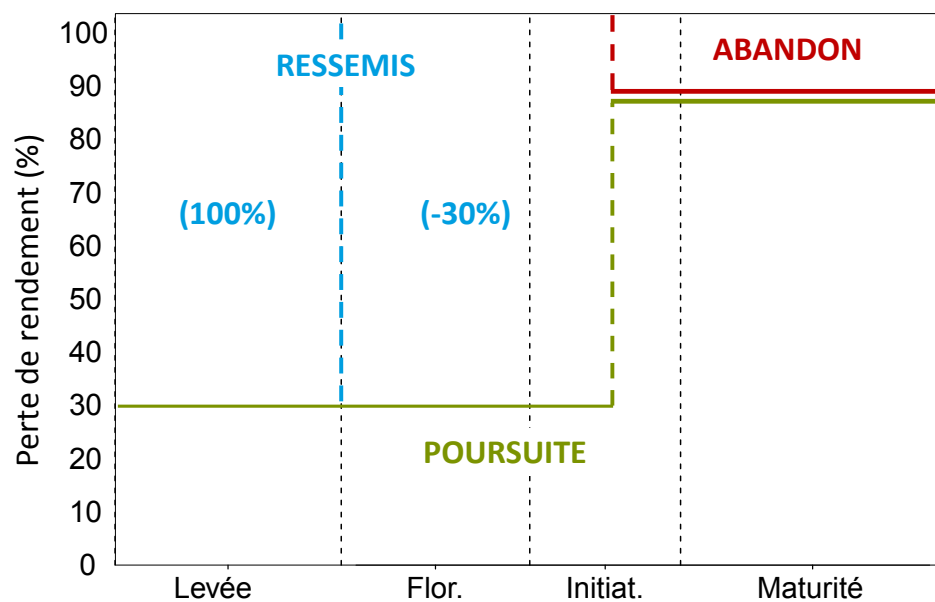


FIGURE C.19 – Stratégie de poursuite pour les grandes cultures d'été (entre parenthèse figure le rendement attendu pour le nouveau semis par rapport au rendement optimal de la culture)

TABLE C.3 – Stratégies de poursuite après une inondation

Occupation du sol au moment de l'inondation	Perte de rendement causée par l'inondation	Stade culturel de la culture inondée	Stratégie de poursuite adoptée
Parcelle nue	-	-	Semis réalisé normalement si la parcelle est remise en état et accessible avant : a) mi-novembre pour les cultures d'hiver ; b) Mi avril pour les cultures de printemps
Grande culture d'hiver	< 30%	Levée	Poursuite de la culture inondée
	30% - 40%	Levée 3 feuilles à maturité	Réalisation d'un sur-semis Poursuite de la culture inondée
	40% - 90%	Levée 3 feuilles Tallage Montaison Floraison Maturité	Ressemis de la même culture Ressemis de la même culture avec un rendement attendu de 70% Ressemis de la même culture avec un rendement attendu de 50% Semis d'une culture de printemps Semis d'une culture de printemps avec un rendement attendu de 70% Poursuite de la culture inondée
	> 90%	Levée à Floraison Maturité	Idem 40% - 90% Abandon
Grande culture d'été	< 30%	Levée	Poursuite de la culture inondée
	30% - 90%	Levée Floraison Début initiation Fin initiation Maturité	Ressemis de la même culture Ressemis de la même culture avec un rendement attendu de 70% Ressemis de la même culture avec un rendement attendu de 70% Poursuite de la culture inondée Poursuite de la culture inondée
	> 90%	Levée à Initiation Maturité	Idem 30% - 90% Abandon

TABLE C.4 – Dommages au sol pour les grandes cultures

Courant	Hauteur d'eau	Dégâts causés	Remise en état érosion	Nettoyage	Dommages
Faible	< 1 m	Dépôt de petits débris végétaux	-	10 h/ha pour le nettoyage avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation = 300 €/ha	300 €/ha
Faible	> 1 m	Dépôt de débris divers	-	20 h/ha pour le nettoyage avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation = 600 €/ha	600 €/ha
Moyen	-	Érosion superficielle du sol (< 10 cm) et dépôt de débris divers	3 passages par ha de déchaumeur à 60 €/passage = 180 €/ha	20 h/ha pour le nettoyage avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation = 600 €/ha	780 €/ha
Fort	-	Creusement de petites ravines (< 20 cm de profondeur) et dépôt de débris divers	3 passages de charrue à 100 €/passage et 3 passages de déchaumeur = 480 €/ha	10 h/ha pour le nettoyage avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation = 300 €/ha	780 €/ha

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Vigne	Repos			Débourrement	Floraison	Nouaison	Veraison	Maturité	Vendange	Repos		

FIGURE C.20 – Calendrier culturel en France de la vigne

TABLE C.5 – Hauteurs de la vigne

Stade	Hauteur des bourgeons	Hauteur du feuillage	Hauteur des grappes
Débourrement	50 - 70 cm	50 - 80 cm	
Floraison - Nouaison		50 - 150 cm	
Veraison - Maturité		50 - 200 cm	50 - 100 cm
Chute des feuilles		50 - 200 cm	

C.2 Fonctions d'endommagement pour la Viticulture

C.2.1 Description de la culture

Différents types de vignes

Dans la méthodologie d'évaluation des dommages des inondations sur la viticulture, la vigne est considérée comme une catégorie de la typologie de cultures à part entière.

Toutefois, selon les spécificités régionales, il est utile de se renseigner sur le mode de conduite le plus répandue pour les vignes sur la zone d'étude, c'est-à-dire palissées ou en gobelet. En effet certains dommages pourront être liés à cette distinction.

Les distinctions de cépages ou de porte-greffe ne sont pas nécessaire pour l'utilisation de la méthodologie.

Calendrier culturel

Le calendrier culturel de la vigne moyen pour la France est représenté en figure C.20.

Hauteur de la vigne

Certaines des fonctions pour l'évaluation des dommages des inondations intègrent un effet de la hauteur d'eau sur les pertes. Il est donc nécessaire de connaître la hauteur à laquelle sont situés les organes sensibles (bourgeons, feuilles et grappes) à différents stades du cycle.

Ainsi, les hauteurs moyennes indiquées dans le tableau C.5 ont été considérées.

C.2.2 Perte de matériel végétal

Effet du courant

Le courant peut causer l'arrachage ou le couchage des ceps de vigne.

Un courant moyen peut coucher ou incliner les ceps ainsi que le palissage. Les ceps peuvent alors être redressés du fait de leur enracinement profond. Les coûts liés à ces opérations sont intégrés aux dommages au sol.

Les ceps sont par contre arrachés ou fortement couchés par un courant fort. Il est considéré que l'effet est le même sur toute la parcelle soumise à un courant fort, et la vigne est donc entièrement perdue.

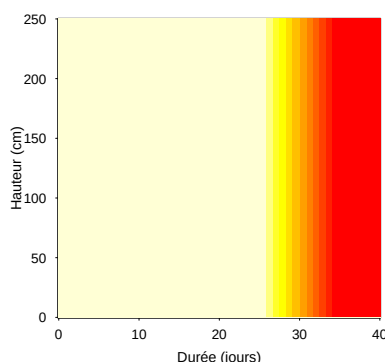


FIGURE C.21 – Perte de matériel végétal en l’absence de courant – Stade Repos

Il n’est pas tenu compte des éventuels effets de la hauteur d’eau, difficile à estimer de manière quantitative et sans approche plus fine de la vitesse du courant.

Effet de la durée

Les pertes de matériel végétal décrites dans ce paragraphe correspondent à une inondation avec un courant faible.

Les pertes de matériel végétal pouvant être causées par une inondation sont présentées dans la section suivante par période du cycle. La sensibilité des cultures est considérée homogène tout au long de chaque période. Trois périodes sont considérées :

- le repos végétatif pendant l’hiver, où le métabolisme de la plante est au ralenti et donc la sensibilité aux inondations relativement faible ;
- la période allant du débourrement à la nouaison, où le métabolisme des vignes est actif et où la formation des racine est en cours ;
- et la période allant de la véraison à la chute des feuilles correspondant à une période où la vigne est active mais où la repousse de racine n’est plus possible, ce qui signifie une sensibilité accrue.

La mortalité est principalement liée à l’asphyxie racinaire. Toutefois, lorsque la période de végétation a débuté (débourrement jusqu’à chute des feuilles), la submersion des feuilles peut accélérer la mortalité des ceps. Il y a donc un effet hauteur pris en compte sur ces périodes.

Stade Repos Pendant le repos, la hauteur d’inondation n’influence pas les pertes de matériel végétal.

Pour une inondation, les vignes peuvent supporter des durées d’inondation allant jusqu’à 25 jours sans mortalité. Au delà il y a des pertes de matériel végétal et elles sont totales au bout de 35 jours d’inondation.

Cette fonction de perte de matériel végétal est représentée en figure C.21.

Du stade débourrement à la nouaison La sensibilité des vignes à l’asphyxie augmente par rapport au repos mais de nouvelles racines peuvent repousser, tempérant ainsi les effets de l’inondation. De plus, les pertes sont beaucoup plus rapides que pendant le repos.

Avec moins de 50 cm d’eau, c’est-à-dire que le feuillage n’est pas au contact de l’eau, la mortalité des vignes débute à partir de 13 jours d’inondations et est complète au bout de 15.

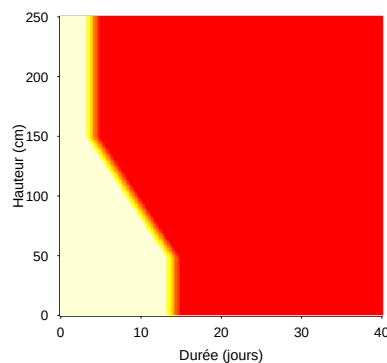


FIGURE C.22 – Perte de matériel végétal en l’absence de courant – Stades Débourrement à Nouaison

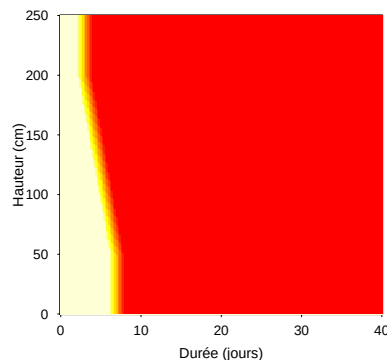


FIGURE C.23 – Perte de matériel végétal en l’absence de courant – Stades Véraison à Chute des feuilles

Avec plus de 150 cm d’eau, c’est-à-dire que tout le feuillage est submergé, les pertes de matériel végétal débutent à 3 jours et sont totales à 5 jours d’inondation.

Entre ces deux hauteurs d’eau, les seuils de durée supportée varient linéairement avec la hauteur d’eau.

Cette fonction de perte de matériel végétal est représentée en figure C.22.

Du stade Véraison à la chute des feuilles Après le stade véraison, la sensibilité à l’apshyxie est la même que précédemment mais il n’y a plus de pousse des racines. Les pertes de matériel végétal apparaissent donc plus tôt lors d’une inondation.

Avec moins de 50 cm d’eau, il y a des pertes à partir de 6 jours d’inondation et ces pertes sont totales pour 8 jours.

Avec plus de 200 cm d’eau, lorsque le feuillage est submergé, les pertes de matériel végétal s’étalent entre 2 et 4 jours d’inondation.

Cette fonction de perte de matériel végétal est représentée en figure C.23.

Stratégie de replantation

Règles de décision Les facteurs de décisions déterminant la replantation ou non des ceps manquants ou l’arrachage et la replantation complète d’une parcelle de vigne sont nombreux : pourcen-

TABLE C.6 – Stratégie de replantation des vignes

Pourcentage de manquants	Stratégie de replantation adoptée et dommages
10 %	Pas de replantation : perte de la production correspondant jusqu'à la fin de la durée de vie des vignes.
10 à 30 %	Replantation des manquants seulement : frais de replantation et d'entretien associés et perte de la production correspondant pendant le délai d'entrée en production.
> 30 %	Arrachage et replantation de toute la parcelle (ou zone) : frais de replantation et d'entretien pour toute la surface et perte de la production correspondant pendant le délai d'entrée en production.

tage de manquants, trésorerie de l'exploitation, âge des vignes, appellation éventuelle, etc. Toutefois, tous ces éléments ne sont pas disponibles lors d'une étude sur un territoire.

Pour ne considérer dans la méthodologie que les facteurs prévisibles et disponibles, des règles de décisions simplifiées sont proposées, basées sur le pourcentage de ceps manquants du fait de l'inondation. Ces règles et les dommages qui en découlent sont résumés dans le tableau C.6.

Lorsque une parcelle doit être entièrement replantée, il faut généralement attendre un an de repos du sol avant de faire la replantation. Aucune production n'est donc obtenue pendant 4 ans dans ce cas -là.

L'arrachage localisé de ceps dans une vigne (par exemple sur des rangs situés en bordure de parcelle) conduit généralement à la replantation de ces ceps. Afin de tenir compte de ces stratégies, le raisonnement en pourcentage de manquants peut se faire sur les zones homogènes de travail (occupation du sol - aléa) et non sur les parcelles cadastrales. Toutefois, les stratégies de replantation suite à des mortalités de ceps dispersés dans une vigne, sont mieux représentées si le raisonnement se fait à l'échelle de la parcelle cadastrale. Dans ce cas, si une parcelle n'est pas touchée uniformément par l'inondation, on recalculera le pourcentage de manquants sur son ensemble.

Variations de consommations intermédiaires liées à la perte de matériel végétal La perte de matériel végétal peut entraîner des variations de consommations intermédiaires, différentes selon la stratégie de replantation adoptée. Les opérations concernées sont principalement la taille et la récolte, qui sont des opérations pour lesquelles le temps consacré dépend du nombre de ceps vivants.

Charges de taille Concernant la taille, des opérations sont à réaliser même sur des ceps jeunes. En cas de replantation partielle ou totale, les charges ne baissent donc pas.

En cas de non replantation, les charges devraient diminuer. Toutefois, étant donné que la main d'œuvre doit tout de même être mobilisée et que les déplacements dans la parcelle sont les mêmes, cette diminution est minime et n'est pas prise en compte. Les déplacements dans la parcelle sont les mêmes car s'il n'y a pas de replantation, cela signifie que les manquants sont dispersés dans la parcelle, sans quoi il y aurait eu sur une zone un pourcentage de manquants supérieurs et donc une replantation.

Au final, aucune variation de consommations intermédiaires liées à la taille n'est prise en compte.

Charges de récolte Lorsqu'une parcelle est entièrement replantée, les nouveaux ceps ne produisent pas pendant le délai d'entrée en production. De plus, il faut attendre une année avant de

replanter une parcelle. Les charges de récolte (manuelle ou mécanique) ne sont donc pas dépensées pendant 4 ans.

Si les manquants ne sont pas replantés du tout ou si seuls les manquants sont replantés, la production diminue et donc les charges de récolte devraient diminuer aussi. Toutefois dans le cas de vendange mécanisée, la surface à couvrir reste la même et il n'y a donc pas de diminution de charges. Dans le cas de vendanges manuelles, ces variations sont faibles car la main d'œuvre doit tout de même être mobilisée et les déplacements dans la parcelle sont les mêmes.

Au final, l'absence de charges de récolte lorsque la parcelle est entièrement replantée est la seule variation de consommations intermédiaires liées à la récolte considérée.

Remarque L'année de l'inondation la récolte est réalisée avant la replantation.

C.2.3 Variations de rendement

Dans cette section les effets potentiels d'une inondation sur le rendement récolté sont décrits. Les effets de l'inondation sur la qualité de la production et donc son prix de vente sont décrits dans la section suivante.

Variations de rendement l'année de l'inondation

Les variations de rendement pouvant être causées par une inondation sont présentées dans la section suivante par période du cycle. La sensibilité de la vigne est considérée homogène tout au long de chaque période.

Les périodes ont été construites en se basant sur le calendrier des stades culturaux. Lorsqu'une période englobe plusieurs stades, elle est nommée d'après le stade principal étant atteint pendant sa durée.

Les variations de rendement décrites correspondent à une inondation avec un courant faible. En effet, le courant peut causer des dégâts sur le matériel végétal mais aucun effet sur la production n'est considéré.

Stade Repos En dehors des baisses de rendement liées à la perte de matériel végétal éventuelle, une inondation ne cause pas de baisse de rendement si elle a lieu pendant la première partie du repos végétatif de la vigne.

Pendant la fin du repos le métabolisme des bourgeons redémarre doucement et ils peuvent être endommagés s'ils sont submergés. Ainsi si les bourgeons sont au contact de l'eau, il peut y avoir des baisses de rendement à partir de 5 jours de submersion et le potentiel des bourgeons est complètement perdu au bout de 10 jours d'inondation. Les dommages sont fonction de la proportion de bourgeons submergés.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.24.

Stade Débourrement Au stade débourrement, les pertes de rendement sont principalement liées aux effets de l'asphyxie.

Si le feuillage n'est pas touché par l'eau (moins de 50 cm), les pertes de rendement débutent à 7 jours et sont totales pour 14 jours d'inondation.

Lorsque le feuillage est entièrement submergé (plus de 80 cm d'eau), les pertes sont progressivement de 3 à 7 jours d'inondation.

Entre ces hauteurs, les seuils de durée évoluent linéairement avec la hauteur.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.25.

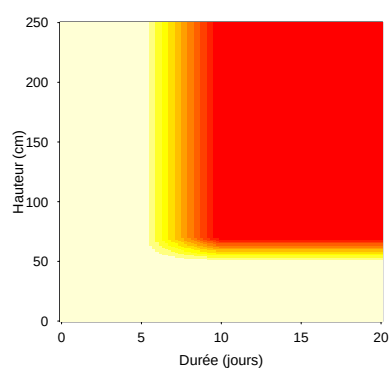


FIGURE C.24 – Baisse de rendement en l'absence de courant - Fin du repos végétatif

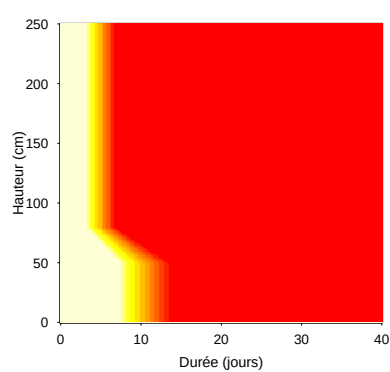


FIGURE C.25 – Baisse de rendement en l'absence de courant - Stade Débourrement

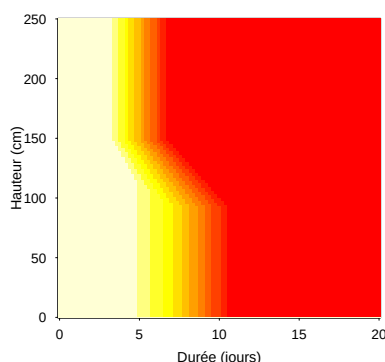


FIGURE C.26 – Baisse de rendement en l'absence de courant - Stades Floraison et Nouaison

Stades Floraison et Nouaison A ce stade, les effets de l'asphyxie potentiels sont les mêmes qu'au stade débourrement. Ainsi, pour moins de 50 cm d'eau, les pertes de rendement commencent à 7 jours et sont totales pour 14 jours d'inondation. Avec plus de 150 cm d'eau, les pertes de rendement commencent à 3 jours et sont totales pour 7 jours d'inondation.

A l'effet de l'asphyxie, s'ajoute des pertes liées à la dégradation de l'état sanitaire de la vigne favorisée par l'inondation (développement de maladies). Ce risque est le même quelque soit la hauteur d'eau. Des baisses de rendement peuvent apparaître dès 4 jours d'inondation et elles sont totales pour 11 jours.

La fonction de perte de rendement cumulant ces deux effets est représentée en figure C.26.

Stades Véraison et Maturité Aux stades véraison et maturité les principales causes de perte de rendement lors d'une inondation sont l'éclatement des baies du fait de l'absorption d'eau par les racines et le développement de pourriture lorsque les baies sont au contact de l'eau.

L'éclatement des baies peut se produire quelque soit la hauteur d'eau. Des pertes peuvent être causées à partir de 2 jours d'inondation et la récolte est entièrement perdue au bout de 7 jours d'inondation.

Lorsque les baies sont au contact de l'eau (entre 50 et 100 cm), des pourritures peuvent se développer causant des pertes de rendement. Les premières pertes peuvent survenir au bout de 2 jours et la totalité des baies seront perdues pour 5 jours d'inondation. Les pertes sont proportionnelles à la quantité de baies touchées, fonction de la hauteur.

La fonction de perte de rendement cumulant ces deux effets est représentée en figure C.27.

Période de Vendange Une inondation au stade où le raisin doit être vendanger peut causer des pertes de production très importantes. A ce stade, plusieurs effets à l'origine de pertes se cumulent : l'éclatement et la pourriture de baies, et le risque de surmaturité des raisins si la présence d'eau empêche la réalisation de la vendange au moment prévu.

De ce fait, les pertes de rendement peuvent débuter dès 1 jour d'inondation et seront totales au bout de 3 jours, quelque soit la hauteur d'eau.

La fonction de perte de rendement cumulant ces effets est représentée en figure C.28.

Variations de rendement les années suivantes

Après une inondation, des effets sur le rendement peuvent potentiellement être observés l'année suivante. En effet, une partie du rendement de la vigne est déterminée l'année précédente. Par

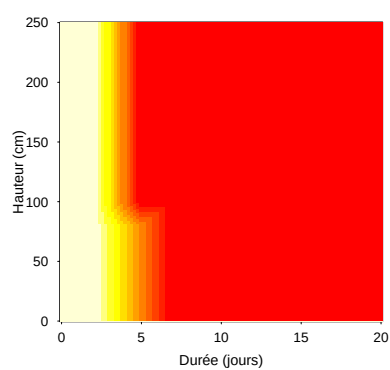


FIGURE C.27 – Baisse de rendement en l'absence de courant - Stades Véraison et Maturité

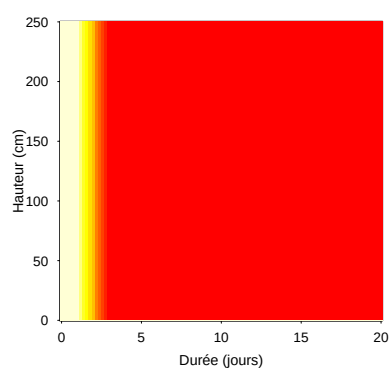


FIGURE C.28 – Baisse de rendement en l'absence de courant - Période de vendange

exemple des baisses de rendement pourraient être observées si une inondation a lieu à la floraison (effet sur l'induction des inflorescences), ou à la chute des feuilles (effet sur la mise en réserve). Toutefois, les facteurs influençant le rendement étant nombreux (météo de l'année suivante, pratiques mises en place, etc.), il est difficile d'isoler l'effet d'une inondation.

Les effets potentiels d'une inondation sur les rendements des années suivantes ne sont donc pas pris en compte dans la méthodologie.

C.2.4 Effets sur la qualité de la production

Effet global d'une inondation

Une inondation peut causer en plus des pertes de rendement, une dégradation de la qualité des raisins pouvant être récoltés. Cette baisse de qualité peut être liée à plusieurs phénomènes si l'inondation se produit au stade maturité ou vendange : le développement de maladies, des pourritures légères, de simple décalage de maturité, ou une méfiance de la part des acheteurs envers un raisin inondé par exemple.

Cette baisse de qualité peut générer un prix de vente inférieur au prix habituel pour les raisins non perdus. Au total, le produit brut généré par la vente de la production l'année de l'inondation est potentiellement influencé par les pertes de rendement plus une baisse du prix de vente.

Il est difficile de prévoir précisément cet effet. Ainsi dans un souci de simplification, il a été considéré que le prix de vente des raisins d'une vigne inondée (quelque soit la hauteur d'eau) serait diminué de 10% lorsque l'inondation se produit à la maturité et dure plus de 2 jours.

Il n'a pas été considéré de baisse du prix supérieure car cela pourrait être redondant avec les pertes de rendement prévues plus haut qui peuvent déjà intégrer parfois un effet sur la qualité.

Cas d'une inondation par une eau très chargée en limons

A partir du stade Véraison, si l'eau d'inondation est particulièrement chargée en limons et que les baies sont salies, elles ne sont alors pas commercialisables. Les pertes de rendement commercialisable sont donc égales à la proportion de baies touchées, proportionnellement à la hauteur d'eau entre 50 (0 %) et 100 cm (100 %).

C.2.5 Variations de consommations intermédiaires

Les variations de consommations intermédiaires décrites ici, sont celles liées directement à l'inondation, celles liées à la perte de matériel végétal sont décrites en partie C.2.2.

Une inondation peut entraîner des variations de charges principalement sur les opérations de traitements phytosanitaires et de vendange. En effet, les autres opérations mécanisées doivent dans tous les cas être réalisées sur l'ensemble de la parcelle (travail du sol, traitements habituels, éclaircissage par exemples).

Traitements phytosanitaires

Suite à une inondation, les traitements habituels ne seront pas modifiés. Il se peut toutefois que certains traitements soient décalés s'ils ne peuvent pas être fait au moment prévu du fait de la présence d'eau. Par contre des traitements supplémentaires peuvent être réalisés pour tenter de limiter la dégradation de l'état sanitaire de la parcelle. La réalisation de ces traitements a été prise en compte dans les pertes de rendements prévues précédemment.

Les stades les plus sensibles pour le développement de maladies ou de champignons sont la floraison et la véraison. Généralement deux types de traitements peuvent être réalisés : contre le mildiou et contre botrytis.

Il est considéré qu'au stade floraison, 4 traitements supplémentaires sont réalisés suite à une inondation (2 de chaque type). Au stade véraison, seulement 2 traitements supplémentaires sont prévus car le délai avant récolte est plus court.

Le coût moyen d'un traitement phytosanitaire est d'environ 80 €/ha à dire d'expert.

Ces traitements supplémentaires et les traitements habituels sont réalisés préventivement quelque soit les pertes de rendement estimées car il n'est pas forcément possible de prévoir les pertes subit à la récolte. De plus, ces traitements permettent également de prévenir des dommages supplémentaires sur les ceps en plus de la récolte. Ils sont également réalisés si la parcelle est ensuite entièrement replantée car les pertes de matériel végétal et la décision de replantation sont évaluées après la récolte.

Charges de récolte

La récolte est toujours réalisée sauf dans le cas où il y a moins de 10 % de raisins, commercialisables ou non, présents sur les vignes. La quantité de raisins présents sur les vignes est estimée de la façon suivante :

- lorsque l'inondation survient avant la maturité, les baisses de rendement estimées correspondent à la baisse de raisins présents sur les vignes ;
- lorsque l'inondation survient au stade maturité ou vendange, les raisins sont présents sur les vignes même s'ils ne sont pas commercialisables.

Ainsi cela signifie que la récolte est toujours réalisée sauf si les pertes de rendement totales, c'est-à-dire combinant pertes de rendement seules et pertes de matériel végétal, sont supérieures à 90% et que l'inondation a eu lieu avant le stade maturité.

Les variations de charges liées à la vendange ne dépendent pas du mode de vendange habituellement pratiqué sur l'exploitation (vendange mécanisée ou manuelle).

Lorsque la parcelle doit être entièrement replantée, la replantation se fait après les vendanges. La réalisation de la récolte ne dépend donc pas de ça.

C.2.6 Travaux de remise en état

Les principaux dégâts pouvant être causés par une inondation sur une vigne, traités comme des dommages au sol, sont l'érosion (ou le dépôt de terre), le dépôt de débris, et l'endommagement du palissage. Ces dégâts dépendent principalement de la vitesse du courant (pour l'érosion ou l'endommagement du palissage) et de la hauteur d'eau (quantité de débris transportés et endommagement du palissage). Selon les caractéristiques de l'inondation, ils peuvent extrêmement varier : de la simple érosion superficielle à la création de ravines profondes, du dépôt de petits débris végétaux au dépôt d'objets encombrants (arbres, voiture, etc.), du simple dépôt de débris dans les fils du palissage nécessitant un nettoyage supplémentaire, à l'endommagement des piquets devant être remplacés.

Les dommages engendrés par ces situation correspondent aux coûts des travaux de remise en état de la parcelle nécessaire pour la poursuite de son exploitation.

Plusieurs niveaux de dégâts combinant ces trois effets sont proposés dans le tableau C.7. Toutefois, les situations extrêmes ne sont pas traitées dans la méthodologie. Si un risque de ce type existe, une évaluation au cas par cas des coûts qui peuvent être engendrés devra être réalisée. Ces situations

extrêmes peuvent par exemple correspondre à une érosion complète de la parcelle la rendant inutilisable pour un usage agricole, ou à un dépôt de débris très important et difficilement évacuables (graviers en grande quantité, caravane).

TABLE C.7 – Dommages au sol pour les vignes

Courant	Hauteur d'eau	Dégâts causés	Remise en état érosion	Nettoyage	Réparation palissage	Dommages
Faible	< 50 cm	Érosion superficielle et dépôt de petits débris végétaux	5 h/ha pour travail du sol superficiel avec 24 €/h la MO (2 personnes) et 19 €/h la mécanisation = 215 €/ha	20 h/ha pour le nettoyage avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation = 600 €/ha		815 €/ha
Faible	> 50 cm	Érosion superficielle et dépôt de débris divers avec endommagement léger du palissage (30% des piquets à changer)	5 h/ha pour travail du sol superficiel avec 24 €/h la MO (2 personnes) et 19 €/h la mécanisation = 215 €/ha	40 h/ha pour le nettoyage avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation = 1200 €/ha	600 €/ha	2015 €/ha
Moyen	-	Creusement de petites ravines (< 20 cm de profondeur) et dépôt de débris divers avec endommagement du palissage (50% des piquets à changer)	20 h/ha pour travail du sol par un prestataire extérieur à 75 €/h = 1500 €/ha	40 h/ha pour le nettoyage avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation = 1200 €/ha	1000 €/ha	3700 €/ha
Fort	-	Creusement de ravines moyennes (> 20 cm de profondeur) et dépôt de débris divers (la vigne étant arraché, le nettoyage est plus rapide et le palissage n'est pas réparé)	30 h/ha pour la remise en état du sol par un prestataire extérieur à 75 €/h = 2250 €/ha	20 h/ha pour le nettoyage avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation = 600 €/ha		2850 €/ha

TABLE C.8 – Liste des principales espèces d’arbres fruitiers à pépins ou à noyau cultivées en France métropolitaine

Type de fruits	Espèces
Fruits à pépins	Pommes Poires
Fruits à noyau	Prunes Olives Abricots Pêches Pavies Nectarines et Brugnons Cerises

C.3 Fonctions d’endommagement pour l’Arboriculture

C.3.1 Description des cultures

Principales cultures fruitières arboricoles

Les cultures fruitières regroupent les espèces fruitières arboricoles et les végétaux à baies et petits fruits (fraisiers, ronces, groseilliers, etc.). Seules les vergers fruitiers sont considérés dans la méthodologie.

Parmi les vergers, des fonctions de dommages pour les fruits à noyau et les fruits à pépins sont proposées. Les autres catégories d’arbres fruitiers ne sont pas traités par la méthodologie car aucun retour d’expérience d’inondations dessus n’a pu être trouvé. Ces catégories d’arbres fruitiers absentes de la méthodologie sont les fruits à coque (noix, noisette), les agrumes, et d’autres espèces fruitières particulières (kiwi, figue). Les fruits à noyau et à pépins représentent 76% des cultures fruitières cultivées en France métropolitaine en termes de superficie.

Les espèces d’arbres fruitiers à pépins ou à noyau cultivées en France métropolitaine sont indiquées dans le tableau C.8.

Les fonctions pour 5 espèces d’arbres fruitiers ont été construites : les pommiers, les poiriers, les cerisiers, les abricotiers et les pêcheurs. Les nectarines et brugnons sont relativement similaires aux pêches et les mêmes fonctions de dommages peuvent être utilisées pour ces deux espèces. Les fonctions pour les pruniers ont été construites en se basant sur les similarités agronomiques entre les pruniers et les 5 espèces pour lesquelles des fonctions avaient été construites. Au final, ces 8 espèces représentent 93% des fruits à pépins et à noyau en termes de superficie en France métropolitaine. Aucun retour d’expérience d’inondation sur les oliviers n’a pu être collecté, cette espèce n’est donc pas traitée dans la méthodologie.

Calendriers cultureaux

Les calendriers cultureaux moyen pour la France pour les cultures fruitières traitées sont représentés en figure C.29.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.
Pommier	Repos			Débour. Floraison	Croissance			Maturité			Repos	
Poirier	Repos			Débour. Floraison	Croissance			Maturité		Repos		
Prunier	Repos		Débour. Floraison	Croissance			Maturité		Période de végétation		Repos	
Cerisier	Repos		Débour. Flor.	Crois- sanc	Maturité		Période de végétation		Repos			
Pêcher	Repos		Débour. Floraison	Croissance		Maturité			Repos			
Abricotier	Repos		Débour. Florais	Croissance		Maturité		Pér. végétatio	Repos			

FIGURE C.29 – Calendriers culturels des vergers en France

TABLE C.9 – Hauteurs de arbres

Culture	Elément	Hauteur
Pommier et Poirier	Tronc	80 cm
	Haut	200 cm
Pêcher et Abricotier	Tronc	60 cm
	Haut	200 cm
Cerisier (anciennes variétés)	Tronc	120 cm
	Haut	200 cm
Prunier	Tronc	100 cm
	Haut	200 cm

Hauteur des arbres

Certaines des fonctions pour l'évaluation des dommages des inondations intègrent un effet de la hauteur d'eau sur les pertes. Il est donc nécessaire de connaître la hauteur à laquelle sont situés les rameaux et les fruits.

Ainsi, les hauteurs moyennes indiquées dans le tableau C.9 ont été considérées. La hauteur "Haut" désigne la hauteur à partir de laquelle les dommages sont maximum.

Dans certaines régions, les vergers peuvent être plantés sur butte. Lors de l'évaluation des dommages, il doit être tenu compte de la hauteur de ces buttes pour appliquer les fonctions proposées.

C.3.2 Perte de matériel végétal

Effet du courant

Le courant peut causer l'arrachage ou le couchage des arbres. Lorsque les arbres sont couchés, il n'est généralement pas possible de les replanter et le verger est donc perdu.

Concernant les pertes de matériel végétal du fait du courant, il est considéré que les arbres seront arrachés ou couchés avec un courant fort. Avec un courant faible ou moyen, il n'y aura pas de dommages du fait du bon enracinement des arbres.

Il n'est pas tenu compte des éventuels effets de la hauteur d'eau, difficile à estimer de manière quantitative et sans approche plus fine de la vitesse du courant.

Effet de la durée

Les pertes de matériel végétal décrites dans ce paragraphe correspondent à une inondation avec un courant faible.

Les pertes de matériel végétal pouvant être causées par une inondation sont présentées dans la section suivante par type de culture et par période du cycle. La sensibilité des cultures est considérée homogène tout au long de chaque période. Pour le matériel végétal, deux périodes sont considérées : celle de repos pendant l'hiver et celle où le métabolisme est actif, la végétation (qui comprend la floraison, la feuillaison, la fructification, etc.).

La mortalité des arbres est principalement liée à l'asphyxie racinaire, et donc à la durée de submersion. Les durées seuil avant asphyxie racinaire sont connues pour les principaux porte-greffe utilisés dans les vergers fruitiers.

Toutefois, il existe également un effet hauteur d'eau. Lorsque les rameaux des arbres sont au contact de l'eau, les risques de mortalité augmentent. Les pertes de matériel végétal apparaissent donc plus rapidement en cas d'inondation. Les espèces sont plus ou moins sensibles à cet effet.

Pommier

Repos végétatif Pendant le repos, le métabolisme des arbres est en pause et ils ont donc une faible sensibilité à l'asphyxie racinaire.

Pour une inondation avec moins de 80 cm d'eau, c'est-à-dire que les rameaux ne sont pas au contact de l'eau, la durée avant qu'il y ait de la mortalité d'arbres est de 105 jours. Les pertes seront totales au bout de 125 jours d'inondations.

Pour une inondation avec un hauteur submergeant les arbres (200 cm), la mortalité d'arbres débute à 50 jours et le verger est entièrement perdu pour 60 jours d'inondation.

Entre ces deux hauteurs, les pertes augmentent proportionnellement avec la hauteur d'eau.

Cette fonction de perte de matériel végétal est représentée en figure C.30.

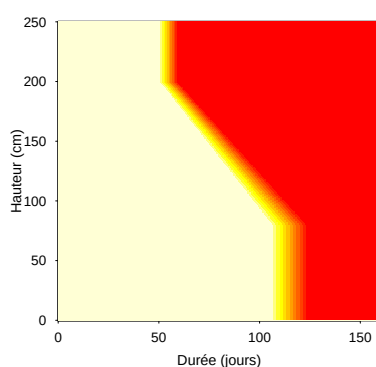


FIGURE C.30 – Perte de matériel végétal pour le Pommier - Repos végétatif

Végétation Pendant la végétation, la sensibilité des arbres à l'asphyxie augmente.

Pour une inondation avec moins de 80 cm d'eau, la mortalité débute pour 30 jours d'inondation et est totale à 40 jours.

Avec 200 cm d'eau, il peut y avoir des pertes de matériel végétal dès 15 jours d'inondation et elles sont totales pour 20 jours.

Cette fonction de perte de matériel végétal est représentée en figure C.31.

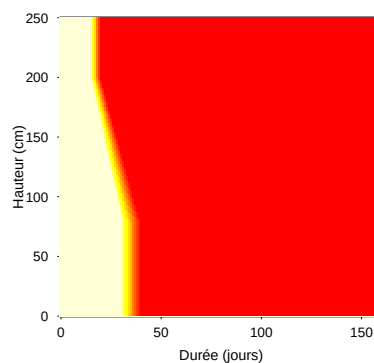


FIGURE C.31 – Perte de matériel végétal pour le Pommier - Végétation

Poirier La sensibilité du poirier à l’asphyxie racinaire est moindre que celle du pommier.

Repos Pour une inondation avec moins de 80 cm d’eau, c’est-à-dire que les rameaux ne sont pas au contact de l’eau, les pertes de matériel végétal débutent au bout de 140 jours d’inondation et sont totales pour 160 jours.

Pour une inondation avec un hauteur submergeant les arbres (200 cm), la mortalité d’arbres débute à 70 jours et le verger est entièrement perdu pour 80 jours d’inondation.

Entre ces deux hauteurs, les pertes augmentent proportionnellement avec la hauteur d’eau.

Cette fonction de perte de matériel végétal est représentée en figure C.32.

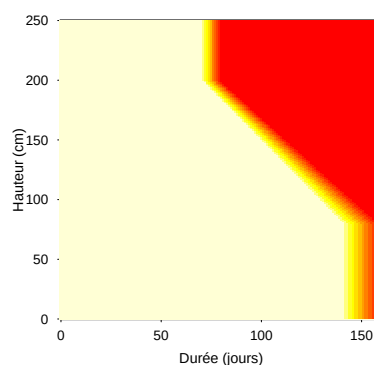


FIGURE C.32 – Perte de matériel végétal pour le Poirier - Repos végétatif

Végétation Pour une inondation avec moins de 80 cm d’eau, la mortalité débute pour 65 jours d’inondation et est totale à 75 jours.

Avec 200 cm d’eau, il peut y avoir des pertes de matériel végétal dès 30 jours d’inondation et elles sont totales pour 35 jours.

Cette fonction de perte de matériel végétal est représentée en figure C.33.

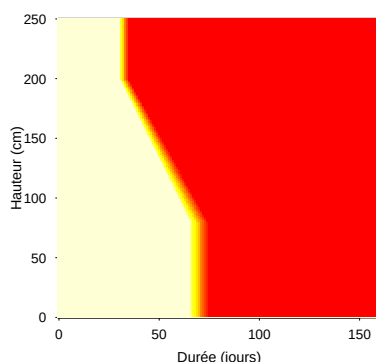


FIGURE C.33 – Perte de matériel végétal pour le Poirier - Végétation

Pêcher et Abricotier Les pêcheurs et abricotiers ont une sensibilité supérieure à l'asphyxie racinaire par rapport aux arbres à fruits à noyau, très marquée pendant la végétation. Ils sont très sensibles à l'effet de la submersion des rameaux pendant le repos.

Repos Pour une inondation avec moins de 60 cm d'eau, c'est-à-dire que les rameaux ne sont pas au contact de l'eau, les pertes de matériel végétal débutent au bout de 70 jours d'inondation et sont totales pour 90 jours.

Pour une inondation avec un hauteur submergeant les arbres (200 cm), la mortalité d'arbres débute à 15 jours et le verger est entièrement perdu pour 25 jours d'inondation.

Entre ces deux hauteurs, les pertes augmentent proportionnellement avec la hauteur d'eau. Cette fonction de perte de matériel végétal est représentée en figure C.34.

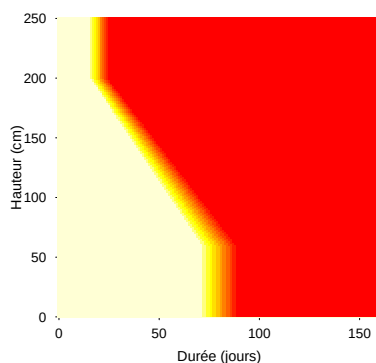


FIGURE C.34 – Perte de matériel végétal pour le Pêcher et l'Abricotier - Repos végétatif

Végétation Pour une inondation avec moins de 60 cm d'eau, la mortalité débute pour 10 jours d'inondation et est totale à 14 jours.

Avec 200 cm d'eau, il peut y avoir des pertes de matériel végétal dès 7 jours d'inondation et elles sont totales pour 10 jours.

Entre ces deux hauteurs, les pertes augmentent proportionnellement avec la hauteur d'eau. Cette fonction de perte de matériel végétal est représentée en figure C.35.

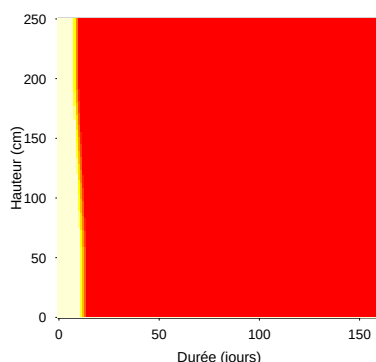


FIGURE C.35 – Perte de matériel végétal pour le Pecher et l'Abricotier - Végétation

Cerisier Le cerisier est très sensible à l'asphyxie racinaire, surtout en végétation. Par contre l'effet sur les rameaux est moindre que pour les pêchers et abricotiers.

Repos Pour une inondation avec moins de 120 cm d'eau, les pertes de matériel végétal débutent au bout de 65 jours d'inondation et sont totales pour 85 jours.

Pour une inondation avec un hauteur submergeant les arbres (200 cm), la mortalité d'arbres débute à 30 jours et le verger est entièrement perdu pour 40 jours d'inondation.

Entre ces deux hauteurs, les pertes augmentent proportionnellement avec la hauteur d'eau.

Cette fonction de perte de matériel végétal est représentée en figure C.36.

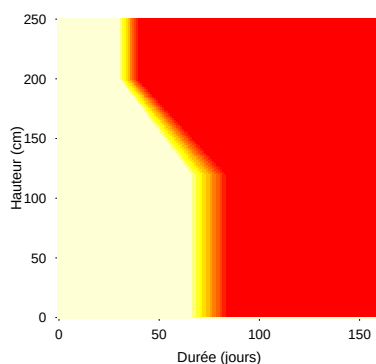


FIGURE C.36 – Perte de matériel végétal pour le Cerisier - Repos végétatif

Végétation Pour une inondation avec moins de 120 cm d'eau, la mortalité débute pour 10 jours d'inondation et est totale à 14 jours.

Avec 200 cm d'eau, il peut y avoir des pertes de matériel végétal dès 7 jours d'inondation et elles sont totales pour 10 jours.

Entre ces deux hauteurs, les pertes augmentent proportionnellement avec la hauteur d'eau.

Cette fonction de perte de matériel végétal est représentée en figure C.37.

Prunier

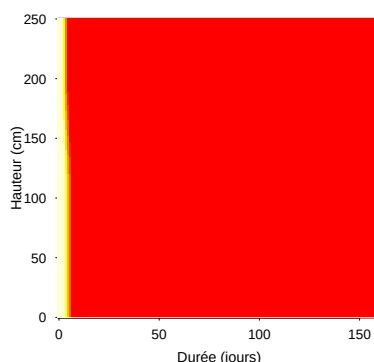


FIGURE C.37 – Perte de matériel végétal pour le Cerisier - Végétation

Repos Pour une inondation avec moins de 100 cm d'eau, les pertes de matériel végétal débutent au bout de 100 jours d'inondation et sont totales pour 120 jours.

Pour une inondation avec un hauteur submergeant les arbres (200 cm), la mortalité d'arbres débute à 40 jours et le verger est entièrement perdu pour 50 jours d'inondation.

Entre ces deux hauteurs, les pertes augmentent proportionnellement avec la hauteur d'eau.

Végétation Pour une inondation avec moins de 100 cm d'eau, la mortalité débute pour 20 jours d'inondation et est totale à 25 jours.

Avec 200 cm d'eau, il peut y avoir des pertes de matériel végétal dès 10 jours d'inondation et elles sont totales pour 15 jours.

Entre ces deux hauteurs, les pertes augmentent proportionnellement avec la hauteur d'eau.

Stratégie de replantation

Règles de décision Les facteurs de décisions déterminant la replantation ou non des arbres manquants ou l'arrachage et la replantation complète d'une parcelle sont nombreux : pourcentage de manquants, trésorerie de l'exploitation, âge du verger, etc. Toutefois, tous ces éléments ne sont pas disponibles lors d'une étude sur un territoire.

Pour ne considérer dans la méthodologie que les facteurs prévisibles et disponibles, des règles de décisions simplifiées sont proposées, basées sur le pourcentage d'arbres manquants du fait de l'inondation. Ces règles et les dommages qui en découlent sont résumés dans le tableau C.10.

Lorsqu'une parcelle doit être entièrement replantée, il faut généralement attendre un an de repos du sol avant de faire la replantation. Aucune production n'est donc obtenue pendant le délai d'entrée en production du verger plus un an dans ce cas-là.

L'arrachage localisé d'arbres dans un verger (par exemple sur des rangs situés en bordure de parcelle) conduit généralement à la replantation de ces arbres. Afin de tenir compte de ces stratégies, le raisonnement en pourcentage de manquants peut se faire sur les zones homogènes de travail (occupation du sol - aléa) et non sur les parcelles cadastrales. Toutefois, les stratégies de replantation suite à des mortalités d'arbres dispersées dans un verger, sont mieux représentées si le raisonnement se fait à l'échelle de la parcelle cadastrale. Dans ce cas, si une parcelle n'est pas touchée uniformément par l'inondation, on recalculera le pourcentage de manquants sur son ensemble.

TABLE C.10 – Stratégie de replantation des vergers

Pourcentage de manquants	Stratégie de replantation adoptée et dommages
15 %	Pas de replantation : perte de la production correspondant jusqu'à la fin de la durée de vie du verger.
15 à 25 %	Replantation des manquants seulement : frais de replantation et d'entretien associés et perte de la production correspondant pendant le délai d'entrée en production.
> 25 %	Arrachage et replantation de toute la parcelle (ou zone) : frais de replantation et d'entretien pour toute la surface et perte de la production correspondant pendant le délai d'entrée en production.

Variations de consommations intermédiaires liées à la perte de matériel végétal La perte de matériel végétal peut entraîner des variations de consommations intermédiaires, différentes selon la stratégie de replantation adoptée. Les opérations concernées sont principalement la taille et la récolte, qui sont des opérations pour lesquelles le temps consacré dépend du nombre d'arbres encore vivants.

Charges de taille Concernant la taille, les opérations sont à réaliser même sur des arbres jeunes. En cas de replantation partielle ou totale, les charges liées ne baissent donc pas.

En cas de non replantation, les charges devraient diminuer. Toutefois, étant donné que la main d'œuvre doit tout de même être mobilisée et que les déplacements dans la parcelle sont les mêmes, cette diminution est minime et n'est pas prise en compte. Les déplacements dans la parcelle sont les mêmes car s'il n'y a pas de replantation, cela signifie que les manquants sont dispersés dans la parcelle, sans quoi il y aurait eu sur une zone un pourcentage de manquants supérieurs et donc une replantation.

Au final, aucune variation de consommations intermédiaires liées à la taille n'est prise en compte.

Charges de récolte Lorsqu'une parcelle est entièrement replantée, les nouveaux arbres ne produisent pas pendant le délai d'entrée en production. De plus, il faut attendre une année avant de replanter une parcelle. Les charges de récolte (manuelle ou mécanique) ne sont donc pas dépensées pendant cette durée-là.

Si les manquants ne sont pas replantés du tout ou si seuls les manquants sont replantés, la production diminue et donc les charges de récolte devraient diminuer aussi. Toutefois dans le cas de récoltes mécanisées, la surface à couvrir reste la même et il n'y a donc pas, ou peu, de diminution de charges. Dans le cas de récoltes manuelles, ces variations sont faibles car la main d'œuvre doit tout de même être mobilisée et les déplacements dans la parcelle sont les mêmes.

Au final, l'absence de charges de récolte lorsque la parcelle est entièrement replantée est la seule variation de consommations intermédiaires liées à la récolte considérée.

Remarque L'année de l'inondation la récolte est réalisée avant la replantation.

C.3.3 Variations de rendement

Dans cette section les effets potentiels d'une inondation sur le rendement récolté sont décrits. Les effets de l'inondation sur la qualité de la production et donc son prix de vente sont décrits dans

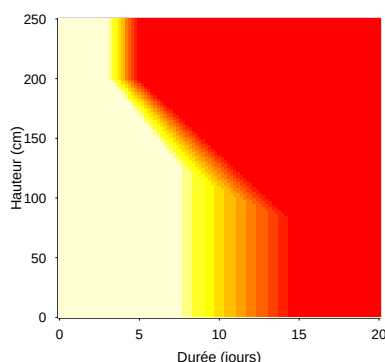


FIGURE C.38 – Pommier : Baisse de rendement en l'absence de courant - Stade Floraison

la section suivante.

Variations de rendement l'année de l'inondation

Les variations de rendement pouvant être causées par une inondation sont présentées dans la section suivante par période du cycle. La sensibilité des vergers est considérée homogène tout au long de chaque période.

Les périodes ont été construites en se basant sur le calendrier des stades culturaux de chaque culture. Lorsqu'une période englobe plusieurs stades, elle est nommée d'après le stade principal étant atteint pendant sa durée.

Les variations de rendement décrites correspondent à une inondation avec un courant faible. En effet, le courant peut causer des dégâts sur le matériel végétal mais aucun effet sur la production n'est considéré.

Pommiers

Stade Repos En dehors des baisses de rendement liées à la perte de matériel végétal, une inondation ne cause pas de baisse de rendement si elle a lieu pendant le repos végétatif des arbres.

Stade Floraison A ce stade, les baisses de rendement sont principalement dues aux effets de l'asphyxie sur les racines et le feuillage, aux effets du contact eau - fleurs, ainsi qu'au risque sanitaire d'infections par la tavelure.

Pour des pommiers inondés sans contact avec les feuilles et les fleurs (moins de 80 cm), les baisses de rendement liées à l'asphyxie racinaire débutent à partir de 7 jours et sont totales au bout de 15 jours.

Avec la totalité des arbres submergés (plus de 200 cm d'eau), les pertes liées à l'asphyxie ou au contact eau - fleurs débutent à partir de 3 jours et sont totales au bout de 5 jours. Pour les hauteurs intermédiaires, les seuils d'asphyxie évoluent linéairement entre les deux hauteurs décrites.

A cet effet asphyxie, s'ajoute les pertes de rendement liées à la tavelure. La tavelure peut causer des pertes quelque soit la hauteur d'eau à partir de 7 jours d'inondation, et totales à 15 jours.

La fonction de perte de rendement cumulant ces deux effets est représentée en figure C.38.

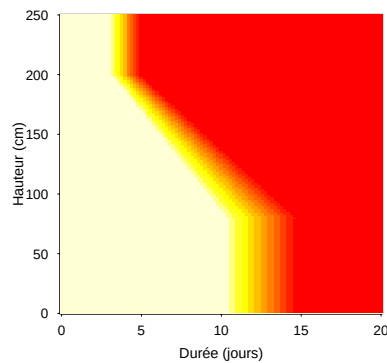


FIGURE C.39 – Pommier : Baisse de rendement en l’absence de courant - Stade Croissance

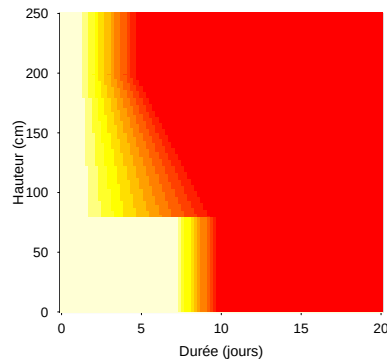


FIGURE C.40 – Pommier : Baisse de rendement en l’absence de courant - Stade Maturité

Stade Croissance Au stade croissance, le risque d’infection par la tavelure est moindre, et seul l’effet asphyxie et contact eau - fleurs est pris en compte.

Ainsi avec moins de 80 cm d’eau, les pertes de rendement débutent à 10 jours et sont totales à 15 jours.

Avec plus de 200 cm d’eau, les pertes débutent au bout de 3 jours d’inondation et sont totales pour 5 jours d’inondation.

Pour les hauteurs intermédiaires, les seuils de durée supportées évoluent linéairement entre 80 et 200 cm.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.39.

Stade Maturité A ce stade il y a un effet hauteur lié au contact entre l’eau et les fruits.

Avec moins de 80 cm d’eau, des pertes de rendement peuvent avoir lieu à partir de 7 jours, ces pertes sont totales pour 10 jours d’inondation.

Avec plus de 200 cm d’eau, le risque de contamination des fruits par l’eau existe et les pertes peuvent être subies dès 1 jour d’inondation. Ces pertes sont totales au bout de 5 jours d’inondation du fait du pourrissement des fruits.

Les pertes liés au contact eau-fruits évoluent proportionnellement avec la hauteur entre 80 et 200 cm d’eau.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.40.

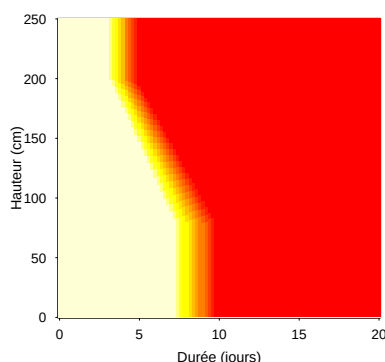


FIGURE C.41 – Poirier : Baisse de rendement en l’absence de courant - Stades Floraison et Croissance

Poiriers Les pertes de rendement potentielles du poirier sont proches de celles du pommier, avec tout de même une sensibilité à l’asphyxie un peu supérieure et une fragilité des fruits supérieures également.

Stade Repos En dehors des baisses de rendement liées à la perte de matériel végétal, une inondation ne cause pas de baisse de rendement si elle a lieu pendant le repos végétatif des arbres.

Stades Floraison et Croissance A ces stades la sensibilité aux inondation est la même car bien que le risque de développement de maladies au stade floraison existe, l’effet de l’asphyxie est prépondérant.

Ainsi avec moins de 80 cm d’eau, les pertes de rendement débutent à 7 jours et sont totales à 10 jours.

Avec plus de 200 cm d’eau, les pertes débutent au bout de 3 jours d’inondation et sont totales pour 5 jours d’inondation.

Pour les hauteurs intermédiaires, les seuils de durée supportées évoluent linéairement entre 80 et 200 cm.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.41.

Stade Maturité A ce stade il y a un effet hauteur lié au contact entre l’eau et les fruits.

Avec moins de 80 cm d’eau, des pertes de rendement peuvent avoir lieu à partir de 5 jours, ces pertes sont totales pour 7 jours d’inondation.

Avec plus de 200 cm d’eau, le risque de contamination des fruits par l’eau existe et les pertes peuvent être subies dès 1 jour d’inondation. Ces pertes sont totales au bout de 5 jours d’inondation du fait du pourrissement des fruits.

Les pertes liés au contact eau-fruits évoluent proportionnellement avec la hauteur entre 80 et 200 cm d’eau.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.42.

Pêchers et Abricotiers

Stade Repos et fin de Végétation Pour ces deux espèces, les rameaux et les bourgeons sont sensibles à la submersion même pendant le repos ou la fin de la végétation.

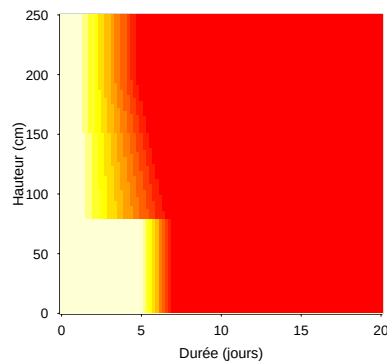


FIGURE C.42 – Poirier : Baisse de rendement en l’absence de courant - Stade Maturité

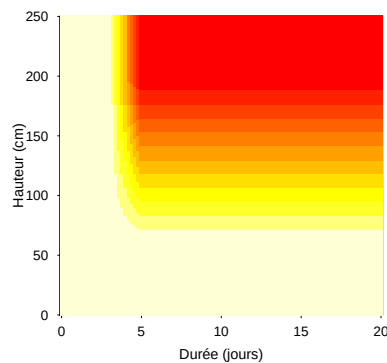


FIGURE C.43 – Pêcher et Abricotier : Baisse de rendement en l’absence de courant - Repos végétatif

Ainsi, si les rameaux sont au contact de l’eau (plus de 60 cm d’eau), il peut y avoir des baisses de rendement à partir de 3 jours de submersion et le potentiel de rendement est complètement perdu au bout de 5 jours d’inondation. Les dommages sont fonction de la proportion en hauteur de rameaux submergés.

Lorsque qu’il y a moins de 60 cm d’eau, une inondation ne cause pas de baisse de rendement pendant ces stades.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.43.

Stade Floraison Les fruits à noyaux et leurs fleurs sont très sensibles aux effets de l’eau (dégradation, pourrissement et éclatement).

Ainsi avec plus de 200 cm d’eau, lorsque les fleurs sont entièrement submergées, les pertes de rendement débutent et sont totales dès 1 jour d’inondation.

Avec moins de 60 cm d’eau, les effets de l’asphyxie racinaire peuvent causer des baisses de rendement à partir de 7 jours, et ces pertes sont totales pour 10 jours d’inondation. Entre ces deux durées, les pertes sont progressives

Pour les hauteurs intermédiaires, les seuils de durées supportées évoluent linéairement.

A cela, s’ajoute un risque d’infection par le monilia quelque soit la hauteur d’eau.

Les pêchers peuvent subir des pertes de rendement allant de 0% à 100 % entre 4 et 7 jours.

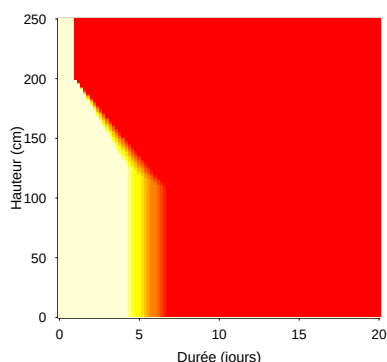


FIGURE C.44 – Pêcher : Baisse de rendement en l'absence de courant - Stade Floraison

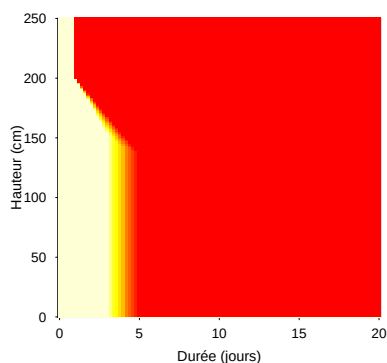


FIGURE C.45 – Abricotier : Baisse de rendement en l'absence de courant - Stade Floraison

Les abricotiers, plus sensibles, peuvent subir des pertes dès 3 jours et ces pertes sont totales pour 5 jours d'inondation.

Les fonctions de perte de rendement cumulant ces effets, sont représentées en figures C.44 et C.45.

Stade Croissance Au stade croissance, les pêchers et les abricotiers ont la même sensibilité aux inondations, dominée par les effets de l'asphyxie et du contact eau - fruits.

Avec moins de 60 cm d'eau, les pertes de rendement commencent à partir de 7 jours d'inondation et sont totales pour 10 jours.

Avec plus de 200 cm d'eau, comme au stade précédent, lorsque les prémices de fruits sont entièrement submergés, les pertes de rendement débutent et sont totales dès 1 jour d'inondation.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.46.

Stade Maturité A ce stade, avec moins de 60 cm d'eau, les pertes de rendement commencent à partir de 3 jours d'inondation et sont totales pour 5 jours.

Avec plus de 200 cm d'eau, comme au stade précédent, lorsque les fruits sont entièrement submergés, les pertes de rendement débutent et sont totales dès 1 jour d'inondation.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.47.

Cerisiers

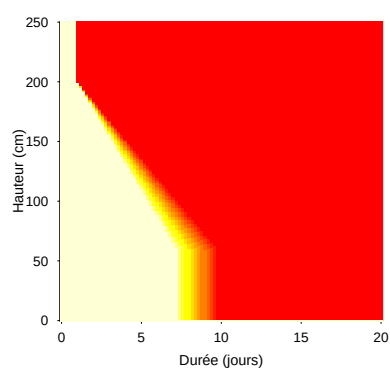


FIGURE C.46 – Pêcher et Abricotier : Baisse de rendement en l'absence de courant - Stade Croissance

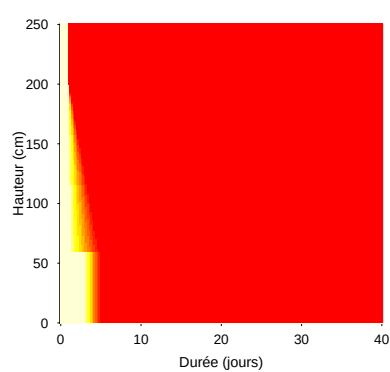


FIGURE C.47 – Pêcher et Abricotier : Baisse de rendement en l'absence de courant - Stade Maturité

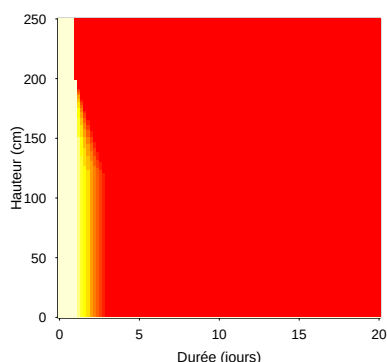


FIGURE C.48 – Cerisier : Baisse de rendement en l’absence de courant - Stades Floraison et Croissance

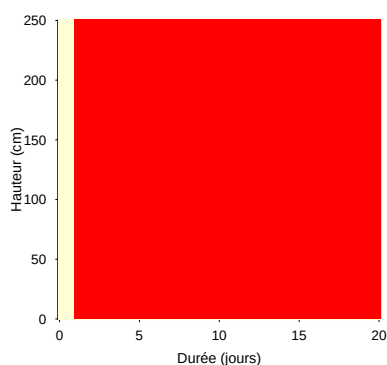


FIGURE C.49 – Cerisier : Baisse de rendement en l’absence de courant - Stade Maturité

Stade Repos et fin de Végétation En dehors des baisses de rendement liées à la perte de matériel végétal, une inondation ne cause pas de baisse de rendement si elle a lieu pendant le repos végétatif des arbres ou la fin de la végétation une fois la récolte passée.

Stades Floraison et Croissance Vis à vis de l’asphyxie, les cerisiers sont très sensibles. Avec moins de 120 cm d’eau (pour les variétés anciennes), il peut y avoir des baisses de rendement dès 1 jour d’inondation, et elles sont totales pour 3 jours d’inondation.

Les fleurs et fruits, comme pour les autres fruits à noyaux, sont également très sensibles et les pertes de potentiel de rendement sont donc totales dès 1 jour d’inondation.

Le risque de monilia existe également mais il est dominé par els autres effets.

Ainsi, la fonction de perte de rendement à ces stades est représentée en figure C.48.

Stade Maturité Les cerises sont très sensibles à l’éclatement et quelque soit la hauteur d’eau, les pertes de fruits débutent et sont totales pour 1 jour d’inondation.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.49.

Pruniers

Stade Repos et fin de Végétation En dehors des baisses de rendement liées à la perte de matériel végétal, une inondation ne cause pas de baisse de rendement si elle a lieu pendant le repos végétatif des arbres ou la fin de la végétation une fois la récolte passée.

Stade Floraison Les fruits à noyaux et leurs fleurs sont très sensibles aux effets de l'eau (dégradation, pourrissement et éclatement).

Ainsi avec plus de 200 cm d'eau, lorsque les fleurs sont entièrement submergées, les pertes de rendement débutent et sont totales dès 1 jour d'inondation.

Avec moins de 100 cm d'eau, les effets de l'asphyxie racinaire peuvent causer des baisses de rendement à partir de 7 jours, et ces pertes sont totales pour 10 jours d'inondation. Entre ces deux durées, les pertes sont progressives

Pour les hauteurs intermédiaires, les seuils de durées supportées évoluent linéairement.

A cela, s'ajoute un risque d'infection par le monilia quelque soit la hauteur d'eau.

Les pruniers peuvent subir des pertes de rendement allant de 0% à 100 % entre 4 et 7 jours.

Stade Croissance Au stade croissance, la sensibilité des pruniers aux inondations est dominée par les effets de l'asphyxie et du contact eau - fruits.

Avec moins de 100 cm d'eau, les pertes de rendement commencent à partir de 7 jours d'inondation et sont totales pour 10 jours.

Avec plus de 200 cm d'eau, comme au stade précédent, lorsque les prémices de fruits sont entièrement submergées, les pertes de rendement débutent et sont totales dès 1 jour d'inondation.

Stade Maturité A ce stade, avec moins de 100 cm d'eau, les pertes de rendement commencent à partir de 3 jours d'inondation et sont totales pour 5 jours.

Avec plus de 200 cm d'eau, comme au stade précédent, lorsque les fruits sont entièrement submergés, les pertes de rendement débutent et sont totales dès 1 jour d'inondation.

Variations de rendement les années suivantes

Après une inondation, des effets sur le rendement peuvent potentiellement être observés l'année suivante. En effet, une partie du rendement des arbres est déterminée l'année précédente. Par exemple des baisses de rendement pourraient être observées si une inondation a lieu à la floraison (effet sur l'induction des inflorescences). Toutefois, les facteurs influençant le rendement étant nombreux (météo de l'année suivante, pratiques mises en place, etc.), il est difficile d'isoler l'effet d'une inondation.

Les effets potentiels d'une inondation sur les rendements des années suivantes ne sont donc pas pris en compte dans la méthodologie.

C.3.4 Effets sur la qualité de la production

Effet global d'une inondation

Une inondation peut causer en plus des pertes de rendement, une dégradation de la qualité des fruits pouvant être récoltés. Cette baisse de qualité peut être liée à plusieurs phénomènes si l'inondation se produit au stade maturité : une baisse du potentiel de conservation des fruits submergés, ou une méfiance de la part des acheteurs envers les fruits d'un verger inondé par exemple.

Cette baisse de qualité peut générer un prix de vente inférieur au prix habituel pour les fruits non perdus. Au total, le produit brut généré par la vente de la production l'année de l'inondation est potentiellement influencé par les pertes de rendement plus une baisse du prix de vente.

Il est difficile de prévoir précisément cet effet. Ainsi dans un souci de simplification, il a été considéré que le prix de vente des fruits d'un verger inondé avec de l'eau plus haut que les troncs serait diminué de 10% lorsque l'inondation se produit à la maturité et dure plus de 2 jours pour les pommes et les poires, plus de 1 jour pour les pêches, les abricots, les cerises et les prunes.

Il n'a pas été considéré de baisse du prix supérieure car cela pourrait être redondant avec les pertes de rendement prévue plus haut.

Cas d'une inondation par une eau très chargée en limons

Pêchers, Abricotiers, Cerisiers et Pruniers A partir du stade maturité, si l'eau d'inondation est particulièrement chargée en limons et que les fruits sont salies, ils ne sont alors pas commercialisables. Les pertes de rendement commercialisable sont donc égales à la proportion de fruits touchés, proportionnellement à la hauteur d'eau entre 60 (0 %) et 200 cm (100 %) pour les pêchers et les abricotiers ou entre 120 et 200 cm pour les cerisiers.

Pommiers et poiriers Si des limons se déposent sur les fruits, ils pourront être lavés, sans causer de baisse de la qualité du produit supplémentaire à celle prévue précédemment et fonction de la durée d'inondation.

C.3.5 Variations de consommations intermédiaires

Les variations de consommations intermédiaires décrites ici, sont celles liées directement à l'inondation, celles liées à la perte de matériel végétal sont décrites en partie C.3.2.

Une inondation peut entraîner des variations de charges principalement sur les opérations de traitements phytosanitaires et de récolte. En effet, les autres opérations mécanisées doivent dans tous les cas être réalisées sur l'ensemble de la parcelle (travail du sol, traitements habituels, éclaircissage par exemple).

Traitements phytosanitaires

Suite à une inondation, les traitements habituels ne sont pas modifiés. Il se peut toutefois que certains traitements soient décalés s'ils ne peuvent pas être fait au moment prévu du fait de la présence d'eau. Par contre, des traitement supplémentaires peuvent être réalisés pour tenter de limiter la dégradation de l'état sanitaire de la parcelle.

Pommiers et Poiriers Aucun traitement supplémentaire n'est généralement réalisé sur les vergers de pommes ou de poires après une inondation. Le calendrier de traitements habituels est poursuivi.

Pêchers, Abricotiers, Cerisiers et Pruniers Sur pêchers, abricotiers et cerisiers, des traitement supplémentaires peuvent être réalisés pour tenter de limiter la dégradation de l'état sanitaire de la parcelle. La réalisation de ces traitements a été prise en compte dans les pertes de rendements prévues précédemment.

Le stade le plus sensible pour le développement de maladies ou de champignons est la floraison. Généralement un traitement anti-monilia supplémentaire est réalisé si une inondation survient à ce stade.

Le coût moyen d'un traitement phytosanitaire est d'environ 80 €/ha à dire d'expert.

Ce traitement supplémentaire et les traitements habituels sont réalisés préventivement quelque soit les pertes de rendement estimées car il n'est pas forcément possible de prévoir les pertes subit à la récolte. De plus, ces traitements permettent également de prévenir des dommages supplémentaires sur les arbres en plus de la récolte. Ils sont également réalisés si la parcelle est ensuite entièrement replantée car les pertes de matériel végétal et la décision de replantation sont évaluées après la récolte.

Charges de récolte

La récolte est toujours réalisée sauf dans le cas où il y a moins de 5 % de fruits, commercialisables ou non, présents dans le verger. La quantité de fruits présents sur le verger est estimée de la façon suivante :

- lorsque l'inondation survient avant la maturité, les baisses de rendement estimées correspondent à la baisse de fruits présents sur le verger ;
- lorsque l'inondation survient au stade maturité, les fruits sont présents sur les arbres même s'ils ne sont pas commercialisables.

Les variations de charges liées à la récolte ne dépendent pas du mode de récolte pratiqué (mécanisée ou manuelle).

Lorsque la parcelle doit être entièrement replantée, la replantation se fait après la récolte. La réalisation de la récolte ne dépend donc pas de ça.

Cas des Pommiers et Poiriers Lorsque les pertes de rendement totales, c'est-à-dire combinant pertes de rendement seules et pertes de matériel végétal, sont supérieures à 25% et que les fruits sont présents sur les arbres mais non commercialisables, une récolte chimique est réalisée. La totalité de la production est donc perdue et les fruits sont tombés grâce à l'application d'un produit. Le coût d'un passage avec ce produit coûte 150 €/ha. Les fruits sont ensuite broyés lors du travail du sol.

Ainsi cela signifie que la récolte est toujours réalisée sauf si les pertes de rendement totales, c'est-à-dire combinant pertes de rendement seules et pertes de matériel végétal, sont :

- supérieures à 95% et que l'inondation a eu lieu avant le stade maturité ;
- supérieures à 75% et que l'inondation a lieu au stade maturité (un traitement chimique est alors réalisé).

Pêchers, Abricotiers, Cerisiers et Pruniers Sur ces espèces, il n'est pas possible de faire tomber les fruits chimiquement et pour des raisons sanitaires, les fruits abîmées ne peuvent pas être laissés sur les arbres.

Ainsi cela signifie que la récolte est toujours réalisée sauf si les pertes de rendement totales, c'est-à-dire combinant pertes de rendement seules et pertes de matériel végétal, sont supérieures à 95% et que l'inondation a eu lieu avant le stade maturité.

C.3.6 Travaux de remise en état

Les principaux dégâts pouvant être causés par une inondation sur un verger, traités comme des dommages au sol, sont l'érosion (ou le dépôt de terre), le dépôt de débris, et l'endommagement de

l'équipement présent sur les parcelles (palissage, filets anti-grêle et équipements d'irrigation). Ces dégâts dépendent principalement de la vitesse du courant (pour l'érosion ou l'endommagement des équipements) et de la hauteur d'eau (quantité de débris transportés et endommagement de l'équipement). Selon les caractéristiques de l'inondation, ils peuvent extrêmement varier : de la simple érosion superficielle à la création de ravines profondes, du dépôt de petits débris végétaux au dépôt d'objets encombrants (arbres, voiture, etc.), ou au dépôt de débris dans les fils du palissage nécessitant un nettoyage supplémentaire.

Les dommages engendrés par ces situation correspondent aux coûts des travaux de remise en état de la parcelle nécessaire pour la poursuite de son exploitation.

Plusieurs niveaux de dégâts combinant ces trois effets sont proposés dans le tableau C.11. Les dommages aux équipements sont traités avec le nettoyage.

Les situations extrêmes ne sont pas traitées dans la méthodologie. Si un risque de ce type existe, une évaluation au cas par cas des coûts qui peuvent être engendrés devra être réalisée. Ces situations extrêmes peuvent par exemple correspondre à une érosion complète de la parcelle la rendant inutilisable pour un usage agricole, ou à un dépôt de débris très important et difficilement évacuables (graviers en grande quantité, caravane).

Si le courant est fort, les arbres seront arrachés et le palissage et les filets anti-grêle également. Les frais de replantation intègrent alors le palissage et les filets.

TABLE C.11 – Dommages au sol pour les vergers

Courant	Hauteur d'eau	Dégâts causés	Remise en état érosion	Nettoyage	Dommages
Faible	< 80 cm	Érosion superficielle et dépôt de petits débris végétaux	5 h/ha pour travail du sol superficiel avec 24 €/h la MO (2 personnes) et 19 €/h la mécanisation = 215 €/ha	25 h/ha pour le nettoyage avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation = 750 €/ha	965 €/ha
Faible	> 80 cm	Érosion superficielle et dépôt de débris divers avec endommagement léger du palissage et des équipement d'irrigation	5 h/ha pour travail du sol superficiel avec 24 €/h la MO (2 personnes) et 19 €/h la mécanisation = 215 €/ha	45 h/ha pour le nettoyage avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation = 1890 €/ha	2105 €/ha
Moyen	-	Creusement de petites ravines (< 20 cm de profondeur) et dépôt de débris divers avec endommagement léger du palissage et des équipement d'irrigation	15 h/ha pour travail du sol avec 24 €/h la MO (2 personnes) et 19 €/h la mécanisation = 645 €/ha	45 h/ha pour le nettoyage avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation = 1890 €/ha	2535 €/ha
Fort	-	Creusement de ravines moyennes (> 20 cm de profondeur) et dépôt de débris divers avec endommagement léger du palissage et des équipement d'irrigation (le verger étant arraché, le nettoyage est plus rapide)	20 h/ha pour pour la remise en état du sol par un prestataire extérieur avec 75 €/h = 1500 €/ha	25 h/ha pour le nettoyage avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation = 750 €/ha	2250 €/ha

TABLE C.12 – Liste des légumes cultivés en France

Type de légumes	Légumes
Légumes feuillus et à tige	Artichauts, Asperges, Céleris branches, Choux, Endives racines, Épinards, Poireaux, Salades, Bettes et cardes, Persil
Légumes cultivés pour le fruit	Fraises, Aubergines, Concombres, Cornichons, Courgettes, Melons, Pastèques, Poivrons et piments, Potirons - courges et citrouilles, Tomates
Racines, bulbes et tubercules	Ail, Pommes de terre, Betteraves potagères, Carottes, Céleris raves, Échalotes, Navets potagers, Oignons, Radis, Salsifis
Légumes à cosse	Petits pois, Haricots à écosser, Haricots verts
Légumes secs	Haricots secs, Lentilles, Pois secs

C.4 Fonctions d'endommagement pour les Légumes

C.4.1 Description des cultures

Typologie de cultures

Sous l'appellation légumes, sont regroupées les cultures légumières et les cultures maraîchères. Cette distinction parfois faite tient compte de la rotation de plusieurs cultures sur une même planche pendant l'année (cultures maraîchères) ou non (cultures légumières). Elle n'est pas utile à ce niveau de la méthodologie car les fonctions d'endommagement proposées correspondent à une culture donnée. C'est dans un second temps lors du calcul des dommages sur la zone d'étude que l'existence ou non de rotation est prise en compte.

Les cultures rentrant dans la catégorie légumes sont listées dans le tableau C.12.

Au sein des légumes, l'asperge est traitée de manière distincte du fait qu'elle soit une plante pérenne (gardée environ 8 ans) et de sa conduite particulière (ce sont les bourgeons souterrains qui sont récoltés).

Les salades sont aussi traitées à part car elles ont un enracinement très faible et sont particulièrement fragiles.

Aucun retour d'expérience n'a pu être collecté sur les légumes secs, ils ne sont donc pas traités dans la méthodologie.

Enfin parmi les autres légumes, les légumes palissés sont distingués des autres car les fruits récoltés sont situés en hauteur et la hauteur d'eau lors de l'inondation a donc une influence. Il s'agit de : aubergines, concombres, cornichons, poivrons et piments, tomates. Les fruits sont situés entre 30 et 150 cm pour les tomates en cultures non intensives et 30 et 100 cm dans le cas des autres cultures non intensives. En cultures intensives, les fruits sont situés entre 80 et 150 cm.

Calendriers cultureux

Les calendriers cultureux moyens pour la France de quelques cultures légumières sont représentés en figure C.50.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.
Asperge	Repos	Fin du repos		Récolte			Végétation				Repos	
Salade	Parcelle nue		Culture				Parcelle nue		Culture		Parc. nue	
Petit pois		Parcelle nue		Semis		Croissance		Récolte			Parcelle nue	
Haricot vert		Parcelle nue		Semis		Croissance		Récolte			Parcelle nue	
Chou-fleur			Parcelle nue		Semis		Croissance			Récolte		
Endive			Parcelle nue		Semis		Croissance		Récolte		Parcelle nue	
Oignon		Parcelle nue		Plantation		Croissance		Récolte			Parcelle nue	
Carotte		Parcelle nue		Semis		Croissance		Récolte			Parcelle nue	
Pomme de terre		Parcelle nue		Semis		Croissance		Récolte			Parcelle nue	
Pomme de terre primeur			Parcelle nue		Semis	Croissance		Récolte			Parcelle nue	
Melon			Parcelle nue		Plantation		Croissance		Récolte		Parcelle nue	
Concombre			Parcelle nue		Plantation		Croissance		Récolte		Parcelle nue	
Concombre sous serre		Plantation	Croissance			Récolte					Parcelle nue	
Tomate			Parcelle nue		Plantation		Croissance		Récolte		Parcelle nue	
Tomate sous serre		Plantation	Croissance			Récolte					Parcelle nue	
Aubergine			Parcelle nue		Plantation		Croissance		Récolte		Parcelle nue	
Poivron			Parcelle nue		Plantation		Croissance		Récolte		Parcelle nue	

FIGURE C.50 – Calendriers culturels en France pour quelques cultures légumières

C.4.2 Perte de matériel végétal - Asperge

Dans ce paragraphe, seule les pertes définitives de matériel végétal, c'est-à-dire de griffes, sont traitées. Les baisses de rendement pouvant être causées par une inondation sont traitées dans le paragraphe suivant.

Effet du courant

Le risque de dégradation des griffes d'asperge du fait du courant existe en cas de ravinement du sol lorsque le courant est fort.

Effet de la durée

Les pertes de matériel végétal décrites dans ce paragraphe correspondent à une inondation avec un courant faible.

Les pertes de matériel végétal pouvant être causées par une inondation sont présentées dans la section suivante par période du cycle. La sensibilité des cultures est considérée homogène tout au long de chaque période. La mortalité est principalement liée à l'asphyxie des rhizomes. Deux périodes où la sensibilité des griffes est différente sont considérées :

- le repos végétatif pendant l'hiver, où le métabolisme de la griffe est au ralenti et donc la sensibilité aux inondations relativement faible ;
- la période allant de la sortie des turions (récolte) à la fin de la végétation, où le métabolisme de la plante est actif et donc sa sensibilité à l'asphyxie accrue.

Stade récolte et Végétation Les pertes de rhizomes peuvent débuter à partir de 5 jours d'inondation et sont totales au bout de 10 jours. Elles augmentent linéairement entre ces 2 seuils. Ces pertes ne dépendent pas de la hauteur d'eau.

Cette fonction de perte de matériel végétal est représentée en figure C.51.

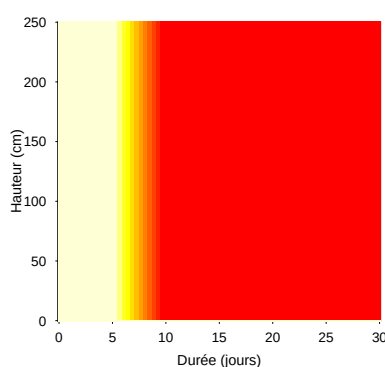


FIGURE C.51 – Perte de matériel végétal pour l'asperge - Stade récolte et Végétation

Repos végétatif Pendant son repos végétatif, les griffes d'asperge sont encore sensibles mais elles peuvent supporter des durées de submersion plus longues que pendant la végétation. Les pertes de matériel végétal débutent au bout de 5 jours et sont totales pour 15 jours d'inondation.

Cette fonction de perte de matériel végétal est représentée en figure C.52.

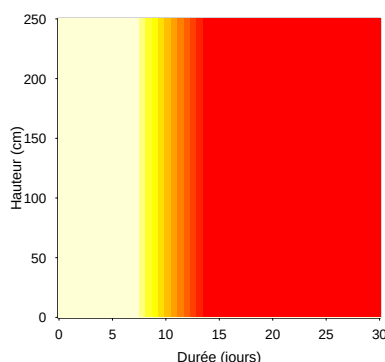


FIGURE C.52 – Perte de matériel végétal pour l'asperge - Repos végétatif

Stratégie de replantation

En cas de perte partielle de matériel végétal, il n'est pas possible de replanter seulement les griffes manquantes dans une parcelle. S'il n'y a pas de replantation complète de la parcelle, des baisses de rendement liés aux pertes de matériel végétal persistent jusqu'à la fin de vie de la culture. En l'absence d'information sur l'âge des cultures, on considérera une culture en milieu de vie, soit de 4 ans.

La décision de replanter l'aspergeraie entière dépend de son âge et de sa productivité, ainsi que d'autres facteurs tel la trésorerie de l'exploitation ou le contexte du marché.

Pour ne considérer dans la méthodologie que les facteurs prévisibles et disponibles, des règles de décisions simplifiées sont proposées. En moyenne, il est considéré qu'au delà de 30% de griffes en moins, la parcelle est entièrement replantée. Dans ce cas, la préparation de la parcelle nécessitant 1 an et l'entrée en production 2 ans, il n'y a pas de production pendant 3 ans. Ainsi dans ce cas, les dommages sont constitués de l'investissement pour la replantation et des pertes de produit pendant le délai d'entrée en production, accompagnés d'une réduction des consommations intermédiaires puisqu'il n'y a pas de récolte.

C.4.3 Variations de rendement

Les variations de rendement pouvant être causées par une inondation sont présentés dans la section suivante par période du cycle. La sensibilité des cultures est considérée homogène tout au long de chaque période.

Les périodes ont été construites en se basant sur les calendriers culturaux. Lorsqu'une période englobe plusieurs stades, elle est nommée d'après le processus principal ayant lieu pendant sa durée.

Asperge

Bien que les turions ne soient présents que pendant la période de récolte, des effets d'asphyxie partielle peuvent affaiblir la plante pendant la végétation ou le repos et causer des baisses de rendement.

Végétation et Repos Pendant ces périodes, des pertes de rendement peuvent être induites à partir de 3 jours d'inondations et ces pertes sont totales pour 7 jours d'inondation. Entre ces deux durées, les baisses de rendement sont progressives. La hauteur d'eau n'a pas d'effet sur les pertes.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.53.

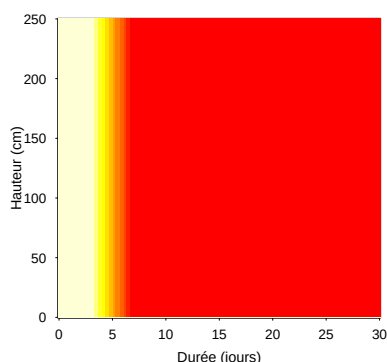


FIGURE C.53 – Perte de rendement pour l’asperge - Végétation et Repos végétatif

Fin du repos et stade Récolte A la fin du repos (environ 8 semaines avant le début de la récolte), les turions sont déjà initiés dans le sol et la sensibilité aux pertes de rendement est donc accrue. Cette sensibilité reste la même pendant la période de récolte. Les pertes de rendement peuvent débuter dès 1 jour d’inondation et elles sont totales pour 5 jours, sans influence de la hauteur d’eau.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.54.

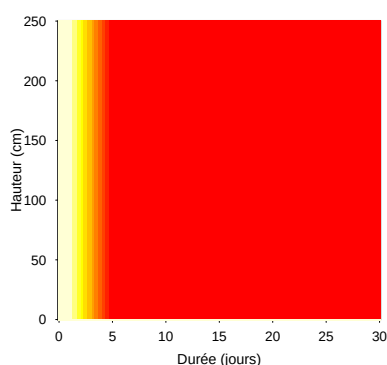


FIGURE C.54 – Perte de rendement pour l’asperge - Fin du repos et Récolte

Salades

Les salades sont entièrement perdues dès qu’il y a inondation, et ce pour plusieurs raisons.

Tout d’abord leur enracinement est très superficiel et un courant léger même faible peut les emporter ou les abîmer.

Comme la salade entière est consommée, lorsqu’il y a inondation les salades ne sont généralement pas commercialisées par principe de précaution car elles ne peuvent pas facilement être nettoyées et il y a donc un risque que des polluants se soient déposés dessus.

Sur les planches d’une exploitation, les salades sont cultivées en cycles courts qui se superposent sur 1 ou deux semaines afin de disposer de salades prêtes à être récoltées en continue. Il est donc suffisant de distinguer les périodes où des salades sont présentes sur les planches des périodes où les parcelles sont nues.

Légumes non palissés et légumes palissés

Pour les légumes autres que l'asperge et les salades, trois périodes ont été distinguées dans le cycle :

- le créneau de plantation ou de semis : il correspond à la période pendant laquelle la plantation ou le semis est possible en considérant aussi les variétés tardives et précoces ;
- la période de croissance : c'est la période qui débute une fois que la plante a levé ou s'est bien implantée en cas de plantation, et qui se termine avant la maturité des fruits ;
- la période maturité ou de récolte correspond à toute la durée pendant laquelle la récolte, qui est généralement étalée, peut se faire.

Effet du courant Les légumes palissés ou non peuvent être couchés ou arrachés par un courant moyen tout au long de leur cycle. Lorsque les plantes sont couchées elles ne peuvent généralement pas être remises en place et la culture est donc perdue.

Effet de la durée Des différences de sensibilité à la submersion peuvent exister entre les légumes feuillus ou à tige, les légumes cultivés pour leurs fruits et les tubercules. Toutefois ces différences sont minces, c'est-à-dire globalement moins d'une journée de différence dans les durées supportées, et ne sont donc pas prises en compte.

Certaines cultures peuvent être réalisées sur buttes. Dans ce cas, la hauteur de la butte doit être prise en compte pour l'évaluation des dommages causés par une inondation.

Des différences notables de durées d'inondation supportées avant asphyxie existent selon les capacités de ressuyage des sols. En effet, sur des sols peu drainants, une inondation même très courte peut entraîner des pertes importantes car le sol reste gorgé d'eau plusieurs jours après ce qui favorise l'asphyxie racinaire. A l'inverse, sur des sols très drainants, les durées d'inondation supportées sont plus longues car le sol et les racines sèchent rapidement après le retrait des eaux. Les fonctions d'endommagement proposées dans la méthodologie correspondent à des situations moyennes. En cas de sols particulièrement drainants ou particulièrement peu ressuyants sur une zone d'étude, les fonctions peuvent être adaptées.

Créneau de semis ou de plantation Cette période dure environ un mois après le semis ou la plantation.

A ce moment là, les pertes de rendement peuvent débuter dès qu'il y a inondation et ces pertes sont totales au bout d'un jour d'inondation. Ces pertes sont les mêmes pour les légumes palissés ou non, quelque soit la hauteur d'eau.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.55.

Phase de croissance

Légumes non palissés Pour les légumes non palissés, la hauteur d'eau n'a pas d'influence sur les pertes de rendement.

En cas d'inondation, des baisses de rendement peuvent être subies dès qu'il y a inondation (0 jour), et la production est entièrement perdue au bout de 2 jours, avec une progression linéaire entre ces 2 seuils.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.56.

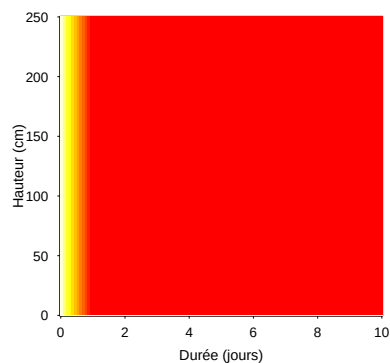


FIGURE C.55 – Perte de rendement pour les légumes palissés ou non - Période de plantation ou de semis

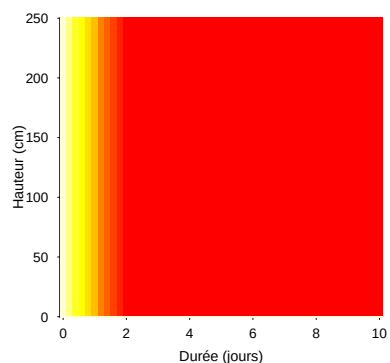


FIGURE C.56 – Perte de rendement pour les légumes non palissés - Phase de croissance

Légumes palissés Pour les cultures palissées, la hauteur d'eau joue sur l'atteinte ou non du feuillage et donc sur l'asphyxie de la plante et les pertes de rendement.

Lorsque le plus gros du feuillage est entièrement sous l'eau (plus de 100 ou 150 cm), les pertes de rendement sont les mêmes que pour les légumes non palissés : les pertes débutent dès qu'il y a inondation (0 jour), et la production est entièrement perdue au bout de 2 jours.

Lorsque la masse du feuillage n'est pas atteinte (moins de 30 ou de 80 cm), la sensibilité des cultures est moindre. Les pertes débutent à 1 jour d'inondation et sont totales au bout de 2 jours. Entre ces deux hauteurs, les durées seuils supportées évoluent linéairement.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.57.

Période de récolte Une fois la phase de récolte débutée, une inondation n'impacte que la production encore en place. Pour calculer la proportion de légumes touchés par l'inondation et non encore récoltés, il est considéré que les quantités de légumes récoltés sont réparties de façon homogène sur toute la période de récolte.

Légumes non palissés A ce stade, les légumes non encore récoltés sont entièrement perdus dès qu'une inondation survient, quelque soit la hauteur d'eau.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.58.

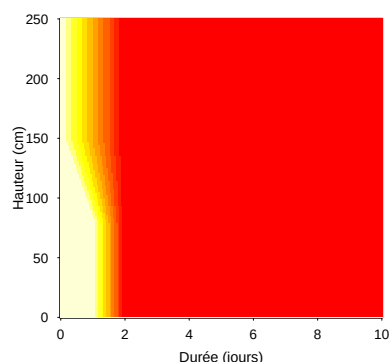


FIGURE C.57 – Perte de rendement pour les légumes palissés - Phase de croissance

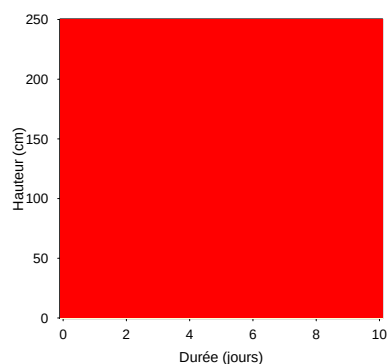


FIGURE C.58 – Perte de rendement pour les légumes non palissés - Période de récolte

Légumes palissés Lorsque la masse du feuillage n'est pas atteinte (moins de 30 ou de 80 cm), la sensibilité des cultures palissées est la même que pendant la phase de croissance. Les pertes débutent à 1 jour d'inondation et sont totales au bout de 2 jours. Entre ces deux hauteurs, les durées seuils supportées évoluent linéairement.

Pendant la récolte, tous les légumes touchés par l'eau d'inondation sont perdus. Lorsque l'eau tous les fruits (plus de 100 ou 150 cm d'eau), toute la production est donc perdue dès qu'il y a inondation.

Entre ces deux hauteurs, les pertes sont progressives avec la quantité de légumes au contact de l'eau.

Cette fonction de perte de rendement est représentée en figure C.59.

Cas d'une eau chargée en limons Lors d'une inondation avec une eau chargée en limons, les légumes touchés ne peuvent pas être vendus car salis.

Pour les légumes non palissés, sauf les tubercules, une inondation avec une eau chargée en limons entraîne donc la perte immédiate des légumes pendant la phase de croissance et la récolte quelque soit la hauteur d'eau.

Pour les légumes palissés, les pertes débutent à la hauteur des premiers fruits (30 ou 80 cm) et sont totales lorsque tous les fruits sont touchés (100 ou 150 cm). Les pertes sont progressives entre ces deux seuils de hauteur.

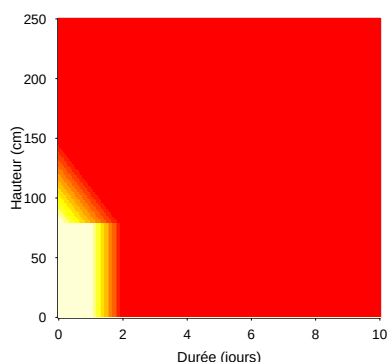


FIGURE C.59 – Perte de rendement pour les légumes palissés - Période de récolte

Conditions de poursuite, et de ressemis ou replantation

Asperge Les règles de décision pour la replantation d'une parcelle d'asperge endommagée sont décrites plus haut.

La récolte est toujours faite tant que les pertes de rendement totales (combinant perte de matériel végétal et pertes de rendement seules) ne sont pas de 100%. En effet, la récolte des turions présents est importante pour permettre à l'aspergeraie de mieux repartir ensuite. Elle est donc réalisée même pour des rendements restants faibles.

Légumes palissés ou non Suite à une inondation, les agriculteurs impactés peuvent décider de poursuivre ou non la culture touchée, et éventuellement de remettre la même culture ou une nouvelle culture selon les possibilités qui s'offrent à eux.

Cette prise de décision peut dépendre de nombreux facteurs : les pertes de rendement observables ou prévisibles, les charges déjà engagées, l'état de la trésorerie de l'exploitation, la météo prévue pour la suite de la saison, la qualité du sol, l'aversion au risque de l'agriculteur, etc.

Pour ne considérer dans la méthodologie que les facteurs prévisibles et disponibles, des règles de décisions simplifiées sont proposées, basées sur la baisse de rendement causée par l'inondation et la date de retrait des eaux.

Ces règles sont résumées schématiquement sur la figure C.60.

Globalement les stratégies proposées sont les suivantes :

- S'il n'y a pas de perte de rendement, la culture est poursuivie normalement.
- Si l'inondation a lieu encore dans la période où le semis ou la plantation de la même culture est possible, la culture est poursuivie tant que les pertes de rendement sont inférieures à 20% du rendement moyen habituel. Si les pertes sont supérieures à 20%, la culture inondée est abandonnée et la même culture est remise en place sur la parcelle. Il n'est pas tenu compte des possibles difficultés à s'approvisionner en plants, ni des possibles variations de rendement en cas de mise en place tardive.
- Si l'inondation a lieu après la fin du créneau de semis ou de plantation, la culture ne peut pas être réimplantée. Le seuil d'abandon des cultures légumières est alors généralement situé entre 50 et 90% de pertes de rendement par rapport au rendement moyen habituel. Il dépend de la valorisation des légumes possible : le seuil est proche de 50% pour des légumes vendus à un prix peu élevé à des grossistes par exemple ; il est plus proche de 90% si l'agriculteur est sûr de pouvoir les vendre à un prix intéressant en vente directe par exemple. Au delà de ce seuil, il est

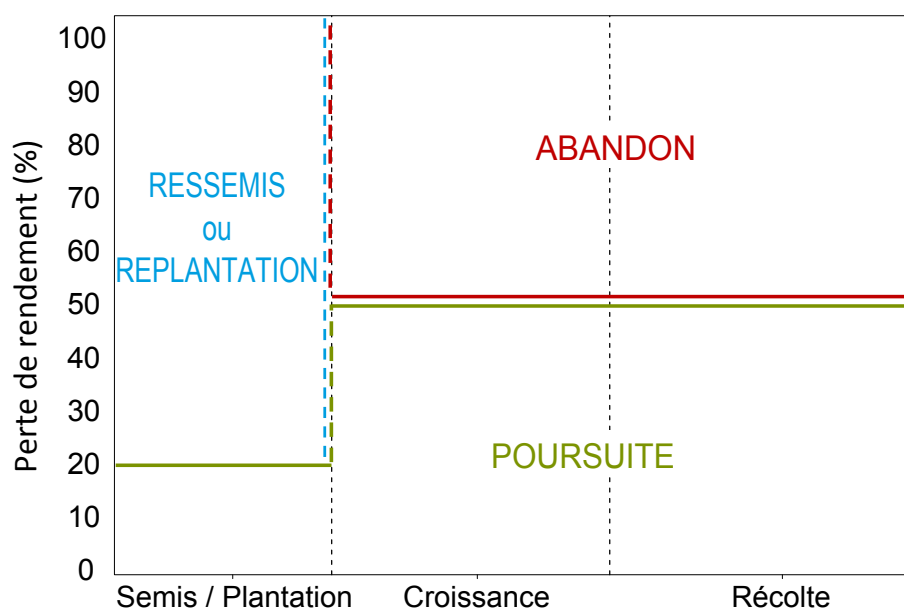


FIGURE C.60 – Stratégie de poursuite des cultures maraîchères en cas d'inondation

fait l'hypothèse qu'aucune autre culture n'est implantée à la place de la culture inondée, car il est difficile de bousculer les calendriers en maraîchage qui sont souvent prévus à l'avance.

C.4.4 Variations de consommations intermédiaires

En cas de poursuite de la culture inondée

Si la culture est poursuivie même avec des pertes partielles de rendement, les charges de l'itinéraire ne diminuent pas car la surface exploitée reste identique. Toutefois des variations de consommations intermédiaires peuvent tout de même être générées sur les charges de traitements.

Si l'inondation a lieu pendant la période de croissance (avant période de récolte pour les légumes palissés et non palissés, ou pendant la période de végétation pour les asperges) et que la culture n'est pas abandonnée (c'est-à-dire que la récolte a lieu ensuite), un traitement supplémentaire est réalisé préventivement pour limiter le développement de maladie. Les traitements habituels sont effectués selon le calendrier prévu initialement ou reportés si l'inondation ne permet pas d'entrer dans la parcelle.

En cas de baisse de rendement partielle, les charges de récolte ne varient pas (ou très peu) car la main d'œuvre doit tout de même être mobilisée et les déplacements dans la parcelle sont les mêmes.

En cas d'abandon de la culture inondée

Les frais de récolte ne sont pas engagés si l'inondation survient avant le début de la récolte et que les pertes de rendement sont totales.

Cas des légumes palissés et non palissés et des salades Si la même culture est réimplantée, les charges déjà engagées, doivent à nouveau l'être. Parmi les charges qui doivent potentiellement être à nouveau dépensées, seules les charges de semis ou de plantation sont considérées car ce sont le poste principal de consommations intermédiaires (avec la récolte).

TABLE C.13 – Dommages au sol pour les cultures maraîchères

Courant	Hauteur d'eau	Remise en état érosion	Nettoyage	Dommages
Faible	< 1 m	-	20 h/ha pour le nettoyage avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation = 600 €/ha	600 €/ha
Faible	> 1 m	-	40 h/ha pour le nettoyage avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation = 1200 €/ha	1200 €/ha
Moyen	-	5 heures de travail du sol (disques) avec 12 €/h la MO et 45 €/h la mécanisation = 285 €/ha	40 h/ha pour le nettoyage avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation = 1200 €/ha	1485 €/ha
Fort	-	10 heures de travail du sol (disques) avec 12 €/h la MO et 45 €/h la mécanisation = 570 €/ha	40 h/ha pour le nettoyage avec 12 €/h la MO et 18 €/h la mécanisation = 1200 €/ha	1770 €/ha

Les charges de semis ou de plantation de la culture à réinvestir sont identiques à celle d'une mise en place normale.

C.4.5 Travaux de remise en état

Dommages au sol

Les principaux dégâts pouvant être causés par une inondation sur le sol d'une parcelle sont l'érosion et le dépôt de débris. Ces dégâts dépendent principalement de la vitesse du courant (pour l'érosion) et de la hauteur d'eau (quantité de débris transportés). Selon les caractéristiques de l'inondation, ils peuvent extrêmement varier : de la simple érosion superficielle à la création de ravines profondes, du dépôt de petits débris végétaux au dépôt d'objets encombrants (arbres, voiture, etc.). Les dommages engendrés par ces situations correspondent aux coûts des travaux de remise en état de la parcelle nécessaire pour la poursuite de son exploitation.

Plusieurs niveaux de dégâts combinant ces deux effets sont proposés dans le tableau C.13.

Toutefois, les situations extrêmes ne sont pas traitées dans la méthodologie. Si un risque de ce type existe, une évaluation au cas par cas des coûts qui peuvent être engendrés devra être réalisée. Ces situations extrêmes peuvent par exemple correspondre à une érosion complète de la parcelle la rendant inutilisable pour un usage agricole, ou à un dépôt de débris très important et difficilement évacuables (graviers en grande quantité, caravane).

Dommages au matériel

Dégâts aux tunnels et serres Les tunnels et les serres peuvent être endommagés par un courant fort.

Les tunnels plient sous l'effet du courant et ils doivent donc être reconstruits car trop fragilisés. Les coûts de construction moyens sont de 15 €/m².

Les structures de serres chapelle sont résistantes et ne sont pas endommagées lors d'une inondation. Toutefois, les vitres peuvent se briser sous l'effet du courant. Le remplacement des vitres brisées coûte en moyenne 1,25 €/m² de serre au sol.

Dégâts au matériel d'irrigation Le matériel d'irrigation peut être abîmé ou déplacé avec le courant fort, les tuyaux peuvent par exemple être déplacés. Leur remise en place est alors faite en même temps que le nettoyage et l'installation de la culture suivante.

Autre matériel présent dans les parcelles Les autres éléments de matériel ne sont pas endommagés en cas d'inondation (pompes, etc.).

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.
Luzerne	Repos			Pousse	Coupe	Pousse	Coupe	Pousse	Coupe		Repos	
Prairie	Repos			Pousse	Coupe	Pousse	Coupe	Pousse	Coupe		Repos	
Luzerne - semis automne	Pousse								Semis	Post-semis		Pousse
Prairie - semis automne	Pousse								Semis		Post-semis	

FIGURE C.61 – Calendriers culturels en France pour les principaux types de prairies

C.5 Fonctions d'endommagement pour les Prairies et cultures fourragères

C.5.1 Description des cultures

Principaux types de prairies

L'appellation prairies regroupent plusieurs types de cultures ou d'occupation du sol pâturés ou fauchés pour l'alimentation des animaux. Ce sont principalement :

- les fourrages annuels ;
- les prairies temporaires rentrant dans un assolement ;
- les prairies permanentes naturelles ou semées ;
- les landes et parcours pâturés.

Les fourrages annuels correspondent principalement à des grandes cultures. Les dommages potentiels qu'il peuvent subir peuvent donc être évalués avec la méthodologie destinée aux grandes cultures.

Les landes et parcours correspondent à des milieux avec une végétation rustique naturelles, non cultivées mais entretenue par le pâturage. Ils sont donc proches des milieux naturels, très résistants aux inondations et avec une résilience importante. Les dommages qu'ils peuvent subir sont donc minimes et il n'est pas proposé de fonctions de dommages pour ces occupations du sol.

Les prairies temporaires et les prairies permanentes correspondent à des cultures de plantes fourragères gardées plus ou moins longtemps. Il s'agit principalement de mélange de graminées et de légumineuses. Les luzernières correspondant à des cultures de luzerne pure pluriannuelles sont également considérées dans cette catégorie. La composition, et donc la sensibilité, des prairies temporaires et permanentes est relativement similaire, avec des variations de robustesse tout de même possibles entre les deux. Des fonctions de dommages uniques sont proposées pour ces deux catégories, et elles correspondent à une sensibilité moyenne.

Calendriers culturels

Les calendriers culturels moyens pour la France des principaux types de prairies sont représentés à titre d'exemple en figure C.61.

Les semis de prairies et de luzerne peuvent aussi se faire au printemps (mars ou avril). Les durées de chaque période sont alors similaires à celles pour un semis d'automne.

C.5.2 Variations de rendement

Effet du courant

Les prairies déjà implantées représentent un couvert protecteur contre l'érosion et ne sont donc pas sensibles aux effets du courant. Sur prairies mélangées et luzernes déjà implantées il n'y a donc pas de risque d'arrachage quelque soit le courant.

Les prairies nouvellement semées peuvent subir des dégâts liés au courant.

Ainsi sur des semis d'automne, le risque d'arrachage existe avec un courant moyen pendant le stade semis et la période post-semis.

Sur des semis de printemps qui mettent plus de temps à bien s'implanter, le risque d'arrachage existe avec un courant moyen toute la première année (stade semis, période post-semis et période de pousse).

Effet de la durée

Suite à une inondation, les pertes de rendement sur une prairie vont avoir lieu sur la ou les coupes à venir. Dans la méthodologie, il est considéré que les pertes de rendement se répercutent sur l'ensemble des coupes de l'année à venir et que le rendement normal n'est retrouvé que l'année suivante si la prairie n'est pas perdue, après le repos hivernal. Pour une prairie moyenne française avec 3 coupes par an, le rendement des coupes est estimé à (respectivement pour la 1ère coupe, 2ème coupe, 3ème coupe) : 50 %, 30%, 20%.

Les variations de rendement pouvant être causées par une inondation sont présentées dans la section suivante par période du cycle. La sensibilité des prairies est considérée homogène tout au long de chaque période.

Dans cette section les effets potentiels d'une inondation sur le rendement, liés principalement à l'asphyxie des plantes, sont décrits. Les effets de l'inondation sur la qualité de la production et donc son prix de vente sont décrits dans la section suivante.

Les variations de rendement décrites dans ce paragraphe correspondent à une inondation avec un courant faible.

Il est considéré que la hauteur d'eau n'a pas d'effet sur les pertes de rendement subies, du moment qu'il y a présence d'une lame d'eau sur la parcelle.

Une prairie est considérée entièrement perdue lorsque les pertes de rendement sont totales. Dans ce cas, il est nécessaire de ressemer la prairie et il y a des répercussions sur le rendement obtenu l'année suivante.

Prairie mélangée

Période de repos Pendant le repos hivernal, les prairies mélangées sont relativement résistantes à l'asphyxie. Ainsi, des baisses de rendement peuvent être observées à partir de 10 jours d'inondation et elles sont totales au bout de 28 jours. Entre ces deux durées, les pertes sont progressives.

Cette fonction de baisse de rendement est représentée en figure C.62.

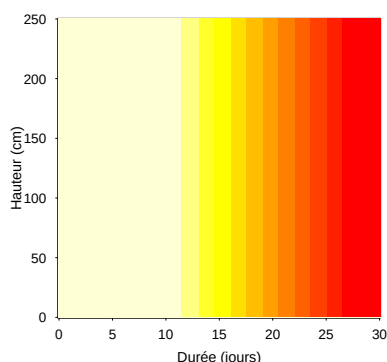


FIGURE C.62 – Baisse de rendement d'une prairie mélangée - Période de Repos

Période de pousse Pendant la période de pousse, les prairies sont plus sensibles à l'asphyxie que pendant l'hiver.

Pendant la pousse au printemps, les baisses de rendement peuvent débuter au bout de 8 jours d'inondation et elles sont totales au bout de 15 jours.

Pendant la pousse d'été, la flore est encore plus sensible du fait de la chaleur et de sa fragilisation par les coupes précédentes. Des baisses de rendement peuvent donc apparaître dès 5 jours et la perte de rendement est totale avec 10 jours d'inondation.

Pendant la pousse d'automne, après la dernière coupe, des baisses de rendement immédiates peuvent apparaître mais il est considéré qu'il n'y a pas de répercussions après le repos sur les premières coupes de l'année suivante. Le pâturage d'hiver étant rare, les conséquences sur celui-ci ne sont pas proposées dans la méthodologie.

Ces fonctions de baisse de rendement sont représentées en figures C.63 et C.64.

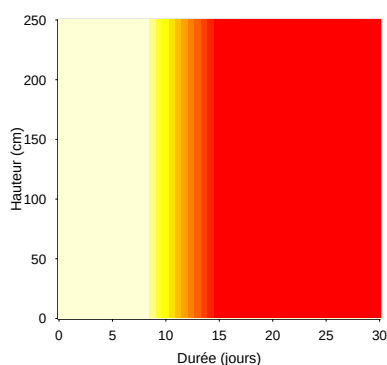


FIGURE C.63 – Baisse de rendement d'une prairie mélangée - Périodes de Pousse printemps et automne

Semis de prairie mélangée La sensibilité d'une prairie mélangée l'année de son semis est proche de celle d'une céréales d'automne.

Pendant la pousse la première année, la production d'une prairie est deux fois moindre qu'une récolte habituelle.

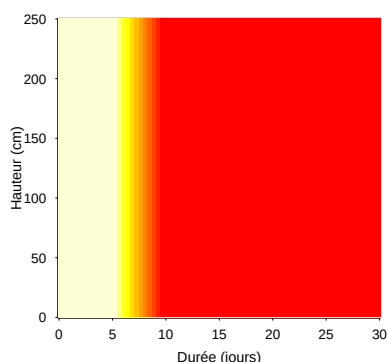


FIGURE C.64 – Baisse de rendement d’une prairie mélangée - Période de Pousse été

Stade Semis Le stade appelé semis correspond aux trois premières semaines après le semis. A ce moment, les graines et plantules de graminées ou de légumineuses sont très sensibles aux inondations. Des pertes apparaissent dès 1 jour d’inondation et la culture est entièrement perdue au bout de 2 jours d’inondation.

Cette fonction de baisse de rendement est représentée en figure C.65.

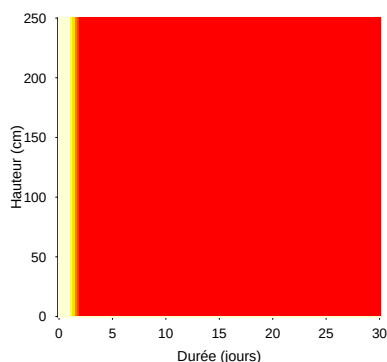


FIGURE C.65 – Baisse de rendement d’une prairie mélangée semée - Stade Semis

Période post-semis La période post-semis correspond aux deux mois qui suivent le stade semis. Si l’inondation survient à cette période, la sensibilité de la flore est encore forte. Les pertes apparaissent à partir de 4 jours et sont totales au bout de 7 jours d’inondation.

Cette fonction de baisse de rendement est représentée en figure C.66.

Période de pousse La période de pousse qui suit la période post-semis se poursuit jusqu’à la fin de la première année de la prairie, après son semis.

Pour une prairie semée à l’automne, une fois la période post-semis passée, la sensibilité aux inondations pendant la fin de la première année est la même qu’une prairie déjà implantée pendant la pousse au printemps. Les baisses de rendement apparaissent à partir de 8 jours d’inondation et sont totales pour 15 jours.

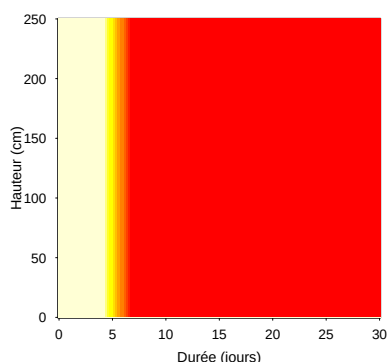


FIGURE C.66 – Baisse de rendement d’une prairie mélangée semée - Période Post-semis

Pour une prairie semée au printemps, la sensibilité de la flore reste forte pendant toute la première et est identique à celle pendant la période post-semis. Ainsi des pertes de rendement peuvent avoir lieu dès 4 jours d’inondation et elles sont totales avec 7 jours d’inondation.

Luzerne La luzerne, et les légumineuses dans l’ensemble, est plus sensible aux effets d’une inondation que les graminées et donc les prairies mélangées.

Période de Repos Pendant le repos des baisses de rendement peuvent être observées à partir de 6 jours d’inondation et elles sont totales au bout de 20 jours. Entre ces deux durées, les pertes sont progressives.

Cette fonction de baisse de rendement est représentée en figure C.67.

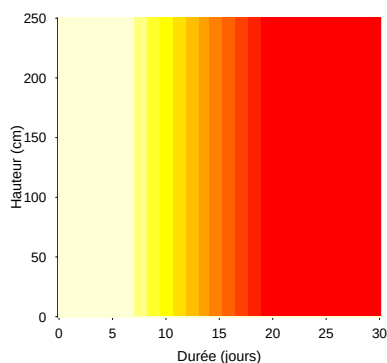


FIGURE C.67 – Baisse de rendement de la luzerne - Période de Repos

Toutefois, les variétés non dormantes de luzerne garde la même sensibilité à l’asphyxie pendant tout leur cycle. Ainsi pendant l’hiver leur fonction de baisse de rendement et la même que celle pour la période de pousse.

Période de Pousse Pendant la période de pousse, des baisses de rendement sont possibles à partir de 3 jours de submersion et elles sont totales au delà de 10 jours.

Cette fonction de baisse de rendement est représentée en figure C.68.

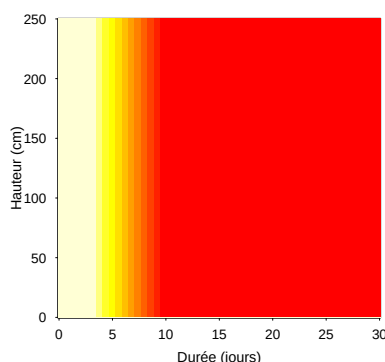


FIGURE C.68 – Baisse de rendement de la luzerne - Période de Pousse

Semis de luzerne Pendant la pousse la première année, la production d’une luzerne nouvellement semée est deux fois moindre qu’une récolte habituelle.

Stade Semis Au stade semis, c’est-à-dire pendant les 3 premières semaines après le semis, la sensibilité de la luzerne est la même que pour les prairies mélangées. Les pertes débutent dès 1 jour d’inondation et sont totales pour 2 jours.

Période post-semis Pendant la période post-semis, c’est-à-dire jusqu’à 3 mois après le semis, la sensibilité de la luzerne aux inondations est élevée. Des pertes de rendement apparaissent de 1 jour de submersion et elles sont totales avec 5 jours d’inondation.

Cette fonction de baisse de rendement est représentée en figure C.69.

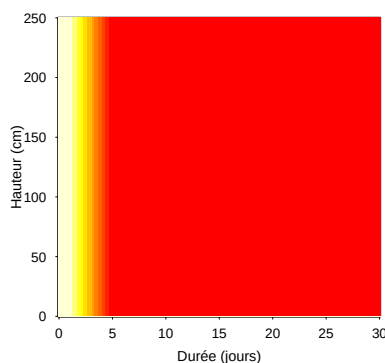


FIGURE C.69 – Baisse de rendement de la luzerne - Période post-semis

Période de pousse Comme pour les prairies mélangées, la sensibilité de la luzerne pendant sa pousse dépend de la saison à laquelle s’est fait le semis.

Pour une luzerne semée à l’automne, une fois la période post-semis passée, la sensibilité aux inondations pendant la fin de la première année est la même qu’une luzerne déjà implantée pendant la pousse. Les baisses de rendement apparaissent à partir de 3 jours d’inondation et sont totales pour 10 jours.

TABLE C.14 – Dépréciation du prix de vente du fourrage

<i>(en nombre de jours d'inondation)</i>	coupe - 30 j	coupe - 15 j	coupe
Début de la baisse de qualité	5	3	1
Prix de vente - 20%	7	5	2
Prix de vente - 50%	10	8	5
Non commercialisable	20	15	8

Pour une luzerne semée au printemps, la sensibilité reste forte pendant toute la première et est identique à celle pendant la période post-semis. Ainsi des pertes de rendement peuvent avoir lieu dès 1 jours d'inondation et elles sont totales avec 5 jours d'inondation.

Remarque sur la distinction entre prairies pâturées et prairies fauchées

Les fonctions de dommages proposées peuvent être utilisées aussi bien pour des prairies fauchées que pour des prairies pâturées. En effet, il est fait l'hypothèse que lorsqu'une prairie habituellement pâturée subie des baisses de rendement, l'éleveur doit compenser ces pertes en achetant du fourrage supplémentaire, de qualité équivalente. Toutefois, il arrive que les agriculteurs tentent plutôt de retrouver un autre pâturage, ce qui revient globalement moins cher que l'achat de fourrage.

Dans le cas d'une prairie fauchée dont le fourrage est consommée au sein de l'exploitation, il est aussi considéré que l'éleveur achète en remplacement du fourrage à l'extérieur. Toutefois, il arrive que dans le cas d'animaux rustiques et si le stock de l'exploitation est suffisant, les éleveurs rationnent un peu les animaux et utilisent leur stock pour attendre l'année suivant une récolte normale.

C.5.3 Effet sur la qualité du fourrage

Une inondation peut causer en plus des pertes de rendement, une dégradation de la qualité du fourrage. Cette baisse de qualité peut être liée à plusieurs phénomènes : l'apparition d'un déséquilibre entre les graminées et les légumineuses dans la flore d'une prairie mélangée, ou la dégradation des plantes fauchées qui se conservent alors moins bien dans le fourrage (pourriture).

Cette baisse de qualité peut générer un prix de vente inférieur au prix habituel lorsque le foin est vendu ou nécessiter l'achat de fourrage complémentaire lorsqu'il est autoconsommé ou pâturé. Il est considéré que les dommages dans ces deux situations sont identiques.

Ainsi au total, le produit brut généré par les prairies l'année de l'inondation est potentiellement influencé par les pertes de rendement plus une baisse du prix de vente.

Lorsqu'il y a baisse de qualité, elle est uniquement sur la coupe à venir après l'inondation. Ainsi pendant le repos, ce risque n'existe pas. Plus l'inondation a lieu proche dans le temps de la coupe à venir, plus les dégradations de qualité arrivent rapidement.

Les dépréciations du prix de vente proposées sont présentées dans le tableau C.14.

C.5.4 Poursuite de l'itinéraire technique et Variations de consommations intermédiaires

En cas de sur-semis

Lorsque plus de 50% du rendement est perdu, cela signifie que la prairie est affaiblie. Comme certains plantes sont plus sensibles que d'autres, cela signifie aussi vraisemblablement que la composition de la flore a changé et ne correspond plus aux attentes dans le cas d'une prairie mélangée.

Dans ce cas-là, un sur-semis peut être effectué. Le coût d'un sur-semis est de 250 €/ha environ (semis et semences).

Il n'y aura alors pas de répercussion sur le rendement et les charges de l'année suivante.

En cas de ressemis complet

Lorsque la baisse de rendement est de 100%, cela signifie une perte totale de la prairie. Un ressemis complet est alors nécessaire, dont le coût est d'environ 400 €/ha (travail du sol, semis et semences).

Lorsque l'inondation a lieu dans les quinze jours précédant une coupe, cette coupe doit tout de même être réalisée pour éventuellement permettre à la prairie de repartir. En effet, une perte totale de la prairie n'est pas forcément observable de suite après l'inondation.

En cas de perte de la prairie, les coupes suivantes éloignées de plus de quinze jours ne sont pas réalisées et les charges correspondantes ne sont donc pas dépensées.

En cas de ressemis, l'année suivante, la prairie qui est alors dans sa première année, ne fournit alors qu'une demi production (2 petites coupes) et les charges de récolte sont également diminuées par deux.

Autres variations de consommations intermédiaires

Les opérations mécanisées habituellement réalisées ne sont pas affectées par l'inondation en dehors des cas de ressemis. Ainsi, il n'y a pas de variation des consommations intermédiaires en dehors de celles citées ci-dessus en cas de ressemis.

C.5.5 Travaux de remise en état

Dépôt de débris

Une inondation peut apporter de nombreux débris : des débris végétaux de petites taille, des sacs plastiques, des graviers en grande quantité, ou des débris encombrants type arbres.

Il est difficile de prévoir les conditions d'aléa favorisant le dépôt de débris. Il est fait l'hypothèse que la taille et la quantité des débris apportés sont fonction du courant de l'inondation.

Les coûts de nettoyage des prairies proposés sont indiqués dans le tableau C.15.

Érosion

Sur une prairie déjà implantée, une inondation même avec du courant ne provoque pas d'érosion, le couvert protégeant le sol même en hiver.

Sur les prairies et luzernes nouvellement semées, le risque d'érosion existe avec un courant moyen ou fort.

Les coûts de remise en état du sol sont indiqués dans le tableau C.15.

TABLE C.15 – Dommages au sol pour les prairies

Courant	Nettoyage	Travaux érosion (Prairies nouvellement semées)
Faible	10 h/ha avec 12 €/h de MO et 18 €/h la mécanisation = 300 €/ha	
Moyen	20 h/ha avec 12 €/h de MO et 18 €/h la mécanisation = 600 €/ha	10 h/ha avec 12 €/h de MO et 45 €/h la mécanisation = 570 €/ha
Fort	10 h/ha avec 24 €/h de MO (2 personnes) et 70 €/h la mécanisation (tractopelle) = 940 €/ha	10 h/ha avec 24 €/h de MO (2 personnes) et 70 €/h la mécanisation (tractopelle) = 940 €/ha

Dégâts aux clôtures

Les clôtures peuvent être endommagées lors d'une inondation (fils cassés, débris amoncelés dedans, etc.) avec un courant moyen ou fort. Lorsque les clôtures doivent être reprises (réparations ou remplacement), le coût considéré est de 500 €/ha, qui s'ajoute aux coûts de nettoyage. Il correspond à la main d'œuvre et au matériel nécessaire pour faire ces travaux.

TABLE C.16 – Typologie de bâtiments agricoles

Hangar ouvert	sans finition
Bâtiment fermé	sans finition
	avec enduits
	avec isolation
	bâtiment d'élevage

C.6 Fonctions d'endommagement pour le bâti agricole

C.6.1 Typologie de bâtis agricoles

La diversité de bâtiments agricoles existant est grande, et certaines caractéristiques de ces bâtiments (hors contenu) influencent leur vulnérabilité et donc les dommages générés en cas d'inondation.

Dans cette méthodologie, une typologie simplifiée de bâtiments agricoles est proposée. Elle se base uniquement sur les caractéristiques retenues comme influençant les fonctions de dommages construites. Ainsi certaines caractéristiques architecturales ne figurent pas dans cette typologie. Seules ont été retenues la configuration sous forme de bâtiment fermé ou ouvert et la présence de finitions (enduits, isolation). De plus, l'activité de l'exploitation à laquelle sont rattachés les bâtiments peut être importante notamment pour l'élevage alors que les autres activités peuvent être traités ensemble.

La typologie simplifiée de bâtiments qui est retenue dans cette méthodologie est présentée dans le tableau C.16.

C.6.2 Fonctions de dommages pour les bâtis agricoles

La remise en état d'un bâtiment agricole (hors contenu) peut nécessiter plusieurs tâches. Certaines sont à réaliser quelque soit le type de bâtiment, d'autres sont liées à l'activité de l'exploitation à laquelle sont rattachés les bâtiments, et d'autres encore sont liées au type de bâtiment lui-même. Toutes dépendent des caractéristiques de l'aléa.

Les tâches de remise en état des bâtiments considérées sont les suivantes :

- Pour tout bâtiment agricole inondé, un nettoyage doit être réalisé, le réseau électrique est susceptible d'être endommagé et les ouvrants également.
- Dans le cas de bâtiments enduits ou isolés, des travaux supplémentaires pour remettre en état ces revêtements sont nécessaires.
- Pour les bâtiments d'élevage la remise en état du bâtiment devant permettre à nouveau l'accueil des animaux après une inondation nécessite la réalisation de tâches supplémentaires.
- Enfin, lorsque le bureau de l'exploitation est situé dans le bâtiment agricole, des travaux de remise en état correspondant à une pièce type avec revêtements et finitions doivent être réalisés.

Les dommages qui pourraient être liés à la survenue d'événements d'inondation très violents ne sont pas traités : par exemple une inondation avec un courant très fort causant le soulèvement de la dalle d'un bâtiment ou la destruction des cloisons de celui-ci.

Nettoyage

Les opérations de nettoyage considérées ici correspondent à un nettoyage classique haute pression de l'intérieur du bâtiment (sol et murs) dans le but d'enlever les petits débris et salissures s'y étant déposé. Le temps qui y est consacré dépend donc en partie de la hauteur d'eau d'inondation. Le coût de nettoyage d'un bâtiment agricole (hors contenu) peut être rapporté au m² de sol.

Le temps consacré à vider le bâtiment de son contenu avant de pouvoir réaliser le nettoyage n'est pas compris dans ces coûts, il est intégré aux dommages liés au matériel.

Le coût de nettoyage peut varier selon s'il est fait par l'agriculteur lui-même ou par une entreprise extérieure. Ce sont des coûts moyens qui sont considérés dans la méthodologie.

Les coûts de nettoyage considérés sont identiques pour tous les bâtiments techniques, quelque soit leurs matériaux majoritaires ou leur organisation. Ainsi, lorsqu'il y a moins de 50 cm d'eau, le nettoyage coûte environ 3 €/m² au sol. Avec entre 50 et 100 cm d'eau, le coût de nettoyage monte à 5 €/m² au sol. Et avec plus de 1 m d'eau, le coût du nettoyage est d'environ 7 €/m² au sol.

Les bâtiments avec des finitions nécessitent des coûts de nettoyage supérieurs, qu'il faut évaluer en supplément. Il peut s'agir par exemple des bâtiments avec enduits ou isolation (voir partie C.6.2), des bâtiments d'élevage accueillant des animaux, ou des bâtiment types laiteries devant respecter des normes sanitaires précises (voir partie C.6.2). Les fonctions de dommages pour ces bâtiments particuliers ne sont pas toutes proposées dans la méthodologie. En fonction des enjeux identifiés sur la zone d'étude, il peut être nécessaire de construire des fonctions spécifiquement adaptées.

Les coûts de nettoyage des bâtiments agricoles (hors contenu) sont résumés dans le tableau C.17.

Remise en état du réseau électrique

Une grande diversité de composants électriques peut équiper les bâtiments agricoles. Par exemple, certains bâtiment peuvent être simplement équipés avec un éclairage alors que d'autres sont entièrement équipés avec prises et boîtier électriques.

Bien que certains équipements électriques ne dépendent pas de la superficie des bâtiments, celle-ci peut donner une indication du niveau d'équipement électrique du bâtiment. Les coûts de dommages sont donc rapportés à la surface au sol des bâtiments.

En l'absence d'éléments détaillés sur les équipements électriques des bâtiments d'exploitations, des valeurs moyennes pour la réfection des réseaux électriques ont été construites à dire d'expert et sont proposées dans la méthodologie. Elles sont basées sur les coûts de dommages pour un bâtiment agricole moyen de 200 m² qui ont été rapportés à la surface au sol.

Les coûts de réfection des installations électriques correspondent principalement au remplacement des boîtiers et des petits équipements (prise, interrupteurs, disjoncteurs, etc.), car généralement le câblage peut-être récupéré. Certains de ces équipements sont situés en hauteur, les dommages dépendent donc de la hauteur d'eau.

Avec moins de 150 cm d'eau, les boîtiers et tableaux sont hors d'eau et les dommages sont de l'ordre de 3,5 €/m² au sol. Ce coût correspond au remplacement des petits équipements du réseau (prises, disjoncteur, interrupteurs).

Lorsqu'il y a plus de 150 cm d'eau, les boîtiers et tableaux sont potentiellement touchés. Les coûts de réfection du réseau considérés sont alors de 10 €/m² au sol.

Les coûts de réfection du réseau électrique des bâtiments agricoles (hors contenu) sont résumés dans le tableau C.17.

TABLE C.17 – Dommages communs à tous les bâtiments agricoles (hors contenu) en cas d'inondation

Type de bâtiment	Hauteur d'eau	Nettoyage	Réfection du réseau électrique	Total
Tout type de bâtiment	< 50 cm	3	3,5	6,5 €/m ²
	50 - 100 cm	5	3,5	8,5 €/m ²
	100 - 150 cm	7	3,5	10,5 €/m ²
	> 150 cm	7	10	17 €/m ²

Réparation des ouvrants

Lors d'une inondation avec courant, les ouvrants des bâtiments sont susceptibles d'être endommagés. Ils peuvent être déplacés par le courant, ou lorsqu'il s'agit d'ouvrants en bois, être déformés.

Des ouvrants ne sont présents que sur les bâtiments fermés. Les dommages dépendent donc du type de bâtiment (hangar ouvert ou bâtiment fermé). Par contre, le matériau majoritaire du bâtiment n'est pas pris en compte car les coûts moyens de remplacement d'une porte sont proches quelque soit le matériau la composant.

En l'absence d'informations détaillées sur les ouvrants équipant les bâtiments agricoles, des valeurs de dommages basées sur des dires d'experts sont proposées. Elles sont basées sur les dommages pour un bâtiment agricole type de 200 m², rapportés à la surface au sol. Un bâtiment fermé moyen (200 m²) est généralement équipé d'une porte de service et d'une porte de grande dimension pour les machines. Un dommage rapporté à la surface au sol peut être utilisé car plus un bâtiment est grand, plus les ouvrants sont nombreux ou grands, et donc plus les dommages sont importants.

Ainsi, pour les bâtiments fermés, il est considéré qu'un courant fort endommage les portes qui doivent alors être remplacées, et ce quelque soit la hauteur d'eau. Le coût de dommages rapporté au mètre carré au sol de bâtiment est de 100 €/m².

Les coûts de réparations des ouvrants sont résumés dans le tableau C.18.

Dommages spécifiques aux bâtiments avec enduits ou isolation

Lorsque les bâtiments comportent des finitions, tel qu'un enduit sur l'extérieur ou une isolation des murs, ces éléments peuvent être endommagés par l'inondation et leur rénovation doit alors être comprise dans les dommages.

Les coûts de dommages pour les bâtiments avec enduits ou isolation sont résumés dans le tableau C.18.

Rénovation des enduits Sur un bâtiment agricole avec finitions extérieures, lorsque l'inondation dure plusieurs jours ou que l'eau est chargée en limons, il est nécessaire ensuite de rénover les peintures extérieures. Lorsque la peinture d'un mur est partiellement endommagée, le mur entier doit tout de même être entièrement rénové.

Le risque de dégradation des enduits apparaît au delà de 3 jours d'inondation et lorsqu'il y a plus de 80 cm d'eau. Le risque de salissure en cas d'eau chargée en limons existe lorsqu'il y a plus de 80 cm d'eau.

Le coût moyen de rénovation de l'enduit d'un mur est de 20 €/m² de mur. Ce coût a été rapporté au m² de sol en se basant sur un bâtiment type de 200 m² et de 4 mètres de haut.

Ainsi, pour un bâtiment avec enduits extérieurs, la rénovation des peintures après une inondation

avec plus de 80 cm d'eau et durant plus de 3 jours, ou avec une eau chargée en limons et plus de 80 cm d'eau, représente des dommages d'environ 25 €/m² au sol de bâtiment.

Réfection de l'isolation L'isolation des murs peut être endommagée lorsque l'eau de l'inondation stagne plusieurs jours. Il est considéré qu'il y a un risque d'endommagement de l'isolant lorsque l'eau reste plus de 5 jours et qu'il y a au moins 80 cm.

Le coût moyen est de 20 €/m² de mur. Ce coût a été rapporté au m² de sol en se basant sur un bâtiment type de 200 m² et de 4 mètres de haut.

Ainsi, pour un bâtiment avec isolation des murs, la réfection de l'isolant après une inondation de plus de 5 jours avec plus de 80 cm d'eau, représente des dommages d'environ 30 €/m² au sol de bâtiment.

TABLE C.18 – Dommages spécifiques aux bâtiments agricoles fermés en cas d'inondation

Type de bâtiment	Courant	Durée d'inondation	Hauteur d'eau	Réparation des ouvrants	Rénovation des enduits	Réfection de l'isolation	Total
Bâtiment fermé avec enduits et isolation des murs	Faible Moyen	< 3 jours					0 €/m²
			0 - 80 cm				0 €/m²
		> 5 jours	> 80 cm		25 €/m²		25 €/m²
			0 - 80 cm				0 €/m²
			> 80 cm		25 €/m²	30 €/m²	55 €/m²
		< 3 jours		100 €/m²			100 €/m²
	Fort	3 - 5 jours	0 - 80 cm	100 €/m²			100 €/m²
			> 80 cm	100 €/m²	25 €/m²		125 €/m²
		> 5 jours	0 - 80 cm	100 €/m²			100 €/m²
			> 80 cm	100 €/m²	25 €/m²	30 €/m²	155 €/m²

Dommmages spécifiques aux bâtiments d'élevage

Les bâtiments d'élevage comportent de nombreuses spécificités qui peuvent générer des dommages supérieurs aux autres bâtiments agricoles en cas d'inondation.

Dans les cas particuliers où une salle de traite ou une laiterie est en zone inondable, les dommages peuvent être très importants, et des fonctions de dommages adaptées doivent donc être construites. Ces situations étant rares et potentiellement très variées, il n'est pas proposé de fonctions de dommages moyennes dans la présente méthodologie.

De même, la diversité des installations composant les bâtiments d'élevage étant très grande (logettes, table d'alimentation, abreuvoirs, etc.), seul le coût de changement du paillage des animaux est proposé par défaut dans la méthodologie. En cas de bâtiment d'élevage situé en zone inondable, des fonctions de dommages adaptées doivent donc être construites. *Le Bordereau des prix unitaires en bâtiments agricoles*, édité par l'APCA proposent des valeurs de réfection des composantes des bâtiments d'élevage qui peuvent être utilisées.

Le changement de la litière des animaux en cas d'inondation dans un bâtiment d'élevage est nécessaire lorsque l'eau reste plus d'un jour et qu'il y a plus de 30 cm d'eau. Cela représente un dommage d'environ 1 €/m² de sol.

Remise en état d'un local bureau

Il est courant dans les exploitations que le bureau de l'exploitant soit situé dans le bâtiment agricole principal. Il s'agit généralement d'une pièce avec revêtement et finitions simples (cloisons, peinture, menuiseries, revêtement sol) et un mobilier classique de bureau (bureau, chaise, armoire, ordinateur).

Des fonctions de dommages n'ont pas été construites spécifiquement pour ce type de local dans le cadre de la méthodologie destinée aux activités agricoles. Toutefois, des fonctions construites pour les habitations ou les entreprises existent et peuvent être utilisées.

C.6.3 Exposition des bâtiments agricoles

Localisation et caractéristiques des bâtiments agricoles

Pour évaluer les dommages d'une inondation sur les bâtiments agricoles, il est nécessaire a minima de connaître le nombre de bâtiments exposés à l'aléa.

Une exploitation agricole peut posséder plusieurs bâtiments, distincts du siège d'exploitation, et pas forcément situés au même endroit. Pour réaliser une étude sur un territoire donné, il semble donc nécessaire de disposer des informations permettant de localiser géographiquement les bâtiments agricoles, et fournissant un certain nombre de descriptifs de ces bâtiments.

En plus de la localisation de chaque bâtiment agricole, il est nécessaire de disposer de :

- la surface du bâtiment ;
- la configuration du bâtiment (bâtiment fermé, hangar ouvert) et ses caractéristiques en termes de finitions (enduits, isolation) ;
- l'utilisation du bâtiment faite lorsqu'il s'agit d'un usage particulier (laiterie, salle de traite, bâtiment d'élevage).

De plus, certains bâtiments peuvent être surélevés. Dans ce cas, il est nécessaire de connaître la hauteur de cette surélévation afin d'adapter les fonctions de dommages proposées.

Sources de données pour la localisation des bâtiments

Pour la localisation des bâtiments d'exploitation, plusieurs sources possibles ont été passées en revue. Celles qui sont retenues sont les suivantes :

- La BD SIRENE : les entreprises inscrites au répertoire SIRENE incluent les exploitations agricoles caractérisées par leur activité principale. L'adresse du siège d'exploitation est également renseignée. Après une géolocalisation des sièges, cette base pourrait donc être utilisée pour l'identification des sièges d'exploitation exposés à une inondation. Toutefois, il existe plusieurs freins à l'utilisation de ce répertoire pour l'utilisation souhaitée :
 - généralement toutes les adresses ne peuvent pas être localisées à l'adresse exacte (milieu de la voie ou centre de la commune si adresse non localisée) ;
 - le siège d'exploitation ne comprend pas tous les bâtiments et il se peut qu'il corresponde seulement à l'habitation de l'exploitant distincte des bâtiments agricoles ;
 - le répertoire SIRENE ne comprend aucun élément descriptif des bâtiments ;
 - les données de la BD SIRENE sont payantes.
- Les données locales des Chambres d'Agriculture : dans certains départements, il arrive que les chambres d'agriculture aient leur propre base de données comprenant des informations sur les bâtiments agricoles. Les données contenues dans ces bases sont variables d'un département à l'autre. Il peut donc être intéressant de s'informer de l'éventuelle existence d'une telle base lors de la réalisation d'une étude.
- La photo-interprétation : en l'absence de base de données exploitable pour la localisation des bâtiments agricoles, le repérage des bâtiments agricoles par photo-interprétation peut être une solution. Cette méthode peut être envisagée sur des territoires relativement petits. Elle permet alors de connaître la surface des bâtiments et éventuellement quelques caractéristiques descriptives. Toutefois, sur des territoires de taille moyenne ou importante, cette méthode pourra s'avérer coûteuse en temps.
- Les études de terrain : une étude de terrain reste la méthode la plus fiable pour la localisation des bâtiments d'exploitation sur un territoire. Pour plus d'efficacité, elle peut par exemple être envisagée après localisation des bâtiments par photo-interprétation pour relever les caractéristiques des bâtiments (matériaux, surélévation, configuration). Toutefois, la réalisation d'une étude de terrain sur un grand territoire peut s'avérer coûteuse en temps et en moyens.
- Les dires d'experts locaux : la consultation d'experts agricoles locaux (conseillers des chambres d'agriculture par exemple) peut permettre de compléter d'autres méthodes proposées ci-dessus. Par exemple, les caractéristiques moyennes des bâtiments (matériaux, surélévation, configuration, regroupement) peuvent être discutées avec des experts sur la base d'une localisation réalisée en amont grâce à de la photo-interprétation ou à la BD SIRENE.

Cas de la BD SIRENE L'utilisation de la BD SIRENE présuppose de faire l'hypothèse forte que les bâtiments sont regroupés autour du siège d'exploitation. Mais cela ne permet pas de connaître le nombre de bâtiments et leurs caractéristiques. Pour cela, il est alors nécessaire de construire avec l'aide d'experts connaissant bien la zone d'étude des parcs de bâtiments associant à chaque siège selon son activité un nombre de bâtiment et leurs caractéristiques. Par exemple, pour une exploitation en grandes cultures de 20 ha : 1 hangar de stockage de 200 m² et 1 bâtiment fermé de 300 m² (valeurs non représentatives).

Perspective d'amélioration de la méthodologie Une prochaine version de la présente méthodologie pourrait fournir ces parcs moyens pour la France entière.

La base de données Dia'Terre alimentée par l'Ademe grâce aux diagnostics d'émission de gaz à effet de serre pourrait notamment fournir des informations utiles.

Proposition de méthode pour la localisation et la caractérisation des bâtiments

Dans l'état actuel des recherches, il ne semble pas exister de base de données directement accessible et complète pour la localisation et la caractérisation des bâtiments agricoles. En dehors des territoires où des bases de données locales peuvent exister, deux solutions semblent envisageables :

- la photo-interprétation du territoire pour localiser les bâtiments et déterminer leur surface, complétée par une étude de terrain pour relever leurs caractéristiques ;
- la localisation des sièges d'exploitation sur la base du répertoire SIRENE (à condition qu'il n'y ait pas trop d'erreur de géolocalisation), complétée par des entretiens auprès d'experts agricoles locaux pour déterminer les parcs et les caractéristiques moyennes des bâtiments sur le territoire.

C.7 Fonctions d'endommagement pour les stocks agricoles

C.7.1 Typologie de stocks agricoles

Les stocks désignent ici les produits stockés dans les bâtiments agricoles. Les catégories de stocks considérés sont :

- les engrais et amendements ;
- les produits phytosanitaires ;
- les aliments du bétail (fourrage, grains, compléments) ;
- les combustibles, carburants et lubrifiants ;
- les fournitures et emballages (produits d'entretien, fourniture d'atelier, autres consommables et matières premières) ;
- les stocks de produits (végétaux, lait, œufs, vin embouteillé) et les en-cours (biens en cours de formation au travers d'un processus de production, par exemple vin en cuve ou fromages).

Bien que comptablement dans les stocks, les animaux circulant sont traités de manière distincte dans un chapitre à part entière. Les semences et plants sont des approvisionnement qui généralement ne restent que très peu de temps stockés, ils ne sont donc pas considérés ici. Les produits vétérinaires sont généralement prescrits en cas de besoin et ne sont donc pas stockés sur l'exploitation, ils ne sont donc pas traités dans cette méthodologie.

C.7.2 Fonctions de dommages pour les stocks agricoles

Il est considéré que le dommage lié à la perte de stock correspond à sa valeur car soit il doit être racheté, soit sa perte représente un manque à gagner pour l'exploitation.

Engrais et amendements

Les engrais et amendements sont généralement stockés au sol ou sur des palettes d'une dizaine de centimètres. Étant donné la précision de la hauteur d'eau en sortie des modèles hydrauliques qui est autour de 10 cm, il est donc considéré que ces stocks sont atteints dès qu'il y a inondation.

Ces produits ne sont plus utilisables une fois qu'ils ont été en contact avec l'eau. En cas d'inondation ils sont donc entièrement perdus.

Produits phytosanitaires

Les produits phytosanitaires sont réglementairement stockés dans des locaux fermés. Ce sont généralement des armoires fermées mais non étanches dans lesquelles les produits sont rangés sur des étagères entre 0 et 200 cm. La proportion de produits touchés dépend donc de la hauteur d'eau lors de l'inondation.

Lorsque ces produits sont touchés par l'eau, ils ne sont généralement plus utilisables (poudres diluées ou bidons souillés). Ainsi en cas d'inondation, s'il y a 20 cm d'eau les pertes sont de 10 % des stocks, s'il y a 100 cm d'eau les pertes sont de 50% et avec 200 cm la totalité des stocks est perdue. Les pertes évoluent linéairement entre ces seuils.

Aliments du bétail

Les bottes de fourrage sont généralement entreposées dans des hangars sur des hauteurs d'environ 400 cm. La proportion de fourrage touché par l'eau dépend donc de la hauteur d'eau lors de l'inondation. Lorsque le fourrage est mouillé il est perdu car il fermente et ne peut plus être donné aux animaux.

Si l'eau stagne moins de 2 jours, seuls les bottes touchées directement par l'eau sont perdues. Les pertes dépendent donc de la hauteur d'eau. Par exemple, s'il y a 40 cm d'eau 10% du stock est perdu, avec 200 cm d'eau 50% du fourrage est perdu, et pour 400 cm d'eau tout est perdu.

Si l'eau reste plus de 2 jours, l'eau s'infiltre dans le fourrage et la totalité du stock est perdu quelque soit la hauteur d'eau.

Combustibles, carburants et lubrifiants

Ces produits sont rarement stockés en hauteur dans les exploitations agricoles. Ce sont généralement des bidons déjà ouverts qui flottent et peuvent donc être emportés par l'inondation ou souillés par l'eau.

Lors d'une inondation, ces stocks sont entièrement perdus.

Fournitures et emballages

Ces produits sont rarement stockés en hauteur dans les exploitations agricoles. Après une inondation ils ne sont généralement plus utilisables car souillés ou abîmés par l'eau.

En cas d'inondation, ces stocks sont entièrement perdus, quelque soit la hauteur d'eau. Lors d'une inondation, ces stocks sont entièrement perdus.

Stocks de produits et en-cours

En fonction de l'activité de l'exploitation, il est généralement possible de déduire à quoi correspondent ces stocks : lait, fromage ou œufs pour des élevages, vin en bouteille ou en cuve pour des exploitations viticoles, etc.

Les stocks de produits sont généralement très sensibles à l'eau et sont entièrement perdus en cas d'inondation. Pour des raisons sanitaires, comme les produits sont destinés à la consommation (légumes, grains, œufs, lait), même si tout le stock n'est pas touché il ne peut pas être commercialisé.

Quelque cas particuliers méritent d'être mentionnés.

- Si des bouteilles de vin sont inondées, bien que théoriquement le contenu puisse être récupéré, il est parfois aussi coûteux de refaire un embouteillage ou de perdre le stock. Il est donc considéré que ces stocks sont à moitié perdu en cas d'inondation. Cela peut correspondre soit à un sauvetage de la moitié des bouteilles, soit à un bénéfice moindre du fait de ré-embouteillage, soit à un prix de vente diminué si les étiquettes ont été abîmées par exemple.
- Le vin en cuve ne risque globalement rien en cas d'inondation car les cuves sont généralement très hautes et relativement étanches.

C.7.3 Stocks exposés

Afin d'évaluer les dommages d'une inondation sur les stocks agricoles, il est nécessaire de connaître les quantités de chaque type de stocks exposées à l'aléa au cours de l'année et leur valeur.

Il est également nécessaire de pouvoir rattacher les stocks d'une exploitation à un bâtiment dont on connaît la localisation et donc l'exposition aux inondations. Cela peut être fait en fonction de l'activité de l'exploitation et de sa taille. Concernant la localisation des bâtiments agricoles, des éléments sont fournis dans le chapitre "Bâtiments agricoles".

Quantités et valeurs des stocks par type d'exploitation sur l'année

Plusieurs sources d'informations pour connaître les stocks présents sur une exploitation peuvent être envisagée. Celles qui semblent le plus appropriées sont :

- la Base de données Dia'Terre : l'ADEME coordonne actuellement un projet de diagnostics environnementaux des exploitations agricoles, réalisés dans toute la France par les chambres d'agriculture. Ces diagnostics ont pour but de faire le bilan carbone des exploitations en fonction de leur pratiques. Les données collectées sont renseignées dans une base de données qui pourraient ainsi contenir des éléments sur les stocks moyens des exploitations selon leurs caractéristiques. Toutefois, l'ADEME n'a pas débuté l'exploitation de cette base de données. Afin d'éventuellement utiliser les informations extraites de la base si elles sont intéressantes, il faut donc attendre que l'ADEME puisse les communiquer.
- les Données comptables du RICA : les données du RICA proposent ou permettent de calculer directement la valeur de chacun des types de stocks sur une année comptable, pour différents activités d'exploitation et différentes tailles d'exploitation (exprimée via le produit brut standard). Il est donc possible d'attribuer aux bâtiments agricoles une valeur de stocks sur l'année si l'activité de l'exploitation auquel il correspond est connue et si des hypothèses sur la taille de l'exploitation est faite. Les experts agricoles de la zone d'étude peuvent aider à faire ces hypothèses.

Évolution des stocks au cours de l'année

Les sources de données listées dans le paragraphe précédent peuvent permettre d'estimer la valeur totale de chaque type de stocks stockés sur l'exploitation en cumulé sur l'année. Toutefois, aucune source de données facilement accessible permettant de connaître l'évolution des stocks au cours de l'année n'a été identifiée. Plusieurs hypothèses simplifiées sont proposées ci-dessous pour permettre d'estimer la répartition des quantités de stocks sur l'année. Ces hypothèses peuvent être discutées avec des experts agricoles locaux spécialistes de la zone d'étude afin de tenir compte des habitudes des agriculteurs les plus répandues sur le territoire.

Afin d'estimer l'évolution des quantités de chaque type de stocks au cours de l'année, plusieurs hypothèses peuvent être imaginées :

- Les stocks rentrent sur l'exploitation à une date unique, et sont ensuite consommé progressivement et linéairement jusqu'à l'année suivante. Ce peut par exemple être le cas des fourrages ou du vin.
- Deux saisons peuvent être distinguées sur l'année quant à l'approvisionnement en stocks : une saison avec des stocks importants et une saison où les stocks sont nuls. Ce peut par exemple être le cas des engrais pendant la mise en culture et le reste de l'année, ou celui des emballages lors de la récolte de légumes.
- Les stocks sont achetés et utilisés de façon homogène tout au long de l'année. Il peut alors être considéré que chaque mois un douzième des stocks annuels est présent sur l'exploitation. Ce peut par exemple être le cas des combustibles et des produits phytosanitaires.

Ces hypothèses permettent d'estimer un coefficient pour chaque type de stocks, exprimant le pourcentage de stock présent sur l'exploitation au cours de l'année. Ce coefficient peut être calculé pour chaque semaine de l'année par exemple.

C.8 Fonctions d'endommagement pour le matériel agricole stocké dans les bâtiments

C.8.1 Construction de parcs matériels moyens

Pour évaluer les dommages d'une inondation sur le matériel agricole, il est nécessaire de connaître les équipements exposés à l'aléa. Cela signifie d'être en mesure de localiser les bâtiment agricoles et leur activité (voir annexe C.6), et de disposer de parcs matériel moyens pouvant être rattachés aux bâtiments. Les informations comprises dans les parcs matériels pour pouvoir permettre l'évaluation des dommages ensuite correspondent à :

- la liste et le nombre des machines et outils associés à une exploitation moyenne selon ses caractéristiques (activité et taille) et selon son profil (fonctionnement en CUMA, matériel en propre, sous-équipée, sur-équipée, etc.) ;
- l'âge moyen de ces machines et outils ;
- la valeur à neuf de chaque type de machine et outil.

Typologie de matériel

Une typologie basée sur la vulnérabilité des machines et outils agricoles pouvant composer les parcs matériels a été construite. La vulnérabilité des outils et machines agricoles dépend principalement des pièces sensibles les composant et de la hauteur à laquelle elles se situent. Les types de pièces sensibles pouvant être recensées sur le matériel sont les suivants, dans l'ordre de sensibilité croissante :

- éléments mécano-soudés ;
- vérins et roulements ;
- transmission et pignonnerie ;
- composants électriques ;
- composants électroniques.

Cette typologie a notamment été construite à partir de la typologie du barème du BCMA (Bureau de Coordination du Machinisme Agricole), puis adaptée avec les experts consultés. La typologie retenue est présentée dans les tableaux C.19 et C.20.

Sources de données pour la construction de parcs matériels

Dans l'état actuel de nos recherches, il ne semble pas exister de base d'informations facilement accessible et pour la France entière contenant les données souhaitées. Plusieurs solutions sont proposées ci-dessous, décrite avec les avantages et inconvénients qu'elles offrent. Lors de la réalisation d'une étude plusieurs sources peuvent être combinées afin de collecter les informations nécessaires à la construction de parcs matériels. Dans tous les cas, la validation des parcs matériels construits pour les besoins d'une étude, par des experts agricoles locaux est fortement recommandée.

Les sources de données pouvant permettre de construire des parcs matériel associés à des types d'exploitations sont les suivantes :

- Recensement Agricole : le nombre moyen de tracteurs selon leur puissance par exploitation et par type d'activité est fourni dans le recensement agricole. Cette information peut être utile mais elle n'est pas suffisante pour la construction de parcs complets.
- Données comptables : les bilans comptables des exploitations agricoles mentionnent la valeur des immobilisations matérielles. Cette information renseigne donc sur la valeur globale du parc

TABLE C.19 – Typologie de matériel agricole retenue (1/2)

Type niveau 1	Type niveau 2	Exemples de matériel
Tracteur et Autre matériel de transport	Tracteurs et Quad	Tracteur standard, Tracteur viticole, Quad
	Matériel de manutention divers	Automoteur télescopique, Tractopelle
	Chargeur frontaux	
	Matériel de transport	Remorque, Plateau, Fourgon pour animaux
Outils de travail du sol inanimés	Sous-soleuse et Décompacteur	
	Herse plate et Emousseuse	
	Outils de préparation en ligne	
	Outils de travail du sol superficiel	Fraise, Houe animée, Herse rotative
	Herse et Emousseuse	
	Bineuses	Bineuse à dents
Outils de travail du sol avec pièces sensibles basses et Outils animés	Charrue	Charrue simple, Charrue réversible
	Cultivateur	
	Déchaumeur	
	Pulvérisateurs à disques	Pluvériseurs à disques, Rouleaux
	Butteuse de pommes de terre	
	Planteuse de pommes de terre	
	Outils de désherbage mécanique et alternatif	Houe rotative
	Matériel de traitement du lisier	Brasseur, mixeur de lisier
	Épandeur de fumier	
	Faucheuse	Faucheuse rotative, faucheuse conditionneuse
	Faneur et andaineur	
	Presse balles	Presse balles, Enrubanneuse
	Remorque autochargeuse	
	Distributeurs d'engrais minéraux	Distributeur d'engrais, Remorque ravitailleuse
	Matériel de distribution	Désileuse, Mélangeuse
	Matériel de broyage et débroussaillage	Broyeur tracté, Déchiqueteuse, Fendeuse de bûches

TABLE C.20 – Typologie de matériel agricole retenue (2/2)

Type niveau 1	Type niveau 2	Exemples de matériel
Outils et Machines avec des pièces particulièrement sensibles	Semoir	Semoir céréales, Semoir mono-graine
	Combiné de semis et façons aratoires	
	Autres semoirs, planteuses et bineuses	Semoir à betteraves
	Désherbeur thermique	
	Pulvérisateur	
	Matériel de traitement du lisier	Tonnes, Ensemble d'épandage à lisier
	Retourneur, composteur de fumier	
	Matériel de débroussaillage	Débrousseilleuse, Epareuse, Tailleuse de haies
Engins automoteurs	Autre matériel de broyage et débroussaillage	Équipement bout de bras, Ensemble complet
	Moissonneuse-Batteuse	
	Matériel de récolte du lin et des pommes à cidre	Matériel tracté pour le lin, Ramasseuse de pommes à cidre
	Matériel de récolte de betteraves	Récolteuse automotrice
Non réparables	Matériel de récolte des pommes de terre	
	Petit outillage	
Divers	Groupe électrogène	
	Outil de désherbage mécanique et alternatif	Ecimeuse
	Matériel d'épierrage	Aligneuse, Broyeur
	Matériel divers	Cureuse de fossés, Bétonnière, Vis à grains

matériel des exploitations selon leur type. Seules, ces données ne permettront pas de construire des parcs matériels.

- Base de données Dia'Terre : l'ADEME coordonne actuellement un projet de diagnostics environnementaux des exploitations agricoles, réalisés dans toute la France par les chambres d'agriculture. Ces diagnostics ont pour but de faire le bilan carbone des exploitations en fonction de leur pratiques. Les données collectées sont renseignées dans une base de données qui pourraient ainsi contenir des éléments sur les parcs matériels des exploitations selon leurs caractéristiques. Toutefois, l'ADEME n'a pas débuté l'exploitation de cette base de données. Ces données qui promettent d'être intéressantes ne sont donc pas disponibles pour le moment.
- Données locales des Chambres d'Agriculture : dans certains départements, il arrive que les chambres d'agriculture aient leur propre base de données comprenant des informations sur les exploitations agricoles. Les données contenues dans ces bases sont variables d'un département à l'autre et peuvent concerner le matériel. Il est donc généralement intéressant de s'informer de l'éventuelle existence d'une telle base lors de la réalisation d'une étude.
- Étude des enjeux agricoles réalisée par la Chambre d'Agriculture du Gard pour le Symadrem : les parcs matériels par type d'exploitation (activité et taille) ont été construits pour la zone d'étude de Fourque-Beaucaire. Toutefois, ils peuvent constituer une base de travail intéressante et relativement complète (grandes cultures, viticulture, arboriculture, maraîchage) qui peut être adaptée à d'autres contextes en recoupant avec d'autres sources.
- Dires d'experts agricoles : en l'absence de source de données complète, il peut être nécessaire de construire des parcs matériels moyens avec l'aide d'experts agricoles. Pour chaque type d'activité agricole et selon la superficie exploitée, une liste d'équipements généralement utilisés peut être construite. Ces listes peuvent ensuite être détaillées selon plusieurs profils d'exploitations (fonctionnement en CUMA, matériel en propre, exploitation sur-équipée, etc.) selon le degré de précision de l'étude.

En conclusion, en dehors des territoires où des bases de données locales existent et en attendant que les données de la base Dia'Terre soient accessibles, la solution la mieux adaptée semble être de repartir de parcs déjà existants (ceux de l'étude Symadrem par exemple) pour les compléter avec d'autres sources de données listées, puis de les valider avec l'aide d'experts agricoles locaux. L'étape de validation par des experts locaux peut permettre d'adapter les parcs aux spécificités locales. Afin de tenir compte des possibles approximations et de la grande variabilité des exploitations, il peut de plus être intéressant de construire des parcs matériels minimums et maximums pour chaque type d'exploitation.

Avec la méthodologie de construction de parcs matériels décrite ci-dessus, seule la liste des types de machines et d'outils est connue. L'âge des équipements est une information difficilement accessible si aucune enquête de terrain n'est réalisée. En l'absence de cette information, une hypothèse de matériel en milieu de vie peut être faite. La durée de vie du matériel peut être approximée par leur durée d'amortissement qui peut être trouvée dans le barème du BCMA ou la cote SIMO (équivalent de la cote ARGUS pour le matériel agricole).

La valeur à neuf de chaque type de matériel peut-être trouvée dans les catalogues de machinisme agricole souvent disponible en ligne, ou auprès des concessionnaires agricoles, ou encore dans le barème du BCMA. Les taux d'amortissement sont disponibles dans le barème du BCMA ou dans la cote SIMO. Dans certains cas, on pourra aussi trouver des valeurs moyennes de matériel d'occasion auprès de concessionnaires ou sur des sites d'annonces pour matériel agricole.

C.8.2 Pistes pour une méthodologie d'évaluation des dommages des inondations au matériel agricole

Une fois les éléments de matériel exposés aux événements d'inondation identifiés grâce à la construction de parcs matériels rattachés aux bâtiments d'exploitations, les impacts d'une inondation doivent être évalués et chiffrés en dommages. Toutefois, une méthode d'évaluation des dommages n'a pas encore pu être finalisée. Ce sont donc des pistes de réflexion sur une future méthodologie qui sont fournies ici.

Pour chaque catégorie de matériel de la typologie retenue, les dégâts pouvant être causés par une inondation ont été identifiés. Ils dépendent de la hauteur d'eau (déterminant les pièces touchées) et de la durée de submersion (déterminant la corrosion des pièces). Pour chaque type de matériel, de 1 à 3 niveaux de dégâts, ou niveaux d'endommagement, caractérisés par les seuils de hauteur de durée pouvant les causer ont été identifiés et décrits. Et pour chaque niveau d'endommagement, les opérations de remise en état nécessaire ont été listées. Les opérations de remise en état considérées sont listées ci-dessous, les 3 premiers types d'opérations pouvant être réalisés par les agriculteurs eux-mêmes et les autres devant l'être par un concessionnaire :

- nettoyage et/ou graissage simple des pièces touchées ;
- nettoyage et/ou graissage et/ou vidange important des pièces touchées ;
- petites réparations sur pièces mécaniques ou vérins ;
- réparations intermédiaires ;
- réparations lourdes ou changement de pièce ;
- remplacement de l'outil ou de la machine.

Le travail réalisé par le groupe de travail à la date d'octobre 2013 comprend les niveaux d'endommagement et la liste des opérations de remise en état pour chaque catégorie de matériel. Pour l'évaluation des dommages, les coûts de ces opérations doivent être associés à chaque niveau d'endommagement. Ces coûts pourront être exprimés en coûts forfaitaires correspondant au nombre d'heures nécessaire à un agriculteur pour effectuer le nettoyage ou au coût d'une pièce à remplacer par exemple, ou en pourcentage de la valeur à neuf du matériel selon les opérations. Lorsque le matériel doit être entièrement remplacé, la valeur amortie du matériel devrait être utilisée pour estimer les dommages. Toutefois, l'âge réel du matériel est rarement disponible. On pourra soit faire l'hypothèse que le matériel est à la moitié de sa durée de vie, soit considérer le prix moyen d'un matériel d'occasion.

Une fois les dommages pour chaque type de matériel et niveau d'endommagement calculés, les courbes de dommages par parc matériel peuvent être obtenus et appliqués aux bâtiments recensés sur la zone d'étude.

Remarque Certains types de matériel peuvent être facilement mis hors d'eau en cas d'inondation, les tracteurs par exemple. Dans ce cas, ils ne sont pas endommagés comme prévus. Les endommagements considérés tiennent compte de ces aspects.

C.9 Fonctions de pertes pour les animaux

C.9.1 Animaux et inondations

L'évaluation des dommages causés par les inondations aux animaux d'élevage nécessite de connaître l'exposition des animaux aux événements d'inondation et de disposer de fonctions de dommages adéquates. Des éléments pour recenser les animaux exposés à un événement d'inondation en fonction du type d'élevage, de leur localisation et de la possibilité de les évacuer sont fournis dans la partie C.9.2. Les fonctions permettant d'estimer les pertes subies sur les troupeaux sont décrites dans la partie C.9.3.

Les éléments de méthodologie fournis dans cette fiche n'ont pas été validés par des experts agricoles, ils sont donc à considérer avec précaution et doivent donc être discutés avec des experts locaux lors de la réalisation d'étude.

C.9.2 Recensement des animaux exposés à une inondation

Le nombre d'animaux exposés à un événement d'inondation dépend principalement de deux choses :

- la localisation des animaux : selon les animaux, le type d'élevage (intensif ou extensif), la catégorie d'animaux et la période de l'année, les animaux peuvent être dans un bâtiment ou dans les prairies ;
- la possibilité d'évacuer les animaux vers un terrain ou un bâtiment hors zone inondable : selon les animaux, leur localisation et la rapidité de l'inondation, l'évacuation des animaux peut être possible totalement ou partiellement, ou impossible.

Les critères influençant la localisation et la possibilité d'évacuation listés ici sont les principaux. D'autres critères difficilement prévisibles existent également (disponibilité d'un camion pour le transport des animaux, topographie à proximité de l'exploitation, etc.).

Localisation des animaux

Des données chiffrées à l'échelle départementale sur les effectifs d'animaux d'élevage et le nombre d'exploitations par type sont disponibles sur le site internet DISAR de données en ligne du ministère de l'agriculture.

Élevages avicoles et porcins Certains animaux peuvent être rattachés à un bâtiment d'élevage de manière quasi certaine, les volailles et les porcs notamment. Pour ces élevages, plusieurs étapes sont alors nécessaires au recensement des animaux exposés à une inondation :

- la localisation des bâtiments d'élevage : plusieurs sources de données sont envisageables pour cette étape (voir fiche Bâtiments). La source d'informations la plus accessible est le répertoire SIRENE qui fournit l'adresse des sièges d'exploitations, caractérisés par leur activité principale (élevage avicole et élevage porcin font partie de la nomenclature). On fait alors l'hypothèse que les bâtiments d'élevage sont situés au siège de l'exploitation.
- l'estimation du nombre d'animaux par bâtiment. Pour cela la méthode la plus fiable est la réalisation d'enquêtes auprès des éleveurs. Toutefois cela n'est possible que sur des zones d'études relativement petites. Si la surface des bâtiments est connue, il est possible d'estimer le nombre d'animaux sur la base de valeur moyenne ou de dires d'experts locaux. En l'absence d'informations de terrain, le nombre d'animaux par bâtiment peut être estimé par la moyenne départementale disponible dans diverses bases de données (Agreste, ou Institut de l'élevage par exemple).

Élevage bovins, ovins et caprins Pour les bovins, les ovins et les caprins, la localisation des animaux en bâtiment ou en prairies, dépend principalement du type d'élevage (intensif, extensif, très extensif) et de la période de l'année.

Afin de connaître les pratiques les plus courantes ou les spécificités dans la zone d'étude, il est nécessaire de se renseigner auprès des experts agricoles locaux. Le but est d'identifier les périodes pendant lesquelles les animaux sont dans les bâtiments, et celles pendant lesquelles ils sont dans les prairies.

Troupeaux en bâtiments Lorsqu'ils sont en bâtiments, le nombre d'animaux rattachés à chaque bâtiment d'élevage peut être estimé de la même façon que pour les volailles ou les porcs (voir ci-dessus).

Troupeaux en prairies Lorsque les animaux, ou une partie des animaux, sont dans les prairies, l'estimation du nombre de bêtes exposées à une inondation se révèle difficile. En effet, les exploitations d'élevage possèdent généralement plusieurs prairies, qui ne sont pas forcément regroupées autour du bâtiment d'élevage. L'estimation du nombre d'animaux présents dans les parcelles pâturées selon la date peut être faite grâce à l'aide d'experts locaux si la taille de la zone d'étude n'est pas trop grande. En effet, les différents pâturages sont généralement utilisés à différents moments de la saison selon leur richesse et leur exposition au risque d'inondation, et leur occupation peut donc être prévue. Sinon, plusieurs hypothèses sont envisageables :

- considérer une répartition homogène des animaux sur toutes les prairies pâturées : la densité d'animaux estimée est donc moindre que dans la réalité et le nombre d'animaux exposés peut être sur évalué comme sous évalué.
- ne pas considérer de répartition des animaux lorsqu'il sont dans les prairies ce qui revient implicitement à considérer une évacuation totale des troupeaux (voir ci-dessous) ou que les animaux se déplacent eux-mêmes pour s'éloigner des zones inondées.

Possibilités d'évacuation des animaux

Élevages avicoles et porcins Pour les élevages avicoles et porcins, il semble difficile de procéder à une évacuation des animaux du fait des difficultés pour les manipuler rapidement. Pour les bâtiments d'élevage avicole et porcin, tous les animaux recensés sont donc considérés touchés par l'inondation.

Élevages bovins, ovins et caprins

Troupeaux en bâtiments Lorsque les animaux sont dans des bâtiments, une évacuation est possible si l'agriculteur dispose des véhicules nécessaires et de suffisamment de temps pour procéder au chargement du troupeau. Une autre hypothèse envisageable mentionnée par un des experts est que à l'annonce d'une inondation, si l'éleveur n'a pas le temps d'évacuer son troupeau, il ouvre le bâtiment pour laisser les animaux se réfugier d'eux-mêmes ou pour les guider vers des parcelles hors d'eau.

Les informations dont il faudrait disposer pour estimer réellement la possibilité d'évacuer un troupeau sont nombreuses et difficilement accessibles (inondabilité des chemins d'accès au bâtiment, disponibilité de véhicules adaptés, maniabilité des animaux, etc.), il faudrait analyser pour chaque exploitation les conditions dans lesquelles une évacuation peut être réalisée et en combien de temps. En l'absence de ces informations, trois scénarios d'évacuation sont proposés selon la rapidité de l'inondation :

- dans le cas d'une inondation dont l'arrivée est lente, l'hypothèse est faite que tous les animaux pourront être évacués ;

- dans le cas d’une inondation dont l’arrivée est très rapide, l’hypothèse est faite qu’aucun animal n’a le temps d’être évacué ;
- dans le cas des inondations intermédiaires, l’hypothèse d’une évacuation partielle des animaux est faite (50 % des effectifs).

En combinant ces scénarios aux nombre d’animaux estimés par bâtiment, le nombre d’animaux exposés à une inondation peut être estimé.

Troupeaux en prairies Lorsque les animaux sont dans les prairies, l’estimation du nombre de bêtes exposées est difficile (voir ci-dessus). Les hypothèses simplificatrices suivantes sont proposées pour l’instant :

- il est considéré que les animaux à l’extérieur peuvent échapper à l’inondation en s’éloignant d’eux mêmes des zones inondées ;
- sauf dans le cas d’une inondation rapide sur les zones proches des cours d’eau, il est alors considéré que les animaux n’ont pas le temps de fuir et qu’ils sont touchés par l’inondation. Le nombre d’animaux rattachés à ces prairies proches des cours d’eau et les périodes auxquelles elles sont utilisées sont à définir avec l’aide des experts agricoles locaux (voir ci-dessus).

C.9.3 Fonctions de pertes liées aux inondations pour les animaux d’élevage

Une fois le nombre d’animaux exposés à une inondation évalué (voir partie C.9.2), les impacts potentiels doivent être estimés, puis les dommages associés calculés.

Les conséquences d’une inondation sur les animaux d’élevage peuvent être diverses. Toutefois, ici seules les conséquences en termes de perte (mortalité) d’animaux sont prises en compte car les autres types de conséquences sont difficiles à prévoir et à quantifier (stress, baisse de production chez les animaux vivants, avortements, etc.). Lorsque des animaux sont perdus, les dommages pour l’exploitation sont :

- la perte de leur valeur en viande ou de leur production pendant 1 année (lait ou œufs) ou des revenus qu’ils auraient rapportés (taureaux) ;
- l’économie des frais liés à leur élevage (aliment, vétérinaire, autres) ;
- le coût de rachat du même nombre d’animaux.

Il existe également des pertes liées au redémarrage d’un nouveau troupeau du fait de la perte du capital génétique sélectionné auparavant (production ou fertilité moindre). Toutefois, ces pertes sont difficilement chiffrables, et elles ne sont donc pas prises en compte.

Pour les animaux exposés à un événement d’inondation, le risque de mortalité dépend principalement du courant et de la hauteur d’eau. En effet, selon le courant et la hauteur d’eau les animaux peuvent ou non être emportés par l’eau, et avec une hauteur d’eau supérieure à la taille des animaux un risque de noyade accru existe. Le tableau C.21 rappelle les règles de calcul pour recenser le nombre d’animaux exposés (selon leur localisation et la possibilité de les évacuer) et présente les taux de mortalité selon le courant et la hauteur d’eau.

Après estimation des pertes d’animaux, les dommages en euros doivent être calculés avec les coûts moyens suivants :

- la production par tête de bétail : valorisation des carcasses, production laitière par an, etc.
- le coût d’achat par tête ;
- les frais d’élevage par tête.

Toutefois, aucune valeur n’est fournie ici, et il est donc nécessaire de les établir localement lors de chaque étude. En effet, les valeurs entrant dans le calcul des dommages peuvent beaucoup varier d’une région à l’autre (production laitière par an, valorisation de la viande, etc.). Il est donc nécessaire de se renseigner auprès des experts agricoles locaux pour considérer des valeurs adaptées au territoire

TABLE C.21 – Fonctions de pertes pour les animaux d'élevage

Animaux	Localisation des animaux	Délai d'alerte	Animaux exposés	Courant	Hauteur d'eau	Mortalité
Porcs	Bâtiment		100 %	moyen ou fort		100 %
				faible	< 20 cm	0 %
					> 20 cm	100 %
Volailles	Bâtiment		100 %			100 %
Ovins et Caprins	Bâtiment	long	0 %			0 %
		moyen	50 %			100 %
		court	100 %			100 %
	Prairie	long ou moyen	0 %			0 %
		court	100 %	moyen ou fort		100 %
				faible	< 20 cm	0 %
					> 20 cm	100 %
Bovins domestiques	Bâtiment	long	0 %			
		moyen	50 %	moyen ou fort		100 %
				faible	< 90 cm	0 %
					> 90 cm	100 %
		court	100 %	moyen ou fort		100 %
				faible	< 90 cm	0 %
					> 90 cm	100 %
	Prairie	long ou moyen	0 %			0 %
		court	100 %	fort		100 %
				faible ou moyen	< 90 cm	0 %
					> 90 cm	100 %
Taureaux	Prairie	long ou moyen	0 %			0 %
		court	100 %	fort		100 %
				faible ou moyen	< 90 cm	0 %
					> 90 cm	100 %

d'étude. Dans une version ultérieure de ce guide, des valeurs moyennes pour la France pourront être fournies.

Les dommages totaux sont donc obtenus par multiplication des dommages par tête avec le nombre d'animaux perdus estimé précédemment.

Annexe D

Tests de la méthode d'évaluation des dommages agricoles

D.1 Évaluation des dommages des inondations sur le bassin versant de l'Orb - Courbes de dommages pour l'agriculture

Auteur :

- Anne-Laurence Agenais (UMR G-EAU, IRSTEA)

Contributeurs :

- Frédéric GRELOT (UMR G-EAU, IRSTEA)
- Thibaud Langer (UMR G-EAU, IRSTEA)

Version

- 16 décembre 2011

D.1.1 Données d'occupation du sol

Les données d'occupation du sol utilisées pour localiser les enjeux agricoles (parcelles uniquement) sont celles du Registre Parcellaire Graphique (RPG) de 2009. Les surfaces inondables dans la zone d'étude pour chaque catégorie d'occupation du sol sont indiquées dans le tableau D.1.

Afin de détailler les proportions des principales cultures comprises dans certaines catégories d'occupation du sol du RPG (« Autres céréales », « Semences », « Légumes » et « Arboriculture »), les données Agreste de la Statistique Agricole Annuelle de 2009 pour le département de l'Hérault ont été utilisées. Les parcelles « Autres céréales » ont été considérées comme des parcelles de blé dur. La catégorie « Semences » a été considérée comme des parcelles de maïs semence. Les catégories « Vergers », « Arboriculture » et « Fruits à coques » ont été attribuées à des parcelles d'arboriculture. Les fruits à coques n'ont pas été traités séparément du fait du peu d'informations dont nous disposions. Pour l'arboriculture les proportions entre abricotiers, cerisiers, pêcheurs et pommiers considérées sont indiquées dans le tableau D.2. Pour les légumes, les principales cultures légumières ont été retenues, et les proportions considérées sont indiquées dans le tableau D.3.

TABLE D.1 – Liste des cultures de la typologie RPG présentes dans la zone d'étude par ordre de superficie décroissante, en zone inondable et non inondable

Catégorie de cultures	Superficie (ha)
Autres céréales	792
Vignes	514
Divers	258
Estives et Landes	225
Gel	87
Légumes-Fleurs	84
Colza	72
Prairies permanentes	68
Prairies temporaires	61
Semences	42
Vergers	38
Blé tendre	30
Tournesol	23
Orge	22
Oliviers	18
Fourrage	5
Fruits à coque	2
Arboriculture	1

TABLE D.2 – Proportions retenues pour la composition de la catégorie Arboriculture, regroupant les types RPG Vergers, Arboriculture et Fruits à coque

Culture	Proportion dans la catégorie
Abricotiers	7%
Cerisiers	25%
Pêchers	11%
Pommiers	58%

TABLE D.3 – Proportions retenues pour la composition de la catégorie Légumes

Culture	Proportion dans la catégorie
Salade	13%
Asperge	8%
Melon	63%
Courgette	2%
Tomate	8%
Pomme de terre	6%

D.1.2 Sources d'informations pour la construction des fonctions de dommages

Fonctions d'endommagement

Les fonctions d'endommagement utilisées ont été construites sur la base de retours d'expériences d'experts agricoles de plusieurs départements français ayant connu des inondations et de fonctions de dommages existantes issues de la littérature. Il est important de noter que ces fonctions ne prennent pas en compte d'éventuelles spécificités locales dans la conduite des cultures puisqu'elles ont été construites pour la France entière.

Données relatives aux cultures

Plusieurs types de données relatives aux cultures ont été nécessaires pour la construction de courbes de dommages adaptées à la zone d'étude. Il s'agissait des valeurs caractéristiques des cultures (rendement, prix de vente, charges liées au semis, charges liées à la récolte) et des calendriers culturaux. Ces données ont été établies pour chaque culture à partir des sources suivantes :

- le Barème d'indemnisation des Calamités Agricoles de l'Hérault de 2006 ;
- les fiches techniques produites par le CER France pour le Languedoc-Roussillon datant de juillet 2010 ;
- des entretiens auprès d'experts de départements proches (Aude, Hérault ou Gard).

Les données relatives aux cultures retenues pour la présente étude sont présentées dans les tableaux D.4, D.5, D.6, D.7, et D.8 et les calendriers culturaux sont résumés en figure D.1.

D.1.3 Aléa d'inondation

L'aléa considéré pour la construction des courbes de dommages correspond à une inondation sans courant ou avec un courant faible. Les inondations étudiées pouvant causer des submersions comprises entre 1 ou 2 jours et moins d'une semaine, une durée moyenne de 4 jours a été retenue pour la construction des courbes. Les hauteurs d'eau des événements d'inondation étudiés sont comprises entre 0 et 300 cm. Enfin, les dates d'occurrence des événements d'inondations sont définies selon des probabilités basées sur un historique des crues sur le bassin versant (figure D.2).

D.1.4 Construction des courbes

Des courbes de dommages ont été construites pour chaque catégorie de cultures exposées aux inondations dans la zone d'étude. Les dommages calculés prennent en compte les effets suivants :

- les pertes de matériel végétal pour les cultures pérennes, et les coûts de replantation associés ;

TABLE D.4 – Données agro-économiques relatives aux prairies

Culture	Objet	Valeur	Unité
Estive	rendement	6	qx/ha
Estive	prix de vente	12	€/ql
Estive	nettoyage et réfection des clôtures	40	€/ha
Prairie permanente	rendement	25	qx/ha
Prairie permanente	prix de vente	13	€/ql
Prairie permanente	nettoyage et réfection des clôtures	40	€/ha
Prairie temporaire	rendement	45	qx/ha
Prairie temporaire	prix de vente	16	€/ql
Prairie temporaire	frais de semis	150	€/ha

TABLE D.5 – Données agro-économiques relatives à la vigne

Culture	Objet	Valeur	Unité
Vigne	rendement	70	hl/ha
Vigne	prix de vente	60	€/hl
Vigne	frais de plantation	22865	€/ha sur 3 ans
Vigne	frais de vendange mécanique	617	€/ha
Vigne	frais de vendange manuelle	1200	€/ha
Vigne	traitement fongicide	35	€/ha
Vigne	nettoyage d'une parcelle	180	€/ha

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Vigne	Repos		Débourrement		Croissance			Maturité		Vendange	Chute	Repos
Abricot	Repos			Croissance			Maturité			Repos		
Cerise	Repos		Croissance		Maturité					Repos		
Pêche	Repos		Croissance			Maturité				Repos		
Pomme	Repos			Croissance				Maturité			Repos	
Olivier	Repos			Croissance				Maturité			Repos	
Blé dur		Tallage		Epilaison		Maturité		Parcelle nue		Semis - Levée		3 feuilles
Blé tendre		Tallage		Epilaison		Maturité		Parcelle nue		Semis - Levée		3 feuilles
Colza		Tallage		Epilaison		Maturité		Parcelle nue		Semis - Levée		3 feuilles
Orge		Tallage		Epilaison		Maturité		Parcelle nue		Semis - Levée		3 feuilles
Tournesol		Parcelle nue		Semis		Tallage		Maturité		Parcelle nue		
Maïs semence		Parcelle nue		Semis		Tallage		Maturité		Parcelle nue		
Gel								Parcelle nue				
Prairie temporaire	Repos				Pousse					Levée		Repos
Prairie permanente	Repos					Pousse						Repos
Estive		Rien					Paturage					Rien
Salade	Rien			Culture				Rien		Culture		
Asperge		Repos			Récolte					Repos		
Melon		Rien			Plantation		Croissance	Récolte			Rien	
Courgette		Rien			Plantation		Croissance	Fin récolte			Rien	
Tomate		Rien			Plantation		Début récolte		Fin récolte		Rien	
Pomme de terre	Rien		Plantation			Croissance		Récolte			Rien	

FIGURE D.1 – Calendriers culturels retenus pour l'étude

TABLE D.6 – Données agro-économiques relatives à la catégorie arboriculture

Culture	Objet	Valeur	Unité
Abricot	rendement	37	qx/ha
Abricot	prix de vente	70	€/ql
Abricot	récolte	491	€/ha
Cerise	rendement	20	qx/ha
Cerise	prix de vente	160	€/ql
Cerise	récolte	2330	€/ha
Cerise	replantation	13720	€/ha
Pêche	rendement	100	qx/ha
Pêche	prix de vente	80	€/ql
Pêche	récolte	1710	€/ha
Pomme	rendement	400	qx/ha
Pomme	prix de vente	36	€/ql
Pomme	récolte	3420	€/ha
Olivier	rendement	16	qx/ha
Olivier	prix de vente	130	€/ql
Olivier	récolte	994	€/ha

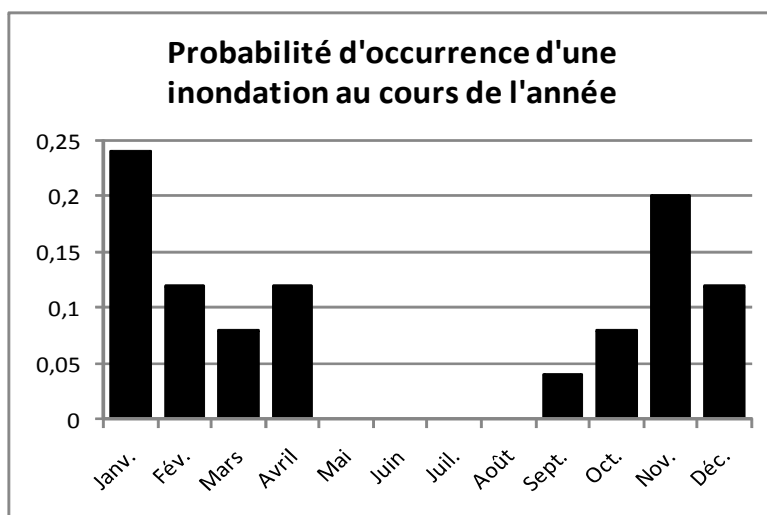


FIGURE D.2 – Probabilité d'occurrence d'une inondation au cours de l'année

TABLE D.7 – Données agro-économiques relatives aux grandes cultures

Culture	Objet	Valeur	Unité
Blé dur	rendement	35	qx/ha
Blé dur	rendement semis décembre	25	qx/ha
Blé dur	prix de vente	20	€/ql
Blé dur	fraise de semis	350	€/ha
Blé dur	frais de sur-semis	150	€/ha
Blé dur	récolte	140	€/ha
Tournesol	rendement	20	qx/ha
Tournesol	rendement semis juin	14	qx/ha
Tournesol	prix de vente	28	€/ql
Tournesol	frais de semis	200	€/ha
Blé tendre	rendement	37	qx/ha
Blé tendre	prix de vente	16	€/ql
Blé tendre	frais de semis	300	€/ha
Blé tendre	frais de sur-semis	150	€/ha
Colza	rendement	20	qx/ha
Colza	prix de vente	28	€/ql
Colza	frais de semis	300	€/ha
Maïs semence	rendement	38	qx/ha
Maïs semence	rendement semis juin	25	qx/ha
Maïs semence	prix de vente	90	€/ql
Maïs semence	frais de semis	600	€/ha
Orge	rendement	42	qx/ha
Orge	prix de vente	18	€/ql
Orge	frais de semis	300	€/ha

TABLE D.8 – Données agro-économiques relatives aux légumes

Culture	Objet	Valeur	Unité
Salade	rendement	44000	pieds/ha
Salade	prix de vente	0,3	€/pieds
Salade	plantation	2500	€/ha
Asperge	rendement	3500	kg/ha
Asperge	prix de vente	2,5	€/kg
Melon	rendement	15000	kg/ha
Melon	prix de vente	0,6	€/kg
Melon	plantation	1300	€/ha
Melon	récolte	6000	€/ha
Courgette	rendement	24500	kg/ha
Courgette	prix de vente	0,53	€/kg
Courgette	plantation	1150	€/ha
Courgette	récolte	6000	€/ha
Tomate	rendement	54700	kg/ha
Tomate	prix de vente	0,7	€/kg
Tomate	plantation	1200	€/ha
Tomate	récolte	3000	€/ha
Pommes de terre	rendement	25000	kg/ha
Pommes de terre	prix de vente	0,25	€/kg
Pommes de terre	plantation	1200	€/ha
Pommes de terre	récolte	2500	€/ha

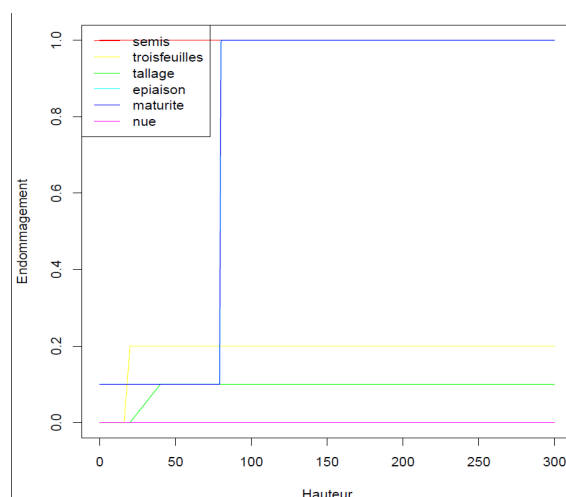


FIGURE D.3 – Courbes d’endommagement d’une culture de blé dur selon son stade et la hauteur d’eau

- les baisses de rendement ;
- les conséquences en terme de poursuite et/ou de ressemis pour les cultures annuelles ;
- les variations de charges ;

Les composantes des dommages sont décrites pour chaque catégorie de cultures (grandes cultures, vignes, arboriculture, légumes, et prairies) et la méthodologie de construction des courbes de dommages est détaillée pour les grandes cultures uniquement à titre d’exemple. Le paramètre durée de submersion étant fixé à 4 jours pour cette étude, mais les fonctions initiales étant construites pour une gamme de durées variables, les endommagements prennent parfois des valeurs non rondes.

Grandes cultures

Variation de rendement Les grandes cultures d’hiver et de printemps ont été distinguées. Pour les **grandes cultures d’hiver**, le blé dur a servi de modèle, les mêmes baisses de rendement ont été appliquées pour les autres cultures d’hiver : blé tendre, colza et orge. Les baisses de rendement pour un blé dur subissant une inondation, en fonction de la hauteur d’eau et du stade de la culture sont représentées sur la figure D.3. Les graphiques représentant les endommagements en fonctions de la hauteur et du stade physiologique étant tous du même modèle, cette première illustration est décrite et sert d’exemple pour les autres. Au stade semis, les graines sont facilement emportées par l’eau et les pertes sont donc totales dès qu’il y a une inondation. Au stade 3 feuilles, les pertes existent lorsque la plante est entièrement sous l’eau, c’est-à-dire avec plus de 10 centimètres d’eau. Au stade tallage, les pertes augmentent avec la proportion de la plante submergée. Aux stades épiaison et maturité, si l’épi est au contact de l’eau (à partir de 80 cm) il germe rapidement et la production devient non commercialisable, en dessous des pertes peuvent être causées par une légère asphyxie racinaire. Lorsque la culture n’est pas en place, l’inondation ne causera aucune perte.

Pour les **grandes cultures de printemps**, le tournesol a été pris comme modèle : le même endommagement a été appliqué pour la culture de maïs semence. La culture de tournesol est plus sensible que le blé dur au stade tallage mais le risque de germination est inférieur au stade maturité d’où des baisses de rendement plus faibles. Les pertes prévues correspondent principalement à des effets de l’asphyxie racinaire. Les baisses de rendement causées par une inondation de 4 jours sur une culture de tournesol sont indiquées dans le tableau D.9.

TABLE D.9 – Endommagement d’une culture de tournesol selon son stade physiologique et la hauteur d’eau

Hauteur d’eau	Semis	3 feuilles	Maturité	Parcelle nue
0 - 50 cm	100 %	20 %	10 %	0 %
50 - 100 cm	100 %	30 %	10 %	0 %
100 - 300 cm	100 %	30 %	20 %	0 %

Poursuite / Ressemis Lorsque les pertes de rendement attendues sont inférieures à 30 %, la culture touchée est poursuivie normalement. Lorsque les pertes sont supérieures, la stratégie adoptée dépend de la date de l’inondation :

- si l’inondation a lieu avant la fin du créneau de semis normal (fin novembre pour le blé dur, fin mai pour les cultures de printemps), la même culture peut être ressemée sans incidence sur le rendement ;
- si l’inondation a lieu après le créneau de semis normal mais avant la fin du créneau de semis étendu (janvier pour les cultures d’hiver, fin juin pour les cultures de printemps), la même culture peut également être ressemée mais un rendement diminué de 30 % sera alors obtenu ;
- pour les cultures d’hiver, si l’inondation a lieu avant fin mai, une culture de printemps peut être implantée en remplacement (tournesol dans la zone d’étude) ;
- enfin si l’inondation a lieu après ces périodes, la culture touchée est poursuivie jusqu’à sa récolte quelques soient les pertes.

Variation de charges L’itinéraire cultural lorsque la culture inondée est poursuivie ne varie pas. Les seules variations de charges sont donc celles liées au ressemis de la culture ou au semis d’une nouvelle culture (semences et frais de semis).

Construction de la courbe de dommage Le croisement des fonctions d’endommagement avec les caractéristiques agro-économiques des cultures permet dans un premier temps d’obtenir des fonctions de dommages fonctions du stade des cultures et de la hauteur d’eau (figure D.4). Les dommages correspondent à la baisse de produit sur la récolte finale (produit de la perte de rendement et du prix de vente) plus les variations de charges.

Dans un second temps, le croisement du calendrier cultural avec la courbe de probabilité des inondations sur l’année permet d’obtenir la probabilité de survenue d’une inondation à chaque stade cultural (figure D.5), et ainsi après avoir réalisé la somme pondérée par les probabilités de ces fonctions intermédiaires, d’obtenir une unique courbe de dommages fonction uniquement de la hauteur d’eau (figure D.6 pour le blé dur). Les même méthodologie est employée pour réaliser les courbes de dommages de chaque grande culture (figure D.7).

Vigne

Pertes de matériel végétal Pour les cultures pérennes les effets d’une inondation sur le matériel végétal sont sources de dommages supplémentaires. Pendant le repos végétatif, la vigne peut supporter des durées d’inondation longues et il n’y a donc pas de perte avec 4 jours d’inondation. Entre le débourrement et la véraison, il n’y a pas non plus de dommages au matériel végétal avec 4 jours d’inondation. A maturité et pendant les vendanges, des pertes de ceps par asphyxie racinaire et foliaire peuvent apparaître à partir de 50 cm d’eau et sont de 100% à 125 cm d’eau, avec une progressivité entre ces deux seuils.

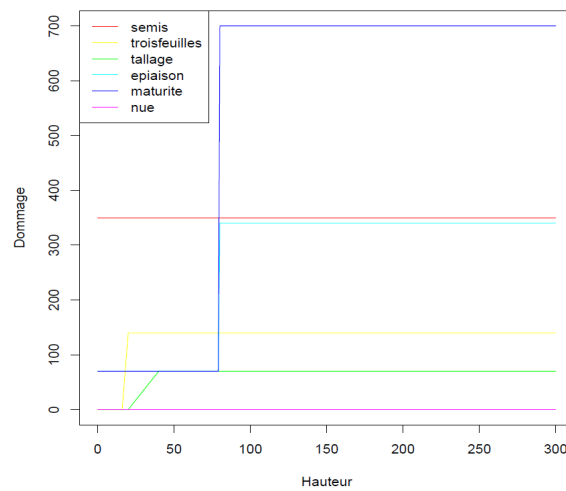


FIGURE D.4 – Courbes de dommage (en €) du blé dur selon le stade culturel et la hauteur d'eau

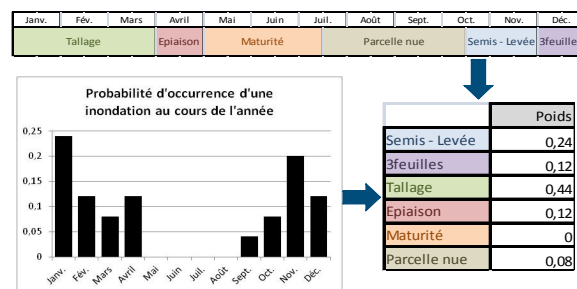


FIGURE D.5 – Exemple de croisement du calendrier culturel avec la probabilité d'occurrence d'une inondation sur l'année pour le blé dur

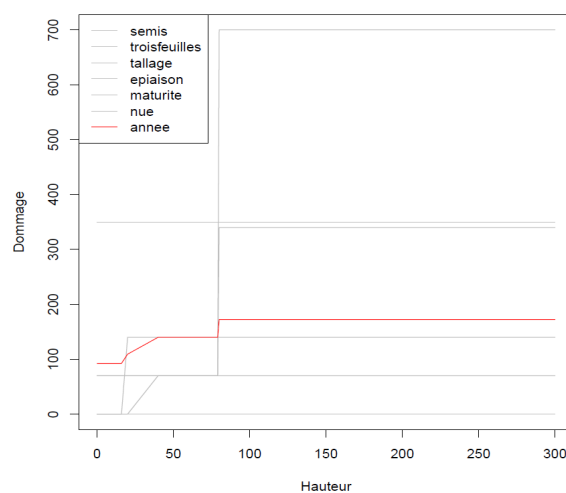


FIGURE D.6 – Courbe de dommage pour l'année du blé dur

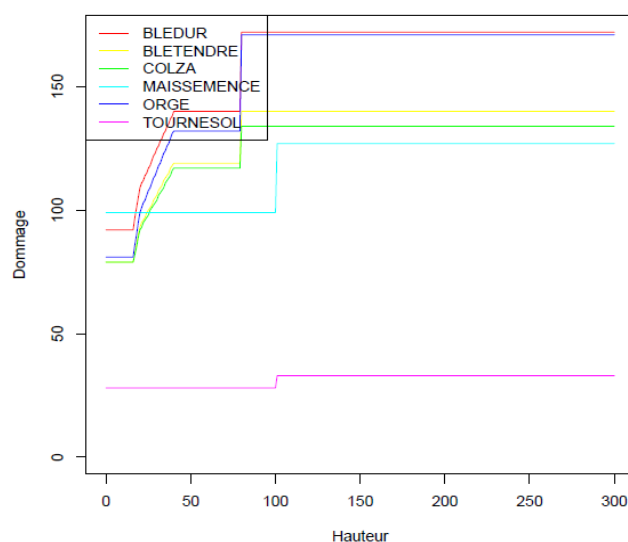


FIGURE D.7 – Courbes de dommage (en €) des grandes cultures

En cas de mortalité de ceps, les stratégies de replantation adoptées par les agriculteurs sont modélisées en fonction du pourcentage de ceps perdus. En deçà de 10% de ceps manquants, on considère que l'exploitant ne les replante pas. Au delà, de 40%, on fait l'hypothèse qu'il replante toute la parcelle. Entre ces deux seuils, seuls les ceps manquants sont remplacés. En plus des coûts de replantation, les dommages liés au matériel végétal incluent une perte de rendement pendant 3 ans avant l'entrée en production des nouveaux ceps plantés, ou lorsqu'il n'y a pas replantation, une perte de rendement jusqu'à la fin de vie de la parcelle. La durée de vie d'une vigne étant d'environ 40 ans, on a considéré que la moyenne d'âge des vignes étaient 20 ans.

Lorsque les dommages s'étalent sur plusieurs années, une actualisation avec un taux de 4% a été appliquée.

Variations de rendement Pendant le repos végétatif, 4 jours d'inondation n'ont pas d'effet sur le rendement. Pendant le débourrement, les pertes sont liées à l'asphyxie foliaire et elles sont progressives avec la proportion de feuillage sous l'eau. Pendant la croissance, les effets de l'asphyxie foliaire sont les mêmes, et un un risque de développement de maladie s'ajoute. A maturité, les pertes rapides et dues à l'éclatement des baies. Enfin, pendant les vendanges, toute la récolte est perdue en cas d'inondation (du fait de plusieurs effets : éclatement, pourriture, sur-maturité). Ces variations de rendement en cas d'inondation sont illustrées en figure D.8.

Variations de charges Quelque soit la période à laquelle a lieu l'inondation, des charges de remise en état doivent être engagées par les agriculteurs pour le nettoyage des parcelles et les réparations de palissage.

De plus, si l'inondation a lieu pendant le stade croissance, on fait l'hypothèse que 2 traitements fongicides supplémentaires doivent être faits. Au stade maturité, un seul traitement supplémentaire peut être effectué.

Enfin, si l'inondation a lieu à la période de vendange, la récolte doit être réalisée manuellement ce qui entraîne des surcoûts.

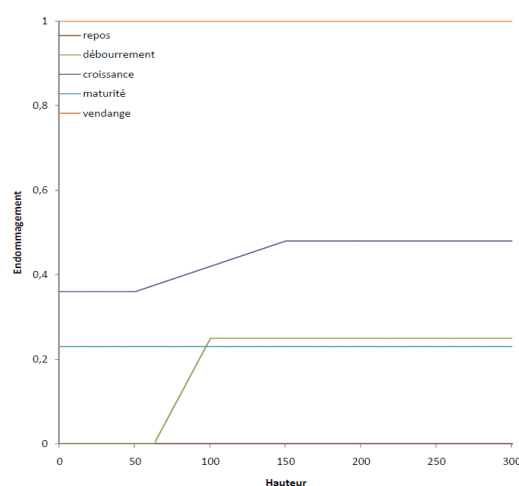


FIGURE D.8 – Courbes d'endommagement du rendement de la vigne selon son stade physiologique et la hauteur d'eau

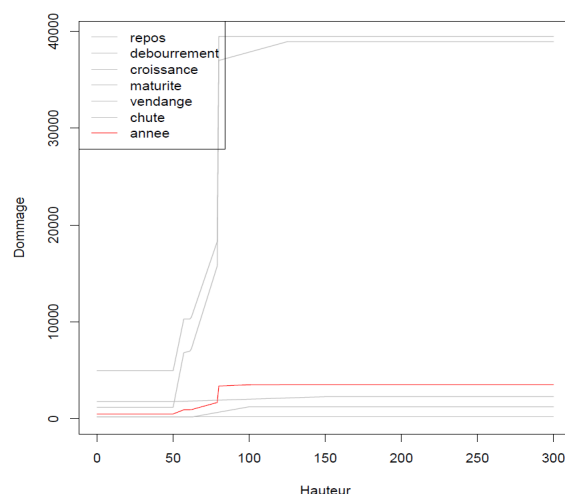


FIGURE D.9 – Courbe de dommage (en €) de la vigne

Ajustements Aux stades maturité et vendange, l'hypothèse de replantation des ceps à partir de 10% de manquants en ne prenant en compte dans la variation de charges que les frais de replantation est à l'origine d'un défaut dans la courbe de dommage. Les dommages modélisés diminuent lorsque l'exploitant commence à replanter les ceps perdus car les frais de replantation sont inférieurs aux pertes de récolte cumulées sur 20 ans, ceci jusqu'à ce qu'il y ait 15% de ceps perdus (soit entre 58 et 61 cm). Pour corriger cette variation due au fait que d'autres conséquences annexes ne sont pas intégrées au calcul, les dommages ont été considérés comme égaux au montant à 58 cm jusqu'à 61 cm.

Courbes de dommages De la même façon que pour les grandes cultures, la courbe de dommages pour la vigne (figure D.9) est construite en additionnant les différents types de dommages pour chaque stade cultural, puis en appliquant les probabilités de survenue des inondations sur l'année.

TABLE D.10 – Baisses de rendement liées à une inondation pour les abricotiers et les cerisiers selon le stade cultural

Hauteur d'eau	Repos	Croissance	Maturité
0 - 80 cm	0 %	0 %	0 %
80 - 150 cm	0 %	Pertes progressives avec la hauteur	Pertes progressives avec la hauteur
150 - 300 cm	0 %	50 %	60 %

TABLE D.11 – Baisses de rendement liées à une inondation pour les pêchers selon le stade cultural

Hauteur d'eau	Repos	Croissance	Maturité
0 - 80 cm	0 %	0 %	0 %
80 - 150 cm	0 %	Pertes progressives avec la hauteur	Pertes progressives avec la hauteur
150 - 300 cm	0 %	10 %	20 %

Arboriculture

Pertes de matériel végétal Les vergers d'abricotiers, de pêchers et de pommiers ne subissent pas de perte de matériel végétal avec une inondation de 4 jours. Les cerisiers peuvent être asphyxiés partiellement pendant leur période végétative : en 4 jours, on fait l'hypothèse de 20 % d'arbres morts. En l'absence de replantation des arbres, on fait l'hypothèse d'une perte de récolte correspondante jusqu'à la fin de vie du verger. La durée de vie d'un verger étant d'environ 20 ans, les pertes de récolte seront cumulées pendant 10 ans (avec une actualisation de 4% par an).

Variations de rendement Les baisses de rendement subies par les cultures arboricoles sont résumés dans les tableaux D.10, D.11, et D.12. En l'absence de fonction spécifiques aux oliviers, les mêmes endommagements que pour les pommiers ont été considérés.

Variations de charges Pour l'arboriculture, il n'y a pas de variation de charges prévues.

Courbes de dommages Après pondération des dommages selon les probabilités d'occurrence d'une inondation au cours des stades des cultures, des courbes de dommage par culture ont été calculées. En appliquant les proportions établie pour chaque culture dans la catégorie arboriculture, une courbe pour la catégorie est également construite (figure D.10).

Légumes

Variations de rendement et possibilité de replanter

TABLE D.12 – Baisses de rendement liées à une inondation pour les pommiers selon le stade cultural

Hauteur d'eau	Repos	Croissance	Maturité
0 - 80 cm	0 %	0 %	0 %
80 - 150 cm	0 %	Pertes progressives avec la hauteur	Pertes progressives avec la hauteur
150 - 300 cm	0 %	20 %	30 %

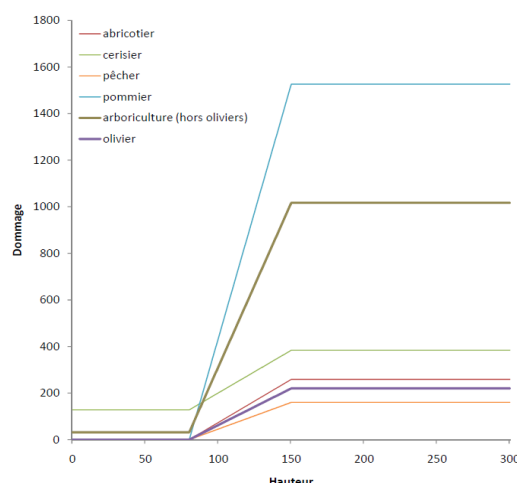


FIGURE D.10 – Courbes de dommages pour l'arboriculture et les oliviers

Salade Lorsqu'il y a inondation, même très courte, les salades sont considérées incommercialisables car généralement souillées par la boue pouvant être apportée avec l'eau, et ce dès leur plantation et jusqu'à leur récolte. Comme leur cycle est court, l'hypothèse est faite que des salades peuvent être replantées pendant tout leur cycle.

Tomate Au stade plantation, les tomates sont considérées entièrement perdues mais l'agriculteur a la possibilité de replanter ses planches. Pendant leur croissance, jusqu'à 10 cm d'eau, on fait l'hypothèse qu'il n'y a pas de perte (car pas de fruit touché) puis au delà de 50 cm qu'il y a 100% de perte (tous les fruits touchés par l'eau). Entre les deux seuils, les pertes sont progressives.

Melon et Courgette Au stade plantation, les courgettes et les melons sont considérés entièrement perdus mais l'agriculteur a la possibilité de replanter ses planches. Pendant leur croissance, une inondation de 4 jours cause la perte de toute la récolte. Pendant la période de récolte, on considère qu'une partie des légumes ont déjà été récoltés et que l'agriculteur perd donc seulement 50% de sa récolte.

Pomme de terre Au stade plantation, les pommes de terre sont considérées entièrement perdues mais l'agriculteur a la possibilité de replanter ses planches. Pendant leur croissance, une inondation de 4 jours cause une baisse de rendement de 20%. Pendant la période de récolte, on considère qu'une partie des légumes ont déjà été récoltés et que l'agriculteur perd donc seulement 10% de sa récolte.

Asperge Une inondation de 4 jours ne cause pas de perte de racines. Pendant le repos, les pertes de rendement sont donc nulles. Sinon, les pertes sont de 20% dès qu'il y a inondation.

Précision sur les possibilités de replanter L'agriculteur peut replanter la même culture uniquement si l'inondation a lieu pendant le créneau de plantation soit peu de temps après l'implantation de la culture initiale. En dehors de ce créneau, l'hypothèse est faite que l'agriculteur ne plante pas une culture différente pour ne pas perturber le calendrier de son exploitation.

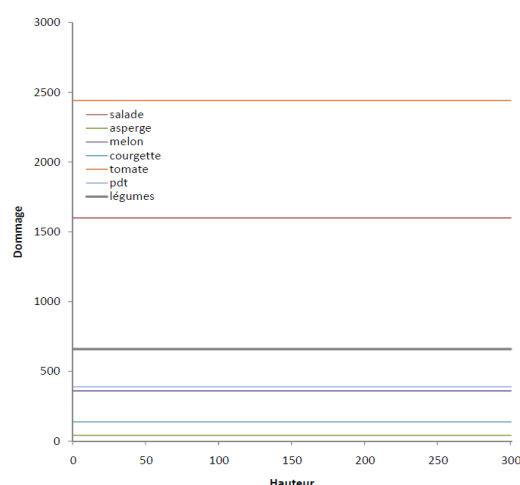


FIGURE D.11 – Courbes de dommage (en €) pour les cultures légumières

Variations de charges Lorsqu'il y a replantation, les frais liés doivent être réengagés.

Si l'inondation a lieu alors que la récolte n'a pas commencé et qu'il y a 100% de perte, les frais de récolte sont économisés. Si l'inondation a lieu alors que la récolte a débuté, les frais de récolte ne sont pas économisés.

Courbes de dommage Les courbes de dommages de chaque culture légumière considérée sont calculées selon la même méthodologie que pour les autres types de cultures. Une courbe pour la catégorie « légumes » est également construite grâce aux proportions établies (figure D.11).

Prairies et pâturages

La flore des prairies temporaires ou permanentes est considérée comme relativement résistante. En dehors de la période de semis pour les prairies temporaires, l'hypothèse est faite qu'il n'y a pas de perte de production.

Prairies temporaires Pour les prairies temporaires, si l'inondation a lieu peu de temps après le semis, les dommages comprennent les charges de semis nécessaires pour ressemer la prairie. Pendant le repos hivernale et la pousse, il n'y a pas de dommage, le fourrage peut être fauché normalement.

Prairies permanentes et estives Pour les prairies permanentes et les pâturages, les dommages considérés comprennent un nettoyage et une remise en état des clôtures partiellement dégradées, plus si l'inondation a lieu pendant la période habituelle de pâturage, le remplacement de la production habituellement pâturée par un fourrage équivalent pendant 1 mois. En effet, l'hypothèse est faite que ce mois correspond au temps nécessaire à l'agriculteur pour retrouver d'autres prairies et pendant lequel les animaux sont gardés en bâtiment. Si l'inondation a lieu pendant l'hiver, seule la remise en état est comprise dans le dommage.

Des courbes de dommages pour chacun de ces type de prairie sont construites (figure D.12).

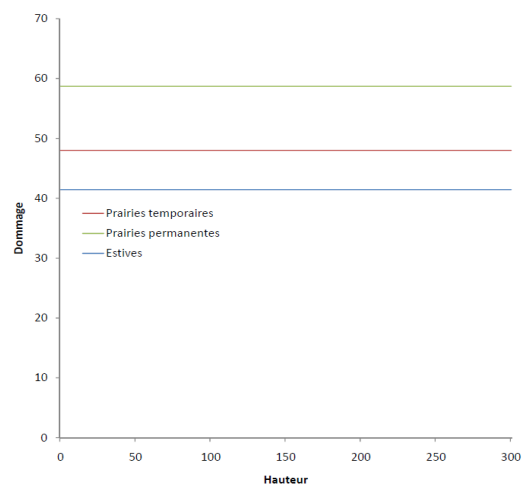


FIGURE D.12 – Courbes de dommages (en €) pour les prairies et les pâturages

D.2 Projets sur le ressuyage des plaines inondables du territoire du SMABVGR : Fonctions pour le calcul des dommages des inondations sur l'agriculture

SMABVGR : Projets sur l'étude du fonctionnement du ressuyage des plaines de l'Abbaye à Villeneuve-les-Avignon et de Montfaucon Sauveterre-Roquemaure.

Travaux IRSTEA

D.2.1 Contexte de la collaboration SMABVGR - Irstea

Dans le cadre du groupe de travail Analyse Coût-Bénéfice pour les inondations, coordonné par le SEEID (Service de l'économie de l'évaluation et de l'intégration du développement durable / Commissariat Général au Développement Durable / Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie), l'UMR G-Eau (Irstea) travaille à l'élaboration d'une méthodologie d'évaluation économique des dommages causés par les inondations sur les activités agricoles.

Le SMABVGR (Syndicat Mixte d'Aménagement du Bassin Versant du Gard Rhodanien) souhaite réaliser les analyses coût-bénéfice d'actions permettant de réduire le risque d'inondation sur plusieurs plaines alluviales. L'agriculture occupant une place importante sur ces territoires, le SMABVGR souhaite disposer de fonctions de dommages adaptées aux cultures agricoles présentes.

Pour cela, Irstea a fourni au SMABVGR les fonctions de dommages élaborées par ses soins afin de les tester dans les ACB prévues. L'objectif de cette collaboration est double :

- permettre au SMABVGR de réaliser les ACB prévues grâce à des courbes adaptées aux territoires et aux types d'inondations concernés par les études
- permettre à Irstea d'obtenir en retour, des informations sur l'utilisabilité des fonctions de dommages et la cohérence des résultats obtenus en les appliquant sur les terrains d'étude.

D.2.2 Modalités d'utilisation des fonctions de dommages

Description générale des fonctions de dommages

Les fonctions de dommages pour 22 cultures agricoles différentes ont été fournies. Il s'agit de :

- quatre types de prairies : prairies de graminées ou luzernières, nouvellement semées ou déjà installées ;
- cinq types de vergers : abricotiers, pommiers, pêchers, cerisiers, poiriers ;
- deux types de grandes cultures : blé dur, tournesol ;
- deux types de vignes : conduites manuellement ou mécanisées ;
- plusieurs cultures maraîchères : asperge, carotte, courgette, melon, oignon, pomme de terre, tomate sous serre ou de plein champ, salade.

Des parcelles d'oliviers et de kiwis sont présentes sur les zones d'étude. Toutefois, nous ne disposons pas de suffisamment d'éléments sur ces cultures pour proposer une fonction adaptée.

Dans ces fonctions, les dommages sont exprimés en euros par hectare, en fonction de quatre paramètres de l'aléa d'inondation :

- la durée d'inondation (hors durée de ressuyage) en jours ;
- la hauteur d'eau en centimètres ;
- la vitesse de courant selon une échelle qualitative (1=vitesse faible, 2=vitesse moyenne, 3=vitesse forte) ;
- la date d'occurrence exprimée par le numéro de la semaine.

Attention : Dans les fonctions fournies, les dommages potentiels sont exprimés pour des combinaisons de paramètres de l'aléa fixes et non pour des plages de valeurs des paramètres. Pour utiliser ces fonctions avec un modèle hydraulique fournissant des paramètres d'aléa exprimés en classes, des ajustements devront être faits. Irstea pourra fournir une méthodologie pour réaliser ces ajustements, une fois que la forme des sorties du modèle hydraulique d'inondation sera connue par le SMABVGR.

Les fonctions de dommages fournissent les dommages potentiels pour les parcelles agricoles touchées par une inondation. Les dommages aux bâtiments agricoles et leur contenu et aux animaux ne sont pas estimés. Les parcelles agricoles sont découpées en plusieurs composantes, prises en compte dans nos fonctions lorsqu'elles sont présentes pour une culture : la culture elle-même (récolte annuelle et matériel végétal pérenne le cas échéant), le sol de la parcelle, et l'équipement présent sur la parcelle. Les fonctions de dommages proposées fournissent les dommages potentiels totaux ainsi qu'une décomposition de ces dommages selon les composantes citées.

Les dommages supportés par les parcelles sont entendus comme les pertes de valeur ajoutée sur la saison d'occurrence de la crue et la durée de la dégradation éventuelle de composantes de la parcelle, plus la somme de l'effort requis pour une remise en état des composantes prises en compte. Les effets indirects des inondations et les interactions plus fines, qui ne peuvent être détectées qu'à l'échelle de l'exploitation agricole et pouvant avoir des effets à moyen et long termes sur l'activité (effets induits), ne sont pas intégrés.

La valeur ajoutée est définie comme la différence entre les produits bruts élémentaires et les consommations intermédiaires pouvant être affectées à une production. Le produit à l'hectare d'une culture correspond au rendement à l'hectare multiplié par le prix unitaire de vente des produits. Les consommations intermédiaires, sont entendues comme les dépenses pouvant être attribuées à l'acte de production. Elles comprennent les semences, engrais, produits phytosanitaires, aliments, coûts de motorisation (carburant, huile) et d'entretien du matériel, la main d'œuvre saisonnière. Les variations sont envisagées par rapport à un cycle standard ou moyen de production.

Détail des dommages pris en compte

Les dommages pris en compte pour chacune des composantes des parcelles agricoles sont détaillés ci-dessous.

Dommages aux cultures

Dommages au matériel végétal Les cultures concernées sont : les vignes, les vergers, les prairies pluriannuelles, et les asperges.

Certaines conditions d'aléa (vitesse importante ou durée de submersion longue), peuvent causer des pertes définitives de plantes pérennes (arrachées ou mortes par asphyxie racinaire). Nous avons défini trois scénarios de comportement des agriculteurs en fonction du pourcentage de plants perdus par unité de surface soumise à un aléa homogène :

- en dessous d'un certain endommagement attendu, les plants perdus ne sont pas remplacés (stratégie 1) : ce seuil est de 10 % pour les vignes et 15 % pour les vergers ;
- au dessus de ce premier seuil d'endommagement et avant un deuxième seuil, l'exploitant replante uniquement les plants perdus (stratégie 2) : ce deuxième seuil est de 30 % pour les vignes et 25 % pour les vergers ;
- au dessus du deuxième seuil d'endommagement, l'exploitant choisi d'arracher l'ensemble des plants et de tout replanter (stratégie 3) : pour les prairies et les asperges seule cette stratégie est prévue avec un seuil de 100 % d'endommagement pour les prairies et 30 % pour les asperges.

La perte de matériel végétal génère alors les dommages suivant :

- une variation de produit comprenant une baisse de récolte l'année de l'inondation (stratégies 1, 2 et 3), plus une perte de produit temporaire le temps de l'entrée en production des nouveaux plants (stratégies 2 et 3) ou une baisse de production sur le reste de la durée de vie de la culture (stratégie 1) ;
- une variation de consommations intermédiaires incluant des économies de consommations intermédiaires sur les opérations de récolte de façon temporaire (stratégie 2 et 3) ou définitive (stratégie 1), plus des économies de consommations intermédiaires sur les opérations de taille de façon définitive (stratégie 1). Cette hypothèse a été retenue car le temps consacré à ces deux opérations est lié à la proportion de ceps vivants, et la taille doit être réalisée sur les ceps nouvellement plantés comme sur les autres. Les autres opérations sont soit liées à la surface exploitée et ne varient donc pas même s'il y a eu des pertes partielles de matériel végétal, soit sont réalisées de la même manière sur les plants replantés ;
- des dépenses supplémentaires exceptionnelles comprenant le coût d'arrachage des plants morts, de replantation puis d'entretien des nouveaux plants pendant plusieurs années (stratégie 2 et 3).

Pour le calcul des dommages liés aux conséquences générées tous les ans de façon définitive, l'âge moyen du matériel végétal doit être connu. En l'absence d'information sur l'âge moyen du matériel végétal, l'hypothèse de cultures pérennes ayant en moyenne atteint la moitié de leur durée d'amortissement est faite.

L'année de l'inondation, le rendement est donc impacté par la perte de matériel végétal. En cas de décision prise de replanter toute une parcelle, l'hypothèse est faite que la replantation a lieu pendant le repos végétatif et que la récolte est réalisée avant l'arrachage même en cas de perte de matériel végétal importante.

Lorsque la récolte est réalisée manuellement, les charges liées sont proportionnelles au rendement de la culture. Lorsque la récolte est réalisée mécaniquement, il est considéré que les charges de récolte sont proportionnelles à la proportion de matériel végétal vivant.

Domage à la récolte Les dommages aux cultures considérés sont les baisses de produit et les variations de consommations intermédiaires, pendant la saison d'occurrence de l'inondation et les saisons suivantes éventuellement.

Variation de produit

Les inondations peuvent occasionner des pertes de récoltes lorsque la culture est déjà en place au moment de l'inondation. Les pertes de récoltes dépendent principalement de la sensibilité de la plante au stade où survient l'inondation, de la durée de submersion, et de la hauteur d'eau (effet du contact de l'eau avec les fruits ou les graines). Le courant peut également causer des dommages aux récoltes en arrachant des plantes annuelles.

Pour les cultures pérennes, les dommages à la récolte correspondent à la baisse de rendement non liée à l'endommagement du matériel végétal. Ces pertes sont ensuite combinées avec les baisses de rendement liées à la perte définitive de matériel végétal pour obtenir les pertes de rendement totales.

Les dommages aux prairies sont calculés comme si tout le fourrage produit était vendu. Comme précisé dans la description générale des fonctions les éventuels effets induits sur une exploitation si le fourrage est auto-consommé ne sont pas pris en compte.

Variation de consommations intermédiaires

Les consommations intermédiaires considérées correspondent aux opérations menées par les agriculteurs dans le cadre de l'itinéraire technique habituel. Les charges supplémentaires liées à la remise en état des parcelles sont intégrées dans les dommages au sol.

Une inondation peut générer des économies de charges sur les opérations non encore réalisées, ou une augmentation de charges lorsque des opérations supplémentaires doivent être réalisées pour conserver la culture. Voici les principales variations prises en compte ou non dans nos calculs de dommages :

- Dans quelques cas, un ou plusieurs traitements préventifs contre le développement de certaines maladies favorisées par l'humidité peuvent être réalisés.
- Pour les grandes cultures, les charges non encore engagées ne varieront pas de façon proportionnelle avec la baisse de rendement. En effet, si la culture est poursuivie normalement, la plupart des opérations devront être réalisées sur la même superficie qu'habituellement (traitement phytosanitaire, travail du sol, etc.).
- Dans le cas de la viticulture et de l'arboriculture où l'organisation de la récolte est complexe (location de matériel, recrutement d'ouvriers agricoles, etc.), il est fait l'hypothèse que la récolte n'est faite que si les pertes totales de rendement sont inférieures à 90 %.
- Dans le cas du maraîchage où les récoltes s'effectuent manuellement, et le cas des cultures pérennes récoltées manuellement, les charges de récolte sont proportionnelles au rendement non impacté. Des économies sont donc réalisées s'il y a des baisses de rendement liées à l'inondation.
- Dans le cas des vignes, si la vendange s'effectue habituellement mécaniquement mais qu'une survenue cette période empêchant les machines d'entrer dans les parcelles, elle pourra être réalisée manuellement.
- Dans le cas d'une culture annuelle, si la culture inondée est abandonnée, l'exploitant ne continuera pas son itinéraire technique et économisera donc les consommations intermédiaires qui auraient dû être investies jusqu'à la fin du cycle. Nous considérons dans nos calculs uniquement les variations de charges de récolte qui représente le poste principal de dépense.
- Dans le cas des cultures pérennes, les charges autres que la récolte ne sont pas influencées par la perte de récolte, mais uniquement par les pertes de matériel végétal, car ces opérations doivent être réalisées sur tous les plants vivants pour assurer l'entretien du matériel végétal.

Poursuite et abandon des cultures inondées – Implantation d'une nouvelle culture (cas des cultures annuelles)

Pour les cultures annuelles, les variations de charges dépendent donc grandement du choix de poursuivre ou non la culture, lié principalement aux pertes de rendement subies et à la position dans le cycle. Au delà d'un certain seuil de perte de rendement, l'agriculteur décidera d'abandonner la culture impactée car la récolte réalisée ne lui permettra pas forcément de couvrir ses frais. La décision d'abandonner une culture impactée dépend donc aussi de la date à laquelle survient l'inondation et des charges déjà engagées à ce moment-là. En général, plus l'inondation survient tard dans le cycle, moins l'agriculteur prendra le risque d'abandonner la culture, sachant que la plus grande part des frais ont déjà été engagés.

Lorsqu'une culture annuelle inondée est abandonnée, les agriculteurs peuvent envisager de ressemer la même culture ou de semer une autre culture selon les possibilités offertes par le calendrier. De nouvelles charges seront alors engagées et une nouvelle production pourra être valorisée, modifiant ainsi les dommages initialement prévus. Le fait que les rendements des cultures semées ou plantées tardivement sont généralement moindres par rapport à un rendement normal est pris en compte dans le calcul des dommages. Les principaux postes de charges pour les cultures annuelles étant le semis (ou plantation) et la récolte, le calcul des dommages est ici simplifié en ne considérant que ces deux postes de dépenses lors qu'une nouvelle culture est implantée.

Le cas échéant, l'hypothèse est faite que les agriculteurs ne modifient leur assolement que l'année de survenue de l'inondation et qu'il n'y a pas de répercussion les années suivantes.

Dommmages à l'équipement présent dans les parcelles Les équipements présents dans les parcelles concernés selon les cultures sont :

- le matériel d'irrigation ;
- les clôtures ;
- le palissage ;
- les serres.

Les dégâts aux équipements dans les parcelles dépendent principalement de la vitesse du courant qui peut causer leur arrachage. Les dommages correspondent alors à la remise en état ou au remplacement de ces équipements. Certaines opérations sont comprises dans les charges liées à la réimplantation d'une culture ou au nettoyage d'une parcelle. Pour les autres opérations de réparation, leur coût est fourni en se basant sur le nombre d'heures par hectare nécessaire à leur réalisation. Ainsi :

- Les tuyaux d'irrigation en maraîchage peuvent être déplacés par le courant, la culture est alors également détruite. Comme ils ne sont généralement pas endommagés, ils sont remis en place en même temps que la nouvelle culture, et ce coût est compris dans les charges de plantation.
- Les clôtures de prairies peuvent être abîmées lors d'une inondation, de nombreux déchets se coincent également dedans. Leur nettoyage et les petites réparations à effectuer nécessitent en moyenne 1 jour de travail par hectare, sans inclure le coût du matériel.
- Le palissage est complètement arraché avec un même niveau de courant (courant fort) que les cep de vigne ou les arbres eux-mêmes et son remplacement est donc inclus aux frais de replantation. Avec un courant moyen qui endommage plus faiblement le palissage, sa remise en état nécessite entre 20 h/ha et 40 h/ha, hors coût de matériel.
- Les serres peuvent être impactées lorsque le courant est fort. En-deçà, les dégâts seront négligeables. En l'absence de coûts de réparations, ces coûts de reconstruction ne sont pas intégrés au calcul des dommages pour le moment.

Dommmages au sol Les sols des parcelles peuvent subir des dégâts du fait d'une inondation. Leur remise en état peut consister en des opérations mécaniques (nettoyage, labour, nivellement, apport de terre en cas d'érosion) ou l'apport d'amendement (matière organique, gypse) selon les dégâts causés par l'aléa. Les dommages comprennent la réalisation de ces opérations : main d'œuvre, carburant, location d'équipement le cas échéant, achat d'amendements.

Les dommages au sol dépendent principalement de la vitesse du courant à l'origine d'érosion forte par exemple ou du dépôt de grandes quantités de débris. Pour le moment, il est fait l'hypothèse que la hauteur d'eau n'intervient pas.

Agrégation par grand type de cultures

Sur les 2 zones d'étude, l'occupation du sol agricole regroupe les cultures maraîchères dans une seule catégorie. Sur la plaine de l'Abbaye, les différents types de vergers ne sont pas non plus distingués. Pour calculer les dommages sur ces zones, il est conseillé de calculer une fonction de dommages moyenne correspondant à la moyenne pondérée par la surface des fonctions de dommages des différentes cultures présentes dans la catégorie d'occupation du sol.

De même sur les parcelles occupées par des grandes cultures, il est probable que les agriculteurs réalisent des rotations culturales d'une année sur l'autre. Pour tenir compte de cette pratique, il est conseillé de calculer une fonction de dommages moyenne, correspondant à la moyenne pondérée par la fréquence de retour des fonctions de dommages des cultures appartenant à la rotation réalisée sur la parcelle.

D.2.3 Méthodologie de construction des fonctions de dommages

Revue bibliographique et Enquêtes auprès d'experts agricoles

Les fonctions de dommages produites ont été construites à partir de fonctions d'endommagement aux cultures (décrivant les pertes de rendement) et de coûts de remise en état reposant sur la littérature existante et les dires d'expert collectés lors d'entretiens.

Croisement avec des données agro-économiques locales

Une fois les fonctions d'endommagement construites, les fonctions de dommages fournies ont été obtenues par croisement avec des données agro-économiques adaptées aux zones d'étude. Il s'agit des calendriers culturaux et des données économiques pour les cultures étudiées : rendement, prix de vente, frais de plantation, frais de récolte, frais de traitement, frais de taille.

Les calendriers culturaux utilisés correspondent aux itinéraires moyens dans le sud-est de la France. Les données économiques sont issues de plusieurs bases de données agricoles pour le département du Gard. Ces sources sont indiquées dans le tableau de données joints avec les fonctions.

Annexe E

Fonctions de dommage nationales

E.1 Données agro-économiques utilisées

Culture	Prix de vente	
	Valeur	Source
Luzerne	13,53 €/ql MS	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 01, 02, 13, 58, 61, 69
Prairie	9,19 €/ql MS	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 01, 02, 13, 40, 58, 69
Luzerne - semis automne	13,53 €/ql MS	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 01, 02, 13, 58, 61, 69
Prairie - semis automne	9,19 €/ql MS	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 01, 02, 13, 40, 58, 69
Blé d'hiver (niv.1)	19,76 €/ql	Bulletin de conjoncture agricole - Agreste (moyenne 2009-2010-2011)
Blé de printemps (niv.1)	19,76 €/ql	Bulletin de conjoncture agricole - Agreste (moyenne 2009-2010-2011)
Colza (niv.1)	38,90 €/ql	Bulletin de conjoncture agricole - Agreste (moyenne 2009-2010-2011)
Tournesol (niv.1)	38,25 €/ql	Bulletin de conjoncture agricole - Agreste (moyenne 2009-2010-2011)
Maïs (niv.1)	17,73 €/ql	Bulletin de conjoncture agricole - Agreste (moyenne 2009-2010-2011)
Maïs ensilage	6,59 €/ql MS	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 01, 02, 13, 29, 40, 58, 61, 69
Vigne	83,00 €/hl	Memento CER LR - donnée validée par experts
Pommier	39,90 €/ql	IPPAP (base 2005) 2009-2010-2011 x prix unitaire 2005 (calculé avec volumes totaux et valeurs totales issus de Les Dossiers Agreste N° 6 - Novembre 2009)
Poirier	74,61 €/ql	IPPAP (base 2005) 2009-2010-2011 x prix unitaire 2005 (calculé avec volumes totaux et valeurs totales issus de Les Dossiers Agreste N° 6 - Novembre 2009)
Prunier	259,26 €/ql	IPPAP (base 2005) 2009-2010-2011 x prix unitaire 2005 (calculé avec volumes totaux et valeurs totales issus de Les Dossiers Agreste N° 6 - Novembre 2009)
Cerisier	242,70 €/ql	IPPAP (base 2005) 2009-2010-2011 x prix unitaire 2005 (calculé avec volumes totaux et valeurs totales issus de Les Dossiers Agreste N° 6 - Novembre 2009)
Pêcher	158,62 €/ql	IPPAP (base 2005) 2009-2010-2011 x prix unitaire 2005 (calculé avec volumes totaux et valeurs totales issus de Les Dossiers Agreste N° 6 - Novembre 2009)
Abricotier	120,46 €/ql	IPPAP (base 2005) 2009-2010-2011 x prix unitaire 2005 (calculé avec volumes totaux et valeurs totales issus de Les Dossiers Agreste N° 6 - Novembre 2009)
Asperge	296,39 €/ql	IPPAP (base 2005) 2009-2010-2011 x prix unitaire 2005 (calculé avec volumes totaux et valeurs totales issus de Les Dossiers Agreste N° 6 - Novembre 2009)
Salade	96,61 €/ql	IPPAP (base 2005) 2009-2010-2011 x prix unitaire 2005 (calculé avec volumes totaux et valeurs totales issus de Les Dossiers Agreste N° 6 - Novembre 2009)
Petit pois	36,81 €/ql	IPPAP (base 2005) 2009-2010-2011 x prix unitaire 2005 (calculé avec volumes totaux et valeurs totales issus de Les Dossiers Agreste N° 6 - Novembre 2009)
Haricot vert	665,03 €/ql	IPPAP (base 2005) 2009-2010-2011 x prix unitaire 2005 (calculé avec volumes totaux et valeurs totales issus de Les Dossiers Agreste N° 6 - Novembre 2009)
Chou-fleur	30,73 €/ql	IPPAP (base 2005) 2009-2010-2011 x prix unitaire 2005 (calculé avec volumes totaux et valeurs totales issus de Les Dossiers Agreste N° 6 - Novembre 2009)
Endive	84,46 €/ql	IPPAP (base 2005) 2009-2010-2011 x prix unitaire 2005 (calculé avec volumes totaux et valeurs totales issus de Les Dossiers Agreste N° 6 - Novembre 2009)
Oignon	84,21 €/ql	IPPAP (base 2005) 2009-2010-2011 x prix unitaire 2005 (calculé avec volumes totaux et valeurs totales issus de Les Dossiers Agreste N° 6 - Novembre 2009)
Carotte	29,40 €/ql	IPPAP (base 2005) 2009-2010-2011 x prix unitaire 2005 (calculé avec volumes totaux et valeurs totales issus de Les Dossiers Agreste N° 6 - Novembre 2009)
Pomme de terre	19,00 €/ql	Bulletin de conjoncture agricole - Agreste (moyenne 2009-2010-2011)
Pomme de terre primeur	33,27 €/ql	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 01, 13, 29, 40, 69, 86
Melon	66,36 €/ql	IPPAP (base 2005) 2009-2010-2011 x prix unitaire 2005 (calculé avec volumes totaux et valeurs totales issus de Les Dossiers Agreste N° 6 - Novembre 2009)
Concombre	92,76 €/ql	IPPAP (base 2005) 2009-2010-2011 x prix unitaire 2005 (calculé avec volumes totaux et valeurs totales issus de Les Dossiers Agreste N° 6 - Novembre 2009)
Concombre sous serre	244,56 €/ql	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 13, 29
Tomate	81,46 €/ql	IPPAP (base 2005) 2009-2010-2011 x prix unitaire 2005 (calculé avec volumes totaux et valeurs totales issus de Les Dossiers Agreste N° 6 - Novembre 2009)
Tomate sous serre	321,50 €/ql	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 13, 29
Aubergine	125,15 €/ql	IPPAP (base 2005) 2009-2010-2011 x prix unitaire 2005 (calculé avec volumes totaux et valeurs totales issus de Les Dossiers Agreste N° 6 - Novembre 2009)
Poivron	124,28 €/ql	IPPAP (base 2005) 2009-2010-2011 x prix unitaire 2005 (calculé avec volumes totaux et valeurs totales issus de Les Dossiers Agreste N° 6 - Novembre 2009)

FIGURE E.1 – Prix de vente

Culture	Récolte	
	Valeur	Source
Luzerne	474 €/ha	Dire d'expert
Prairie	474 €/ha	Dire d'expert
Luzerne - semis automne	474 €/ha	Dire d'expert
Prairie - semis automne	474 €/ha	Dire d'expert
Blé d'hiver (niv.1)	100 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2006 : moyenne des départements 35, 69, 40, 62, 57, 34
Blé de printemps (niv.1)	100 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2006 : moyenne des départements 35, 69, 40, 62, 57, 34
Colza (niv.1)	85 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2006 : moyenne des départements 57, 34
Tournesol (niv.1)	100 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2006 : moyenne des départements 69, 40, 57, 34
Maïs (niv.1)	146 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2006 : moyenne des départements 35, 69, 40, 62, 57, 34
Maïs ensilage	169 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2006 : moyenne des départements 35, 34
Vigne	595 €/ha	Dire d'expert (vendange mécanique)
Pommier	3 850 €/ha	Fiche diversification région LR - donnée validée par experts
Poirier	3 630 €/ha	Fiche diversification région LR - donnée validée par experts
Prunier	2 274 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 02, 13, 69, 86
Cerisier	6 600 €/ha	Fiche diversification région LR - donnée validée par experts
Pêcher	4 015 €/ha	Memento CER LR - donnée validée par experts
Abricotier	4 400 €/ha	Memento CER LR - donnée validée par experts
Asperge	4 010 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2006 : moyenne des départements 69, 40
Salade	2 636 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 01, 13, 69, 86
Petit pois	1 047 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 02, 13, 40, 86
Haricot vert	2 123 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 02, 13, 40, 69, 86
Chou-fleur	1 230 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 13, 69, 86
Endive	600 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 02
Oignon	1 094 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 01, 02, 13, 29, 69, 86
Carotte	1 140 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 01, 02, 13, 29, 40, 69, 86
Pomme de terre	525 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2006 : moyenne des départements 35, 40, 62, 57
Pomme de terre primeur	500 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2006 : moyenne des départements 35, 69, 40, 62
Melon	2 397 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 13, 86
Concombre	2 110 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 13
Concombre sous serre	6 100 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 13, 29
Tomate	3 329 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 01, 13, 69, 86
Tomate sous serre	12 975 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 13, 29
Aubergine	2 500 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 13
Poivron	2 300 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 13

FIGURE E.2 – Frais de récolte

Culture	Semis / Plantation	
	Valeur	Source
Luzerne	250 €/ha	Dire d'expert
Prairie	250 €/ha	Dire d'expert
Luzerne - semis automne	250 €/ha	Dire d'expert
Prairie - semis automne	250 €/ha	Dire d'expert
Blé d'hiver (niv.1)	300 €/ha	Dire d'expert
Blé de printemps (niv.1)	300 €/ha	Dire d'expert
Colza (niv.1)	280 €/ha	Dire d'expert
Tournesol (niv.1)	150 €/ha	Fiche diversification région LR - donnée validée par experts
Maïs (niv.1)	150 €/ha	Dire d'expert
Maïs ensilage	150 €/ha	Dire d'expert
Vigne	26 584 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 13, 69
Pommier	23 287 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 02, 13, 69
Poirier	26 351 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 02, 13
Prunier	16 153 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 13, 69
Cerisier	14 365 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 13, 69
Pêcher	16 400 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 13, 69
Abricotier	12 458 €/ha	Barèmes Calamités Agricoles 2007 : moyenne des départements 13, 69
Asperge	13 000 €/ha	Fiche diversification région LR - donnée validée par experts
Salade	5 013 €/ha	Dire d'expert
Petit pois	2 050 €/ha	Estimation
Haricot vert	2 050 €/ha	Estimation
Chou-fleur	2 050 €/ha	Estimation
Endive	2 050 €/ha	Estimation
Oignon	3 220 €/ha	Dire d'expert
Carotte	2 050 €/ha	Dire d'expert
Pomme de terre	3 703 €/ha	Dire d'expert
Pomme de terre primeur	3 703 €/ha	Estimation
Melon	4 266 €/ha	Dire d'expert
Concombre	8 633 €/ha	Estimation
Concombre sous serre	17 266 €/ha	Estimation
Tomate	13 000 €/ha	Estimation
Tomate sous serre	25 963 €/ha	Dire d'expert
Aubergine	8 633 €/ha	Estimation
Poivron	8 633 €/ha	Estimation

FIGURE E.3 – Frais de semis ou de plantation

Culture	Traitement	
	Valeur	Source
Luzerne	-	
Prairie	-	
Luzerne - semis automne	-	
Prairie - semis automne	-	
Blé d'hiver (niv.1)	-	
Blé de printemps (niv.1)	-	
Colza (niv.1)	-	
Tournesol (niv.1)	-	
Maïs (niv.1)	-	
Maïs ensilage	-	
Vigne	80 €/ha	Rapport Eco-Phyto 2018
Pommier	80 €/ha	idem vigne
Poirier	80 €/ha	idem vigne
Prunier	80 €/ha	idem vigne
Cerisier	80 €/ha	idem vigne
Pêcher	80 €/ha	idem vigne
Abricotier	80 €/ha	idem vigne
Asperge	825 €/ha	Dire d'expert
Salade	1454 €/ha	Dire d'expert
Petit pois	992 €/ha	Estimation
Haricot vert	992 €/ha	Estimation
Chou-fleur	992 €/ha	Estimation
Endive	825 €/ha	Estimation
Oignon	750 €/ha	Dire d'expert
Carotte	1200 €/ha	Dire d'expert
Pomme de terre	1033 €/ha	Dire d'expert
Pomme de terre primeur	1033 €/ha	Estimation
Melon	431 €/ha	Dire d'expert
Concombre	1250 €/ha	Estimation
Concombre sous serre	2583 €/ha	Estimation
Tomate	1250 €/ha	Estimation
Tomate sous serre	2583 €/ha	Dire d'expert
Aubergine	841 €/ha	Estimation
Poivron	841 €/ha	Estimation

FIGURE E.4 – Frais pour un traitement moyen

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.
Luzerne	Repos			Pousse	Coupe	Pousse	Coupe	Pousse	Coupe		Repos	
Prairie	Repos			Pousse	Coupe	Pousse	Coupe	Pousse	Coupe		Repos	
Luzerne - semis automne	Pousse								Semis	Post-semis		Pousse
Prairie - semis automne	Pousse									Semis	Post-semis	
Blé d'hiver (niv.1)	3 feuilles	Tallage	Montaison		Epiaison		Maturité		Parcelle nue			Levée
Blé de printemps (niv.1)	Parcelle nue		Levée	3 feuilles	Montaison	Epiaison	Maturité		Parcelle nue			
Colza (niv.1)	Rosette	Montaison		Floraison		Maturité		Parcelle nue		Levée		Rosette
Tournesol (niv.1)	Parcelle nue			Levée		Initiation	Flor.	Maturité		Parcelle nue		
Maïs (niv.1)	Parcelle nue			Levée	Initiation		Flor.	Maturité			Parcelle nue	
Maïs ensilage	Parcelle nue			Levée	Initiation		Maturité			Parcelle nue		
Vigne	Repos	Fin du repos		Débour. Floraison	Floraison	Nouaison	Veraison	Maturité	Vendange	Chute feuilles	Repos	
Pommier	Repos			Débour. Floraison	Croissance			Maturité			Repos	
Poirier	Repos			Débour. Floraison	Croissance			Maturité		Repos		
Prunier	Repos		Débour. Floraison	Croissance			Maturité		Période de végétation		Repos	
Cerisier	Repos		Débour. Flor.	Croissanc	Maturité		Période de végétation		Repos			
Pêcher	Repos		Débour. Floraison	Croissance		Maturité			Repos			
Abricotier	Repos		Débour. Florais	Croissance		Maturité		Pér. végétatio	Repos			

FIGURE E.5 – Calendriers cultureux 1/2

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	
Asperge	Repos	Fin du repos	Récolte			Végétation					Repos		
Salade	Parcelle nue	Culture					Parcelle nue		Culture			Parc. nue	
Petit pois	Parcelle nue			Semis		Croissance		Récolte		Parcelle nue			
Haricot vert	Parcelle nue			Semis		Croissance	Récolte		Parcelle nue				
Chou-fleur	Parcelle nue					Semis		Croissance			Récolte		
Endive	Parcelle nue				Semis		Croissance			Récolte		Parcelle nue	
Oignon	Parcelle nue		Plantation		Croissance					Récolte		Parcelle nue	
Carotte	Parcelle nue		Semis		Croissance		Récolte		Parcelle nue				
Pomme de terre	Parcelle nue			Semis		Croissance		Récolte		Parcelle nue			
Pomme de terre primeur	Parcelle nue				Semis		Croissance	Récolte		Parcelle nue			
Melon	Parcelle nue			Plantation		Croissance	Récolte		Parcelle nue				
Concombre	Parcelle nue			Plantation		Croissance	Récolte			Parcelle nue			
Concombre sous serre	Plantation		Croissance	Récolte					Parcelle nue				
Tomate	Parcelle nue			Plantation		Croissance	Récolte				Parcelle nue		
Tomate sous serre	Plantation		Croissance	Récolte					Parcelle nue				
Aubergine	Parcelle nue			Plantation		Croissance		Récolte			Parcelle nue		
Poivron	Parcelle nue			Plantation		Croissance		Récolte				Parcelle nue	

FIGURE E.6 – Calendriers cultureux 2/2

Culture	Rendement	
	Valeur	Source
Luzerne	88 ql MS /ha	SAA 2009-2010-2011
Prairie	52 ql MS /ha	SAA 2009-2010-2012
Luzerne - semis automne	45 ql MS /ha	SAA 2009-2010-2013
Prairie - semis automne	57 ql MS /ha	SAA 2009-2010-2014
Blé tendre d'hiver	72 ql/ha	SAA 2009-2010-2015
Orge	64 ql/ha	SAA 2009-2010-2016
Blé non alimentaire	79 ql/ha	SAA 2009-2010-2017
Céréales fourragères hiver	NA	SAA 2009-2010-2018
Triticale	54 ql/ha	SAA 2009-2010-2019
Blé dur	50 ql/ha	SAA 2009-2010-2020
Seigle	49 ql/ha	SAA 2009-2010-2021
Avoine	46 ql/ha	SAA 2009-2010-2022
Autres céréales d'hiver	35 ql/ha	SAA 2009-2010-2023
Blé tendre de printemps	62 ql/ha	SAA 2009-2010-2024
Orge de printemps	60 ql/ha	SAA 2009-2010-2025
Blé dur de printemps	54 ql/ha	SAA 2009-2010-2026
Avoine de printemps	43 ql/ha	SAA 2009-2010-2027
Autres céréales type blé ptps	35 ql/ha	SAA 2009-2010-2028
Colza	35 ql/ha	SAA 2009-2010-2029
Colza non alimentaire	36 ql/ha	SAA 2009-2010-2030
Autres oléagineux	25 ql/ha	SAA 2009-2010-2031
Tournesol	24 ql/ha	SAA 2009-2010-2032
Tournesol non alimentaire	24 ql/ha	SAA 2009-2010-2033
Oléagineux fourragers	NA	SAA 2009-2010-2034
Maïs grain	93 ql/ha	SAA 2009-2010-2035
Maïs non alimentaire	95 ql/ha	SAA 2009-2010-2036
Sorgho	58 ql/ha	SAA 2009-2010-2037
Autre céréales type maïs	35 ql/ha	SAA 2009-2010-2038
Maïs ensilage	125 ql MS /ha	SAA 2009-2010-2020
Vigne	62 hl/ha	SAA 2009-2010-2021
Pommier	388 ql/ha	SAA 2009-2010-2022
Poirier	265 ql/ha	SAA 2009-2010-2023
Prunier	120 ql/ha	SAA 2009-2010-2024
Cerisier	50 ql/ha	SAA 2009-2010-2025
Pêcher	235 ql/ha	SAA 2009-2010-2026
Abricotier	117 ql/ha	SAA 2009-2010-2027
Asperge	41 ql/ha	SAA 2009-2010-2028
Salade	183 ql/ha	SAA 2009-2010-2029
Petit pois	78 ql/ha	SAA 2009-2010-2030
Haricot vert	109 ql/ha	SAA 2009-2010-2031
Chou-fleur	170 ql/ha	SAA 2009-2010-2032
Endive	294 ql/ha	SAA 2009-2010-2033
Oignon	377 ql/ha	SAA 2009-2010-2034
Carotte	441 ql/ha	SAA 2009-2010-2035
Pomme de terre	469 ql/ha	SAA 2009-2010-2036
Pomme de terre primeur	235 ql/ha	SAA 2009-2010-2037
Melon	247 ql/ha	SAA 2009-2010-2038
Concombre	1 865 ql/ha	SAA 2009-2010-2039
Concombre sous serre	2 417 ql/ha	SAA 2009-2010-2040
Tomate	1 541 ql/ha	SAA 2009-2010-2041
Tomate sous serre	2 792 ql/ha	SAA 2009-2010-2042
Aubergine	340 ql/ha	SAA 2009-2010-2043
Poivron	354 ql/ha	SAA 2009-2010-2044

FIGURE E.7 – Rendement

E.2 Correspondances et pondérations entre typologies

floodam	alfalfa	meadow	new alfalfa	new meadow	corn	silagecorn	nonfood corn	sorghum	graincorn	rape	nonfood rape	oleaginous	sunflower	nonfood sunflower	silage sunflower	wheat	barley	nonfood wheat	silage wheat	triticale	dunum wheat	rye	oat	grain wheat	spring wheat	spring barley	spring durumwheat	spring oat	grain spring
Cultures SAA																													
Ble tendre de printemps																1									1				
Ble dur d'hiver																1					1								
Ble dur de printemps																						1							
Seigle et méteil																						1							
Orge et escourgeon d'hiver																	1												
Orge et escourgeon de printemps																							1						
Avoine d'hiver																						1							
Avoine de printemps																													
Mais grain																													
Mais semence																													
Sorgho																													
Triticale																													
Autres céréales non mélangées																													
Mélanges de céréales (hors méteil)																													
Colza d'hiver (et navette)																													
Colza de printemps (et ravette)																													
Tournesol																													
Soja																													
Un oléagineux																													
Autres oléagineux																													
Ble non alimentaire																													
Mais non alimentaire																													
Colza non alimentaire																													
Tournesol non alimentaire																													
Mais fourrage et ensilage																													
Autres fourrages annuels																													
Prairies artificielles dont luzerne pour déshydratation	0.64	0.16	0.25	0.16	0.04																								
Prairies temporaires	0.8	0.83	0.2	0.83	0.17																								
Prairies naturelles ou servies > 6 ans																													

FIGURE E.8 – Table de correspondance **floodam**- SAA 1/2

Function/floodam	vineyard	apple	apricot	cherry	peach	pear	plum	salad	asparagus	tomato	tomato greenhouse	cucumber	cucumber greenhouse	eggplant	pepper	potato	melon	carrot	onion	greenpea	greenbean	cauliflower	chicory	earlypotato
Cultures SAA																1								1
Pommes de terre de féculerie																								
Pommes de terre primaires																								
Pommes de terre de conservation																1								
Asperges en production									1															
Choux-fleurs																						1		
Choux brocolis à jets																						1		
Choux de Bruxelles																						1		
Choux à choucroute																						1		
Choux autres																							1	
Endives racines																							1	
Endives chicons																							1	
Epinards								1																
Laitues								1																
Chicorées frisées								1																
Chicorées scaroles								1																
Cresson								1																
Mâche								1																
Autres salades								1																
Persil								1																
Aubergines												1												
Concombres													1											
dont concombres sous serre																								
Concombres												1												
Courgettes																								
Courgettes																								
Melons																								
dont melons sous serres																								
Pasèques																								
Poivrons et piments																								
Poivrons, courges, citrouilles															1									
Tomates										1														
dont tomates sous serres											1													
Betteraves potagères																								
Carottes																								
Echalotes																			1					
Navets potagers																								
Oignons blancs																								
Oignons de couleur																								
Radis																								
Petits pois (grain)																								
Haricots à écosser et demi-sécs																								
Haricots verts																								
Haricots																								
Carottes																								
Cerises, pêches, nectarines et brugnons																								
Prunes																								
Pommes à cidre																								
Poires de table																								
Pommes de table																								
Pommes à raisin de cuve	1																							

FIGURE E.9 – Table de correspondance **floodam**- SAA (2 /2)

Culture SAA
Riz
Féveroles et fèves
Pois protéagineux
Lupin doux
Betteraves non alimentaires
Autres cultures non alimentaires
Choux fourragers
Autres racines ou tubercules fourragères
STH peu productives (parcours, landes, alpages)
Betteraves industrielles
Chanvre papier (paille et graine) (y compris semences)
Lin textile (roui non battu) (y compris semences)
Autres plantes textiles (chanvre) (y compris semences)
Tabac (sec non fermenté)
Houblon non en production
Houblon en production
Chicorée à café (racines)
Autres cultures industrielles
Pavot médicinal (oeillette)
Lavande (en kg d'essence)
Lavandin (en kg d'essence)
Autres plantes aromatiques, médicinales et à parfum
Plants certifiés de pommes de terre
Artichauts
Céleris branches
Poireaux
Bettes et cardes
Fraises
dont fraises sous serres
Ail (en vert)
Ail (en sec)
Céleris raves
Salsifis et scorsonères
Haricots secs (y compris semences)
Lentilles (y compris semences)
Pois secs (pois de casserie) (y compris semences)
Champignons cultivés
Truffes
Olives (pour la bouche et à huile)
Amandes
Châtaignes
Noix
Noisettes
Actinidia (Kiwi)
Cassis et myrtilles
Framboises
Groseilles
Avocats
Figues
Clémentines, mandarines
Pamplemousses
Vignes à raisin de table
Fleurs et feuillages coupés
Plantes en pots fleuries et plantes vertes
Plantes à massif en arrachis ou en mottes et plantes vivaces
Bulbiculture (bulbe, oignon, tubercule, rhizome, griffe)
Pépinières florales

FIGURE E.10 – Cultures de la typologie SAA ne disposant pas de fonction d'endommagement **floodam** correspondante

Produit	Pas d'information	Blé tendre	Blé dur	Maïs grain et ensilage	Orge	Autres céréales	Colza	Tournesol	Autres oléagineux	Protéagineux	Plantes à fibres	Semences	Gel industriel	Gel	Autres gels	Riz	Légumineuses à grains	Fourrage	Estives - landes	Prairies permanentes	Prairies temporaires	Vignes	Fruits à coque	Olivers	Autres cultures industrielles	Légumes - fleurs	Cane à sucre	Arboriculture	Divers
Blé tendre d'hiver		1																											
Blé dur d'hiver			1																										
Blé dur de printemps						1																							
Seigle et méteil					1																								
Orge et escourgeon d'hiver																													
Orge et escourgeon de printemps					1																								
Avoine d'hiver									1																				
Avoine de printemps						1																							
Maïs grain				1																									
Maïs semence				1																									
Sorgho						1																							
Triticale							1																						
Autres céréales non mélangées						1																							
Mélanges de céréales (hors méteil)							1																						
Riz												1					1												
Colza d'hiver (et navette)							1																						
Colza de printemps (et navette)							1																						
Tournesol								1																					
Soja									1																				
Lin oléagineux									1																				
Autres oléagineux									1																				
Féveroles et fèves										1																			
Pois protéagineux											1																		
Grain doux																													
Blé non alimentaire																													
Maïs non alimentaire																													
Colza non alimentaire																													
Tournesol non alimentaire																													
Betteraves non alimentaires																													
Autres cultures non alimentaires																													
Choux fourragers																		1											
Autres racines ou tubercules fourragères																		1											
Maïs fourrage et ensilage (plante entière)				1																									
Autres fourrages annuels																		1											
Préparations de fourrages dont fourrage pour déshydratation																		1											
Prairies temporaires																													
Prairies naturelles ou semées > 6 ans																													
SP1 peu productives (parcours, fauchages, pâturages)																													
Betteraves industrielles																													
Chanvre papier (paille et graine) (y compris semences)												1																	
Un textile (rou non battu) (y compris semences)												1																	
Autres plantes textiles (chanvre) (y compris semences)												1																	
Tabac (sec non fermenté)																													
Houblon non en production																													
Chicores à café (racines)																													
Autres racines industrielles (poivre méditerranéen)																													
Lavande (en kg d'essence)																													
Lavandin (en kg d'essence)																													
Autres plantes aromatiques, médicinales et à parfum																													
Plantes certifiées de pommes de terre																													
Pommes de terre de féculente																													

FIGURE E.11 – Table de correspondance RPG - SAA 1/3

Produit	Bois	Blé	Mais grain et ensilage	Orge	Autres céréales	Colza	Tournesol	Autres oléagineux	Protégéaux	Pruniers à fruits	Semences	Gel industriel	Gel	Autres grais	Légumineuses à grains	Fourrage	Estiver - Landes	Prunier perennant	Prunier temporaire	Vignes	Vignes coque	Oliver	Autres cultures industrielles	Légumes - Bœufs	Coules à sucrer	Arboriculture	Divers
Hommes de terre principaux ou nouvelles																								1			
Pommes de terre de conservation et demi-saison																											
Artichauts																											
Asperges production																											
Céleri branches																											
Céleri fleurs																											
Chou brocoli à jets																											
Chou de Bruxelles																											
Chou à choucroute																											
Chou autres																											
Endives chicons																											
Epinauds																											
Poireaux																											
Litlous																											
Chicorées filées																											
Chicorées scaroles																											
Chicorées																											
Mâche																											
Autres salades																											
Bettes et cardes																											
Persil																											
Fraisies																											
dont fraises sous serres																											
Concomres																											
dont concomres sous serres																											
Cornichons																											
Courgettes																											
Asperges																											
dont asperges sous serres																											
Pastèques																											
Poivrons et piments																											
Potirons, courges, citrouilles,																											
grauvonn																											
Tomates																											
dont tomates sous serres																											
Ail (en sec)																											
Bettleraves potagères																											
Carottes																											
Céleri raves																											
Echalotes																											
Autres légumes																											
Champignons																											
Champignons cultivés																											
Radis																											
Salsifis et scoronères																											
Petits pois (grain)																											
Haricots à écosser et de mi-sacs																											
Haricots verts (y c. haricots beurre)																											
Mais doux																											
Haricots secs (y compris semences)																											
Lentilles (y compris semences)																											
Pois secs (pois de caserie) (y compris semences)																											
Champignons																											
Touffes																											
Abricots																											
Cerises																											
Châtaignes, pêches, nectarines et brugnans																											
Prunes																											
Olives (pour la bouche et à huile)																											
Pommes à cidre																											
Pommes de table																											

FIGURE E.12 – Table de correspondance RPG - SAA 2/3

[illegible]

FIGURE E.13 – Table de correspondance RPG - SAA 3/3

	Blé tendre	Maïs grain et ensilage	Orge	Autres céréales	Colza	Tournesol	Autres oléagineux	Autres cultures industrielles	Vergers	Vignes	Légumes - Fleurs	Fourrage	Prairies permanentes	Prairies temporaires	Arboriculture
alfalfa														2,3%	
meadow														91,1%	
newalfalfa													100%	1,1%	
newmeadow														5,5%	
corn		53,9%													
silagecom		46,1%													
nonfoodcom															
sorghum				4,5%											
graincorn				2,7%											
rape					100%										
nonfoodrape															
oleaginous							100%	83,9%							
sunflower															
nonfoodsunflower															
silagesunflower								6,2%							
wheat	99,7%											10,0%			
barley			70,5%												
nonfoodwheat								9,9%							
silagewheat												10,0%			
triticale															
durumwheat				35,0%											
rye				40,4%											
oat				2,6%											
grainwheat				2,7%											
springwheat															
springbarley															
springdurumwheat	0,3%		29,5%												
springoat				1,0%											
grainspringwheat				3,0%											
wineyard				2,7%						100%					47,2%
apple									47,2%						12,1%
apricot									12,1%						8,4%
cherry									8,4%						11,5%
peach									11,5%						5,2%
pear									5,2%						15,6%
plum									15,6%						
salad															
asparagus											8,3%				
tomato											1,4%				
tomatogreenhouse											1,5%				
cucumber											0,6%				
cucumbergreenhouse											0,2%				
eggplant											0,1%				
pepper											0,1%				
potato											38,6%				
melon											6,3%				
carrot											6,4%				
onion											3,2%				
greenpea											9,4%				
greenbean											9,9%				
cauliflower											8,4%				
chicory											3,2%				
earlypotato											2,2%				

FIGURE E.14 – Table des pondérations **floodam** - RPG

Bibliographie

Agreste : La statistique agricole annuelle - Présentation générale, pp. 1–17, 2007.

Agreste : Rebasement de l'Ippap fruits et légumes (base 2005), Agreste Les Dossiers n°6, 2009.

Agreste : Rica France - Tableaux standard 2010, Agreste Chiffres et Données Agriculture n°216, pp. 62–69, 2010.

Brémond, P. : Caractérisation et évaluation économique de la vulnérabilité des exploitations agricoles aux inondations, Thèse de doctorat, spécialité sciences Économiques, Université de Montpellier 1, Montpellier, France, 2011.

Brémond, P., Grelot, F., and Agenais, A.-L. : Review Article : Economic evaluation of flood damage to agriculture – review and analysis of existing methods, *Natural Hazards and Earth System Science*, 13, 2493–2512, 2013.

CA30 : Étude des enjeux agricoles sur la plaine de Bellegarde / Fourques et couloir de Saint-Gille dans le cadre de l'étude de renforcement de la digue du Rhône rive droite entre Beaucaire et Fourques, Tech. rep., Chambre d'Agriculture du Gard pour le compte du SYMADREM, Nîmes, France, 148 pages, 2009.

Club Etudes et Observatoires CERFRANCE Languedoc-Roussillon : Mémento technico-économique des principales productions en Languedoc-Roussillon, 2012.

de l'agriculture de l'alimentation de la pêche de la ruralité et de l'aménagement du territoire, M. : Comment renseigner votre dossier PAC, 2011.

Devaux-Ros, C. : Évaluation des enjeux et des dommages potentiels liés aux inondations de la Loire moyenne. Méthodes et principaux résultats, Tech. rep., Équipe pluridisciplinaire Plan Loire Grandeur Nature, 2000.

Direction Générale de la Prévention des Risques : Rapport 2011 du délégué aux risques majeurs, Tech. rep., 2011.

Du Plessis, L. A. and Viljoen, M. : Die ontwikkeling van vloedskadefunksies vir die landbousektor in die Benede-Oranjerivier, *Water SA*, 23, 209–216, 1997.

Du Plessis, L. A. and Viljoen, M. F. : Estimation of total direct flood damage in the lower Orange River area with the aid of a flood simulation model - A GIS approach, *Water SA*, 24, 201–204, 1998.

Förster, S., Kuhlmann, F., Lindenschmidt, K.-E., and Bronstert, A. : Assessing flood risk for a rural detention area, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 8, 311–322, 2008.

- Lebègue, D. : Révision du taux d'actualisation des investissements publics, Tech. rep., Commissariat Général du Plan, 2005.
- Mezière, D. and Gary, C. : Rapport Eco-phyto 2018, Tech. rep., INRA, 2009.
- Mirabel, M.-H. : Comptabilité agricole : tome 2/2, in : Gestion de l'exploitation agricole, CNPR, 2008.
- Penning-Rowsell, E. C., Johnson, C. L., Tunstall, S. M., Tapsell, S., Morris, J., Chatterton, J., and Green, C. H. : The Benefits of Flood and Coastal Risk Management : A Handbook of Assessment Techniques, Flood Hazard Research Centre, Middlesex University Press, 2005.
- Pierson, F., Barneoud, C., Vinatier, J.-M., Amiet, Y., Hermant, A., Grandidier, I., de la Rocque, T., Kockmann, F., Villard, A., Matt, J.-P., Chrétien, J., and Dupont, B. : Étude de l'agriculture dans les champs d'inondation de la vallée de la Saône. Aptitudes agronomiques, Tech. rep., Chambre Régionale d'Agriculture de Bourgogne pour le compte du Syndicat Mixte d'Étude pour l'Aménagement du Bassin de la Saône et du Doubs, Quétigny, France, 184 pages, 1994.
- Poirée, M. and Ollier, C. : Assainissement agricole : drainage par tuyaux ou fossés, aménagement des cours d'eau et émissaires, Eyrolles, Paris, France, 1973.
- Région Languedoc-Roussillon, SAFER, Montpellier SupAgro, and Chambres d'agriculture Languedoc-Roussillon : Fiches techniques pour la diversification agricole - Productions développée en Languedoc-Roussillon, Tech. rep., 2008.
- Satrapa, L., Fošumpaur, P., Horský, M., Brouček, M., and Nešvarová, P. : Posuzování účinnosti akcí protipovodňové ochrany v rámci činnosti strategického experta programu Prevence před povodněmi v ČR, Czech Technical University, (In Czech) [Translated title : Assessing the effectiveness of flood protection in the work Expert Strategic Flood Prevention Program in the Czech Republic].
- SIEE, EDATER, AScA, and TTI : Étude globale pour une stratégie de réduction des risques dus aux crues du Rhône. Lot 4 : Analyse de l'occupation des sols., Tech. Rep. Rapport d'étape n°3 « Identification des enjeux exposés aux crues et définition et analyse des casiers stratégiques », Territoire Rhône, 2003.
- Torterotot, J.-P. : Le coût des dommages dus aux inondations : Estimation et analyse des incertitudes, Thèse de doctorat, spécialité sciences et techniques de l'environnement, École Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 1993.
- USACE : AGDAM, Agricultural Flood Damage Analysis – User's Manual (Provisionnal), Computer Program Documentation CPD-48, US Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Center (HEC), Davis, CA, 1985.