



**HAL**  
open science

## **CARTO ALEA (Zones inondables) 4.1.d : Irip\_RIZHU : Gestion des inondations par ruissellement au moyen de la reconquête des zones humides (Irip\_RIZHU)**

Fanny Fontanel, Pascal Breil, Gilles Armani

### ► To cite this version:

Fanny Fontanel, Pascal Breil, Gilles Armani. CARTO ALEA (Zones inondables) 4.1.d : Irip\_RIZHU : Gestion des inondations par ruissellement au moyen de la reconquête des zones humides (Irip\_RIZHU). [Rapport de recherche] INRAE UR-RiverLy. 2019. hal-03787474

**HAL Id: hal-03787474**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03787474v1>**

Submitted on 25 Sep 2022

**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.

**PROGRAMME MTES (DGPR / SRNH) - IRSTEA 2019**  
**CONNAISSANCE ET PREVENTION DES RISQUES NATURELS ET**  
**HYDRAULIQUES**

*Ces travaux bénéficient du soutien du Ministère chargé de l'environnement, de l'énergie et de la mer*

*par décision de subvention n°21367400*

## **4.1 : CARTO ALEA (Zones inondables)**

### **4.1.d : Irip\_RIZHU : Gestion des inondations par ruissellement au moyen de la reconquête des zones humides (Irip\_RIZHU)**

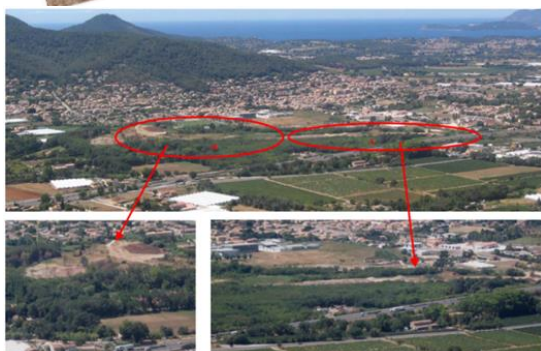


Décembre 2019

**FONTANEL FANNY**

**BREIL PASCAL**

**ARMANI GILLES**



INRAe, Unité de recherche RIVERLY

5, rue de la Doua

CS 20244,

69625 Villeurbanne cedex

[www.inrae.fr](http://www.inrae.fr)



## Rappel de l'action 2019

### Convention SRNH – Irstea 2019

<b>Titre complet de l'action ou s/ action (acronyme éventuel)</b>	<b>Irip_RIZHU</b>
<b>Action n°</b>	<b>4.1.5 en 2018</b>
<b>Responsable Irstea (Unité)</b>	P. Breil (RIVERLY) <b>coût complet :21.040 demande :10.159 taux :48%</b>
<b>Responsable SRNH (Bureau)</b>	XXX
<b>Contexte et enjeux</b>	<p>“La loi de modernisation de l'action publique (MAPTAM) attribue aux EPCI une compétence exclusive et obligatoire relative à la Gestion des milieux aquatiques et la Prévention des Inondations, dite GEMAPI et qui entre en vigueur le 1er janvier 2018)»</p> <p>La GEMAPI a pour objectif de mettre en cohérence les actions d'aménagement ayant trait à l'eau dans les districts hydrographiques avec une clarification des circuits décisionnels et des responsabilités. Dans l'esprit il s'agit d'éviter les actions aux effets antagonistes entre GEMA et PI et d'atteindre une plus grande efficacité de l'action publique. Cela implique un transfert de moyens et de compétences vers des structures fédératrices.</p> <p>Sur le plan de la recherche cela pose la question des méthodes de diagnostic de territoire et d'analyse des opportunités d'aménagement compatibles pour les aspects GEMA et PI. Parmi les pistes de travail figure « la création, la protection, la restauration des zones humides dégradées au regard de leur intérêt pour la gestion intégrée du bassin versant... »<sup>1</sup>. Un autre point concerne la perception des acteurs du territoire sur ce nouvel outil de gestion et la manière de se l'approprier.</p> <p><sup>1</sup> guide du MTSE « Tout savoir sur la GEMAPI », 2017</p>
<b>Objectifs du projet</b>	<p>1- d'approfondir l'analyse des leviers et freins de la mise en place de la GEMAPI, en particulier sur le plan du rôle des acteurs dans la gestion des espaces.</p> <p>2- de dérouler dans un TRI la méthodologie de cartographie des opportunités de gestion des risques associés au ruissellement intense via la réhabilitation ou encore l'aménagement de zones humides de « collines et plateaux ».</p>
<b>Travaux déjà réalisés et travaux prévus</b>	<p><b>Rappel des acquis si caractère pluriannuel de l'action :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Méthode de simulation de la réduction du risque d'inondation par mobilisation des ZH dans le TRI de Nantes</li> <li>• Sélection dans le TRI « Vilaine de Rennes à Redon » de 2 petits bassins versants pour lesquels le développement urbain amont et l'agriculture intensive sont considérées accroître le risque d'inondation dans la commune de Pacé (Rennes métropole) qui est traversée par la Flume.</li> <li>• Etude des leviers et freins à une démarche GEMAPI au travers d'entretiens semi-directifs avec une trentaine d'acteurs du territoire (par M2 en “Droit de l'environnement”)</li> <li>• Création d'une maquette de communication aux élus et acteurs pour expliquer les enjeux de la GEMAPI.</li> <li>• Exemple d'application au territoire étudié : Cartographies IRIP des deux petits bassins versants. Identifications des zones humides référencées et potentielles.</li> <li>• Création d'une métrique de la capacité d'interception du ruissellement intense par les zones humides dans les sous-bassins de tête. Priorisation des zones d'actions.</li> </ul> <p><b>Travaux prévus :</b> L'action 2019 propose :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• D'utiliser une étude (2018-2020) qui a démarré avec Toulon métropole (Var) , avec le soutien de l'AE-RMC et un consultant en SHS, pour évaluer l'intérêt des zones</li> </ul>

	<p>humides amont pour limiter les inondations dans Toulon.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>D'évaluer l'intérêt du croisement des cartes Irip avec les zones humides existantes et potentielles dans le TRI de Toulon/Hyères pour amener les acteurs GEMA et PI à discuter sur une stratégie de gestion du territoire amont.</li> </ul>		
<b>Durée si action pluriannuelle</b>	<i>Durée</i>	<i>Début de l'action</i>	<i>Fin de l'action</i>
	<i>... ans</i>	<i>Année 2019</i>	<i>Année 2019</i>
<b>Produits et valorisations projetés</b>	<b>Nature</b> (publi scient, technique, guide méthodo, outil, formation ...)	<b>Cibles visées</b>	<b>Echéancier</b> (au moins un rapport d'étape par an)
	Guide méthodologique	Collectivités chargées de la GEMAPI	Rapport d'avancement
<b>Equipe de travail Irstea</b> (noms, Unités)	P. BREIL, RIVERLY		
<b>Partenariats envisagés</b> (noms, rôle)	Métropole de Toulon		
<b>Références ou bibliographie sommaire</b>	Rapports 2017 et 2018 de cette action pour le SRNH.		
<b>Date de mise à jour de la fiche :</b>	10/10/2018		

## Table des matières

Rappel de l'action 2019 .....	3
<b>Irip_RIZHU</b> .....	3
Préambule .....	7
Introduction .....	5
Partie 1 : Méthodologie de la cartographie du risque d'inondation par ruissellement intense et des entretiens semi-directifs .....	16
1.1. Le travail bibliographique pour contextualiser l'étude.....	16
1.1.1. Diagnostic des caractéristiques physiques du territoire.....	16
1.1.2. Diagnostic des caractéristiques géographiques du territoire .....	18
1.1.3. Les dispositifs réglementaires face au risque d'inondation .....	19
1.2. La méthode I.R.I.P. ....	22
1.2.1. Les données sous S.I.G. (Systèmes d'Informations Géographiques).....	22
1.2.2. Manipulation du logiciel i.R.I.P. ....	23
1.2.3. Les zones humides et l'aléa du ruissellement intense sous i.R.I.P. ....	27
1.3. La démarche sociologique .....	28
1.3.1. La constitution du groupe d'acteur et définition de la zone d'étude .....	29
1.3.2. Les étapes de construction et réalisation d'un entretien semi-directif.....	30
Partie 2 : Les résultats cartographiques et sociologiques du risque d'inondation par ruissellement sur le bassin versant de l'Eygoutier et l'enjeu des zones humides.....	34
2.1. Résultats cartographiques .....	34
2.1.1. La cartographie de l'aléa du ruissellement intense.....	35
2.1.2. La cartographie du risque d'inondation par ruissellement intense .....	38
2.1.3. La cartographie des zones humides pouvant aider à la gestion du ruissellement intense ...	40
2.2. Les résultats des entretiens semi-directifs .....	43
2.2.1. L'état actuel des cours d'eau et zones humides.....	43
2.2.2. La perception du risque d'inondation.....	48
2.2.3. L'impact du réchauffement climatique.....	51
2.2.4. La loi G.E.M.A.P.I. ....	52
Partie 3 : Discussion : la loi G.E.M.A.P.I. un enjeu majeur dans la gestion du risque d'inondation par ruissellement intense .....	56
3.1. Le ruissellement intense, un phénomène présent et influencé par l'anthropisation .....	56
3.1.1. Interprétation de l'aléa ruissellement (production, transfert, accumulation).....	57
3.1.2. L'occupation du sol, un facteur influençant le ruissellement .....	59
3.1.3. La nature du sol, un deuxième facteur influençant le ruissellement.....	61

3.2. Le risque d'inondation par ruissellement intense sur le bassin versant de l'Eygoutier .....	62
3.2.1. La caractérisation du risque sur le territoire .....	62
3.2.2. La gestion actuelle du risque .....	64
3.2.3. Le rôle des zones humides pour limiter le risque d'inondation par ruissellement sur ce territoire .....	65
3.3. Les opportunités et freins de la loi G.E.M.A.P.I. dans cette nouvelle gestion du risque .....	66
3.3.1. Les perspectives de gestion du risque par les zones humides s'inscrivant au cœur des objectifs de la loi G.E.M.A.P.I. et du réchauffement climatique .....	66
3.3.2. L'enjeu de la préservation des espaces naturels tels que le Plan de La Garde et le marais de l'Estagnol, au bénéfice de la prévention des inondations : une gestion complémentaire.....	68
3.3.3. Les contraintes de la loi G.E.M.A.P.I. sur le bassin versant de l'Eygoutier qui pourraient effectivement contraindre à la gestion du risque d'inondation par ruissellement .....	69
Conclusion.....	72
Bibliographie .....	75
Liste des sigles.....	77
Annexe 1 .....	78
Annexe 2 .....	79
Annexe 3 .....	80
Annexe 4 .....	81
Annexe 5 .....	81
Annexe 6 .....	82
Annexe 7 .....	83
Annexe 8 .....	85
Annexe 9 .....	86
Annexe 10 .....	87
Résumé.....	88

## Préambule

La compétence GEMAPI (Gestion des milieux aquatique et prévention des inondations) est un ensemble de points de loi qui a été transféré en janvier 2018 de l'Etat vers les acteurs locaux avec les responsabilités associées : protection des personnes et des biens mais aussi atteinte du bon état écologique en lien avec la Directive Cadre Eau. Elle est associée à une nouvelle taxe qui peut être prélevée et ajustée jusqu'à un maximum, ce qui lui donne en quelque sorte une obligation de résultat. Du fait de sa jeunesse elle pose encore aujourd'hui des questions quant à la manière de la mettre en application. La restructuration des services techniques et décisionnels œuvrant dans les deux domaines constitue un premier enjeu si l'on souhaite intégrer au mieux la démarche GEMAPI. Au-delà de l'aspect service technique, il y a celui de la stratégie de son application : ainsi est-il nécessaire de travailler les aspects GEMA et PI en même lieu pour un projet estampillé GEMAPI, ou de manière déconnectée dans l'espace et désynchronisée dans le temps à l'intérieur d'un bassin versant ? Quel est le niveau de cohérence, ou d'influence mutuelle, attendu entre les deux types d'action ?

Ce travail porte essentiellement sur la question des freins et des opportunités que crée la GEMAPI. Pour cela un support cartographique est travaillé pour évaluer la liaison potentielle qu'il peut exister entre le ruissellement intense et les zones humides, qu'elles soient fonctionnelles, comblées, drainées ou coupées de leur source.

L'autre aspect de l'étude concerne les entretiens semi-directifs conduits pour cette première année auprès d'un groupe de «sachants» du fait de leurs fonctions professionnelles ou objets de travail. Leurs perceptions sont ainsi questionnées sur différents aspects de la gestion du risque d'inondation par ruissellement intense et des outils dont ils disposent pour y répondre.

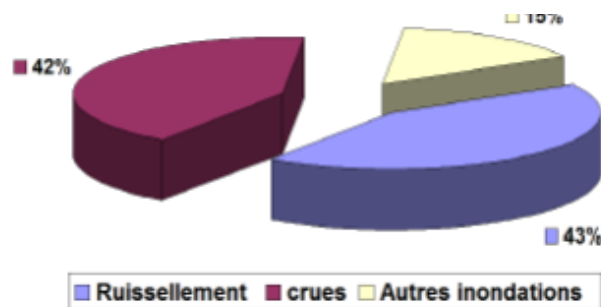


# Introduction

## ➤ Mise en contexte

Les inondations sont principalement connues par le débordement de cours d'eau tels que les fleuves, qui, avec leur grand gabarit, peuvent inonder d'importantes surfaces dans les plaines alluviales. En revanche, les inondations engendrées par le phénomène de ruissellement sont encore peu connues par les citoyens français et décideurs, du fait de leur fugacité et de l'imaginaire véhiculé par les médias d'où un cadre réglementaire moins complet que pour les inondations par débordement. Pourtant, dans les inondations classées catastrophes naturelles en France entre 1982 et 2010, 43% sont dues au ruissellement contre 42% aux crues et 15% liés à d'autres phénomènes (Fig. 1). Le coût des inondations par ruissellement équivaut à celui des inondations par débordement alors que ce phénomène reste encore mal cartographié par rapport au phénomène de débordement, et donc mal anticipé dans les processus de prévention. C'est pourquoi il est nécessaire aujourd'hui de comprendre ce phénomène et les origines du ruissellement afin de mieux gérer ce type d'inondation sur le territoire.

Fig. 1 : Part des inondations par ruissellement dans les inondations déclarées catastrophes naturelles en France (1982-2010) (J. Dehotin, P. Breil, 2011)



Les inondations peuvent être définies comme la submersion plus ou moins rapide d'une zone habituellement émergée. Les inondations par ruissellement peuvent elles aussi avoir d'importants impacts négatifs sur un bassin versant que ce soit des atteintes à la population (blessures, mortalité...) ou des dégâts matériels. Certes, les inondations par débordement peuvent entraîner d'importants dégâts avec des hauteurs d'eau importantes, mais le ruissellement intense peut lui aussi tout détruire sur son passage via des ruissellements importants parfois accompagnés d'importantes coulées de boues ou de sa forte capacité d'érosion.

Irstea Lyon-Villeurbanne a donc créé la méthode I.R.I.P. (Indicateur du Ruissellement Intense Pluvial) en 2010 (J. Dehotin, P. Breil, 2011, a, b), avec des éléments logiciels qui ont ensuite fait l'objet de l'écriture de l'environnement logiciel i.R.I.P. en 2012 au travers d'un partenariat avec la S.N.C.F. Ce logiciel a pour objectif de cartographier l'aléa des inondations par ruissellement intense et se base sur la méthode I.R.I.P. qui « permet de mener une analyse amont-aval de la dynamique des écoulements de surface à partir des données topographiques,

pédologiques, en fonction de l'occupation du sol et des réseaux de structures linéaires (routes, voies ferrées, cours d'eau) » (C. Fressignac, 2015).

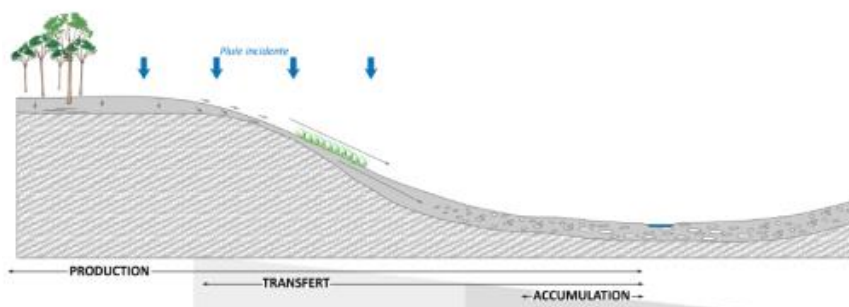
Qu'est-ce qu'un aléa ? Un aléa est un phénomène naturel ou d'origine anthropique imprévisible qui est non contrôlé par l'Homme et peut néanmoins se répéter. On lui associe généralement une probabilité d'occurrence qui caractérise aussi son intensité. Ainsi une inondation rare pourra être très importante alors que des inondations fréquentes seront de faible amplitude. L'aléa sur cette étude est alors le phénomène de ruissellement intense. Le ruissellement est un phénomène lié aux précipitations. C'est l'ensemble des gouttes de pluies qui ne peuvent s'infiltrer dans le sol et qui vont donc ruisseler le long des versants par effet gravitaire (P. Breil et A. Chiavarino, 2015). Néanmoins, le ruissellement ne prend pas en compte les systèmes hydrographiques tels que les cours d'eau, les lacs, marais etc. ni les réseaux de drainage et les points bas où l'eau va s'accumuler (C.E.P.R.I., 2014). Il se présente sous trois formes (Tabl. 1).

Tabl. 1 : Les types de ruissellement (Prévention des Risques Majeurs, 2014)

<b>Type de ruissellement</b>	
<b>Ruissellement diffus</b>	Filet d'eau faible qui se divise dès qu'il rencontre un obstacle
<b>Ruissellement concentré</b>	Ce sont des ravines parallèles à la pente érodant le versant et pouvant marquer son passage de manière assez importante
<b>Ruissellement en nappe</b>	Perçu sur des versants à faible pente et occupant la totalité de la surface

Le ruissellement peut se produire de manière naturelle et résulter des caractéristiques de la pluie (intensité, durée) mais il est aussi influencé par les caractéristiques au sol, comme la géologie, la pédologie et la topographie. Il peut aussi se produire sous influence anthropique, en lien avec différents aménagements agricoles et urbains. Ce phénomène intervient lors d'épisodes intenses de pluies localisées sur une partie du bassin versant (Lagadec, 2017). Le schéma classique du ruissellement (Epidor, 2017) est le suivant : présence d'un lieu de production du ruissellement (lorsque l'eau ne peut pas ou ne peut plus s'infiltrer et se dirige ensuite vers l'aval), d'un lieu de transfert (processus qui entraînent la migration de la lame d'eau vers l'aval dans des « chemins préférentiels d'écoulement) et d'un lieu d'accumulation (dépend de la topographie et de la production d'une lame d'eau en amont (Fig.2.)).

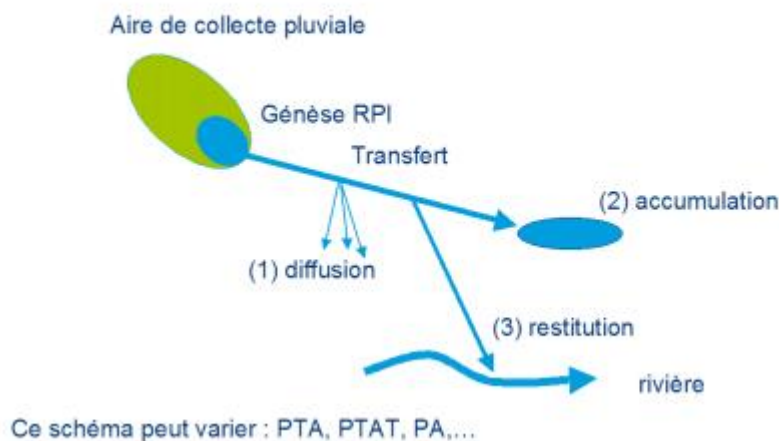
Fig. 2 : Les étapes du ruissellement intense (EPIDOR, 2017)



Les conditions de production d'une lame d'eau suffisante, de son transfert en aval et de celles de son accumulation ont été analysées à partir de nombreux travaux sur le sujet (J. Dehotin, P. Breil, 2011a). La question du devenir de cette lame d'eau via son transfert a été posée car selon les chemins empruntés, les conséquences en aval sont différentes. La lame d'eau peut d'une part, se dissiper en fonction de la topographie et d'autre part, rejoindre le talweg ou le cours d'eau sans impacter les zones traversées. Mais, lorsque la lame d'eau est concentrée, sa vitesse augmente et si les terres sont propices à l'érosion, alors l'aléa hydrique devient aussi un aléa solide sous la forme de coulées boueuses dont la puissance diffère. Il y a accumulation lorsque l'énergie gravitaire tractrice ne suffit plus. Cela se produit dans les ruptures de pente concaves, les replats et derrière des obstacles à l'écoulement. A l'aléa hydrique il convient donc d'associer ceux de l'érosion et du dépôt. Nous parlerons en ce sens des aléas liés au ruissellement. Les étapes de transfert et d'accumulation peuvent alterner tout au long de l'écoulement vers l'aval (Fig. 3). De fait, la production existe potentiellement partout mais elle constitue une lame d'eau suffisante (d'un à quelques centimètres) que sous certaines conditions propices.

Fig. 3 : Mécanismes d'écoulement en surface à la base des inondations par ruissellement (P. Breil, 2009)

Production → Transfert → Accumulation, Diffusion, Restitution



Dans cette méthode, le ruissellement est donc défini selon C. Jaillet comme « une circulation d'eau à la surface du sol, qui prend un aspect diffus sur des terrains ayant une topographie homogène et qui se concentre lorsqu'elle rencontre des dépressions topographiques » (L-R. Lagadec, 2018). La méthode I.R.I.P. est basée sur une analyse de la dynamique des écoulements à partir de différentes couches d'informations géographiques. Du fait de l'hétérogénéité spatiale de la définition des couches d'informations disponibles, le choix d'une méthode de score a été retenu plutôt qu'une approche quantitative. Elle est qualitative et indépendante des événements météorologiques et permet de détecter et de cartographier dans un territoire les zones qui représentent les étapes suivantes du ruissellement intense :

- Les zones de production : les conditions au sol permettent la formation d'une lame d'eau à la surface.
- Les axes de transfert naturels ou artificiels qui favorisent la concentration et l'écoulement du ruissellement vers l'aval

- Les zones d'accumulation des eaux de ruissellement peuvent se situer derrière un obstacle, peuvent apparaître quand la pente diminue ou lorsqu'il y a une dépression.

La méthode I.R.I.P. permet par la suite de développer une gestion préventive des espaces pour limiter les risques liés au ruissellement. Cela consiste à ne pas aggraver le ruissellement des zones de production, à favoriser dans ces zones des techniques d'infiltration et de rétention, de dégager ou réorienter les axes de transfert en évitant de barrer les chemins des eaux avec des aménagements linéaires (voiries, chemins de fer, etc.) ou en déviant volontairement vers des zones d'étalement du ruissellement et de limiter la vulnérabilité dans les lieux d'accumulation des eaux, par des politiques d'usage des sols et/ou de relocalisation d'enjeux, etc.

Or, le risque d'inondation par ruissellement intervient seulement s'il y a présence de vulnérabilité. Le risque se caractérise par la combinaison spatiale entre l'aléa et la vulnérabilité. La vulnérabilité peut être définie comme les conséquences visibles d'un aléa sur les enjeux qui sont les personnes et activités humaines. La méthode I.R.I.P. produit des cartes d'aléas au sens où les valeurs de transfert fort sont associées sur le terrain à des traces d'érosions des sols ou d'emportement d'éléments naturels ou anthropiques comme des murs, des routes, du bitume, cela via des coulées boueuses. Les zones d'accumulation sont marquées par le dépôt en masse de matériaux, l'accumulation d'eau derrière des obstacles qui peuvent céder. Nous qualifierons d'aléa de ruissellement intense l'ensemble de ces conséquences qui surviennent à distance de tout débordement de cours d'eau.

Afin de faire face au risque d'inondation par ruissellement intense, la cartographie de l'aléa associé est primordiale pour ensuite prendre des décisions. C'est pourquoi Irstea a développé le logiciel i.R.I.P. dont l'objectif est de cartographier les zones de production du ruissellement, du transfert et de l'accumulation. Cela permet de localiser dans l'espace du bassin versant les interactions possibles avec les zones naturelles comme les zones humides qui peuvent potentiellement aider à la gestion des inondations.

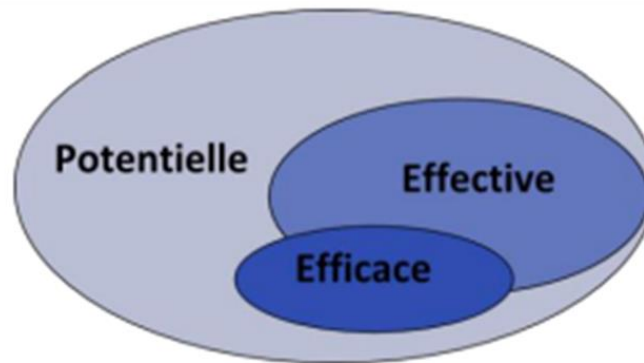
Une zone humide qu'est-ce que c'est ?<sup>1</sup> Selon le Code de l'Environnement, sous l'article L211-1, les zones humides sont des « terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ». D'autres définitions plus larges existent notamment celle de la convention internationale Ramsar datant de 1971. Ce sont des « étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eau naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres ». La préservation et la gestion des zones humides nécessitent leur délimitation. Une typologie fonctionnelle est utilisée. Il existe trois types de zones humides toutes définies selon Eau France (Fig. 4):

- Zone humide potentielle : susceptible d'héberger une zone saturée pendant une période longue avec des propriétés d'hydromorphie
- Zone humide effective : la saturation en eau atteint 100% en hiver
- Zone humide efficace : elle joue un rôle pour une fonction donnée

---

• <sup>1</sup> Article L211-1 du Code de l'Environnement

Fig. 4 : Typologie fonctionnelle des zones humides (Eau de France, 2019)



Les zones humides ont différents intérêts sur les territoires. Elles présentent un rôle socio-économique car elles peuvent participer au soutien d'alimentation en eau potable pour les dernières zones humides d'eau douce et peuvent avoir des fonctions récréatives et pédagogiques dans la sensibilisation à la préservation environnementale. Elles ont aussi un rôle biologique très important car on peut les qualifier de réservoirs de biodiversité et de corridors biologiques quand elles participent à la création d'un réseau de zones humides. C'est-à-dire qu'elles permettent la dispersion d'espèces et les échanges génétiques. Elles présentent aussi une faune et flore spécifiques à ces milieux qui sont souvent menacées d'extinction à cause de la réduction très importante de surfaces qu'elles ont subies au cours du temps au détriment de l'agriculture et de l'urbanisation. Enfin, les zones humides ont aussi un rôle majeur dans l'hydrologie. Elles ont d'une part, une capacité d'autoépuration grâce à leur filtre naturel via la présence de végétaux aquatiques et de milieux filtrants, une capacité de restitution de l'eau dans les rivières en période d'étiage et d'autre part, le rôle de champs d'expansion des crues. Ce sont alors des espaces tampons pouvant limiter les inondations par débordement quand elles sont rivulaires mais aussi par ruissellement lors d'évènements pluvieux intenses captant les différents types de ruissellement (diffus, concentrés, en nappe).

Afin de maîtriser le ruissellement, les prairies humides (Z.H.5) (Zones Humides) et zones humides d'altitudes (Z.H.7) ou encore les étangs et lacs naturels ou artificiels sont utiles (Z.H.9 et 10). Les Z.H. 3, 4, 5 (pour la partie marais fluviaux), 6 et 8 sont liées aux corridors fluviaux et elles sortent de la logique de l'interception du ruissellement en versant (Annexe 1). Le traitement i.R.I.P. portera donc sur les Z.H. qui sont situées hors des corridors alluviaux. En plus de ces zones humides, le linéaire des cours d'eau de tête de bassin versant représente en moyenne plus de 60% du réseau linéaire d'un bassin hydrographique. L'Agence Française pour la Biodiversité s'intéresse fortement à ces cours d'eau qui deviennent les principaux atouts pour l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau aval d'ordre supérieur. Ces linéaires sont souvent associés à des zones humides en tête de bassin versant qui jouent leurs principaux rôles hydrologiques, épurateur, fournisseur de nutriments et de maintien d'une biodiversité. Néanmoins, ces zones humides sont fortement impactées par le remembrement agricole car elles ont été drainées pour faciliter le travail du sol et la culture d'espèces végétales non adaptées aux sols hydromorphes. Ces changements dans les paysages naturels concourent à renforcer le ruissellement intense ; ses vitesses augmentent en direction de l'aval, ce qui peut aggraver le risque d'inondation en plus des débordements des cours d'eau majeurs d'un territoire (P. Breil, 2018).

En revanche, concernant le cadre réglementaire, aucune politique spécifique n'est dédiée à la gestion du ruissellement intense. Il n'existe pas de réels règlements officiels concernant le risque d'inondation par ruissellement. Ce phénomène de ruissellement intense se présente de manière très localisée sur le territoire et est donc étroitement lié à la gestion des eaux de la part des collectivités territoriales. Celles-ci n'ont en revanche pas de réelles compétences en termes de gestion du ruissellement ni les E.P.C.I. ou syndicats mixtes ayant la compétence G.E.M.A.P.I. qui ne prend pas clairement en compte la compétence 4 du Code de l'Environnement de l'article L211-7 « la maîtrise des eaux pluviales et de ruissellement ou la lutte contre l'érosion des sols » (Y. Aujollet et *al.*, 2017). Le risque d'inondation par ruissellement intense est donc peu connu dans le cadre réglementaire au niveau national contrairement au risque d'inondation par débordement qui lui découle de la Directive Inondation de 2007 à échelle européenne.

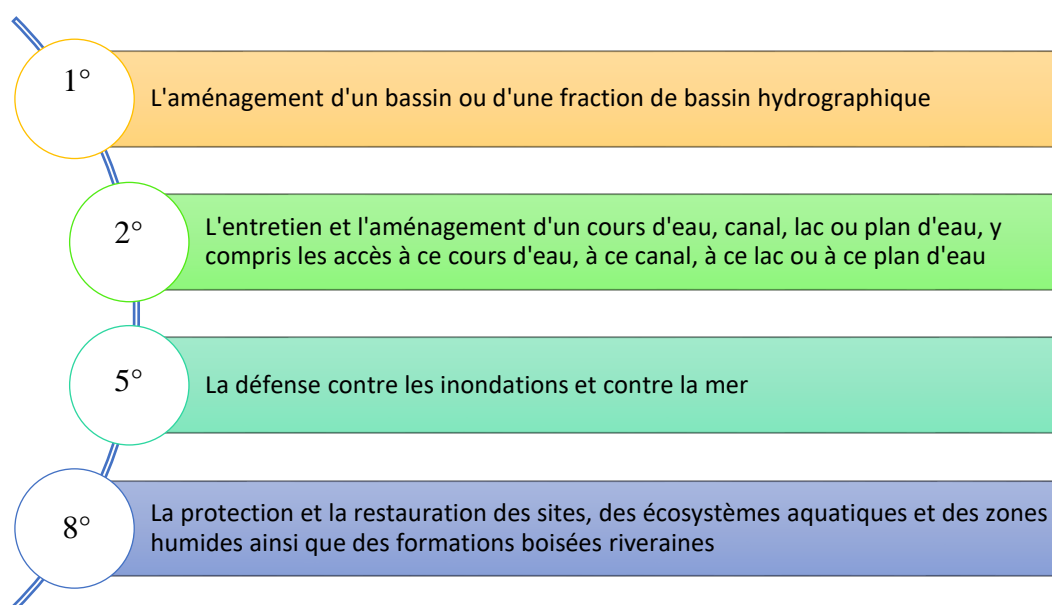
### ➤ Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude est donc double : assurer la sécurité des biens et des personnes face au ruissellement intense et cela tout en préservant les milieux naturels. On entre alors au cœur du contexte de la loi G.E.M.A.P.I. (GEstion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations) qui est opérationnelle depuis le 1 janvier 2018 dans les collectivités territoriales. On peut se demander dans quel esprit le législateur a souhaité transférer ces deux domaines de compétences aux instances locales ; le « et » est-il inclusif ou exclusif ? L'idée est-elle de prévenir les inondations tout en préservant la biodiversité des milieux aquatiques ou de traiter de manière déconnectée les deux aspects ?

Cette loi G.E.M.A.P.I. est issue de la loi M.A.P.T.A.M. (Modernisation de l'Action Publique Territoriale et Affirmation des Métropoles) de 2014 et est strictement obligatoire depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2018 pour tous les E.P.C.I.-F.P. (Etablissements Publics de Coopération Intercommunale à Fiscalité Propre) ou E.P.A.G.E. (Etablissements Publics d'Aménagement et de Gestion des Eaux), E.P.T.B. (Etablissements Publics Territoriaux de Bassin) ou encore les syndicats mixtes ayant reçu le transfert de cette compétence<sup>2</sup>. Elle a aussi pour but de réduire le morcellement des compétences (aménagement du territoire, gestion des milieux aquatiques...) en créant une solidarité territoriale (regroupement de communes) et apportant des précisions sur la responsabilité des élus face à la gestion des milieux aquatiques et des inondations. Cette loi est composée de 4 missions 1°, 2°, 5° et 8° de l'article L211-7 du Code de l'Environnement (Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, 2017) (Fig. 5).

- 
- <sup>2</sup> Loi n° 2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles. Modifiée par la loi n°2017-1838 du 30 décembre 2017 relative à l'exercice des compétences des collectivités territoriales dans le domaine de la gestion des milieux aquatiques et de la prévention des inondations.

Fig. 5 : Les missions de la compétence G.E.M.A.P.I. (Fontanel, 2019)



En revanche, la mission numéro 5 de défense contre les inondations « comprend la création, la gestion, la régularisation d'ouvrages de protection contre les inondations et contre la mer... » (Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, 2017, *Op.cit.*) et s'intéresse principalement à l'inondation par débordement de cours d'eau et de submersion et pas particulièrement au phénomène d'inondation par ruissellement intense. Cependant, gérer le risque d'inondation par ruissellement à l'aide des zones humides n'est-il pas un projet G.E.M.A.P.I. ? De nombreuses collectivités et syndicats se penchent actuellement sur la question d'intégrer le risque d'inondation par ruissellement dans leurs travaux sur la prévention des inondations.

Irstea Lyon-Villeurbanne, dans le projet R.I.Z.H.U. (Ruissellement Intense et Zone HUMides) lance alors une étude sur le phénomène de ruissellement intense qui a pour objectif de permettre d'intégrer la gestion du ruissellement intense dans la S.L.G.R.I. (Stratégie Locale de Gestion des Inondations) et le P.L.U. (Plan Local d'Urbanisme) à l'aide de zones humides en lien avec cette nouvelle loi G.E.M.A.P.I. La S.L.G.R.I. est une stratégie qui est obligatoire pour les sites classés T.R.I. (Territoires à Risques Importants) afin d'élaborer un programme d'actions précis pour la prévention des inondations. Intégrer le risque d'inondation par ruissellement permettrait de mieux sensibiliser les personnes aux différents risques qui existent sur un territoire.

### ➤ Le choix du site

Pour cette étude, il était nécessaire de choisir un site pertinent là où le ruissellement est potentiellement présent mais aussi là où les enjeux seraient potentiellement importants. Il a été décidé de s'intéresser à une région du sud de la France pour son climat méditerranéen marqué par des phénomènes extrêmes (sécheresses, orages) et sa forte urbanisation sur la côte littorale. Le choix s'est alors porté sur la région de Toulon marquée par une forte urbanisation et un arrière-pays encore assez préservé de par l'importance des massifs toulonnais. Dans un premier temps, Irstea s'est tourné vers l'agence d'urbanisme de Toulon pour présenter son projet et

obtenir un accord pour cette étude. Cette collaboration n'était possible qu'au travers d'un accord du conseil d'administration de cette association. Le choix s'est alors tourné vers le directeur de la gestion de l'eau et de la prévention des risques à la Métropole T.P.M. (Toulon Provence Méditerranée). Suite à cet entretien, Irstea a été orienté auprès du responsable du syndicat mixte de l'Eygoutier, le S.G.E. (Syndicat de Gestion de l'Eygoutier) avec pour appui l'investissement de l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée Corse pour un projet de 3 ans (2018-2021). Le responsable du syndicat, ancien maître de conférence ayant effectué une thèse en biologie et épuration, s'est montré intéressé par ce projet d'étude à vocation exploratoire. Il a alors accepté la collaboration entre Irstea et le syndicat pour prendre comme étude de cas le bassin versant de l'Eygoutier (Fig. 6).

Fig. 6 : carte de localisation du bassin versant de l'Eygoutier (Fontanel, 2019)



De plus, le choix de travailler sur un seul bassin versant a été fait par la suite, lors d'une deuxième réunion. La région connaît actuellement une restructuration administrative avec la création de la Métropole T.P.M. et donc une restructuration de nombreux services dont ceux de la compétence G.E.M.A.P.I. Du côté du bassin versant voisin, celui du Gapeau, la restructuration avec les E.P.C.I. F.-P. et la Métropole T.P.M. est actuellement en cours. Pour le responsable du S.G.E. il était alors trop tôt pour étudier l'ensemble de ces territoires. La zone d'étude principale reste alors le bassin versant de l'Eygoutier là où le syndicat de gestion est présent malgré une future absorption dans la Métropole T.P.M.



Irstea et le S.G.E. collaborent ensemble pour le projet R.I.Z.H.U dans l'optique de pouvoir ensuite étendre cette méthode à plus large échelle, tout en l'adaptant aux différents climats français et autres spécificités de chaque territoire.

## ➤ Lieu de stage et collaborateur

Irstea est l'Institut National de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture. Cet institut public a trois objectifs généraux : - la qualité environnementale, - la gestion des ressources et des territoires, - la gestion des risques et des vulnérabilités. Il est composé de trois départements qui sont le département des eaux, des territoires et des écotechnologies. Au total plus de 873 agents permanents dans les neufs sites en France dont 115 permanents sur le site de Lyon-Villeurbanne. A Lyon-Villeurbanne, les trois branches principales d'études sont les services généraux et services de communication, l'unité de recherche Riverly (hydrologie, hydraulique, écologie, écotoxicologie, chimie environnementale pour la gestion des risques et la restauration) et l'unité de recherche de Reversaal (recherche sur les procédés de valorisation et traitement des effluents urbains). A noter qu'Irstea rayonne au niveau international et européen avec 24 projets européens actuellement en cours et 144 titulaires de H.D.R. (Habilitation à Diriger des Recherches) en 2018. Irstea deviendra I.N.R.A.e. (Institut National de la Recherche Agronomique environnement) suite à la fusion avec l'I.N.R.A. (Institut National de la Recherche Agronomique) au premier janvier 2020.

Pour ce qui concerne le S.G.E, ce syndicat a connu une importante évolution. Ce syndicat était avant le S.I.A.H.E. (Syndicat Intercommunal d'Aménagements Hydrauliques de l'Eygoutier) créé en 1979 pour ensuite devenir S.M.A.H.E. (Syndicat Mixte d'Aménagements Hydrauliques de l'Eygoutier) en 2012. Il englobe alors l'ensemble du bassin versant de l'Eygoutier soit une partie de la Métropole T.P.M. ainsi que les communes de La Farlède et Solliez-Ville (Annexe 2). Il avait auparavant son siège sur la commune de La Garde avec un comité syndical d'environ 26 élus (suppléants inclus). Il devient ensuite le S.G.E. avec comme Président le maire de la Crau, Simon Christian et comme directeur Mr Rudy Nicolau, ancien maître de conférence dans l'environnement. Le S.G.E. au 1<sup>er</sup> janvier 2018 s'est vu transférer la compétence G.E.M.A.P.I. via la métropole T.P.M. pour le bassin versant de l'Eygoutier.

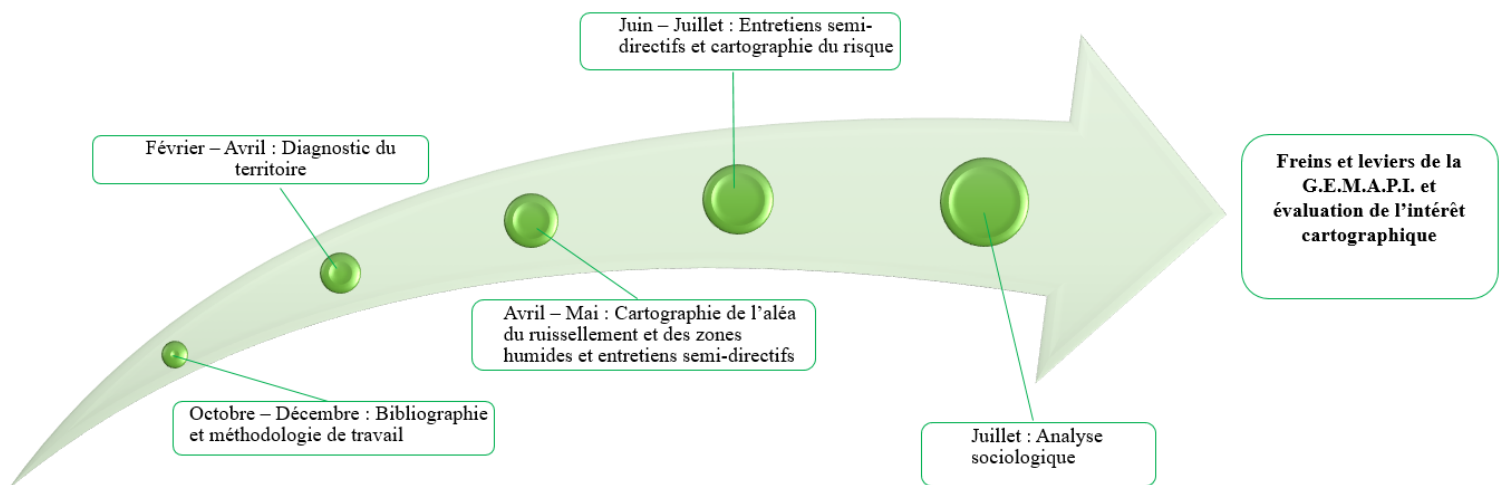
## ➤ Les missions

Irstea lance l'étude avec le S.G.E. pour une période de 3 ans et en parallèle un deuxième projet : le projet A.R.T.I.S.A.N. (Accroître la Résilience des Territoires par l'Incitation aux Solutions Fondées sur la Nature). Ce projet est « un projet LIFE intégré concernant les solutions fondées sur la nature pour l'adaptation au changement climatique » (Agence Française pour la Biodiversité, 2018). Le projet proposé par Irstea et le S.G.E. de restauration de la zone humide « le marais de l'Estagnol » a été retenu dans les sept projets sélectionnés.

L'étude d'Irstea pour le projet R.I.Z.H.U. a pour objectif de spatialiser les zones inondables par ruissellement intense et identifier les zones humides, dont le marais de l'Estagnol, qui pourraient potentiellement aider à la gestion du risque d'inondation par ruissellement. L'idée est ensuite d'évaluer la possibilité d'intégrer cette étude dans la planification urbaine en collaboration avec l'agence d'urbanisme.

Ma mission est donc double : il s'agit d'abord d'établir un diagnostic du territoire et de cartographier l'aléa. Et ensuite de cartographier le risque d'inondation par ruissellement intense en intégrant les zones humides pouvant potentiellement aider à la gestion du risque, tout cela dans le contexte de la loi G.E.M.A.P.I. Une approche sociologique doit permettre d'identifier les perceptions des acteurs locaux face au risque et la gestion des milieux naturels. Ces deux phases font apparaître les premiers freins et leviers de la loi G.E.M.A.P.I. et les perspectives de l'étude qui permettront d'aboutir à des propositions d'actions de gestion du risque dans les deux années suivantes de l'étude exploratoire (Fig 7).

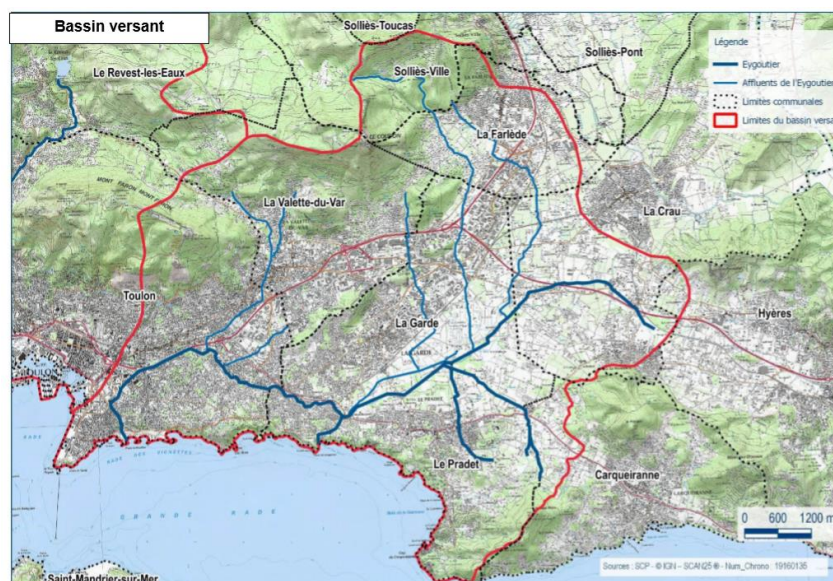
Fig. 7 : Les étapes des missions durant l'apprentissage (Fontanel, 2019)



## ➤ Le terrain d'étude

La zone d'étude concerne le bassin versant de l'Eygoutier qui est plus précisément située entre Hyères et Toulon avec son cours d'eau principal l'Eygoutier, qui prend sa source sur la commune de La Crau dans le marais de l'Estagnol et se jette à la mer au niveau de Toulon (Fig.8).

Fig. 8 : Le bassin versant de l'Eygoutier (M. Unia-Pelletier, 2016)



Ce bassin versant d'environ 70km<sup>2</sup> présente un réseau hydrographique important avec ses sept affluents qui se retrouvent encerclés par de nombreux massifs culminant jusqu'à 700 mètres comme le Mont Coudon, le Mont Faron ou encore le Mont Paradis. Cette topographie et l'urbanisation très présente sur la côte littorale et l'arrière-pays font de ce bassin versant un site particulièrement touché par le phénomène du ruissellement intense. L'occupation du sol principalement urbaine et donc très imperméabilisée est propice au ruissellement (Annexe 3).

## ➤ Problématique

Le risque d'inondation par ruissellement intense présent sur le bassin versant de l'Eygoutier fait aussi l'objet d'une étude sous la direction du S.G.E., cela pour mieux protéger la population et sensibiliser les citoyens. De plus en plus de collectivités s'intéressent à ce phénomène et prennent des mesures pour l'étudier malgré son caractère soudain et très localisé. Il est au cœur de la loi G.E.M.A.P.I. avec, ici par exemple, la volonté d'utiliser les zones humides et des espaces naturels comme moyen de protection contre le ruissellement intense. Ce risque doit être connu par les élus mais aussi les urbanistes pour gérer efficacement l'urbanisation, et par les riverains afin qu'ils soient conscients du risque. L'objectif sur ces trois années d'études est donc de spatialiser ce risque, faire ressortir les freins et leviers de la loi G.E.M.A.P.I., pour enfin cartographier le risque et mieux gérer l'évolution urbaine de la région. La première année et donc ma mission principale consiste alors à constituer un groupe d'acteurs du projet sur un lieu donné en évaluant les premières cartographies réalisées et ensuite faire ressortir les premiers freins et leviers de la G.E.M.A.P.I. Mon action peut se résumer par la question suivante :

Comment se caractérise l'aléa du ruissellement intense sur le bassin versant de l'Eygoutier et en quoi les zones humides peuvent-elles aider à la gestion du risque d'inondation par ruissellement et donc s'inscrire dans les objectifs de la loi G.E.M.A.P.I. ?

Afin de définir le risque d'inondation par ruissellement intense sur le territoire et d'apporter des perspectives envers sa gestion, plusieurs hypothèses ont été retenues pour faciliter le travail. On peut supposer que comme le climat méditerranéen est caractérisé par des phénomènes extrêmes et que le site est très urbanisé, de nombreux dispositifs et moyens de communication existent pour la prévention des inondations par ruissellement intense. De plus, concernant la loi G.E.M.A.P.I. obligatoire depuis maintenant 1 an et demi, les personnes compétentes ont en principe établi une communication sur l'objectif de la taxe G.E.M.A.P.I. qui a été mise en application dès le premier janvier 2018. Nous faisons l'hypothèse qu'un débat a forcément eu lieu lors du vote de cette nouvelle taxe.

D'autres hypothèses plus orientées sur l'aspect sociologique émergent. Les différents métiers des acteurs et personnes interrogées lors de cette étude influencent-ils la perception qu'ils ont du risque d'inondation par ruissellement et des enjeux environnementaux ? Enfin, réaliser une étude couplant la cartographie du risque et l'analyse sociologique avec des rencontres auprès des acteurs du territoire peut potentiellement montrer l'importance de l'interdisciplinarité, sujet au cœur des débats actuels dans la gestion des territoires. L'aspect sociologique demeure nécessaire dans un contexte où la décentralisation est très implantée en France notamment pour la gestion de l'environnement. Les collectivités territoriales se voient attribuer des compétences

comme celles de la G.E.M.A.P.I. et les superpositions administratives françaises rendent le jeu d'acteurs complexe. Cette étude sociologique va permettre de cerner un premier cercle d'acteurs du territoire et voir les différentes perceptions face aux enjeux environnementaux actuels. La cartographie du risque d'inondation par ruissellement intense et les propositions de gestion du risque doivent être accompagnées d'études de terrain (étude sociologique) pour rendre concret l'étude face à l'influence de l'Homme sur les milieux naturels.

Nous nous attacherons dans une première partie à décrire la partie méthodologique du travail concernant le diagnostic du territoire, la cartographie et la démarche sociologique. Puis, dans un second temps, nous présenterons les résultats de la démarche interdisciplinaire (cartographie et sociologie) pour enfin aborder la discussion concernant la loi G.E.M.A.P.I., qui peut être vue comme une opportunité de mieux gérer le risque d'inondation par ruissellement intense.

# Partie 1 : Méthodologie de la cartographie du risque d'inondation par ruissellement intense et des entretiens semi-directifs

La mise en contexte et le travail bibliographique sur la géographie physique, humaine et les politiques du territoire sont une étape primordiale avant d'établir le diagnostic cartographique du risque et de faire ressortir les freins et leviers de la G.E.M.A.P.I.

## 1.1. Le travail bibliographique pour contextualiser l'étude

Le travail bibliographique aide alors à caractériser le territoire pour comprendre la géographie physique et humaine du bassin versant de l'Eygoutier. Le choix a été de décrire ce territoire par emboîtement d'échelles allant de la plus petite (large) à la plus grande (locale).

### 1.1.1. Diagnostic des caractéristiques physiques du territoire

Le bassin versant de l'Eygoutier est situé dans le département du Var dans le sud de la France entre la ville de Toulon et de Hyères.

Le département du Var situé dans la région Provence Alpes Côte-d'Azur (P.A.C.A.) est caractérisé par le climat méditerranéen. Ce climat se définit principalement par deux phénomènes : la sécheresse en été et les douces températures en hiver pouvant s'accompagner

en automne et hiver d'intenses précipitations (supérieurs à 500 mm par an en moyenne). Les massifs tels que le Massif Central et les Alpes sont des obstacles au vent du Nord et vent d'Ouest tandis que les échanges de masses d'air entre le Nord et le Sud sont importants (Tramontane ou Mistral) dans la vallée du Rhône et le seuil du Lauragais (Y. Bidet et *al.*, 2016). Dans le contexte du changement climatique, cette région serait fortement exposée au réchauffement climatique comme elle se situe entre la zone tempérée et la zone semi-aride au sud de la mer méditerranée selon Y. Bidet. Cela tend à amener cette région vers un régime sud-méditerranéen avec une augmentation des températures en été et de la sécheresse. Cette augmentation des températures à long terme entraînerait alors une forte évaporation favorisant la création d'épisodes pluvieux classés « d'extrêmes » qui sont déjà présents aujourd'hui (*Op.cit.*, 2016). On constate entre 1959 et 2009 une augmentation des températures moyennes estivales de plus de 0.5°C par décennie (*Ibid.*, 2016). Pour les épisodes pluvieux, l'évolution de l'intensité reste encore assez peu marquée car cette région reste particulièrement touchée par « la forte variabilité interannuelle » (*Ibid.*, 2016) de ces événements. L'article de Y. Bidet permet alors de caractériser le territoire au niveau climatique et ce à échelle plus large.

En plus des aspects climatiques, il faut caractériser la géologie lorsque l'étude porte sur le ruissellement car celle-ci va influencer l'infiltration des précipitations et donc le phénomène de ruissellement intense. Pour cela, d'autres documents bibliographiques ont été utilisés tels que ceux du service géologique régional Provence-Corse ou du B.R.G.M. (Bureau de Recherches Géologiques et Minières). Un zoom est donc effectué sur la région de Toulon qui est divisée en deux parties selon ces sources : la dépression de Sanary et la plaine de La Crau. On parle de la dépression permienne qui est composée de roches sédimentaires et la plaine de l'Eygoutier est une zone composée d'alluvions aquifères, très argileuse et limoneuse, notamment dans la plaine de La Crau. Cette zone sépare la Provence calcaire sédimentaire du socle primaire du massif des Maures et des îles de Hyères composées de roches métamorphiques et recouvertes par des roches sédimentaires (G. Durozoy et *al.*, 1974).

Au niveau hydrographique, les bassins versants de la côte littorale entre Saint-Cyr et Hyères forment les côtiers toulonnais pour les S.L.G.R.I. (Préfet du Var, 2016). Les principaux fleuves sont donc le Grand Vallat situé à l'Ouest de Sanary, la Reppe située à l'Est de Sanary, le Las traversant Toulon et l'Eygoutier situé à l'Est de Toulon. Ces quatre principaux fleuves représentent environ 60 km de cours d'eau (Annexe 4). Selon l'étude du B.R.G.M. de 2006 sur les Plaines du Bas-Gapeau et de l'Eygoutier, « Les plaines [...] constituent, essentiellement à travers les nappes alluviales qu'elles recèlent, une des ressources en eau les plus importantes de ce type dans le département du Var ». A noter que dans cette plaine de l'Eygoutier, les cours d'eau ont été déviés par l'Homme mais ont connu aussi des changements de directions naturelles dus aux variations climatiques et du niveau de la mer. Il y a de nombreux anciens chenaux dans cette plaine qui montrent cette évolution (M. Unia-Pelletier, 2016).

Pour ce qui concerne le bassin versant de l'Eygoutier, il est indispensable d'obtenir des documents et archives locales. Il a donc été nécessaire de demander des documents aux associations locales comme des cartes d'archives de l'ancienne association A.I.R.E. (Association Intercommunale des Riverains de l'Eygoutier) ou encore des documents de la part de la présidente de l'A.D.P.L.G. (Association de Défense du Plan de La Garde) et du directeur du S.G.E.

L'Eygoutier, le cours d'eau de la zone d'étude d'Irstea, est un fleuve d'environ 15 km qui prend sa source au niveau du marais de l'Estagnol à environ 34 mètres d'altitudes et se jette au niveau des plages du Mourillon à Toulon suite à son détournement au XVIIème siècle

(Vauban) pour l'essor de l'urbanisation sur l'ancienne zone humide en direction de la rade de Toulon (M. Unia-Pelletier, *Op.cit.*, 2016). Il a trois principaux bras : le Grand Eygoutier, le Petit Eygoutier (Régnas) et le Lambert qui proviennent du Mont Coudon. Ces principaux affluents sont la Planquette en rive droite, Le Règue en rive gauche, Le Sainte Musse en rive droite ainsi que le Saint-Joseph en rive droite, et ce d'amont en aval (Annexe 5). Ces affluents sauf pour La Rèque connaissent des pentes assez fortes à l'amont jusqu'en zone médiane dans la plaine de l'Eygoutier. La morphologie de ces cours d'eau influence donc les écoulements et les forts reliefs en amont, l'écoulement des précipitations et donc les écoulements dans les talwegs et le ruissellement. Les vitesses d'écoulements sont logiquement importantes à l'amont donc les particules d'eau sont rapidement transportées vers l'aval ce qui peut influencer sur le ruissellement. Le temps de concentration d'une goutte de pluie est donc plus faible à l'amont qu'en aval.

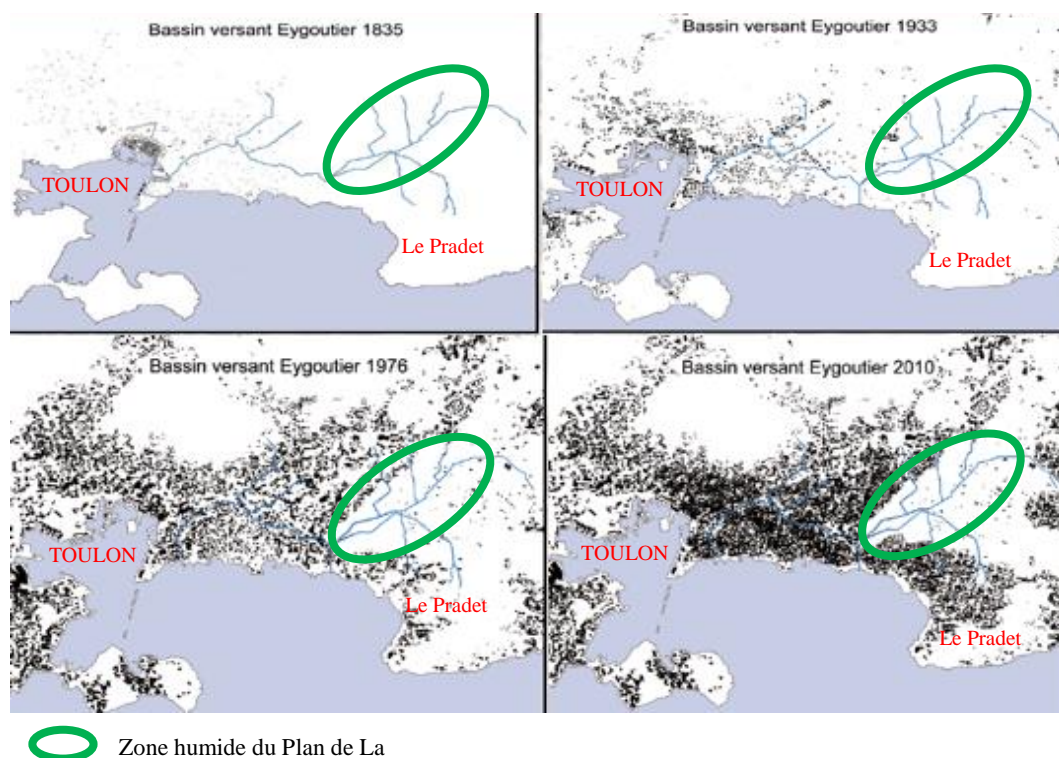
Ce bassin versant avec pour principal cours d'eau l'Eygoutier est donc caractérisé par un relief marqué au Nord, avec les monts toulonnais (Mont Faron, Mont Coudon) culminants jusqu'à plus de 700 mètres d'altitude. Les pentes sont donc fortes avec sur le bassin versant : une pente moyenne de 12.8%. Néanmoins, outre ces reliefs et celui du Mont Paradis à l'Est, on est sur une vaste plaine, celle de l'Eygoutier. Cette plaine traversée par de nombreux petits cours d'eau de type rivières ou ruisseaux provenant de l'amont, au niveau des massifs toulonnais, présente deux principales zones humides. La principale zone humide est celle du Plan de La Garde. D'une superficie de plus de 200 hectares, cette zone humide sert de champs d'expansion des crues à l'amont de la ville de Toulon. Ce site est classé E.N.S. (Espace Naturel Sensible) et devient fin 2019 un parc nature. On peut qualifier cette zone humide de service écosystémique car elle sert à la fois d'espace public et de zone naturelle préservée et réglementée. L'autre principale zone humide est située à la source de l'Eygoutier : le marais de l'Estagnol. Cette zone humide d'environ 65 hectares a été fortement remblayée avec l'urbanisation ce qui limite son efficacité en termes hydrologique et biologique selon R. Nicolau (Directeur du S.G.E.). L'urbanisation limite les espaces naturels sur ce territoire.

### 1.1.2. Diagnostic des caractéristiques géographiques du territoire

D'autres images d'archives permettent de voir l'évolution de l'urbanisation du territoire et sont utilisées afin d'illustrer les propos.

Le phénomène d'urbanisation est très important depuis les années 1970. Une nette évolution de l'urbanisation de la bande littorale dès les années 1980 est repérée, avec une extension de cette urbanisation vers l'Ouest et le Nord-Est de Toulon. Seuls les massifs toulonnais contraignent l'extension de l'urbanisation. Depuis 2010, les constructions se densifient très clairement dans Toulon, La Valette-sur-Var ou encore sur les communes littorales telles que Le Pradet (Fig. 9). Outre les massifs non urbanisés, une zone à l'Est de Toulon reste cependant très peu urbanisée, cela s'explique par la présence de la zone humide du Plan située en zone inondable par les nouvelles réglementations des risques et d'urbanisme et en zone protégée type E.N.S.

Fig. 9 : L'extension urbaine de Toulon et son agglomération depuis les années 1835 à 2010 (P. Roeder, 2018)



Selon l'I.N.S.E.E. (Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques), la Métropole de Toulon compte en 2018 (incluant les îles de Hyères) 437 460 habitants répartis sur 12 communes. La population est majoritairement urbaine sur ce territoire avec une forte concentration sur la bande littorale et dans le centre de Toulon. Pour ce qui concerne le reste du bassin versant de l'Eygoutier, les communes telles que La Garde ou encore La Crau comptent environ 20 000 habitants. Sur le bassin versant de l'Eygoutier sont dénombrés environ 85 470 habitants en 2016 (I.N.S.E.E., 2016) hors Toulon. Toulon compte en 2016 169 634 habitants dont un tiers appartient au bassin versant de l'Eygoutier.

La densité urbaine sur ce territoire de 70 km<sup>2</sup> n'est donc pas négligeable et le ruissellement intense potentiellement présent sur ce territoire peut alors toucher de nombreuses personnes. En plus de l'urbanisation, la pente influence ce ruissellement par système gravitaire ce qui peut aggraver le risque d'inondation par débordement ou par ruissellement avec les fortes vitesses d'écoulement.

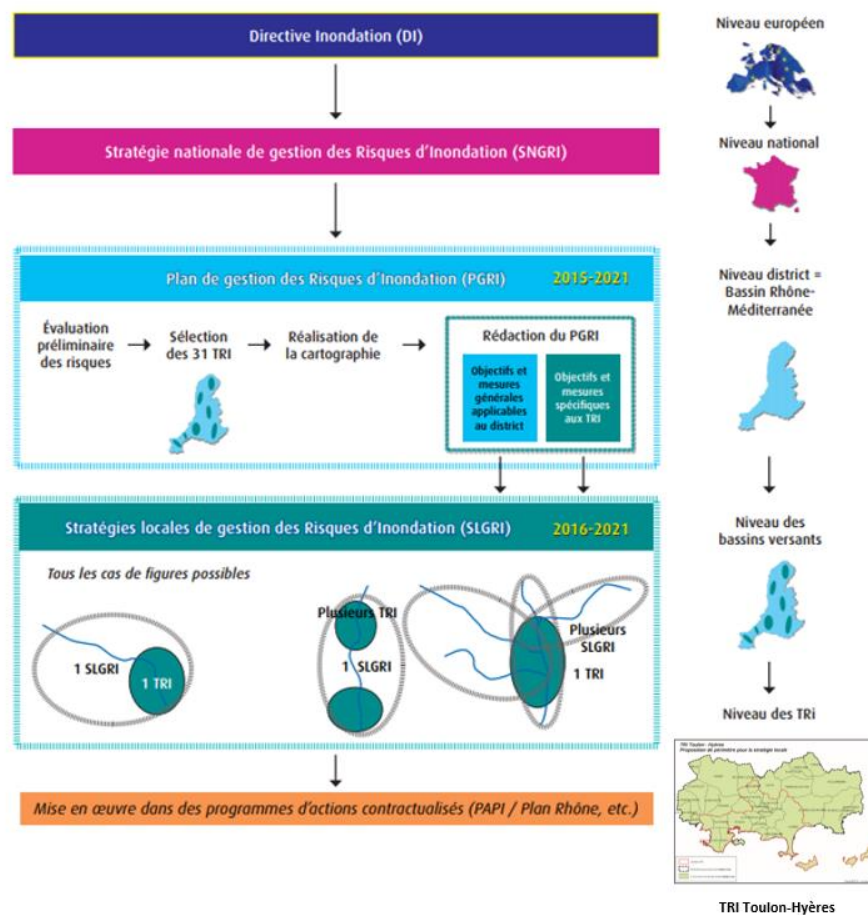
### 1.1.3. Les dispositifs réglementaires face au risque d'inondation

Afin de mieux comprendre le risque d'inondation sur le bassin versant de l'Eygoutier il a fallu prendre connaissance des documents réglementaires présents sur le territoire.

Premièrement, deux types de risques existent sur ce territoire : le risque d'inondation par débordement et celui par ruissellement. Néanmoins, les documents utilisés sur la notion de risque d'inondation sont pour la plupart orientés sur le débordement de cours d'eau. Tous ces documents découlent de la Directive Inondation de 2007 qui impose la mise en place d'une Stratégie Nationale de Gestion des Risques d'Inondation (S.N.G.R.I.). Elle a pour objectif d'augmenter la sécurité des populations, réduire le coût des dommages d'une inondation et

d'améliorer la résilience soit raccourcir le délai de retour à la normale des territoires sinistrés (Projet de plan de gestion des risques d'inondation du bassin Loire-Bretagne 2016 – 2021, 2014). En découle, à échelle des bassins des Plans de Gestion des Risques d'Inondation (P.G.R.I.) notamment pour les sites T.R.I. (Territoires à Risques Importants) avec l'obligation de mettre en œuvre une S.L.G.R.I. (Fig. 11). Pour ce qui concerne la région toulonnaise classée T.R.I, il existe une S.L.G.R.I. mise en place sur 36 communes entre Toulon et Hyères et concernant plus de 47 000 habitants vivant en zone inondable selon les P.P.R.i (Plan de Prévention des Risques d'inondation) (Préfet du Var, 2016).

Fig. 10 : Contexte réglementaire de la Directive Inondation (Eau France, 2015)



De plus, pour prendre connaissance des zones inondables par débordement des recherches ont été effectuées sur les P.P.R.i. En 2018, selon la préfecture du Var et la D.D.T.M. (Direction Départementale des Territoires et de la Mer) du Var, sur le bassin versant de l'Eygoutier, les P.P.R.i. de Toulon, La Garde et Le Pradet sont approuvés tandis que celui de La Crau et La Farlède sont prescrits avec dispositions immédiatement opposables. Les communes de Carqueiranne et La Valette-sur-Var n'ont toujours pas élaboré leur P.P.R.i (Annexe 6). Prendre connaissance du P.P.R.i. de La Garde ou encore de La Crau a permis, de mieux spatialiser les zones inondables sur ce site et ainsi identifier les zones à forts enjeux concernant le débordement de cours d'eau mais aussi potentiellement le risque d'inondation par ruissellement. Actuellement, les P.P.R.i. ne sont élaborés que pour la gestion du risque par débordement. En revanche, par exemple depuis les inondations de 2015 dans la région P.A.C.A. de plus en plus de gestionnaires lancent des études concernant le ruissellement intense comme



sur le bassin versant de l'Eygoutier. De plus, même si le règlement des P.P.R.i. « ne distingue pas le cas du ruissellement » (Rival, 2018), depuis les catastrophes de 2015, une circulaire signée sous le mandat de Ségolène Royal demande à la D.D.T. et D.D.T.M. d'intégrer l'étude du ruissellement intense dans les P.P.R.i. Or, le ruissellement intense peut être complexe à spatialiser car il est très localisé et soudain contrairement au débordement réalisé sous forme de zonage.

En plus des P.P.R.i., depuis 2018, la métropole T.P.M. a élaboré avec l'aide du S.G.E. et autres partenaires un P.A.P.I. (Programme d'Actions de Prévention des Inondations) du bassin du risque des Petits Côtiers Toulonnais dont le fleuve l'Eygoutier. Le P.A.P.I. 3 datant de 2017 est un programme d'actions qui vise à réduire les conséquences et dommages des inondations sur les biens et les personnes. Le P.A.P.I. 3<sup>ème</sup> génération prend en compte le ruissellement de manière globale. Cependant, sont liées gestion des eaux pluviales et ruissellement sauf que les liens et différences entre le ruissellement et les eaux pluviales ne sont pas précisés dans le guide du P.A.P.I. C'est pourquoi dans le guide, il est précisé que « seules les inondations par ruissellement en amont des réseaux sont à prendre en compte dans un P.A.P.I. » (Rival, 2018, *Op.cit.*). Pour ce qui concerne le ruissellement intense là où les réseaux de collecte d'eau pluviale sont présents, la gestion reste encore complexe. Il faut bien différencier eaux pluviales urbaines qui « correspondent à la collecte, au transport, au stockage et au traitement des eaux pluviales des aires urbaines [...] » (A. Prêtre, 2018) du ruissellement. Le ruissellement n'est pas seulement les eaux pluviales qui vont être gérées par les réseaux souterrains ou autres méthodes alternatives. Une partie des eaux précipitées ne vont être infiltrées, stockées et traitées et correspondent au ruissellement intense. C'est pourquoi le P.A.P.I. fait bien la différence entre gestion des inondations par ruissellement et gestion des eaux pluviales urbaines qui ne sont pas dans son champ de compétences.

La réglementation concernant le risque de débordement de cours d'eau est beaucoup plus précise et hiérarchisée que celle concernant le risque d'inondation par ruissellement qui commence seulement à s'intégrer dans les documents réglementaires. Néanmoins, intégrer le ruissellement dans les documents de gestion de risques c'est une première étape, mais il faut réfléchir ensuite à comment intégrer cet aléa, qui est tout de même un phénomène complexe (localisé, effet soudain, influence anthropique...) et difficile à spatialiser.

Pour conclure, il s'est avéré primordial de réaliser une mise en contexte géographique du site et réglementaire concernant le risque d'inondation. De nombreux éléments bibliographiques ont été utilisés pour pouvoir appréhender l'étude du ruissellement et des zones humides de manière cohérente et complète. Grâce à cette synthèse de diagnostic du territoire, il est possible d'aborder la méthodologie de cartographie du ruissellement intense et l'enjeu sociologique de l'étude.

## 1.2. La méthode I.R.I.P.

Le travail cartographique permet de caractériser l'aléa du ruissellement intense ainsi que le risque pour mieux le prendre en compte sur ce territoire. L'utilisation des données des zones humides amène à penser une nouvelle gestion du risque d'inondation.

### 1.2.1. Les données sous S.I.G. (Systèmes d'Informations Géographiques)

#### ➤ Obtention des données

Pour réaliser cette cartographie du risque d'inondation par ruissellement intense, différentes données du territoire ont été utilisées afin de lire et comprendre cette carte d'aléa (Tabl. 2). Il était indispensable de connaître l'altitude, la topographie, la nature des sols influençant l'infiltration, les milieux potentiellement humides, la limite du bassin versant, le réseau hydrographique mais aussi ce qui concerne l'anthropisation avec les réseaux ferrés et routiers, l'occupation du sol ou encore les zones inondables. Ainsi, avec l'ensemble de ces données il a été possible d'établir des constats et d'émettre des hypothèses.

Tabl. 2 : Les données S.I.G. nécessaires à l'étude (Fontanel, 2019)

Dates	Types de données / Sources	Types de fichiers
2017	MNT 25 mètres / IGN	Raster (.tiff)
2017	Occupation du sol / OS_CESBIO	Vecteur (.shp)
2011	Nature des sols / INRA	Vecteur (.shp)
2019	Bassin versant de l'Eygoutier / iRIP	Vecteur (.shp)
2012	Réseau hydrographique / IGN	Vecteur (.shp)
2011	Réseau routier / IGN	Vecteur (.shp)
2013	Réseau ferroviaire / Infra SNCF	Vecteur (.shp)
2014	Milieux potentiellement humides / INRA	Raster (.map)
2014	Occupation du sol Provence Alpes Côte d'Azur / CRIGE PACA	Vecteur (.shp)
2015	EAIP (Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles) / DREAL	Vecteur (.shp)

i.R.I.P. produit des cartes raster dont la maille de travail est celle du M.N.T. (Modèle Numérique de Terrain). Il est possible d'appliquer la méthode avec le M.N.T. 25 m de l'I.G.N. (Institut National de l'Information Géographie et Forestière) disponible sur l'ensemble de la France mais des résolutions plus fines sont possibles avec des M.N.T. Lidar métriques.

En revanche, certaines de ces données manquent de précisions pour un bassin versant d'environ 70 km<sup>2</sup>. Par exemple, les données raster S.I.G. des milieux potentiellement humides de l'I.N.R.A. sont à échelle nationale soit pour une superficie de plus de 600 000 m<sup>2</sup> (France métropolitaine). Il peut donc y avoir un manque de précisions ou même certaines zones potentiellement humides non répertoriées et cartographiées de 2014. Autre exemple, le M.N.T. sur lequel a porté le travail cartographique est seulement au 25 mètres. Il serait intéressant de travailler avec le M.N.T. d'un mètre mais par manque de temps cela n'a pas été traité d'autant plus que le traitement des données dans i.R.I.P. demande un chargement plus long. De plus, pour ce qui concerne la donnée S.I.G. du réseau hydrographique, il y a seulement les principaux affluents de l'Eygoutier et le fleuve (Eygoutier), ce qui peut parfois biaiser la compréhension des cartes i.R.I.P. notamment pour le transfert du ruissellement.

### ➤ Vérification des données sous QGIS avant manipulation sous le logiciel i.R.I.P.

Afin de faire fonctionner correctement i.R.I.P. avec les données récoltées, une vérification de chaque couche S.I.G. sous un logiciel type QGIS a été réalisée. Sous QGIS, nous ouvrons chaque couche pour vérifier leur système de projection. Toutes les couches doivent avoir la même projection afin d'assurer une superposition précise entre toutes les données, que ce soit des fichiers vecteurs ou rasters. Ici, le système de projection global est R.G.F. Lambert 93 qui est la projection conique et conforme utilisée en France. Notre site d'étude portant sur une région française, il a été logiquement choisi ce système de projection, lui-même compatible avec le système géodésique européen E.T.R. S89. Une fois que toutes les couches ont la même projection, il est alors possible de visualiser et superposer l'ensemble des données sur un plan (QGIS). Le logiciel i.R.I.P. peut alors générer les cartes du ruissellement lorsque l'ensemble des données qu'on lui fournit sont de même projection. Sans cela, le logiciel ne peut générer les cartes puisqu'il ne trouvera pas toutes les données à prendre en compte si elles ne sont pas fixées sur le même système géodésique (ici R.G.F.93).

## 1.2.2. Manipulation du logiciel i.R.I.P.

Afin de réaliser la cartographie du risque d'inondation par ruissellement intense pluvial, on utilise le logiciel i.R.I.P. spécialisé dans cette cartographie.

## ➤ La création du projet i.R.I.P. et la cartographie

Dans un premier temps, il faut créer un projet dans un répertoire en lui assignant une emprise comme ici le périmètre du bassin versant de l'Eygoutier. Une fois l'emprise définie, la sélection complète réalisée et le système de projection Lambert 93 assigné, il faut sélectionner les données dont la méthode I.R.I.P. a besoin. Pour construire la carte de production, la méthode I.R.I.P. utilise 5 couches d'informations : la topographie (pente), l'occupation du sol, la capacité d'infiltration du sol (perméabilité), l'érodibilité du sol et l'épaisseur du sol. En fonction de ces facteurs, le ruissellement est plus ou moins favorable. On obtient pour chaque facteur un score de 0 ou 1 sachant que 1 est favorable au ruissellement. Selon la nature de la donnée, les facteurs sont associés à des tables de conversion (ex. type de sol favorable (valeur = 1) ou non favorable (valeur = 0)) ou évalués selon une valeur seuil (ex : valeur = 1 si perméabilité est supérieure à  $1 \text{ E}^{-6} \text{ m/sec.}$ ). Puis, en additionnant ces résultats on obtient un score de 0 à 5 (Annexe 7). Le score de 5 signifie que le potentiel de ruissellement est très fort que ce soit pour la carte de production, de transfert ou d'accumulation (Tabl. 3).

Tabl. 3 : Le potentiel de ruissellement intense sous i.R.I.P. (C. Fressignac, 2015)

<b>Valeur du pixel</b>	<b>Signification en termes de potentialités de ruissellement</b>
0	Relativement insignifiant
1	Très faible
2	Faible
3	Moyenne
4	Forte
5	Très forte

Il suffit d'utiliser les données présélectionnées concernant la zone d'étude pour pouvoir les restituer sous i.R.I.P. Il faut donc charger le M.N.T. sous forme raster, l'occupation du sol OS\_CESBIO sous format vecteur avec ses légendes rurales et urbaines, la nature des sols (perméabilité, érodibilité, épaisseur) sous format vecteur et les réseaux linéaires (routes, chemins de fer, cours d'eau) sous format vecteur. i.R.I.P. se charge de transcrire les données vecteurs en données raster compatibles avec la résolution raster du M.N.T. utilisé. Dans un second temps, une fois que chaque couche S.I.G. est chargée, le logiciel i.R.I.P. doit calculer les paramètres topographiques (pente, drainage, forme du bassin versant de l'Eygoutier) et les indicateurs de sensibilité concernant la topographie du site (pente, drainage, zones humides), la pédologie et l'occupation du sol (zones urbanisées et non urbanisées). Ces données permettent d'apporter des précisions pour chaque facteur utile à la cartographie du risque.

## ➤ Cartographie des cartes de production, transfert et accumulation du ruissellement intense

Une fois les paramètres topographiques et indicateurs calculés, on peut procéder à la réalisation de la cartographie de la production du ruissellement. Pour cela, il suffit de lancer la cartographie dans le logiciel i.R.I.P. qui prend en compte tous les indicateurs influençant la production du ruissellement intense (pentes, occupation du sol, zones humides, épaisseurs, érodibilité et perméabilité des sols) et le plan local de drainage. Ensuite, c'est la même procédure de lancement pour la cartographie du transfert du ruissellement intense et pour l'accumulation. Seuls les indicateurs diffèrent. Pour le transfert, les paramètres généraux incluent en plus du plan local de drainage les réseaux (hydrographiques, ferrés, routiers), les surfaces drainées et la production de la zone drainée. Les indicateurs sont la pente, la forme des zones drainées, les axes de transferts artificiels (anthropiques), la production du bassin amont et les ruptures de pente convexes. Pour l'accumulation, les paramètres généraux sont le plan local de drainage, les surfaces drainées et la production de la zone drainée. Les indicateurs sont la pente, la forme du bassin amont, les zones humides, la production du bassin amont et les ruptures de pente concaves. Les réseaux n'en font pas partie car ils influencent le transfert par l'écoulement le long des axes. Ces trois cartes sont ensuite exportées sous format raster et il est intéressant d'effectuer un post-traitement concernant les zones d'accumulation. En effet i.R.I.P. ne peut assurer la cartographie continue des zones d'accumulation lorsque la pente est nulle (absence de schéma de drainage). Le calcul des zones inondables par ruissellement est rendu possible car i.R.I.P. cartographie les limites externes d'une zone d'accumulation dans ces conditions.

## ➤ Lecture des cartes de production, transfert et accumulation du ruissellement intense sur QGIS

Après que les trois cartes ont été produites, elles sont observables via l'outil S.I.G. QGIS. La première carte sous format raster représente la production potentielle du ruissellement intense, la seconde représente le transfert de ce ruissellement et la dernière représente l'accumulation du ruissellement. La carte de production du ruissellement comprend les scores allant de 0 à 5. Plus la production du ruissellement est forte, plus on a un score élevé sachant que le maximum est 5.

Les cartes de transfert et d'accumulation sont lues de la même manière ; plus on a un score élevé, plus le transfert ou l'accumulation sont forts.

Afin de bien interpréter les résultats, il faut savoir utiliser les différents facteurs de la méthode I.R.I.P. Il est alors utile d'intégrer les couches géographiques sous QGIS comme les réseaux (hydrographiques, routiers, ferrés), l'occupation du sol, le M.N.T., la nature des sols etc. Grâce à ses facteurs on peut ensuite mieux comprendre ce phénomène de ruissellement sur ce bassin versant.

## ➤ Post-traitements pour améliorer la lisibilité des cartes I.R.I.P.

Les travaux développés par L.R. Lagadec (2017) dans sa thèse sur les cartographies I.R.I.P. ont permis d'améliorer sensiblement le rendu cartographique final mais en réduisant sensiblement le taux de détection des vérités terrain. Il s'agit de post-traitements dont le détail est donné ci-après. Afin de préciser la lecture et la compréhension du phénomène par ces trois cartes, on précise les ruptures topographiques du M.N.T. en utilisant le traitement « r.param.scale » disponible dans la bibliothèque GRASS sous QGIS.. On choisit « 5 mailles » pour la taille de la fenêtre de traitement et « profc » pour le paramètre morphométrique, ce qui équivaut à un calcul de pente basé sur une courbure topographique. Une fois les courbures calculées selon la pente maximale en chaque maille, il est possible d'extraire les ruptures de pentes convexes et concaves pour mieux comprendre le phénomène d'accélération et de ralentissement du ruissellement intense. Ces deux indicateurs sont calculés en fonction d'un seuil de favorabilité avec une note de 1 quand la condition est remplie. Dans la calculatrice raster il faut utiliser l'expression :  $\text{morphometric parameter} \leq -0.00001$  pour créer les ruptures de pentes concaves nommées BKSCAV (par convention pour conCAVe BreAKSlope) et noter :  $\text{morphometric parameter} \geq 0.00001$  pour créer les ruptures de pentes convexes (supérieures à 0) nommées BKSVEV (par convention pour conVEX BreAKSlope). Les zones se situant entre les deux sont donc des zones considérées comme « plates ». Elles reçoivent la valeur « 0 ». En plus de la topographie, grâce aux aires drainées calculées par i.R.I.P., les cartes d'accumulation et de transfert peuvent être plus précises.

L'idée est de définir une aire drainée minimale pour que se produise un ruissellement significatif. Les aires drainées pertinentes sont comprises entre 1 et 5 hectares (Lagadec, 2017). La valeur de 2 hectares est un bon compromis. Pour cela, il suffit dans la calculatrice raster de QGIS de noter : «  $\text{draineareas} \geq 2000 \text{ (m}^2\text{)} \text{ »}$ . Avec cette condition : toutes les aires drainées égales ou supérieures à 2 hectares reçoivent la valeur « 1 » et les autres la valeur « 0 ». Cela pourra être mis en lien avec la présence de zones humides. Enfin, grâce aux indicateurs tels que la production amont du ruissellement, les pentes fortes et faibles et l'indice topographique, on peut extraire sous la calculatrice raster, une carte du transfert du ruissellement intense. Pour extraire celle de l'accumulation, il faut utiliser l'indicateur de la production amont du ruissellement, les aires drainées supérieures à 2 hectares, l'indice topographique, l'indicateur des pentes faibles mais aussi la concavité où l'écoulement est plus faible sur ces zones donc favorables à l'accumulation. Que ce soit pour la carte d'accumulation ou celle de transfert du ruissellement, le score est toujours compris entre 0 et 5. Pour la cartographie de l'accumulation du ruissellement, cette carte doit être combinée à la zone inondable par ruissellement produite par QGIS dans les post-traitements dans l'onglet zones d'accumulation. On peut calculer ces zones inondables sur une surface minimum de 1000 m<sup>2</sup>.

## ➤ Cartographie du risque d'inondation

Une fois l'aléa ruissellement intense cartographié ainsi que l'occupation du sol, cela permet de croiser ces données pour cartographier le risque d'inondation par ruissellement intense sur le bassin versant de l'Eygoutier. Pour cela, il a été nécessaire de superposer sous QGIS deux couches d'informations géographiques :

- La carte d'accumulation du ruissellement intense du bassin versant

- La carte de l'occupation du sol

Le but étant de faire ressortir les zones à forts enjeux et donc soumises au risque d'inondation par ruissellement intense, l'option choisie est de ne prendre seulement en considération les zones anthropiques et donc principalement les couches d'informations géographiques représentant les zones urbaines : tissu urbain dense, tissu urbain diffus, zones industrielles et commerciales et les surfaces de routes. Pour ce qui concerne l'accumulation du ruissellement, ne sont représentés que les niveaux 3-4-5 allant de la potentialité d'accumulation moyenne à très forte. Pour les niveaux 1-2, la potentialité d'accumulation est plutôt faible donc la vulnérabilité est beaucoup plus réduite. Le risque est donc beaucoup plus négligeable.

### 1.2.3. Les zones humides et l'aléa du ruissellement intense sous i.R.I.P.

Les milieux potentiellement humides français ont donc été modélisés sous la demande du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, par deux équipes de l'I.N.R.A. d'Orléans (US InfoSol) et d'AGROCAMPUS OUEST à Rennes (UMR SAS). Ce travail a permis de produire en 2014 une carte des milieux potentiellement humides de la France métropolitaine sur la base de critères géomorphologiques et climatiques. Les enveloppes des milieux potentiellement humides sont représentées sur la base de trois classes de probabilité (assez forte, forte et très forte).

#### ➤ Confrontation des zones humides, existantes ou potentielles, avec l'aléa de ruissellement intense

Dans cette partie, nous nous intéressons au lien entre l'aléa d'inondation par ruissellement et la cartographie des zones humides, qui sont aujourd'hui, au cœur des discussions de gestion du risque d'inondation. Il a été montré dans des études précédentes (Fressignac et al., 2016 ; Breil et Abekhzer, 2017 ; Breil, 2018) que la carte d'accumulation de la méthode I.R.I.P. permettait de détecter, après post-traitement, certains types de zones humides non détectés par la méthode ayant servi à l'élaboration de la base de données des milieux potentiellement humides. Dans QGIS il est donc question d'étudier la couche raster des Milieux Potentiellement Humides de l'I.N.R.A. qui compte 6 critères : milieux non humides, milieux potentiellement humides de probabilité assez forte, de probabilité forte et de probabilité très forte, les plans d'eau et les estrans. En revanche, sur le bassin versant de l'Eygoutier seuls les 4 premiers critères sont présents. Il faut alors superposer cette couche aux cartes de production, transfert et accumulation du ruissellement intense pour pouvoir étudier le rôle possible des zones humides dans la maîtrise des zones de ruissellement intense. La couche raster des zones inondables créée sous i.R.I.P. est considérée comme une représentation des zones humides de tête de bassins versants. Elle est donc combinée à la couche des milieux humides potentiels de l'I.N.R.A. pour avoir une vision aussi exhaustive que possible des possibilités d'interactions avec le ruissellement intense.

## ➤ Cartographie du stockage du ruissellement par les zones humides

Une première proposition de gestion du ruissellement intense a pu être cartographiée à l'aide de QGIS et i.R.I.P. grâce aux zones humides. Les données des zones humides et de l'accumulation du ruissellement intense ont donc été croisées dans cette méthode. Afin de cartographier le potentiel stockage du ruissellement par les zones humides, il a fallu surimposer les cours d'eau qui montrent le sens de drainage du bassin qui sont par définition des zones humides. Ensuite, a été calculé le rapport entre la surface en production forte pour chaque sous-bassin versant et l'accumulation forte. Seuls les niveaux 1 et 2 ont été gardés, bornes incluses. Cette couche d'information géographique a été superposée avec les zones humides de l'I.N.R.A.

Cette cartographie vise à montrer que les zones humides potentielles où des aménagements non structurels, type bourrelets de terre, seraient suffisants pour réduire le ruissellement intense. Pour les rapports supérieurs comprenant plus de zones, il faudrait travailler avec des bourrelets renforcés par des techniques type génie civil mais cela reste une hypothèse de travail qui sert à montrer la facilité du travail de réduction du risque.

Seuls les niveaux 1 et 2 seront représentés sur la carte car ce sont ceux qui correspondent au ruissellement qui peut être stocké dans des zones humides recrées à l'aide de ces bourrelets de terre d'environ 50 cm de hauteur.

Pour conclure, le schéma de traitement montre alors le chemin pour la production de cette cartographie de l'aléa du ruissellement intense (Annexe 8) et ensuite créer la cartographie du risque et des zones humides pouvant aider à la gestion.

## 1.3. La démarche sociologique

Dans le but de mieux prendre en compte le ruissellement intense dans la gestion du territoire en s'appuyant sur la loi G.E.M.A.P.I., il était nécessaire d'interroger les acteurs locaux. Le principe était de recueillir les différentes perceptions face au risque d'inondation par ruissellement, l'intérêt de gérer les milieux aquatiques, tout cela lié au réchauffement climatique. L'objectif en était de dégager les freins et opportunités lors de la mise en œuvre de la récente loi G.E.M.A.P.I. dans la gestion coordonnée des milieux aquatiques et de la prévention des inondations par bassin versant. Trois hypothèses ont été identifiées pour cette étude et les résultats des enquêtes vont permettre d'en discuter le bien fondé. :

- 1- Le climat méditerranéen est caractérisé par des phénomènes de pluies intenses et de ruissellement, alors la population locale et les gestionnaires ont potentiellement plus conscience du risque d'inondation par ruissellement.
- 2- De plus, on peut se demander si les personnes chargées de la mise en œuvre de la compétence G.E.M.A.P.I. ont communiqué sur la taxe optionnelle associée, et sur ses objectifs et ses implications dans la gestion d'un territoire.



- 3- Enfin, on peut supposer que la population locale et les gestionnaires connaissent les zones à forts enjeux et que des moyens d'adaptations en lien ou non avec la G.E.M.A.P.I. sont mis en place sur le territoire pour réduire le risque d'inondation par débordement et ruissellement dans les zones urbaines.

### 1.3.1. La constitution du groupe d'acteur et définition de la zone d'étude

Premièrement, il a fallu constituer un groupe d'acteurs à interroger et définir la zone d'étude. La zone d'étude est celle du bassin versant de l'Eygoutier, principal bassin hydrologique d'apports à la ville de Toulon. Les autres bassins, constitués par la vallée du Gapeau en direction de Hyères n'ont pas été considérés pour cause de restructuration administrative avec la nouvelle Métropole T.P.M.

Afin de cerner le jeu d'acteurs sur le territoire et leurs différentes perceptions en lien avec cette étude, il était nécessaire d'identifier les acteurs potentiels. Il est indispensable dans une enquête sociologique de ce type, d'obtenir des informations de sources orales différentes. Au départ, une première réunion a eu lieu entre Irstea avec l'ethnologue (G. Armani) et l'hydrologue (P. Breil) et le S.G.E. avec son directeur (R. Nicolau) pour la présentation du projet. Puis, une seconde réunion, à laquelle j'ai participé, rassemblait un panel d'acteurs plus large convoqué par le directeur du syndicat de gestion de l'Eygoutier (S.G.E.). Elle a permis d'identifier une partie des gestionnaires des milieux aquatiques et du risque d'inondation du territoire. Suite à cette réunion, R. Nicolau a aussi fourni une liste de contacts pertinents à interroger pour cette étude. La méthode adoptée par Irstea est donc une démarche inductive. Il a été décidé de se mettre en retrait dans le choix des acteurs à interroger en se laissant guider par l'homme de terrain (R. Nicolau). Notre démarche intervient dans le contexte d'une autre étude lancée par le S.G.E et dont l'objectif est précisément la réhabilitation d'une zone humide en vue de limiter les inondations par ruissellement intense. Notre approche est à l'échelle du bassin versant de l'Eygoutier : cette opération concerne un lieu précis qui est l'étang de l'Estagnol situé très en amont du réseau hydrographique de l'Eygoutier. Les deux études sont à ce titre, complémentaires. Le S.G.E. a par ailleurs engagé des études de terrain en parallèle de cette étude, relative au risque d'inondation par ruissellement, et créé un collectif en nous fournissant une liste de contacts pertinents. Un premier cercle d'acteurs a été identifié grâce à sa connaissance de terrain mais aussi aux diverses compétences apportées par Irstea (ethnologie, risques hydrologiques et milieux aquatiques). La multidisciplinarité dans cette équipe a permis d'identifier des acteurs différents et pas seulement à caractère scientifique tels que les gestionnaires du risque.

Suite à cette méthode, il a été décidé de créer un collectif comprenant deux cercles d'acteurs. Un premier cercle qui se concentre sur les gestionnaires et techniciens présents aux deux premières réunions et un second cercle concernant l'ensemble des personnes interrogées avec des statuts différents. Ce second cercle a été élargi tout au long de l'année. Par exemple, suite aux études de ruissellement réalisées par la D.D.T.M. (Direction Départementale du Territoire et de la Mer) du Var (83) sur la commune de Hyères, il était indispensable d'interroger la D.D.T.M. qui a un rôle dans cette gestion du risque d'inondation par ruissellement, cela d'autant plus que cette gestion peut s'avérer contraignante pour certaines communes, ce qui génère des tensions. Il est ainsi intéressant de voir quelles sont dans le détail les causes de ces

tensions, et comment y faire face sur le bassin versant de l'Eygoutier. Un troisième cercle d'acteurs beaucoup plus vaste pourrait enfin être créé en fin de première année de projet autour d'un séminaire. Il aurait pour objectif de communiquer plus largement cette étude pour retirer diverses informations, expériences auprès des acteurs présents. Obtenir un plus grand échantillon de personnes interrogées apporterait de la qualité à la démarche sociologique engagée : celle des entretiens semi-directifs.

### 1.3.2. Les étapes de construction et réalisation d'un entretien semi-directif

La démarche de mon travail a alors été d'effectuer des entretiens semi-directifs sur le bassin versant de l'Eygoutier. Un entretien semi-directif consiste à rencontrer et à dialoguer avec la personne interrogée pour pouvoir discuter en fonction de thèmes préalablement établis par l'enquêteur. L'entretien semi-directif n'est pas un entretien dirigé donc toutes les questions ne sont pas préétablies à l'avance, l'ordre des thèmes peut varier en fonction de la discussion. Il permet d'obtenir des informations de qualité car c'est un « moment privilégié d'écoute, [...], de partage [...], de reconnaissance de l'expertise du profane et du chercheur » (G. Imbert, 2010). Néanmoins, les entretiens semi-directifs demandent un travail important au préalable. De nombreux éléments doivent être pris en compte tels que « les buts de l'étude, le cadre conceptuel, les questions de recherche, la sélection du matériel empirique, les procédures méthodologiques, les ressources temporelles personnelles et matérielles disponibles » (*Ibid.*, 2010). L'écoute mutuelle est l'élément le plus important lors de l'entretien. Afin de réaliser un bon entretien et une bonne analyse qualitative, plusieurs étapes sont nécessaires : choisir les acteurs sur le terrain, réaliser la grille d'entretien, faire tester et valider la grille par un collègue expert, mettre en contexte, dérouler les entretiens, déterminer les limites observées et enfin analyser les données recueillies (*Ibid.*, 2010). Voici ces différentes étapes :

#### ➤ Le choix des acteurs à interroger

Afin d'effectuer des entretiens semi-directifs, il est nécessaire d'identifier la population mère et d'effectuer un échantillonnage (J-M. Decroly, 2016). La population mère représente ici, l'ensemble des personnes travaillant et habitant dans le bassin versant de l'Eygoutier. L'échantillon ici sera assez restreint car on réalise avant tout une étude qualitative et non quantitative. Ces entretiens semi-directifs ont donc été réalisés auprès de gestionnaires du territoire et notamment en lien avec la ressource en eau mais aussi auprès de membres d'associations locales que ce soit des associations de quartiers, de riverains ou groupes sensibilisés à la préservation environnementale.

Le choix de réaliser des entretiens semi-directifs a été fait par Irstea dans le but d'obtenir des informations précises, de qualité vis-à-vis de l'étude. Compte tenu des délais et de la nouveauté du sujet, il paraissait plus pertinent d'interroger un panel d'acteurs plus restreint pour cerner les enjeux du territoire face au ruissellement intense et les éventuelles remarques concernant la récente loi G.E.M.A.P.I par les gestionnaires et membres d'associations. Interroger de nombreux riverains reste encore complexe à cette étape-là de l'étude et la démarche du porte-à-porte n'est pas encore l'enjeu prioritaire. Les entretiens ont alors été fixés

en fonction des deux premières réunions entre Irstea et le S.G.E. avec les principaux gestionnaires du risque et des milieux aquatiques.

Afin d'obtenir des contacts pertinents et avec emboîtement d'échelle spatiale, il a été nécessaire de collaborer par email et lors des réunions de travail, avec le directeur du S.G.E. Certains acteurs ont été déconseillés par R. Nicolau pour cause de sensibilité vis-à-vis du sujet notamment concernant la restauration du Marais de l'Estagnol, zone humide impactée par des remblais et ayant fait polémique concernant des projets de construction. Certaines limites comme les enjeux politiques et économiques peuvent alors contraindre la richesse des enquêtes. Néanmoins, il serait intéressant de les interroger plus tard, car le but de l'étude sociologique est de confronter les différentes perceptions des usagers et gestionnaires du territoire face à la ressource en eau et au ruissellement intense.

## ➤ Le démarchage

Suite à cette prise de contact, il a fallu réaliser le démarchage qui peut être complexe. La démarche par téléphone a été choisie en priorité même si certaines contraintes peuvent se présenter. Par exemple, de nombreuses enquêtes publicitaires sont effectuées par téléphone donc le mot « enquête » peut parfois effrayer, repousser les personnes.

Pour attirer l'attention au discours, R. Nicolau a donc expliqué l'étude IRSTEa et a soumis l'idée qu'un coup de téléphone leur serait adressé pour un éventuel entretien. Le statut « d'étudiante » a aussi été considéré comme favorable à l'écoute car les gestionnaires et la population locale peuvent prêter plus d'attention à des personnes en cours d'apprentissage.

De plus, il était nécessaire d'adapter la présentation du sujet en fonction du public concerné (compétences, connaissances...), d'être concis et clair dans la présentation du sujet, d'expliquer en quoi cet entretien peut être utile pour l'étude, et de préciser le temps d'entretien envisagé (J-M. Decroly, *Op.cit.*, 2016).

La distance (Lyon-Toulon) et le coût important du voyage (train et hôtel) étaient une contrainte à prendre également en compte. Il fallait fixer des rendez-vous sur plusieurs jours de suite. Chaque personne intéressée par cet entretien a été flexible dans les dates et horaires ce qui a permis de les réaliser sur trois périodes : deux périodes avec des séjours de deux jours en Avril et une période avec un séjour de deux jours en Juin.

Dès le mois de mars, j'ai donc passé les appels téléphoniques. Pour ceux ayant répondu, tous étaient intéressés et ont participé à l'entretien. Pour ceux n'ayant pas répondu même après relance téléphonique, j'ai alors envoyé un email une semaine après présentant le sujet de manière globale : « L'intérêt du fonctionnement des rivières et des zones humides avec approche multidisciplinaire sur le bassin versant de l'Eygoutier ». Trois ont répondu et ont fixé une date d'entretien et un a répondu être intéressé mais pas assez disponible pour cause de surcharge de travail avec la restructuration administrative de T.P.M. L'objectif était de douze entretiens semi-directifs mais seulement neuf ont pu être effectués dans les temps (Annexe 9). Les trois manquants sont liés à des problèmes de disponibilités, d'intérêts et lieu de rendez-vous peu accessibles pour moi, avec en juillet – août les vacances qui compliquent le logement, trajet à Toulon (coût) et le manque de temps de l'apprentissage. Des tentatives d'entretiens téléphoniques ont été faites durant le mois de juillet et début août mais les vacances et le manque de temps n'ont pas permis d'analyser ces résultats dans cette étude.

## ➤ La grille d'entretien

Après avoir cerné le type d'acteurs à interroger, il est indispensable de créer une grille d'entretien pour préparer les entretiens. Or, ce n'est pas un questionnaire avec des questions précises ouvertes et fermées, mais seulement les grands thèmes d'intérêts pour pouvoir gérer l'échange et éviter de dévier hors du sujet. Cette grille d'entretien doit être préparée pour savoir l'utiliser et l'adapter au cours de la discussion (T. Godfroid, 2012). Tous les thèmes à discuter doivent apparaître dans cette grille d'entretien.

De plus, des sous-thématiques peuvent être présentes sur cette grille pour structurer et aider à la fluidité de l'entretien (J-M. Decroly, *Op.cit.*, 2016). Des questions peuvent être préétablies lorsque c'est la première fois que des entretiens semi-directifs sont réalisés par l'étudiante. Néanmoins, elles ne doivent servir que d'appui en retenant les mots clefs et en mémorisant sa propre grille.

Ensuite, cette grille évolue au fur et à mesure de la succession des entretiens. Certaines questions peu abordées dans les premiers entretiens par manque d'expériences doivent être abordées pour les suivants. L'essentiel est de suivre la grille et bien la connaître pour obtenir des entretiens avec un contenu homogène en termes de sujets abordés (J-C. Combessie, 2007).

La grille d'entretien a donc été organisée en 4 thèmes principaux : la perception du risque d'inondation, l'état actuel des cours d'eau et zones humides, l'impact du réchauffement climatique et la loi G.E.M.A.P.I. Le but est d'évaluer les hypothèses de départ et faire ressortir les opportunités supposées et limites identifiées de cette loi G.E.M.A.P.I. Chaque thème est composé de 3 voire 4 sous-thématiques ainsi que de questions préétablies pour permettre de ne pas perdre le fil de l'entretien en cas de besoin (Annexe 10).

## ➤ Le contexte de cette démarche

L'étude du ruissellement intense et des zones humides a un calendrier prévisionnel de trois ans avec des objectifs précis chaque année pour maintenir l'avancement. La première année vise dans la démarche sociologique à faire ressortir une première liste de freins et leviers de la loi G.E.M.A.P.I. et la perception du risque selon les deux premiers cercles d'acteurs. Pour la deuxième et troisième année, d'autres entretiens doivent être effectués avec l'appui du S.G.E. Son directeur fait actuellement réaliser par un bureau d'étude des entretiens auprès des riverains pour la restauration du marais de l'Estagnol. Ces entretiens pourront potentiellement être sources d'information à l'étude IRSTEA et permettre de cibler un autre type de population à plus large échelle par exemple. Les années 2 et 3 de l'étude IRSTEA doivent permettre d'approfondir par des entretiens complémentaires les freins et leviers permettant d'intégrer la loi G.E.M.A.P.I. dans les documents de planification du territoire. Cette première phase d'entretien entre au cœur de la première année de l'étude globale sur trois ans.

Une première phase d'entretien a été réalisée avec les acteurs disponibles durant le mois d'Avril sur 2 semaines puis une deuxième phase d'entretiens a été réalisée mi-juin sur 2 jours. Les 9 entretiens ont tous été réalisés en semi-directif. Chaque fois, l'entretien s'est effectué seulement entre la personne interrogée et moi-même. Néanmoins, les lieux de rencontres étaient variés (Tabl 4).

Tabl. 4 : Les lieux de rencontre pour les entretiens semi-directifs (Fontanel, 2019)

<b>Lieux de rendez-vous</b>	<b>Nombres de personnes</b>
<b>Domicile de la personne interrogée</b>	2 personnes de l'A.D.P.L.G.
<b>Lieu de travail</b>	5 gestionnaires
<b>Café</b>	1 personne des C.I.L. (Comité d'Intérêt local)
<b>Siège de l'association</b>	1 personne de l'association Les Randonneurs Craurois

### ➤ Le déroulement durant les entretiens (intérêts / limites)

Lors des entretiens, il est nécessaire de rappeler et de préciser le sujet, sur quoi porte cette entrevue. En revanche, il est aussi indispensable de limiter l'emploi de mots clefs car le but de l'entretien est de faire aussi un état des lieux des connaissances, des perceptions de chacun. L'objectif de l'étude devait aussi être rappelé en début d'entretien en précisant qui est le destinataire de cette étude mais aussi en précisant que toutes les données permettront de réaliser un rapport de fin d'étude pour l'Université et la structure professionnelle.

Tout d'abord, une fois installée pour l'entretien, il est nécessaire de demander l'accord de l'interrogé pour qu'il soit enregistré à l'aide d'un dictaphone tout en précisant que ces données resteront anonymes et au sein d'Irstea. Il doit être précisé avant de commencer l'échange qu'il est possible de couper l'enregistrement durant l'entretien sur des sujets qui, pour la personne interrogée, peuvent être sensibles ou personnels.

Lors de l'entretien, il est important de ne pas couper la parole à la personne interviewée et de recadrer l'entretien par une nouvelle question si l'échange dévie du sujet. Les silences ne doivent pas être perçus péjorativement car ils peuvent servir à la réflexion de l'interlocuteur. Il ne faut pas hésiter à relancer les personnes sur un sujet évoqué partiellement. Plusieurs fois, il a été nécessaire de relancer les personnes interrogées notamment sur la question de la biodiversité ou encore sur le ruissellement intense, deux éléments majeurs de l'étude.

Cependant, ces entretiens ont montré certaines limites. D'une part, pour les premiers entretiens effectués, avec le manque d'expérience, il était plus difficile de relancer sur un sujet tout en gardant le fil de l'entretien. D'autre part, ces entretiens n'ont pas permis d'identifier de nouvelles personnes susceptibles de nous intéresser. Il aurait fallu insister dès qu'une personne abordait le nom d'une autre, ou d'une association et ajouter de nouveaux contacts potentiellement intéressants pour la suite. Pour la plupart, les personnes de l'enquête ont cité des personnes déjà interrogées ou contactées. Cela confirme que la question reste dans un cercle d'experts et que la communication aux usagers est encore faible. Un manque d'informations concernant le statut des associations interrogées courant Avril, leurs objectifs ou encore leurs effectifs a été noté. Un travail de recherches complémentaires a été nécessaire ainsi que de nouvelles prises de contact.

## ➤ L'analyse des données : méthode de retranscription

En ce qui concerne l'analyse des entretiens, il est nécessaire de les retranscrire pour l'analyse qualitative de ceux-ci. Il a été décidé de retranscrire chaque entretien à la main sur ordinateur via l'outil Microsoft Office Word et le logiciel Lecteur Windows Média qui permet de lire les enregistrements audios sous format mp3. Aucun entretien n'a été retranscrit via un logiciel. Ce choix s'explique par le peu d'entretiens effectués d'où la volonté de retranscrire mot pour mot les propos, de bien en comprendre le sens en les réécoutant plusieurs fois afin de mieux identifier les atouts et limites de chaque entretien. La qualité de l'analyse des entretiens est essentielle.

Une autre phase d'entretiens aura lieu les deux années suivantes conformément au calendrier de l'étude sur 3 ans. Certains logiciels gratuits auraient pu être privilégiés mais se pose la question de leur fiabilité. Les logiciels payant sont apparus eux trop onéreux compte tenu du nombre d'entretiens. La seule limite à ce travail était un temps de travail plus important.

Pour l'analyse des résultats au niveau quantitatif, il est possible d'utiliser des nuages de mots en recherchant les mots les plus utilisés, les plus redondants pour chaque thème. Réaliser un fichier Excel codé pour chaque mot spécifique évoqué, apporte une analyse quantitative pouvant appuyer l'analyse qualitative de l'enquête qui reste tout de même l'atout majeur.

La retranscription est donc l'étape cruciale pour une analyse complète et efficace de chaque entretien afin de pouvoir en dégager les principales idées en fonction du sujet et de pouvoir répondre aux différentes hypothèses évoquées précédemment. Ces résultats permettront de les relier aux résultats cartographiques du risque d'inondation par ruissellement.

# Partie 2 : Les résultats cartographiques et sociologiques du risque d'inondation par ruissellement sur le bassin versant de l'Eygoutier et l'enjeu des zones humides

Cette partie présente les résultats cartographiques concernant le risque d'inondation par ruissellement intense afin de spatialiser ce risque sur le territoire, mais aussi les résultats sociologiques avec le jeu d'acteurs présent sur ce territoire concernant la gestion du ruissellement et des milieux aquatiques.

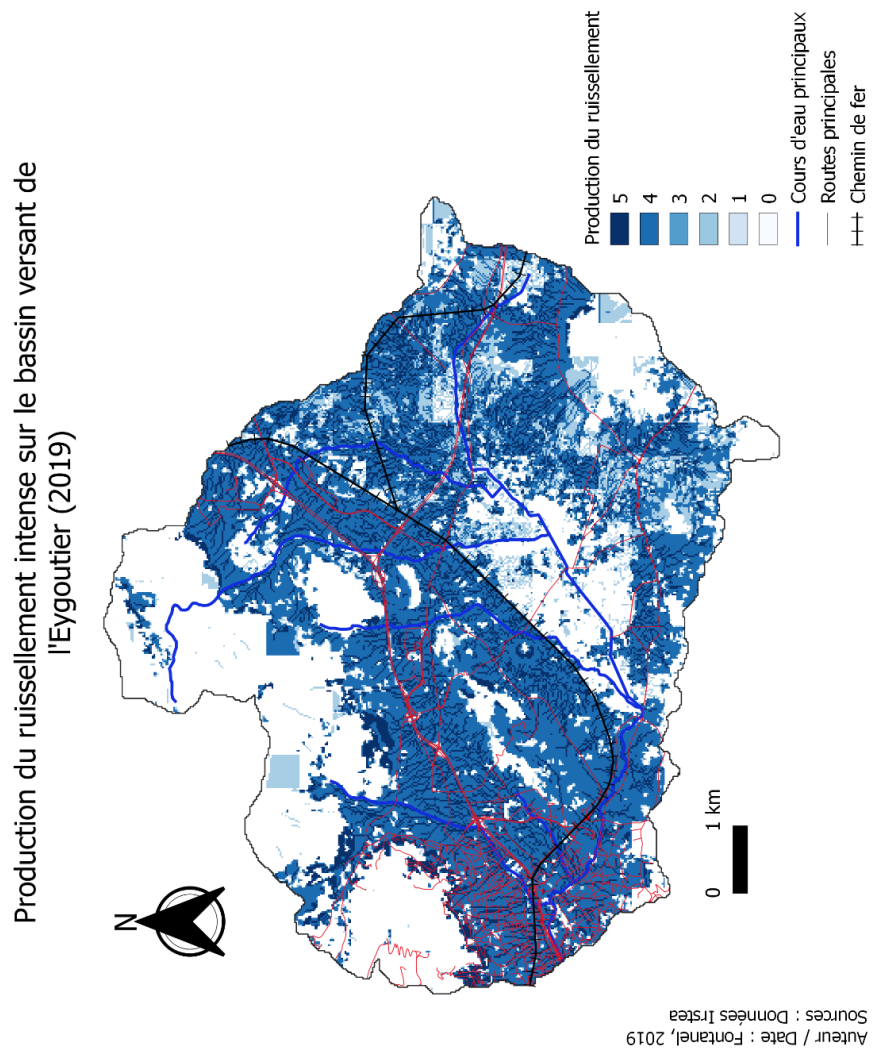
## 2.1. Résultats cartographiques

Afin de comprendre le risque d'inondation par ruissellement intense, les différentes cartes ont été réalisées pour observer la zone inondable et la zone de production du ruissellement et analyser le risque avec les enjeux présents sur ce bassin versant en fonction de l'occupation du sol.

## 2.1.1. La cartographie de l'aléa du ruissellement intense

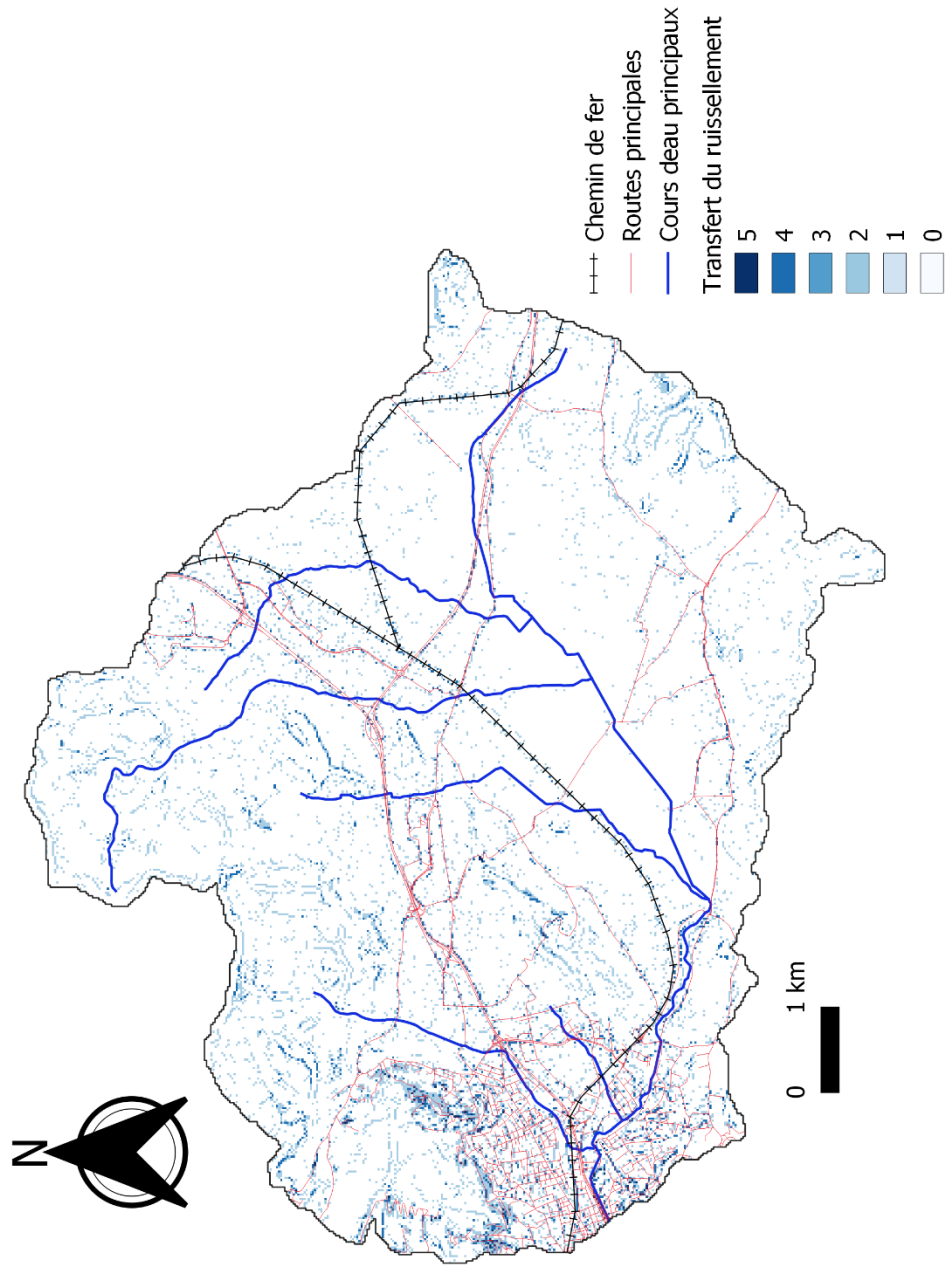
Les 3 principales cartes de production, transfert et accumulation du ruissellement intense réalisées avec la méthode I.R.I.P. « classique » sont présentées ci-dessous et accompagnées de la méthode plus précise avec les indicateurs et seuils de la méthode I.R.I.P. +.

### ➤ La cartographie de production du ruissellement intense



➤ La cartographie du transfert du ruissellement intense

Le transfert du ruissellement intense sur le bassin versant de l'Eygoutier (2019)

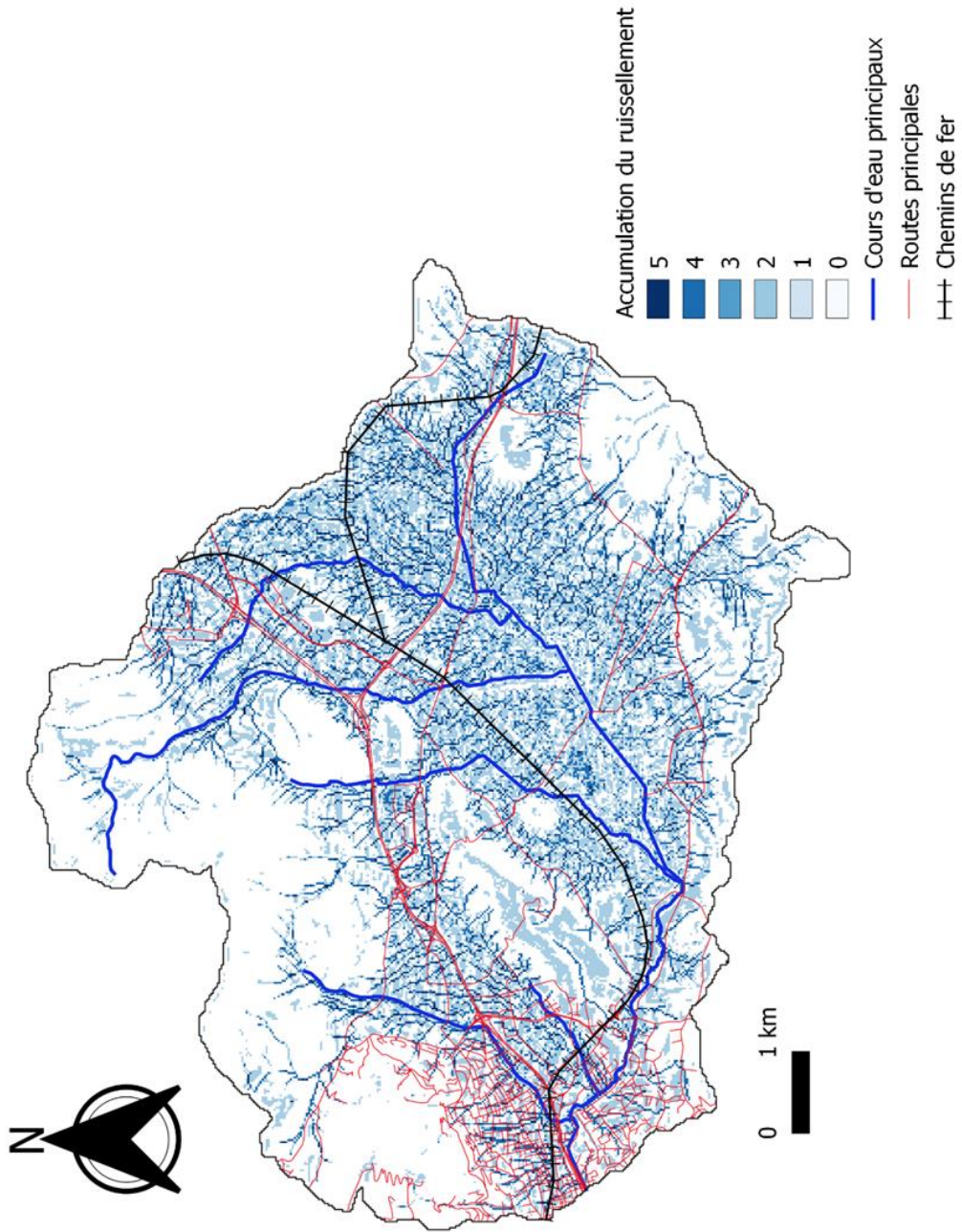


Auteur / Date : Fontanel, 2019  
Sources : Données Irstea



➤ La cartographie de l'accumulation du ruissellement intense

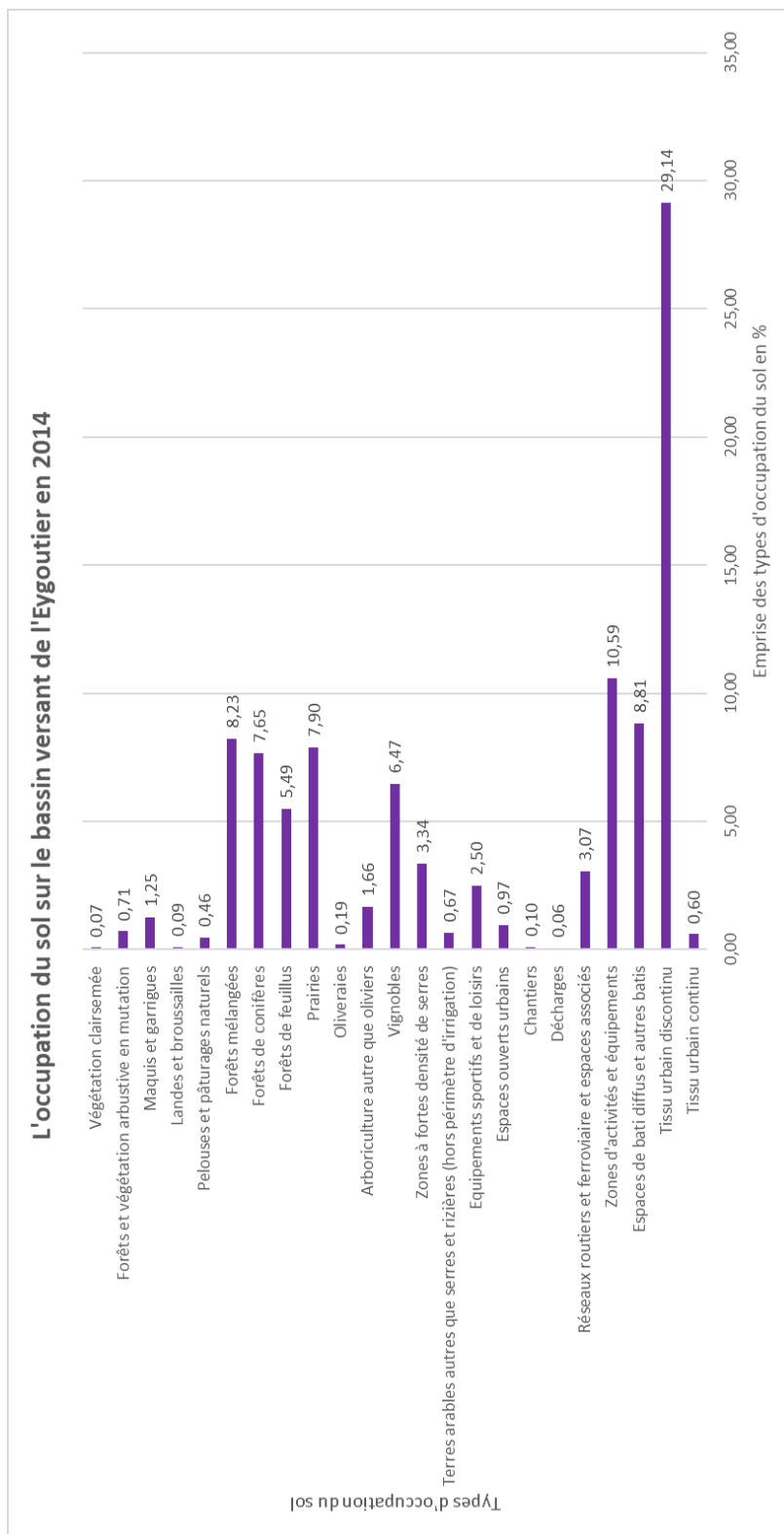
L'accumulation du ruissellement intense sur le bassin versant de l'Eygoutier (2019)



Auteur / Date : Fontanel, 2019  
Sources : Données Irstea

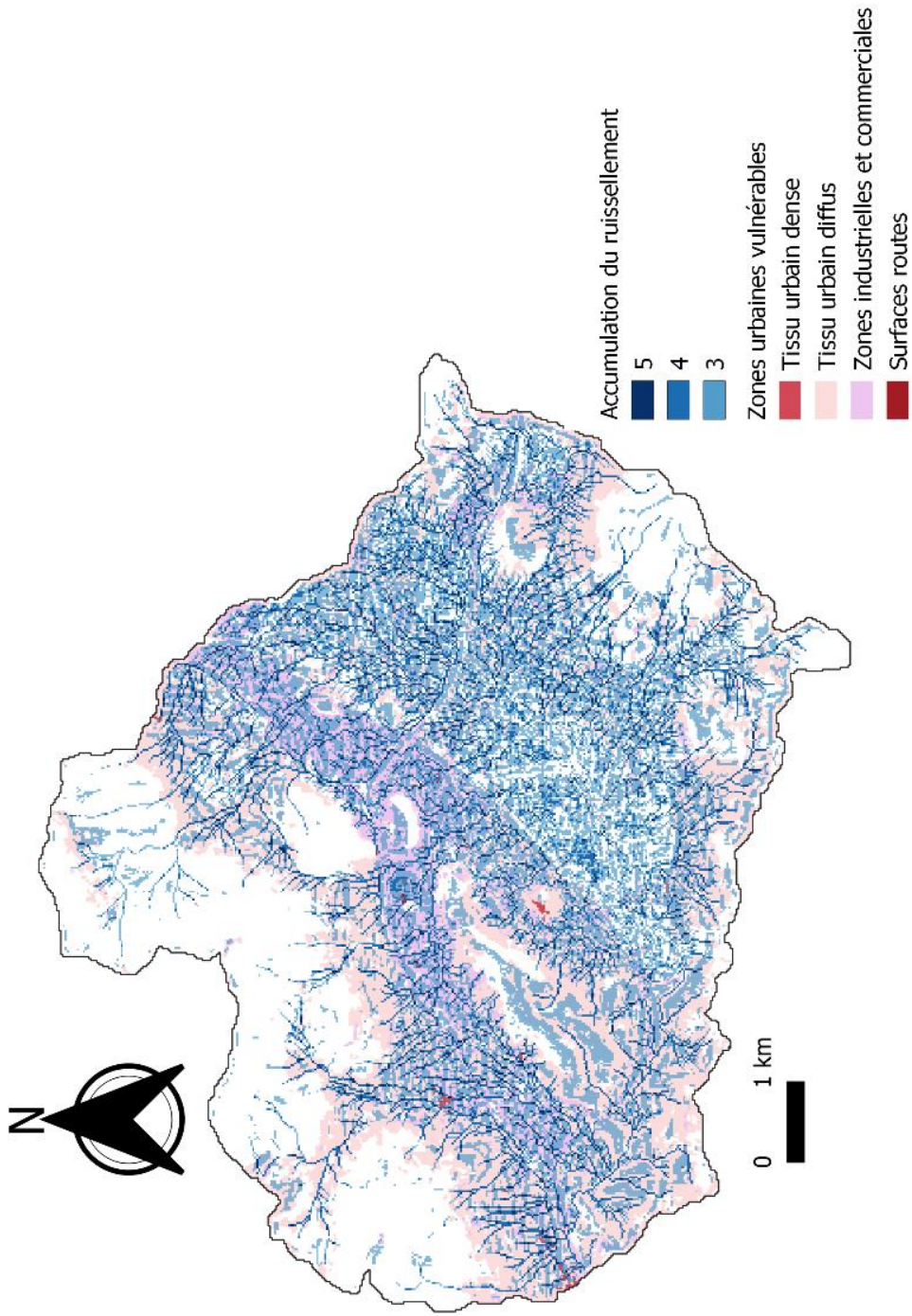
## 2.1.2. La cartographie du risque d'inondation par ruissellement intense

### ➤ Occupation du sol



➤ Le risque d'inondation par ruissellement intense

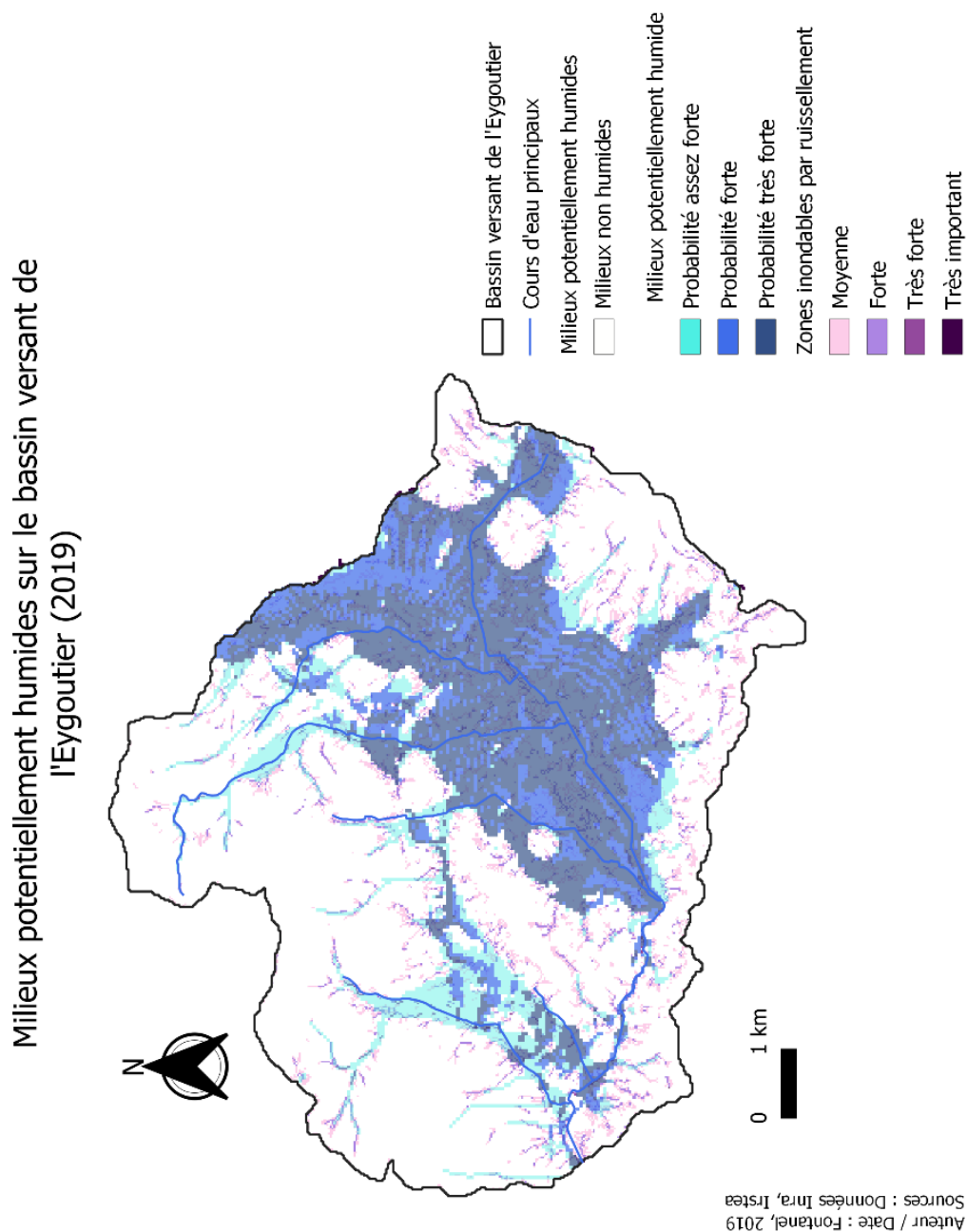
Le risque d'inondation par ruissellement intense sur le bassin versant de l'Eygoutier (2019)



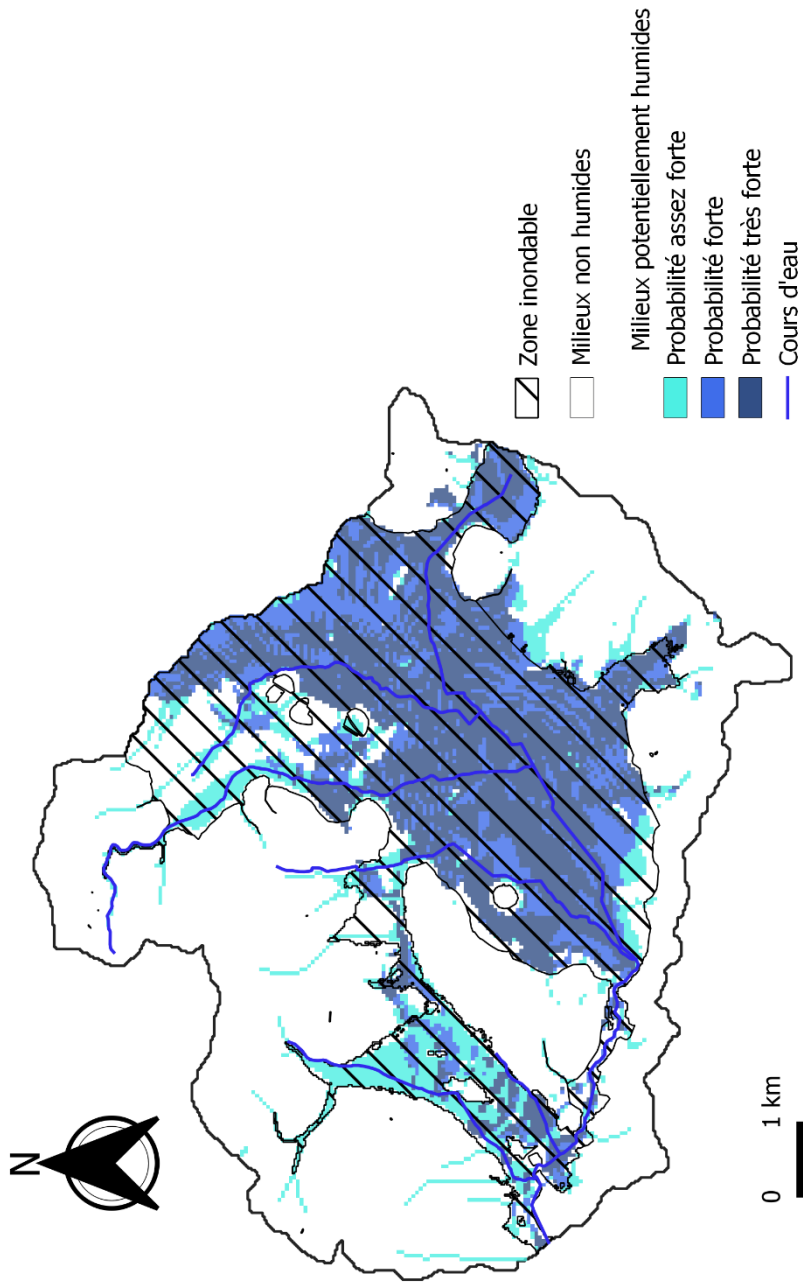
Auteur / Date : Fontanel, 2019  
Sources : Données Irtsea

## 2.1.3. La cartographie des zones humides pouvant aider à la gestion du ruissellement intense

- La cartographie des potentielles zones humides



Les milieux potentiellement humides et les zones inondables sur le bassin versant de l'Eygoutier (2019)

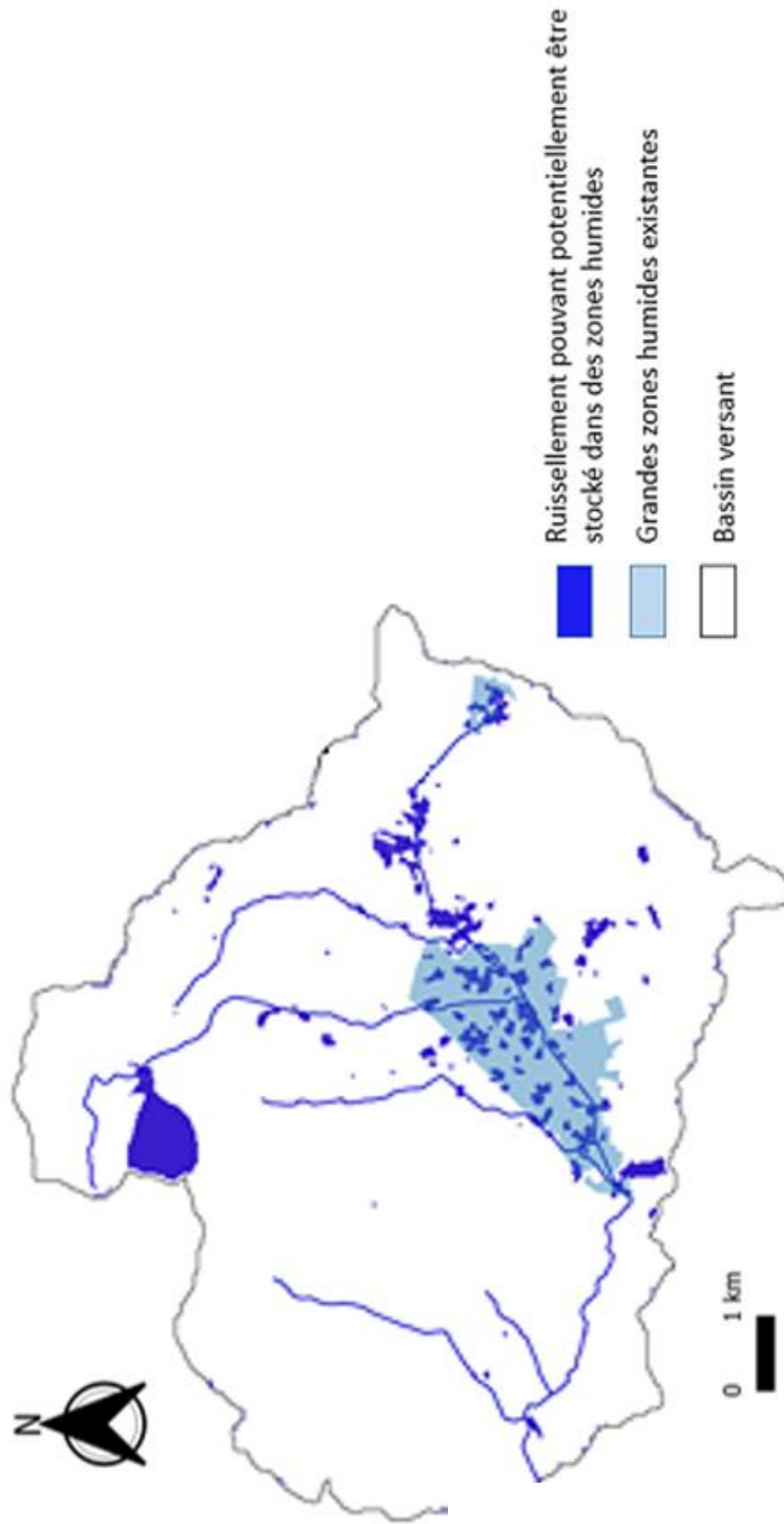


Auteur / Date : Fontanel, 2019  
Sources : Données Irstea

➤ Les milieux potentiellement humides et la zone inondable

- La cartographie du stockage potentiel du ruissellement intense par les zones humides

## Le stockage du ruissellement par les zones humides



Anteurs : P. Breil  
Sources : Données Iristea

## 2.2. Les résultats des entretiens semi-directifs

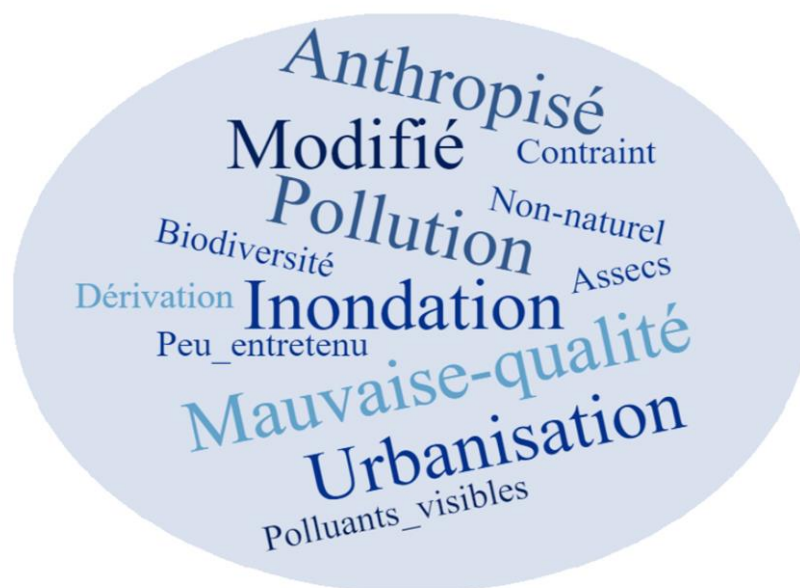
Cette partie vise à présenter les résultats de la démarche sociologique de l'étude. Ces résultats reprennent les différents thèmes et sous-thèmes qui ont été abordés lors des entretiens. Il a été décidé de présenter les résultats en fonction des quatre grands thèmes pour ensuite, dans la dernière partie du rapport, permettre une analyse et le croisement des données entre ces résultats et les résultats cartographiques.

### 2.2.1. L'état actuel des cours d'eau et zones humides

Pour ce qui concerne l'état des cours d'eau, à chaque entrevue, c'est l'Eygoutier qui a été abordé. Pour les affluents, peu avaient connaissance de ces cours d'eau sauf la présidente de l'association « Les Randonneurs Craurois » qui a parlé du Lambert, le ruisseau à l'amont du bassin versant, une des branches principales de l'Eygoutier.

Ce qui ressort principalement de l'état actuel de l'Eygoutier et de son évolution c'est son caractère très anthropisé depuis des années, pollué et sec (Fig. 11).

Fig. 11 : La perception de l'Eygoutier selon les personnes interrogées (Fontanel, 2019)



#### ➤ L'Eygoutier, un cours d'eau anthropisé

Plusieurs personnes interrogées abordent ce cours d'eau comme un fleuve « modifié », « canalisé », « anthropisé » « rectiligne ». L'Eygoutier est donc perçu comme un cours d'eau qui a été fortement modifié par l'Homme.

En revanche, malgré cette forte anthropisation, un interlocuteur précise que « l'Eygoutier est **anthropisé, canalisé et rectiligne** avec des berges raides et quasiment zéro ripisylve mais sur la zone du plan il n'y a **pas de béton**, c'est une partie tout de même **préservée** ».

L'Eygoutier est tout de même abordé de manière péjorative : ceci à cause de sa forte anthropisation et il y a même un gestionnaire qui dit « le seul endroit où il est à peu près libre c'est le plan de La Garde même s'il a été travaillé avec le parc nature. Sur le reste, les secteurs font **pitié** avec le cours d'eau très contraint par les clôtures, murs, endiguement dans la ville avec du béton ».

### ➤ La qualité de l'eau de l'Eygoutier

Concernant la qualité des cours d'eau, les interlocuteurs abordent directement le problème de qualité d'eau dans l'Eygoutier. Plusieurs des personnes interrogées parlent de pollution visible et invisible.

Par exemple, un des gestionnaires des milieux aquatiques du bassin versant parle d'accidents occasionnels ayant un fort impact sur la qualité du milieu. Il cite un accident « La distillerie avec à l'époque le besoin de renouveler ses autorisations de rejets car elle était loin de ces normes : du coup des **centaines de kilos de poissons sont morts** et on était même surpris de cette vie dans la rivière ». De plus, il aborde aussi les anciennes pollutions permanentes « [...] avant **rejet de pétrole, rejets chimiques** mais dès les années 1980 il n'y en avait plus mais parfois il y avait des **odeurs suspectes** avec le pire bilan au niveau du **décès piscicole** ».

D'autres gestionnaires abordent la pollution industrielle mais aussi agricole avec des membres d'associations et habitants du territoire disant « il y a aussi le problème des pesticides à La Crau et Carqueiranne avec l'horticulture : il y a la production de fleurs donc des produits... Mais l'Eygoutier est aussi pollué par la zone industrielle avec le Réganas : on retrouve parfois les poissons tous morts donc les rejets sont importants ». Ou encore, « [...] un cours d'eau qui charrie les pollutions [...] », « [...] **pollutions solides visibles** qui vont du ruisseau à la mer donc pollue de manière visible et on a aussi la **pollution invisible** qu'on ne voit pas [...] notamment la production de fleurs dans le plan avec aucun contrôle donc quand il s'agit de fleurs, **l'emploi du chimique** est très important ».

Deux autres personnes interrogées abordent d'autres facteurs entraînant une diminution de la qualité de l'eau : « Problème de qualité d'eau régulier car il longe un secteur fortement urbanisé avec des sous bassins versants très urbanisés donc on a encore aujourd'hui des problèmes comme le **poste de relevage d'assainissement** qui aboutit dans l'Eygoutier [...] », « Mais il y a aussi de la pollution avec le problème d'assainissement avec la commune du Pradet. Les eaux usées vont à la station d'épuration de La Garde [...] on a une pompe de relevage en zone inondable pour pouvoir aller à l'usine [...]. Mais en été, il y a beaucoup trop de monde donc on ne peut traiter donc tout a été balancé directement dans l'Eygoutier, il y a 4-5 ans la pompe de relevage n'y arrivait plus [...]. C'est un riverain faisant partie d'une association qui a senti cette odeur et qui est allé voir. Du coup on a averti l'O.N.E.M.A. (Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques) [...] ».

### ➤ L'impact de la sécheresse

Un troisième facteur revient très nettement dans les discussions concernant les cours d'eau. C'est le phénomène d'assec. Nombreuses sont les personnes interviewées à aborder cet



enjeu de manière spontanée ou lorsque je faisais la transition vers la biodiversité en reliant le sujet de l'état actuel des cours d'eau à l'impact sur la biodiversité.

La majorité aborde la faible richesse piscicole corrélée à la sécheresse. Plusieurs gestionnaires ou membres de l'A.D.P.L.G. soulignent l'importance de ces assecs dans cette région à climat méditerranéen. Un dit « **sécheresse et assecs très importants** donc les populations qui se mettent en place n'ont pas le temps de se développer. Parfois on a un filet d'eau qui permet aux espèces de survivre ou revenir mais peu ». Un gestionnaire souligne le maintien d'espèces invasives « **Peu de poissons car il y a les assecs**, les populations ne se mettent pas en place et sur La Planquette très peu car on retrouve de l'écrevisse de Louisiane, du gorbudier essentiellement et de l'écrevisse de Floride donc **peu intéressant...** ».

Cependant, plusieurs personnes ont abordé l'enjeu de la **vanne** présente au niveau du tunnel charriant les eaux vers la mer en période de crues par un autre chemin. Un **seuil a été créé par le S.G.E. pour garantir la présence d'eau dans le cours d'eau principal de l'Eygoutier** continuant son chemin jusqu'à son exutoire à la mer à Toulon. Plusieurs propos évoquent ce sujet : « Le batardeau du tunnel fuyait car il était en mauvais état donc plusieurs se battaient pour la remise en état. L'eau ne continuait pas vers Toulon. », « On a refermé le tunnel pour permettre au cours d'eau de suivre son chemin tel qu'il était. On craignait en cas de grosses inondations qu'on ait une inondation plus difficile à supporter mais pas d'événements donc on ne peut pas dire [...]. Mais si 2-3 mètres d'eau en plus, le seuil n'aura pas d'incidences selon les études hydrauliques », « L'Eygoutier a eu un problème avec une vanne mais maintenant on a quelque chose de fixe, bien sûr certains n'étaient pas d'accord d'autres d'accord mais quand il a été refait il y a deux ans, nous le C.I.L. des Ameniers on a vu l'évolution avec de l'eau toujours présente dans le lit... ».

### ➤ Les zones humides sur le bassin versant de l'Eygoutier

Concernant les zones humides, la plupart des personnes interrogées abordent cette notion en parlant de la zone humide du Plan de La Garde transformée en parc nature pour le public. Or, pour les précisions sur les zones humides sur ce territoire, j'ai dû moi-même lancer le sujet. Peu de personnes interrogées ont abordé l'enjeu des zones humides. En revanche, ils ont tous évoqué l'enjeu de la biodiversité.

Des questions plus précises ont été posées à ce sujet car c'est un thème plus complexe, moins connu. Ont été traitées les principales zones humides du bassin versant : Le Plan de La Garde et le marais de l'Estagnol.

Tous ont répondu connaître la zone humide du Plan de La Garde : « Je connais celle du plan mais c'est tout », « **Oui je connais**, ils sanctuarisent une zone donc c'était indispensable [...] », « La **plus grosse action** en terme écologique **est le parc nature** du Plan de La Garde [...] ». « **Tout à fait**, c'est un truc vachement bien ça et il y a plusieurs choses à dire, ce que je disais c'est l'E.N.S. qui continu jusqu'à ce parc et ce qu'on veut c'est des interactions entre l'Homme et la nature mais ne pas exagérer non plus les choses ! » ...

Dans cette discussion sur les zones humides revient la notion de services écosystémiques. Ce parc nature est perçu plutôt positivement comme en faveur des habitants et de la biodiversité. Le porteur du projet dit que c'est un « Site riche, menacé donc si on laisse comme ça il va être l'objet d'utilisation peu recommandables et ça a déjà commencé et fallait valoriser ce site-là. Donc oui pour la valorisation mais pas de mise sous cloche [...], ne pas exclure l'Homme tout en préservant cette zone humide et la politique d'E.N.S. est pile poil ça d'où l'engagement du Département ». D'autres habitants et gestionnaires donnent aussi leur avis :

- « Ce parc nature est important pour que les gens puissent venir »
- « [...] l'intérêt (de ce parc nature) pour moi est social ».
- « C'est un endroit qui est bénéfique pour les urbains, un service rendu pour la population car on voit que le lien avec la nature et la population urbaine et se sera un peu symbolique avec d'un côté, pour certaines personnes, quelque chose d'indispensable pour eux, leur qualité de vie ».

Néanmoins, de nombreux interlocuteurs évoquent les limites de ce parc nature pour la préservation environnementale. Il est clair que ces personnes interrogées sont sensibilisées à la préservation de la biodiversité de par leur métier. Par exemple :

- « Il va falloir que cette zone naturelle avec la zone agricole protégée permette de **préserver la zone naturelle** plutôt que s'il y a l'urbain vraiment à côté de cette zone ».
- « Pour le département c'était une approche paysagère surtout mais on a souligné l'approche biodiversité, retenue d'eau de cette zone humide. [...] Moi cela ne me plaisait pas de faire venir des gens sur cette zone naturelle [...] Je ne voulais **pas en faire quelque chose de sophistiqué** » selon un gestionnaire.
- « Certains disent c'est beau on va voir la barrière de corail mais s'il y a trop de monde, on va la casser. Ici, c'est pareil, les **gens vont piétiner, jeter leurs déchets** mais c'est important que les gens puissent voir ça, après c'est les politiques qui doivent gérer cela ».
- « [...] D'un côté je ne pense pas que cet espace ne sera pas impacté car l'activité humaine va forcément le **dégrader**... Donc le succès sera réel mais en retour cet espace naturel va **souffrir**. [...] l'humain est très intelligent avec un comportement individuel responsable mais collectivement on est très mauvais... Par exemple les chiens ne sont pas tenus en laisse comme le parc n'est pas encore ouvert officiellement et je ne sais pas si se sera respecté ».

De plus, certains interviewés décrivent l'objectif de la mise en place de l'E.N.S. et du parc nature. Le fait que ce soient majoritairement des gestionnaires interrogés ou habitants du plan, cela montre qu'ils ont des connaissances sur le rôle des zones humides face au risque d'inondation et l'objectif de cette restauration du Plan et du marais de l'Estagnol :

- « On **diminue le risque** en cas de petites crues mais pour la centennale il n'y a juste pas d'aggravation »
- « [...] il ne fallait juste pas d'impacts négatifs, **ne pas aggraver l'inondation**. En cas d'inondation importante, il n'y a pas d'amélioration possible. [...] On voit que si le plan est entièrement inondé, Toulon le sera ».
- « On savait qu'on **réduirait le risque pour les occurrences fréquentes** comme ce sont des retenues d'eau dans le parc mais au-delà de la quinquennale cela n'a plus

d'incidences voire négative... ». « Si on fait l'hypothèse que tous les bassins sont pleins en hiver. Si le ruisseau monte il y a une vanne qui ouvre pour les bassins mais s'ils sont pleins ils ne jouent plus de rôle et comme en plus avec les travaux a été mis des mamelons alors l'eau ne s'étale plus autant ».

- « D'un point de vue purement écologique je n'en sais rien, d'un point de vue inondation je pense qu'ils n'ont **pas empiré**, de toute façon c'est un champ d'expansion des crues ».
- « J'avais jamais vu la route de Hyères inondée à ce point en 2014 : donc la zone humide n'a pas joué son rôle c'est certain et avec le maire de La Crau c'est là qu'il a pris conscience en fait de la nécessité de préservation ».

Une habitante du Plan de La Garde pense que cette zone humide a été sacrifiée et mise en zone inondable pour l'urbanisation : « Ils en avaient rien à foutre des enjeux vis-à-vis de la zone humide, ils sacrifient cette zone pour l'urbanisation aux alentours et éviter que Toulon s'inonde ! Le Plan ils ont fait une croix dessus au niveau des constructions donc on décrète la zone comme inondable sans prévenir ! ».

Enfin, il était nécessaire d'identifier les connaissances et perceptions des personnes interrogées sur le marais de l'Estagnol qui va être restauré par le biais du S.G.E et du projet européen A.R.T.I.S.A.N. Les résultats montrent que ce marais est beaucoup moins connu que le plan de La Garde. Les hypothèses sont que d'une part, le plan a été promu avec son parc nature et le marais de l'Estagnol est un terrain vague dont une partie de cette zone a été urbanisée. Voici les résultats des entretiens concernant le marais de l'Estagnol :

- « Ah oui je vois où c'est. Il y a en fait à l'Ouest un centre commercial mais oui c'est un peu plus sauvage de l'autre côté mais je crois qu'elle n'a vraiment aucune fonction ».
- « Non je ne connais pas, mais je sais qu'il existe c'est important pour moi oui. Il faudrait que je m'en intéresse ».

Néanmoins, les membres des associations environnementales connaissent beaucoup mieux les enjeux et conflits d'acteurs sur cette zone humide :

- « Oui bien sûr, il était d'une grande surface avec une bonne capacité et pour des raisons pratiques, des entrepreneurs ont commencé à le remblayer avec des déchets de BTP avec les collectivités territoriales qui ont fermé les yeux et pour tirer profit de cette affaire ont autorisé la construction sur cette zone humide et heureusement les associations se sont mobilisées ».
- « Ils tamponnaient pour les inondations mais traitait les pollutions mais on voit aujourd'hui qu'il y a un rôle très important en traitant les pollutions sur la terre qu'en mer où c'est beaucoup plus difficile à faire. Donc **l'enjeu mer est** essentiel ici ».

## ➤ La biodiversité

Concernant la biodiversité, de nombreux retours ont été fait sur l'évolution de la faune notamment sur ce territoire. Certains précisent notamment les causes de cette évolution selon eux :

- « On entendait plus les grenouilles comme l'Eygoutier a eu un problème avec la vanne du tunnel. On a vu l'évolution avec le nouveau seuil, avec de l'eau toujours présente dans le lit [...] mais on a revue des **grenouilles, des canards...** »

- « Dans mon jardin je préserve au maximum la végétation, **les arbres**, j'ai encore des **chauves-souris**, **oiseaux** mais moins d'**insectes** et de **papillons** qu'avant ».
- « En amont, une pêche inventaire a été faite et est intéressante : on a des **blageons**, **anguilles**... [...] Mais l'Eygoutier est en zone blanche entre l'association de pêche du Gapeau et du Las... ».
- « Moi en 1975 on était envahi de **guêpes**, mais il y en avait trop mais aujourd'hui il y en a presque plus... Pour les papillons c'est pareil. Les **libellules** ont en a plus aucune. Les oiseaux sont en diminution. On a plus que des mésanges alors qu'on avait des **mésanges** [...] noires, huppées, chatonnerais, des **rouges gorges**... On a plus que des mésanges noires et parfois un rouge gorge mais je ne vois plus rien. Les libellules plus rien mais peut-être qu'avec le parc nature ça reviendra... Ce qui est déjà bien revenu c'est les **grenouilles**. La nature a clairement été **impactée par l'urbanisation** ».
- « Il faut que ces **zones agricoles biologiques** ou raisonnées sanctuarisent pour ceinturer cet espace naturel de l'urbanisation (parc nature) et préserver ce milieu dont les milieux aquatiques et l'Eygoutier ».
- « Les oliviers sont morts, alors ils ne sont pas naturels mais asséchés... ».

Pour le Plan de La Garde une nette évolution de la biodiversité est soulignée par le gestionnaire et il précise les plantations qui ont été effectuées : « [...] 89 espèces à la base et là 189 avec des espèces rares donc c'est exceptionnel ! », « [...] on a planté des essences de ripisylves en fonction de la région : aulnes, érables, saules, frênes... ». Cependant, peu d'informations concernant la flore spécifique aux zones humides ont été abordées. Par biodiversité, les personnes interrogées parlent en premier de la faune et non de la flore, probablement par manque de connaissances.

## 2.2.2. La perception du risque d'inondation

Il est question ici de traiter les résultats concernant la perception du risque d'inondation sur ce territoire par les personnes interrogées. Ces résultats sont présentés en fonction de sous-thèmes : ruissellement / débordement, les facteurs influençant le ruissellement et la communication, les dispositifs et règlements concernant ce risque.

### ➤ L'inondation par débordement et par ruissellement

Lorsque la discussion s'est tournée vers le risque d'inondation, 8 personnes interrogées sur les 9 ont abordé d'elles-mêmes la notion de ruissellement. Voici les résultats de la discussion sur l'appréhension du risque d'inondation par ruissellement :

- « Le débordement est important car il y a un cours d'eau majeur qui traverse l'agglomération toulonnaise mais **le ruissellement est moins appréhendé**, donc justement on **le connaît mal**. Et le jour où il y a une grosse pluie, on peut avoir un phénomène particulier et des dégâts avec la vitesse de l'eau forte mais pas forcément des hauteurs d'eau importantes comme Draguignan avec les voitures embarquées, les accidents grave. Donc pour moi le ruissellement n'est pas supérieur au débordement

mais plus difficile à appréhender, moins connu et en termes de superficie il n'est pas du tout à négliger ».

- « On a **2 types d'inondation** : par **submersion** avec augmentation des eaux et **par ruissellement** ».
- « On a ici une inondation à faible risque car l'eau monte doucement et pas de courant dans les zones qui s'inondent. Attention je ne parle pas de ruissellement mais que du débordement Pour le ruissellement, **on ne le connaît pas bien**, et il est **important de s'en inquiéter** car pas que le débordement et il y a des enjeux, faut que les gens comprennent. [...] Le risque en zone inondable est maîtrisé donc pas dangereux, car les gens connaissent le risque mais le ruissellement touche des populations non habituées et donc en termes de risque c'est aussi important que le plan ».
- « Un ruisseau est arrivé au niveau du parc de l'université : sauf que les jeunes ne savaient pas, **ce ruisseau n'était pas du tout délimité et il y a eu ruissellement** : ils allaient au parking pour rentrer et en fait ils ont coupé le chemin et n'ont pas vu qu'il y avait le ruisseau et la fille est tombée puis un garçon a essayé de l'aider et ils se sont fait emporter jusqu'au plan de la Garde ».
- « **On connaît mal le ruissellement** mais cela va ensemble, la seule inondabilité qu'on connaît vraiment est l'aléa débordement mais 70% des apports des cours d'eau viennent du pluvial donc on ne peut pas travailler la G.E.M.A.P.I. sans compétences fluviales. Des schémas directeurs fluviaux par bassin versant sont en cours pour voir comment on peut les homogénéiser et ramener le côté qualitatif qui n'a jamais été pris en compte avant. Le premier fait se sera sur le bassin versant de l'Eygoutier car Rudy [directeur du S.G.E.] a lancé son étude d'aléa ».
- « Vers La Garde je sais qu'il y a du ruissellement, mais nous c'est plat donc on a moins ce problème. Mais Toulon vers le Mont Faron oui **il existe du ruissellement énorme**. [...]».

## ➤ Les facteurs influençant le ruissellement

Les personnes interrogées ont directement proposé des causes au phénomène de ruissellement. Les résultats montrent que selon les acteurs du territoire, c'est le relief, le climat et l'urbanisation qui sont les principaux facteurs influençant le ruissellement :

- « Le **relief**, ici, mais il y a les **zones urbaines** et le **climat méditerranéen** donc sujets à des phénomènes climatiques extrêmes, assez difficile à prévoir et donc danger et phénomène de ruissellement ».
- « On a le risque d'inondation par ruissellement car on a du relief, **des pentes fortes** et donc il va dans la cuvette et il est très important avec l'**urbanisation**. [...] Accélération de la montée des eaux dans la cuvette car on a de l'imperméabilisation et le risque de ruissellement est énorme et aujourd'hui il n'est pas recensé ».
- « Le ruissellement est intimement lié aux **aménagements de surfaces** qui sont faits et il n'y a pas assez de recul pour créer une mémoire et culture du risque et la dernière crue est trop loin dans le temps ».
- « Le ruissellement a un rôle énorme car tous les ruissellements qui arrivent par la topographie et l'**imperméabilisation** ont des vitesses très importantes donc c'est très dangereux »

- « On a lancé une étude pour les zones d'activités, les espaces publics pour la désimperméabilisation car ce sont les principales zones et c'est là où on a une grande surface tels que les parkings etc. La loi sur l'eau<sup>3</sup> n'impose rien. Elle demande que ce ne soit pas plus de rejets qu'avant les travaux donc si c'est déjà **très imperméabilisé** cela n'aide pas à engager des choses... ».
- « Avec **la sécheresse** et avec les grosses pluies tout est en train de lâcher car pas d'infiltration donc par exemple le Mont Faron avec sa corniche, l'érosion est très importante ».

### ➤ Communication, dispositifs et réglementations sur ce risque

Aucune personne n'a parlé des dispositifs ou moyens de communication spontanément que ce soit pour le risque d'inondation par débordement ou par ruissellement intense. En revanche, certains gestionnaires ont évoqué l'évolution des réglementations concernant le risque d'inondation par ruissellement. Voici les résultats concernant ces sous-thèmes après avoir posé la question lors de chaque entrevue :

- « Oui les **P.C.S.** (Plan Communal de Sauvegarde) et **D.I.C.R.I.M.** (Documents d'Informations Communal sur les Risques Majeurs) ils sont faits pour les communes concernées, La Garde, Le Pradet mais La Valette je ne sais pas ».
- « Non juste les P.C.S. et le D.I.C.R.I.M. pour le risque technologique mais pas l'inondation, seulement une **plaquette des réflexes** et c'est tout ».
- « Les gestionnaires n'ont **pas intérêt car sentiment de peur**. [...] ici on attend tous du politique, un qui décide de bâtir et achète un terrain engage sa responsabilité. Sensibiliser n'est pas faire peur, apprendre à mieux réagir... Les **gens s'en fichent** ils veulent construire une piscine avec l'orientation du soleil et la vue sur la mer pour le paysage tout de même idyllique. Des fois on construit car il y a un petit ruisseau seulement mais quand il pleut ... Il y a du ruissellement sous la maison. Et ça sur le massif on ne le voit pas forcément et ça a un impact en aval... Forcément que ce terrain il y a ruissellement en surface ou dans le sol avec un glissement de terrain possible... Quand on construit proche d'un ruisseau il y a une prise de **responsabilité individuelle** où **les gens sur le risque s'en moquent**, ne s'informent pas. [...] **les élus eux-mêmes n'ont pas cette culture du risque**. ».
- « On a **obligation de prendre en compte le ruissellement** en termes technique depuis la directive 2007 revue en 2010 et 2011 où on a commencé à parler du ruissellement et demandé aux états européens non seulement de disposer des cartes d'inondation de débordement et maintenant de ruissellement. [...] on a eu la **circulaire de 2015** signée par S. Royale qui demandait en gros de réfléchir comment **intégrer la problématique ruissellement dans les P.P.R.i.** mais le P.P.R.i. est fait pour le débordement car les P.P.R. sont pour les risques naturels alors que le ruissellement n'est pas forcément qu'un phénomène naturel donc voilà pour moi l'**incompatibilité**... ».
- « Dans les **P.A.P.I. avec P.C.S.** ».
- « Elle va être mise en place en plus du P.C.S. qui existe pour mutualiser moyens de formations. **4 caméras** sur l'ensemble du bassin versant de l'Eygoutier ».

---

<sup>3</sup> Loi n°2006-1772 du 30 décembre 2006 relative à l'eau et les milieux aquatiques

- « La loi sur l'eau est mise en place trop lentement et je connais comme j'étais géomètre donc on obligeait à faire des **bassins de rétention** avec des déshuileurs mais les communes n'ont jamais mis ça en place sauf quelques-uns ».
- « On voit que le niveau d'analyse et des réactions vont vraiment à l'inverse et alors que maintenant on parle de ralentir l'écoulement, travailler avec les espaces tampons telles que les zones humides, **retenues collinaires** sur les pentes qui sont des ouvrages. [...] On verra que cette **eau va bénéficier à l'environnement** car l'eau sera disponible dans des endroits où elle ne l'était plus, de la faune, de la flore pourra se développer avec derrière une création de paysage ».

### 2.2.3. L'impact du réchauffement climatique

Il était nécessaire d'aborder cette notion de réchauffement climatique dans le contexte du climat méditerranéen basé sur des phénomènes extrêmes (pluies intenses et sécheresse). Le but étant de voir leur perception face à l'enjeu du changement climatique et les éventuelles adaptations déjà mises en place sur le territoire. Voici les résultats des discussions lorsque j'ai abordé avec eux cette notion :

#### ➤ Vision globale du réchauffement climatique

- « Je pense aussi qu'il y a beaucoup de politique et on veut nous faire gober beaucoup de choses pour les réformes politiques. [...] Le **changement climatique est trop utilisé à des fins politiques** ».
- « Pour moi le réchauffement climatique est très complexe car c'est à long terme, à échelle du globe [...] ».
- « **On vend le réchauffement climatique**, on le sait et s'y prépare [...]. [...] les événements dus aux changements climatiques ne sont pas encore très visibles mais oui il se met en place et on n'y échappera pas, aucune raison qu'on y échappe. C'est un argument qu'on emploie oui pour les aménagements mais **si on doit le prouver c'est plus compliqué** ».
- « Il faut voir les statistiques mais personnellement une **évolution visible ? Non** ».

#### ➤ L'évolution des phénomènes pluvieux et des inondations

- « Il y a de plus en plus d'orages. Il y a toujours ces phénomènes de pluies et de sécheresse caractéristiques du climat mais aujourd'hui ils sont **plus forts** ».
- « [...], on a une **diminution des phénomènes orageux** en automne ».
- « C'est caractérisé ici par l'irrégularité et c'est pour ça qu'il faut arriver à préserver cette ressource car on a des périodes de sécheresses ou de pluies intenses [...] ».
- « Depuis 2015 pas d'inondations, seulement des crues ».
- « Le **changement climatique je le sens**, on avait 2-3 inondations dans le plan de La Garde dans l'année donc avec atteinte du seuil de crue, et je le sens, depuis une dizaine d'années on ne connaît plus ça ».

- « [...] En 1999, grosse crue sur le Gapeau donc ce n'est pas nouveau, pas lié à ce réchauffement ».
- « Et petit, on avait plus souvent des grosses flaques d'eau qui restaient durant longtemps, par contre quand il pleut les épisodes sont plus forts aujourd'hui, mais c'est vrai qu'**avant il y avait plus d'eau** ».

### ➤ La sécheresse sur ce territoire

- « **Peu de changements en termes d'étiages...** Cet hiver on a un étiage marqué. [...] Mais il y a du schiste donc cours d'eau en ruissellement, apport des précipitations seulement, donc pas d'eau cet hiver ».
- « Avant l'hiver on avait de l'eau en permanence, en hiver tous les week-ends on avait un service d'astreinte pour le débouchage dans le plan de La Garde au niveau des routes des embâcles... ». « Ici, **on va vers une désertification** ».
- A la question l'hiver il pleut moins ? L'interrogé a répondu « oui et l'été n'en parlons pas. Ces deux dernières années en avril / mai puis janvier il a plu mais cet automne pas grand-chose ».

Une personne souligne que ce n'est pas seulement due à la sécheresse mais aussi à l'imperméabilisation des sols : « [...] tous disent des choses différentes mais ici on a augmenté l'imperméabilisation des sols dans les années 2000 et donc il y a moins d'eau... ».

### ➤ Augmentation du niveau de la mer

- « Je suis à la fois climato-sceptique car c'est complexe, on est sûr de rien et en même temps je vois les changements avec **le niveau de la mer qui monte à l'œil**, ça se voit avec des plages qui sont plus petites qu'avant ».
- « Un grand agriculteur et industriel avait un forage à 50 mètres en-dessous du niveau de la mer. Il est devenu salé donc inexploitable d'où la fermeture de son exploitation ».
- « Au niveau du **trait de côte**, là oui on voit un **impact fort...** Le littoral des vieux salins où là entre 2013 et 2019 on voit une nette évolution ».
- « Oui, en bord de mer la **plage est grignotée** et des endroits, on voit que la plage a diminué déjà ».
- « C'est sur ça (que la mer augmente) et il y a une marée en Méditerranée de 50 centimètres mais elle est présente. Et on ne la sent pas mais oui **l'eau augmente de plus en plus** ».

## 2.2.4. La loi G.E.M.A.P.I.

### ➤ Connaissances de la loi

La majorité des personnes interrogées étaient des gestionnaires, tous avaient déjà au moins entendu parler de la loi G.E.M.A.P.I. Pour les autres, comme ceux faisant partie



d'associations environnementales, ils connaissaient aussi cette loi qui concerne l'environnement. La personne interrogée qui ne connaissait pas cette loi est une personne qui ne fait pas partie d'une association à vocation de préservation environnementale ou qui n'est pas gestionnaire du milieu. Les questions concernant cette loi sont restées larges pour voir comment ces personnes interrogées appréhendent cette loi. En voici les principaux résultats :

- « C'est un **système politique** avec quelque part une recentralisation avec le regroupement de collectivités, donc il y a un aspect politique mais je le maîtrise mal. [...] Sur la G.E.M.A. j'y pense pas trop car je ne suis pas spécialisée mais en effet il y a un lien car s'occuper des inondations c'est respecter le cours d'eau dans son ensemble, les zones humides et l'Homme. On est tous écolos quelque part avec l'envie d'avoir un cours d'eau propre et respecter là aussi où ça a toujours débordé donc **faut respecter la nature avant tout** [...] ».
- « **Cette loi est essentielle** car si l'Homme ne paye pas l'eau il va la gaspiller. Rien n'est gratuit, on ne peut pas laisser les gens en zone inondable et les laisser gérer ce risque seul et laisser l'enjeu de l'eau en suspens ».
- « La G.E.M.A.P.I. donne les **moyens de financer des travaux conséquents** car l'intérêt de la taxe G.E.M.A.P.I. s'applique à tous les riverains et non pas que les personnes inondées [...] et cela permet de mettre en évidence quel est le coût et les perspectives à long terme d'évolution du risque, de la biodiversité ».
- « Le choix à T.P.M. a été fait de séparer G.E.M.A. et P.I. ici sur ce territoire même si ce n'est pas dans la logique initiale de cette loi mais ici on a l'axe de service technique avec l'aspect P.I. pur et dur (protection) et la partie plus environnementale G.E.M.A. [...] Bien sûr, la question cours d'eau s'aborde globalement, [...] là historiquement c'est séparé ».
- « Non je ne sais pas que je paye une taxe ? Pour la communication, ça ne me dit rien ».
- « Oui, **c'est une taxe** ça [...] ».

### ➤ Communication de cette loi

Il était nécessaire de savoir si une communication a été réalisée concernant cette loi envers la population locale pour faire connaître cette loi et expliquer la taxe. Voici les réponses des personnes interviewées ayant évoqué ce sujet :

- « [...] la taxe des espaces verts est supprimée donc les gens pensent que ça remplace cette taxe ».
- « Il y a eu de la communication par le **site Internet** de la métropole ».
- « **Oui** on a eu de la communication, ce n'est pas un problème, 11 euros ».
- « **Pas trop de communication**, je le sais car j'ai eu l'occasion de savoir qu'il y a une nouvelle taxe par mon boulot donc j'ai regardé sur la feuille d'impôt. Donc la plupart des gens ne savent pas. [...] **aucune communication** venant pour la taxe G.E.M.A.P.I. sur le territoire ».

### ➤ Avis personnels sur cette loi

Après avoir traité les trois grands thèmes (réchauffement climatique, risque d'inondation par ruissellement et état actuel des milieux aquatiques) il était nécessaire de traiter

les potentiels atouts et limites de la loi G.E.M.A.P.I. qui intègre ces trois domaines. J'ai donc orienté les acteurs quand cela ne s'est pas fait de manière naturelle dans la discussion vers les objectifs de la G.E.M.A.P.I. et leur ressenti. Voici les résultats de cette discussion selon les différents acteurs :

→ Les atouts de cette loi en termes d'organisation territoriale et de moyens :

- « C'est positif de donner à une communauté plus forte un **pouvoir car la communauté est plus grande** donc on a un plus grand territoire et on doit raisonner en bassin versant et non pas par petits bouts de terrains [...]. Il y a aussi une logique politique, stratégique, économique en donnant ce pouvoir à une grande communauté car il y a **plus de moyens et de cohérence** pour trouver des solutions sur les enjeux importants et penser lien amont-aval ».
- « On a profité (l'E.N.S. du plan) de cette loi pour avoir les **subventions** de l'Agence de l'eau au titre de la G.E.M.A.P.I. et on va avoir 2,5 millions d'euros presque de subventions donc ce n'est pas rien ».
- « Avant qu'elle sorte on ne savait pas qui était responsable de quoi quand il y avait une inondation. C'était le flou total. Donc **cette loi est parfaite car elle a les compétences**. G.E.M.A.P.I. donne les moyens de financer des travaux conséquents car l'intérêt de la taxe G.E.M.A.P.I. s'applique à tous les riverains et non pas que les personnes inondées [...] ».
- « Le changement climatique est important donc influe sur la sécheresse et les inondations donc il est important que la G.E.M.A.P.I. vienne là-dessus pour **avoir des moyens** de faire des bassins de rétentions peut-être, des aménagements permettant à l'eau de s'infiltrer, ruisseler, s'évaporer... »

→ Les atouts du contenu de cette loi :

- « Il faut lier G.E.M.A. et P.I. et la **loi est logique et cohérente** car faut gérer l'aspect inondation et préservation de la ressource et pour une fois qu'il y a une loi... Cette loi me semble bien conçue sur le principe et faut la préserver ».
- « Quand on lavait les rivières fallait que l'eau s'écoule pour la mer, mais il n'y avait aucun souci sur la présence de poules d'eau, de poissons ou encore des produits chimiques pour tuer les moustiques... Pour moi c'est une **excellente chose de regrouper les 2 parties** et T.P.M. est en train de séparer G.E.M.A. et P.I. Pour moi c'est une hérésie. La problématique doit être commune. L'un est lié à l'autre techniquement, et l'un profite à l'autre ».

→ Les limites de cette loi selon les acteurs :

Les différentes personnes interrogées soulignent certaines limites de la loi G.E.M.A.P.I. notamment au niveau de la prise de compétence de cette loi, de la taxe et de ses objectifs. Voici les résultats concernant les freins de cette loi :

- « [...] se serait intéressant d'en parler car comme tout le monde moins il y a de taxes, mieux je me porte mais elle est intelligente si on sait à quoi elle sert, elle peut être utile

mais ça fait une **taxe de plus** donc il y a un enjeu politique aussi après, donc pas de commentaires... (*rires*) ».

- « **Je ne sais pas qui a la compétence** G.E.M.A.P.I. c'est la préfecture non ? [...]. Quand les gens **payent une taxe** ça ne plait pas donc c'est ça **l'aspect négatif** [...] ».
- « Ici, **l'enjeu urbanisation** et l'urbanisation est énorme donc **ça peut expliquer le manque de communication** sur la G.E.M.A.P.I. ».
- « Il **faut se parler** entre les services et c'est **parfois complexe**. [...] Aujourd'hui le P.A.P.I. c'est de la G.E.M.A.P.I. ? Le contrat de baie ? Non car ça concerne la qualité de l'eau donc ce n'est pas de la G.E.M.A.P.I. Mais **ça laisse poser la question du G.E.M.A. car on prend en compte la qualité**... [...]. Pour les **guides techniques, il y en a une quantité**... Au début l'érosion côtière n'était pas dans la G.E.M.A.P.I., pareil pour le pluvial... Mais tout est lié... Ça reste compliqué car aujourd'hui l'érosion côtière non mais s'il y a submersion comme c'est souvent le cas-là oui peut-être... **Dès qu'il y a le risque alors peut-être**... Je suis souvent **obligé de préciser les contextes pour ne pas faire de contresens sur la G.E.M.A.P.I.** Aujourd'hui nous G.E.M.A.P.I. est égal à P.I. sur notre territoire très clairement donc j'aurai aimé que ce soit écrit GEstion des Milieux Aquatiques **pour** la Prévention des inondations, même si c'est dans la logique, c'est écrit « et » et ça sépare... ».
- Le problème de la G.E.M.A.P.I. c'est que les **4 alinéas du Code de l'Environnement n'étaient pas faits pour faire une compétence**. Elle est à géométrie variable et même si la loi est peu fermée, cela peut être perturbant c'est chaque territoire selon les enjeux et les politiques qui doit finaliser et mettre en œuvre la compétence. **Les autres alinéas du 121.7 ne sont pas pris en compte comme l'animation du P.A.P.I., le ruissellement qui ne sont pas dans la G.E.M.A.P.I. mais qui sont liés** donc en général comme le syndicat du Gapeau a des missions hors G.E.M.A.P.I. communales et l'idée est qu'on prenne des compétences hors G.E.M.A.P.I. pour les transférer ensuite. **Il y a un problème de gouvernance pour la G.E.M.A.P.I.** même s'il y a le socle avec le schéma d'organisation mais on voit que c'est compliqué à mettre en œuvre ». « C'est historique qu'ici ce soit séparé G.E.M.A. et P.I., **je me bagarre pour que ce soit lié** mais il y a un enjeu d'élus, c'est une aberration. C'est **difficile de faire du G.E.M.A.** chez nous car c'est trop urbanisé. L'enjeu écologique pour refaire un corridor écologique, je pense que c'est compliqué aujourd'hui. ».
- « On fait des lois mais pour **l'application ou la mise en œuvre c'est jamais simple** avec les multicouches des collectivités, on ne sait plus qui fait quoi et plus personne ne fait rien ».

Pour résumé, l'Eygoutier reste alors un cours d'eau perçu de manière négative par les gestionnaires et les riverains habitant pour la majorité sur le territoire. Certes, ce cours d'eau présente selon les gestionnaires, une population piscicole intéressante mais l'utilisation du cours d'eau comme décharge de polluants et sa canalisation au niveau de la ville de Toulon ne fait pas de ce fleuve un site perçu naturel et préservé. Selon eux, des travaux de restauration doivent être engagés et la loi G.E.M.A.P.I. selon des gestionnaires est perçue comme la loi indispensable et nécessaire pour la réhabilitation et restauration de ces milieux. Néanmoins, la préservation des milieux aquatiques ne reste pas la priorité au vu des arguments des acteurs interrogés. Le risque d'inondation par débordement et ruissellement intense reste en majeure partie la priorité sur ce territoire dans un contexte de réchauffement climatique. La loi G.E.M.A.P.I. ne parviendrait pas à coupler préservation et prévention des inondations de

manière efficace. Selon des gestionnaires et membres des associations environnementales, les choix sont orientés avant tout vers la gestion du risque pour protéger l'extension urbaine de Toulon et non pour la restauration des cours d'eau et des zones humides.

Il faut noter que les remarques faites par les personnes interrogées sont totalement orientées selon leur statut. La plupart des gestionnaires de l'eau abordent le risque comme enjeu majeur sur le territoire tandis que les gestionnaires plus « naturalistes » parlent plus de la notion G.E.M.A. de la loi G.E.M.A.P.I. Les personnes interrogées habitant dans le Plan de La Garde et membres d'une association à vocation environnementale sont eux aussi influencés. Ils abordent l'urbanisation comme principal facteur d'aggravation des inondations à l'encontre de la zone humide du Plan et sont plus précis pour ce qui concerne l'évolution de la biodiversité.

Ces résultats sociologiques et cartographiques permettent alors de mieux connaître le risque d'inondations par ruissellement sur le bassin versant de l'Eygoutier et mieux appréhender les freins et leviers de la loi G.E.M.A.P.I. afin d'anticiper la gestion de ce risque à l'aide des zones humides.

## Partie 3 : Discussion : la loi G.E.M.A.P.I. un enjeu majeur dans la gestion du risque d'inondation par ruissellement intense

Il s'agit dans cette dernière partie de discuter et croiser ces résultats pour pouvoir proposer une première liste des freins et leviers de la loi G.E.M.A.P.I. et ainsi mieux appréhender le risque d'inondation par ruissellement sur ce bassin versant afin de pouvoir, ensuite, préciser et intégrer cette étude dans la planification urbaine.

### 3.1. Le ruissellement intense, un phénomène présent et influencé par l'anthropisation

L'analyse cartographique du bassin versant de l'Eygoutier et de ses affluents est primordiale pour comprendre les enjeux face au risque d'inondation par le phénomène du ruissellement intense (Fig. 12). Elle permet de voir comment les zones humides peuvent avoir un rôle écologique mais aussi dans la prévention des inondations, deux domaines aujourd'hui inscrits dans cette loi. L'analyse sociologique est tout aussi importante pour comprendre le jeu d'acteurs sur le territoire et permettre de faire ressortir les freins et opportunités de cette loi G.E.M.A.P.I. Il s'agit alors dans cette dernière partie d'analyser les résultats pour pouvoir proposer une meilleure gestion du risque et présenter une première liste de freins et leviers de cette loi.

### 3.1.1. Interprétation de l'aléa ruissellement (production, transfert, accumulation)

#### ➤ La carte de production du ruissellement intense

Cette carte permet d'observer les zones du bassin versant les plus propices à la production du ruissellement intense. On remarque que la production du ruissellement est très importante sur ce territoire car les scores issus de la méthode I.R.I.P. de 3 à 5 recouvrent plus de la moitié du bassin versant ce qui signifie que la production du ruissellement est moyennement à très importante sur l'ensemble du territoire. Peu de zones sont épargnées par cette production du ruissellement intense.

Fig. 12 : L'Eygoutier et ses affluents (P. Roeder, A.I.R.E., 2008)



En revanche, cette cartographie montre que les principales sources de production du ruissellement intense sont situées au cœur de la zone urbaine soit au centre du bassin versant mais aussi au Nord-Est et Est du territoire. Cela s'explique par la présence des aires urbaines comme Toulon et son agglomération. Cependant, toute la partie Nord Nord-Ouest ainsi que qu'une zone au Sud-Est sont épargnées de cette production du ruissellement. Ce sont les reliefs tels que le Mont Faron, le Mont Coudon et au Sud-Est le Mont Paradis qui encore très préservés, notent une forte capacité d'infiltration grâce aux nombreuses forêts présentes sur ces massifs. Mais, la production est néanmoins soutenue en aval des pentes de certains massifs urbanisés. Pour ce qui concerne la plaine urbaine de l'Eygoutier, les précipitations qui tombent au sol s'infiltrant d'une part, s'évaporent directement d'autre part, et le reste ruisselle du fait l'imperméabilisation des sols qu'on détaillera par la suite. Certaines zones peu urbanisées notamment sur les collines au niveau de La Valette et de La Garde sont elles aussi marquées par l'absence de production du ruissellement.

Cette cartographie montre alors que le ruissellement intense est un phénomène réellement présent sur ce bassin versant de l'Eygoutier avec une production très forte qui concerne une majeure partie de ce territoire notamment en aval des massifs et dans la plaine de l'Eygoutier. Cela amène à observer les cartes de transferts de ce ruissellement intense mais aussi d'accumulation de celui-ci, pour ensuite, percevoir les principaux facteurs influençant ce ruissellement.

### ➤ La carte de transfert du ruissellement intense

Cette carte exploitée sous QGIS via les seuils et indicateurs de la méthode I.R.I.P. + permet d'observer le transfert du ruissellement intense, l'étape suivant la production. Elle sert à comprendre comment et par quels facteurs le ruissellement se déplace sur un bassin versant. Le transfert du ruissellement intense se fait de manière très hétérogène sur l'ensemble du bassin versant. Certaines zones du territoire transfèrent peu ce ruissellement tandis que d'autres zones sont beaucoup plus propices à ce transfert du ruissellement (avec un score sous i.R.I.P. de 0 à 5). Les zones les plus propices au transfert du ruissellement sont celles situées à proximité des massifs et des axes routiers et ferroviaires. Suite à la production - principalement issue des aires urbaines et au pied des massifs aujourd'hui urbanisés - les lames d'eau s'écoulent alors en direction de l'aval depuis l'aval des massifs jusqu'aux cours d'eau d'où un fort (score 4) voire très fort (score 5) score du transfert de ruissellement. Ce transfert du ruissellement est donc fortement influencé par la pente car il fonctionne par système gravitaire.

Les axes de communication jouent eux aussi un rôle dans le transfert du ruissellement intense avec un score de 3 soit un potentiel de ruissellement moyen voire même jusqu'à 5 au niveau de Toulon, un potentiel de ruissellement très fort. Une importante partie du transfert du ruissellement intense est très visible le long des axes de communication tels que les autoroutes, les routes principales et les voies ferrées. Au Sud, au niveau de la ville de Toulon, on remarque que le transfert est moyennement important à très important, et ce, en fonction de l'occupation du sol notamment les axes de transports totalement imperméabilisés qui empêchent l'infiltration des eaux précipitées ou ruisselées depuis l'amont. Beaucoup de ces axes de transfert proviennent aussi des pentes des massifs notamment au Nord du territoire. La potentialité de transfert du ruissellement est parfois beaucoup plus forte lorsque la pente et l'urbanisation sont combinés sur une même emprise. Par exemple au Nord de Toulon à l'Est du Saint-Joseph on remarque que tout un quartier connaît un score de 4 voire 5 pour le transfert.

Le transfert du ruissellement est alors non négligeable et il existe de nombreux axes de transferts de l'amont vers l'aval ce qui peut entraîner un risque d'inondation par ruissellement intense si celui-ci s'accumule dans les zones propices à l'inondation.

### ➤ La carte d'accumulation du ruissellement intense

Cette carte plus détaillée grâce aux indicateurs et seuils de la méthode I.R.I.P. représente les zones d'accumulation du ruissellement intense sur ce territoire, phénomène faisant suite à la production et au transfert du ruissellement. Une fois le transfert effectué, des zones d'accumulations récupèrent ces eaux de ruissellement lorsqu'elles n'ont pas rejoint les cours d'eau. Ces zones d'accumulation « stockent dans des dépressions naturelles ou artificielles (bassin de rétention) des lames d'eau ruisselées » (A. Chiavarino, P. Breil, 2015). L'accumulation du ruissellement est présente sur la majorité du bassin versant. On remarque

que cette accumulation connaît un score allant de 0 à 5 avec une domination nette des scores 3 et 4. Cela signifie que l'accumulation du ruissellement est importante sur l'ensemble du territoire. Néanmoins, certains espaces du territoire connaissent une forte accumulation notamment dans les plaines de l'Eygoutier et de ses affluents, souvent à proximité des cours d'eau et dans les zones humides telles que Le Plan et le Marais de l'Estagnol. Les sites où l'accumulation est peu présente sont les massifs forestiers, là où l'infiltration est importante et ou au contraire, le transfert est plus important. Les zones les plus propices à l'accumulation sont aussi situées dans les villes comme La Garde, La Crau ou encore Toulon.

Le bassin versant de l'Eygoutier propice au ruissellement (production, transfert, accumulation) comporte des enjeux vulnérables à ce phénomène d'où le risque d'inondation par ruissellement intense. Il est nécessaire d'étudier ce phénomène en fonction des enjeux pour définir l'importance du risque et des actions à mettre en œuvre. C'est pourquoi, l'occupation du sol est essentielle pour mieux comprendre les causes du ruissellement que ce soit d'origine naturelle (topographie, géologie...) ou anthropique (bassins de rétentions, imperméabilisation des sols...).

### 3.1.2. L'occupation du sol, un facteur influençant le ruissellement

On remarque sur cette carte d'occupation du sol (Annexe 3) que les zones anthropisées représentent une majeure partie de l'espace. Le tissu urbain continu reste tout de même assez restreint avec environ 0.60 % du territoire tandis que le tissu urbain discontinu représente plus de 29 % du territoire soit presque qu'un tiers du territoire. A cela, s'ajoute les zones d'activités et d'équipements qui occupent 10.59 % de l'occupation du sol, les espaces bâtis diffus et autres bâtis qui occupent près de 9 % de l'espace et les espaces ouverts urbains qui occupent près d'1 % du territoire. Les réseaux routiers et ferroviaires occupent 3 % du territoire. L'urbanisation occupe alors plus de la moitié du territoire en termes d'occupation du sol. Ce secteur est donc très anthropisé d'où une forte imperméabilisation des sols en zone urbaine notamment en zone aval du bassin où se situe Toulon.

De plus, les zones agricoles sont beaucoup plus présentes à l'Est du bassin versant et visiblement, de l'autre côté de la voie ferrée. Ces zones agricoles sont situées à proximité des communes voisines de Toulon et La-Valette-sur-Var comme Carqueiranne, La Crau ou encore Le Pradet. Les cultures typiques du sud de la France telle que la production de fleurs sous serres, la culture d'oliviers, mais aussi les terres arables, l'arboriculture et la viticulture représentent plus de 12 % du bassin versant. En revanche, les prairies sont peu présentes et l'élevage restreint (élevage de moutons) car elles occupent seulement 7 % du territoire.

D'autre part, malgré la forte urbanisation sur ce territoire, les massifs toulonnais tels que le Mont Faron, le Mont Coudon situés au Nord de Toulon et le Mont Paradis situé à l'Est du bassin de l'Eygoutier permettent aussi de préserver un milieu forestier de type conifères, feuillus mais aussi maquis et garrigues, végétaux typiques du climat méditerranéen. Ces espaces naturels restent peu impactés par l'urbanisation sauf en aval des reliefs où la construction reste plus facilitée techniquement. Ils permettent alors de préserver un milieu naturel en plus des zones humides tels que le Plan de La Garde et le marais de l'Estagnol. L'ensemble de la

végétation occupe près de 24 % du bassin versant ce qui reste tout de même nettement inférieur à l'urbanisation.

Sachant que les secteurs anthropisés sont très présents sur ce bassin versant, cette occupation du sol influence le phénomène de ruissellement intense.

Le ruissellement intense très fortement produit sur les massifs toulonnais s'explique par la pente importante sur certains massifs comme le Mont Coudon ou Mont Faron et une pente moyenne du bassin versant de 12.8 %. On peut qualifier ce relief de moyen avec un dénivelé spécifique d'environ 87 mètres selon les calculs d'i.R.I.P. La pente favorise alors le ruissellement par gravité avec des vitesses importantes et limite l'infiltration des eaux de pluies (Fig. 13). De plus, certaines zones urbanisées en amont du bassin versant comme la zone d'activité de La Valette sur Var, les zones bâties en amont du cours d'eau du Réganas, du Saint-Joseph et de La Planquette favorisent alors cette production du ruissellement due aux revêtements des sols imperméables. Plusieurs personnes interrogées avaient souligné ces différents facteurs : « Le relief, ici, mais il y a les zones urbaines [...] », « On a le risque d'inondation par ruissellement car on a du relief, des pentes fortes et donc il va dans la cuvette et il est très important avec l'urbanisation ».

D'autre part, une fois produit, le ruissellement intense s'écoule de l'amont en aval de manière plus ou moins diffuse pour ensuite rejoindre les cours d'eau ou encore être stocké dans les zones inondables. Le transfert de ce ruissellement intense est fortement influencé par l'occupation du sol. D'une part, les talwegs transfèrent ce ruissellement intense de l'amont vers l'aval et d'autre part, l'urbanisation très importante dès l'amont du bassin versant est propice au transfert de ce ruissellement. Les axes de communication imperméables sont le type d'occupation du sol le plus propice au transfert des eaux précipitées et non infiltrées. Un des gestionnaires le souligne en citant « Le ruissellement est intimement lié aux **aménagement de surfaces** ». A cela, il faut rajouter la présence de vignobles et de terres cultivées qui peuvent eux aussi favoriser le transfert du ruissellement notamment dans la plaine de l'Eygoutier au niveau du Plan de La Garde et à l'Est du territoire près de Carqueiranne. Les champs cultivés sont propices au transfert du ruissellement et à l'érosion accompagnée de coulées de boues notamment lorsqu'il y a la période des labours (Fig.14). La forêt présente sur les massifs toulonnais permet de limiter ce ruissellement en jouant un rôle de capteur des eaux de pluies.

Enfin, une fois transféré en zone avale, le ruissellement peut s'accumuler en zone inondable. La topographie joue un rôle important dans ce phénomène d'accumulation, car ce bassin versant encerclé par les massifs toulonnais peut être comparé à une « cuvette » avec la plaine de l'Eygoutier au cœur du territoire. Cette plaine sert alors de champs d'expansion des crues lorsque tous les écoulements rejoignent l'Eygoutier que ce soit pour le phénomène de ruissellement ou de débordement de cours d'eau. De plus, les zones humides telles que le Plan de La Garde avec ses prairies et le marais de l'Estagnol sont propices à l'accumulation du

Fig. 13 : Erosion par le ruissellement intense due à la forte pente (A. Favro, 2018)



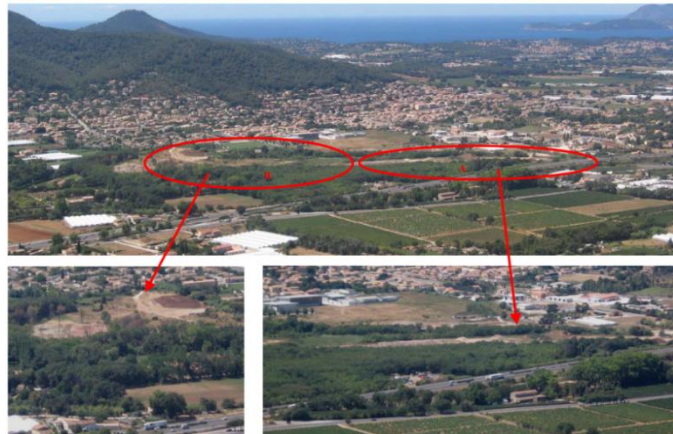
Fig. 14 : Trace de ruissellement intense dans un champs de l'Aude (P. Breil, 2018)





ruissellement. Le marais de l'Estagnol situé en aval du Mont Paradis récupère et accumule les eaux issues de ce massif et la zone urbanisée de La Moutonne en amont de ce marais (Fig. 15). Plus en aval, sur la commune de Toulon, de nombreuses zones sont propices à l'accumulation du ruissellement due à la topographie mais aussi à l'occupation du sol avec l'accumulation des eaux de ruissellement sur les parkings, les routes imperméabilisées, les terrains sportifs etc.

Fig. 15 : Les zones d'accumulation du ruissellement intense issu du Mont Paradis (en haut de la photographie) (P. Roeder, A.I.R.E., 2008)



L'occupation du sol influence alors grandement le phénomène de ruissellement intense en fonction des types de revêtements du sol et de la situation géographique de chacun des types d'occupation. Un territoire très peu urbanisé mais très végétalisé sera beaucoup moins favorable au ruissellement car l'infiltration sera facilitée.

La topographie, la pédologie et la géologie jouent aussi un rôle majeur en plus de l'occupation du sol vis-à-vis du ruissellement intense.

### 3.1.3. La nature du sol, un deuxième facteur influençant le ruissellement

La nature des sols et sous-sols a une forte influence sur le ruissellement intense dans cette région. En fonction de sa nature, cela peut influencer le volume de ruissellement mais aussi sa vitesse. Par exemple, plus le sol va être rugueux et imperméable moins l'infiltration sera simple et plus le ruissellement sera important (C.E.P.R.I. 2014).

Le bassin versant de l'Eygoutier est caractérisé par la présence de nombreux aquifères très peu profonds (G. Durozoy et *al. Op.Cit.*, 1974) avec des terres argileuses. Or ces deux facteurs influencent fortement le ruissellement et selon une des personnes interrogées ils posent parfois un problème : « Après on a un problème pour les pluies de plusieurs jours avec des nappes phréatiques partout, des terres argileuses ici avec beaucoup d'eau en sous-sol chez moi elles sont à 1 mètres sous le sol... ». Lorsque ces nappes sont saturées et si des pluies longues et intenses s'abattent, le sol n'a donc plus la capacité d'infiltrer l'eau d'où la production du ruissellement intense. La terre argileuse qui « voit sa consistance se modifier en fonction de sa teneur en eau : dur et cassant lorsqu'il est desséché, il devient plastique et malléable à partir d'un certain niveau d'humidité » (Préfet du Var, 2008), gonfle sous l'effet de la teneur en eau. Lorsqu'il y a saturation en eau dans les argiles, l'eau ne s'infiltrer plus. Inversement, si la couche d'argile est trop sèche et donc imperméable en sous-sol, il est alors « impossible pour l'eau de s'infiltrer au-delà de cette couche » (C.E.P.R.I. 2014) (Fig. 16).

Fig. 16 : Sol marqué par la sécheresse pouvant limiter l'infiltration des eaux de pluies (A. Favro, 2018)



De plus, outre la nature du sous-sol « qui a son importance dans la formation du ruissellement (aquifère, couche d'argile) » (Ibid., 2014) la nature du sol a une influence sur le ruissellement intense. Cette nature du sol en surface est ici, sur la majorité du territoire, modifiée par l'Homme. La production, le transfert, l'accumulation et les vitesses du ruissellement sont alors influencées par ces modifications tel que l'imperméabilisation comme on l'a vu précédemment. Certaines personnes interrogées disaient « [...] tous les ruissellements qui arrivent par la topographie et l'**imperméabilisation** ont des vitesses très importantes » ou encore « Avec **la sécheresse** et avec les grosses pluies tout est en train de lâcher car il n'y a pas d'infiltration donc par exemple le Mont Faron avec sa corniche, l'érosion est très importante ». L'imperméabilisation du sol peut être due d'une part, comme vu précédemment, par le revêtement des axes de transports, des parkings etc., et d'autre part, due aux effets climatiques telle que la sécheresse impactant les terres argileuses. D'autres facteurs liés à l'agriculture peuvent limiter l'infiltration de l'eau comme par exemple « l'apparition d'une croûte de battance sur les sols naturels et agricoles [...] » (C.E.P.R.I. *Op.Cit.*, 2014).

## 3.2. Le risque d'inondation par ruissellement intense sur le bassin versant de l'Eygoutier

Le ruissellement intense sur le bassin versant de l'Eygoutier peut engendrer d'importantes inondations sur l'ensemble du territoire et notamment dans les zones d'accumulations. Rappelons que l'on parle de risque lorsque l'aléa ruissellement rencontre des enjeux et donc des personnes et biens vulnérables. Ces inondations peuvent être plus ou moins importantes selon la vitesse du ruissellement, les hauteurs d'eau, la présence ou non d'une coulée de boue et influencées par l'occupation et la nature du sol.

### 3.2.1. La caractérisation du risque sur le territoire

Le ruissellement intense s'accumule principalement dans la plaine de l'Eygoutier, à l'aval des massifs toulonnais. Comme le montre la carte du risque d'inondation par ruissellement, l'accumulation du ruissellement touche des zones très urbanisées.

Les principaux espaces urbains vulnérables sont les zones à tissu urbain diffus mais aussi les zones industrielles et commerciales. Pour ce qui concerne le tissu urbain diffus, cela concerne l'ensemble de l'agglomération toulonnaise du bassin versant de l'Eygoutier. La Crau, petite ville située en amont du territoire et au Nord du Mont Paradis est moyennement à fortement (score 3-4 sous i.R.I.P.) touchée par cet aléa du ruissellement intense donc le risque est bel et bien présent.

Plus en aval, La Garde ou encore Le Pradet (côte littorale) sont aussi des villes vulnérables au ruissellement intense avec leurs nombreuses habitations et activités commerciales. Or, La-Valette-sur-Var et Toulon reste les deux villes les plus vulnérables de par la densité urbaine et la présence des centres commerciaux et industriels. Par exemple, l'université et le centre commercial de La-Valette-sur-Var sont très vulnérables à ce risque puisque l'accumulation du ruissellement connaît un score de 4 voire 5 par endroit. La forte pente des reliefs toulonnais est un des facteurs important de ce ruissellement et les vitesses, rapides augmentent la vulnérabilité

des biens et des personnes. Certains enjeux tels que les complexes sportifs ou écoles sont eux aussi susceptibles d'être inondés par ruissellement notamment à La Moutonne sur l'ancienne partie de la zone humide du marais de l'Estagnol. Toulon qui se situe en aval du bassin versant, connaît alors une forte accumulation du ruissellement de par les pentes faibles et les potentielles zones humides (I.N.R.A. 2019) aujourd'hui urbanisées et ne pouvant plus jouer leur rôle « d'éponge ». Par exemple, une partie de la ville de Toulon qui s'est étendue côté Sud le long de la côte littorale était autrefois une zone humide où traversait l'Eygoutier pour se jeter dans la mer, au niveau de la rade de Toulon. Cela explique pourquoi sur la carte des milieux potentiellement humides de l'I.N.R.A. une potentielle zone humide d'emprise assez importante apparaît au niveau de la ville de Toulon jusqu'à la rade. Cette zone urbaine est aujourd'hui très vulnérable face à l'accumulation du ruissellement intense provenant de l'amont d'autant plus que la pente est très faible (environ 4 mètres d'altitude sur l'ensemble de la zone).

Si l'on croise l'aléa ruissellement avec la carte des milieux potentiellement humides et les zones inondables sur ce territoire, il est indispensable de noter qu'une majeure partie des zones d'accumulation du ruissellement est aussi située en zone inondable par débordement de cours d'eau. En revanche, lors des entretiens, seulement deux personnes interrogées sur les 9 ont discuté ou alors montré sur une carte les zones à fort enjeux. Pour beaucoup, ils savaient quelles zones étaient en zone inondable par les P.P.R.i. mais très peu ont pu me citer des zones à fort risque d'inondation par ruissellement. Une seule personne interrogée m'a cité : « Vers La Garde je sais qu'il y a du ruissellement, mais nous c'est plat donc on a moins ce problème. Mais Toulon vers le Mont Faron oui il existe du ruissellement énorme. [...] ». Ils ont cependant conscience du risque inondation par débordement : « Le débordement est important car il y a un cours d'eau majeur qui traverse l'agglomération toulonnaise [...] » et « On a ici une inondation à faible risque car l'eau monte doucement et pas de courant dans les zones qui s'inondent ».

Le risque d'inondation par ruissellement sur le territoire est en fait difficile à caractériser. D'une part, la spatialisation du ruissellement est beaucoup plus complexe que celle du débordement où avec des occurrences et références on arrive à quantifier et délimiter des zones inondables tandis que pour le ruissellement c'est beaucoup plus complexe à délimiter car c'est un phénomène très localisé et fortement influencé par l'occupation et la nature du sol. Un gestionnaire souligne cette différence : « [...] pour moi le ruissellement n'est pas supérieur au débordement mais plus difficile à appréhender, moins connu et en termes de superficie il n'est pas du tout à négliger ». D'autre part, il est peu connu par les gestionnaires ou encore les riverains qui eux-mêmes dans les entretiens montrent qu'ils ont très peu de connaissances : « [...] le ruissellement est moins appréhendé, donc justement on le connaît mal [...] », « on ne le connaît pas bien, et il est important de s'en inquiéter car il n'y a pas que le débordement et il y a des enjeux, faut que les gens comprennent. [...] Le risque en zone inondable est maîtrisé donc pas dangereux car les gens connaissent le risque mais le ruissellement touche des populations non habituées et donc, en termes de risque, c'est aussi important que le plan » ou encore « On connaît mal le ruissellement mais cela va ensemble, la seule inondabilité qu'on connaît vraiment est l'aléa débordement mais 70% des apports des cours d'eau viennent du pluvial donc on ne peut pas travailler la G.E.M.A.P.I. sans compétence fluviale ».

### 3.2.2. La gestion actuelle du risque

Afin de faire face au risque d'inondation par ruissellement sur le territoire, certaines réglementations commencent à émerger ainsi que des dispositifs. Néanmoins, peu de communication est faite concernant ce risque donc les populations n'ont pas conscience du risque d'inondation par ruissellement intense. Pour l'inondation par débordement, cette conscience du risque reste déjà assez faible car la dernière inondation centennale date de 1979 soit déjà plus de 40 ans... S'il n'y a pas de sensibilisation ou de dispositifs mis en place pour la mémoire du risque alors la population locale peut oublier ce risque majeur.

Pour la gestion du risque d'inondation par ruissellement, ce sont les personnes interrogées qui ont fourni le plus d'informations sur les dispositifs et nouvelles réglementations face au ruissellement. Rudy Nicolau, directeur du S.G.E. lance actuellement des études cartographiques sur le risque d'inondation par ruissellement en parallèle de notre étude pour pouvoir mieux prendre en compte ce risque et par la suite définir une stratégie de gestion des inondations par ruissellement intense. Très peu de dispositifs sont mis en place pour prévenir ou se protéger du ruissellement intense car ce phénomène est soudain, localisé et difficile à mesurer. Mais, un des gestionnaires dit qu'en plus des dispositifs pour les crues de l'Eygoutier, « 4 caméras sur l'ensemble du bassin versant de l'Eygoutier » sont mises en place pour prévenir d'une part le débordement de cours d'eau mais aussi le ruissellement dans la ville de Toulon.

Or, ce phénomène de ruissellement intense, comme vu précédemment, ne fait pas l'objet d'une politique spécifique. Les gestionnaires et décideurs des milieux aquatiques et de la gestion de l'eau commencent à travailler sur le sujet. C'est au niveau national et sous la responsabilité de la D.D.T. ou D.D.T.M. que le travail cartographique sur le risque d'inondation par ruissellement émerge avec pour but de limiter l'urbanisation et donc diminuer la vulnérabilité. L'agent de la D.D.T.M. s'exprime en ces termes « On a obligation de prendre en compte le ruissellement en termes technique depuis la directive 2007 revue en 2010 et 2011 ou on a commencé à parler du ruissellement et demandé aux états européens non seulement de disposer des cartes d'inondation de débordement et maintenant de ruissellement. [...] on a eu la circulaire de 2015 signée par S. Royale qui demandait schématiquement de réfléchir comment intégrer la problématique ruissellement dans les P.P.R.i. ». Or, il soulève une limite majeure selon lui : « [...] mais le P.P.R.i. est fait pour le débordement car les P.P.R. sont pour les risques naturels alors que le ruissellement n'est pas forcément qu'un phénomène naturel donc voilà pour moi l'incompatibilité... ». Pour lui, il est impossible de cartographier le risque d'inondation par ruissellement comme celui du débordement car d'une part, la spatialisation est complexe car selon les modèles choisis, cette cartographie du risque peut être beaucoup trop stricte pour les communes. Par exemple, pour le cas d'Hyères, les tensions sont nettes entre la D.D.T.M. et le maire de la commune, car ayant cartographié le risque, la D.D.T.M. trouve un risque de ruissellement dans la quasi-totalité de la commune. Or, pour le maire il est impossible d'interdire l'urbanisation sur l'ensemble de la ville. Selon l'agent de la D.D.T.M., il faut réfléchir autrement en étant plus souple que pour le débordement et sensibilisant mieux la population et les élus.

Lorsque j'ai abordé le sujet des réglementations ou outils de communication pour le risque d'inondation par ruissellement aux autres personnes interrogées, plusieurs ont directement cité les P.C.S. (Plan Communal de Sauvegarde) ou encore les D.I.C.R.I.M. : « Oui les P.C.S. et D.I.C.R.I.M. [...] », « Dans les P.A.P.I. avec P.C.S », « [...] juste les P.C.S. et le D.I.C.R.I.M. pour le risque technologique mais pas l'inondation, seulement une plaquette des réflexes et c'est

tout ». Or, ces outils servent pour la gestion du risque par débordement de cours d'eau et non pas pour la gestion du risque par ruissellement intense. Il n'y a que le P.A.P.I. 3 élaboré en 2018 sur le T.R.I. de Toulon qui prend en partie compte ce risque-ci. Les personnes interrogées connaissent alors peu ce phénomène, et ont du mal à dissocier le risque d'inondation par débordement et par ruissellement intense. Un autre souligne qu'il serait préférable pour les gestionnaires du risque de ne pas trop communiquer envers la population pour ne pas faire peur aux habitants et ne pas faire fuir les promoteurs : « Les gestionnaires n'ont pas intérêt car sentiment de peur. [...] ici on attend du politique, un qui décide de bâtir et achète un terrain engage sa responsabilité. Sensibiliser n'est pas faire peur, apprendre à mieux réagir... Les gens s'en fichent ils veulent construire une piscine avec l'orientation du soleil et la vue sur la mer pour le paysage tout de même idyllique. [...] Quand on construit proche d'un ruisseau il y a une prise de responsabilité individuelle où les gens sur le risque s'en moquent, ne s'informent pas. [...] les élus eux-mêmes n'ont pas cette culture du risque ».

Finalement, peu de dispositifs sont mis en place sur le territoire pour gérer le risque d'inondation par ruissellement malgré une forte vulnérabilité au vu du climat méditerranéen, de la topographie, de la nature des sols et de l'occupation des sols.

### 3.2.3. Le rôle des zones humides pour limiter le risque d'inondation par ruissellement sur ce territoire

Gérer le risque d'inondation par ruissellement est donc un enjeu essentiel sur le bassin versant de l'Eygoutier. Cela devient primordial dans le contexte du réchauffement climatique avec des orages potentiellement de plus en plus violents et des sécheresses de plus en plus fortes et longues rendant imperméables les sols. Actuellement absente, la gestion du ruissellement intense doit alors s'adapter aux politiques actuelles et tendre vers la protection des enjeux tout en préservant la biodiversité. Il ne s'agit pas ici de protéger la population avec des ouvrages en génie civil mais plutôt de protéger la population via les espaces naturels de types zones humides.

La carte des milieux potentiellement humides montre que les milieux ayant une probabilité forte à très forte d'être zone humide sont principalement situés aux abords du cours d'eau de l'Eygoutier mais aussi du Saint-Joseph situé à l'Ouest du bassin et en aval du Réganas et le long du Lambert tous deux, situés au Nord du bassin versant. De plus, d'autres milieux potentiellement humides avec une probabilité assez forte selon l'I.N.R.A. sont visibles notamment au niveau de La Valette sur Var le long du Saint-Joseph et de la Sainte-Musse, deux affluents de l'Eygoutier. Sur le secteur médian du Réganas, d'autres milieux potentiellement humides se dégagent en amont. Il faut noter que la carte superposant les zones humides et les zones inondables vérifient l'hypothèse de ces zones humides potentielles. La zone inondable comprend l'ensemble des potentielles zones humides ce qui peut convaincre de leur présence.

En revanche, la cartographie des milieux potentiellement humides réalisée par l'I.N.R.A. comprend une limite majeure pour notre étude. Elle prend peu en compte les zones humides de tête de bassin versant. C'est pourquoi, cette carte présente - en plus des données de l'I.N.R.A.- les zones inondables par ruissellement réalisées à l'aide de la méthode I.R.I.P. afin de visualiser les potentielles zones humides de tête de bassin versant. Le score allant de 2 à 5 sur i.R.I.P., ces zones inondables sont classées de moyennement inondables à très fortement inondables. De nombreuses zones inondables et potentiellement humides sont présentes en tête de bassin versant notamment riveraines du cours d'eau du Réganas, du Saint-Joseph mais aussi au niveau

des ruisseaux s'écoulant du Mont Paradis jusque dans le Plan de La Garde ou en direction de La Moutonne jusqu'au marais de l'Estagnol. Ces zones humides en tête de bassin versant ont une surface beaucoup moins importante que les deux principales zones humides de ce territoire. En revanche, elles peuvent être intéressantes pour assurer le maintien d'une biodiversité et prévenir des inondations vers l'aval en jouant un rôle tampon.

Les zones humides peuvent alors être considérées comme étant un service écosystémique car il rend service à l'Homme. Il pourrait en tirer des avantages notamment pour la gestion du risque d'inondation par ruissellement. Intégrer les zones humides dans la gestion du risque entre alors au cœur de la loi G.E.M.A.P.I.

### 3.3. Les opportunités et freins de la loi G.E.M.A.P.I. dans cette nouvelle gestion du risque

Il est donc nécessaire de voir quelles seraient les perspectives de gestion des inondations à l'aide de la loi G.E.M.A.P.I. malgré les limites qu'elle peut présenter.

#### 3.3.1. Les perspectives de gestion du risque par les zones humides s'inscrivant au cœur des objectifs de la loi G.E.M.A.P.I. et du réchauffement climatique

Ces zones humides seraient alors une alternative très intéressante pour gérer la présence d'un risque tout en n'impactant pas l'environnement et notamment les milieux aquatiques.

Pour le risque d'inondation par débordement, l'évolution des mentalités est déjà très nette avec l'accent mis sur la prévention, la sensibilisation et le contrôle de l'urbanisation. La construction de digues devient limitée car d'une part, elle a un impact fort sur l'environnement et d'autre part, elle génère un double risque avec le risque de rupture de digue. Cette évolution des mentalités s'accompagne depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2018 de la loi G.E.M.A.P.I. qui engage les collectivités territoriales à répondre à des nouveaux objectifs.

Pour le risque d'inondation par ruissellement, la loi G.E.M.A.P.I. ne spécifie et ne réglemente pas la gestion du ruissellement mais gérer le risque d'inondation par ruissellement à l'aide des zones humides s'intègre totalement dans les objectifs de cette loi. Il est indispensable, comme pour la gestion du risque d'inondation par débordement, de gérer ce risque d'inondation par ruissellement intense tout en préservant les écosystèmes. Sur ce bassin versant, il est nécessaire de préserver les dernières zones humides face à l'urbanisation et aux pollutions générées par l'Homme. Comme l'ont souligné les personnes interrogées, la qualité de l'eau reste assez médiocre notamment dans l'Eygoutier et de nombreux polluants sont présents qu'ils soient visibles ou invisibles. Préserver les zones humides est alors l'enjeu majeur de ce territoire pour d'une part, assurer l'autoépuration et limiter les pollutions des cours d'eau qui impactent aussi la qualité en mer et d'autre part, assurer l'accumulation du ruissellement dans des zones où la vulnérabilité est faible.

Un autre aspect entre en jeu en lien avec cette loi G.E.M.A.P.I. c'est le réchauffement climatique. Certes, le réchauffement climatique est un changement sur une échelle de temps long mais les impacts sont déjà présents avec l'augmentation des températures en été et

l'aggravation de la sécheresse dans les zones méditerranéennes. Certaines personnes interrogées voient déjà des changements nets « Ici, on va vers une désertification » et « Le changement climatique je le sens, on avait 2-3 inondations dans le plan de La Garde dans l'année donc avec atteinte du seuil de crue, et je le sens, depuis une dizaine d'années on ne connaît plus ça ». Cette loi G.E.M.A.P.I. s'intègre aussi dans un objectif de lutte contre le réchauffement climatique avec la volonté de préserver les écosystèmes du pays. Les zones humides et leurs différents rôles participent à la lutte contre ce changement climatique. Gérer le ruissellement grâce à ces zones humides permettrait de mener une réflexion sur la planification urbaine, assurer le maintien de la biodiversité et de permettre aux zones humides de jouer un rôle d'îlot de fraîcheur dans l'aire urbaine comme le Plan de La Garde par exemple en amont de la ville de Toulon.

Cependant, au vu des résultats sociologiques, il est clairement dit par les gestionnaires de l'eau, des milieux aquatiques et par les membres d'associations environnementales qu'ici, sur le bassin versant de l'Eygoutier c'est avant tout la partie P.I. (Prévention des Inondations) qui est privilégiée face au G.E.M.A. On peut souligner une phrase d'un gestionnaire qui confirme ces propos « Aujourd'hui nous G.E.M.A.P.I. est égal à P.I. sur notre territoire très clairement donc j'aurai aimé que ce soit écrit GEstion des Milieux Aquatiques **pour** la Prévention des inondations ». Or, la loi n'est-elle pas faite pour que les deux ne se dissocient pas ? Pourquoi privilégier un secteur plutôt qu'un autre alors qu'elle a pour objectif que la gestion des milieux aquatiques prévienne les inondations et inversement ? (Banque des territoires, 2018). Sur ce bassin versant, la partie G.E.M.A. (GEstion des Milieux Aquatiques) est en retrait face à la partie P.I. L'action G.E.M.A. sur le territoire est la création du parc nature même si le projet existe avant la loi G.E.M.A.P.I. et dans les discours il semblerait que certains s'en contentent. Certains disent même qu'aucune zone a du potentiel pour faire de la G.E.M.A. ou alors sur des secteurs très restreints car, pour eux, l'urbanisation serait trop importante. C'est une des visions pessimistes qui ressort des entretiens avec la notion d'irréversibilité. Cependant, d'autres se montrent beaucoup plus optimistes. Un gestionnaire aborde le projet de restauration du marais de l'Estagnol auquel il participe et souligne que ce projet s'intègre dans la G.E.M.A.P.I. en combinant l'enjeu biodiversité et l'enjeu risque d'inondation par ruissellement intense et débordement. D'autres citent des exemples d'actions ponctuelles de G.E.M.A. comme par exemple la restauration de zones humides à proximité de Hyères ou encore la réhabilitation aux abords de l'Eygoutier de la « promenade des amoureux » au niveau du quartier des Ameniers à Toulon. Enfin, plusieurs des personnes interrogées dont deux riverains parlent de bassins de rétention. Pour eux créer des bassins de rétention permettrait à la fois de gérer le risque mais aussi d'augmenter la biodiversité en créant des bassins de rétentions végétalisés par exemple. Pour eux, le G.E.M.A. combiné au P.I. de la loi a pour avenir la création de bassins de rétention, de retenues collinaires... Or, pourquoi ne pas travailler en priorité sur les zones humides existantes et potentielles plutôt que créer des retenues dont les dimensionnements sont complexes pour un bassin versant de 70 km<sup>2</sup> ? L'hypothèse est que les riverains ont une priorité : être protégé des risques d'inondations et pour les plus sensibilisés, protéger dans un second temps les milieux naturels pour le maintien de la biodiversité.

### 3.3.2. L'enjeu de la préservation des espaces naturels tels que le Plan de La Garde et le marais de l'Estagnol, au bénéfice de la prévention des inondations : une gestion complémentaire.

Sur le bassin versant de l'Eygoutier, deux principales zones humides sont présentes et sont l'objet de cette étude. La zone humide du Plan de La Garde et le marais de l'Estagnol sont les zones humides les plus importantes en termes de superficie et de fonction sur le bassin versant. La zone humide du Plan de La Garde est primordiale pour limiter les inondations en aval et donc dans Toulon. La zone humide du marais de l'Estagnol, très dégradée, pourrait aussi jouer un rôle sur les inondations et ce, dès l'amont du bassin.

De par leur fonction hydrologique, elles sont aujourd'hui le moteur de gestion du risque. La zone humide du Plan est située sur la commune de La Garde et mesure plus de 200 hectares. Elle sert actuellement de champs d'expansion de crues. Le marais de l'Estagnol, un des derniers marais d'eau douce en France, ne mesurant plus que 60 hectares dus à son anthropisation, reste tout de même une zone humide à fort potentiel hydrologique (faisant partie du projet européen A.R.T.I.S.A.N.) nécessaire de restaurer. La zone humide du marais de l'Estagnol a été fortement remblayée et des constructions tels qu'un complexe sportif et qu'une école ont été construits sur ce site avant toute réglementation concernant les zones inondables. Néanmoins, classée Z.N.I.E.F.F. (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique) de type 2 (potentialités biologiques importantes), ce marais de 60 hectares est aujourd'hui un site à préserver pour sa flore mais aussi et surtout pour son rôle hydrologique. Le quartier pavillonnaire de La Moutonne autour de ce marais, se situe dans une zone de transfert et d'accumulation de ruissellement. La réhabilitation de cette zone humide en retirant les remblais lui permettrait probablement de maintenir son rôle hydrologique. Ce marais situé en amont du bassin versant et surtout au niveau de la source du fleuve de l'Eygoutier, pourrait servir de zone de stockage de l'eau ruisselée et limiter l'impact du ruissellement vers aval. Une des personnes interrogées a souligné que depuis les constructions sur la zone humide, les routes sont beaucoup plus inondées qu'avant : « J'avais jamais vu la route de Hyères inondée à ce point en 2014 : donc la zone humide n'a pas joué son rôle c'est certain et avec le maire de La Crau c'est là qu'il a pris conscience en fait, de la nécessité de préservation ». Ensuite, plus en aval, le Plan situé sur la commune de La Garde est une zone humide aujourd'hui en grande partie préservée sous forme de parc nature. Elle comprend de nombreux enjeux notamment des habitations, jardins ouvriers ou encore des cultures (fleurs, vignobles...). Cette zone humide au cœur de la plaine de l'Eygoutier, est le site où de nombreux cours d'eau rejoignent l'Eygoutier. Ce plan sert alors de champs d'expansion des crues en amont de la ville de Toulon. Cette zone humide est donc indispensable pour limiter les inondations par débordement mais aussi par ruissellement en aval.

Suite à l'étude cartographique sur le ruissellement et les potentielles zones humides, une perspective de gestion du risque émerge et pourrait éventuellement être proposée. Comme le montre la carte du « stockage du ruissellement par les zones humides » l'enjeu principal est de stocker cette eau de ruissellement pour limiter son accumulation dans les zones à fort enjeux et notamment à Toulon. Les deux principales zones humides sont au cœur de ce projet de gestion mais d'autres zones humides potentielles pourraient être réhabilitées, restaurées. Plusieurs zones humides potentielles ressortent sur cette carte notamment entre le marais de l'Estagnol et



du Plan de La Garde le long de l'Eygoutier mais aussi en tête de bassin versant à l'amont du Réganas ainsi qu'en zone médiane de cet affluent. Certaines de ces zones humides, non urbanisées pourraient être réutilisées en créant des aménagements non structurels de type bourrelets de terre d'environ 50 cm de hauteur. Ces bourrelets de terre permettraient de recréer des zones de stockage de ruissellement et ainsi limiter son transfert vers l'aval, dans l'aire urbaine. Travailler avec des bourrelets renforcés par des techniques type génie civil est une autre hypothèse. Néanmoins, il faut vérifier où sont les zones d'accumulation à faible vulnérabilité (champs, prairies, forêts...) mais cela n'a pas été fait par manque de temps.

De plus, la création de ces zones humides a pour objectif la gestion du risque mais aussi la préservation de la biodiversité. Avec les deux principales zones humides, les gestionnaires du territoire doivent travailler sur la préservation de la faune et de la flore. L'extension urbaine très importante sur ce territoire est la principale cause selon les personnes interrogées de la diminution de la biodiversité. Une nette diminution est visible sur le territoire depuis l'urbanisation en périphérie de Toulon avec la construction de pavillons, la ligne de chemin de fer, l'agrandissement des voies sur l'A57 etc. Les personnes interviewées travaillant ou habitant sur ce territoire depuis quelques décennies comme par exemple une habitante du Plan disait ne plus voir de guêpes, libellules, rouges gorges, grenouilles ou encore papillons. Une habitante riveraine du Lambert note aussi la diminution des insectes et des oiseaux. En revanche, la restauration et transformation de la zone humide du Plan de La Garde en E.N.S. montre une nette augmentation de la biodiversité avec plus de 189 espèces rares présentes sur le site contre seulement 89 avant cette restauration.

La loi G.E.M.A.P.I. permet alors de mieux préserver la biodiversité tout en prenant en compte les risques et apporte des moyens notamment pour la gestion des milieux aquatiques ainsi qu'un cadre réglementaire. Ce cadre réglementaire peut aider à mieux orienter les gestionnaires, fixer des objectifs précis pour la préservation environnementale et apporter des propositions d'adaptations au changement climatique. Cependant, certains freins concernant cette loi sont ressortis lors des entretiens et c'est dans la dernière partie que sera traité ce point.

### 3.3.3. Les contraintes de la loi G.E.M.A.P.I. sur le bassin versant de l'Eygoutier qui pourraient effectivement contraindre à la gestion du risque d'inondation par ruissellement

La loi G.E.M.A.P.I. peut être perçue comme une opportunité pour la gestion du ruissellement intense dans un contexte où les politiques évoluent face à l'enjeu du réchauffement climatique et de la ressource en eau. Cette loi, même si elle est parfois considérée comme « essentielle » ou « parfaite » selon les personnes interrogées connaît certaines limites.

Tout d'abord, à l'aide des résultats de l'entretien, il faut noter que le principal frein de cette loi G.E.M.A.P.I. est sa mise en place. La G.E.M.A.P.I. comme vu précédemment est une loi qui transmet la responsabilité de la gestion des milieux aquatiques et de la prévention des inondations (dont la gestion des digues) aux collectivités territoriales. Cette loi obligatoire au 1<sup>er</sup> janvier 2018 rend directement les E.P.C.I.-F.P. compétents. Mais, ils peuvent ensuite transmettre ou déléguer ces compétences à un syndicat mixte comme pour le S.G.E. pour le

bassin versant de l'Eygoutier. Mais une nuance est déjà présente entre transfert et délégation. Le transfert c'est le fait que les E.P.C.I.-F.P. transfèrent la compétence totalement et n'ont donc plus la compétence tandis que la délégation c'est le fait qu'un E.P.A.G.E., E.P.T.B. ou syndicat mixte de droit commun exerce cette compétence G.E.M.A.P.I. au titre de l'E.P.C.I.-F.P. Il faut donc bien comprendre la nuance pour cerner les acteurs compétents et responsables face à cette loi qui amène à de fortes responsabilités notamment pour la partie P.I. D'autres limites dans la prise de compétence ont été signalées par les gestionnaires du bassin versant de l'Eygoutier. Les principales remarques montrent qu'il est difficile de mettre en place une loi sur un territoire d'une part, à cause du « millefeuille » administratif français avec parfois le manque de coordination, de communication et d'autre part, à cause de la multitude de guides concernant cette loi G.E.M.A.P.I. Un riverain cite « l'application ou la mise en œuvre c'est jamais simple avec les multicouches des collectivités ». Un des gestionnaires expliquait aussi qu'avec ces multiples guides (« Pour les guides techniques, il y en a une quantité... ») et les spécificités de chaque territoire, la loi laissait une certaine liberté pour sa mise en œuvre mais cela peut parfois faire perdre le fil et l'objectif concret. Il souligne aussi que pour chaque territoire, les acteurs interprètent cette loi de manière différente comme pour l'érosion côtière par exemple. Gérer l'érosion n'est pas une compétence de la loi G.E.M.A.P.I. Mais s'il y a érosion côtière avec le risque de submersion, comment prendre en compte cette érosion ? Car le risque par submersion et l'érosion côtière fait partie de la G.E.M.A.P.I. avec la compétence « Défense contre les inondations et contre la mer ». Or, l'érosion hors côte littoral n'en fait pas partie. Les gestionnaires doivent alors être attentifs à ces types de nuances.

Pour un des gestionnaires des milieux aquatiques, il est aberrant d'avoir fait le choix de faire une loi pour seulement 4 alinéas du Code de l'Environnement tandis que les autres sont séparés dans d'autres modes de gestion. Pour lui, les domaines tels que la qualité de l'eau, le ruissellement ou encore l'animation du P.A.P.I. sont logiquement liés à la gestion des milieux aquatiques ou au risque d'inondation : il évoque un réel « problème de gouvernance » et estime que cette loi « est à géométrie variable, même, la loi est peu fermée, mais cela peut être perturbant. C'est chaque territoire selon les enjeux et les politiques qui doit finaliser et mettre en œuvre la compétence ».

Une autre limite essentielle de cette loi - selon les participants - c'est la taxe G.E.M.A.P.I. Cette taxe n'est pas obligatoirement mise en place. Sur le bassin versant de l'Eygoutier elle l'est. C'est une taxe mise en place par la collectivité pour la gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations. Elle est plafonnée à 40 euros par habitant et par an et votée tous les ans. Elle « est répartie entre les assujettis à la taxe sur le foncier bâti, à la taxe sur le foncier non bâti, à la taxe d'habitation, à la contribution foncière des entreprises au prorata du produit de chacune des taxes » (Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, 2016). Sur ce territoire, la taxe s'élève à 11 euros par habitant par an et ne peut être utilisée que pour des projets émanant de la G.E.M.A.P.I. Deux personnes interrogées ont clairement abordé la taxe comme la contrainte majeure de cette loi « [...] les gens payent une taxe ça ne plait pas donc c'est ça l'aspect négatif » et « comme tout le monde, moins il y a de taxes mieux je me porte. Mais elle est intelligente, si on sait à quoi elle sert, elle peut être utile mais ça fait une taxe de plus donc il y a un enjeu politique aussi après, donc pas de commentaires... (rires) ».

Ensuite, sur ce bassin versant, il y a un réel manque de communication à propos de cette taxe G.E.M.A.P.I. et les objectifs de cette loi. Sur les 9 personnes interrogées, deux personnes assurent qu'il y a eu de la communication sur l'existence de cette taxe. C'est un gestionnaire compétent de la G.E.M.A.P.I. et une personne membre d'une association de défense de l'environnement disant que la communication a été faite sur Internet via le site de la Métropole

T.P.M. Mais, les deux autres riverains confirment qu'aucune réelle communication a été faite car un ne sait pas qui a les compétences et l'autre personne émet une hypothèse sur les raisons de cette non-communication : « Je ne sais pas qui a la compétence G.E.M.A.P.I. c'est la préfecture non ? » et « Ici, l'enjeu urbanisation et l'urbanisation est énorme donc ça peut expliquer le manque de communication sur la G.E.M.A.P.I. ». Un gestionnaire souligne même que « [...] la taxe des espaces verts est supprimée donc les gens pensent que ça remplace cette taxe ». Cela montre que les citoyens ne sont potentiellement pas au courant.

Enfin, sur la partie du bassin versant gérée par la Métropole T.P.M. et non le S.G.E., la compétence G.E.M.A. et P.I. est séparée en deux secteurs différents de travail. Cela s'explique par le fait qu'historiquement, le domaine de la prévention des risques était en hydraulique avec la protection contre les inondations orientée vers le génie civil tandis que la préservation des écosystèmes était totalement séparée des risques dans le secteur plus « naturaliste ». Deux personnes interrogées ont abordé ce sujet et le perçoivent très péjorativement. Je cite : « C'est historique qu'ici ce soit séparé G.E.M.A. et P.I., je me bagarre pour que ce soit lié mais il y a un enjeu d'élus, c'est une aberration » et « Pour moi c'est une excellente chose de regrouper les 2 parties et T.P.M. est en train de séparer G.E.M.A. et P.I. Pour moi c'est une hérésie. La problématique doit être commune. L'un est lié à l'autre techniquement, et l'un profite à l'autre ». Vont-ils réussir à communiquer ? Comment travaillent-ils ensemble ? Un des gestionnaires de T.P.M. dit que malgré cette séparation, les acteurs communiquent beaucoup entre eux et arrivent à travailler ensemble sur la partie G.E.M.A. et P.I. comme le préconise cette loi G.E.M.A.P.I. mais il n'a pu donner des actions concrètes menées sur le territoire.

La loi G.E.M.A.P.I. est clairement comprise au regard des objectifs principaux. Mais lorsque l'on regarde dans les détails, certains objectifs et certaines compétences ne sont pas clairement définies. De nombreux acteurs doivent alors vérifier les compétences de manière régulière et se mettre à jour au niveau des lois, des compétences pour pouvoir mener à bien les projets et faire les demandes de subvention au nom de la G.E.M.A.P.I. Plusieurs freins sont alors présents sur cette loi que ce soit à échelle nationale ou à échelle du bassin versant. D'autres freins devraient être identifiés lorsque le projet s'orientera ensuite vers les services d'urbanistes.

# Conclusion

Cette étude multidisciplinaire permet de comprendre le phénomène du risque d'inondation par ruissellement sur le bassin versant de l'Eygoutier en fonction des enjeux présents sur ce territoire et de voir comment les zones humides pourraient aider à la gestion de ce risque tout cela dans le contexte de la loi G.E.M.A.P.I. L'étude sociologique a quant à elle permis aussi d'identifier les premiers freins et opportunités de cette loi G.E.M.A.P.I.

La première hypothèse : « comme le climat méditerranéen est caractérisé par des phénomènes extrêmes et que ce territoire est très urbanisé, de nombreux dispositifs et moyens de communication existent pour la prévention des inondations par ruissellement intense » ne se vérifie pas. Aucun dispositif n'est réellement mis en place pour la prévention du risque d'inondation par ruissellement selon l'enquête réalisée. Seuls les P.C.S. et D.I.C.R.I.M. sont réalisés dans certaines communes mais ils sont surtout créés suite au P.P.R.i. concernant le risque d'inondation par débordement de cours d'eau. Certes, certaines attitudes à adopter en cas d'inondation convergent mais outre ces dispositifs, rien n'est engagé pour prévenir du ruissellement intense que ce soit en termes réglementaire ou de sensibilisation des citoyens. La communication concernant ce risque reste faible sur ce bassin versant. Cela s'explique par le manque de connaissances de cet aléa et donc de réglementations vis-à-vis de ce phénomène mais aussi du fait des enjeux économiques non moindres sur ce territoire avec le tourisme balnéaire et l'extension de la métropole toulonnaise (constructions de biens, constructions de commerces etc.).

La seconde hypothèse concerne la communication de la loi G.E.M.A.P.I. : « Obligatoire depuis maintenant un an et demi, les personnes compétentes ont en principe établi une communication sur l'objectif de la taxe G.E.M.A.P.I. et du vote du montant de la taxe ». Cette hypothèse ne se vérifie pas et présente des limites au regard des entretiens. Une seule habitante parmi les trois habitants interrogés a répondu connaître le montant de cette taxe mais parce qu'elle fait aussi partie d'une association de défense de l'environnement au niveau local ce qui suppose qu'elle est plus au courant des lois et mesures prises sur le territoire. En revanche, même les gestionnaires n'abordent pas d'eux-mêmes l'enjeu de communication au cours de la discussion. Aucune réelle communication n'a été réalisée sauf par Internet sur le site de la Métropole T.P.M. En revanche, au vu du nombre restreint de personnes interrogées et de leurs statuts (la plupart gestionnaires ou membres d'associations à vocation environnementale) il est difficile d'établir une conclusion concernant cette hypothèse. Pour savoir si cette loi a été communiquée et surtout voir si les citoyens en ont porté intérêt, il aurait fallu interroger plus d'habitants.

La cartographie de l'aléa ruissellement intense et du risque était indispensable pour comprendre comment intervient le ruissellement sur ce territoire et ensuite croiser cet aléa avec les zones humides. La méthode I.R.I.P. accompagnée de son logiciel i.R.I.P. a permis de cartographier ce risque sur ce bassin versant en créant les trois principales cartes du ruissellement intense : la carte de production du ruissellement, la carte de transfert du ruissellement et la carte d'accumulation du ruissellement. Les trois cartes montrent alors que le ruissellement intense dépend fortement des spécificités du territoire. La production du ruissellement va dépendre de l'occupation du sol, du sol mais aussi de la topographie. La production du ruissellement est assez forte due à l'imperméabilisation des sols mais aussi aux éléments naturels (pente, géologie, pédologie...). Ce bassin en forme de cuvette, connaît alors

de nombreux espaces d'accumulation du ruissellement dans la plaine de l'Eygoutier notamment mais aussi en tête de bassin versant. La cartographie de l'accumulation du ruissellement intense permet aujourd'hui de connaître les principaux enjeux vis-à-vis de ce risque. Plus de la moitié du bassin versant est urbanisé donc le risque est fort. Pour faire face à ce risque, l'outil cartographique a permis d'identifier les potentielles zones humides situées en zone d'accumulation pouvant limiter l'inondation en captant ces eaux de ruissellement intense. A ce stade-là de l'étude, une proposition a été faite pour la gestion du risque : utiliser les deux principales zones humides du bassin versant de l'Eygoutier comme zone d'accumulation du ruissellement intense et utiliser les autres zones humides potentielles en recréant parfois ces milieux, à l'aide de bourrelets de terres de 50 cm maximum pour favoriser l'accumulation mais ne pas créer d'obstacles à l'écoulement.

Cela nécessite une prise de conscience de la part des gestionnaires et une sensibilisation auprès des élus et des habitants. Ce risque encore peu connu doit alors faire l'objet d'études précises comme celle-ci en assurant la cohérence entre prévention des inondations et préservation environnementale. Aujourd'hui, l'évolution des mentalités, la prise de conscience du réchauffement climatique et de la nécessité de préserver les écosystèmes met en retrait le génie civil pour la gestion des cours d'eau au profit de la conciliation entre prévention des risques et maintien des écosystèmes. Cette étude s'appuie alors sur la nouvelle loi obligatoire au 1<sup>er</sup> janvier 2018 : la G.E.M.A.P.I. Les principales compétences de la G.E.M.A.P.I. relèvent de l'aménagement d'un bassin ou d'une fraction de bassin hydrographique, de l'entretien et aménagement des milieux aquatiques, de la défense contre les inondations et contre la mer et de la protection et restauration des sites et écosystèmes aquatiques, zones humides et formations boisées riveraines. L'interprétation de cette loi reste encore assez floue malgré les quatre compétences définies et la mise en place de la loi sur le terrain reste complexe encore aujourd'hui, notamment à Toulon avec la restructuration administrative du territoire et notamment la création de T.P.M. C'est pourquoi, aujourd'hui, notre étude relie étroitement la question du ruissellement intense à la loi G.E.M.A.P.I. car le risque d'inondation par ruissellement peut et doit lui aussi être étudié tout en préservant les écosystèmes. Les zones humides entrent alors au cœur des discussions concernant la prévention du risque d'inondation et des propositions de gestion du risque par les zones humides émergent. Elles s'intègrent totalement aux principes de la loi G.E.M.A.P.I. et peuvent être un moyen d'adaptation au réchauffement climatique. Les données du réchauffement climatique sur ce territoire restent encore assez restreintes mais des études sur la région Provence-Alpes-Côte-D'azur montrent aujourd'hui une augmentation constante de la température de l'air et jusqu'à +7°C à la fin du siècle pour le scénario le moins positif.

Néanmoins, cette étude a plusieurs limites. Tout d'abord, l'étude du ruissellement intense a permis de spatialiser cet aléa et ce risque sur le territoire mais par manque de temps, aucune réelle analyse de l'érosion due au ruissellement n'a été engagée. Il aurait pu être intéressant d'approfondir cette notion d'érosion via le ruissellement intense notamment sur les terrains agricoles présents sur ce bassin versant. Ensuite, lors des entretiens semi-directifs, l'interface mer / terre est revenue plusieurs fois dans les discussions lorsqu'était abordé la qualité des eaux. L'enjeu de qualité de l'eau en mer est logiquement en lien avec les cours d'eau continentaux tels que l'Eygoutier. Cette notion n'a pas été assez évoquée mais quels seraient les liens entre la gestion des eaux de ruissellement et la mer ? Les gestionnaires travaillent-ils ensemble pour ce qui concerne la qualité des eaux ? Ont-ils une stratégie de gestion des polluants des fleuves jusqu'à la mer ? Cette notion aurait le mérite d'être développée. De plus, seulement neuf entretiens ont été effectués. L'échantillon est donc faible et ne peut représenter

la population du bassin versant. En revanche, comme le premier cercle d'acteurs était orienté vers les gestionnaires de l'environnement et associations environnementales cela a permis d'obtenir des informations précises sur la gestion locale. Cependant, chaque personne interrogée était fortement influencée par son statut professionnel. Certains avaient des connaissances plus précises sur le risque d'inondation, d'autres sur l'approche naturaliste et le changement climatique etc. Cela influençait grandement leur réponse mais certains ont tout de même apporté des remarques personnelles en temps qu'habitant du territoire depuis plusieurs années. Enfin, la restructuration de la métropole T.P.M. a aussi un impact sur le choix du premier cercle d'acteurs. Elle a limité la prise de rendez-vous vers le service d'urbanisme de la métropole. Aucun entretien n'a pu être effectué auprès de ces agents pour cause de surcharge de travail en vue de la nouvelle structure.

### ➤ Perceptives

Pour la suite de l'étude, il est nécessaire d'élargir le cercle d'acteurs pour pouvoir préciser les freins et leviers de cette loi G.E.M.A.P.I. et identifier plus clairement les enjeux et éventuels conflits autour du projet de restauration du marais de l'Estagnol. Il serait aussi intéressant d'obtenir les déclarations C.A.T.N.A.T. (CAtastrophes NATurelles) de ruissellement avec la localisation de ces incidents sous fichier S.I.G. ou papier. Cela permettrait de localiser et préciser les enjeux (maisons, immeubles, complexes sportifs...) sur le territoire en croisant ces données avec les données cartographiques d'i.R.I.P. Cette seconde phase s'intégrerait dans l'objectif premier de l'étude : intégrer la gestion du ruissellement intense dans la planification urbaine telle que la S.L.G.R.I. et le P.L.U.i. Pour cela, d'autres entretiens tournés vers les services d'urbanisme avec l'appui de l'homme de terrain Rudy Nicolau devront être effectués. Enfin, pour la proposition de gestion par les zones humides, il faudrait vérifier où sont les zones d'accumulation à faible vulnérabilité (champs, prairies, forêts...) via QGIS pour la création des bourrelets car cela n'a pas été fait par manque de temps.

# Bibliographie

BALADES J-D., MONFORT M., GABER Jean., Plan de Prévention des Risques naturels (PPR). Les risques d'inondation. Le ruissellement péri-urbain. Note complémentaire. 2004, Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques (DPPR), 60p.

BONNET-CARRIER S., POULARD C., BREIL P., Cartographie de l'aléa ruissellement. Inventaire des éléments de validation. 2013, Irstea-Publications, 106p, <http://cemadoc.irstea.fr>

BREIL P. Intérêt des zones humides pour la prévention des inondations par ruissellement. Sciences Eaux et Territoires, 2018, DOI : 10.14758/SET-REVUE.2018.26.12.

BREIL P., ABEKHZER H. Action 415 : Gestion des inondations par ruissellement au moyen de la reconquête de zones humides (RIZHU). Appui à la G.E.M.A.P.I. Rapport d'étude pour la DGPR-SRNH, 2017, 44p.

Centre Européen de Prévention du Risque d'Inondation (CEPRI). Gérer les inondations par ruissellement pluvial. Guide de sensibilisation. 2014, CEPRI, 88p.

CHIAVARINO A., BREIL P., Rapport d'évaluation de la méthode IRIP à l'échelle de la France. Etude de la sensibilité de la France aux inondations par ruissellement. 2015, IrsteaPublications, 34p.

DEHOTIN J., BREIL P., Rapport bibliographique : Cartographie de l'aléa inondation par ruissellement. Document de synthèse. Projet IRIP. 2011a, Irstea-Publications, 35p, <http://cemadoc.irstea.fr>

DEHOTIN J., BREIL P., Rapport technique du projet IRIP : Cartographie de l'aléa inondation par ruissellement. 2011b, Irstea-Publications, 74p, <http://cemadoc.irstea.fr>

EPIDOR La rivière solidaire. Cartographie du ruissellement lié à des pluies intenses. Bassin versant de la Dordogne. Notice cartographique. 2017, Agence de l'eau Adour-Garonne, 23p.

FRESSIGNAC C. Gestion du ruissellement autour du réseau ferroviaire tout en favorisant le développement des zones humides d'intérêt écologique. Projet RIZHU (Ruissellement Intense et Zones HUMides). Mémoire d'élève. 2015, Irstea-Publications, 84p, <http://cemadoc.irstea.fr>

LAGADEC L.-R. Evaluation et développement de la méthode IRIP de cartographie du ruissellement intense pluvial. Application au contexte ferroviaire. Journée doctorale GIS HED. 2017, Thèse de doctorat de l'université Grenoble Alpes, 325p.

Préfet du Var. Portée à connaissance communal. Retrait gonflement des sols argileux commune de Toulon. Edition 2008, mis à jour mars 2011, 15 p.

RIVAL F., Les territoires face au ruissellement. Analyses des dispositifs et enseignements tirés de 4 études de cas. CEREMA et Centre de ressources risques et territoires. 2018, 125 p.

UNIA-PELLETIER Magali. Etude de la potentialité écologique de feux fleuves côtiers, le Las et l'Eygoutier. Phase 1 : Synthèse bibliographique et proposition de classement. Version définitive. Toulon Provence Méditerranée. Société Générale de Provence. 2016, 122 p.

## Sites Internet :

Agence Française pour la Biodiversité. Appel à manifestation d'intérêt – Projet européen « ARTISAN ». [En ligne], 2018, [Consulté le 18 décembre 2019], <https://www.afbiodiversite.fr/fr/actualites/appel-manifestation-dinteret-projet-europeen-artisan>

ARNAUD-FASSETTA G. FORT M. Fonctions et valeurs des zones humides. Géomorphologie : relief, processus, environnement. [En ligne], 2002, [Consulté le 5 novembre 2019], Fustec E., Lefeuvre J-C. (Ed), p.279-280, [https://www.persee.fr/doc/morfo\\_1266-5304\\_2002\\_num\\_8\\_3\\_1151](https://www.persee.fr/doc/morfo_1266-5304_2002_num_8_3_1151)

AUJOLLET Y., HELARY J.-L., ROCHE P.-A., VELLUET R., LENOUVEAU N. Gestion de eaux pluviales : Dix ans pour relever le défi. Tome 1 : Synthèse du diagnostic et propositions. [En ligne], Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, 2017, [Consulté le 16 octobre 2019], [http://cgedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/cgedd/010159-01\\_rapport.pdf](http://cgedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/cgedd/010159-01_rapport.pdf)

BIDET Y., BRICHE E., CARREGA P., DUBOIS G., GIRAUD X., GUIOT J., MARTIN N., ROSSELLO P., YOHIA C. Climat et changement climatique en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Les cahiers du GREC-PACA. Association pour l'innovation et la recherche au service du climat (AIR), [En ligne], 2016, [Consulté le 12 avril 2019], <http://www.grec-sud.fr/cahier-thematique/le-cahier-climat/#art-292>

COMBESSIE J.-C. La méthode en sociologie. L'entretien semi-directif. La Découverte, [En ligne], 2007, [Consulté le 6 novembre 2019], 128 p., <https://www.cairn.info/la-methode-en-sociologie-9782707152411.htm>

DECROLY J.-M. Introduction à l'entretien semi-directif. Recherches dirigées en géographie humaine. Université libre de Bruxelles. [En ligne], 2016, [Consulté le 12 décembre 2019], <https://docplayer.fr/14631742-Introduction-a-l-entretien-semi-directif.html>

DECROLY J.-M. Introduction à l'entretien semi-directif. Recherches dirigées en géographie humaine. Université libre de Bruxelles. [En ligne], 2016, [Consulté le 12 décembre 2019], <https://docplayer.fr/14631742-Introduction-a-l-entretien-semi-directif.html>

DUROZOY G., GOUVERNENT C., JONQUET P., Carte hydrogéologique de Toulon (Var). Notice explicative. BRGM. [En ligne], 1974, [Consulté le 10 juillet 2019], <http://infoterre.brgm.fr/rapports/74-SGN-197-PRC.pdf>

Eau France. Les zones humides. Une zone humide c'est quoi ? Eau France. Le service public d'informations sur l'eau. [En ligne], 2017, [Consulté le 17 octobre 2019], <http://www.zones-humides.org/entre-terre-et-eau/une-zone-humide-c-est-quoi>

Eau France. Site de l'eau dans le bassin Rhône Méditerranée. [En ligne], Eau France, 2015 [Consulté le 13 mars 2018],: <http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/gestion/inondations/contexteDI.php>

GODFROID T. Préparer et conduire un entretien semi-directif. CRULH Université de Lorraine. [En ligne], 2012, [Consulté le 27 février 2019], <http://crulh.univ-lorraine.fr/sites/crulh.univ-lorraine.fr/files/documents/Tiphaine%20Godefroid.pdf>

IMBERT G. L'entretien semi-directif : à la frontière de la santé publique et de l'anthropologie. Recherche en soins infirmiers (N° 102), CAIRN. [En ligne], 2010 p. 23-24, [Consulté le 27 février 2019], <https://www.cairn.info/revue-recherche-en-soins-infirmiers-2010-3-page-23.htm>

Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer. Site Eau France Rhône Méditerranée. [En ligne], Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, 2016, [Consulté le 4 novembre 2019], <http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/gestion/locale/gemapi/index.php>

MOULIN M., GOURCY L., IZAC J.-L. Plaines du Bas-Gapeau et de l'Eygoutier (département du Var) : Contribution à la détermination de l'origine des contaminations nitrées des eaux souterraines par l'approche hydrochimique. BRGM. [En ligne], 2006, [Consulté le 18 octobre 2019], <http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-54515-FR.pdf>

Préfet du Var. Présentation des projets de stratégies Varoises. Bilan de la consultation. Réduire les conséquences des inondations. [En ligne], 2016, [Consulté le 18 octobre 2019], <http://www.var.gouv.fr/qu-est-ce-qu-une-slgri-a5909.html>

PRETRE A. Gestion des eaux pluviales et de ruissellement : note de position du conseil d'administration de l'AdCf. Assemblée des Communautés de France. [En ligne], 2018, [Consulté le 6 novembre 2019], [https://www.adcf.org/files/THEME-Environnement/180302\\_Note-competence-eaux-pluviales-PositionCA.PDF](https://www.adcf.org/files/THEME-Environnement/180302_Note-competence-eaux-pluviales-PositionCA.PDF)

ROEDER Philippe. Qu'est-ce que l'Eygoutier ? Association Intercommunale des Riverains de l'Eygoutier (A.I.R.E.). [En ligne], 2008, [Consulté le 22 octobre 2019], [http://eygoutier.free.fr/la\\_riviere.html](http://eygoutier.free.fr/la_riviere.html)

BREIL P. FAVRO A. Photographies dans l'Aude des traces laissées par le ruissellement intense ayant causé de fortes inondations en octobre 2018, Archives Irstea, 2018.



# Liste des sigles

A.D.P.L.G. : Association de Défense du Plan de La Garde  
A.I.R.E. : Association Intercommunale des Riverains de l'Eygoutier  
A.R.T.I.S.A.N. : Accroître la Résilience des Territoires par l'Incitation aux Solutions Fondées sur la Nature  
B.R.G.M. : Bureau de Recherches Géologiques et Minières  
C.A.T.N.A.T. : CATastrophes NATurelles  
C.I.L. : Comité d'Intérêt local  
D.D.T.(M). : Direction Départementale des Territoires (et de la Mer)  
D.I.C.R.I.M. : Document d'Information Communal des RISques Majeurs  
E.N.S. : Espace Naturel Sensible  
E.P.A.G.E. : Etablissements Publics d'Aménagement et de Gestion des Eaux  
E.P.C.I.-F.P. : Etablissements Publics de Coopération Intercommunale à Fiscalité Propre  
E.P.T.B. : Etablissements Publics Territoriaux de Bassin  
G.E.M.A. : GEstion des Milieux Aquatiques  
G.E.M.A.P.I. : GEstion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations  
H.D.R. : Habilitation à Diriger des Recherches  
I.N.R.A. : Institut National de la Recherche Agronomique  
I.N.S.E.E. : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques  
I.R.I.P. : Indicateur du Ruissellement Intense Pluvial  
M.A.P.T.A.M. : Modernisation de l'Action Publique Territoriale et Affirmation des Métropoles  
M.N.T. : Modèle Numérique de Terrain  
O.N.E.M.A. : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques  
P.A.C.A. : Provence Alpes Côte-d'Azur  
P.A.P.I. : Programme d'Actions de Prévention des Inondations  
P.C.S. : Plan Communal de Sauvegarde  
P.G.R.I. : Plan de Gestion des Risques d'Inondation  
P.I. : Prévention des Inondations  
P.L.U. : Plan Local d'Urbanisme  
P.L.U. i. : Plan Local d'Urbanisme intercommunal  
P.P.R.i. : Plan de Prévention des Risques d'inondation  
R.I.Z.H.U. : Ruissellement Intense et Zone HUMides  
S.G.E. : Syndicat de Gestion de l'Eygoutier  
S.I.A.H.E. : Syndicat Intercommunal d'Aménagements Hydrauliques de l'Eygoutier  
S.L.G.R.I. : Stratégie Locale de Gestion des Inondations  
S.M.A.H.E. : Syndicat Mixte d'Aménagements Hydrauliques de l'Eygoutier  
S.N.G.R.I. : Stratégie Nationale de Gestion des Risques d'inondation  
S.N.G.R.I. : Stratégie Nationale de Gestion des Risques d'Inondation  
T.P.M. : Toulon Provence Méditerranée  
T.R.I. : Territoires à Risques Importants  
Z.N.I.E.F.F. : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique.

# ANNEXES

## Annexe 1

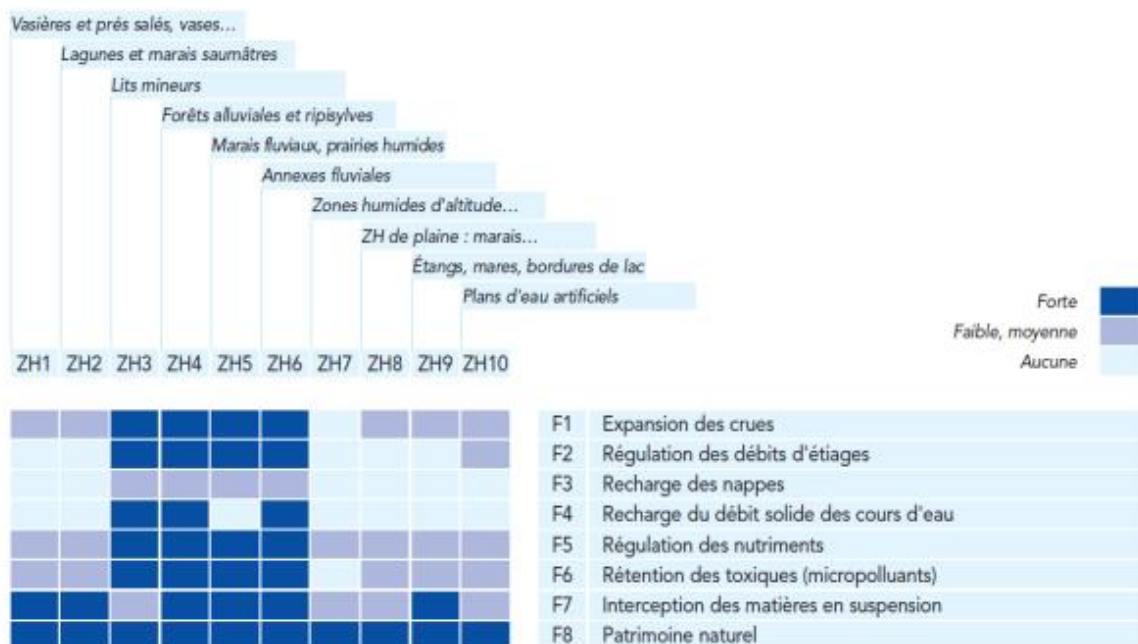


Tableau résumant les fonctions des zones humides (Etude sur l'eau 89, 2002)

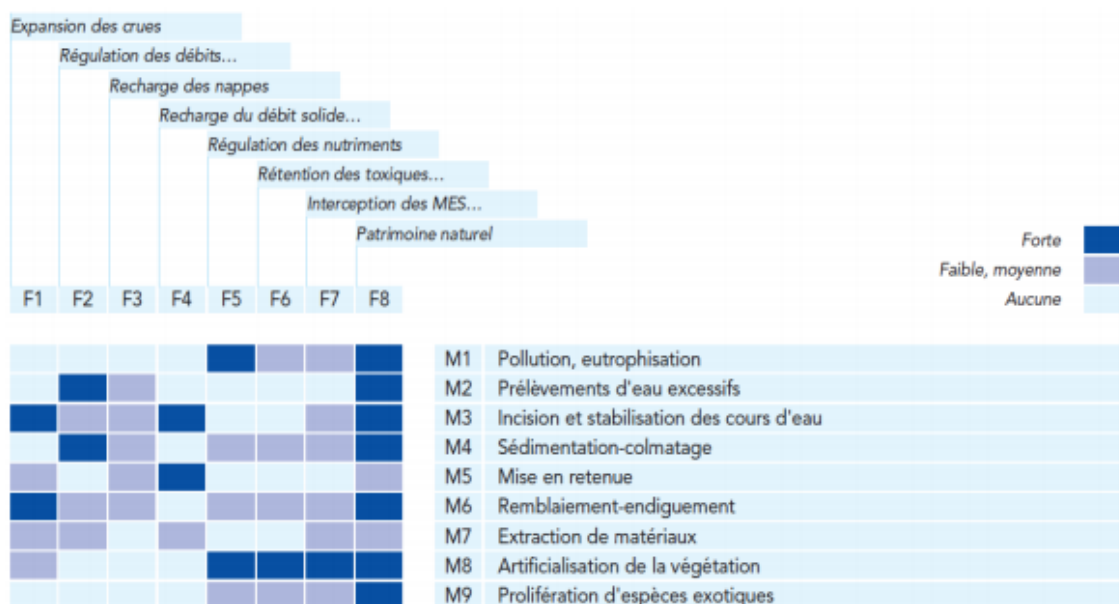


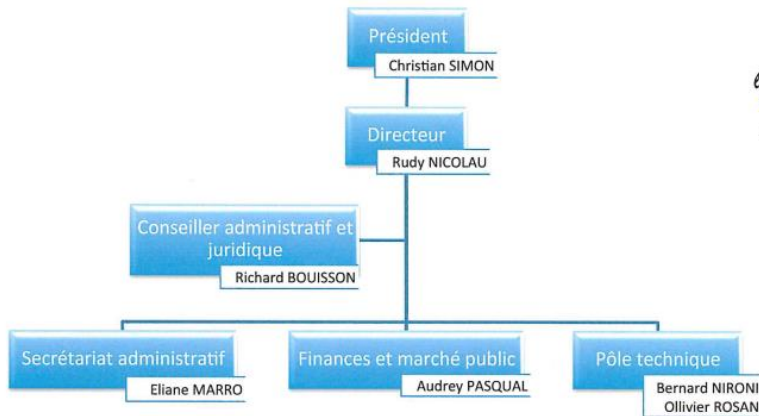
Tableau résumant les menaces et contraintes qui pèsent sur les zones humides (Etudes sur l'eau 89, 2002)

# Annexe 2

Organigramme du S.G.E. (S.G.E., 2019)

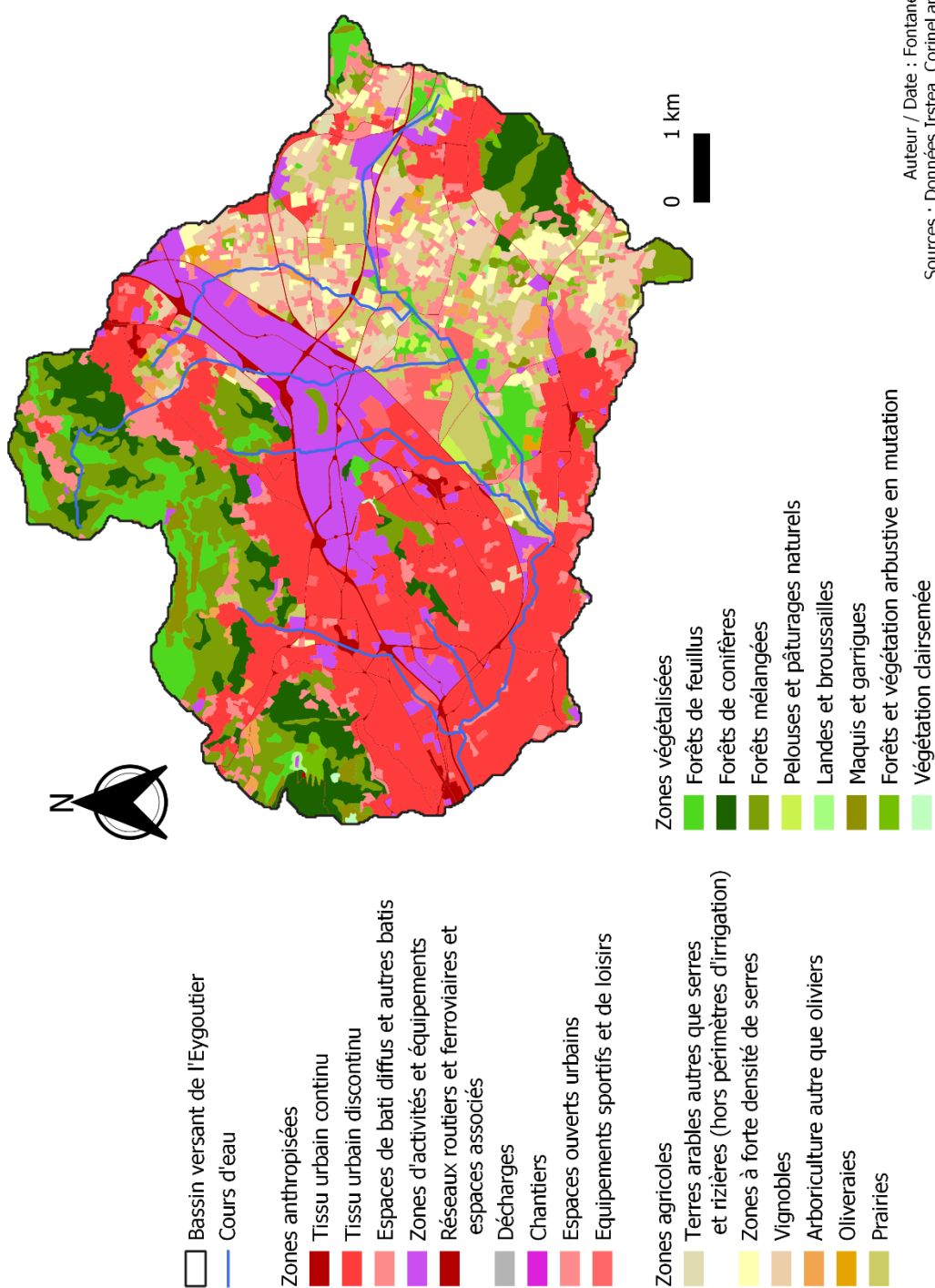


## Syndicat de Gestion de L'Eygoutier Organigramme



# Annexe 3

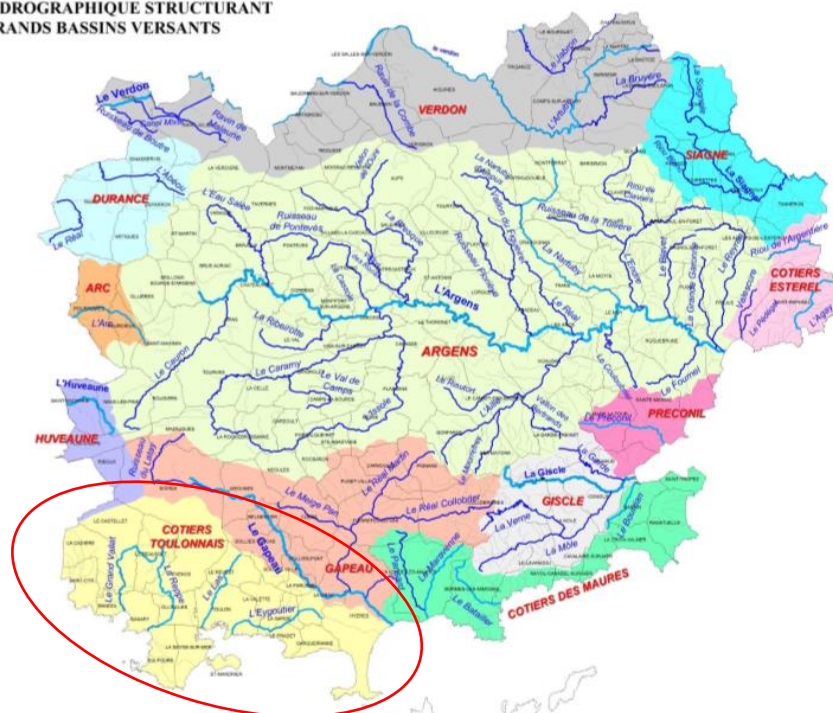
L'occupation du sol sur le bassin versant de l'Eygoutier en 2014



Auteur / Date : Fontanel, 2019  
 Sources : Données Irstea, CorineLandCover

## Annexe 4

RESEAU HYDROGRAPHIQUE STRUCTURANT  
ET GRANDS BASSINS VERSANTS



Stratégies locales de gestion des risques d'inondation varoises

Présentation des projets de stratégies Varoises. Bilan de la consultation. Réduire les conséquences des inondations (Préfet du Var, 2016)

## Annexe 5



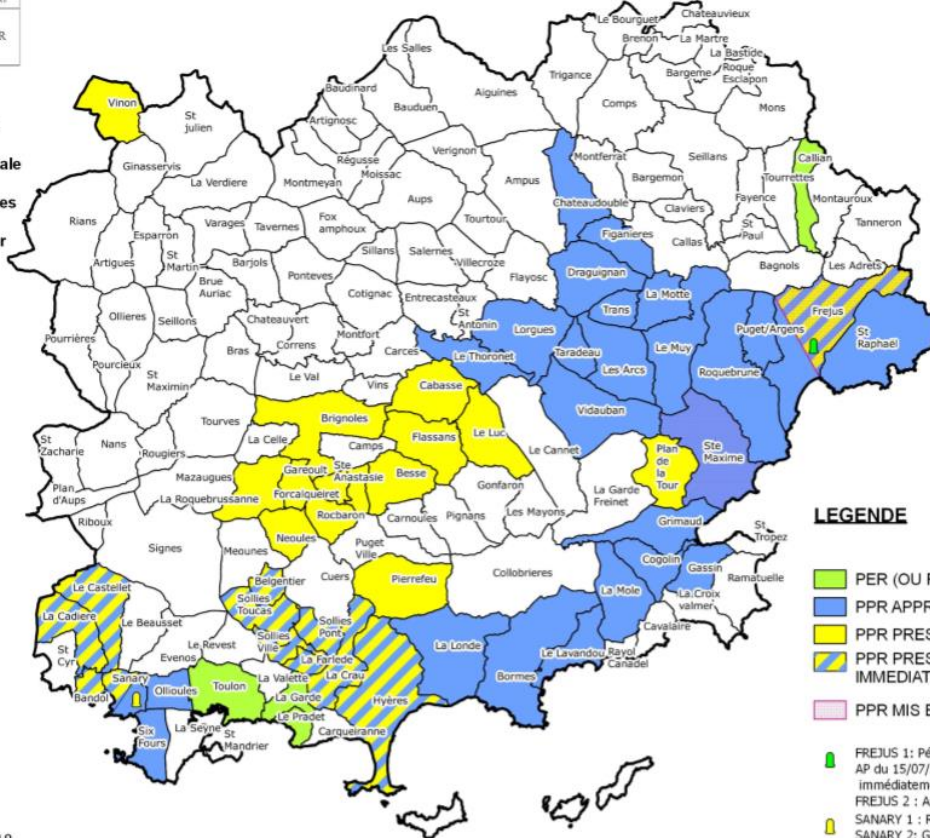
L'Eygoutier et ses affluents (A.I.R.E., 2008)

# Annexe 6



## ETAT D'AVANCEMENT DES PPR INONDATION DU VAR

Direction  
Départementale  
des Territoires  
et de la Mer  
VAR



### LEGENDE

- PER (OU R111-3) APPROUVES VALANT PPR
- PPR APPROUVES
- PPR PRESCRITS (Elaboration)
- PPR PRESCRITS AVEC DISPOSITIONS IMMEDIATEMENT OPPOSABLES
- PPR MIS EN REVISION
- FREJUS 1: Pédégal, Valescure (mis en révision) AP du 15/07/2015 rendant certaines dispositions immédiatement opposables
- FREJUS 2 : Argens approuvé
- SANARY 1 : Reppe approuvé
- SANARY 2: Grand Vallat; AP du 22/12/2017 rendant certaines dispositions immédiatement opposables

30 JANVIER 2018

Les P.P.R.i. du Var (Le Préfet du Var, 2018)

# Annexe 7

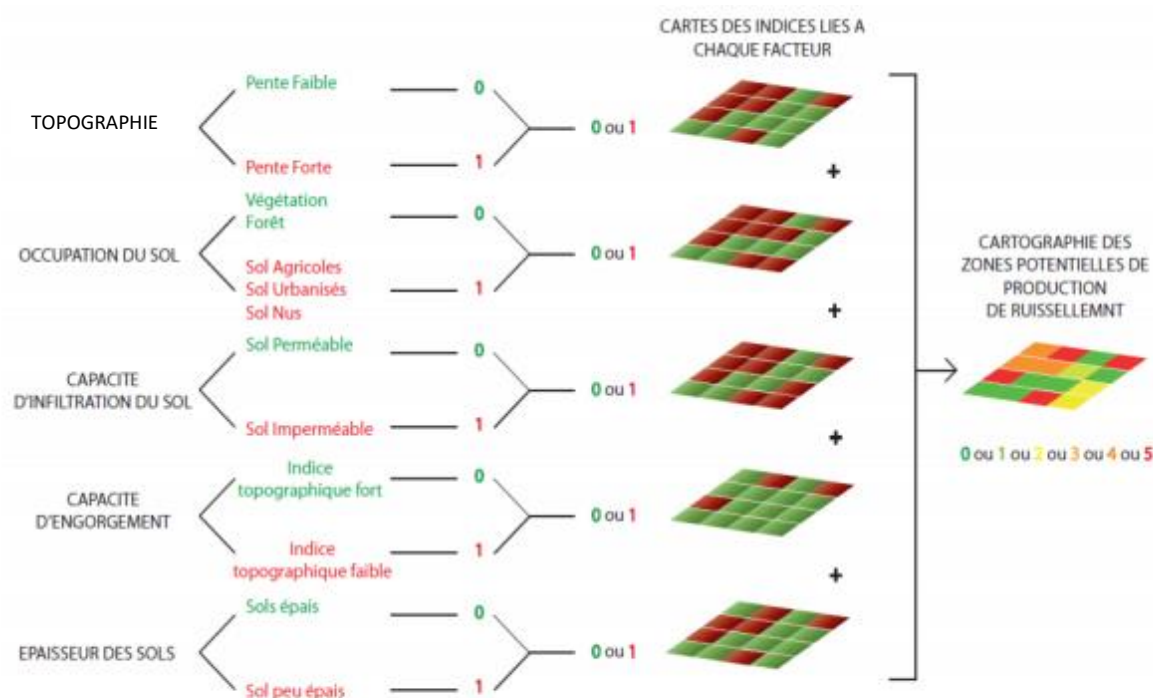


Schéma des facteurs et indicateurs de production de la méthode IRIP (J. Dehotin, P. Breil, 2011).

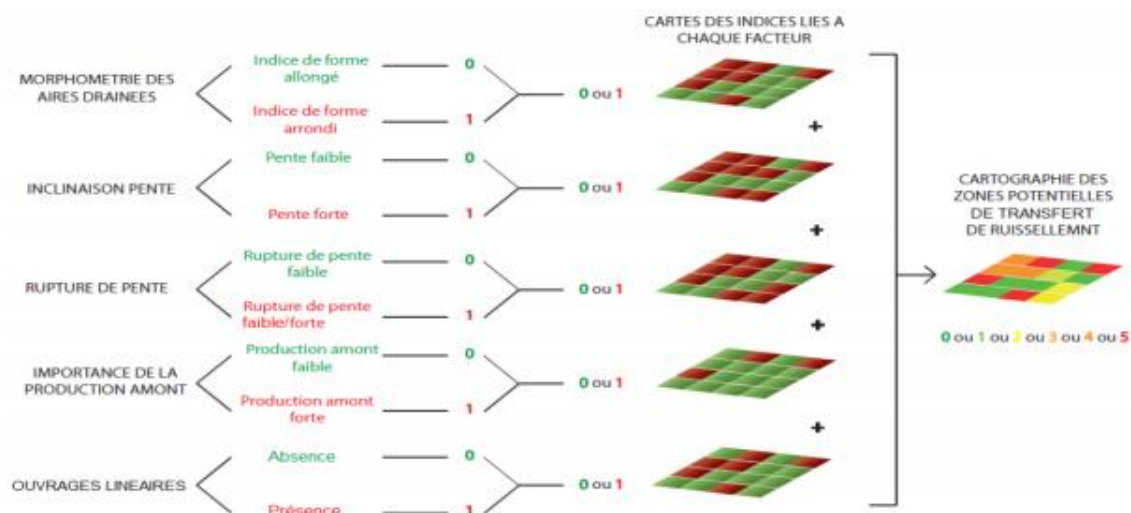


Schéma des facteurs et indicateurs de transfert de la méthode IRIP (J. Dehotin, P. Breil, 2011).

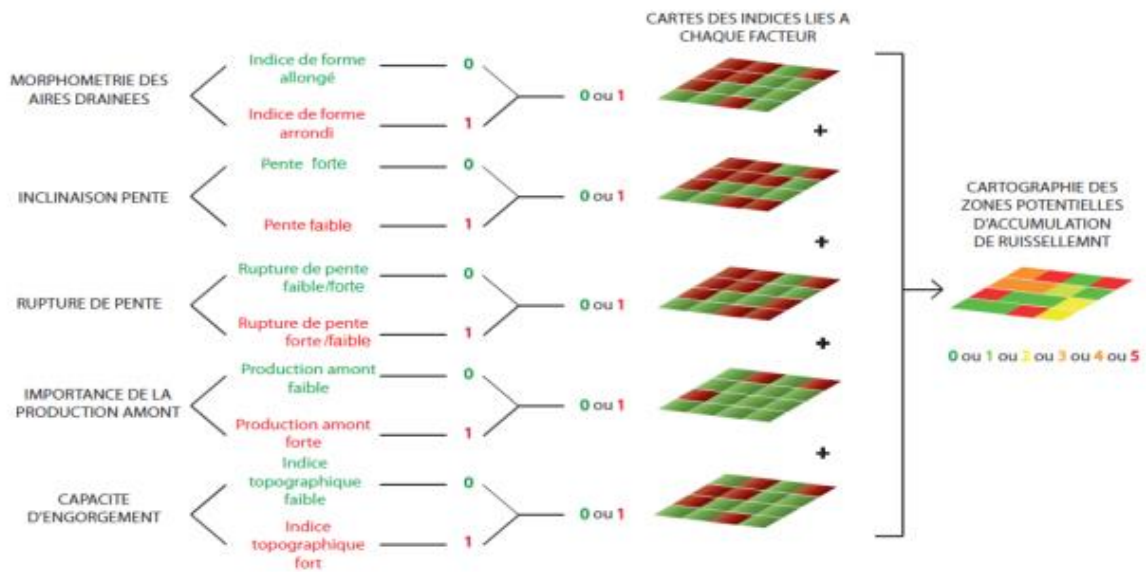


Schéma des facteurs et indicateurs d'accumulation de la méthode IRIP (J. Dehotin, P. Breil, 2011).



# Annexe 8

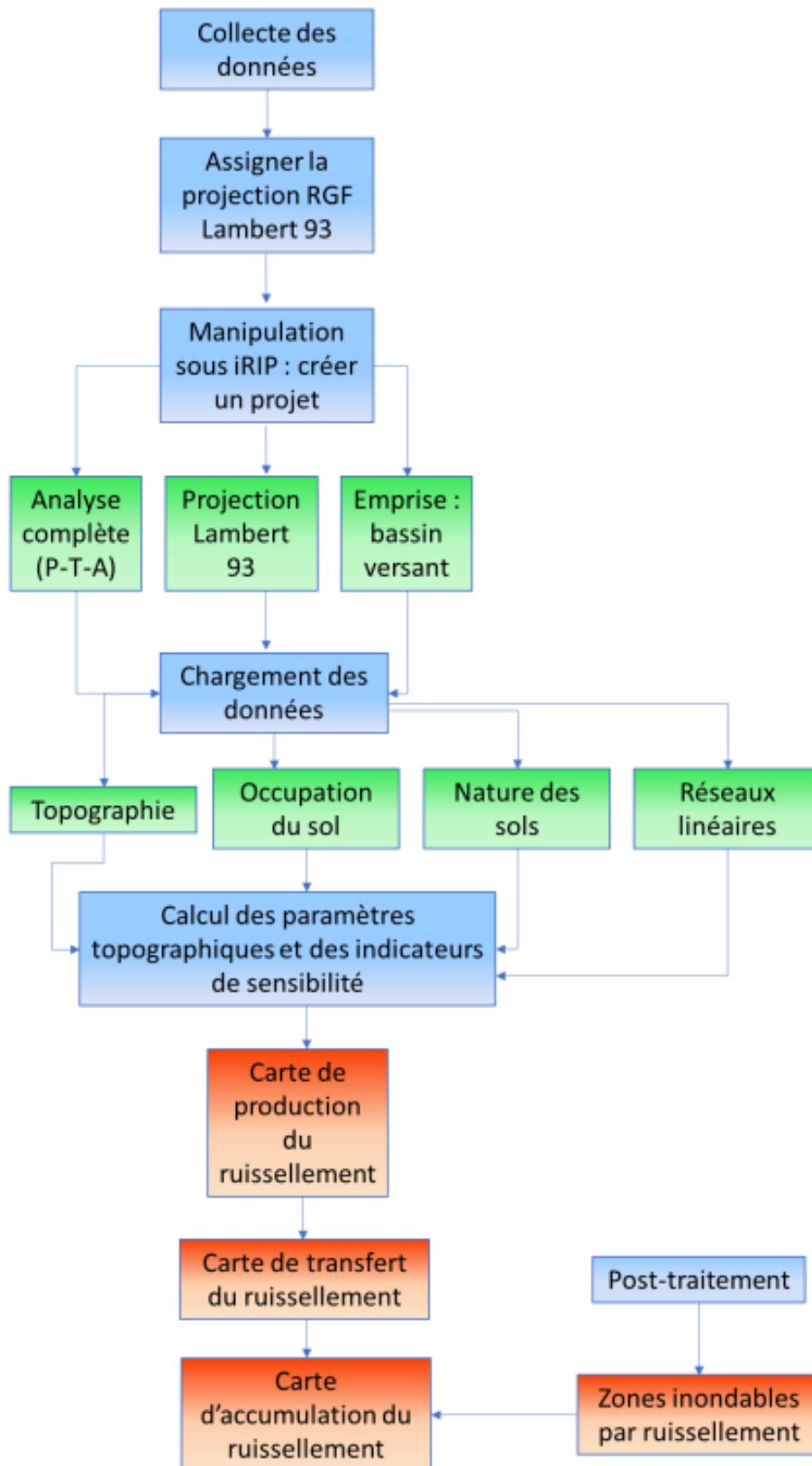


Fig. 6 : Schéma de traitement i.R.I.P. (Fontanel, 2019)

## Annexe 9

<b>Date / Heure</b>	<b>Durée entretien</b>	<b>Acteur</b>
15.04.2019 à 11h	45 minutes	Secteur de la gestion de l'eau et des risques à la métropole T.P.M.
15.04.2019 à 16h	1 heures 25 minutes	Secteur G.E.M.A. de la G.E.M.A.P.I. à la métropole T.P.M.).
16.04.2019 à 9h	1 heure 20 minutes	Membre de l'A.D.P.L.G.
24.04.2019 à 9h	1 heure et 15 minutes	Membre de l'A.D.P.L.G.
24.04.2019 à 14h	1 heure et 30 minutes	Membre du Syndicat de Gestion de l'Eygoutier
25.04.2019 à 11h	1 heure	Membre du département du Var (domaine des E.N.S.)
20.06.2019 à 14h	1 heure	Membre de la D.D.T.M. du Var
21.06.2019 à 9h	45 minutes	Membre du C.I.L. des Ameniers et de la Fédération des C.I.L. de l'Est Toulonnais
21.06.2019 à 11h30	40 minutes	Membre de l'association Les Randonneurs Craurois

Planning des entretiens semi-directifs effectués (F. Fontanel, 2019)

# Annexe 10

Grille d'entretien pour l'ancien directeur technique de La Garde et conseiller technique du Syndicat de l'Eygoutier : Bernard Nironi				
Thèmes principaux	Perception du risque inondation	Etat actuel des cours d'eau et zones humides	Impact(s) du réchauffement climatique	La loi GEMAPI (Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations)
Sous-thèmes	<p>Conscience du risque</p> <p>Ruissellement / Débordement</p> <p>Cause du ruissellement</p> <p>Fréquence et enjeux</p>	<p>Evolution des cours d'eau (qualitatif, quantitatif)</p> <p>Evolution de la gestion des milieux aquatiques</p> <p>Rôle des zones humides</p>	<p>Evolution des phénomènes climatiques (orages, sécheresses...)</p> <p>Gestion adaptée</p>	<p>Appréhension de la GEMAPI</p> <p>La gestion de la compétence</p> <p>Atouts / limites de la GEMAPI ?</p>
Questions larges	<p>-Est-ce que vous pouvez me parler du risque inondation ?</p> <p>-Pouvez-vous le caractériser ? Quel type d'inondation est présent sur ce territoire ?</p> <p>-Observez-vous des changements concernant les inondations ?</p> <p>-Comment percevez-vous l'intensité du risque inondation sur ce bassin versant ? (Cartes ?) (Aborder enjeux, vulnérabilité, aléa et donc le risque).</p> <p>-Selon vous, à quelle échelle spatiale faut-il aborder ce risque ?</p> <p>-Pouvez-vous me parler de la prévention face aux inondations ?</p> <p>-Qui agit lors d'alerte ? Quel protocole doit être suivi ?</p> <p>-Quels sont les dispositifs de protection des inondations mis en place ?</p>	<p>-Comment ont évolué les cours d'eau comme l'Eygoutier sur ce bassin versant ? (Archives, souvenirs...)</p> <p>-Comment se portent les milieux aquatiques de manière qualitative ? Quantitative ?</p> <p>-Quels sont selon vous, le rôle des milieux aquatiques sur ce bassin versant de l'Eygoutier ? (Services rendus)</p> <p>- Pouvez-vous me parler des services écosystémiques présents ici ?</p> <p>-Comment ont évolué les milieux aquatiques dans le paysage ? (aménagement paysager, esthétique...)</p>	<p>-Avez-vous entendu parler du réchauffement climatique ? Qu'en dites-vous ?</p> <p>-Quels sont les changements que vous avez pu remarquer en zone méditerranéenne ?</p> <p>-Comment vous êtes-vous adaptés à ces changements ? (personnellement et institutionnellement)</p> <p>-Quelles sont les actions réalisées pour conserver les écosystèmes ?</p>	<p>-Avez-vous entendu parler de la GEMAPI ?</p> <p>-Comment appréhendez-vous cette nouvelle loi ?</p> <p>-De quelle manière communiquez-vous cette nouvelle loi envers les citoyens et gestionnaires ?</p> <p>-Qui sont les acteurs compétents pour appliquer cette loi ? Comment s'articulent les différents services ?</p> <p>-Que pensez-vous de la taxe GEMAPI ?</p> <p>-Sur quels dispositifs s'appuie-t-on pour la gestion des milieux aquatiques ? Du risque ?</p> <p>-Quels sont selon vous les atouts de cette loi mais aussi les inconvénients selon vos projets ?</p> <p>-Est-ce que vous imaginez qu'on puisse créer de la biodiversité sur un espace et assurer la prévention des inondations dans un autre espace vulnérable ?</p>
Questions précises / Remarques	<p>-Pouvez-vous me parler des inondations par ruissellement sur ce territoire ?</p> <p>-Selon vous, par quoi est produit le ruissellement et quelles en sont les conséquences possibles ?</p> <p>Pour vous qu'est-ce que qu'un aléa ? La vulnérabilité ça vous parle ? Quels sont les enjeux face à ce risque sur ce territoire ?</p>	<p>-Pouvez-vous nous montrer ou transmettre des archives (photos, témoignages, articles...) sur les inondations et les cours d'eau ?</p>		<p>-Insister sur les services d'organisation de la compétence : aborder le service environnement.</p>

Grille d'entretien (F. Fontanel, 2019)

## Résumé

Le travail mené ici dans un contexte méditerranéen et des espaces sous pression d'urbanisation se prête particulièrement bien à la problématique de la gestion des inondations par ruissellement intense. La mise en place de la compétence GEMAPI est connue des services opérationnels mais pas du public, cela malgré la mise en place par la métropole Toulon Provence Méditerranée dès 2018 de la taxe qui y est rattachée.

L'hypothèse d'une culture du risque face au phénomène d'inondation par ruissellement n'est pas aussi bien acquise que le contexte toulonnais, exposé aux pluies violentes méditerranéennes, le laissait supposer. C'est un axe de travail pour faire émerger l'intérêt de la GEMAPI et le besoin en espaces à vocation multifonctionnelle, telles la prévention des inondations (PI) et la gestion des milieux aquatiques (GEMA) et des services écosystémiques associés.

Le support cartographique des zones à forts potentiels de ruissellement, des chemins qu'il emprunte et des milieux d'accumulation des eaux comme des éléments transportés, apporte une lecture de l'exposition du territoire à ce type d'aléa. C'est un support de discussion utile pour imaginer des solutions en terme d'aménagement des espaces et d'une nécessité de créer une mosaïque d'usage des sols.

**Mots clé :** Ruissellement intense, GEMAPI, Freins, Leviers