



HAL
open science

Gérer un projet de ralentissement dynamique

Christine Poulard, B. Chastan, P. Royet, G. Degoutte, F. Grelot, Katrin Erdlenbruch, Yves Nedelec

► **To cite this version:**

Christine Poulard, B. Chastan, P. Royet, G. Degoutte, F. Grelot, et al.. Gérer un projet de ralentissement dynamique. 2008, pp.4. hal-02591235

HAL Id: hal-02591235

<https://hal.inrae.fr/hal-02591235>

Submitted on 15 May 2020

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

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

Gérer un projet de ralentissement dynamique

►► Fiche accessible en ligne sur le site <http://sinfotech.cemagref.fr>
Accès réservé aux services déconcentrés de l'État

Promouvoir la gestion intégrée des inondations à l'échelle d'un bassin versant est une nécessité. Le laminage des crues par des aménagements de ralentissement dynamique est un moyen efficace si le projet est bien géré. Cette fiche synthétique, réalisée avec le soutien de la DGPR, donne quelques recommandations générales pour la gestion de projet ainsi que des références utiles.

Réduire les dommages dus aux inondations requiert de coordonner des méthodes non structurelles (documents d'urbanisme...) et structurelles (aménagements). Il faut raisonner :

- de manière intégrée pour éviter de remplacer un problème par un autre (par exemple, dégradation écologique des milieux...) ;
- à la bonne échelle d'espace : sur le bassin versant, et suffisamment loin à l'aval. Certains aménagements risquent de reporter le problème à l'aval (recalibrage...), mais même une crue laminée peut parfois aggraver les effets à l'aval, après une confluence, si le retard fait coïncider le pic avec celui du cours d'eau confluent (horloge des crues) ;
- à la bonne échelle de temps : il faut estimer les conséquences pour toutes les crues, y compris les crues extrêmes, pour apprécier les effets sur la durée de vie des ouvrages. Nous insisterons sur ce point dans le paragraphe « Diagnostic d'effets ».

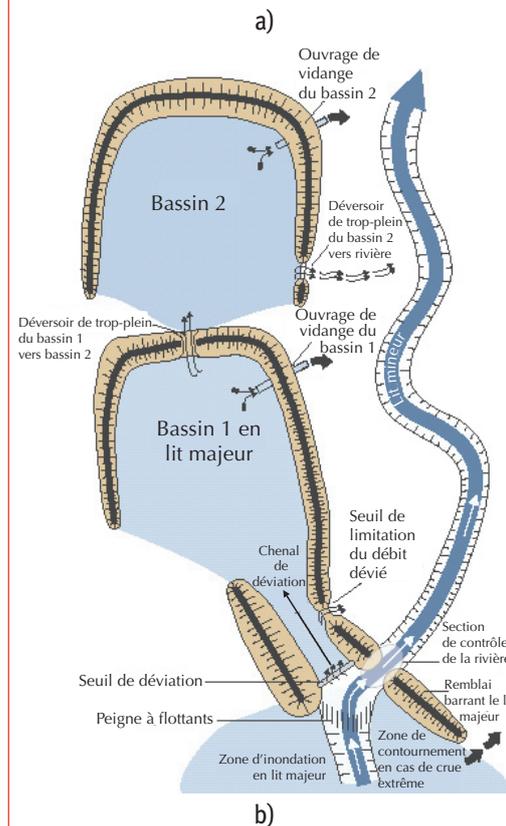
Un principe intéressant est de laminar les crues en amont des enjeux. Les ouvrages dits de « ralentissement dynamique » (RD) sont efficaces, sous réserve de potentialités de stockage suffisantes, et ont un minimum d'impact sur les milieux s'ils sont bien conçus (figure 1).

Quelques recommandations pratiques à l'attention des maîtres d'ouvrages

Le rôle des maîtres d'ouvrages est crucial pour tout projet d'aménagement, depuis la définition des objectifs jusqu'à la prise de décision finale (figure 2).

Avant toute chose, un diagnostic du risque est nécessaire. Cette étape peut faire l'objet d'un appel d'offre spécifique. Il s'agit de déterminer l'aléa, les enjeux et leur vulnérabilité, pour dresser un état des lieux et définir les priorités d'action, en fonction

du contexte et des contraintes locales. Le diagnostic conduit à la définition des objectifs (souvent exprimés en période de retour d'inondation acceptable ou en réduction attendue de l'aléa) et des contraintes.



Contacts ►►►

Christine POULARD
et Bernard CHASTAN
Cemagref,
UR Hydrologie-hydraulique
3 bis, quai Chauveau, CP 220
69336 Lyon Cedex 09
Tél. 04 72 20 87 87
christine.poulard@cemagref.fr
bernard.chastan@cemagref.fr

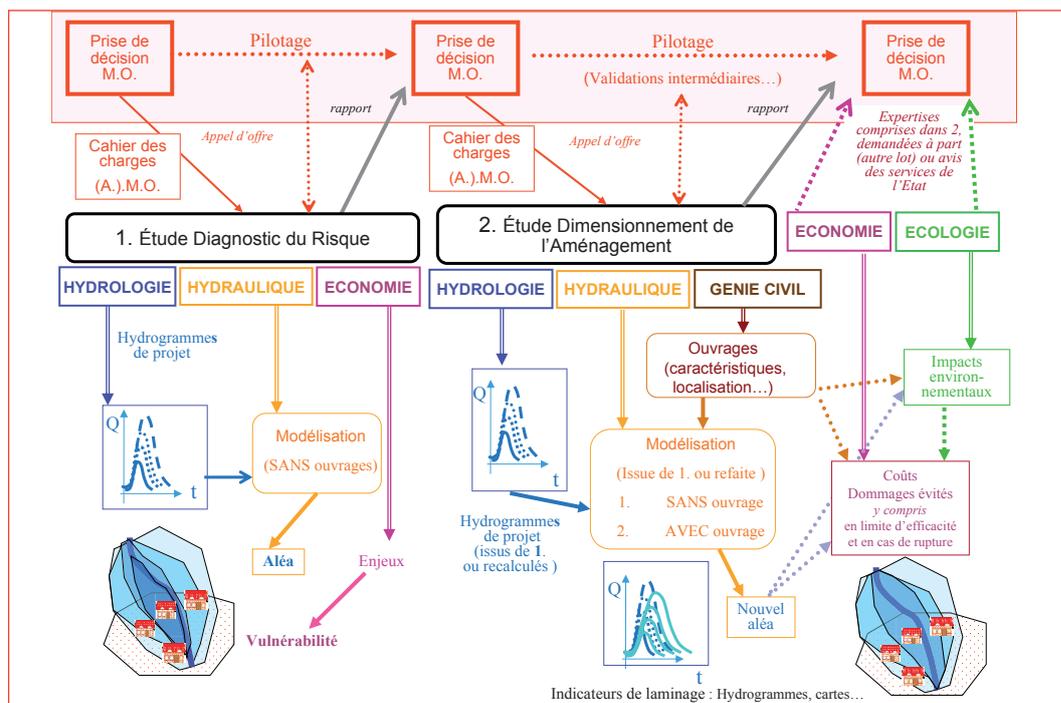
Paul ROYET et Gérard DEGOUTTE
Cemagref, UR Ouvrages hydrauliques
et hydrologie
3275 route Cézanne, Le Tholonet,
CS 40061
13182 Aix-en-Provence Cedex 5
Tél. 04 42 66 99 10
paul.royet@cemagref.fr
gerard.degoutte@cemagref.fr

Frédéric GRELOT
et Katrin ERDLLENBRUCH
Cemagref, UMR G-EAU
Domaine de Lavalette
361 rue J.-F. Breton, BP 5095
34033 Montpellier Cedex 1
Tél. 04 67 04 63 00
frederic.grelot@cemagref.fr
katrin.erdlenbruch@cemagref.fr

Yves NÉDÉLEC
Cemagref, UR Hydrosystèmes
bioprocédés
Parc de Tourvoie - BP 44
92163 Antony Cedex
Tél. 01 40 96 61 21
yves.nedelec@cemagref.fr

◀ **Figure 1** –
Deux exemples
d'ouvrages de laminage
des crues.
a) Barrage à pertuis
ouvert en thalweg sec
(bassin de l'Austreberthe,
Seine Maritime).
b) Ouvrages en dériva-
tion sur un cours d'eau
(Cemagref).

► **Figure 2 –**
Principe d'une étude
de réduction de l'aléa :
étapes clés pour
le maître d'ouvrage (MO)
et compétences
nécessaires.



Ensuite peut commencer la rédaction du cahier des charges. Nous recommandons de :

- fixer et décrire explicitement les objectifs et les contraintes ;
- établir un calendrier d'exécution avec des réunions de validation intermédiaires pour que le maître d'ouvrage (MO) puisse rectifier au besoin une étape avant que la suivante ne débute ;
- exiger que les méthodologies choisies soient décrites ou fixer le cas échéant les méthodologies recommandées. On s'appuiera par exemple sur les documents de référence suivants : Guide ralentissement dynamique ; Guide méthodologique pour le pilotage des études hydrauliques ; Estimation de la crue centennale pour les plans de prévention des risques d'inondations ;
- prévoir d'être propriétaires des données recueillies ou calculées, gage d'indépendance vis-à-vis des prestataires ;
- demander tous les éléments utiles en prévision de la prise de décision : les effets des ouvrages sur les inondations dans le bassin versant (extension des inondations, éventuellement hauteurs d'eau et vitesses), suffisamment loin à l'aval et pour l'ensemble du régime (cf. paragraphe « Diagnostic d'effets »), ainsi que leur traduction socio-économique (par exemple, en dommages annualisés et perturbations évités). L'évaluation des coûts doit être aussi complète que possible, incluant la construction, les travaux connexes (création de chemins...), le foncier ou les indemnités (y compris emprise des sur-inondations) ainsi que les coûts d'entretien et de gestion. Le cas échéant, un diagnostic écologique doit être prévu ; idéalement, des « coûts environne-

mentaux » en seraient déduits et intégrés au calcul économique ;

- prévoir une étude de danger, désormais imposée par la nouvelle réglementation pour les ouvrages les plus importants (étude appelée auparavant étude de risques ou étude de sûreté de fonctionnement, Peyras *et al.*, 2006).
- baliser la présentation des résultats : demander que les hypothèses soient explicitées et justifiées, que les annexes nécessaires soient jointes (par exemple, en hydrologie : critique des données, graphe des ajustements... en hydraulique : calage des rugosités...), et que tous les éléments utiles soient fournis. Certains documents seront demandés au format numérique pour être réutilisables (topographie, calculs...). Préparation et suivi doivent s'effectuer avec rigueur quelle que soit la taille des ouvrages. Dans un projet intégré, il faut en outre coordonner le travail des différents intervenants (figure 2). Trop souvent, économistes ou écologistes n'interviennent que pour juger un projet dans sa phase finale. Instaurer le dialogue dès la conception améliorerait considérablement les propositions. Le maître d'ouvrage peut s'appuyer sur un assistant à maîtrise d'ouvrage (AMO) et s'entourer d'un comité de pilotage – en sollicitant par exemple les services de l'État, s'il ne dispose pas en interne des compétences nécessaires.

Diagnostic d'effet des ouvrages : connaître les résultats à l'échelle du régime

Comme indiqué en introduction, il faut travailler aux bonnes échelles. Nous insisterons ici sur la nécessité de toujours se

référer au régime des crues. Sachant que l'on ne peut supprimer complètement les inondations, le maître d'ouvrage doit définir des objectifs réalistes, avec des références aux périodes de retour d'inondation (tableau 1).

Une fois ces objectifs fixés, il faut vérifier que l'aménagement proposé y répond. Travailler avec une crue de projet unique ne suffit donc pas : les effets de l'aménagement doivent être décrits pour un jeu d'hydrogrammes, afin de faire apparaître notamment le seuil d'effet, la plage d'efficacité maximale, et le comportement pour les crues exceptionnelles (tableau 1 et figure 3). La connaissance des effets sur une gamme suffisante de crues permettra en outre de quantifier l'espérance mathématique des dommages évités, et donc de comparer objectivement par la suite les coûts et les gains attendus.

Il faut donc préalablement établir le régime naturel des crues, par analyse hydrologique (Sauquet, 2003 ; Lang *et al.*, 2007). Ensuite, il faut concevoir les ouvrages (Degoutte, 1997) et déterminer leurs caractéristiques (géométrie, organes hydrauliques...) pour obtenir le fonctionnement souhaité. En général c'est une modélisation hydraulique qui permet de simuler avec et sans ouvrages un ensemble d'événements, et ce jusqu'à la rupture (figure 3).

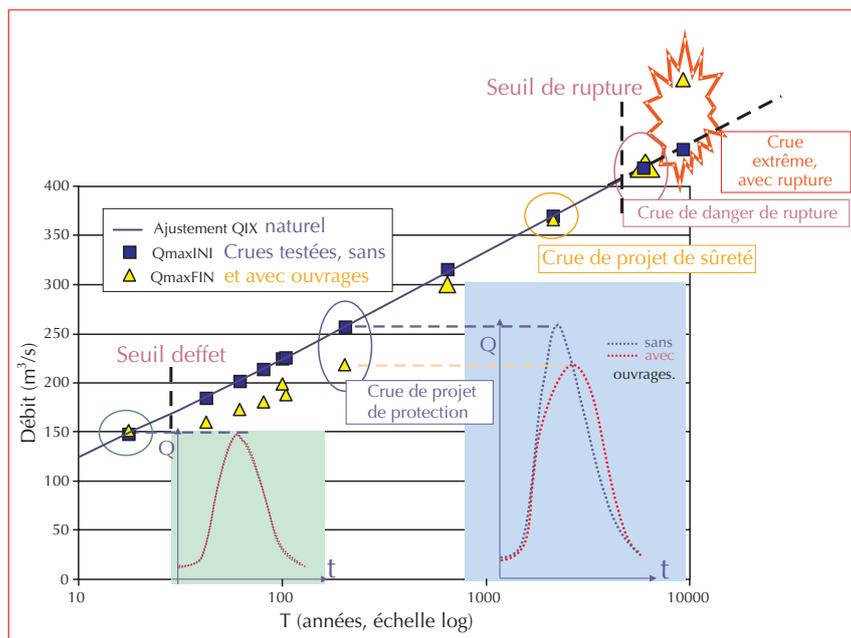
Guide des aménagements « RD »

Un guide méthodologique téléchargeable a été publié en 2004 pour aider les opérationnels à mettre en œuvre des aménagements de ralentissement dynamique, notamment dans le cadre des programmes d'actions de prévention des risques liés aux inondations (PAPI, encadré 1 ; ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables, 2004).

Ce guide a été complété par des fiches de retour d'expérience consultables en ligne (Cemagref, 2005) et sera mis à jour dans les mois à venir.

PÉRIODE	-	de 10 à 50 ans	« Crue de projet de protection », crue entrante pour laquelle le fonctionnement des ouvrages écrêteurs de crue est optimisé.
		500 à 5 000, voire 10 000 ans	« Crue de projet de sûreté », crue entrante prise en compte pour le dimensionnement des ouvrages et des organes de sécurité (associée à la notion de plus hautes eaux – PHE). La période de retour correspondante doit être fixée en fonction des caractéristiques des ouvrages et des enjeux.
	+	Extrême	« Crue de danger de rupture », crue entrante au-delà de laquelle on ne garantit plus la tenue de l'ouvrage. Une rupture doit rester très improbable, mais ses conséquences sont souvent tellement catastrophiques (arrivée d'une vague d'eau rapide et soudaine) qu'il faut les connaître comme élément de prise de décision. Ces informations sont d'ailleurs à intégrer dans les plans communaux de sauvegarde.

▲ **Tableau 1** – Niveaux de fonctionnement définis en fonction de la période de retour des crues (Royet et Degoutte).



▲ **Figure 3** – Représentation synthétique de l'effet d'ouvrages de laminage en un point donné sur le régime. Exemple des débits de pointe : quantiles notés QIX ; débit maximal d'un hydrogramme donné noté Qmax.

Encadré 1 – Le programme d'actions de prévention des risques liés aux inondations (PAPI)

Le ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables (MEDAD) a initié en 2002 les programmes d'actions de prévention des risques liés aux inondations (PAPI) afin de rassembler l'État et les collectivités territoriales autour d'initiatives communes intégrées dans des programmes d'ensemble cohérents. Depuis, 57 PAPI ont été financés.

La directive européenne 2007/60/EC du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondations implique l'ouverture de nouveaux chantiers : la transposition de la directive en droit français, l'actualisation de la cartographie des aléas et des enjeux, intégrant une évaluation préliminaire du risque, et l'élaboration des plans de gestion des risques d'inondations à l'échelle d'unité hydrographique cohérente avec le recours à des programmes d'action de type PAPI.

Mme Nathalie Kosciusko-Morizet, Secrétaire d'État chargée de l'écologie, considère que « les PAPI sont des instruments d'avenir, d'autant plus qu'ils constituent le modèle qu'il nous faudra mobiliser pour l'élaboration de ces plans d'actions ».

►►► <http://www.ecologie.gouv.fr/-Inondations-.html>

L'adresse guideRD@cemagref.fr est ouverte pour recueillir les remarques des utilisateurs. Des questions ponctuelles peuvent également être posées ; il y sera répondu dans la mesure du possible. L'analyse des messages reçus à cette adresse permettra d'améliorer le contenu du guide, mais aussi au besoin de définir des recherches pour répondre à des questions en suspens.

Perspectives

Des analyses de retours d'expériences sont régulièrement effectuées au Cemagref, dans le cadre d'appuis techniques ou d'expertises.

Elles sont exploitées pour partager les connaissances et identifier les difficultés (Fouchier, 2004), et peuvent conduire à définir des axes de recherche pour répondre à des questions restées en suspens.

Des travaux de recherche et d'appui, notamment méthodologiques, sont en cours dans quatre unités de recherche du Cemagref pour répondre aux besoins spécifiques

du dimensionnement d'aménagements de type RD, notamment :

- conception et sécurité des ouvrages (unité de recherche Ouvrages hydrauliques et hydrologie – OHAX) ;
- modélisation hydraulique : certains ouvrages posent des difficultés particulières, en particulier ceux qui entraînent des écoulements complexes en lit majeur (unité de recherche Hydrologie, hydraulique – HHLY) ;
- modélisation à l'échelle du bassin, avec des ouvrages divers et dispersés. Les tout petits ouvrages dispersés ont des effets difficiles à évaluer à l'échelle du bassin (unité de recherche Hydrosystèmes et bioprocédés – HBAN). Un autre point à résoudre est la définition de scénarios d'apport à l'échelle du bassin (unité de recherche HHLY) ;
- méthodes d'évaluation économique : le recours à ces méthodes est indispensable pour comparer des solutions combinant des mesures – structurelles ou non – à l'échelle d'un territoire (unité mixte de recherche Gestion de l'eau, acteurs et usages – G-EAU). □

Liens utiles ►►►

- <http://www.agroparistech.fr/rubriqueFormations>

L'Engref et le Cemagref organisent tous les ans une session de formation continue « Ouvrages de ralentissement dynamique des crues et prévention des inondations »

- <http://omer.cemagref.fr/> (accès réservé aux services déconcentrés de l'État)

Base de données OMER « Ouvrages de maîtrise des écoulements en milieu rural ».

Bibliographie

CETMEF, CEMAGREF, 2007, Guide méthodologique pour le pilotage des études hydrauliques. Téléchargeable à l'URL : http://www.cetmef.equipement.gouv.fr/projets/hydraulique/clubcourseau/publi_hydrau_guide_methodo.html

CEMAGREF, 2005, fiches de Retour d'expérience RD.

<http://www.lyon.cemagref.fr/hh/panorama/convention-medd/index.shtml>

DEGOUTTE, G. coord, 1997, Petits barrages : recommandations pour la conception, la réalisation et le suivi, Comité français des barrages et réservoirs, coédition Cemagref Editions-ENGREF, Antony, 173 p.

ERDLLENBRUCH, K., GILBERT, E., GRELOT, F., LESCOULIER, C., 2008, Une analyse coût-bénéfice spatialisée de la protection contre des inondations - application de la méthode des dommages évités à la basse vallée de l'Orb, Ingénieries-EAT, à paraître.

MEDAD, 2004, Le ralentissement dynamique pour la prévention des inondations : guide des aménagements associant l'épandage des crues dans le lit majeur et leur écrêtement dans de petits ouvrages, plusieurs contributeurs dont Cemagref, 131 p. http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/GUIDE_RD_Web.pdf

FOUCHIER, C., *et al.*, 2004, Inondations de septembre 2002 dans le Sud de la France – Analyse hydrologique et hydraulique au niveau des barrages écrêteurs du Vidourle, Ingénieries-EAT, n° 37, p. 23-35.

LANG, M., LAVABRE, J., *et al.*, 2007, Estimation de la crue centennale pour les plans de prévention des risques d'inondations, Éditions QUÆ.

NEDELEC, Y., 1999, Activités rurales et inondations : connaissances et bonnes pratiques. Cemagref Éditions, Antony, 130 p.

NEDELEC, Y., KAO, C., CHAUMONT, C., 2004, Réduction des transferts de crues dans les bassins versants agricoles fortement drainés : état des connaissances et des recherches, Ingénieries-EAT, n° 37, p. 3-21.

PEYRAS, L., ROYET, P., SALMI, A., SALEMBIER, M., BOISSIER, D., 2006, Étude de la sûreté de fonctionnement d'un aménagement hydraulique de génie civil: application à des ouvrages de protection contre les inondations de la ville de Nîmes, Revue européenne de génie civil, vol. 10, n° 5, juin 2006, p 615-631.

SAUQUET, E., 2003, Description des régimes hydrologiques des hautes-eaux : nouvelle formulation pour l'analyse en débit-durée-fréquence et applications en ingénierie, Ingénieries-EAT, n° 34, p. 3-15.