



## ETUDE PROSPECTIVE DE LA GESTION DES INONDATIONS SUR LE BASSIN VERSANT DE L'ARMANÇON



Etude réalisée en interne par :

Lauriane BUCHAILLOT

(Directrice)

Kévin DUPLAN

(Chargé de mission hydromorphologie)

Eric MATAGNE

(Chargé de mission « hydrologie des bassins versants »)

Guillaume NUTI

(Animateur du PAPI de l'Armançon)



Version Septembre 2018



MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET SOLIDAIRE



# SOMMAIRE

I.	Introduction .....	4
II.	Objet de l'étude .....	7
III.	Etat des lieux et diagnostic.....	7
1.	Quelques chiffres .....	7
a.	Enjeux inondables par débordement.....	7
b.	Hydrologie et crues depuis 70 ans – dégâts occasionnés .....	8
c.	Des volumes conséquents recueillis et drainés par le bassin versant : exemple de janvier 2018... 9	
d.	Des communes à risque de dégâts par ruissellement.....	10
2.	Analyse des études déjà conduites sur le bassin versant .....	11
a.	Contenu des études et résultats principaux.....	11
b.	Test des 10 aménagements (Hydratec, 2007) sur les crues de mai 2013 et janvier 2018 .....	15
c.	Résultat de la simulation.....	18
3.	Solutions de prévention et de protection existantes .....	19
IV.	Plusieurs stratégies possibles.....	19
1.	Agir pour limiter les ruissellements et/ou les débordements .....	19
2.	Quatre scénarios : estimation d'actions potentielles sur le bassin de l'Armançon .....	22
a.	Des co-financements possibles... sous conditions.....	22
b.	Des scénarios d'ambitions croissantes.....	23

## Table des annexes

Scénario 1 .....	24
Scénario 2 .....	26
Scénario 3 .....	28
Scénario 4 .....	31
Fiches aménagements :	
Hydraulique douce .....	34
Préservation des milieux naturels .....	40
Hydraulique structurante .....	43
Ingenierie des milieux aquatiques .....	47



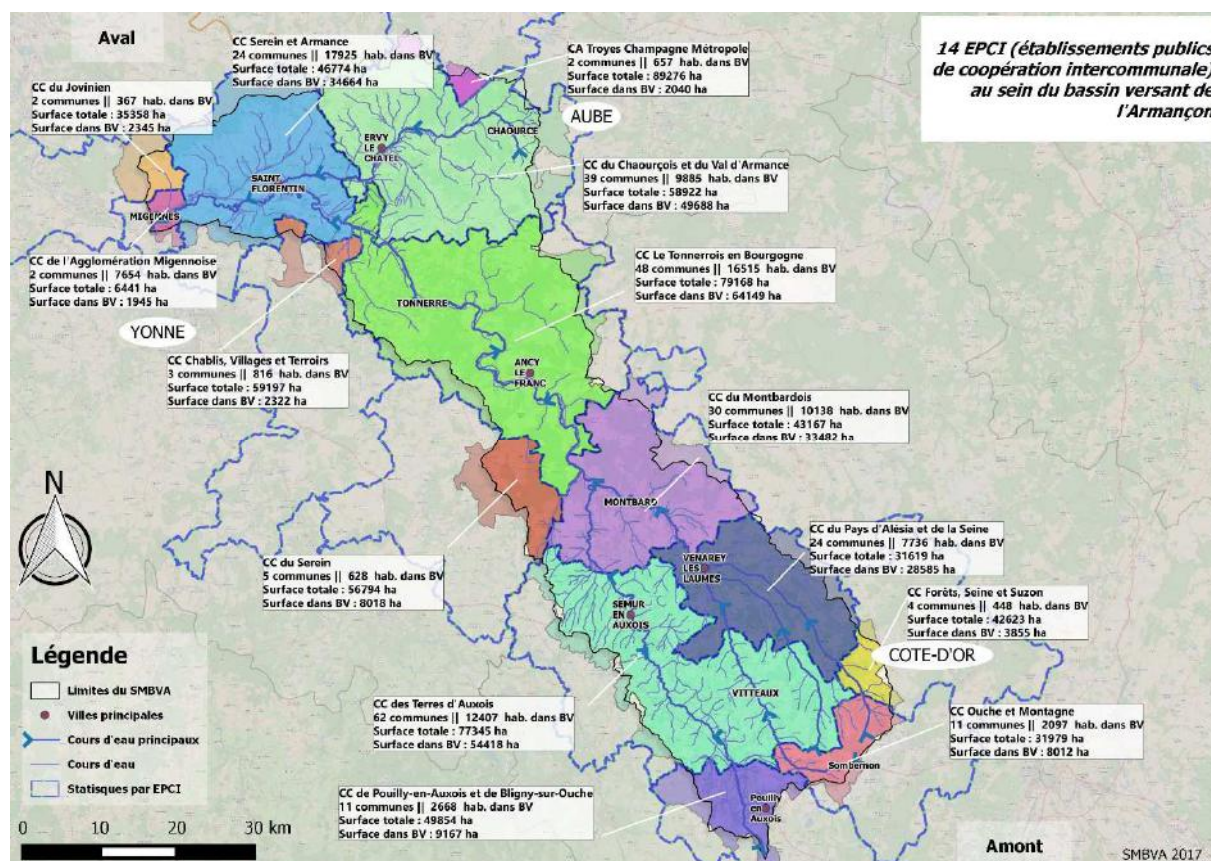


# I. Introduction

Le Syndicat Mixte du Bassin versant de l'Armançon (SMBVA) a été créé le 1<sup>er</sup> janvier 2016. Il fait suite à trois syndicats, le SIRTAVA, le SIAVA et le SIVU de la Brumance et du Créanton. Couvrant désormais l'ensemble du bassin versant de l'Armançon, il regroupe 267 communes des départements de l'Aube, la Côte-d'Or et l'Yonne.

Le syndicat exerce la GEMAPI, ainsi que l'animation du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux et le Contrat Global. L'animation du Programme d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI) de l'Armançon est considérée comme accessoire à l'exercice de la GEMAPI.

Au 1<sup>er</sup> janvier 2018, les intercommunalités se sont substituées à leurs communes au sein du SMBVA pour l'exercice de la GEMAPI. Elles sont au nombre de 14 : 13 communautés de communes et une communauté d'agglomération, représentées sur la carte ci-dessous :



La compétence GEMAPI est définie à l'article L. 211-7 du code de l'environnement et recouvre les missions suivantes :

#### 1° L'aménagement d'un bassin ou d'une fraction de bassin hydrographique

Cette mission comprend tous les aménagements visant à préserver, réguler ou restaurer les caractères hydrologiques ou géomorphologiques des cours d'eau, comme notamment :

- la définition et la gestion d'aménagements hydrauliques (rétention, ralentissement et ressuyages des crues ; barrages de protection ; casiers de stockage des crues...);
- la création ou la restauration des zones de rétention temporaire des eaux de crues ou de ruissellement ;
- la création ou la restauration de zones de mobilité d'un cours d'eau.

#### 2° L'entretien et l'aménagement d'un cours d'eau, canal, lac ou plan d'eau, y compris les accès à ce cours d'eau, à ce canal, à ce lac ou à ce plan d'eau

L'entretien du cours d'eau ou canal a pour objectif de le maintenir dans son profil d'équilibre, de permettre l'écoulement naturel des eaux et de contribuer à son bon état écologique ou à son bon potentiel écologique. La collectivité n'a vocation à intervenir qu'en cas de défaillance du propriétaire ou pour des opérations d'intérêt général ou d'urgence. Concrètement, l'entretien consiste en l'enlèvement des embâcles, débris et atterrissements, flottants ou non et en l'élagage ou recépage de la végétation des rives.

#### 5° La défense contre les inondations et contre la mer

Cette mission comprend la création, la gestion, la régularisation d'ouvrages de protection contre les inondations, comme notamment :

- la définition et la gestion des systèmes d'endiguements (au sens de l'article R. 562-13 du code de l'environnement) avec le bénéfice de la mise à disposition des digues (I de l'article L.566-12-1 du code de l'environnement) et des autres ouvrages publics nécessaires (II de l'article L.566-12-1 précité) ;
- la mise en place de servitudes sur des terrains d'assiette d'ouvrages de prévention des inondations (ou d'ouvrages pouvant contribuer à cette mission), lorsque ces terrains sont privés (L. 566-12-2 code de l'environnement).

#### 8° La protection et la restauration des sites, des écosystèmes aquatiques et des zones humides ainsi que des formations boisées riveraines

Cette mission comprend :

- la restauration hydromorphologique des cours d'eau intégrant des interventions visant le rétablissement de leurs caractéristiques hydrologiques et morphologiques ainsi qu'à la continuité écologique des cours d'eau ;
- la protection des zones humides et la restauration des zones humides dégradées au regard de leur intérêt pour la gestion intégrée du bassin versant, de leur valeur touristique, paysagère, cynégétique ou écologique.

Les missions 3°, 4°, 6°, 7°, 9°, 10°, 11° et 12° du I de l'article L. 211-7 du code de l'environnement ne sont pas comprises dans le bloc de compétence GEMAPI et restent donc partagées entre les différents échelons de collectivités territoriales. Néanmoins, cela n'empêche pas un groupement de collectivités compétent en matière de GEMAPI d'exercer en plus une ou plusieurs des missions correspondant aux items précités qui seraient complémentaires à l'exercice de cette compétence.

L'attribution de la compétence GEMAPI n'alourdit pas **la responsabilité** des acteurs mais, au contraire, la clarifie en fixant un cadre juridique, financier et institutionnel cohérent pour faciliter la mise en place des actions de lutte contre les inondations et de gestion d'ouvrages de protection.

	Avant la mise en place de la GEMAPI	Après la réforme
<b>Le gestionnaire d'ouvrage de protection</b>	<p>Le gestionnaire des ouvrages de protection est responsable de son entretien, ainsi que de toutes les prescriptions fixées dans l'acte d'autorisation.</p> <p>Sa responsabilité peut être engagée lorsqu'il n'a pas respecté les règles de l'art et les obligations légales réglementaires applicables à leur conception, leur exploitation et leur entretien.</p>	<p>L'EPCI devient gestionnaire des ouvrages de protection, le cas échéant par convention avec le propriétaire, en particulier pour les digues de l'État. Il a pour obligation de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- déclarer les ouvrages mis en œuvre sur le territoire en faisant la part des digues qui doivent être dorénavant organisées en systèmes d'endiguement et des aménagements hydrauliques dits de stockage provisoire des venues d'eau ;</li> <li>- annoncer les performances de ces ouvrages avec la zone protégée ;</li> <li>- indiquer les risques de débordement pour les hauteurs d'eaux les plus élevées.</li> </ul> <p>La responsabilité de l'EPCI peut toutefois être engagée lorsqu'il n'a pas respecté les règles de l'art et les obligations légales réglementaires applicables à la conception, l'exploitation et l'entretien des ouvrages de protection tels qu'il les a définis.</p>
<b>Le Maire</b>	<p>La responsabilité administrative et financière de la commune et la responsabilité pénale du maire peuvent être engagées, pour faute du maire dans l'exercice de ses missions de police, d'information sur les risques et d'autorisation d'urbanisme. Le maire est en effet responsable des missions de police générale définies à l'article L. 2212-2 du CGCT (comprenant la prévention des inondations) et des polices spéciales (en particulier la police de la conservation des cours d'eau non domaniaux, sous l'autorité du préfet) ainsi que ses compétences locales en matière d'urbanisme. À ce titre, il doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- informer préventivement les administrés ;</li> <li>- prendre en compte les risques dans les documents d'urbanisme et dans la délivrance des autorisations d'urbanisme ;</li> <li>- assurer la mission de surveillance et d'alerte ;</li> <li>- intervenir en cas de carence des propriétaires pour assurer le libre écoulement des eaux ;</li> <li>- organiser les secours en cas d'inondation.</li> </ul>	<p>L'exercice de la compétence GEMAPI ne remet pas en cause les pouvoirs de police du maire.</p>

L'exercice de la compétence GEMAPI ne remet pas en cause les droits et devoirs des propriétaires.

Ainsi, le propriétaire riverain est toujours responsable de l'entretien courant du cours d'eau (libre écoulement des eaux) et de la préservation des milieux aquatiques situés sur ses terrains au titre du code de l'environnement en contrepartie du droit d'usage de l'eau et du droit de pêche. De même, le propriétaire riverain est toujours responsable de la gestion de ses eaux de ruissellement au titre du code civil.

## II. Objet de l'étude

Face à la multiplication des phénomènes météorologiques extrêmes entraînant des inondations par ruissellement ou par débordement des cours d'eau et des dégâts ainsi provoqués, les élus du bassin versant de l'Armançon s'interrogent sur la meilleure manière de les gérer, de protéger leur territoire ou tout simplement de vivre avec.

Différentes solutions techniques peuvent être envisagées, allant de l'hydraulique douce à l'hydraulique structurante. Le présent rapport en fera état, sachant que la mise en œuvre de ces solutions ne peut se faire sans une maîtrise foncière pour permettre leur implantation. Si plusieurs options sont possibles pour disposer du foncier nécessaire (acquisition de parcelles par les collectivités locales, mise à disposition de terrain avec compensations), il est certain qu'elles nécessiteront une part importante d'animation territoriale pour pouvoir être mises en place.

Du point de vue économique, après avoir mobilisé par deux fois un outil de financement national, le Programme d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI), qui a permis notamment de travailler au maintien de la culture du risque, d'améliorer l'alerte aux crues en Côte-d'Or et de réduire la vulnérabilité des habitations, les élus recherchent les financements les plus pertinents pour les projets qu'ils souhaitent conduire. S'agira-t-il d'une nouvelle candidature à un PAPI ou de financements au cas par cas par l'Agence de l'eau et les Régions ?

Au final, l'objectif de cette étude est de définir, pour les vingt années à venir, l'ambition du bassin versant de l'Armançon en matière de gestion des inondations par le choix :

- des moyens de protection des enjeux du territoire,
- des actions de sensibilisation,
- du niveau d'engagement à la réduction de la vulnérabilité des enjeux,
- des compétences nécessaires,

eu égard aux moyens que le territoire souhaite allouer au SMBVA pour cette problématique, sachant que la seule obligation réglementaire est la gestion des ouvrages de protection.

## III. Etat des lieux et diagnostic

### 1. Quelques chiffres

#### a. Enjeux inondables par débordement

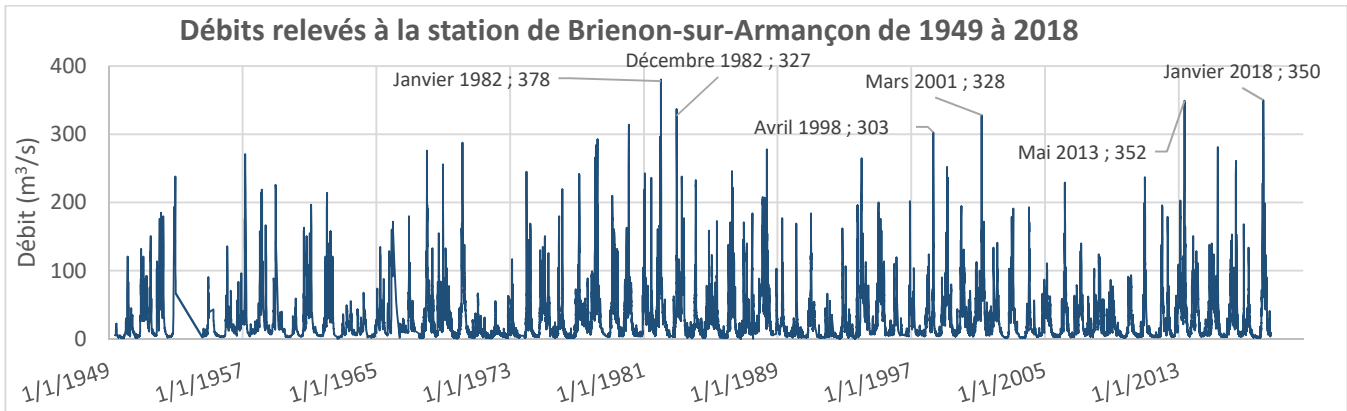
Les principaux chiffres des enjeux inondables par débordement des cours d'eau principaux sur le bassin versant de l'Armançon sont les suivants :

<i>Enjeux en zone inondable</i>	<i>Nombre estimé</i>	<i>% du bassin versant</i>
Habitations (nb d'habitants)	2 000 (3 700)	3,5 %
Entreprises	450	6 %
Emplois	2 500	10 %

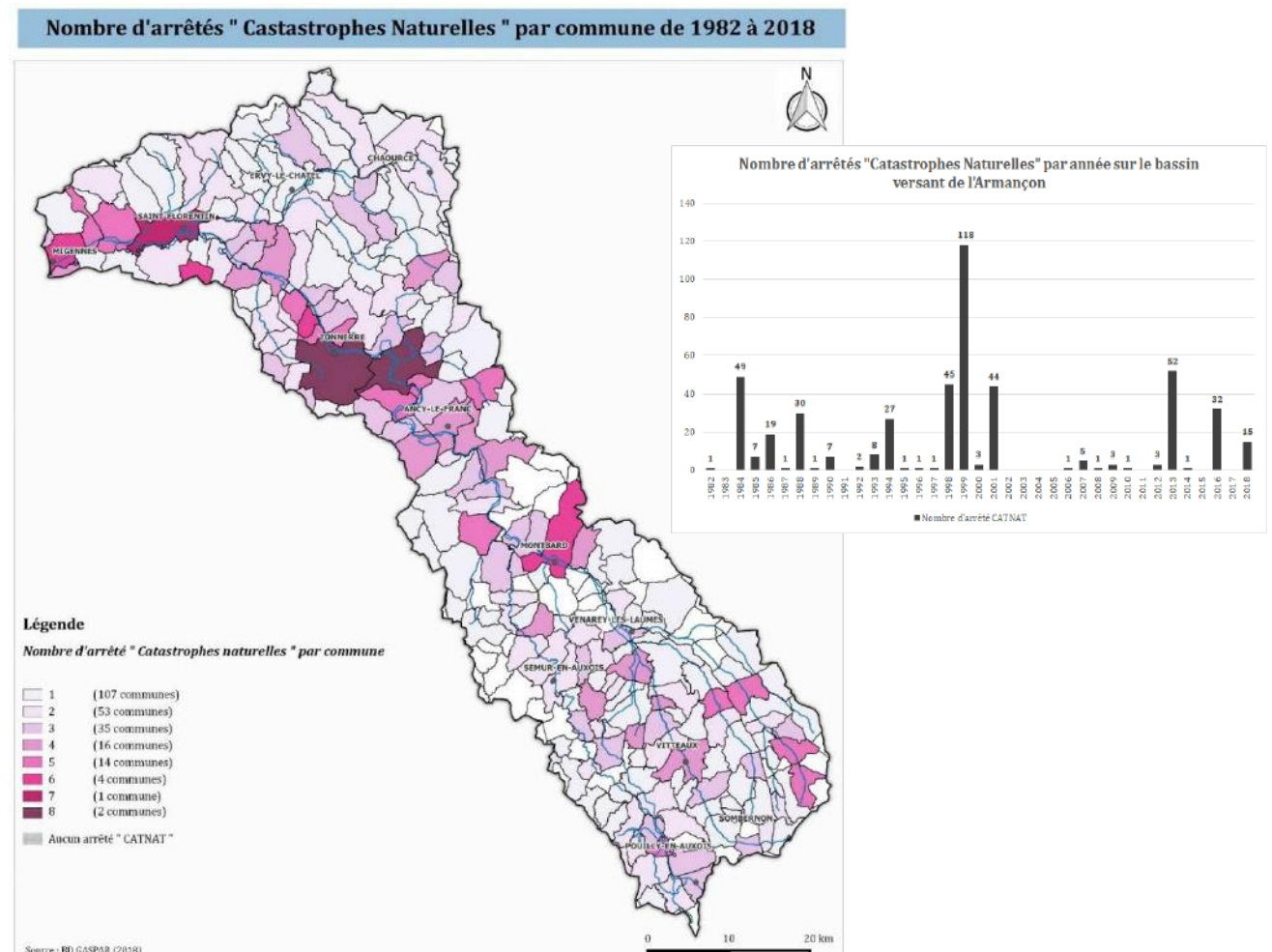


## b. Hydrologie et crues depuis 70 ans – dégâts occasionnés

Outre les grandes crues historiques de 1521, 1666, 1677, 1787, 1836, 1866, 1877, 1910 dont des traces, plus ou moins précises, sont visibles sur les bâtiments du bassin versant, les 70 dernières années comptent plusieurs crues importantes malgré un calme hydrologique. Le graphique suivant, à l'aval du bassin versant (Brienon-sur-Armançon), montre les amplitudes des dernières crues sur la période. Il est à noter que les sous-bassins versants peuvent avoir connu des crues plus marquées non visibles à l'exutoire suite à un écrêtement de la crue et une pluviométrie hétérogène.



Certains de ces événements ont pu occasionner des dégâts importants et la sollicitation de l'indemnisation au titre du régime Cat-Nat (**Catastrophes Naturelles**) regroupant les dégâts causés par des inondations, tempêtes (d'où le pic en 1999 sur le graphique ci-dessous), glissements de terrain... :



Les dégâts occasionnés par les crues ont pu être estimés pour différents épisodes représentatifs :

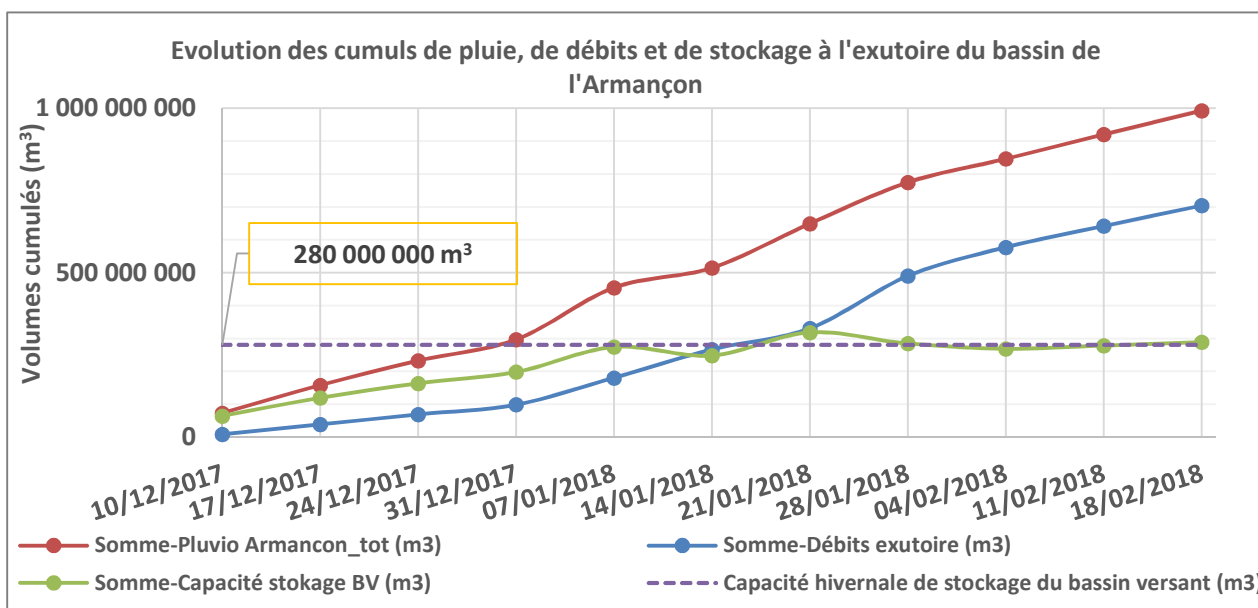
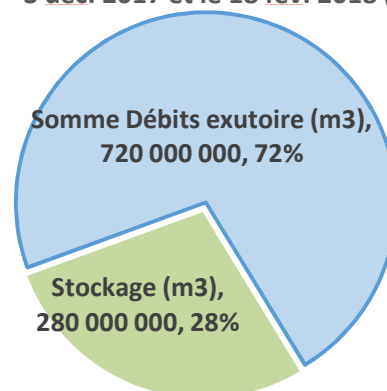
Evènement	Estimation des dégâts occasionnés		Sources données	Commentaires
Crue 2013	Débordement	1 200 k€	Retour d'expérience 1 <sup>er</sup> PAPI (SIRTAVA)	Occurrence 20-50 ans
Orages mai 2016	Ruissellement	500 k€	Estimation des retours communaux (SMBVA)	Principalement dégâts de voirie
Crue de juin 2016 sur la Ville de Montargis (45) 14 254 hab.	Débordement	4 600 k€	Retour d'expérience (SIVLO)	Crue centennale par débordement du Loing

### c. Des volumes conséquents recueillis et drainés par le bassin versant : exemple de janvier 2018

L'épisode météorologique long et intense (plus de la moitié des précipitations annuelles moyennes reçues en 1 mois) fait suite à une sécheresse importante (environ 7 mois sans pluies efficaces).

Le stock d'eau initial peut être considéré comme négligeable et on permet donc de quantifier le **volume maximal pouvant être stocké par les sols et sous-sols** du bassin versant (la végétation ne puisant pas d'eau en hiver).

#### Répartition des volumes entre le 3 déc. 2017 et le 18 fév. 2018 (m<sup>3</sup>)



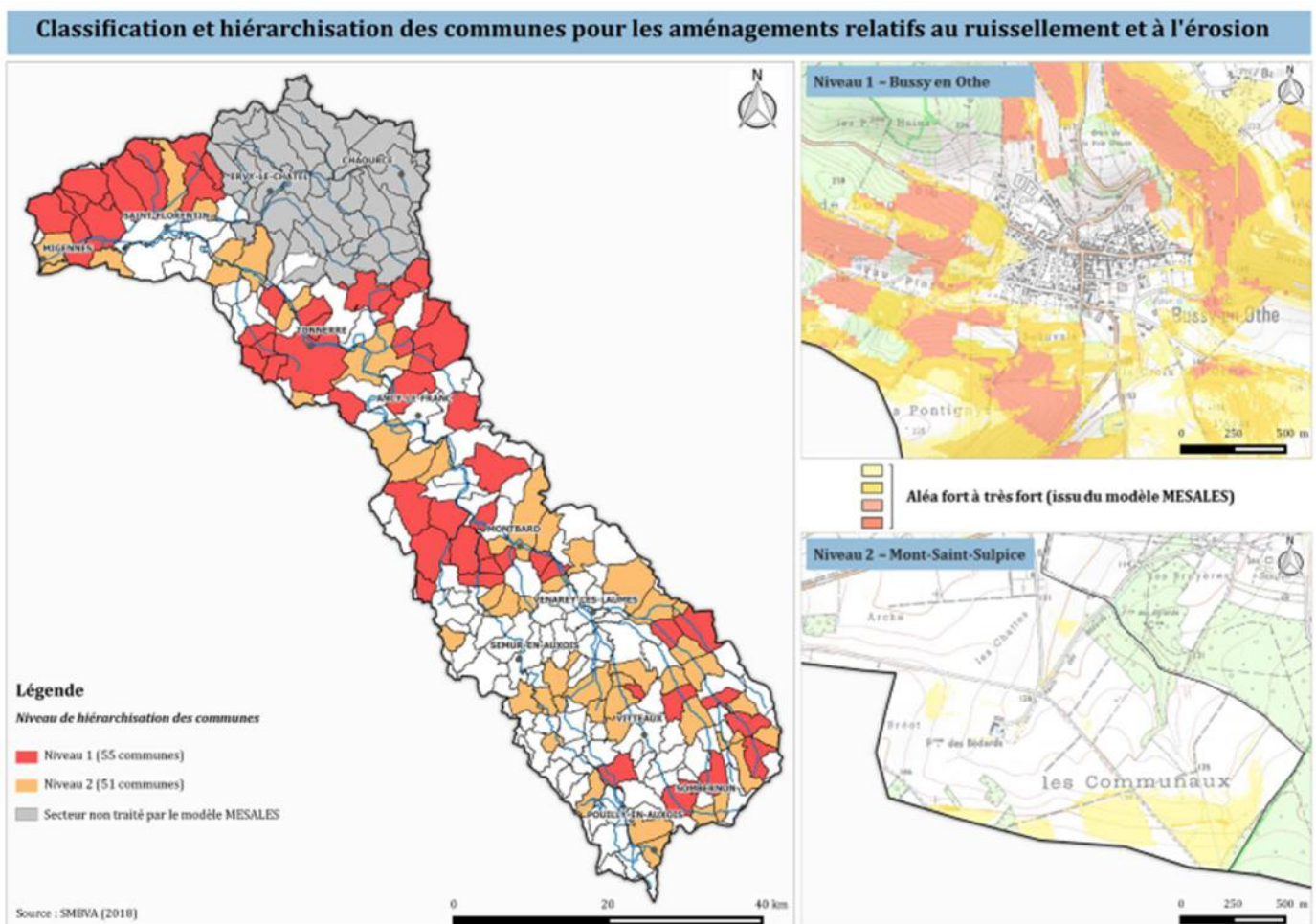
#### d. Des communes à risque de dégâts par ruissellement

Les évènements orageux récents de 2013, 2016 et 2018 ont touché de nombreuses communes non riveraines de cours d'eau et ont occasionné des dégâts parfois importants sur la voirie et le bâti. Ces évènements auront tendance à devenir plus récurrents, car amplifiés par le changement climatique.

Une étude réalisée en interne par le SMBVA, nommée « Hydrologie des Bassins Versants », a permis d'appliquer le modèle MESALES sur l'ensemble du territoire icaunais et Côte-d'Orien du bassin versant<sup>1</sup>.

Une hiérarchisation des communes à risques a été faite à partir des résultats cartographiques (centres bourgs situés sous ou à l'aval des zones très favorables au ruissellement).

- 55 communes sont à très fort risque de subir des phénomènes de ruissellement,
- 51 communes sont à fort risque. Les autres communes seraient *a priori* préservées.



<sup>1</sup> Les données pédologiques précises ne sont pas encore disponibles dans l'Aube.

## 2. Analyse des études déjà conduites sur le bassin versant

Deux études de diagnostic et de pré-dimensionnement importantes ont été conduites lors du 1<sup>er</sup> PAPI en 2003 (Etude de potentiel surstockage sur le bassin de l'Yonne – P.L.A. (ISL)) et en 2007 (Etude de la dynamique fluviale et des potentialités de régulation hydrologique de l'Armançon – HYDRATEC / Malavoi).

### a. Contenu des études et résultats principaux

- **L'étude P.L.A. 2003** à l'échelle de l'Yonne apporte quelques éléments pour le bassin versant de l'Armançon, premièrement par l'identification succincte de 24 sites de sur-stockage, deuxièmement en servant de base aux études suivantes, sur l'analyse des sites et des crues historiques.
- **L'étude I.S.L. 2004** a pour objectif de déterminer l'impact du bras de décharge de Tonnerre et d'en trouver des compensations. Ceci sur la base des chiffres fournis par l'étude hydraulique liée au projet de création du bras de décharge et sur la base des 24 sites ciblés précédemment.  
Secteur d'étude = bassin versant à Dannemoine
  - Etude hydrologique : Bilan des crues 1995, 1998, 2001, 2004 (tps de propagation, volumes)
  - Chenal de dérivation augmente le débit de pointe de 10m<sup>3</sup>/s à l'aval
  - Recherche de sites de sur-stockage :

3 sites sur 20 présentent une faible vulnérabilité : Saint Martin, Saint Rémy et Charentois à Semur

Site	Volume max (m <sup>3</sup> )	Prix (€ HT)
Saint Martin	196 000	400 000
Saint Rémy	186 000	300 000
Charentois	127 000	180 000

Ne comprend pas les études techniques, la maîtrise d'œuvre, géotechnie, communication, acquisition/dédommagement des parcelles, animation, autre...

Modélisation des effets de chaque site pour différentes crues (1995, 1998, 2001)

Bilan : aucun site n'est suffisamment efficace pour compenser la création du bras de décharge. Seul celui de St Martin a un effet visible sur les crues étudiées. Le site de Saint Rémy présente l'inconvénient de ralentir la crue de l'Armançon et donc de risquer la concomitance avec le pic de la Brenne.

**« Du fait du retard de la Brenne par rapport à l'Armançon, il est préférable d'aménager en premier lieu la Brenne. Cependant les enjeux sont nombreux (SNCF, canal) entre Montbard et Venarey et plus en amont, l'influence des affluents devient importante. Si un aménagement de type sur-stockage doit se confirmer sur la Brenne, il devra comprendre plusieurs sites sur le cours d'eau principal ainsi que ses affluents. »**

- **L'étude Hydratec / Malavoi de 2007** apporte des éléments importants sur :
  - I. L'hydrologie et la concomitance des crues sur l'Armançon
  - II. La vulnérabilité des différentes communes
  - III. Les volumes de sur-stockage possibles en fonction de l'importance des crues
  - IV. Le type de gestion à adopter

I. Etude hydrologique des 2 crues marquantes de l'époque :

	Avril 1998 Périodes de retour	Mars 2001 Périodes de retour
Brain (Brenne)	15 ans	15 ans
Darcey (Oze)	6 ans	15 ans
Montbard (Brenne)	22 ans *	16 ans *
Aisy-sur-Armançon (Armançon aval)	43 ans	34 ans
Tronchoy (Armançon aval)	44 ans	36 ans
Brienon	10 ans**	14 ans**

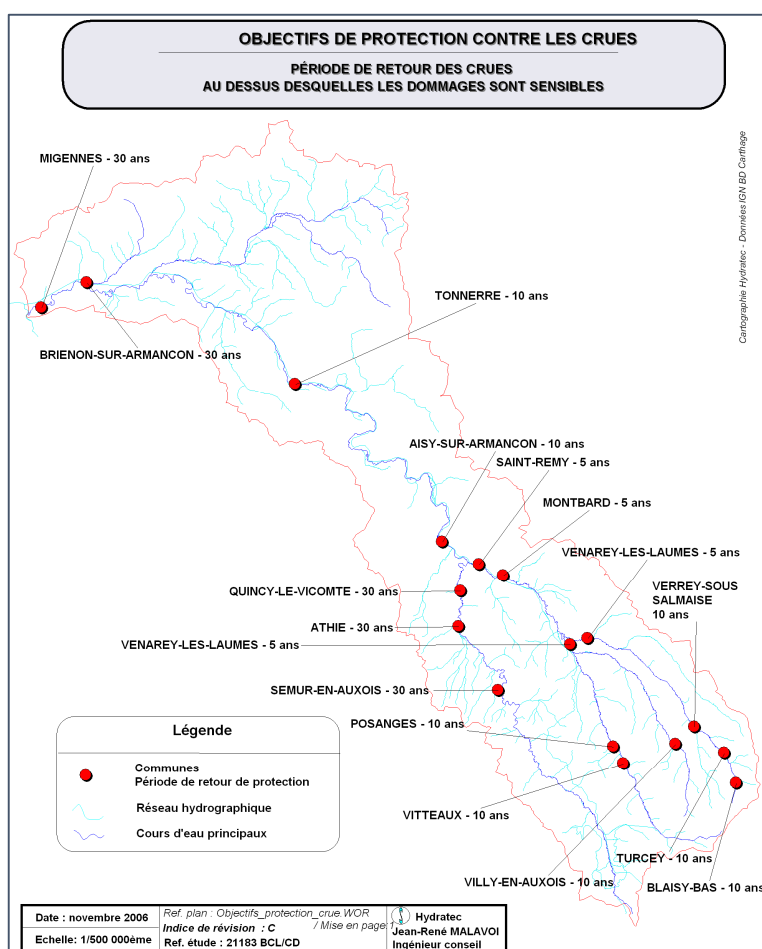
\* Valeurs probablement erronées // \*\* Valeurs probablement sous estimées (cf. étude hydrologique, phase 1)

PÉRIODE DE RETOUR DES CRUES D'AVRIL 1998 ET MARS 2001 AUX STATIONS HYDROMÉTRIQUES

Sur les concomitances :

- La crue de l'Armançe est toujours décalée par rapport à l'Armançon.
- A la confluence Armançon/Brenne, le pic de crue de l'Armançon passe presque toujours avant celui de la Brenne, il serait donc judicieux de ralentir encore le pic de crue de la Brenne pour atténuer la crue à l'aval.
- A Venarey-Les Laumes, le pic de crue de la Brenne passe généralement avant celui de l'Oze, il serait donc judicieux **de ralentir encore le pic de crue de l'Oze.**

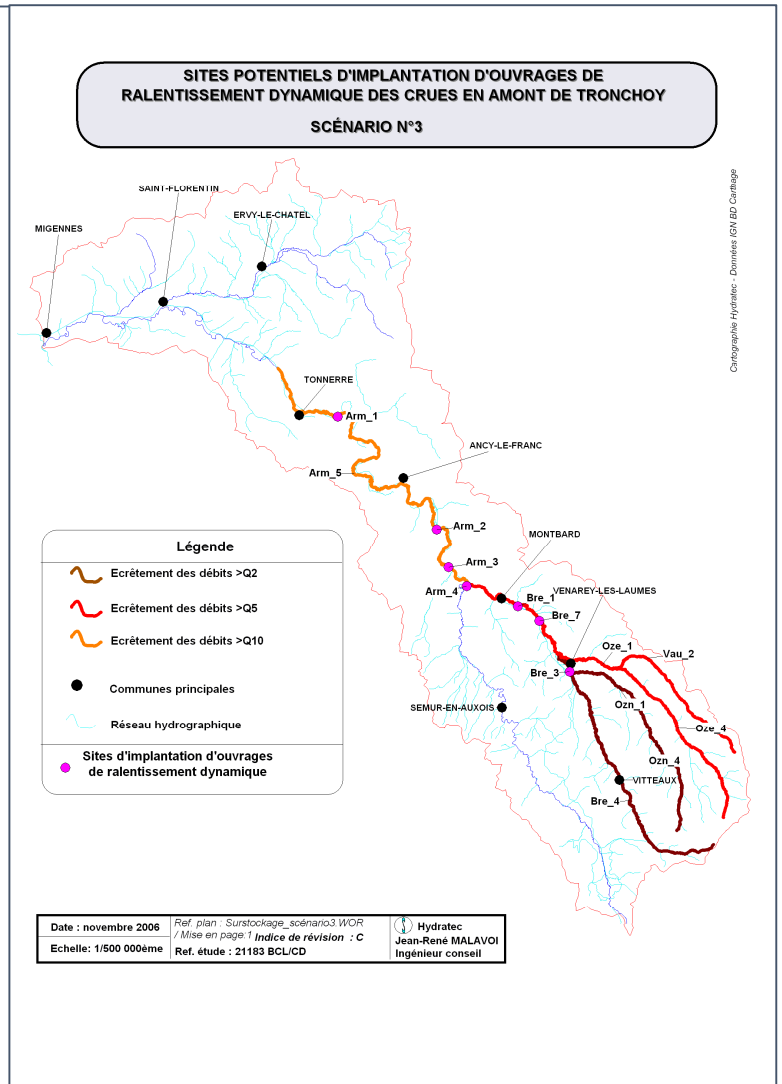
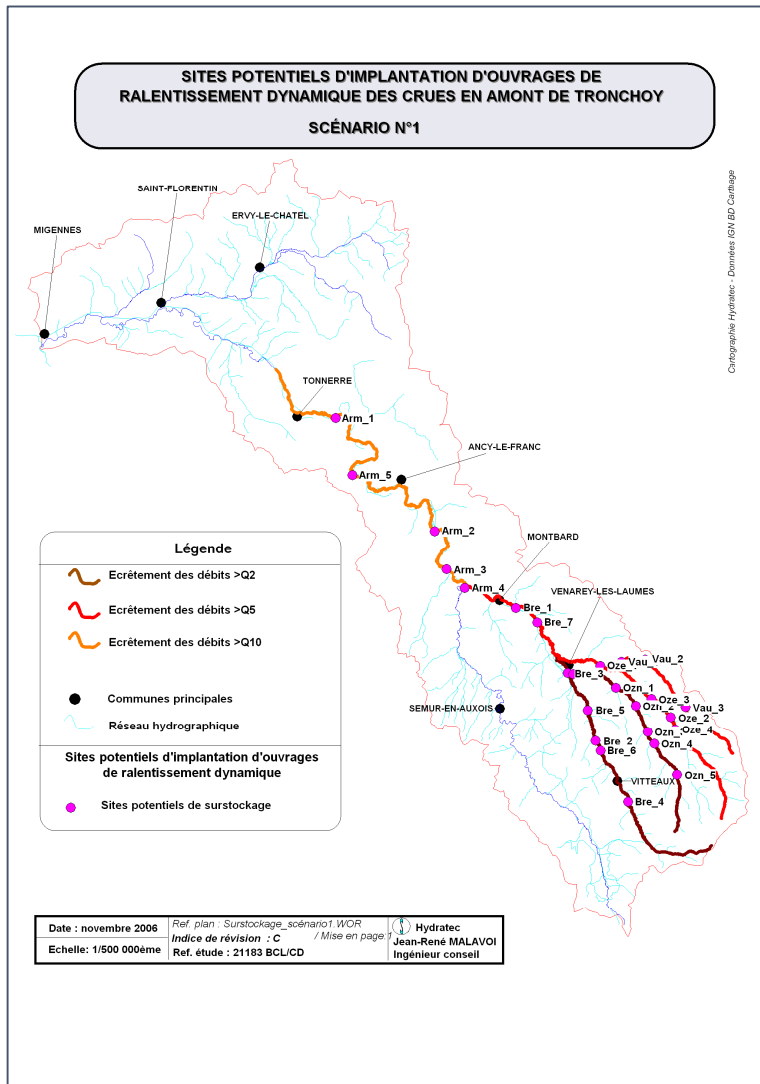
- II. L'Armançon déborde généralement à partir de la crue biennale, touchant en premier lieu les cultures. Les communes importantes les plus vulnérables sont Venarey-Les Laumes, Montbard, Tonnerre, Saint-Florentin et Migennes.





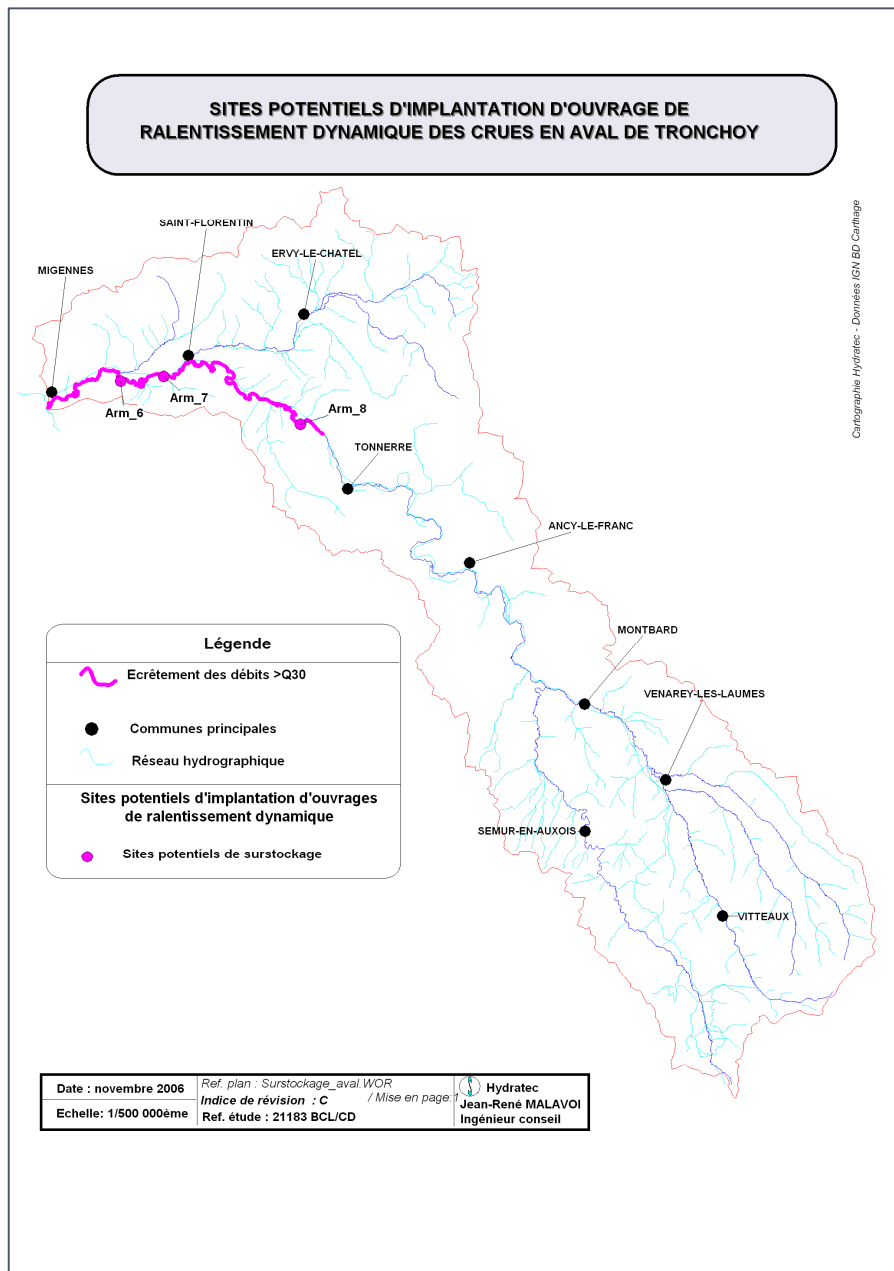
III. A partir des 24 sites identifiés précédemment, l'étude modélise le surstockage pour 3 scénarios différents :

Amont de Tronchoy	Caractéristiques des ouvrages assurant l'écrêtement des 2 crues de projet		
	Volume cumulé (Mm <sup>3</sup> )	Hauteur de surstockage (m)	Coût (millions d'€ HT)
Scénario 1 : 24 ouvrages	11.5	1.1 - 4.5 m	38.54
Scénario 2 : 15 ouvrages	11.4	1.1 - 4.4 m	33.06
Scénario 3 : 7 ouvrages	10.6	0 - 4.26 m	25.05



## Aval de Tronchoy

Afin d'écrêter une crue trentennale, l'étude propose 3 sites potentiels de surstockage à Roffey, Bas-Rebourseaux et Brienon pour un volume utile de 4.5 Mm<sup>3</sup> et un coût de 8 M€ environ.



IV. Pour le type de gestion à adopter, 9 fiches sont réalisées dans cette étude dont 5 concernent l'impact sur les crues :

- Gestion de la végétation,
- Occupation du sol,
- Ouvrages écrêteurs,
- Champs d'expansion de crues,
- Ouvrages de ralentissement dynamique.

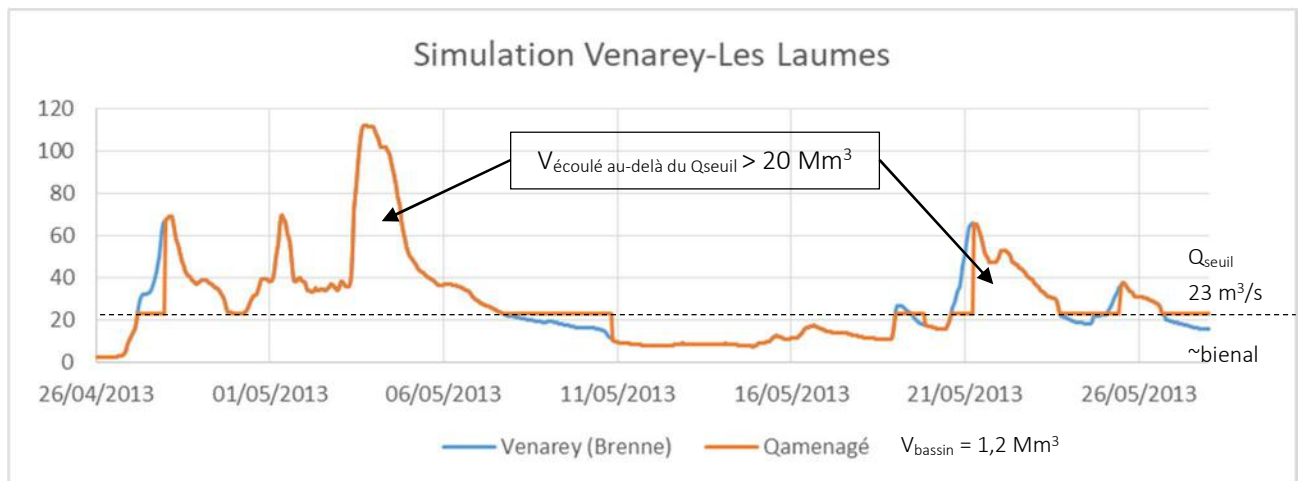
b. Test des 10 aménagements proposés (Hydratec, 2007) sur les crues de mai 2013 et janvier 2018

Il est indispensable de cibler précisément les enjeux que l'on souhaite protéger afin de dimensionner des ouvrages de ralentissement dynamique qui répondent aux attentes. En effet, un ouvrage qui protège trop fréquemment, sera plein et donc inutile pour une crue importante.

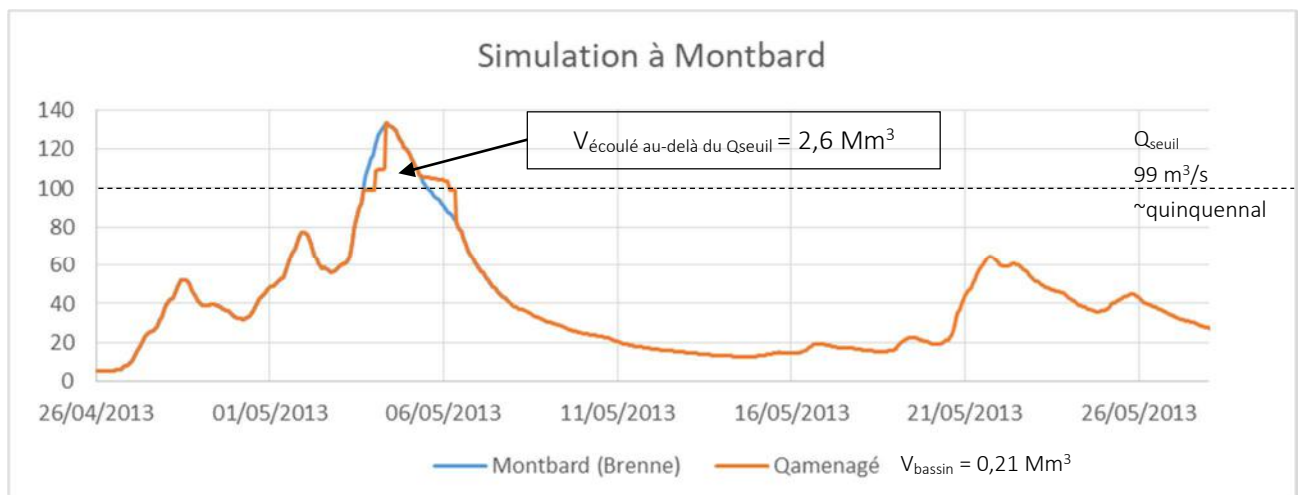
Nous avons simulé l'effet sur les crues de mai 2013 et de janvier 2018 de 10 ouvrages dimensionnés par l'étude Hydratec/Malavoi de 2007. Ouvrages qui représentent un coût de construction d'environ 30 M€ pour 10 Mm<sup>3</sup> potentiellement stockables.

La courbe bleue représente les débits qui ont été réellement mesurés et la courbe orange ceux simulés avec les ouvrages.

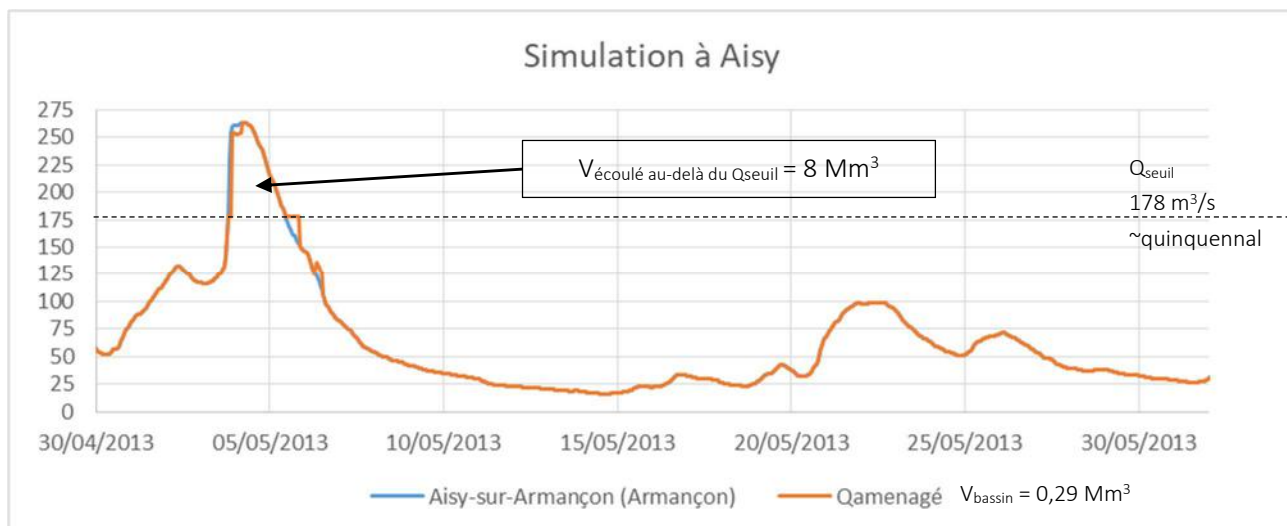
Simulation pour la crue de mai 2013



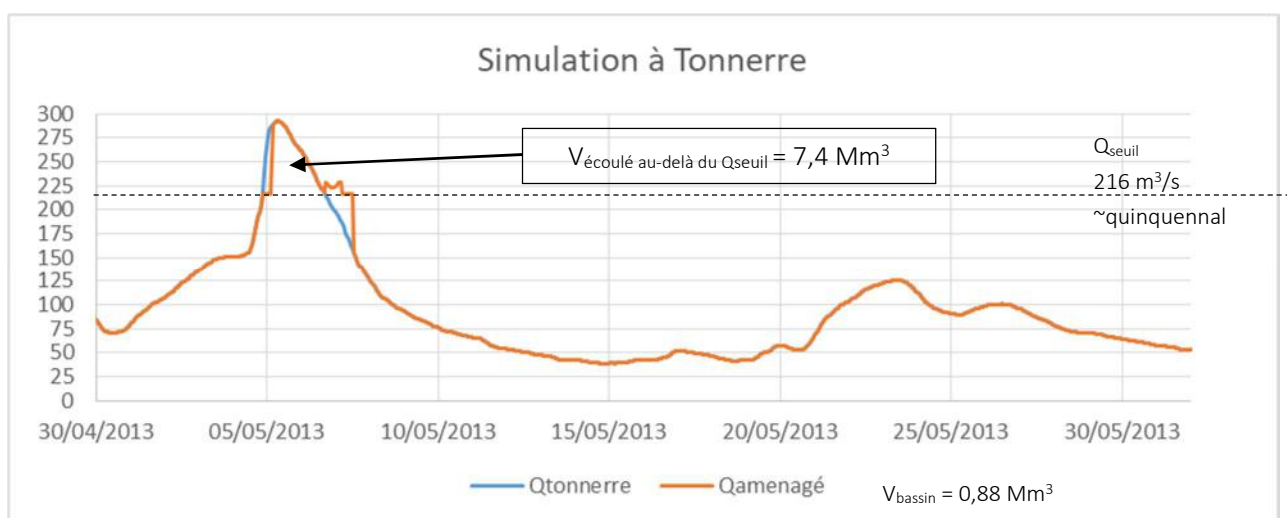
Commentaire : le volume de surstockage est insuffisant pour protéger de cet évènement.



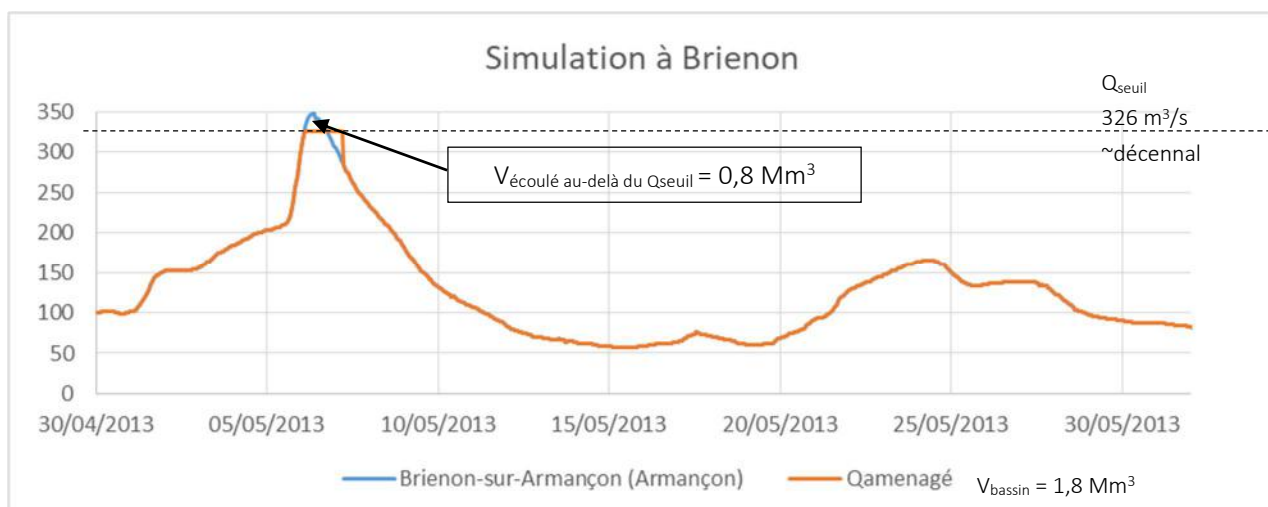
Commentaire : le volume de surstockage est insuffisant pour protéger de cet évènement.



Commentaire : le volume de surstockage est insuffisant pour protéger de cet évènement.

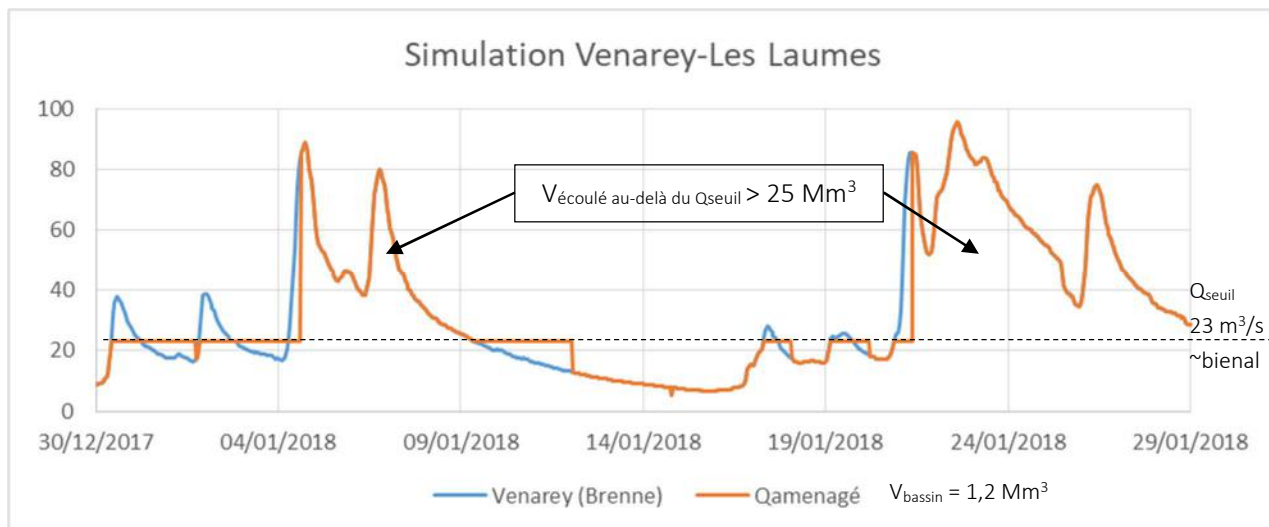


Commentaire : le volume de surstockage est insuffisant pour protéger de cet évènement.

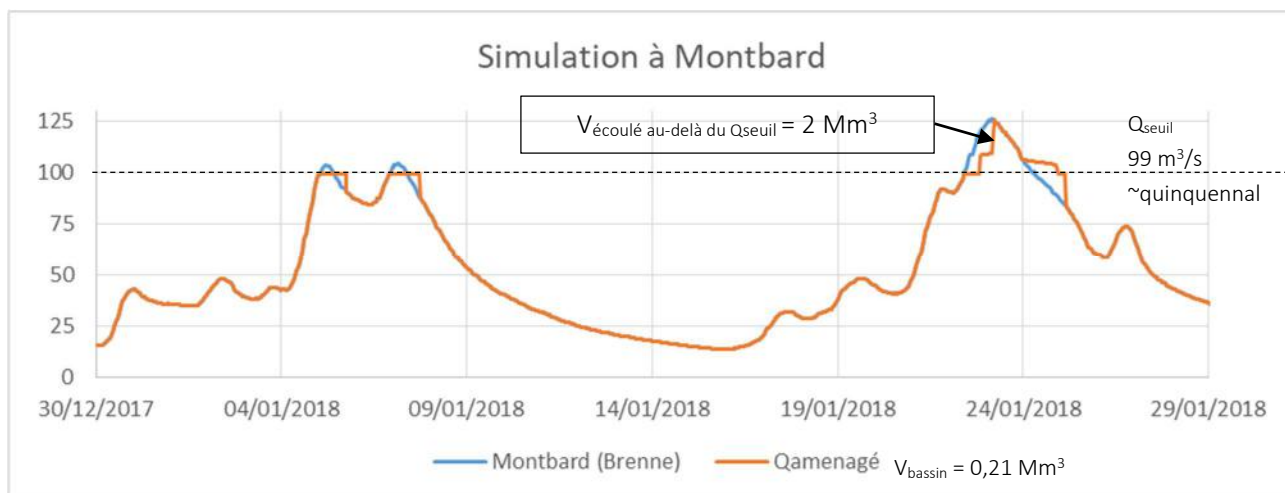


Commentaire : L'ouvrage de surstockage est efficace en écrêtant les débits supérieurs à 326 m<sup>3</sup>/s.

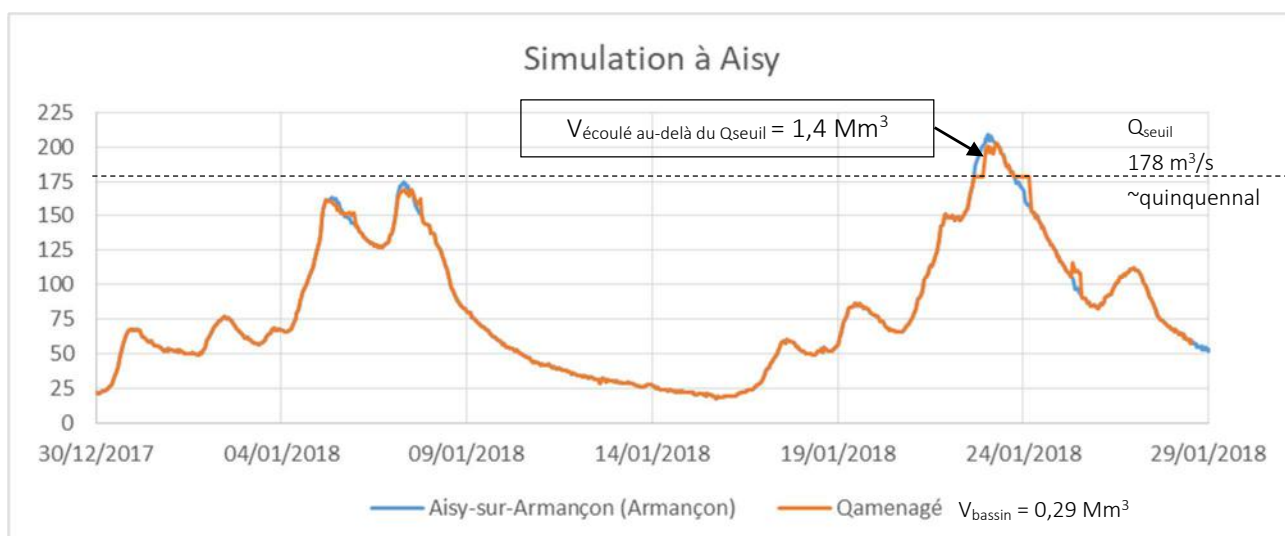
### Simulation pour la crue de janvier 2018



Commentaire : le volume de surstockage est insuffisant pour protéger de cet évènement.

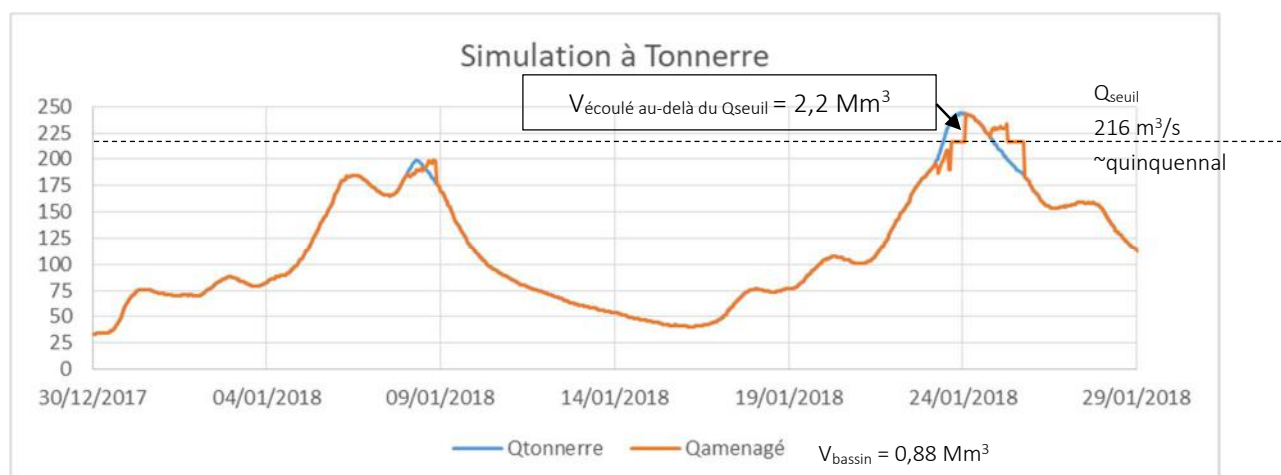


Commentaire : le volume de surstockage permet d'écarter les 2 premiers pics à un débit de 99 m³/s mais il est insuffisant pour protéger du 3ème pic.

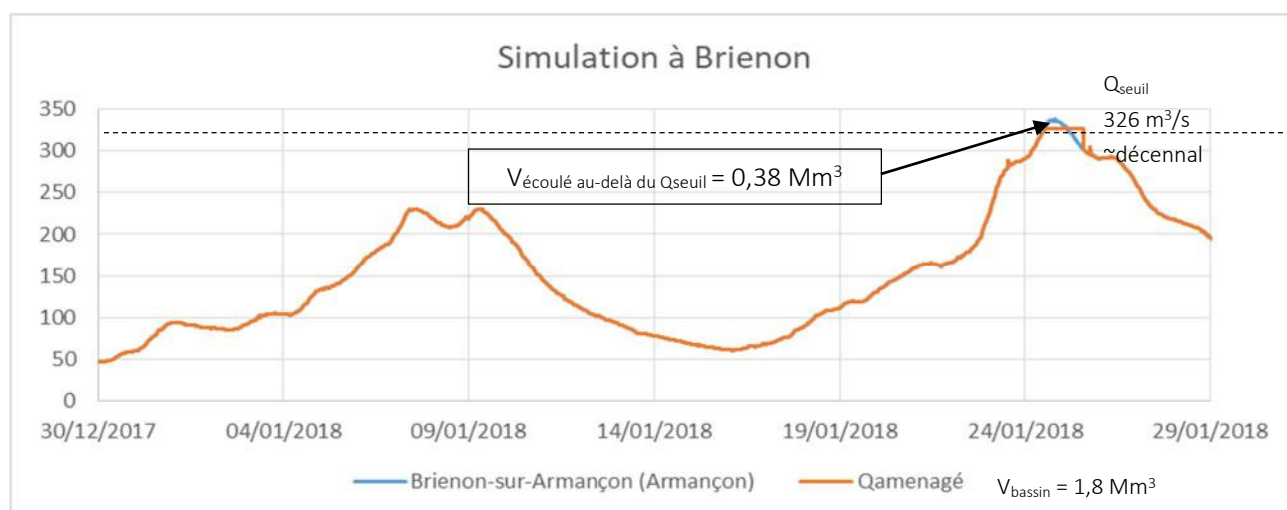




Commentaire : l'ensemble des ouvrages permet de réduire le pic de crue de 208 m<sup>3</sup>/s à 200 m<sup>3</sup>/s, cependant l'ouvrage amont qui écrête à partir de 178 m<sup>3</sup>/s n'as plus d'efficacité.



Commentaire : le volume de surstockage est insuffisant pour protéger de cet évènement.



Commentaire : L'ouvrage de surstockage est efficace en écrétant les débits supérieurs à 326 m<sup>3</sup>/s.

### c. Résultat de la simulation

La simulation interroge sur les seuils de vulnérabilité à fixer. En effet :

- Le seuil de 23 m<sup>3</sup>/s à Venarey-Les Laumes est très rapidement franchi, ayant pour conséquence le remplissage très rapide de la zone de stockage.
- Pour Tonnerre, Montbard et Aisy, les aménagements ne permettent pas d'écrêter le pic de crue. Par exemple pour le site de Tonnerre, le bassin de surstockage permet de le retarder de 6 heures pour la crue de 2013 et 9 heures pour la crue de 2018. Ainsi le seuil de 216 m<sup>3</sup>/s est dépassé durant environ 24 heures au lieu de 30 heures.
- Enfin à Briennon, les aménagements permettent d'écrêter à partir de 326 m<sup>3</sup>/s en remplissant 21% du bassin amont en 2018 et de 44% en 2013.

En tout, la simulation montre que l'ensemble des bassins stocke environ 6,8 Mm<sup>3</sup> pour chacune des crues.

### 3. Solutions de prévention et de protection existantes

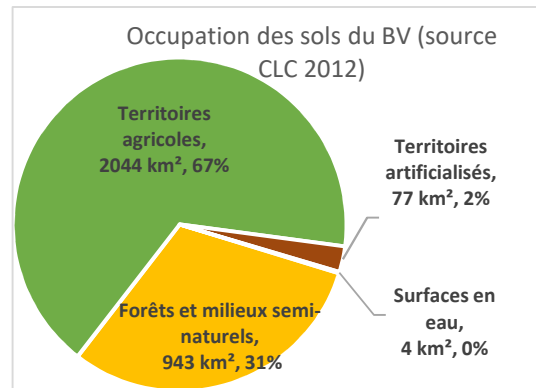
Il convient de garder à l'esprit que les mesures de protection (digues, ouvrages de stockage...) ne sont en mesure de fonctionner correctement que pour leurs paramètres de dimensionnement :

- les enjeux à protéger (rues, bâtiments, école, village...) localement (digues) ou immédiatement à l'aval des ouvrages (2-5 km maximum),
- le niveau de protection (par exemple : une crue de 250 m<sup>3</sup>/s).

Ainsi, les ouvrages répondent à une protection locale et ne peuvent protéger efficacement plusieurs zones éloignées les unes des autres.

Vu la typologie d'occupation des sols du bassin versant, principalement agricole (env. 70% de la surface), et où les territoires urbanisés représentent environ 2% de la surface totale, des actions auprès des acteurs agricoles apparaissent indispensables pour réduire et prévenir à la parcelle le risque de ruissellement, puis de crues.

D'autre part, les prévisions météorologiques faisant suite au changement climatique s'accordent sur une augmentation des phénomènes extrêmes en fréquence, durée et intensité (orages, sécheresse, pluies...)<sup>2</sup>.



Ainsi, sans une animation soutenue auprès des acteurs agricoles afin de les accompagner à adapter leurs pratiques culturales, les inondations par ruissellement et débordement seront de plus en plus fréquentes et dommageables.

## IV. Plusieurs stratégies possibles

### 1. Agir pour limiter les ruissellements et/ou les débordements

On peut classer les inondations sous deux grands types :

- les **inondations par ruissellement**, faisant suite à des orages souvent localisés : ces phénomènes sont assez aléatoires spatialement et retrouvés principalement sur les coteaux pentus où la végétation est faible.
- les **inondations par débordement des rivières**, souvent consécutives à des événements pluvieux globaux : pluies longues et réparties à l'échelle du bassin versant. Ces inondations touchent principalement des enjeux situés dans le lit majeur des cours d'eau.

Il arrive que des orages très importants provoquent des inondations par ruissellement, puis par débordement des rivières.

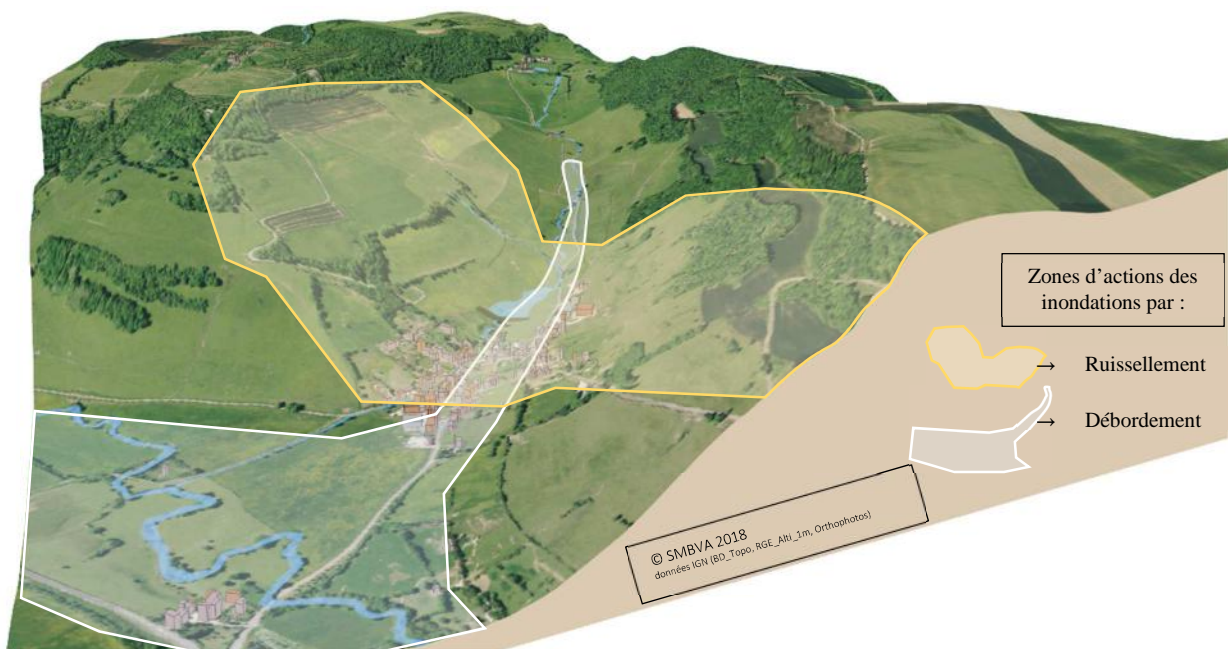
La réactivité des bassins versants à un épisode pluvieux dépend en grande partie de son aménagement (occupation du sol, qualité du sol, présence/absence de fossés de drainage, présence de forêts et haies,

<sup>2</sup> Conclusion du projet HYCCARE Bourgogne (HYdrologie, Changement Climatique, Adaptation, Ressource en Eau)  
[https://www.alterrebourgognefranche-comte.org/\\_depot\\_alterrebourgogne/\\_depot\\_arko/basesdoc/4/224488/synthese-hyccare-finale.pdf](https://www.alterrebourgognefranche-comte.org/_depot_alterrebourgogne/_depot_arko/basesdoc/4/224488/synthese-hyccare-finale.pdf)

zones humides...). Ceci est encore plus prégnant pour les épisodes orageux intenses où les stocks d'eau dans le sol et le sous-sol ont moins le temps d'être mobilisés, comme c'est le cas pour des pluies longues (janvier 2018 par exemple).

Aussi, les actions à mener en réponses à ces phénomènes naturels seront implantées plutôt :

- sur les coteaux pour limiter le ruissellement,
  - o principalement de façon diffuse (préservation des milieux favorables en place, haies, adaptation des pratiques agricoles...),
  - o secondairement de façon ponctuelle (ouvrage de rétention à l'amont immédiat d'une zone urbanisée, talus...),
  
- dans les fonds de vallons et dans la plaine pour limiter les débordements,
  - o principalement de façon ponctuelle (optimisation du champ d'expansion des crues en lit majeur, digues de protection rapprochée, ouvrage de surstockage...),
  - o secondairement de façon diffuse (préservation des forêts et zones humides...).



Le tableau ci-après synthétise les effets attendus pour chaque aménagement.

Chaque aménagement fait l'objet d'une fiche synthétique disponible en annexe.

## Type d'aménagement

		Hydraulique douce					Préservation des milieux naturels			Hydraulique structurante				Ingénierie des milieux aquatiques					Effet	
		Neue	Fascine	Haies	Bandes enherbées	Fossés - Talus	Adaptation des pratiques agricoles	Prairies et forêts	Champs d'Expansion des Crues	Zones humides	Petit ouvrage sec	Protection individuelle	Digue	Casiers de stockage	Curage	Rectification	Reméandrage	Mare tampon		Reconnexion bras morts
<b>Effet inondation</b>	pluies longues et généralisées jusqu'à saturation de la capacité des sols	+	+	++	+	+	+	++	++	++	++	+++	+++	+++	+	+	++	+	+	local
	Débordement	+	+	+	+	-	++	+++	+++	+++	+	0	-	++	--	--	+	+	+	global
<b>Effet inondation</b>	orages souvent localisés avec de très fortes intensités de pluie	++	++	+++	++	+	+++	++++	++	+	+++	+++	++	(+)	++	+	+	++	0	local
	Ruissellement	++	++	++	+	-	+++	++	++	++	0	0	(+)	-	--	+	+	+	0	global
<b>Effet étiage</b>	Réserve d'eau dans les périodes sèches, épuration ...	+	+	++	+	-	++	++	+	++	0	0	0	0	-	--	+	++	+	local
		+	+	+	0	--	+	+++	+	++	0	0	0	0	--	-	+	+	+	global
<b>Effet biodiversité</b>		+	++	+++	+	--	++	+++	+	++++	+	0	0	0	--	-	++	+++	+++	
<b>Couts</b>	Investissement	€	€€	€€	€	€(€)	€€€(€)	(€€)	€(€)	€(€)	€€€€	€(€)	€€€€	€€€€	€	€€€	€€€	€	€€	
	Entretien	€	€	€	€	€	€	(€)	(€)	(€)	€€	(€)	€€	€€	€	€	(€)	€	€	

Les fiches de chaque aménagement sont visibles en annexe de ce document.

## 2. Quatre scénarios : estimation d'actions potentielles sur le bassin de l'Armançon

Au regard des états des lieux établis lors des études des PAPI, du SAGE, des constats terrains et de l'étude «hydrologie des bassins versants » conduite en interne, quatre scénarios ont été élaborés par degré d'ambition et d'actions potentielles à mener.

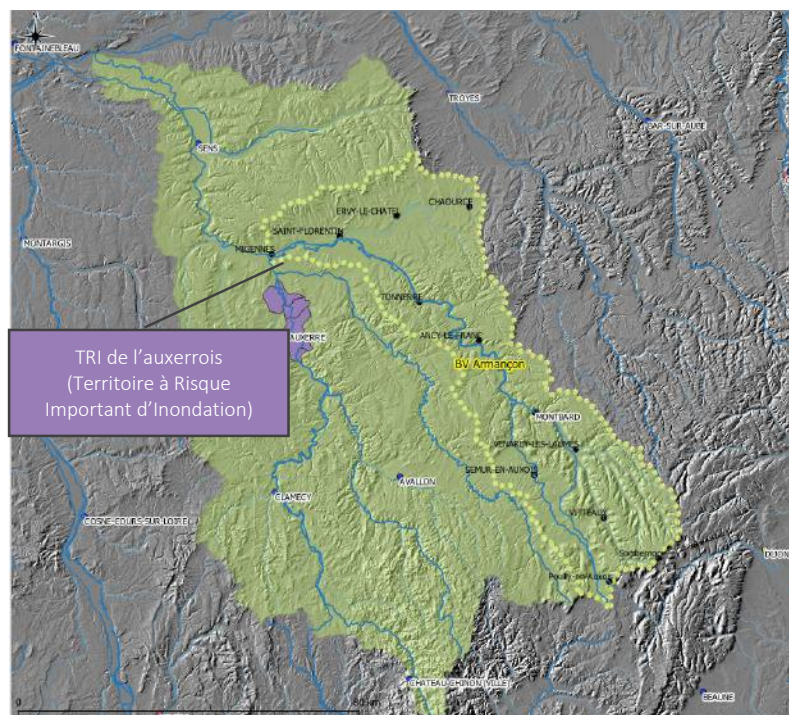
### a. Des co-financements possibles... sous conditions

Ces estimations se basent sur les coûts légèrement actualisés des études précitées et sur un certain nombre de retours d'expériences recueillis sur des territoires semblables.

Pour certaines actions d'animation, d'études ou de travaux, des subventions peuvent être sollicitées. Toutefois, les montants définitifs des taux de subventions ne sont pas connus à cette heure.

Outils de cofinancement	Atout / Objectif	Prérequis	Freins
11 <sup>ème</sup> Programme AESN (Agence de l'Eau Seine-Normandie)	Subvention de projets et de postes hydraulique douce, animation agricole, ZH, milieux aquatiques <b>(80% des postes et projets)</b>	Critères éligibilité Limité dans le temps (6 ans)	Programme non validé avant le 09/10/18
Etat via PAPI 3 (Programme d'Actions de Prévention des Inondations)	Fond Barnier pour travaux structurants : digues, ouvrages <b>(50% des projets éligibles)</b> Subvention animation <b>(40% dans la limite de 24k€/an)</b>	Actions sur tous les axes (programme complet) Bilan PAPI 2 concluant Limité dans le temps (6ans)	Environ 1 an de montage et études complémentaires (sans subventions)
Appels à projets (Régions, Ministères, Départements...)	Subventions ponctuelles parfois conséquentes	Projets « ficelés » déjà prêts	Peu de visibilité

Les travaux structurants et leurs études associées (digues, barrages, bassins de stockage, pompes...) ne sont pas pris en charge par l'Agence de l'eau. Seuls des cofinancements Etat, par le fonds Barnier, peuvent être espérés. Toutefois, ce fonds n'est mobilisable que dans le cadre de Programmes d'Actions (PAPI 3). Ce potentiel PAPI 3 devrait a minima se situer à l'échelle du bassin versant de l'Armançon ; un PAPI à l'échelle du bassin de l'Yonne serait peut-être une solution.



BASSIN VERSANT DE L'YONNE, TRI DE L'AUXERROIS ET BASSIN VERSANT DE L'ARMANÇON



La taxe GEMAPI a été conçue pour répondre à des besoins d'investissements et d'entretien des ouvrages de protection des inondations. Sur le bassin de l'Armançon, jusqu'à **3,6 M€** annuels pourraient être appelés<sup>3</sup>.

## b. Des scénarios d'ambitions croissantes

Les scénarios présentés offrent une gradation dans l'engagement dans la protection contre les inondations. En embrassant les volets de ruissellement, de débordement et d'actions diffuses de préservations des milieux naturels, ils présentent de façon complète la panoplie d'actions possibles et ouvrent la réflexion sur la définition des enjeux à protéger sur le bassin versant sur la base d'estimations qui pourront être affinées dans un second temps.

Les fiches détaillent les scénarios suivants :

Scénario n°1 : pas d'interventions hydrauliques sur les inondations, animation a minima. Inférieur aux actions actuelles ;

Scénario n°2 : travaux d'hydraulique douce et de restauration des champs d'expansion de crues à l'opportunité, animation faible (Ex. Mont Saint Sulpice, Vireaux...);

Scénario n°3 : travaux d'hydraulique structurante ponctuels, travaux d'hydraulique douce sur les secteurs très sensibles face au risque de ruissellement et de restauration des champs d'expansion de crues avec maîtrise foncière, animation forte dans les projets et l'accompagnement aux changements des pratiques agricoles, préservation des zones humides ;

Scénario n°4 : un maximum de travaux d'hydraulique structurante et d'hydraulique douce, restauration des champs d'expansion de crues, animation forte et préservation des zones humides :

- Projets incluant animation, maîtrise du foncier et alerte aux pouvoirs de polices,
- Ciblage des zones urbaines à protéger (cf. cartes candidature PAPI), y compris pour de faibles nombres d'enjeux touchés (cf. Boux ss Salmaise),
- Accompagnement du changement des pratiques agricoles (Beugnon / Lézennes),
- Ruissellement : hydraulique douce + ouvrages secs en amont des zones très sensibles et sensibles (Vireaux / Bussy en Othe...),
- Acquisition ou maîtrise foncière (Beugnon, Digue St Vinnemer...).

---

<sup>3</sup> Sur la base de 40€/an et 90 000 habitants

# SCENARIO 1 – « LAISSER FAIRE » ET ANIMATION

## DESCRIPTIF DU SCENARIO

Ce scénario n'envisage pas d'interventions hydrauliques, douce comme structurante. Il s'agit de laisser en place la situation actuelle en intervenant ponctuellement, sous forme d'animation et de sensibilisation (Création d'outils de sensibilisation type maquettes / kakemonos..., « Récid'eau de l'Armançon », blog, comités de secteurs...). Un axe important concerne l'intégration des zones à risques et des milieux naturels jouant un rôle favorable vis-à-vis des risques inondations dans les documents d'urbanisme.

**Ce scénario ne demande aucune maîtrise foncière. Un ou plusieurs agents sont chargés, a minima, de l'animation.**

## AXES DE TRAVAIL

### Animation

- Mise en place d'outils adaptés à destination des acteurs locaux pour sensibiliser, informer et responsabiliser : blog, maquettes, kakemonos, posters, livret d'information, visite de terrain...
- Animation de réunions, journées de travail sur la thématique...
- Création d'événements particuliers type « Récid'eau Armançon »



Figure 1 : Outils adaptés d'animation : de gauche à droite (blog du SMBVA, Maquette " Ruissellement " © EITEST, Maquette " Inondation " © SMBVA, Récid'eau 2018 © SMBVA

L'animation doit être transversale et aborder l'ensemble des thématiques liées aux inondations par débordement et ruissellement (phénomènes, restauration des cours d'eau, agriculture, urbanisme...)

## ESTIMATION DES COÛTS ET SUBVENTIONS

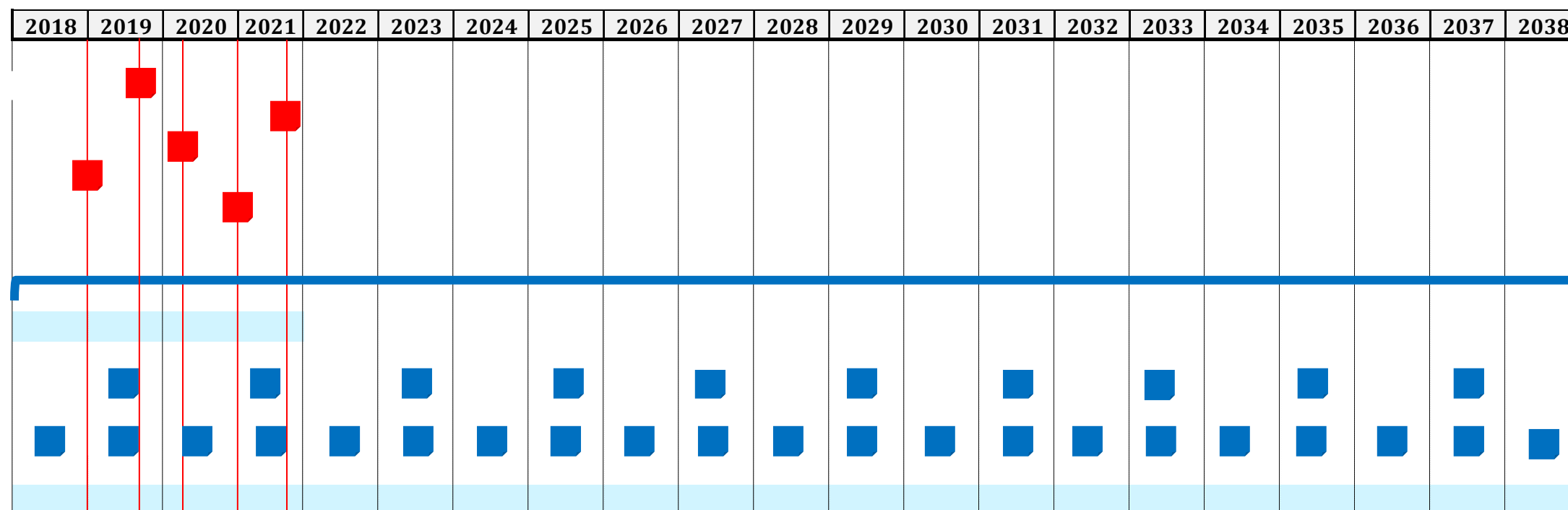
Les coûts sont estimés sur une période de 20 ans pour un ETP  
Le coût estimé par année, pour une période de 20 ans est de **50 000 €**.



# CALENDRIER PRÉVISIONNEL

Calendrier institutionnel	Prise compétence "Ruissellement"
	Échéance PAPI 2
	Élections municipales
	11ème programme AESN
Réforme de la PAC	

Scénario 1	Animation
	A - Création d'outils adaptés
	B - Evénements particuliers
	C - Réunions / Journées de travail
D - Animation en continu	



## LOGOS :

Logo « Hydraulique douce » :



Logo « Hydraulique structurante » :



Logo « Foncier » :



Logo « Animation » :



## CALCULS ESTIMATIFS FINANCIER SUR 20 ANS

Thématiques	Commentaires	Calcul	Prix total de la thématique (€)
ANIMATION (GÉNÉRALE) – 1 ETP	ETP - Mensuel brut : 2 100 € (a) - Charges salariales et patronales = 62% du brut mensuel (b) - Frais complémentaires (voiture, ordinateur, déplacements, formation, indemnisation...) (c)	$((a+(0,62*a)) *12)*20 + c =$ $((2100+(0,62*2100))*12)*20 + 100 000 = 850 000 €$	1 000 000
	Élaboration d'outils (maquettes, kakemonos, livret...) / journées animations / visites de terrain (type Normandie)	150 000 €	
TOTAL			1 000 000 €

# SCENARIO 2 – PROGRAMME D' ACTIONS D'HYDRAULIQUE DOUCE

## DESCRIPTIF DU SCENARIO

Ce scénario regroupe une partie des techniques d'aménagements en faveur de la lutte contre les inondations par débordement et par ruissellement. Il s'agit de mettre en place, **ponctuellement**, uniquement des propositions de travaux **d'hydraulique douce/ ingénierie écologique** avec, en parallèle, la restauration des **champs d'expansion de crues** au maximum de leur capacité.

Le SMBVA agit seulement sur demande de communes. Les interventions se font uniquement dans les communes qui font part de problématiques relatives aux débordements et / ou au ruissellement.

**Ce scénario demande une maîtrise foncière faible et une animation moyenne.**

## AXES DE TRAVAIL

### Hydraulique douce

- Animation moyenne, supérieure au « scénario 1 », en raison notamment de la maîtrise foncière.
- Intervention et mise en place d'aménagements ponctuels au cas par cas sur les secteurs qui en font la demande : Mont-Saint-Sulpice (89) ; Vireaux (89) ; Turcey (21)...

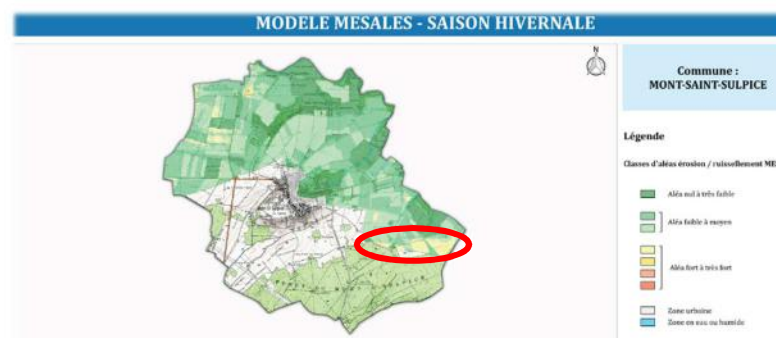


Figure 1 : Exemples d'aménagements d'hydraulique douce sur la commune de Mont-Saint-Sulpice, de gauche à droite : Haie hydraulique ©SMBV Pointe de Caux, Modèle MESALES © SMBVA, Noue © Intercom du Pays Brionnais

### Maîtrise foncière

- Choix et application d'outils adaptés pour s'assurer de la maîtrise foncière (acquisition, convention de gestion, prêt à usage, bail civil, autorisation d'occupation temporaire...).
- Limitation des coûts par des aménagements de faible emprise

## ESTIMATION DES COÛTS

Le coût estimé par année, pour une période de 20 ans, est de :

- 100 000 € pour « l'animation »
- 107 500 € pour « l'hydraulique douce »

Des subventions à hauteur de 80% peuvent être obtenues pour les aménagements d'hydraulique douce.

4 150 000 €

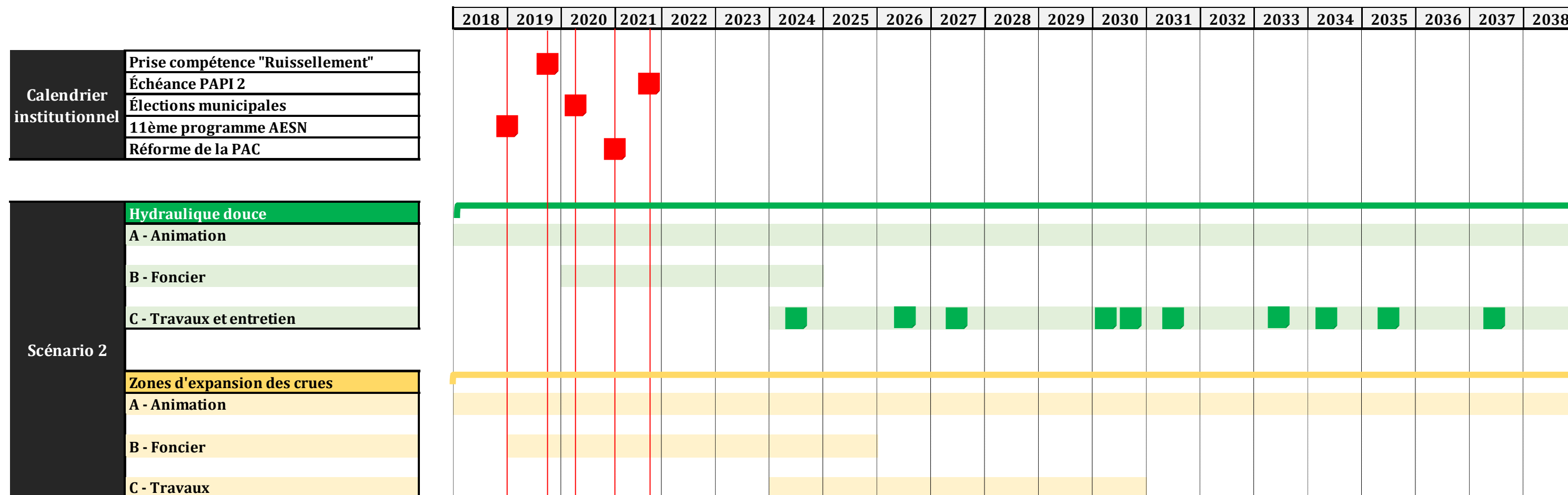


Estimatif « Animation » : 2 000 000 € (48%)

Estimatif « Hydraulique douce » : 2 150 000 € (52%)

- 400 000 € (19%) alloués au ruissellement
- 1 750 000 € (81%) alloués aux zones d'expansion des crues

# CALENDRIER PRÉVISIONNEL



## LOGOS :

Logo « Hydraulique douce » :



Logo « Hydraulique structurante » :



Logo « Foncier » :



Logo « Animation » :



## CALCULS ESTIMATIFS FINANCIER SUR 20 ANS

Thématiques	Commentaires	Calcul	Prix total de la thématique (€)
ANIMATION (GÉNÉRALE)	2 ETP	Voir scénario 1	2 000 000
HYDRAULIQUE DOUCE	<b>Ruissellement</b> - 20 communes volontaires de type « 2 » = 20 000 €	$20 * 20\ 000 = 400\ 000\ €$	2 150 000
	<b>Zones d'expansion des crues</b> - Prix hectare = 2 500 € (a) - Hectares pressentis = 500 (b) - Prix travaux = 500 000 € (c)	$(a) * (b) + (c) = 2500 * 500 + 500\ 000 = 1\ 750\ 000\ €$	
<b>TOTAL</b>			<b>4 150 000 €</b>



# SCENARIO 3 – PROGRAMME D' ACTIONS D'HYDRAULIQUE DOUCE ET STRUCTURANTE

## DESCRIPTIF DU SCENARIO

Ce scénario regroupe l'ensemble des techniques d'aménagements en faveur de la lutte contre les inondations par débordement et par ruissellement. Il s'agit de combiner des propositions de travaux **d'hydraulique douce/ ingénierie écologique** avec, en parallèle, la restauration des **champs d'expansion de crues** au maximum de leur capacité et des travaux **d'hydraulique structurante ponctuels** dans les zones identifiées comme les plus concernées par le risque inondation (aléa, enjeux et vulnérabilité forte).

**Ce scénario demande une maîtrise foncière et une animation forte en continue.**

## AXES DE TRAVAIL

### Hydraulique structurante

- Les aménagements d'hydraulique structurante et les sites d'implantation sont établis à partir de l'étude réalisée par « Hydratec » (2007) avec une réévaluation des prix de construction des 10 ouvrages et une analyse coûts-bénéfices (ACB). Des Etudes de Danger (EDD) seront nécessaires. Le cas échéant, des ouvrages de protection rapprochée (digues) pourront être préférés.
- Les zones urbaines à protéger sont sélectionnées à partir des cartes de candidature du dossier de labellisation PAPI 2 en cours : Montbard, Venarey-les-Laumes, Tonnerre, Saint-Florentin, Migennes.

### Hydraulique douce

- Mise en place et maintien d'une animation destinée à **l'accompagnement des modifications des pratiques agricoles** en faveur de la protection des espaces soumis aux différents risques inondations sur des zones test.
- Restauration de la capacité des champs d'expansion des crues dans les secteurs contraints.
- Intervention sur les secteurs prioritaires concernés par les phénomènes de ruissellement à partir du modèle MESALES (aléa « fort » à « très fort »).

### Maîtrise foncière

- Choix et application d'outils adaptés pour s'assurer de la maîtrise foncière (acquisition, convention de gestion, prêt à usage, bail civil, ...).

## ESTIMATION DES COÛTS ET SUBVENTIONS

Le coût estimé par année, sur une période de 20 ans est de :

- **250 000 € pour « l'animation »**
- **138 500 € pour « l'hydraulique douce »**
- **1 000 000 € pour « l'hydraulique structurante »**

Des subventions à hauteur de 80% peuvent être obtenues pour les aménagements d'hydraulique douce et l'animation.

Un PAPI 3 pourrait aider au financement des ouvrages.

**27 770 000 €**

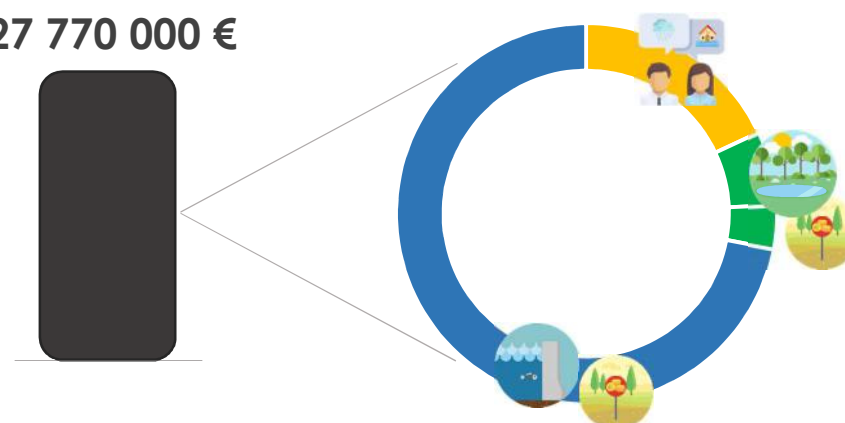


Figure 1 : Animation zones humides



Figure 2 : Hydraulique structurante



Figure 3 : Animation agricole

Estimatif « Animation générale et agricole » : **5 000 000 € (18%)**

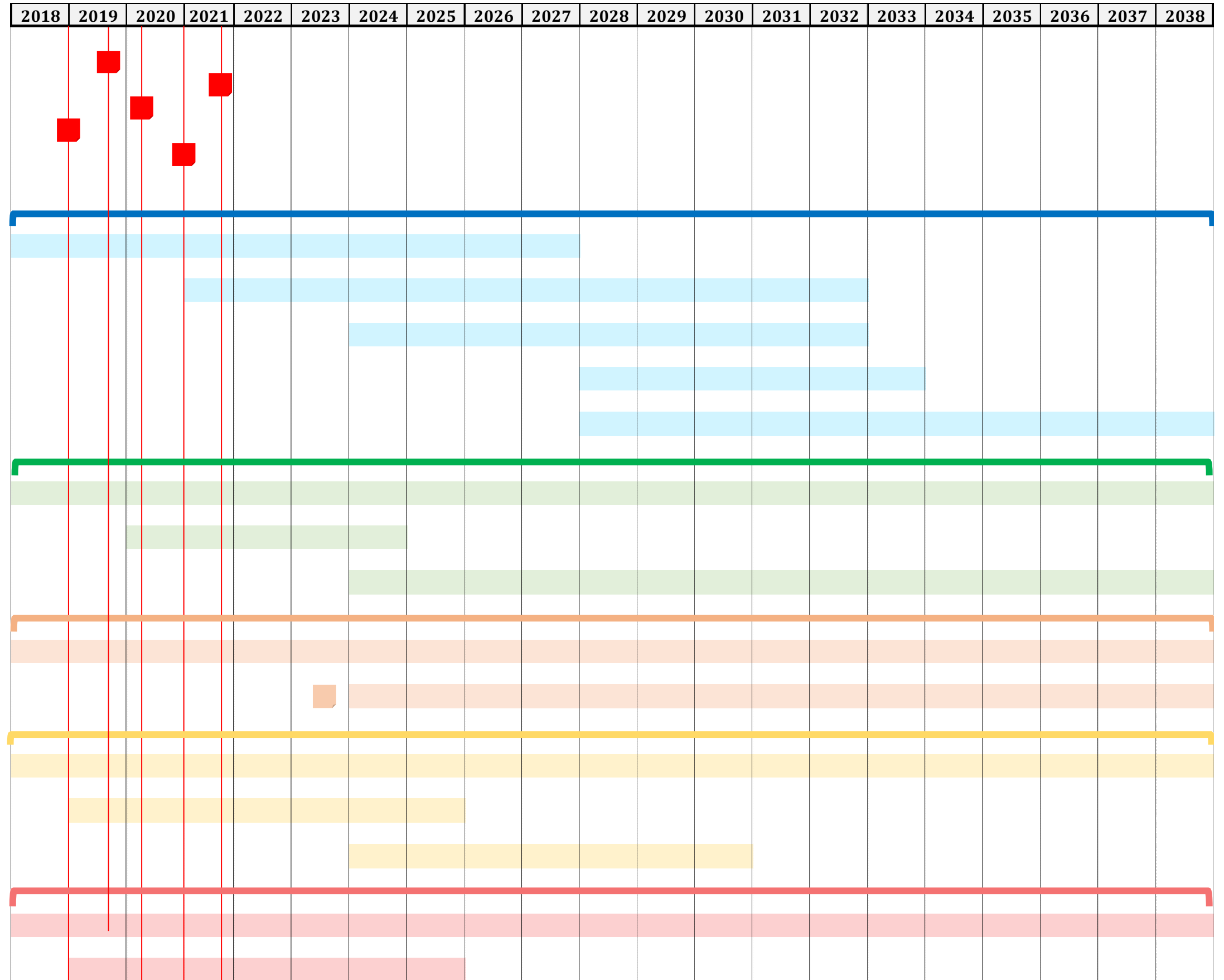
Estimatif « Hydraulique douce » : **2 770 000 € (10%)**

- 1 750 000 € (63%) alloués aux zones d'expansion des crues
- 1 020 000 € (37%) alloués au ruissellement

Estimatif « Hydraulique structurante » : **20 000 000 € (72%)**

# CALENDRIER PRÉVISIONNEL

Calendrier institutionnel	Prise compétence "Ruissellement"
	Échéance PAPI 2
	Élections municipales
	11ème programme AESN
	Réforme de la PAC



**LOGOS :**

Logo « Hydraulique douce » :



Logo « Hydraulique structurante » :



Logo « Foncier » :



Logo « Animation » :



**CALCULS ESTIMATIFS FINANCIER SUR 20 ANS**

Thématiques	Commentaires	Calcul	Prix total de la thématique (€)
ANIMATION (ZH, AGRICOLE, GÉNÉRALE)	5 ETP	Voir scenario 1	5 000 000
HYDRAULIQUE DOUCE	<b>Ruissellement</b> - Zones de type « 2 » : 20 000 € (51 communes)	$51 * 20\,000 = 1\,020\,000\ €$	2 770 000
	<b>Zones d'expansion des crues</b> - Prix hectare = 2 500 € (a) - Hectares pressentis = 500 (b) - Prix travaux = 500 000 € (c)	$(a) * (b) + (c) = 2500 * 500 + 500\,000 = 1\,750\,000\ €$	
HYDRAULIQUE STRUCTURANTE	<b>Débordements</b> - Scenario le moins important de l'étude Hydratec / Malavoi (prix actualisés) : 20 000 000 €	20 000 000 €	20 000 000 €
<b>TOTAL</b>			<b>27 770 000 €</b>



# SCENARIO 4 – PROGRAMME D' ACTIONS D'HYDRAULIQUE DOUCE ET STRUCTURANTE COMPLET

## DESCRIPTIF DU SCENARIO

Ce scénario regroupe l'ensemble des techniques d'aménagements en faveur de la lutte contre les inondations par débordement et par ruissellement. Il s'agit de combiner des propositions de travaux **d'hydraulique douce/ ingénierie écologique** avec, en parallèle, la restauration des **champs d'expansion de crues** au maximum de leur capacité, des travaux **d'hydraulique structurante** et une animation forte pour la **préservation des zones humides**. Tous ces aménagements sont prévus sur l'ensemble du périmètre du bassin versant de l'Armançon sans hiérarchisation d'intervention.

**Ce scénario demande une maîtrise foncière et une animation forte en continue voire la mise en œuvre d'une « police environnementale ».**

## AXES DE TRAVAIL

### Hydraulique structurante



- Les aménagements d'hydraulique structurante et les sites d'implantation sont établis à partir de l'étude réalisée par « Hydratec » (2007) avec une réévaluation des prix de construction des 24 ouvrages et une analyse coûts-bénéfices (ACB). Des Etudes de Danger (EDD) seront nécessaires.
- Les zones urbaines à protéger sont sélectionnées à partir des cartes de candidature du dossier de labellisation PAPI 2 en cours : Montbard, Semur-en-Auxois, Venarey-les-Laumes, Tonnerre, Saint-Florentin, Migennes.
- Restauration de la capacité des champs d'expansion des crues dans les secteurs contraints.

### Hydraulique douce



- Mise en place et maintien d'une animation destinée à l'accompagnement des modifications de pratiques agricoles en faveur de la protection des espaces soumis aux différents risques inondations sur des zones « test ».
- Intervention sur l'ensemble des secteurs concernés par les phénomènes de ruissellement à partir du modèle MESALES avec propositions d'aménagements d'hydraulique douce en général en complément d'ouvrages secs dans les zones très sensibles identifiées (aléa « fort » à « très fort ») soit 106 communes sur 267.

### Maîtrise foncière



- Choix et application d'outils adaptés pour s'assurer de la maîtrise foncière (acquisition, convention de gestion, prêt à usage, bail civil, ...)

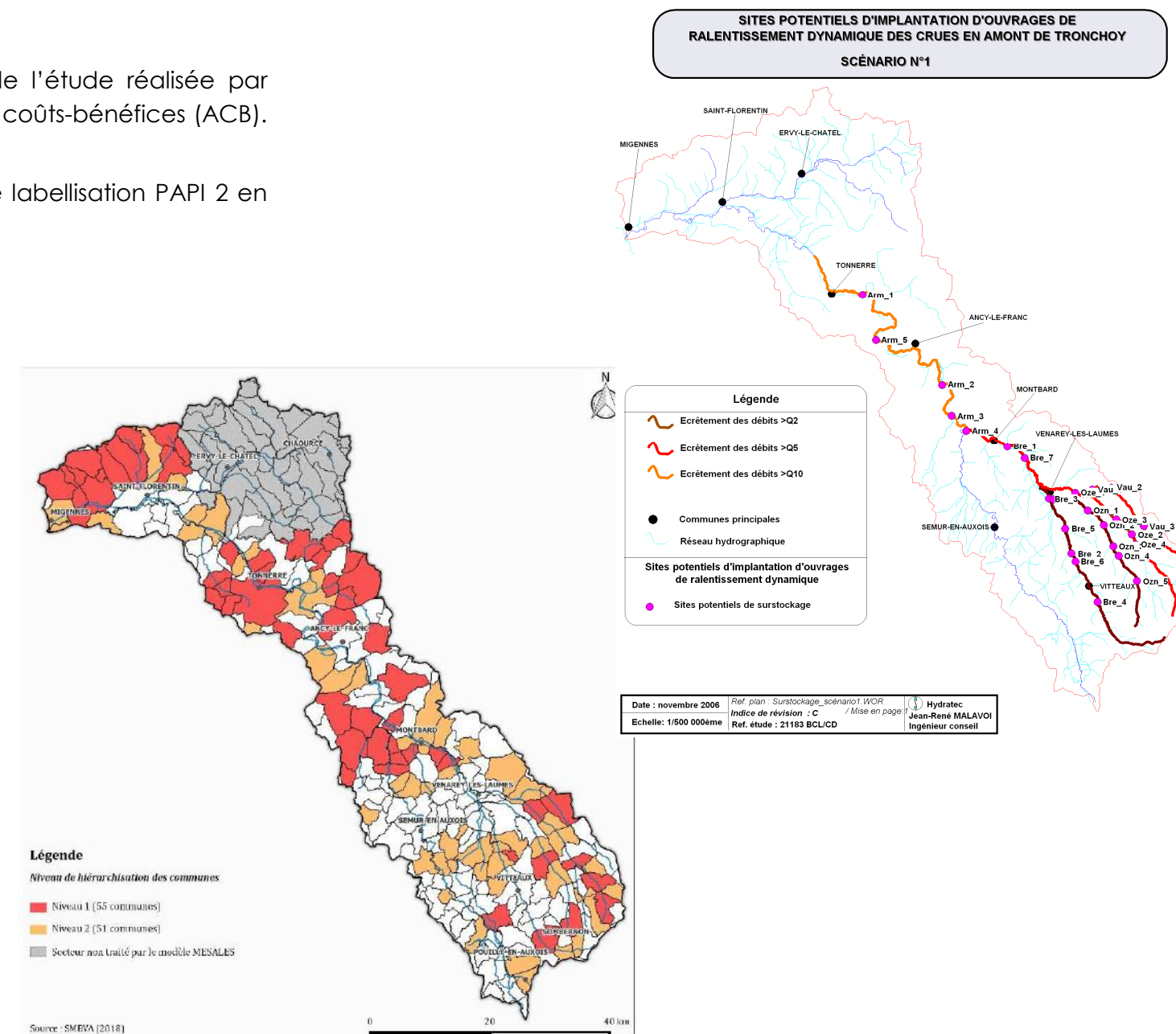


Figure 1 : Communes sensibles au risque de ruissellement



## ESTIMATION DES COÛTS

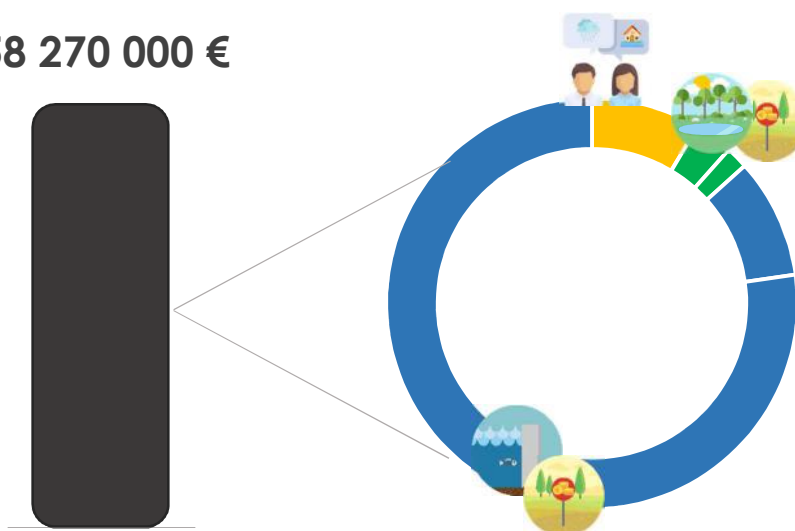
Le coût estimé par année, sur une période de 20 ans, est de :

- 250 000 € pour « l'animation »
- 138 500 € pour « l'hydraulique douce »
- 2 525 000 € pour « l'hydraulique structurante »

Des subventions à hauteur de 80% peuvent être obtenues pour les aménagements d'hydraulique douce et l'animation.

Un PAPI 3 pourrait aider au financement des ouvrages.

58 270 000 €



- Estimatif « Animation générale et agricole » : 5 000 000 € (9%)
- Estimatif « Hydraulique douce » : 2 770 000 € (5%)
  - 1 750 000 € (63%) alloués aux zones d'expansion des crues
  - 1 020 000 € (37%) alloués au ruissellement
- Estimatif « Hydraulique structurante » : 50 500 000 € (86%)
  - 5 500 000 € (11%) alloués au ruissellement
  - 45 000 000 € (89%) alloués aux inondations par débordement

## LOGOS :

Logo « Hydraulique douce » :



Logo « Hydraulique structurante » :



Logo « Foncier » :



Logo « Animation » :

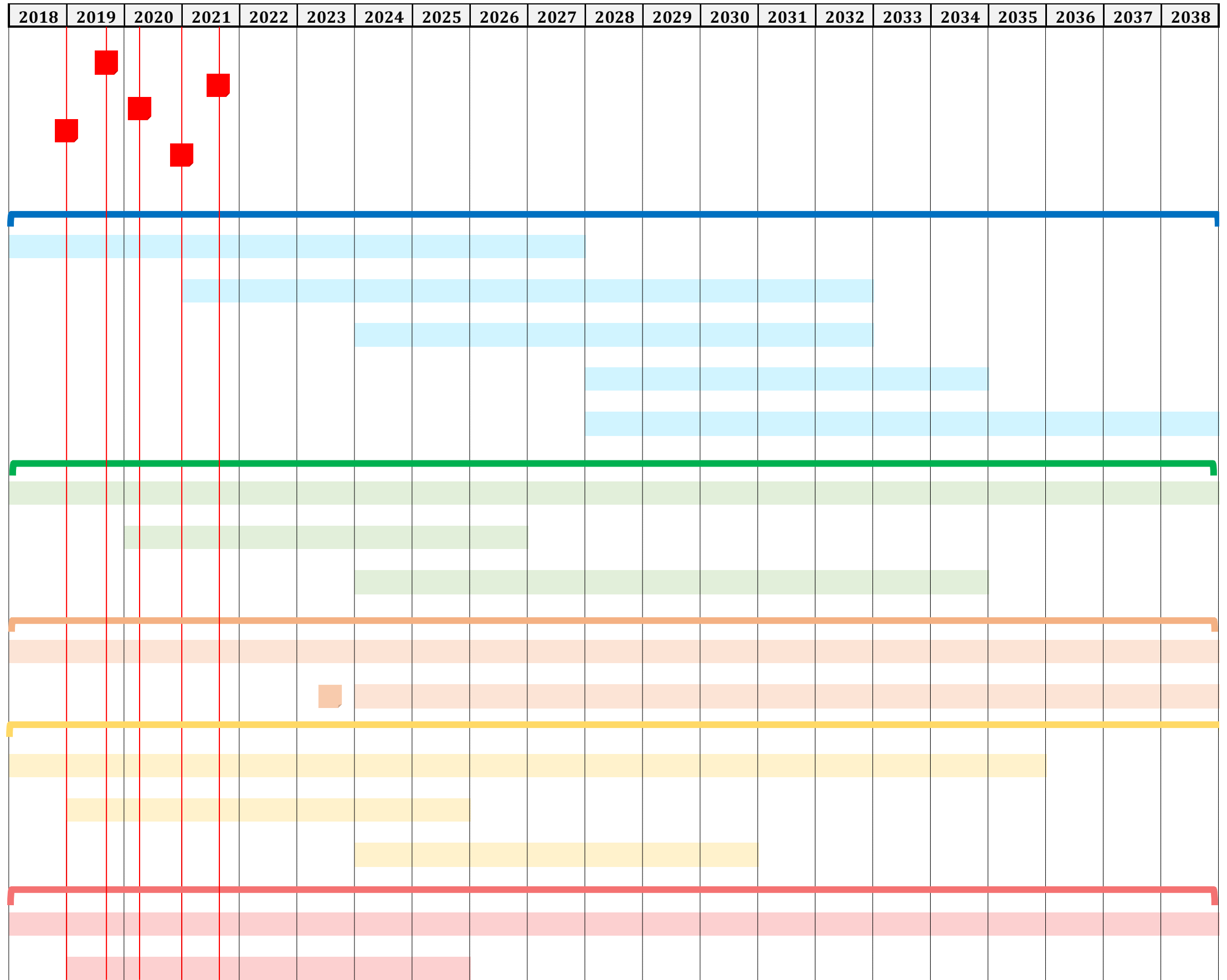


## CALCULS ESTIMATIFS FINANCIER SUR 20 ANS

Thématiques	Commentaires	Calcul	Prix total de la thématique (€)
ANIMATION (ZH, AGRICOLE, GÉNÉRALE)	5 ETP	Voir scenario 1	5 000 000
HYDRAULIQUE DOUCE	<b>Ruissellement</b> - Zones de type « 2 » : 20 000 € (51 communes)	$51 * 20\ 000 = 1\ 020\ 000\ €$	2 770 000
	<b>Zones d'expansion des crues</b> - Prix hectare = 2 500 € (a) - Hectares pressentis = 500 (b) - Prix travaux = 500 000 € (c)	$(a) * (b) + (c) = 2500 * 500 + 500\ 000 = 1\ 750\ 000\ €$	
HYDRAULIQUE STRUCTURANTE	<b>Ruissellement</b> - Zones de type « 1 » : 100 000 € (55 communes)	$55 * 100\ 000 = 5\ 500\ 000\ €$	50 500 000 €
	<b>Débordements</b> - Scenario le plus important de l'étude Hydratec / Malavoi (prix actualisés) : 45 000 000 €	45 000 000 €	
<b>TOTAL</b>			<b>58 270 000 €</b>

<b>Calendrier institutionnel</b>	<b>Prise compétence "Ruissellement"</b>
	<b>Échéance PAPI 2</b>
	<b>Élections municipales</b>
	<b>11ème programme AESN</b>
	<b>Réforme de la PAC</b>

<b>Scénario 4</b>	<b>Hydraulique structurante</b>
	A - Animation
	B - Études et propositions
	C - Foncier
	D - Travaux
	E - Astreinte / Gestion
	<b>Hydraulique douce</b>
	A - Animation
	B - Foncier
	C - Travaux et entretien
	<b>Pratiques agricoles</b>
	A - Animation
	B - Modification des pratiques
	<b>Zones d'expansion des crues</b>
	A - Animation
	B - Foncier
	C - Travaux
	<b>Préservation des zones humides</b>
	A - Animation
	B - Foncier





# NOUE

## HYDRAULIQUE DOUCE

AUTRE APPELLATION : ZONE TAMPON ARTIFICIELLE

### DESCRIPTIF DU DISPOSITIF

Fossé peu profond et large, végétalisé, qui recueille provisoirement de l'eau, soit pour l'évacuer via un trop-plein, soit pour l'évaporer ou pour l'infiltrer sur place permettant ainsi la reconstitution des nappes phréatiques.

### SCHEMA D'IMPLANTATION ET DE FONCTIONNEMENT



### ILLUSTRATION



© Intercom du Pays Brionnais

### ATOUS

- ✓ Faibles emprises et entretien
- ✓ Infiltrer et filtre l'eau
- ✓ Stock d'eau
- ✓ Dépôt de sédiments

### FREINS

- Effet limité (nécessité de multiplier les implantations)

### COUTS

Investissement

€

Entretien

€



COMBINAISON  
D'AMENAGEMENTS

Fascine, haies, zones enherbées,  
fossés-talus

### EFFETS SUR LES ETIAGES

Infiltration des eaux  
Effet limité

### EFFETS SUR LA BIODIVERSITE

#### Faune

Abris et refuge pour  
microfaune, mammifères et  
oiseaux

#### Flore

Réservoir de graminées  
(fauche tardive possible)

# FASCINE

HYDRAULIQUE DOUCE  
AUTRE APPELLATION : GABIONS

## DESCRIPTIF DU DISPOSITIF

Fagots de branchages assemblés en tresses autour de piquets. Cet assemblage permet de freiner et filtrer les écoulements. Couplé à des plantations ou des boutures, il permet de stabiliser le sol le temps que la haie puisse se développer correctement.

Ce dispositif peut être décliné avec des gabions de pierres ou des bottes de pailles fixées avec des pieux.

## SCHEMA D'IMPLANTATION ET DE FONCTIONNEMENT



## ILLUSTRATION



© GISER

## ATOUTS

- ✓ Faibles emprises et entretien
- ✓ Infiltrer et filtrer l'eau
- ✓ Dépôt de sédiments
- ✓ Brise les vitesses érosives

## FREINS

- Effet localisé (nécessité de multiplier les implantations)
- Maîtrise du foncier nécessaire

## COÛTS

Investissement	Entretien
€€	€

 COMBINAISON  
D'AMENAGEMENTS  
Noue, haies, zones enherbées

## EFFETS SUR LES ETIAGES

Infiltration des eaux  
Effet limité

## EFFETS SUR LA BIODIVERSITE

### Faune

Abris et refuge pour microfaune, mammifères et oiseaux

### Flore

Limité



# HAIE

## HYDRAULIQUE DOUCE

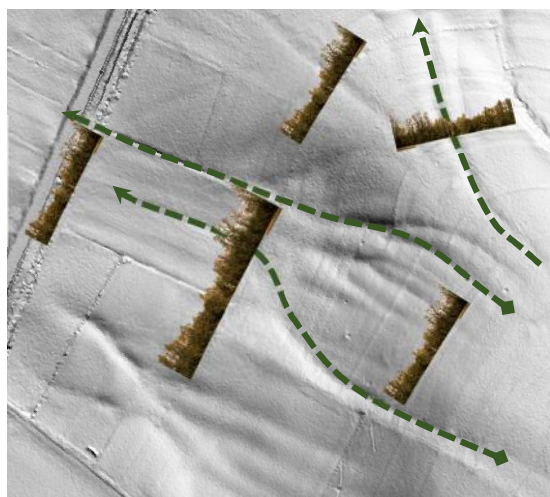
AUTRE APPELLATION : HAIE ARBUSTIVE, BRISE-VENT

### DESCRIPTIF DU DISPOSITIF

Clôture végétale faite d'arbres ou d'arbustes généralement taillés ou de branchages entrelacés. En surface, la végétation freine et filtre les flux. Le système racinaire des arbres permet une infiltration profonde des eaux. L'implantation de la haie doit être en travers de la pente pour une efficacité maximale.

Un entretien biannuel est souvent nécessaire

### SCHEMA D'IMPLANTATION ET DE FONCTIONNEMENT



### ILLUSTRATION



© SMBV Pointe de Caux

### ATOUS

- ✓ Faibles emprises et entretien
- ✓ Infiltrer et filtre l'eau
- ✓ Dépôt de sédiments
- ✓ Brise les vitesses érosives

### FREINS

- Effet localisé (nécessité de multiplier les implantations)
- Maîtrise du foncier nécessaire

### COUTS

Investissement

€€

Entretien

€



COMBINAISON  
D'AMENAGEMENTS

Noüe, fascine, zones enherbées

### EFFETS SUR LES ETIAGES

Infiltration profonde des eaux  
Ombrage

### EFFETS SUR LA BIODIVERSITE

#### Faune

Abris et refuge pour microfaune,  
mammifères et oiseaux

#### Flore

Dépend des essences plantées

# BANDE ENHERBEE

HYDRAULIQUE DOUCE

AUTRE APPELLATION : ZONE TAMPON ENHERBEE

## DESCRIPTIF DU DISPOSITIF

Fossé peu profond et large, végétalisé, qui recueille provisoirement de l'eau, soit pour l'évacuer via un trop-plein, soit pour l'évaporer ou pour l'infiltrer sur place permettant ainsi la reconstitution des nappes phréatiques.

## SCHEMA D'IMPLANTATION ET DE FONCTIONNEMENT



## ILLUSTRATION



© AREAS

## ATOUPS

- ✓ Faible entretien
- ✓ Brise les vitesses érosives
- ✓ Dépôt de sédiments
- ✓ Evite l'érosion du talweg

## FREINS

- Effet localisé (nécessité de multiplier les implantations)
- Maîtrise du foncier nécessaire
- Zone de collecte <

## COUTS

Investissement

€

Entretien

€



COMBINAISON  
D'AMENAGEMENTS

Noue, fascine, haie

## EFFETS SUR LES ETIAGES

Infiltration des eaux

## EFFETS SUR LA BIODIVERSITE

### Faune

Abris et refuge pour microfaune, mammifères et oiseaux

### Flore

Réservoir de graminées (fauche tardive possible)

# FOSSÉS - TALUS

HYDRAULIQUE DOUCE  
AUTRE APPELLATION : FOSSES A REDENTS

## DESCRIPTIF DU DISPOSITIF

Les fossés et talus peuvent permettre de répondre localement à un afflux en captant les ruissellements pour les rediriger vers une zone appropriée (noue, bassin tampon...), en facilitant l'infiltration et en piégeant les sédiments (si présence de redents ou implantation transversale à la pente). L'effet drainant des fossés ne doit toutefois pas aggraver les inondations à l'aval.

## SCHEMA D'IMPLANTATION ET DE FONCTIONNEMENT



## ILLUSTRATION



© CG67

## ATOUTS

- ✓ Efficacité locale
- ✓ Facilité de mise en œuvre
- ✓ Historiquement bien accepté

## FREINS

- Accélération des écoulements à l'aval
- Maîtrise du foncier

## COÛTS

Investissement	Entretien
€ (€)	€



## COMBINAISON D'AMÉNAGEMENTS

Noues, fascines, haies, bandes enherbées

## EFFETS SUR LES ETIAGES

Faible voire négatif (drainage des parcelles environnantes et évacuation rapide des pluies limitant l'infiltration)

## EFFETS SUR LA BIODIVERSITE

### Faune

Faible

### Flore

Faible



# ADAPTATION DES PRATIQUES AGRICOLES

## HYDRAULIQUE DOUCE

AUTRE APPELLATION : CHANGEMENT DE PRATIQUES

### DESCRIPTIF DU DISPOSITIF

Accompagner les exploitants agricoles à mettre en œuvre des mesures structurelles (changement de types de cultures, semis direct sous couvert, techniques culturales simplifiées, inter-culture, labour perpendiculaire à la pente...) nécessitant des investissements dans du matériel ainsi qu'une réappropriation des techniques agronomiques.

### ATOUS

- ✓ Création d'un sol vivant et poreux sous un couvert végétal
- ✓ Améliorer l'infiltration et la capacité de stockage des sols
- ✓ Limiter l'érosion

### FREINS

- Changement parfois drastique des approches culturales
- Investissement et accompagnement important

### COUTS

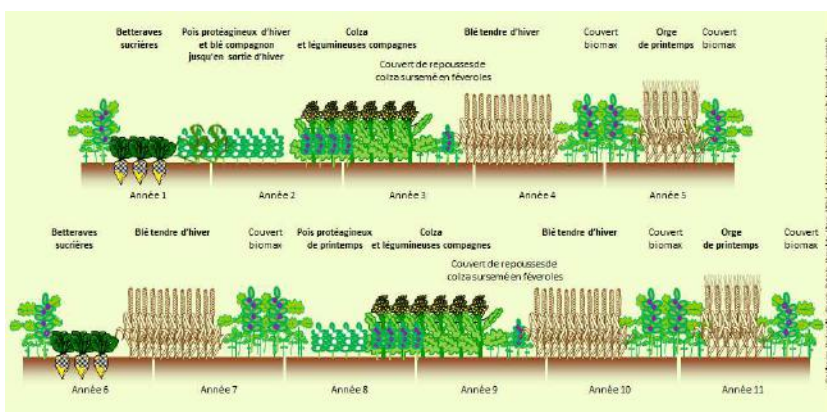
Investissement  
€€€ (€)

Entretien  
€



COMBINAISON  
D'AMENAGEMENTS  
Noue, bandes enherbées, haies

### SCHEMA D'IMPLANTATION ET DE FONCTIONNEMENT



© G. Bodovillé

### ILLUSTRATION



© agriculture-de-conservation.com



© GAEC Le Samanais

### EFFETS SUR LES ETIAGES

Infiltration des eaux  
Maintien d'un humus gardant l'humidité dans le sol

### EFFETS SUR LA BIODIVERSITE

Faune  
Insectes, bactéries et microfaune  
Flore  
Faible mis à part les intercultures

# PRESERVATION DES PRAIRIES ET DES FORETS

## PRESERVATION DES MILIEUX NATURELS

### DESCRIPTIF DU DISPOSITIF

Zones très favorables pour l'interception, le stock et l'infiltration de surface et profonde des précipitations. Leur effet tampon limite localement la production de ruissellement, tout en ralentissant les flux venant de l'amont. Cet effet est davantage observable lors de phénomènes intenses (orages).

### SCHEMA D'IMPLANTATION ET DE FONCTIONNEMENT



### ILLUSTRATION



### ATOUPS

- ✓ **Maintien d'un sol vivant et poreux sous un couvert végétal**
- ✓ **Améliorer l'infiltration et la capacité de stockage des sols**
- ✓ **Limiter l'érosion**
- ✓ **Dépôt de sédiments**

### FREINS

- **Difficultés de la filière élevage**
- **Maîtrise du foncier**

### COUTS

Investissement	Entretien
(€€)	(€)



COMBINAISON  
D'AMENAGEMENTS

**Noue, haies**

### EFFETS SUR LES ETIAGES

**Infiltration des eaux**  
**Maintien d'un humus gardant l'humidité dans le sol**  
**Ombre limitant l'évaporation**

### EFFETS SUR LA BIODIVERSITE

**Faune**  
Insectes, bactéries et microfaune  
**Flore**  
Importants cortèges (sauf monoculture sylvicole)



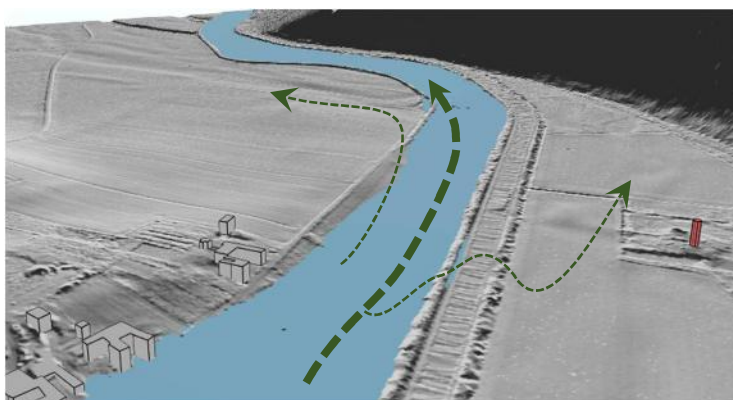
# RESTAURATION DES CHAMPS D'EXPANSION DES CRUES

DIT AUSSI : ZONES D'EXPANSION DES CRUES (ZEC)  
PRESERVATION DES MILIEUX NATURELS

## DESCRIPTIF DU DISPOSITIF

Dans ces zones du lit majeur ont lieu les débordements des rivières. L'étalement des eaux permet d'écrêter l'onde de crue en stockant une quantité importante d'eau et de limiter les hauteurs d'eau (donc l'inondation d'enjeux bâtis). Ces zones ont pu être restreintes par des ouvrages linéaires (routes, voies SNCF, canal, merlons). Il s'agira de permettre à l'eau de traverser ces ouvrages (arasement, buses ...).

## SCHEMA D'IMPLANTATION ET DE FONCTIONNEMENT



Exemple : l'Armançon contrainte entre un merlon agricole protégeant des cultures en rive gauche et la digue du Canal de Bourgogne en rive droite. La reconquête des deux zones permettrait de réduire l'inondation du village à l'amont.

## ATOUTS

- ✓ Volumes stockés importants
- ✓ Limite les débits
- ✓ Dépôt de matière organique
- ✓ Dépenses limitées

## FREINS

- Ouvrages linéaires souvent anciens et considérés protecteurs
- Maîtrise du foncier
- Urbanisation ponctuelle

## COUTS

Investissement  
€ (€)

Entretien  
(€)



## COMBINAISON D'AMENAGEMENTS

Pâturage, reconnexion de bras  
morts, casiers de stockage

## EFFETS SUR LES ETIAGES

Limité

Rétention de l'eau dans le sol  
(humus via les dépôts de sédiments)

## EFFETS SUR LA BIODIVERSITE

**Faune**

Limité

**Flore**

Limité

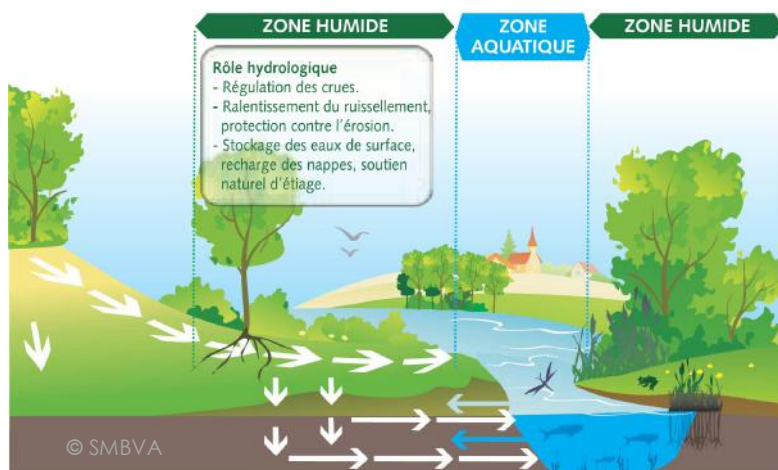
# PRESERVATION DES ZONES HUMIDES

## PRESERVATION DES MILIEUX NATURELS

### DESCRIPTIF DU DISPOSITIF

Zones très favorables pour l'interception, le stock et l'infiltration de surface et profonde des précipitations. Leur rôle d'éponge est bénéfique pour tamponner des afflux trop conséquent comme pour soutenir des périodes de basses eaux. Ce sont aussi des réservoirs de biodiversité et des zones refuge pour de grands nombre d'espèces végétales et animales.

### SCHEMA D'IMPLANTATION ET DE FONCTIONNEMENT



### ILLUSTRATION



Prairie humide © SMBVA

### ATOUPS

- ✓ **Maintien d'un sol vivant et poreux sous un couvert végétal**
- ✓ **Améliorer l'infiltration et la capacité de stockage des sols**
- ✓ **Double rôle d'éponge**
- ✓ **Réservoir de biodiversité**

### FREINS

- **Drainage et labour fréquents**
- **Maîtrise du foncier**

### COÛTS

Investissement	Entretien
€ (€)	(€)



### COMBINAISON D'AMENAGEMENTS

Pâturage, haies, zones d'expansion des crues, casiers de stockage

### EFFETS SUR LES ETIAGES

**Infiltration et rétention des eaux**  
**Filtration et sources**

### EFFETS SUR LA BIODIVERSITE

#### Faune

Refuges importants d'insectes, bactéries et microfaune

#### Flore

Réservoir important

# PETIT OUVRAGE SEC

## HYDRAULIQUE STRUCTURANTE

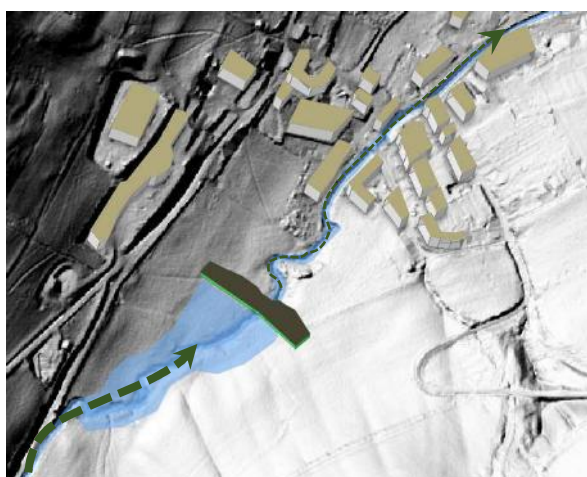
AUTRE APPELLATION : BASSIN D'ORAGE OU DE RETENTION

### DESCRIPTIF DU DISPOSITIF

Ce bassin, souvent constitué d'une digue modeste (2 à 3 m) dans un fond de vallon en amont de la zone à protéger, stocke une partie du débit excédentaire lors des forts évènements. Le reste du temps il est vide et doit être entretenu régulièrement.

Plusieurs bassins peuvent être construits en cascade pour augmenter le volume stockable.

### SCHEMA D'IMPLANTATION ET DE FONCTIONNEMENT



### ILLUSTRATION



© SYRIBT

### ATOUTS

- ✓ Protection locale efficace pour la plage de débits considérée
- ✓ Valorisation du foncier (prairie, parc, terrains de sport...)
- ✓ Visuel (sensation de sécurité)

### FREINS

- Conception complexe
- Etudes complémentaires (ACB<sup>1</sup>, EDD, géotechnique...)
- Maitrise du foncier
- Entretien et responsabilités

### COUTS

Investissement	Entretien
€€€€	€€

**+** COMBINAISON D'AMENAGEMENTS  
Mares tampon, zones humides

### EFFETS SUR LES ETIAGES

Aucun

### EFFETS SUR LA BIODIVERSITE

#### Faune

Faible

#### Flore

Suivant l'occupation du sol inondable

<sup>1</sup> ACB : Analyse Coût Bénéfices, EDD : Etude De Dangers



# CASIER DE STOCKAGE

HYDRAULIQUE STRUCTURANTE  
AUTRE APPELLATION : CASIER DE SURSTOCKAGE

## DESCRIPTIF DU DISPOSITIF

Ce bassin, constitué d'une digue conséquente (> 4 m) en travers du lit majeur, en amont de la zone à protéger, stocke une partie du débit excédentaire lors des forts évènements. Pour les évènements fréquents, il est conçu pour ne pas se remplir. Le reste du temps il est vide et doit être entretenu régulièrement.

Plusieurs bassins peuvent être construits en cascade pour augmenter le volume stockable.

## SCHEMA D'IMPLANTATION ET DE FONCTIONNEMENT



## ILLUSTRATION



## ATOUTS

- ✓ Protection locale efficace pour la plage de débits considérée
- ✓ Valorisation du foncier (prairie, parc, terrains de sport...)
- ✓ Visuel (sentiment de sécurité)

## FREINS

- Conception complexe
- Etudes complémentaires (ACB<sup>2</sup>, EDD, géotechnique...)
- Maitrise du foncier
- Entretien et responsabilités

## COUTS

Investissement

€€€€

Entretien

€€



COMBINAISON  
D'AMENAGEMENTS

Digues

## EFFETS SUR LES ETIAGES

Aucun

## EFFETS SUR LA BIODIVERSITE

Faune

Faible

Flore

Suivant l'occupation du sol inondable

<sup>2</sup> ACB : Analyse Coût Bénéfices, EDD : Etude De Dangers

# DIGUE DE PROTECTION

HYDRAULIQUE STRUCTURANTE

AUTRE APPELLATION : SYSTEME D'ENDIGUEMENT

## DESCRIPTIF DU DISPOSITIF

Le système d'endiguement protège une zone définie pour un niveau d'aléa déterminé (Décret « Dignes » de 2015). Il est implanté au plus près des enjeux pour maximiser la zone d'expansion de la crue. Ce système peut être constitué de digues en terre, de murs maçonnés, de stations de pompage, d'ouvrages fusibles ainsi que des éléments amovibles (batardeaux, palplanches...).

Sa conception et son entretien doivent être minutieux.

## SCHEMA D'IMPLANTATION ET DE FONCTIONNEMENT



## ILLUSTRATION



## ATOUTS

- ✓ Protection locale efficace pour la plage de débits considérée
- ✓ Visuel (sentiment de sécurité)

## FREINS

- Conception complexe
- Etudes complémentaires (ACB<sup>3</sup>, EDD, géotechnique...)
- Maîtrise du foncier
- Entretien et responsabilités
- Accélère les écoulements à l'aval

## COÛTS

Investissement

€€€€

Entretien

€€



COMBINAISON D'AMENAGEMENTS

Casiers de stockage, stations de relevage des eaux

## EFFETS SUR LES ETIAGES

Aucun

## EFFETS SUR LA BIODIVERSITE

**Faune**

Faible

**Flore**

Faible

<sup>3</sup> ACB : Analyse Coût Bénéfices, EDD : Etude De Dangers



# PROTECTION INDIVIDUELLE

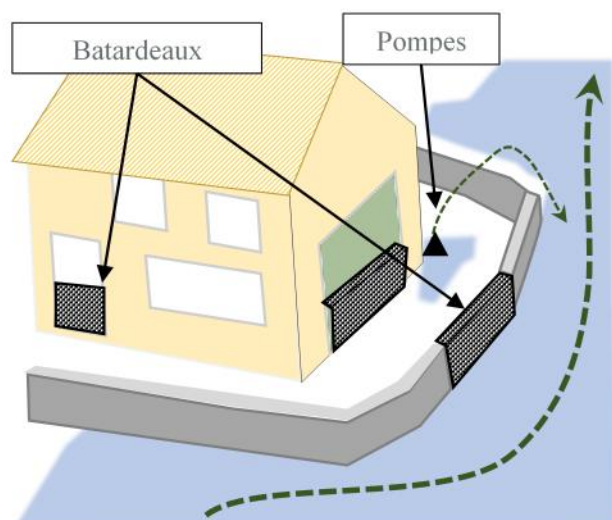
HYDRAULIQUE STRUCTURANTE  
AUTRE APPELLATION : BATARDEAUX...

## DESCRIPTIF DU DISPOSITIF

La mesure vise à protéger le bâti au plus proche (portes, ouvertures, clôture de jardin...) au moyen de digues ou de batardeaux amovibles, afin d'éviter des dégâts de l'inondation.

Ces mesures, souvent moins onéreuses que des digues de protection, permettent de maintenir les zones d'expansion des crues.

## SCHEMA D'IMPLANTATION ET DE FONCTIONNEMENT



## ILLUSTRATION



Batardeaux © Hydroprotect



© MSEI Environnement



Inondations Angleterre © SWNS

## ATOUPS

- ✓ Protection locale efficace jusqu'à 1 m d'eau
- ✓ Sauvegarde des champs d'expansions des crues
- ✓ Sensibilise les riverains

## FREINS

- Présence pour le montage des batardeaux avant l'inondation
- A la charge des riverains

## COUTS

Investissement	Entretien
€ (€)	(€)

- ⊕ COMBINAISON D'AMENAGEMENTS  
Pompes, digues

## EFFETS SUR LES ETIAGES

Aucun

## EFFETS SUR LA BIODIVERSITE

Faune

Aucun

Flore

Aucun

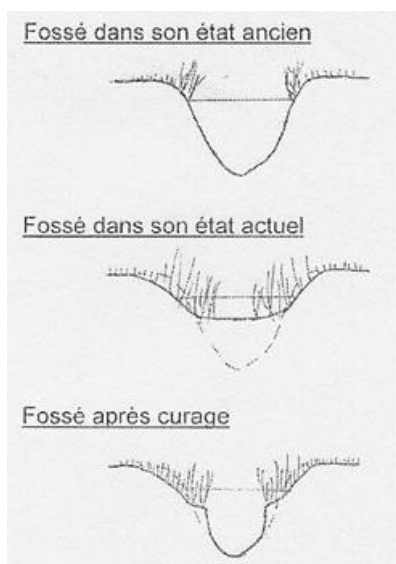
# CURAGE

ENTRETIEN DE COURS D'EAU  
(INGENIERIE DES MILIEUX AQUATIQUES)

## DESCRIPTIF DU DISPOSITIF

Enlèvement mécanique des sédiments déposés dans un cours d'eau ou un fossé traversant une zone à enjeux. voire approfondissement de ce cours d'eau ou fossé.

## SCHEMA D'IMPLANTATION ET DE FONCTIONNEMENT



## ILLUSTRATION



© OUEST-FRANCE

## ATOUTS

- ✓ Efficacité locale
- ✓ Historiquement bien accepté

## FREINS

- Accélération des écoulements à l'aval
- Destruction de milieu
- Fréquence d'intervention

## COÛTS

Investissement

€

Entretien

€



COMBINAISON  
D'AMENAGEMENTS

Bassin de rétention à l'amont  
Zone d'expansion de crue à l'aval

## EFFETS SUR LES ETIAGES

Diminution de la vitesse et hauteur  
d'écoulement dû à l'élargissement  
de la section mouillée

## EFFETS SUR LA BIODIVERSITE

### Faune

Destruction de milieux

### Flore

Destruction de milieux

# RECTIFICATION

INGENIERIE DES MILIEUX AQUATIQUES  
AUTRE APPELLATION : RECALIBRAGE,  
REDRESSEMENT, CORRECTION

## DESCRIPTIF DU DISPOSITIF

Inverse du reméandrage.

Action de recréer un lit de cours d'eau plus rectiligne, en creusant un nouveau lit et court-circuitant les méandres du cours d'eau.

Réalisée généralement dans des zones sans enjeux, cette action a beaucoup été réalisée pour gagner de l'emprise dans la vallée, pour le canal, chemin de fer ou l'agriculture.

## SCHEMA D'IMPLANTATION ET DE FONCTIONNEMENT

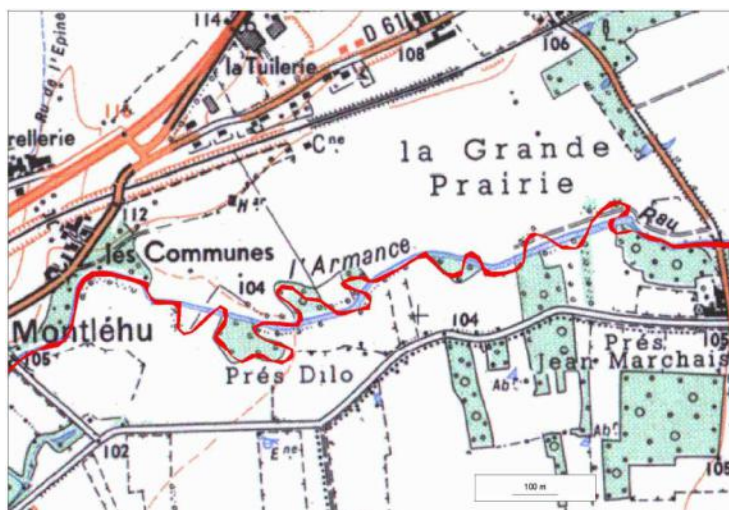


Figure 24 : comparaison du tracé actuel de l'Armanche avec son tracé de 1955 (en rouge).

## ILLUSTRATION



© Bourgogne-Nature

## ATOUPS

- ✓ Limite les débordements de petites crues

## FREINS

- Accélération des écoulements et du pic de crue
- Possible incision du lit
- Sollicite moins les zones d'expansion de crue

## COUTS

Investissement

€€€

Entretien

€



COMBINAISON  
D'AMENAGEMENTS

## EFFETS SUR LES ETIAGES

Possible déconnexion nappe rivière entraînant l'assèchement du lit, le dessèchement de la ripisylve

## EFFETS SUR LA BIODIVERSITE

### Faune

Destruction de milieux

### Flore

Destruction de milieux



# REMEANDRAGE

INGENIERIE DES MILIEUX AQUATIQUES  
AUTRE APPELLATION : CREATION DE SINUOSITE

## DESCRIPTIF DU DISPOSITIF

Inverse de la rectification.

Action de creuser un nouveau lit au cours d'eau afin d'augmenter son linéaire.

Suite à un recalibrage, les anciens méandres sont parfois toujours présents, dans ce cas, il n'est pas nécessaire de creuser un nouveau lit, mais seulement de boucher l'actuel afin de forcer le cours d'eau à réemprunter son lit d'origine.

## SCHEMA D'IMPLANTATION ET DE FONCTIONNEMENT

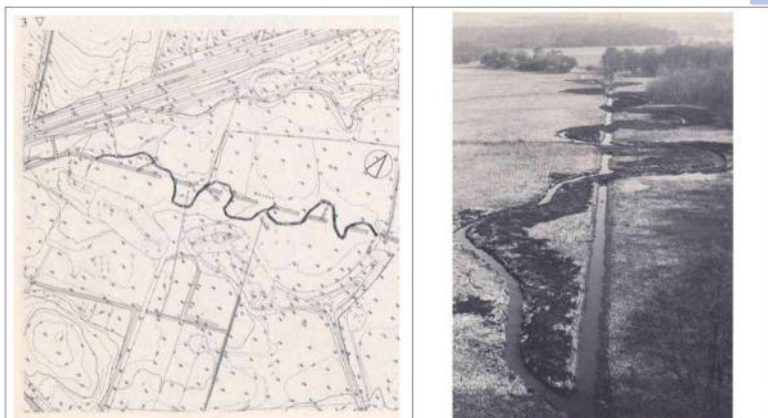


Figure 25 : exemple de restauration de la Wandse en amont d'Hamburg. A gauche, avant projet de reméandrage, à droite, vue après les travaux (Giltz, 1983).

## ILLUSTRATION



© DOUTRE

## ATOUTS

- ✓ Ralentissement du pic de crue
- ✓ Favorise le débordement et donc la sollicitation des zones d'expansion de crue
- ✓ Permet parfois de retenir les embâcles

## FREINS

- Emprise foncière nécessaire

## COUTS

Investissement

€€€

Entretien

(€)



COMBINAISON  
D'AMENAGEMENTS

Bande enherbée

Préservation des milieux naturels

Reconnexion de bras-morts

## EFFETS SUR LES ETIAGES

Meilleure connexion nappe rivière  
limitant le réchauffement et  
l'évaporation de l'eau, favorisant la  
recharge des zones humides

## EFFETS SUR LA BIODIVERSITE

Faune

Favorise les espèces locales

Flore

Favorise les espèces locales

# MARE TAMPON

INGENIERIE DES MILIEUX AQUATIQUES  
AUTRE APPELLATION : BASSIN TAMPON

## DESCRIPTIF DU DISPOSITIF

Mare disposée à l'exutoire d'un fossé de drainage ou de drains. Lors de précipitations, la mare tamponne une partie des écoulements, des sédiments et des intrants. Ce dispositif ressemble à la noue à la différence que le fond est imperméable (géotextile ou argile) et qu'un fond d'eau subsiste la majeure partie de l'année.

## SCHEMA D'IMPLANTATION ET DE FONCTIONNEMENT



ILLUSTRATION



© Agrifaune76

## ATOUS

- ✓ Faibles entretien
- ✓ Obligation réglementaire
- ✓ Dépôt de sédiments

## FREINS

- Emprise nécessaire

## COUTS

Investissement

€

Entretien

€



COMBINAISON  
D'AMENAGEMENTS

Haies, noues

## EFFETS SUR LES ETIAGES

Ralentie le ruissellement  
Effet très limité

## EFFETS SUR LA BIODIVERSITE

### Faune

Zone refuge, possible reproduction  
d'amphibien, insectes

### Flore

Favorise les héliophytes



# RECONNEXION DE BRAS-MORTS

INGENIERIE DES MILIEUX AQUATIQUES  
AUTRE APPELLATION : ANNEXE HYDRAULIQUE

## DESCRIPTIF DU DISPOSITIF

Un bras-mort et un ancien bras de rivière abandonné, soit naturellement soit par rectification artificielle du lit.

Un bras déconnecté a tendance à se combler jusqu'à sa disparition.

La reconnexion consiste à limiter son processus de comblement afin de maximiser son rôle de zone d'expansion de crue et d'accueil de biodiversité.

## SCHEMA D'IMPLANTATION ET DE FONCTIONNEMENT



ILLUSTRATION



## ATOUTS

- ✓ Ralentissement du pic de crue
- ✓ Permet parfois de retenir les embâcles

## FREINS

- Travaux en milieux parfois marécageux
- Nécessite de l'entretien

## COUTS

Investissement

€€

Entretien

€



COMBINAISON  
D'AMENAGEMENTS

Reméandrage

## EFFETS SUR LES ETIAGES

Effet d'une zone humide

## EFFETS SUR LA BIODIVERSITE

### Faune

Très positif

### Flore

Très positif