

# ÉTUDE DE RALENTISSEMENT DYNAMIQUE DES CRUES DU BASSIN DE LA CHARENTE

## RÉUNION N°7 – COMITÉ DE PILOTAGE (20/05/2022)



**EPTB Charente**  
Etablissement Public Territorial de Bassin Charente



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



AGENCE DE L'EAU  
**ADOUR-GARONNE**  
ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE  
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE



Passion & Solutions

# ETUDE DE RALENTISSEMENT DYNAMIQUE DES CRUES DU BASSIN DE LA CHARENTE

## 1 – Contexte et objectifs

## 2 – Rappels hydrologie

## 3 – Définition de la stratégie globale

- 3.1 – Déphasage – Actions locales
- 3.2 – Ruissellement - Actions diffuses

## 4 – Modélisations des solutions d'aménagement

- 4.1 – Scénarios modélisés
- 4.2 – Impact des actions locales
- 4.3 – Impact des actions diffuses
- 4.4 – Traduction sur les enjeux

# 1

## Contexte et objectifs

# 1 - Contexte & objectifs

## Tranche ferme :

- **Phase 1** : Amélioration de la connaissance sur la genèse des inondations (apports pluvieux et le ruissellement associé), sur les Zones d'Expansion des Crues (ZEC) et sur les zones de ruissellement principales,
- **Phase 2** : Définition d'une stratégie globale de ralentissement dynamique pour le TRI Saintes-Cognac-Angoulême articulée autour de :
  - l'optimisation des ZEC,
  - la gestion des ruissellements,
- Echanges avec les acteurs locaux tout au long de la démarche (composition large des COTECH et COPIL) et échanges en particulier via des entretiens.

# 1 - Contexte & objectifs

## Tranche optionnelle

**Phase 3 :** Études préliminaires sur l'aménagement potentiel des ZEC d'intérêt de grand bassin, sur choix du COPIL à l'issue de la tranche ferme :

- Concertation, programme d'aménagement, AMC, analyse environnementale, étude agricole.

# 1 - Contexte & objectifs

## Valorisation de la phase 1

- Cartographie du risque ruissellement à l'échelle du bassin versant Charente (IRIP) : production, transfert, accumulation
- Caractérisation des cours d'eau : aire drainée, pente locale
- Caractérisation zones inondables potentielles : occupation du sols, enjeux bâtis
- Cartographie des talweds secs

# 2 Rappels

# Rappels

Evénements de référence modélisés

## Crue de décembre 1982

- Période de retour à Saintes : 100 ans
- Durée de crue à Saintes : 4 semaines

## Crue de mars 2007

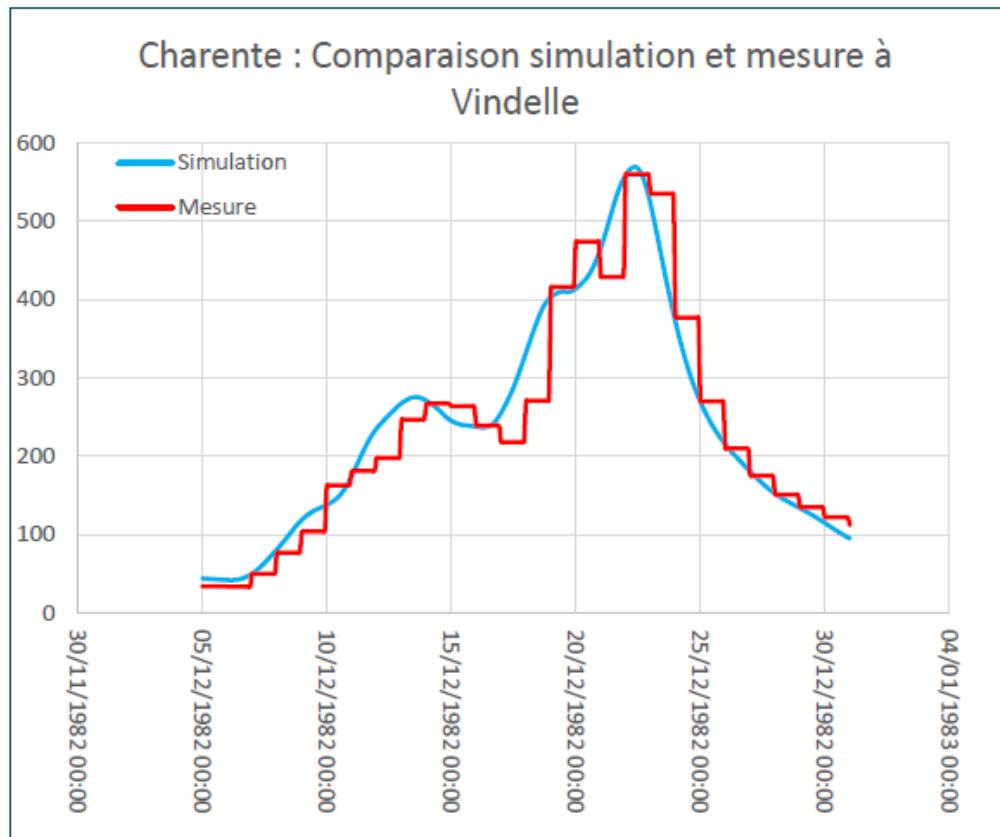
- Période de retour à Saintes : 7/8 ans
- Durée de crue à Saintes : 2 semaines

## Crue de février 2021

- Période de retour à Saintes : 20 ans
- Durée de crue à Saintes : 3 semaines

# Rappels

## Modélisation crue de décembre 1982

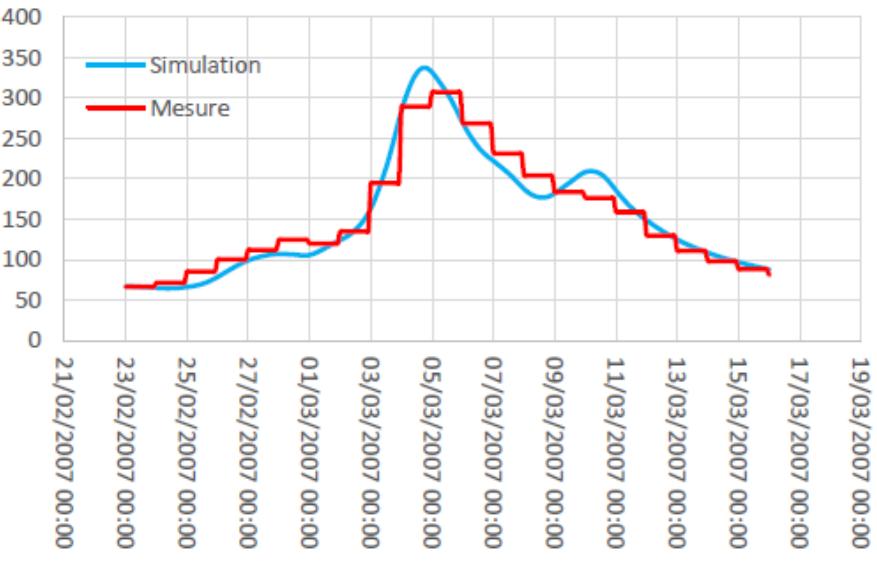


Mesure :  $Q_j$  banque Hydro

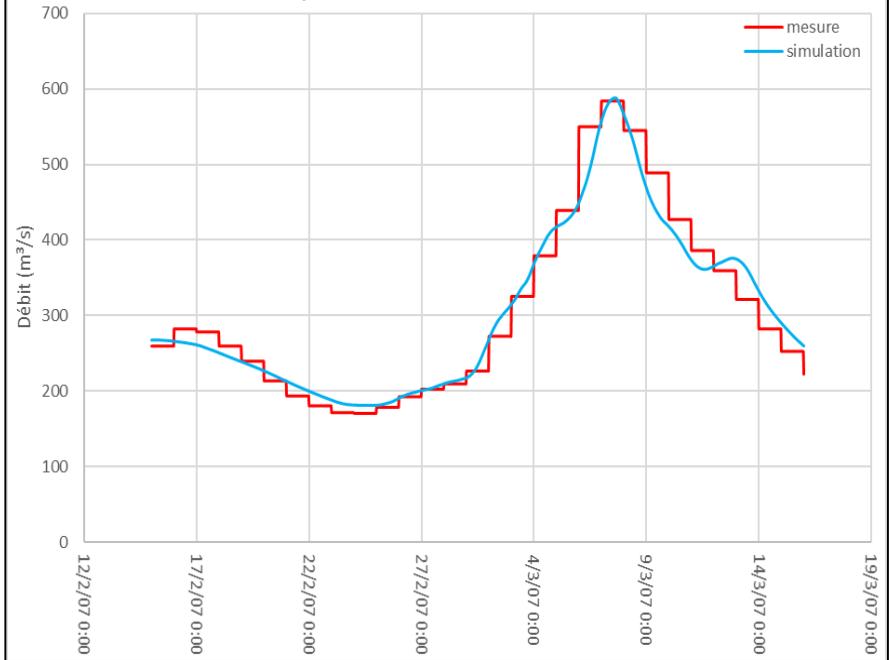
# Rappels

## Modélisation crue de mars 2007

Charente : Comparaison simulation et mesure à Vindelle



Charente : Comparaison simulation et mesure à Chaniers

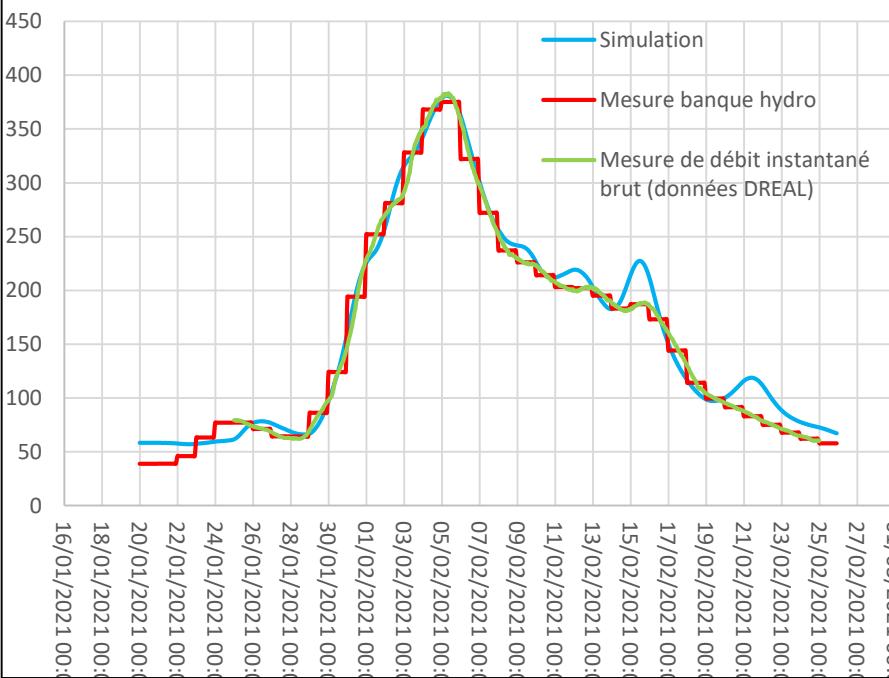


Mesure :  $Q_j$  banque Hydro

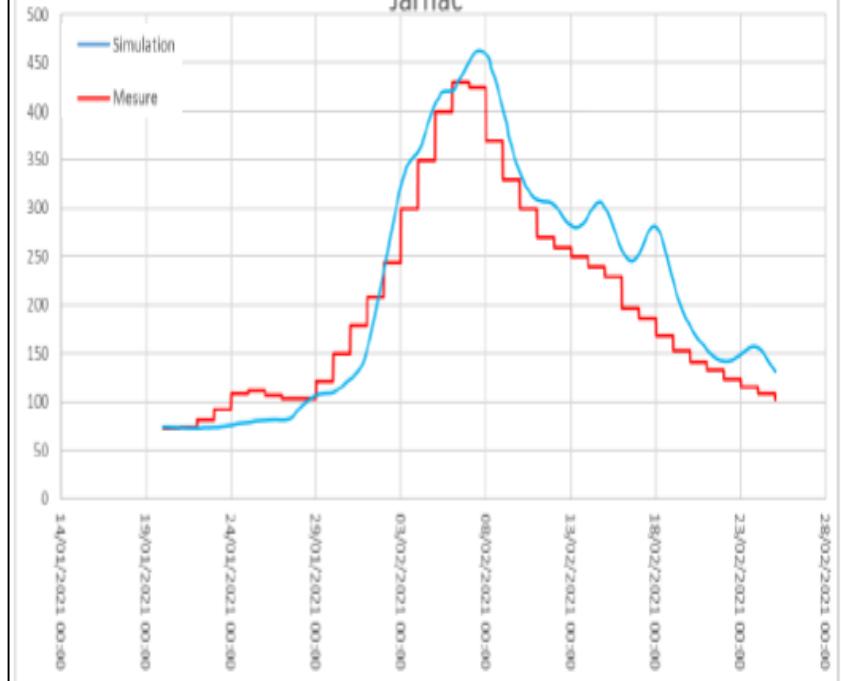
# Rappels

## Modélisation crue de février 2021

Charente : Comparaison entre simulation et mesure à Vindelle



Charente : comparaison entre simulation et mesure à Jarnac

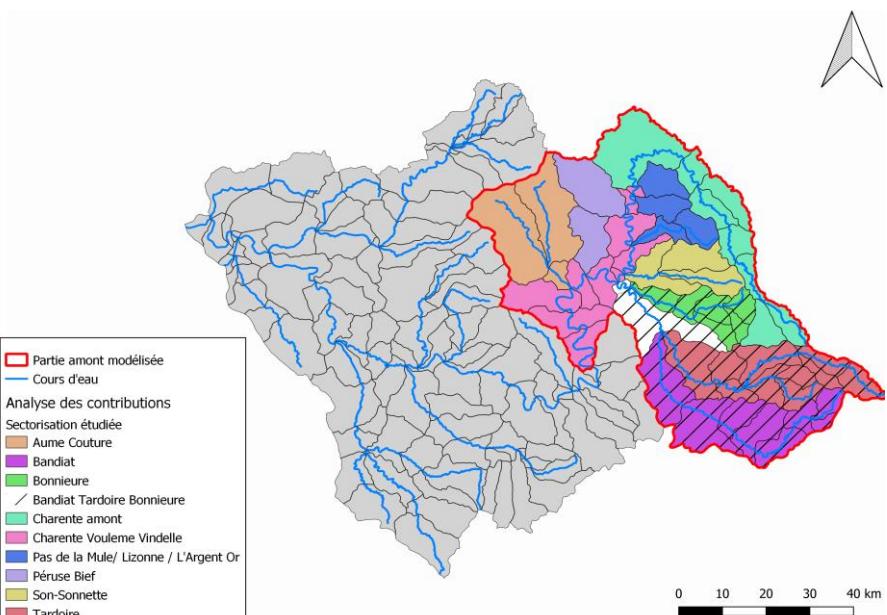
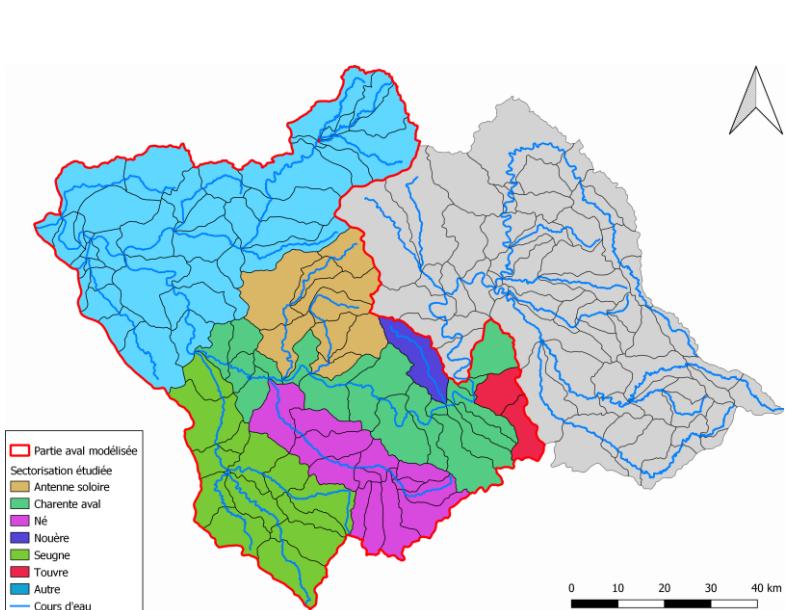


Débit de pointe jaugé à Jarnac : 460 m<sup>3</sup> /s

Mesure :  $Q_j$  banque Hydro

# Rappels

## Découpage en grands secteurs

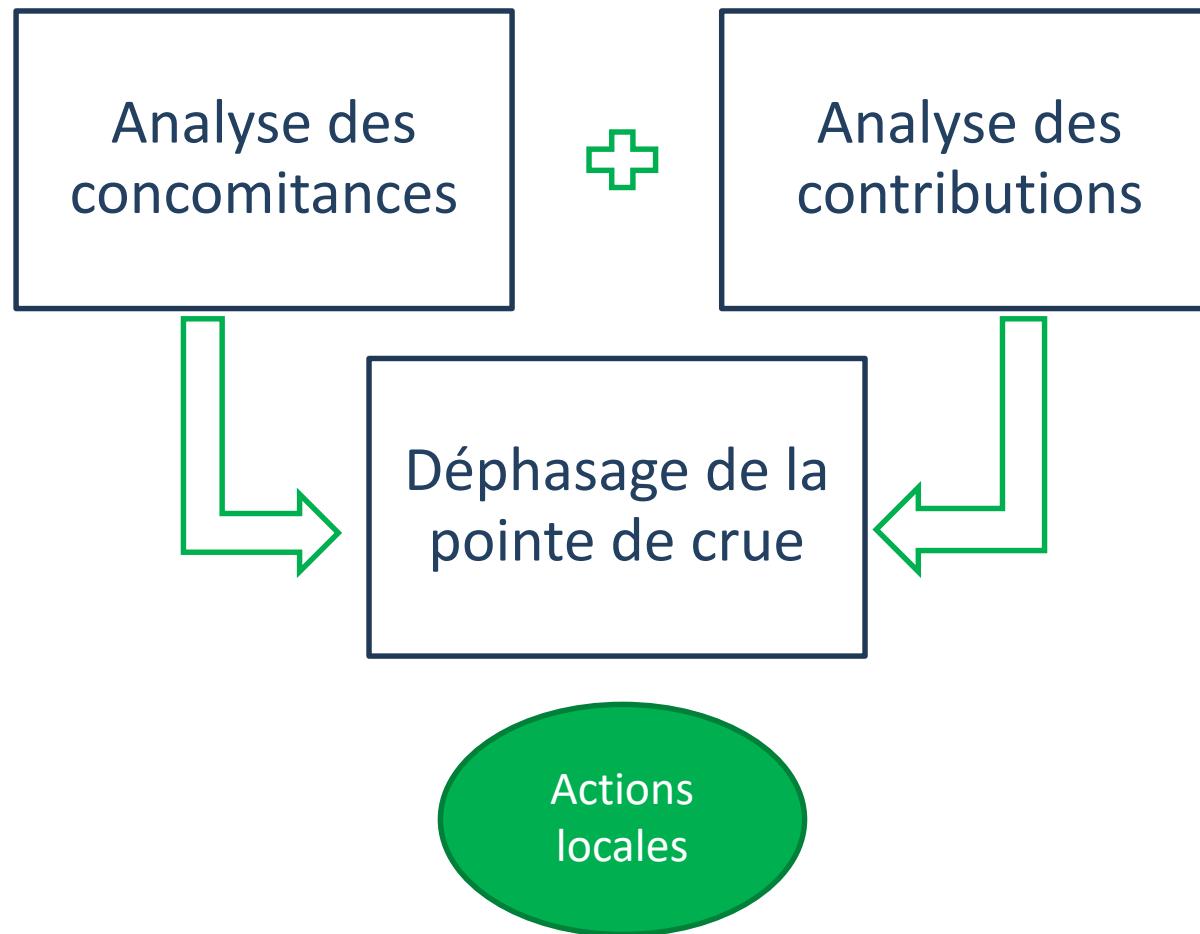


3

## Définition de la stratégie globale

## 3.1 – Déphasage – Actions locales

Démarche



## 3.1 – Déphasage – Actions locales

### Analyse des concomitances

Affluent(s)	Concomitances		
	1982	2007	2021
Affluent(s)	déphasage	déphasage	déphasage
Charente amont			
Pas de la Mule	-8	2	-12
Lizonne	-8	0	-14
Argent-Or	-10	-4	-16
Son-Sonnette	-20	-14	-26
Confluence Tardoire Bonnieure	-2	-4	2
Péruse	-8	-2	-12
Bief	-28	-22	-30
Confluence aume couture	-18	-24	-28
Charente Vouleme Vindelle			
Touvre	-34	0	10
Nouère	-50	-60	-70
Charente aval			
Né	-42	-48	-100
Antenne	-28	-38	-50
Soloire	-74	-86	-78
Seugne	-58	-58	-136

Pas de temps de modélisation : 2h  
Concomitance :  $\pm 4$ h

➤ **Confluence Tardoire Bonnieure**  
**Pour les 3 événements**

# 3.1 – Déphasage – Actions locales

## Analyse des contributions

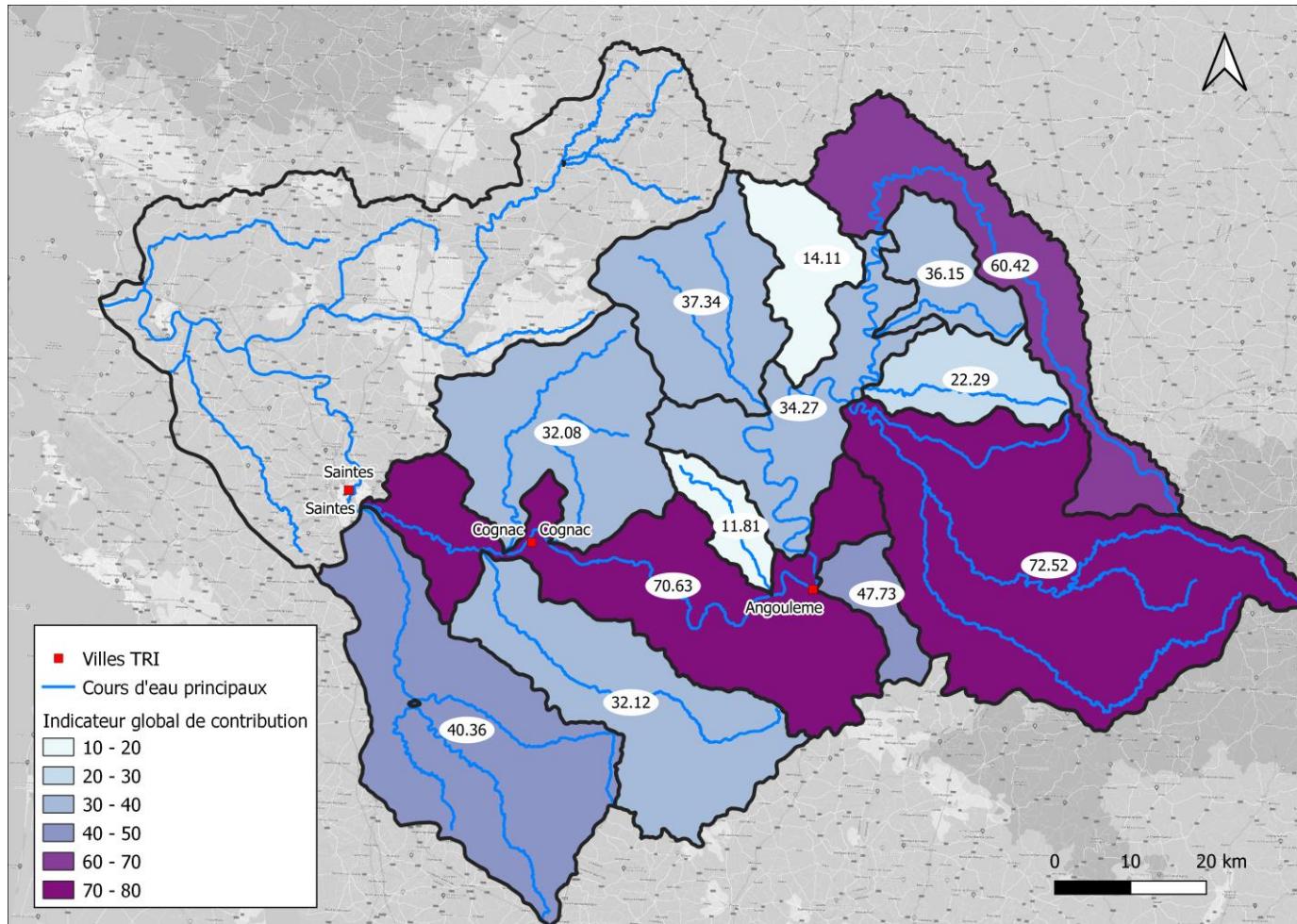
Secteurs			Indicateur contribution			Indicateur global
			1982	2007	2021	
Vindelle	1	Charente amont	16,95	10,53	32,94	60,42
	2	Pas de la Mule/ Lizonne/ Argent Or	12,05	13,27	10,83	36,15
	3	Son-Sonnette	8,30	9,22	4,77	22,29
	4	Bandiat/Tardoire/Bonneure	17,45	31,74	23,33	72,52
	5	Péruse Bief	4,68	2,29	7,14	14,11
	6	Aume couture	22,57	3,63	11,14	37,34
	7	Charente Vouleme Vindelle	18,66	9,36	6,25	34,27
Saintes	8	Touvre	7,98	28,94	10,80	47,73
	9	Nouère	3,10	4,81	3,90	11,81
	10	Charente aval	24,73	30,48	15,41	70,63
	11	Né	13,15	8,91	10,07	32,12
	12	Antenne Soloire	18,83	6,65	6,60	32,08
	13	Seugne	13,98	9,09	17,29	40,36

Indicateur contribution = % contribution absolue × % contribution relative × 100

Indicateur global =  $\sum$  Indicateurs contribution

## 3.1 – Déphasage – Actions locales

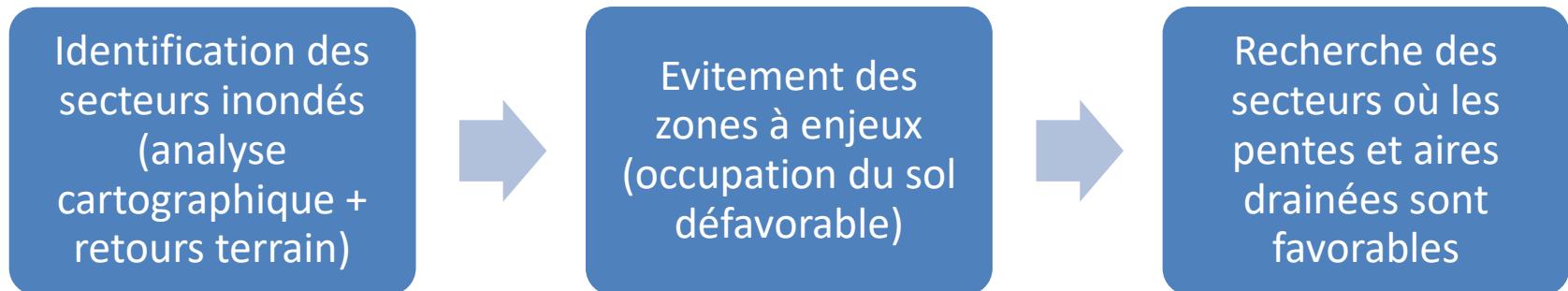
### Analyse des contributions



## 3.1 – Déphasage – Actions locales

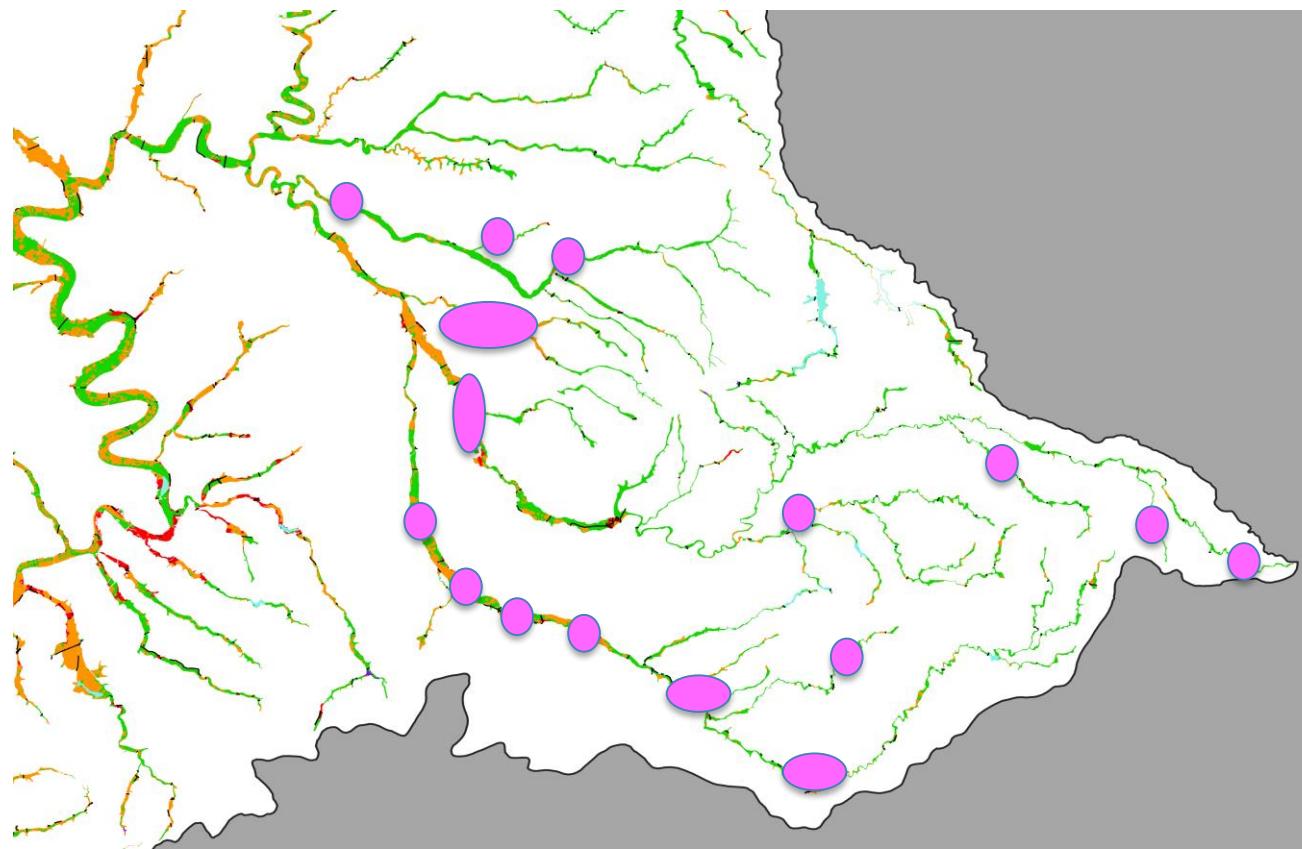
Identification des sites propices au ralentissement dynamique

Démarche basée sur les cartographies et indicateurs ZEC produits en phase 1:



## 3.1 – Déphasage – Actions locales

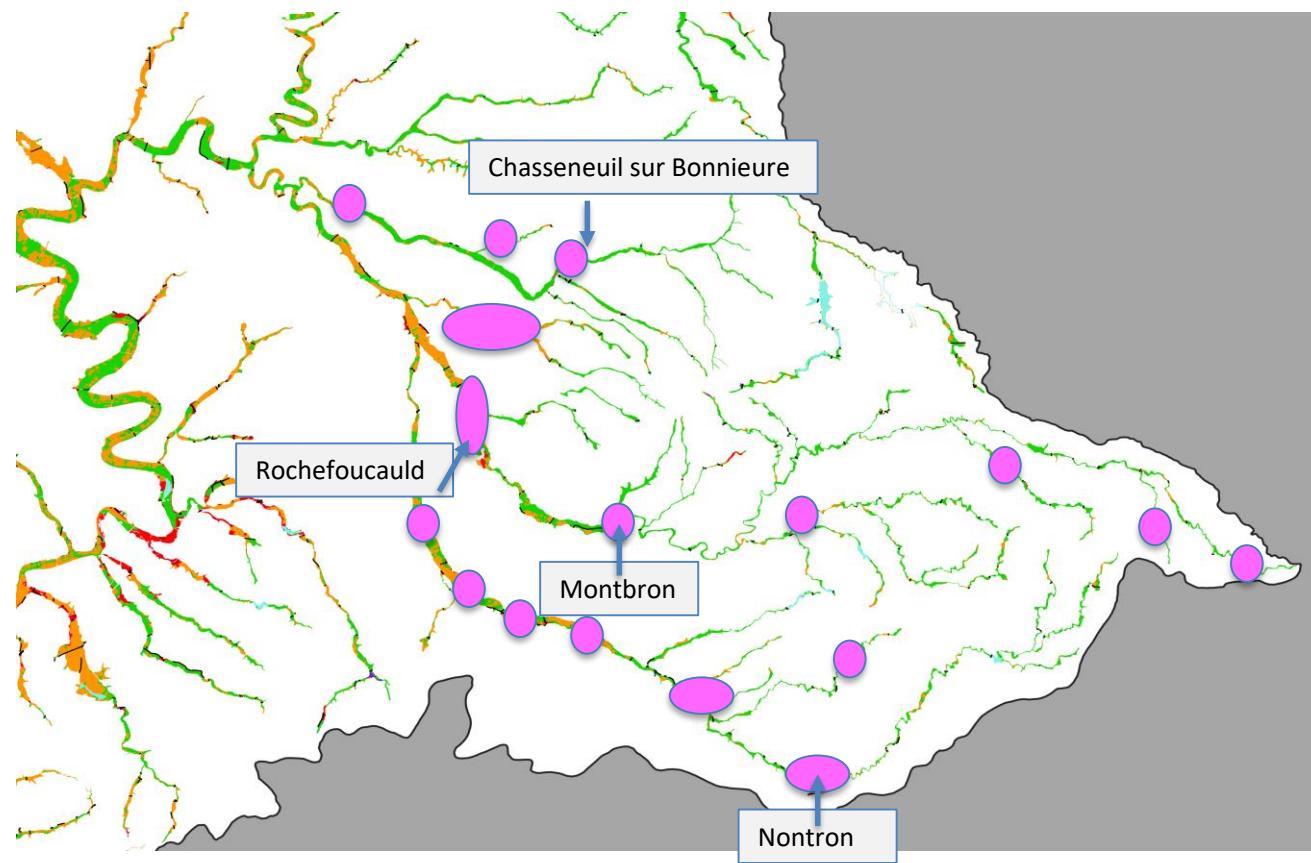
Identification des sites propices au ralentissement dynamique



● Secteurs à éviter

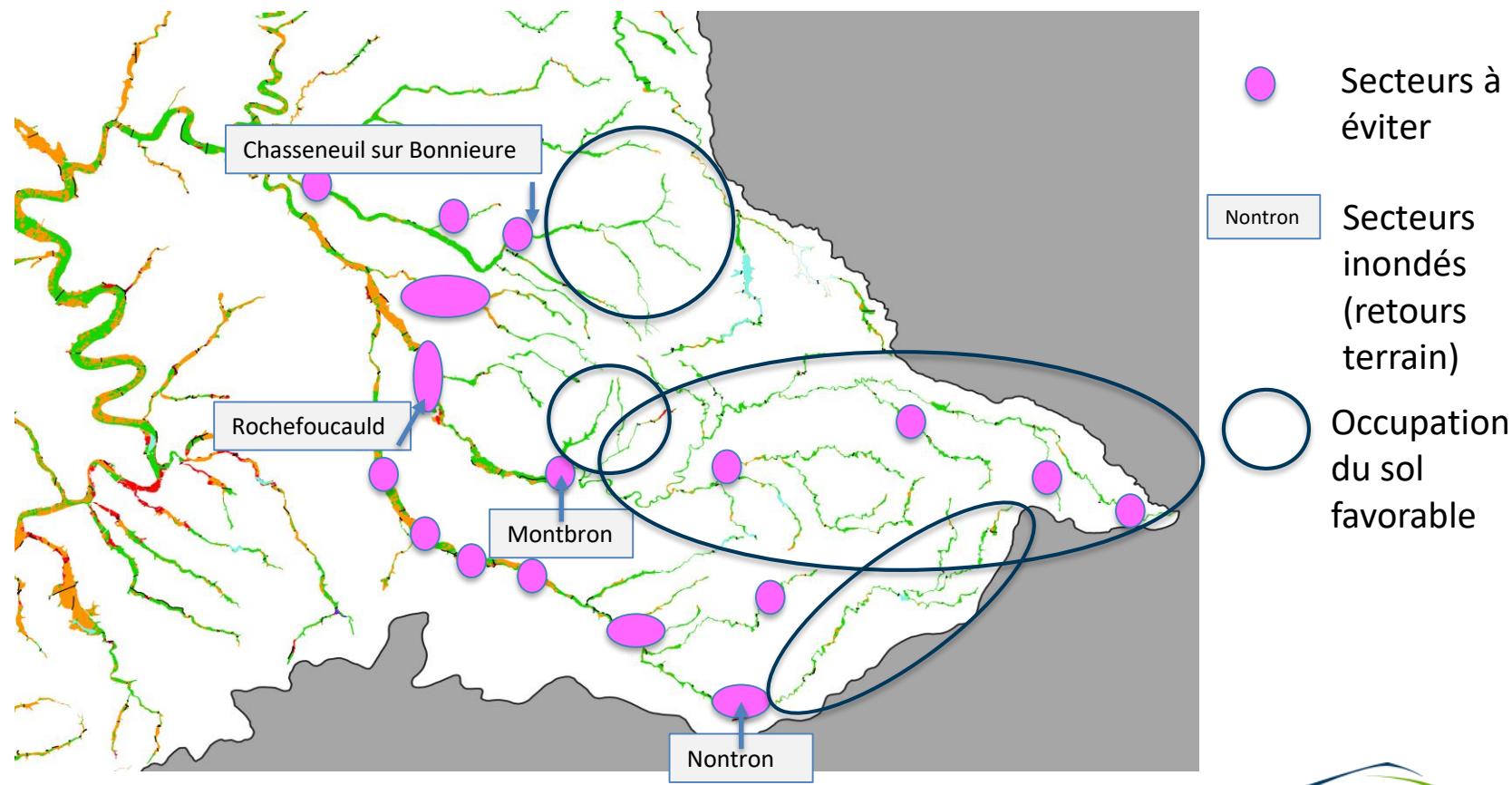
## 3.1 – Déphasage – Actions locales

Identification des sites propices au ralentissement dynamique



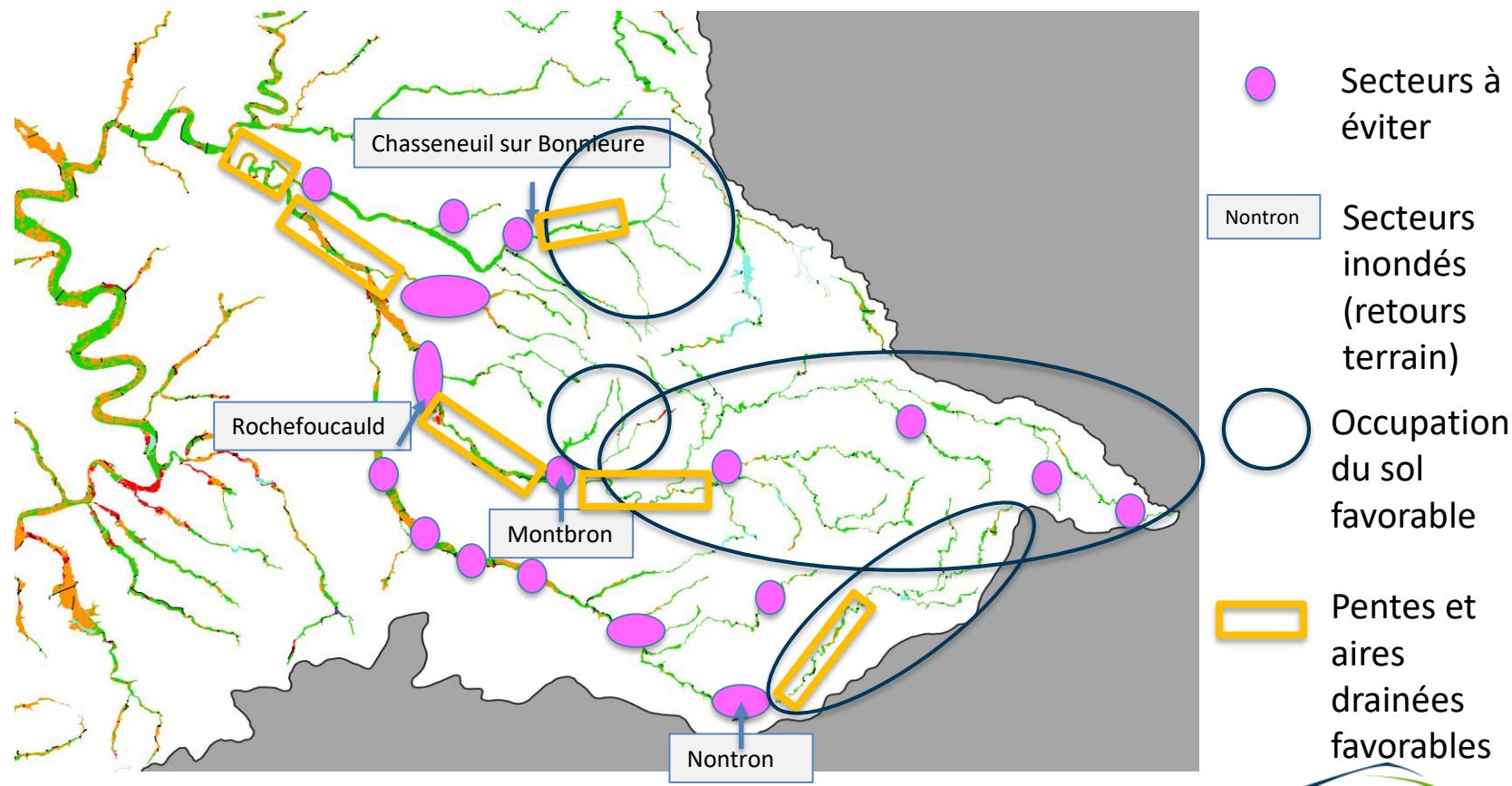
## 3.1 – Déphasage – Actions locales

Identification des sites propices au ralentissement dynamique



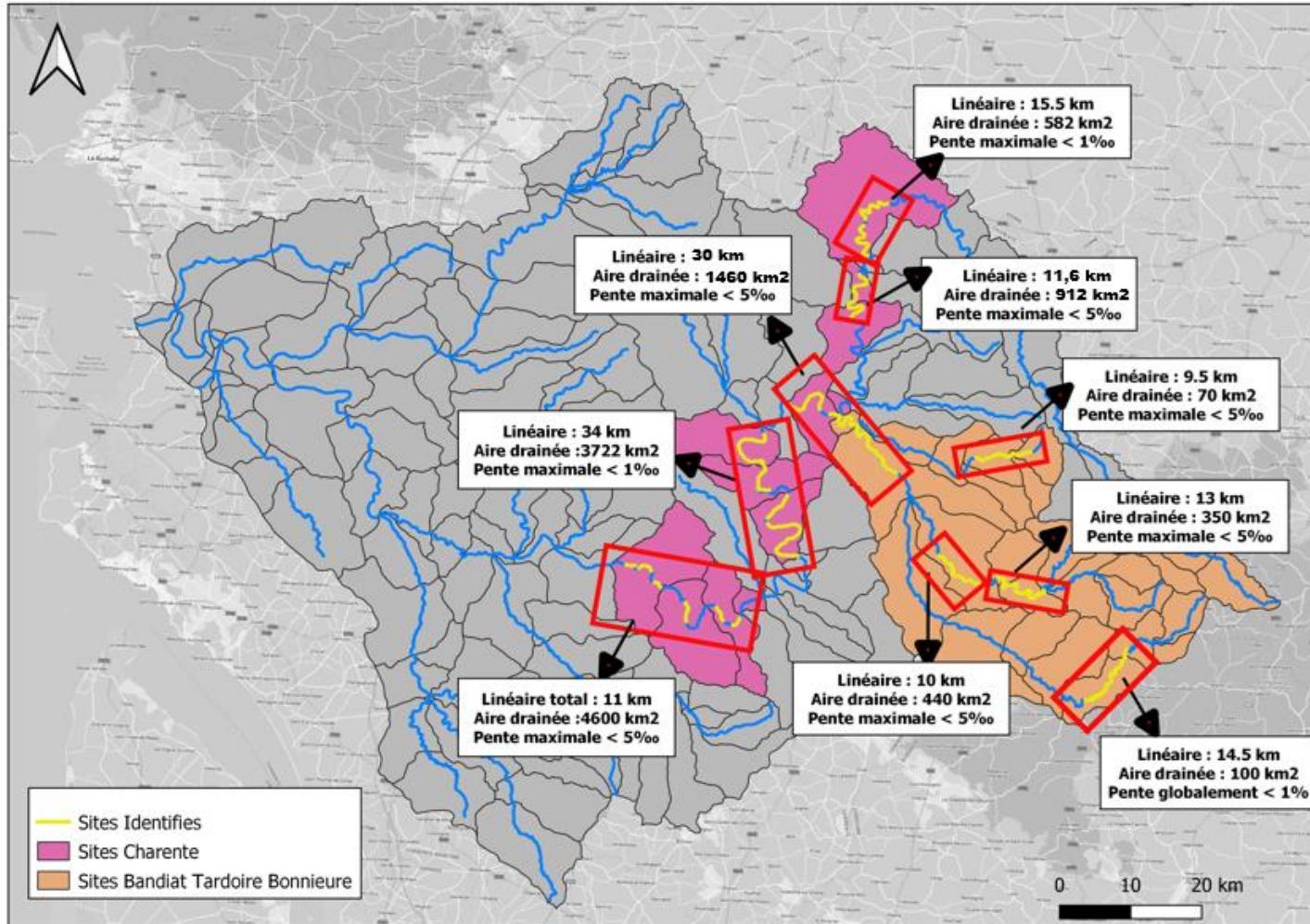
## 3.1 – Déphasage – Actions locales

Identification des sites propices au ralentissement dynamique



## 3.1 – Déphasage – Actions locales

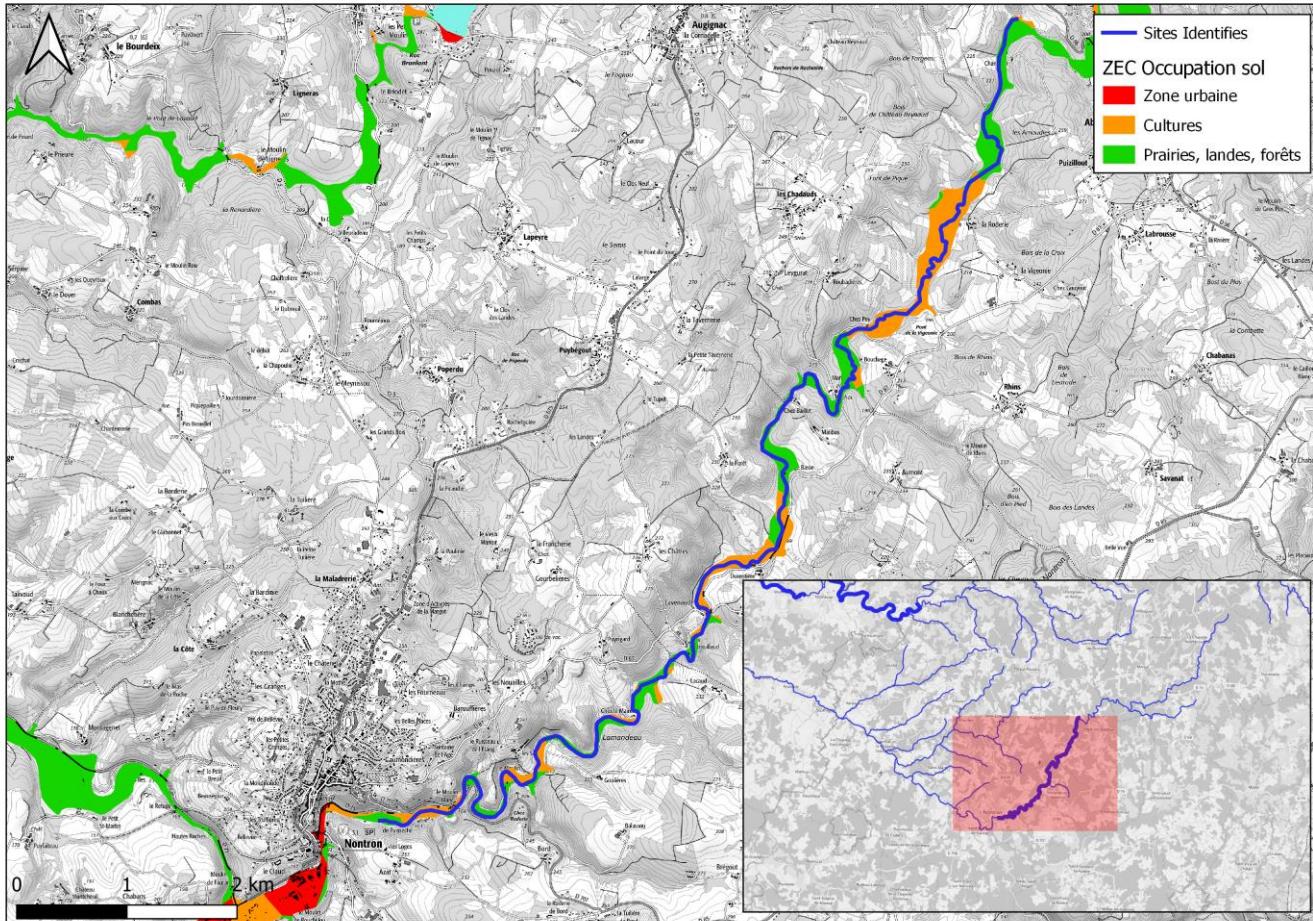
Identification des sites propices au ralentissement dynamique



Soit 149 km de linéaire total

## 3.1 – Déphasage – Actions locales

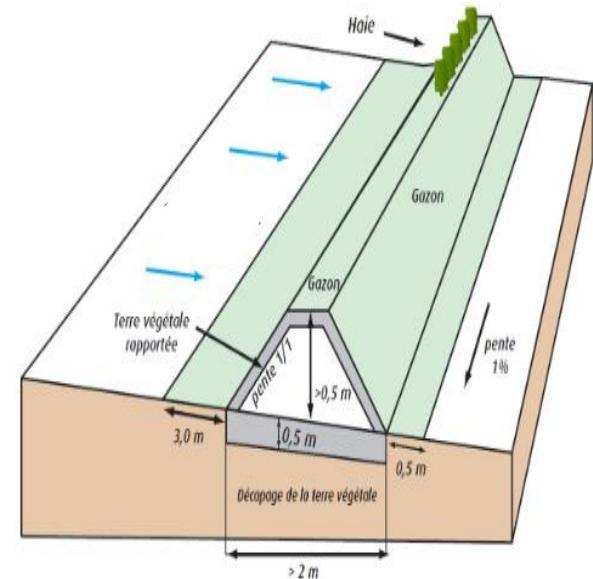
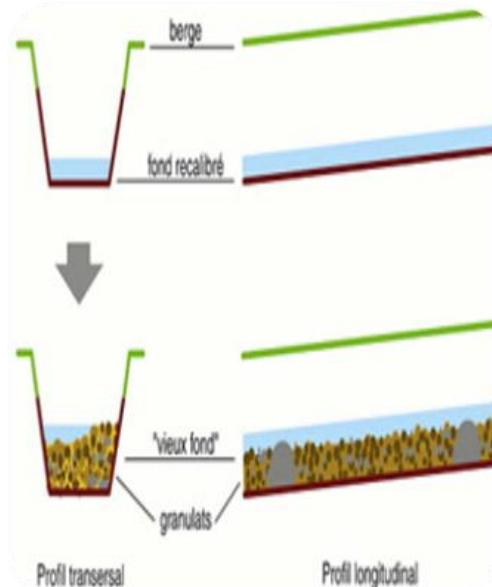
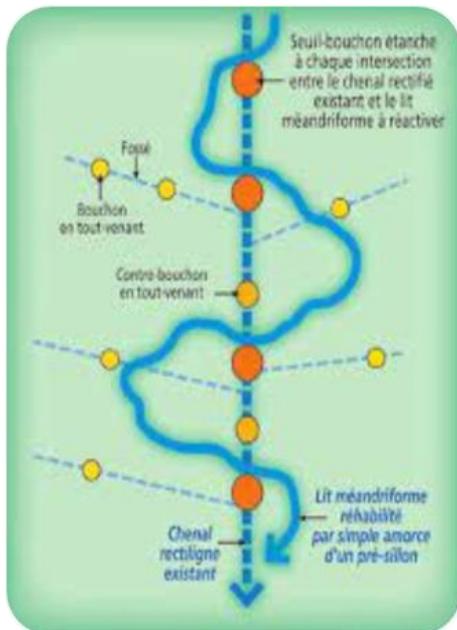
### Exemple site - Bandiat



14,5 km de linéaire  
Aire drainée : 100 km<sup>2</sup>  
Pente globalement  
< 1%

## 3.1 – Déphasage – Actions locales

### Tests aménagements sur les sites présélectionnés



#### Reméandrage

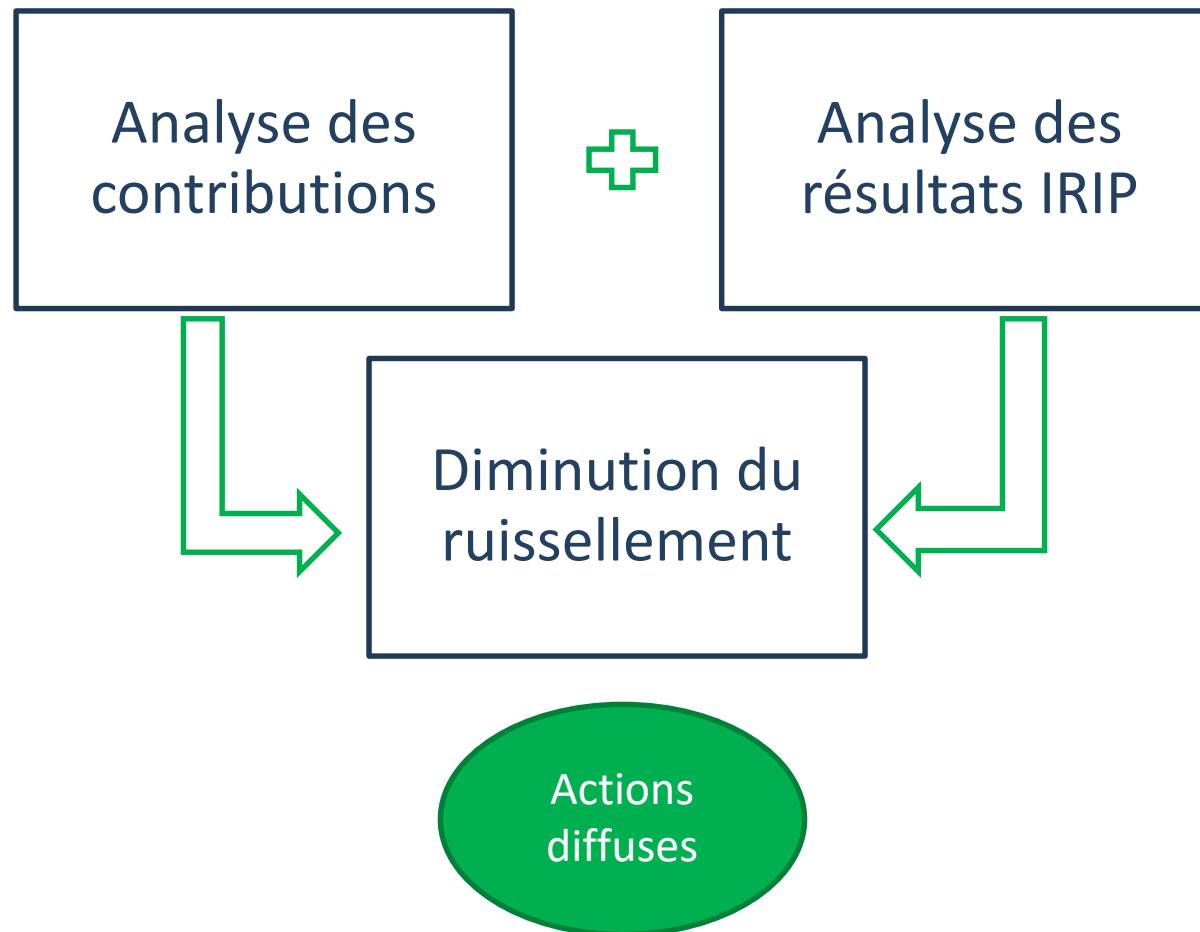
(à priori non pertinent sur les sites sélectionnés)

#### Rechargement alluvionnaire

#### Frein en lit majeur

## 3.2 – Ruissellement – Actions diffuses

Démarche



## 3.2 – Ruissellement - Actions diffuses

Analyse des contributions relatives - Priorisation des actions

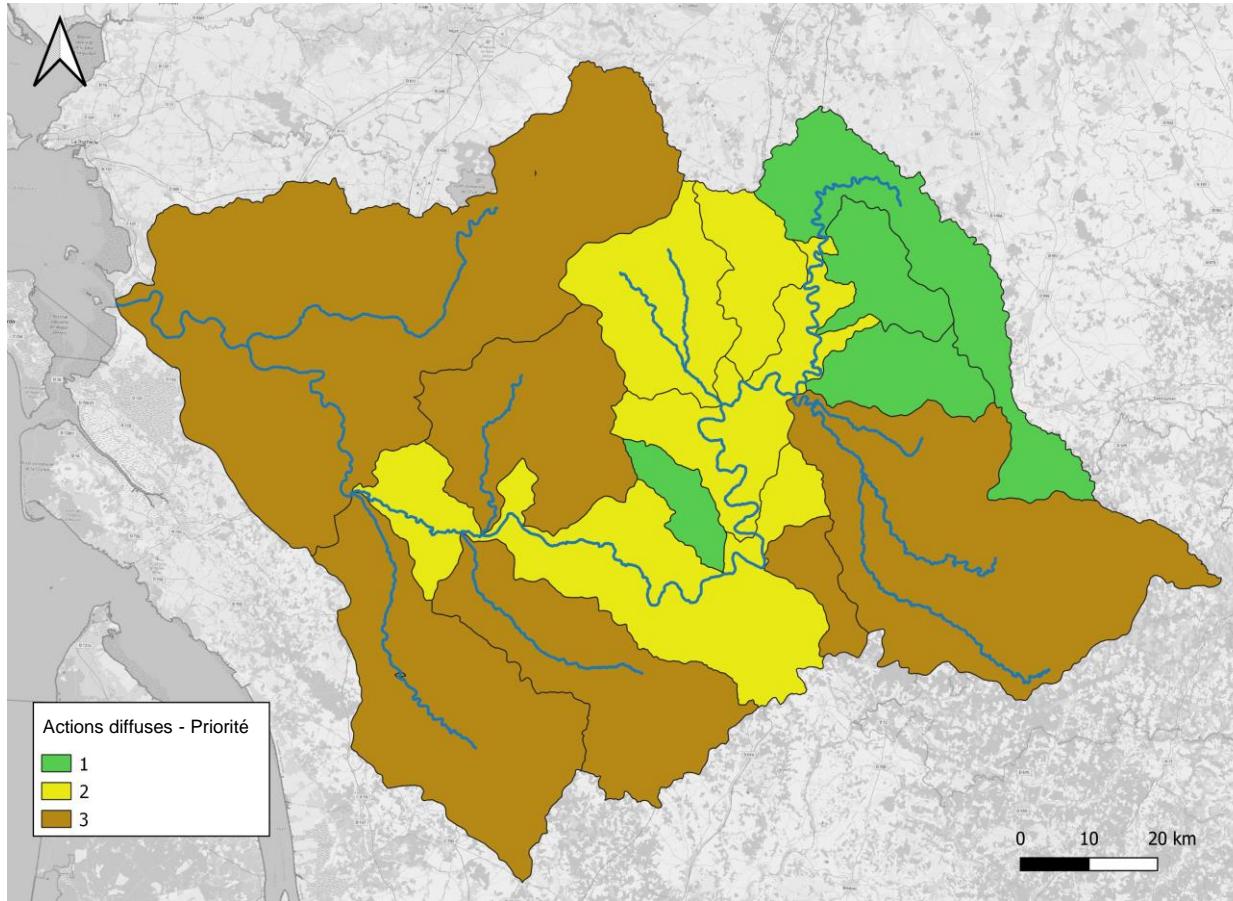
=> Recherche des secteurs les plus contributeurs au pic de crue de la Charente

Secteurs		1982	2007	2021	Indicateur contribution	Actions diffuses
Vindelle	1	Charente amont	107%	95%	153%	118,33%
	2	P/L/A	152%	179%	148%	159,67%
	3	Son-Sonnette	118%	140%	92%	116,67%
	4	B/T/B	70%	106%	83%	86,33%
	5	Péruse Bief	89%	70%	113%	90,67%
	6	Aume couture	140%	63%	101%	101,33%
	7	Charente Vouleme Vindelle	114%	95%	68%	92,33%
Saintes	8	Touvre	166%	344%	221%	243,67%
	9	Nouère	110%	149%	141%	133,33%
	10	Charente aval	104%	126%	94%	108,00%
	11	Né	93%	83%	91%	89,00%
	12	Antenne Soloire	115%	74%	78%	89,00%
	13	Seugne	81%	81%	103%	88,33%

$$\text{Indicateur contribution relative} = \frac{\sum \% \text{ contribution relative}}{3}$$

## 3.2 – Ruissellement - Actions diffuses

### Actions diffuses – Secteurs prioritaires



## 3.2 – Ruissellement - Actions diffuses

Actions sur la production - Solutions proposées

Limiter le ruissellement par les pratiques culturales



Mise en place de haies, bandes boisées



Promouvoir un maximum de surface à faible coefficient de ruissellement

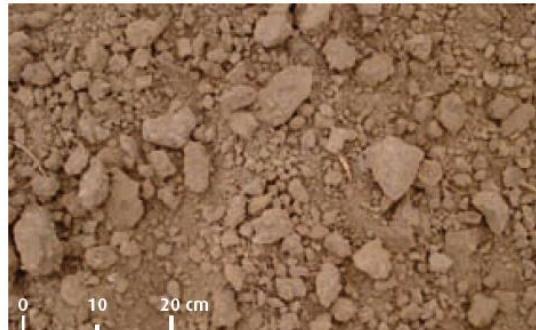


## 3.2 – Ruissellement - Actions diffuses

### Actions sur la production – Pratiques culturales

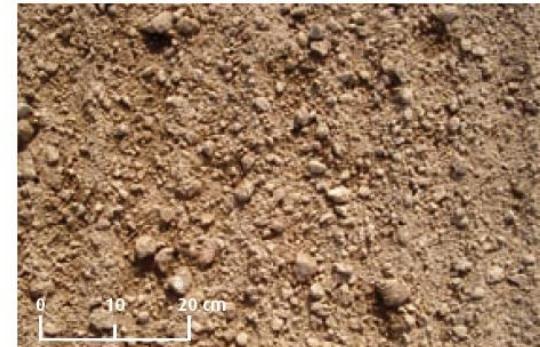
Travail du sol en conservant une forte proportion de mottes entre 1 et 3 cm, ainsi que des cavités permettant la rétention d'eau

Idéal



Suffisamment motteux au semis

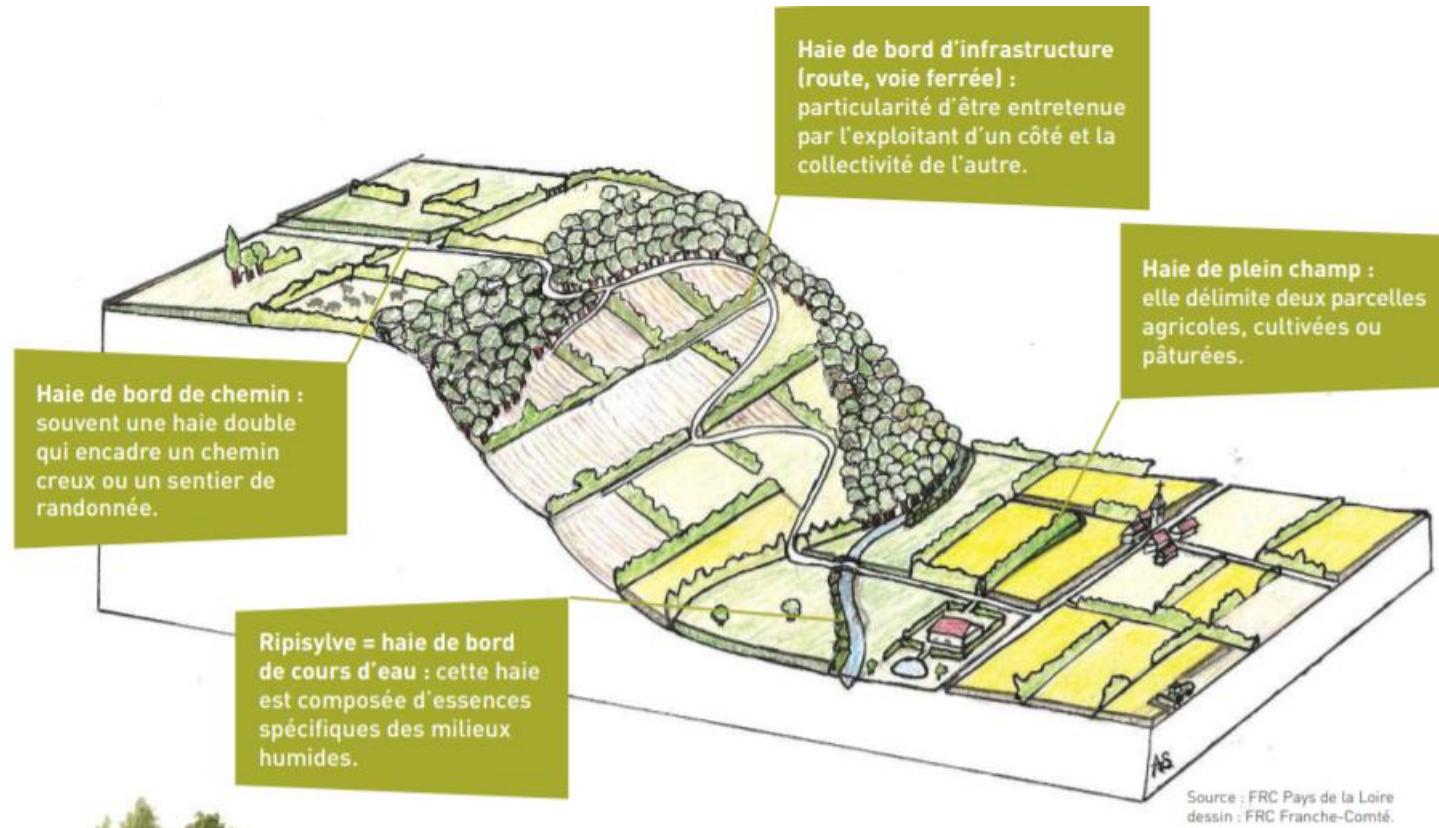
A éviter



Trop affiné au semis

## 3.2 – Ruissellement - Actions diffuses

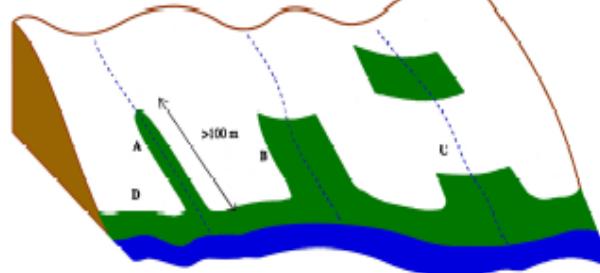
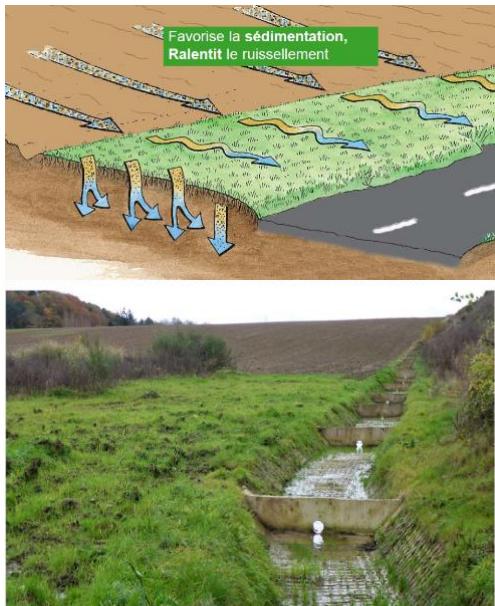
### Actions sur la production – Haies interparcelaires



## 3.2 – Ruissellement - Actions diffuses

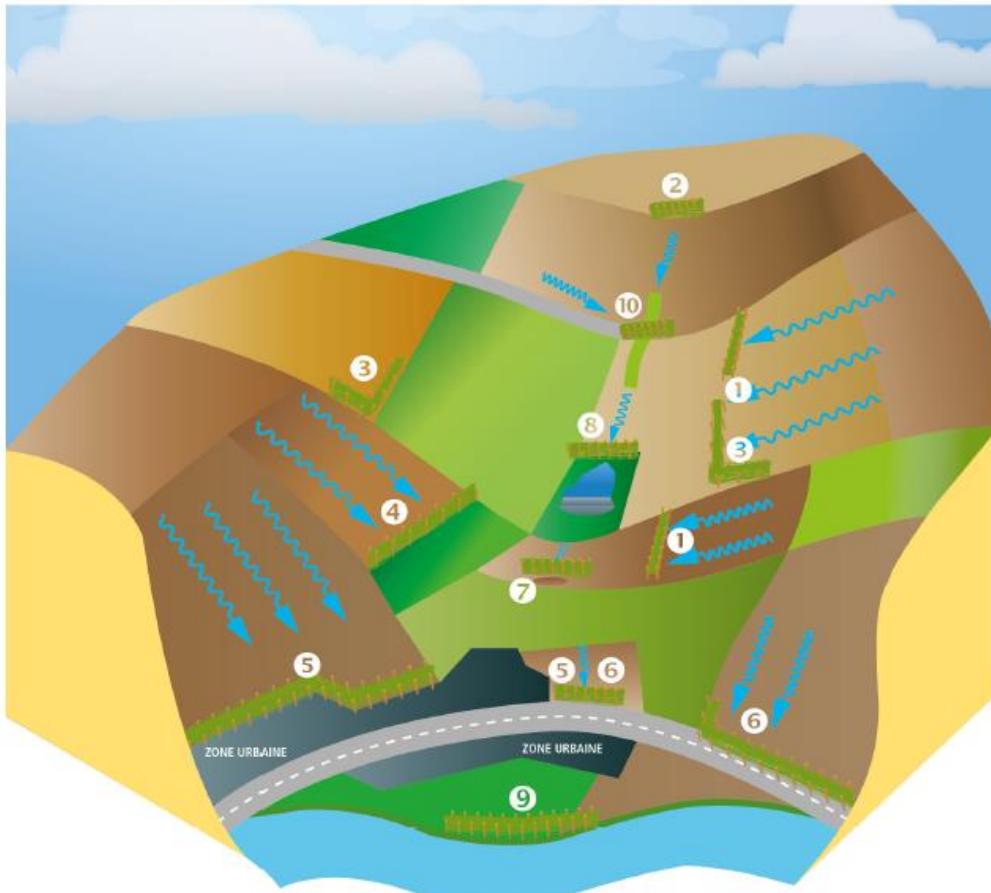
### Actions sur le transfert - Solutions proposées

- Mise en place d'aménagements pour ralentir le transfert sur les axes où il est important
- Sursemer dans l'axe d'écoulement pour limiter l'arrachement des particules au sol
- Mise en place de chenaux enherbés dans les talwegs



## 3.2 – Ruissellement - Actions diffuses

### Actions sur le transfert– Positionnement des haies

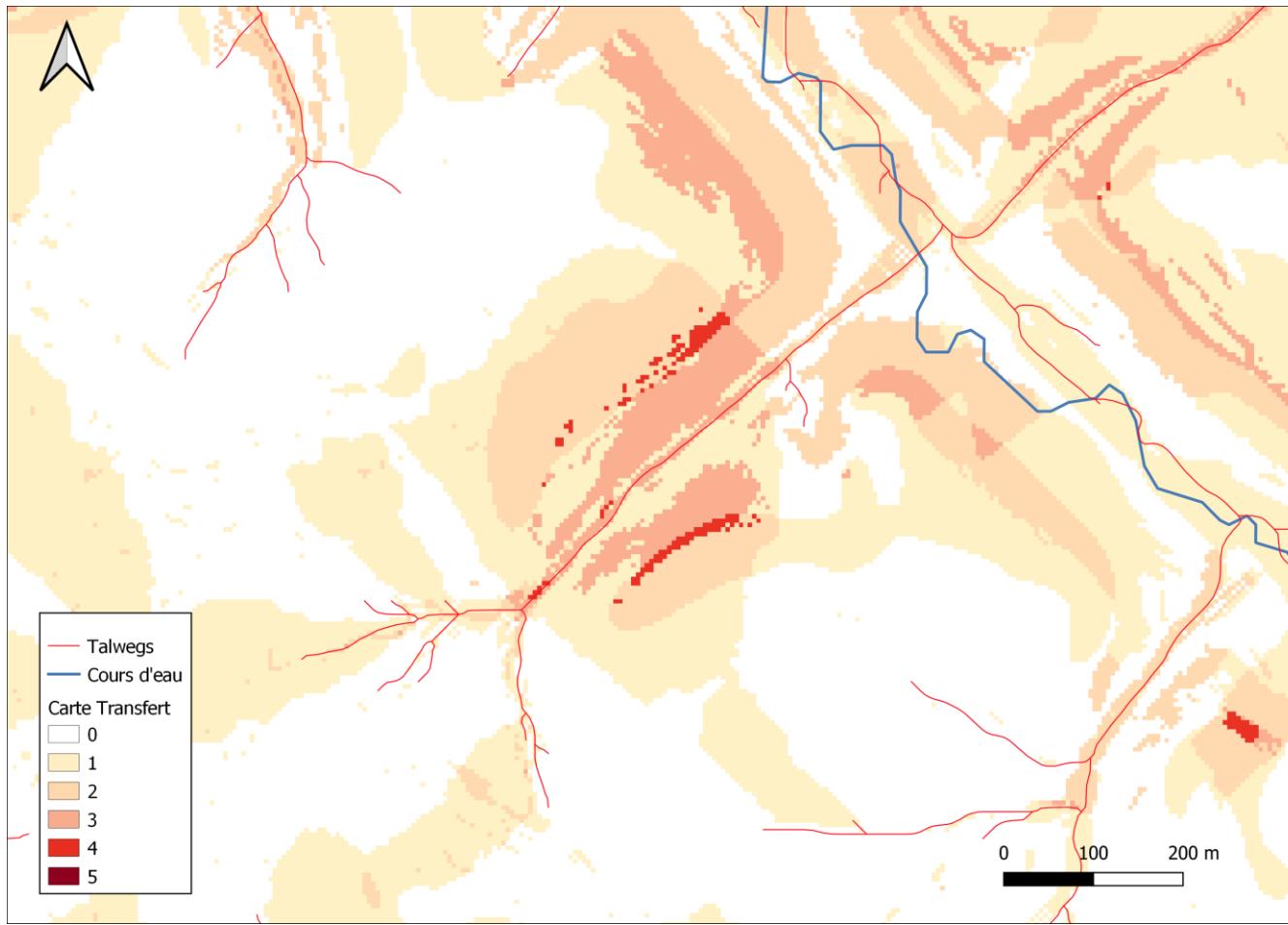


- ① Au pied des versants de pente > 5 % qui souffrent d'érosion en rigole
- ② Perpendiculaire à un axe de ruissellement
- ③ En coin de parcelle
- ④ A l'interface entre parcelle cultivée et prairie
- ⑤ En protection rapprochée d'une zone urbaine
- ⑥ En protection rapprochée d'une route
- ⑦ En protection rapprochée d'une bêteoire (puits karstique)
- ⑧ En protection rapprochée d'un ouvrage de réduction des inondations
- ⑨ En renforcement d'une bande enherbée le long de la rivière
- ⑩ En association avec une bande enherbée de talweg

Source : AREAS

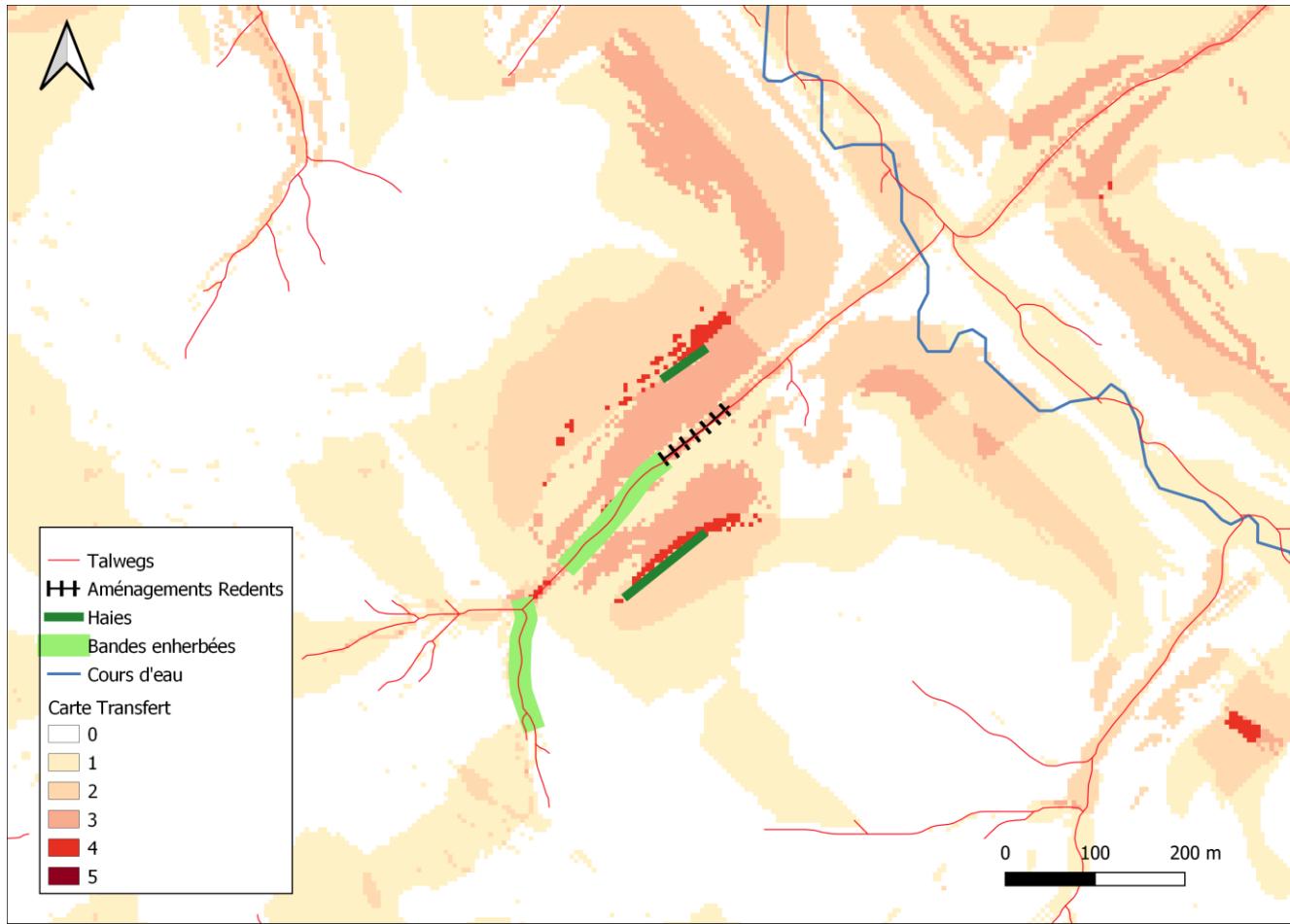
## 3.2 – Ruissellement - Actions diffuses

Actions sur le transfert – Exemple d’application



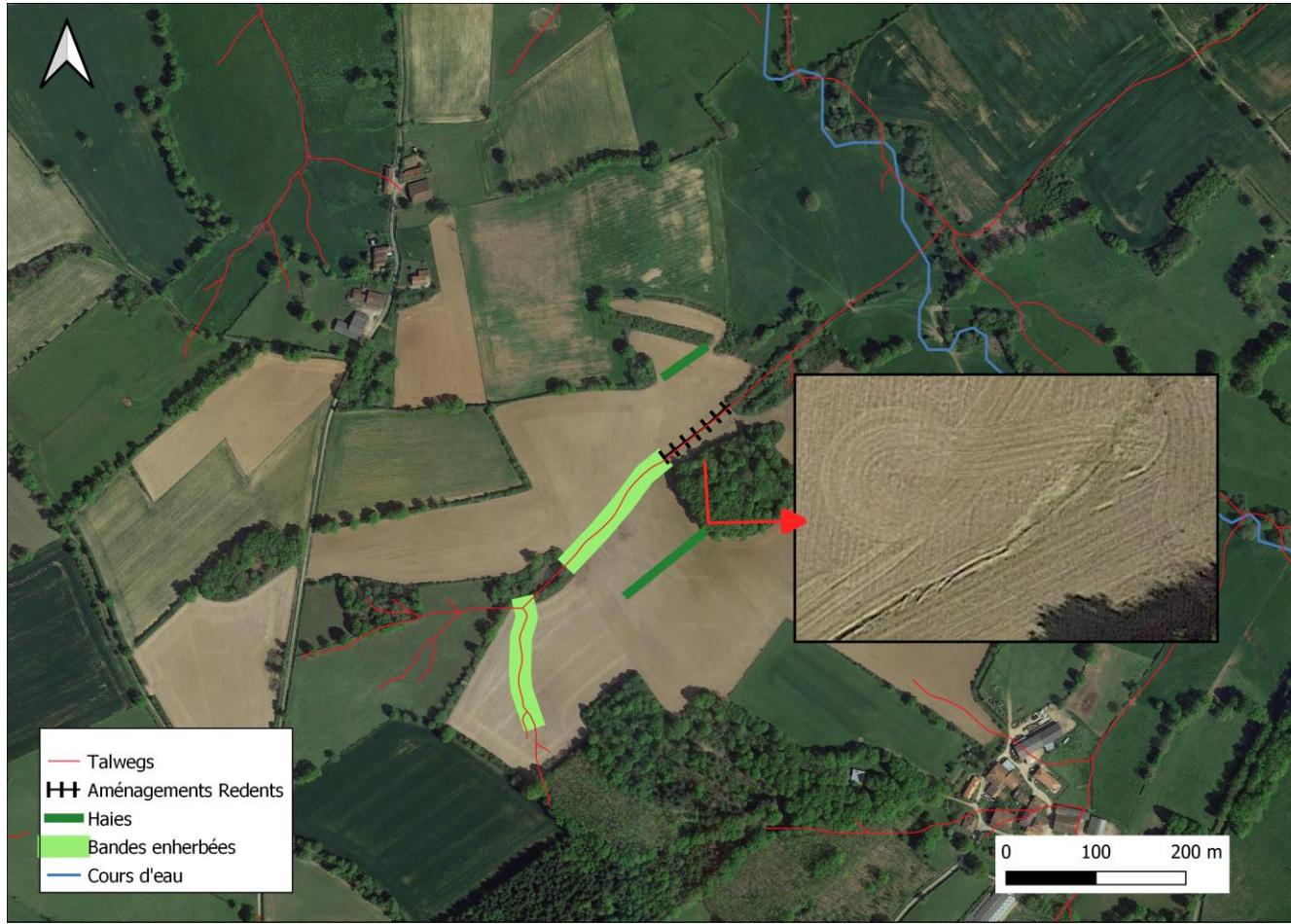
## 3.2 – Ruissellement - Actions diffuses

Actions sur le transfert – Exemple d’application



## 3.2 – Ruissellement - Actions diffuses

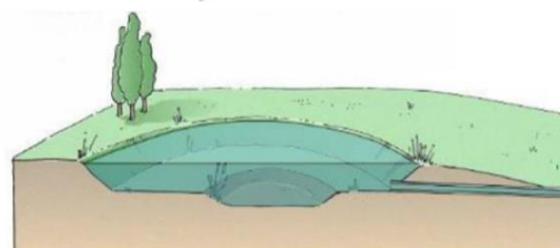
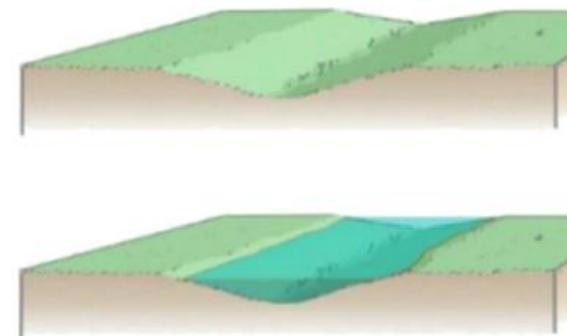
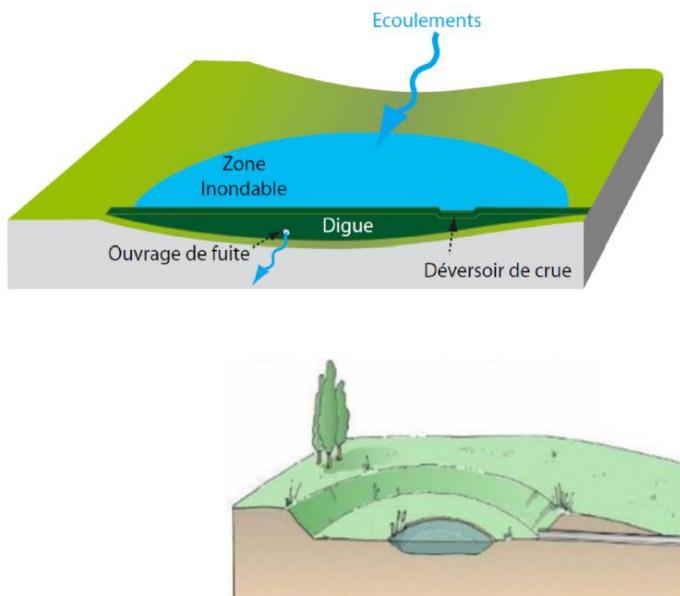
Actions sur le transfert – Exemple d’application



## 3.2 – Ruissellement - Actions diffuses

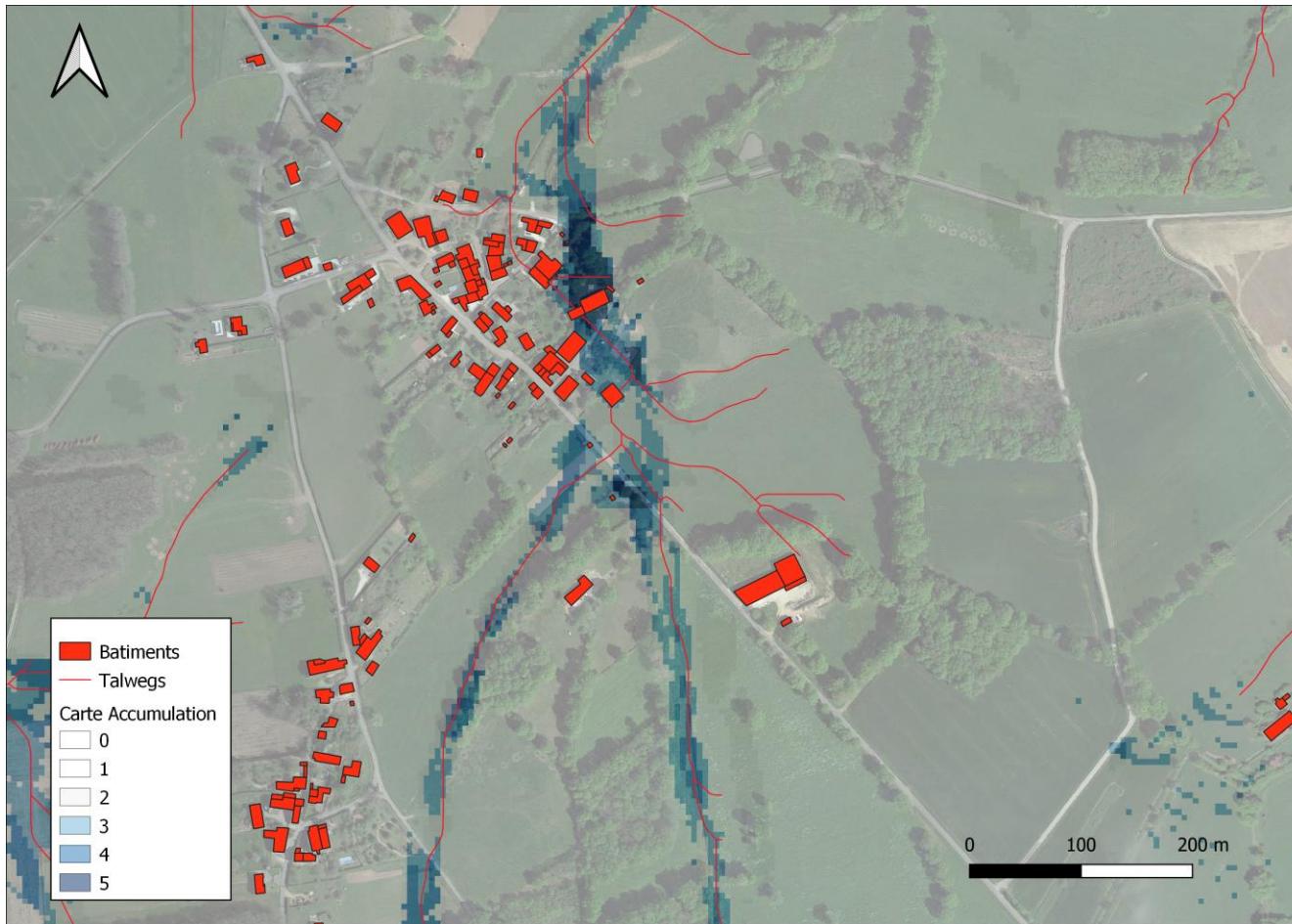
### Actions sur l'accumulation – Solutions proposées

- Mise en place d'aménagements de stockage (bassins, noues, zones d'immersion temporaire) en amont des secteurs à enjeux
- Préservation des zones humides



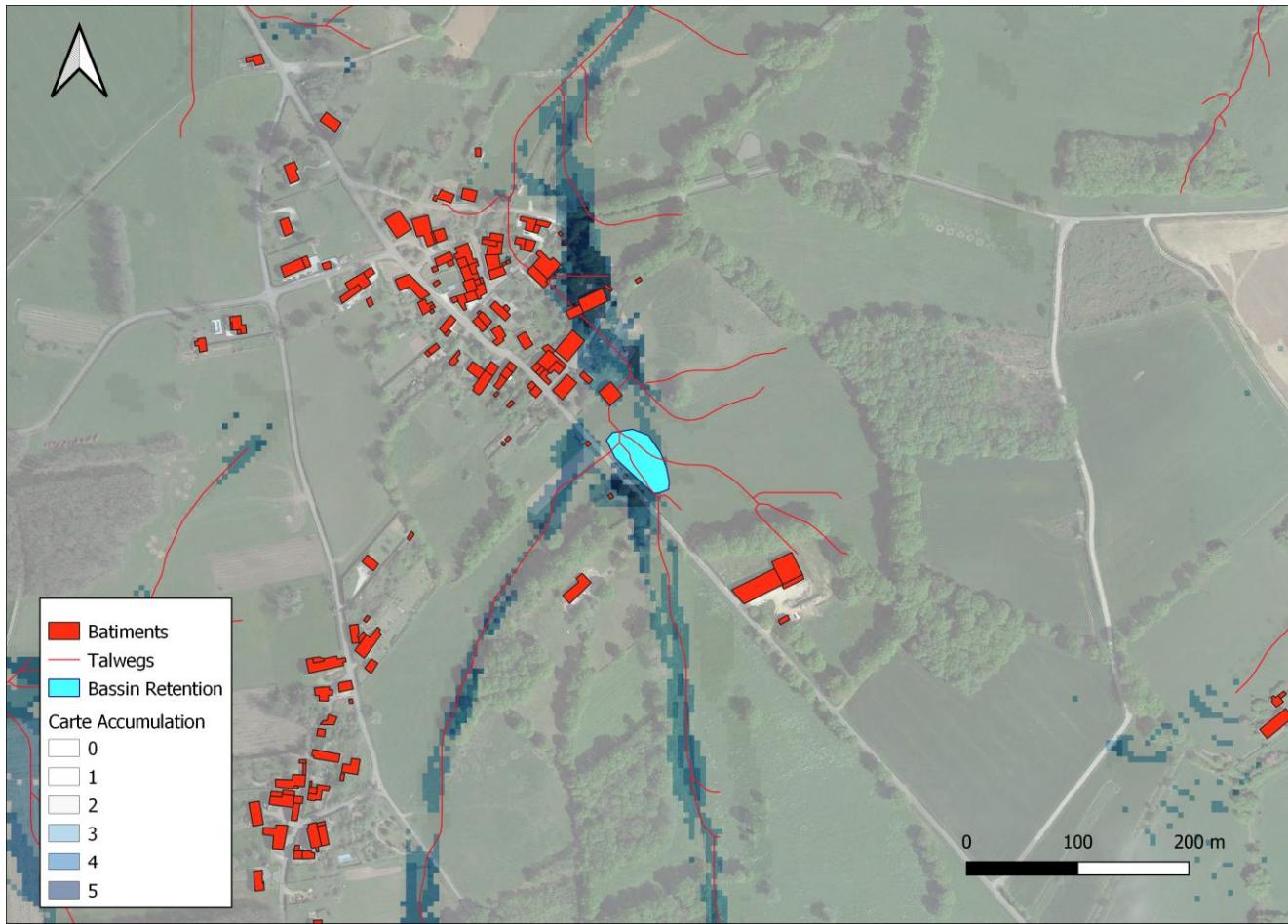
## 3.2 – Ruissellement - Actions diffuses

Actions sur l'accumulation – Exemple d'application



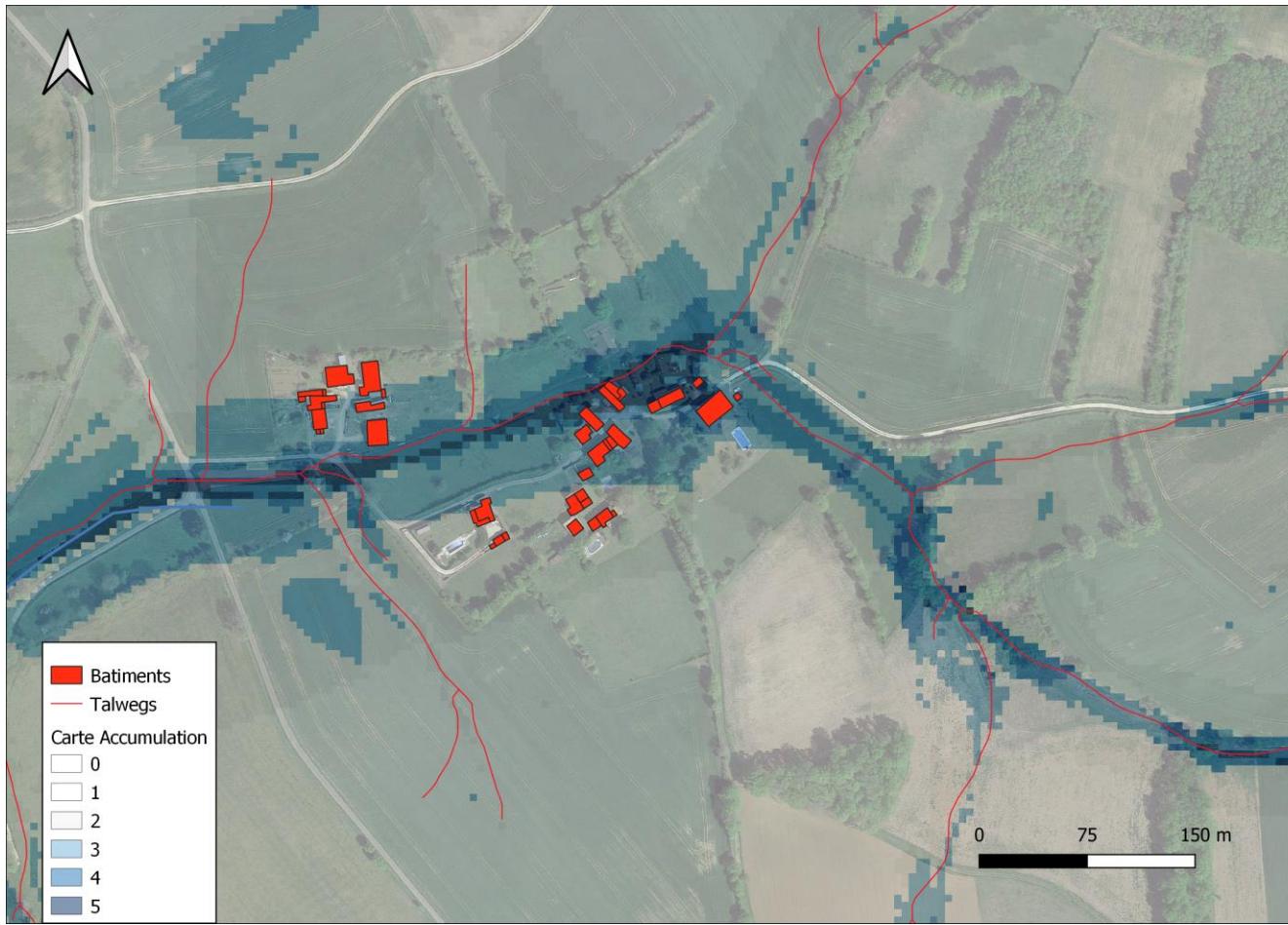
## 3.2 – Ruissellement - Actions diffuses

Actions sur l'accumulation – Exemple d'application



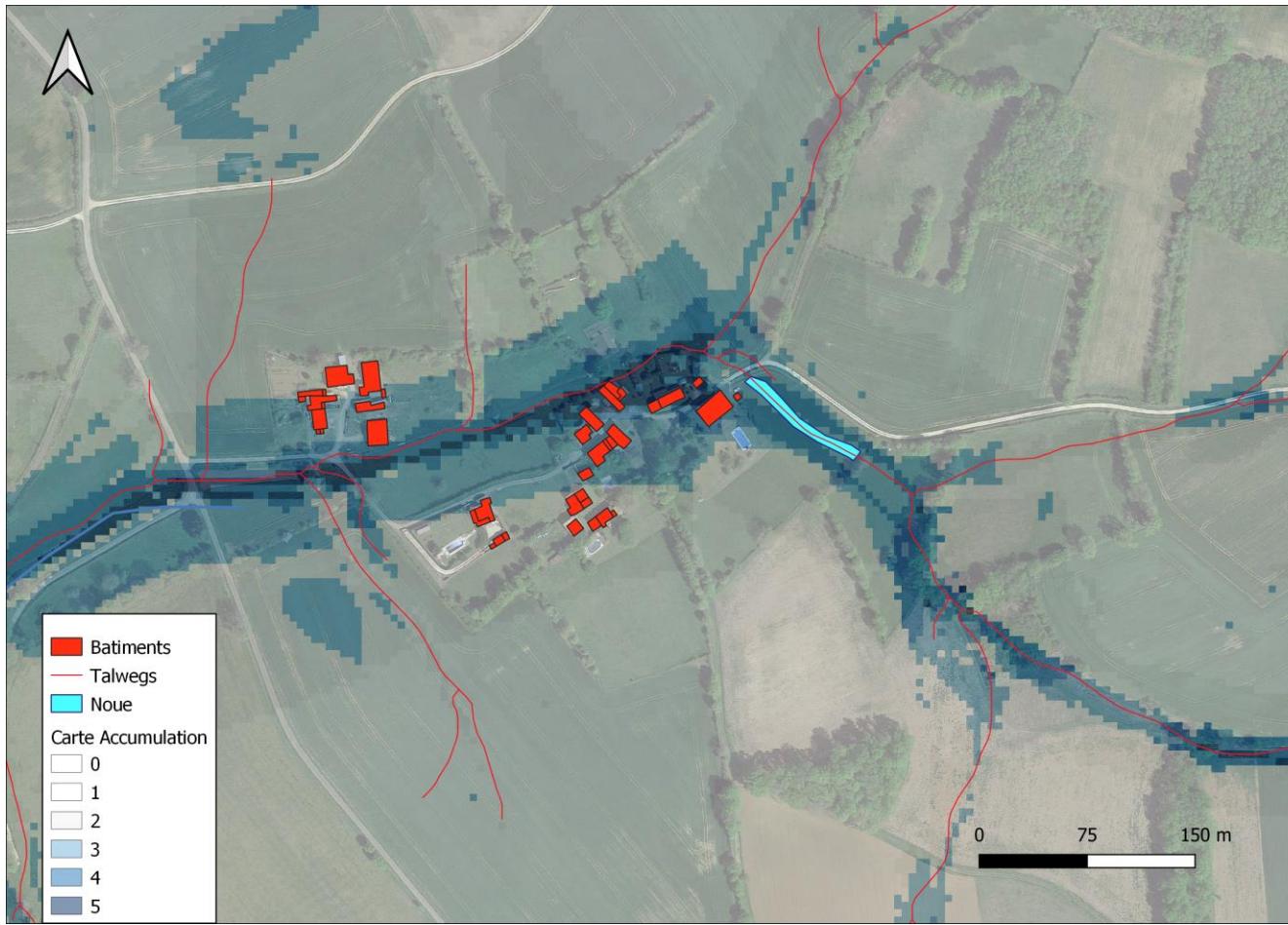
## 3.2 – Ruissellement - Actions diffuses

Actions sur l'accumulation – Exemple d'application

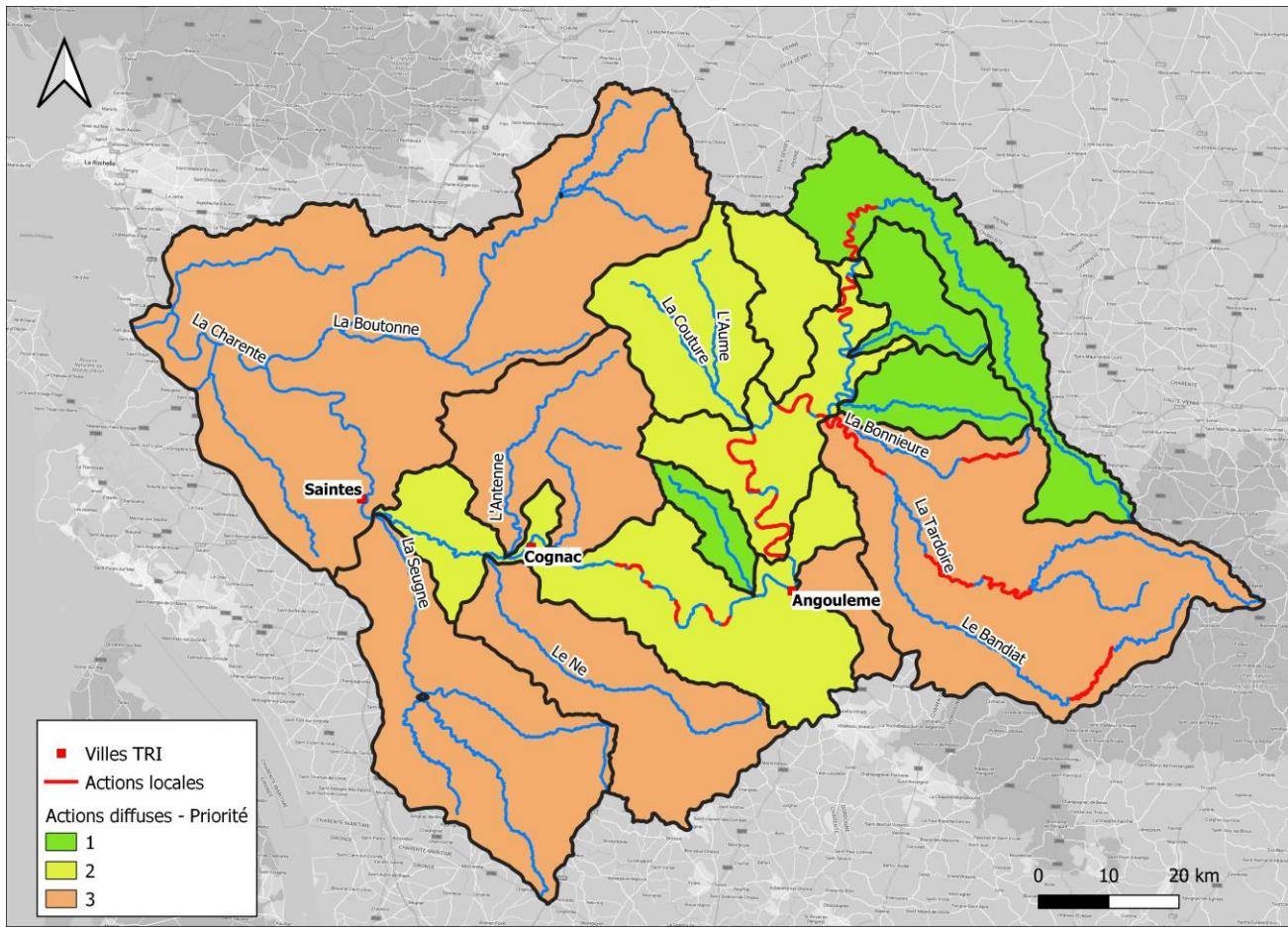


## 3.2 – Ruissellement - Actions diffuses

Actions sur l'accumulation – Exemple d'application



# Synthèse des propositions de ralentissement dynamique



4

## Modélisations des solutions d'aménagement

## 4.1 – Scénarios modélisés

### ■ Actions locales :

- Rechargement alluvionnaire (Bandiat Tardoire Bonnieure) : comblement d'une partie de la section d'écoulement (comblement inférieur à 50% de la section sur les linéaires considérés), et à 80% sur le linéaire de la Bonnieure
- Ralentissement en lit majeur (Charente, Bandiat Tardoire Bonnieure) : augmentation des frottements (Manning 0.2 et 0.5),
- Rechargement alluvionnaire & ralentissement lit majeur,

### ■ Actions diffuses :

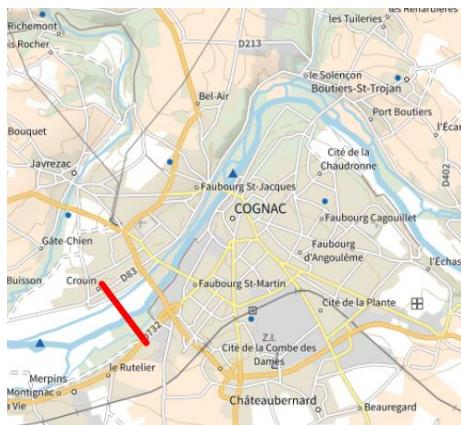
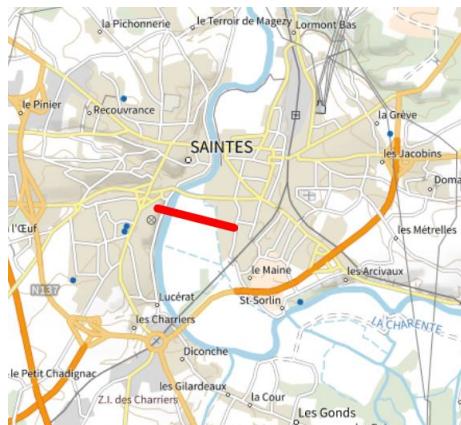
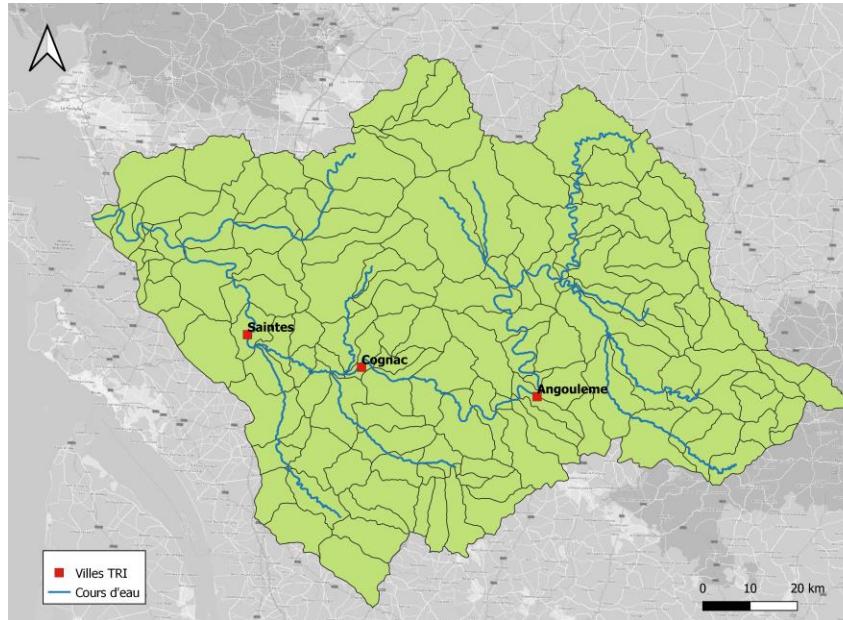
- Action sur l'occupation des sols (diminution du ruissellement) : baisse des coefficients de ruissellement dans le modèle pluie/débit,

### ■ Actions diffuses & locales : rechargement alluvionnaire, ralentissement en lit majeur et action sur l'occupation des sols

## 4.1 – Scénarios modélisés

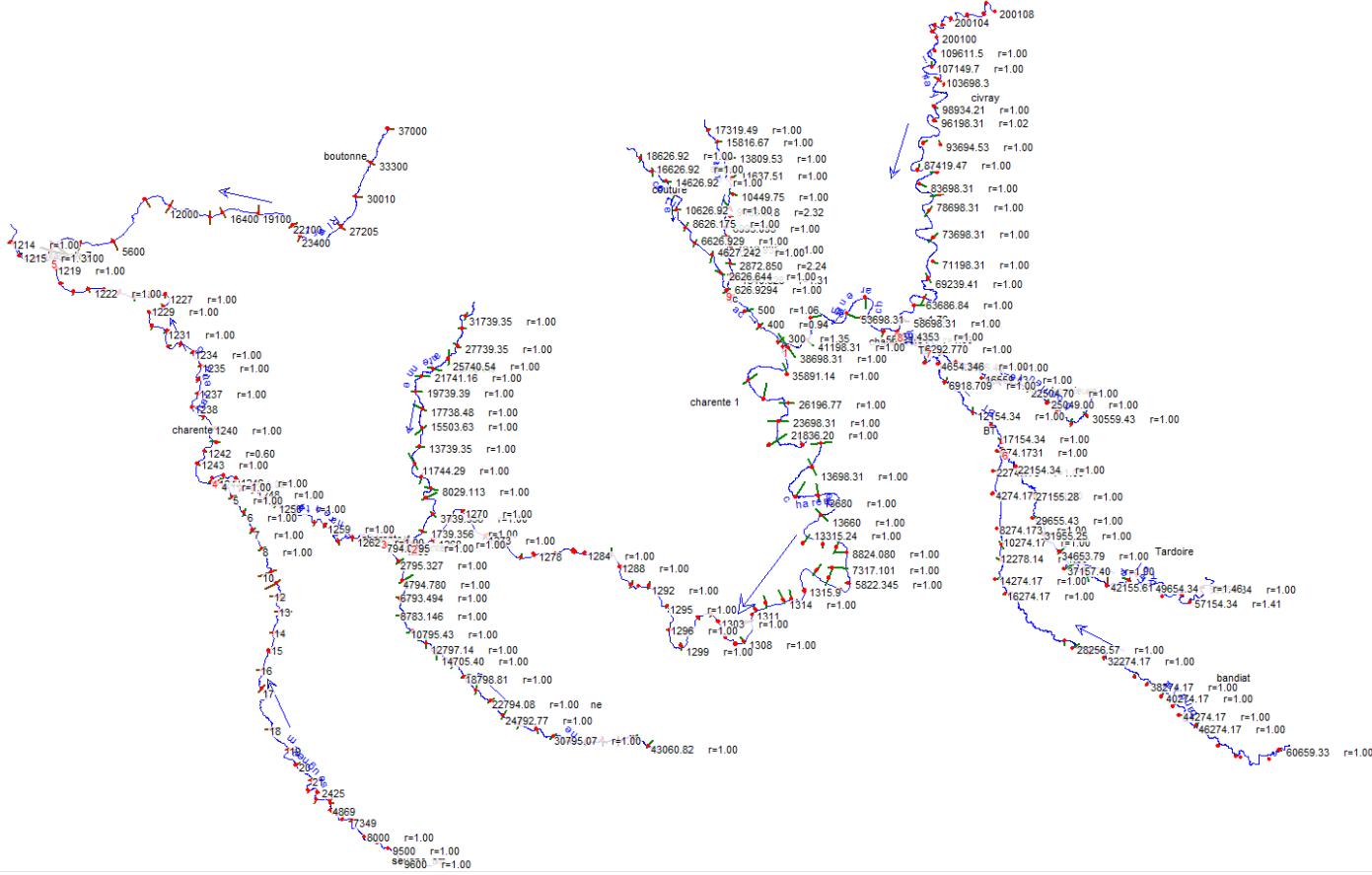
### Observation des impacts

- Angoulême : aval du pont Saint-Cybard, rue de Saintes,
- Cognac : aval du pont de la RN. 141,
- Saintes : amont du pont de l'avenue de Saintonge : D. 24.



# 4.1 – Scénarios modélisés

## Modélisation HEC RAS



## 4.2 – Impact des actions locales

### ■ Impact en mètre au niveau du TRI :

- Frein en lit majeur (Charente et Bandiat Tardoire Bonnieure) : Manning 0.2

	Saintes	Cognac	Angoulême
<b>1982</b>	-0.06	-0.07	-0.09
<b>2007</b>	-0.03	-0.05	-0.08
<b>2021</b>	-0.04	-0.05	-0.04

- Frein en lit majeur forcé (Charente et Bandiat Tardoire Bonnieure) : Manning 0.5

	Saintes	Cognac	Angoulême
<b>1982</b>	-0.09	-0.11	-0.15
<b>2007</b>	-0.06	-0.07	-0.15
<b>2021</b>	-0.07	-0.08	-0.08

## 4.2 – Impact des actions locales

### ■ Impact en mètre au niveau du TRI :

- Frein en lit majeur (Charente seulement) : Manning 0.5

	Saintes	Cognac	Angoulême
1982	-0.09	-0.11	-0.15
2007	-0.05	-0.07	-0.14
2021	-0.06	-0.07	-0.06

- Frein en lit majeur forcé (Charente amont de Mansle seulement) : Manning 0.5

	Saintes	Cognac	Angoulême
1982	0	-0.01	-0.01
2007	0	-0.01	-0.01
2021	0	0	-0.01



Pas d'intérêt à agir  
seulement sur ce secteur

- Frein en lit majeur forcé (Bandiat Tardoire Bonnieure) : Manning 0.5

	Saintes	Cognac	Angoulême
1982	0	-0.01	-0.02
2007	-0.01	-0.01	-0.03
2021	-0.01	-0.01	-0.02



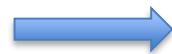
Pas d'intérêt à agir  
seulement sur ce  
secteur

## 4.2 – Impact des actions locales

### ■ Impact en mètre au niveau du TRI :

- Rechargement alluvionnaire sur Bandiat Tardoire Bonnieure (inférieur à la moitié de section) :

	Saintes	Cognac	Angoulême
1982	0.00	0.00	0.00
2007	0.00	0.00	0.00
2021	0.00	0.00	0.00



Absence d'impact

- Rechargement alluvionnaire sur Bandiat Tardoire (inférieur à la moitié de section) et rechargement à 80% de tout le linéaire de la Bonnieure :

	Saintes	Cognac	Angoulême
1982	0.00	0.00	0.00
2007	0.00	0.00	0.00
2021	0.00	0.00	0.00



Absence d'impact

## 4.3 – Impact des actions diffuses

Estimation de l'effet de ces actions sur le paramètre de ruissellement

- Reprise modèle hydrologique en modifiant le paramètre de ruissellement (Curve Number CN) : possible par modification d'occupation des sols ou adaptation de pratiques culturelles
- Estimation de la diminution du CN en fonction de la surface convertie :
  - Pour un bassin de 20 km<sup>2</sup> de surface cultivée : CN 78
  - Pour un bassin de 19 km<sup>2</sup> de surface cultivée (CN 78) + 1km<sup>2</sup> de forêt (CN30) : CN 75,6

Aménagement sur 5% de surface  Diminution du CN de 3%

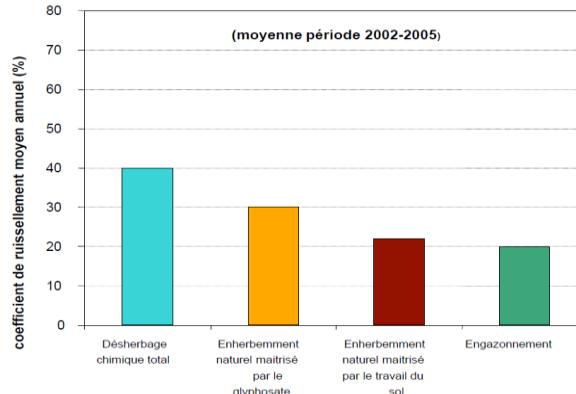
➤ Pour un bassin de 18.8 km<sup>2</sup> de surface cultivée (CN 78) + 1,2km<sup>2</sup> de prairie (CN40) : CN 75,7

Aménagement sur 6.2% de surface  Diminution du CN de 3%

## 4.3 – Impact des actions diffuses

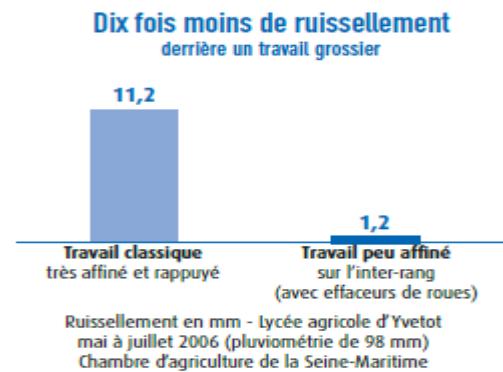
### Estimation de l'effet de ces actions sur le paramètre de ruissellement

- Retours d'expériences de l'effet des pratiques culturales sur le ruissellement (Sols viticoles) (Source : LISAH)



*Coefficient de ruissellement moyen annuel divisé par 2*

- Retours d'expériences de l'effet des pratiques culturales sur le ruissellement (céréales, maïs) (Source : AREAS)



## 4.3 – Impact des actions diffuses

### Résultats modélisations hydrologiques

- Hypothèse : baisse du CN sur l'ensemble du BV de la Charente

Vindelle		Diminution du CN		
		3%	5%	10%
1982	Pourcentage de diminution du débit de pointe	2,5%	4,2%	8,7%
	Atténuation du débit de pointe (m3/s)	14,1	23,8	49,4
2007	Pourcentage de diminution du débit de pointe	5,2%	8,8%	17,2%
	Atténuation du débit de pointe (m3/s)	17,6	29,7	57,8
2021	Pourcentage de diminution du débit de pointe	3,6%	6,0%	12,3%
	Atténuation du débit de pointe (m3/s)	13,6	23	46,9

Saintes		Diminution du CN		
		3%	5%	10%
1982	Pourcentage de diminution du débit de pointe	2,3%	3,9%	8,0%
	Atténuation du débit de pointe (m3/s)	23,8	40,2	82,6
2007	Pourcentage de diminution du débit de pointe	4,3%	7,2%	14,1%
	Atténuation du débit de pointe (m3/s)	26,6	44,8	87,6
2021	Pourcentage de diminution du débit de pointe	3,8%	6,3%	12,7%
	Atténuation du débit de pointe (m3/s)	23,4	38,6	77,5

## 4.3 – Impact des actions diffuses

### Résultats modélisations hydrauliques

- Impact en mètre au niveau du TRI :
  - Modification de l'occupation du sol (3%) :

	Saintes	Cognac	Angoulême
1982	-0.06	-0.05	-0.05
2007	-0.10	-0.07	-0.07
2021	-0.08	-0.07	-0.05

## 4.3 – Impact des actions locales & diffuses

### Résultats modélisations hydrauliques

#### ■ Impact en mètre au niveau du TRI :

- Frein en lit majeur forcé (Charente & Bandiat Tardoire Bonnieure) et modification de l'occupation du sol :

	Saintes	Cognac	Angoulême
1982	-0.15	-0.16	-0.20
2007	-0.16	-0.14	-0.22
2021	-0.15	-0.15	-0.13



Les gains hydrauliques se cumulent

- Frein en lit majeur forcé (Charente & Bandiat Tardoire Bonnieure), rechargement alluvionnaire (Bandiat Tardoire Bonnieure) et modification de l'occupation des sols (BV entier, 3%) :

	Saintes	Cognac	Angoulême
1982	-0.15	-0.16	-0.20
2007	-0.16	-0.14	-0.22
2021	-0.15	-0.15	-0.13

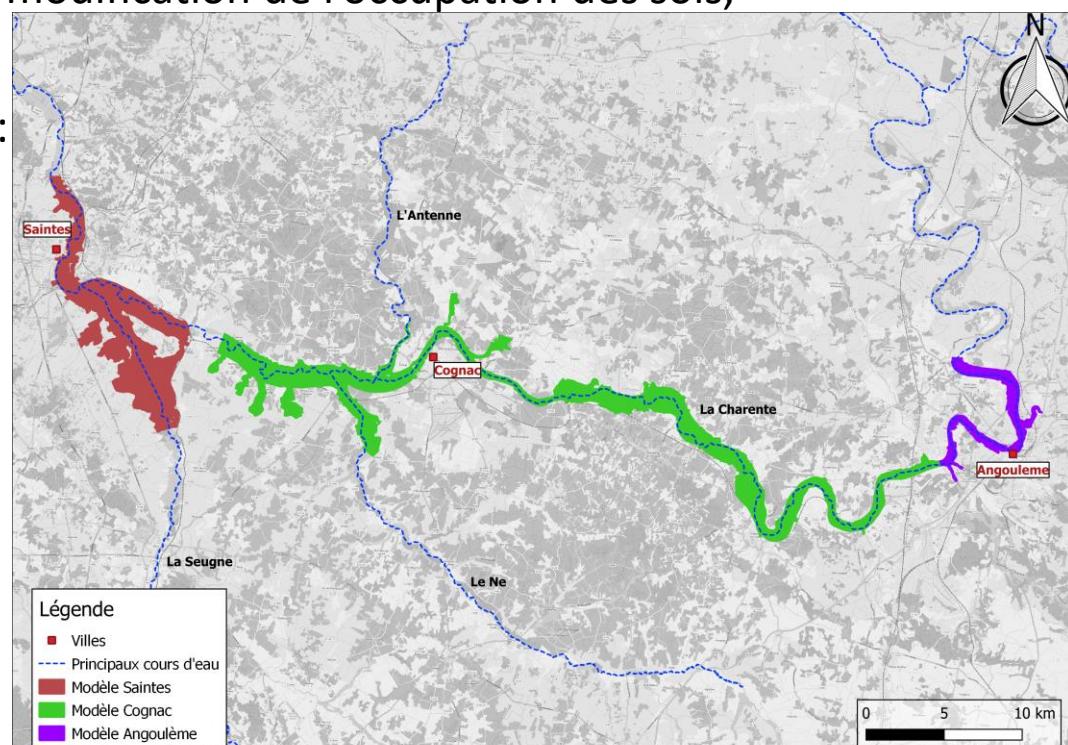


Le rechargement alluvionnaire n'améliore pas le résultat

## 4.4 – Traduction sur les enjeux

### Bâtiments hors zone inondable

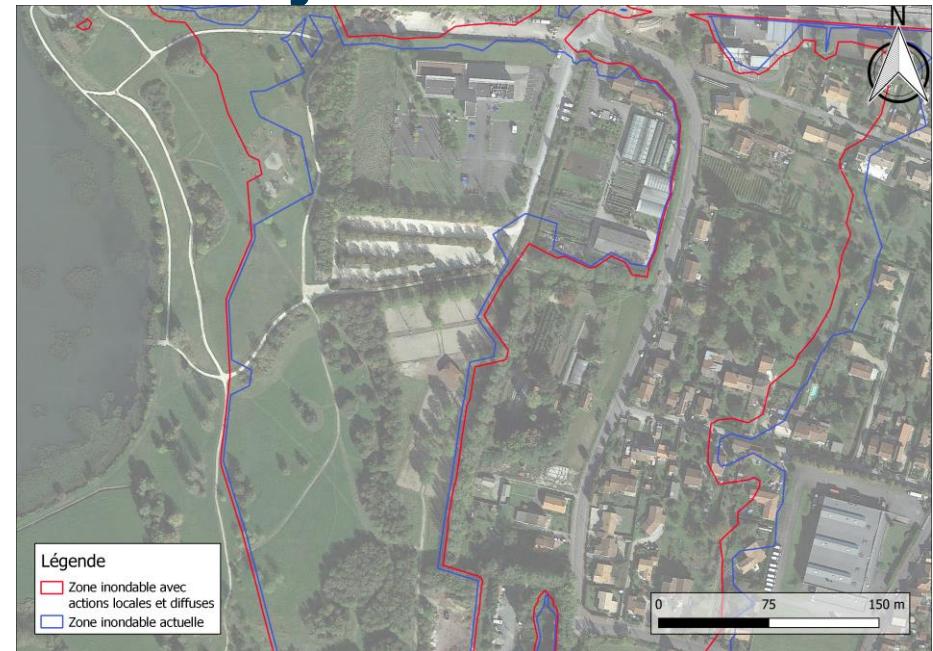
- Analyse des résultats des crues centennales (PPRI),
- Prise en compte de l'impact le plus important : frein en lit majeur forcé, rechargement alluvionnaire et modification de l'occupation des sols,
- Emprises des modèles utilisés :



## 4.4 – Traduction sur les enjeux

### Bâtiments hors zone inondable

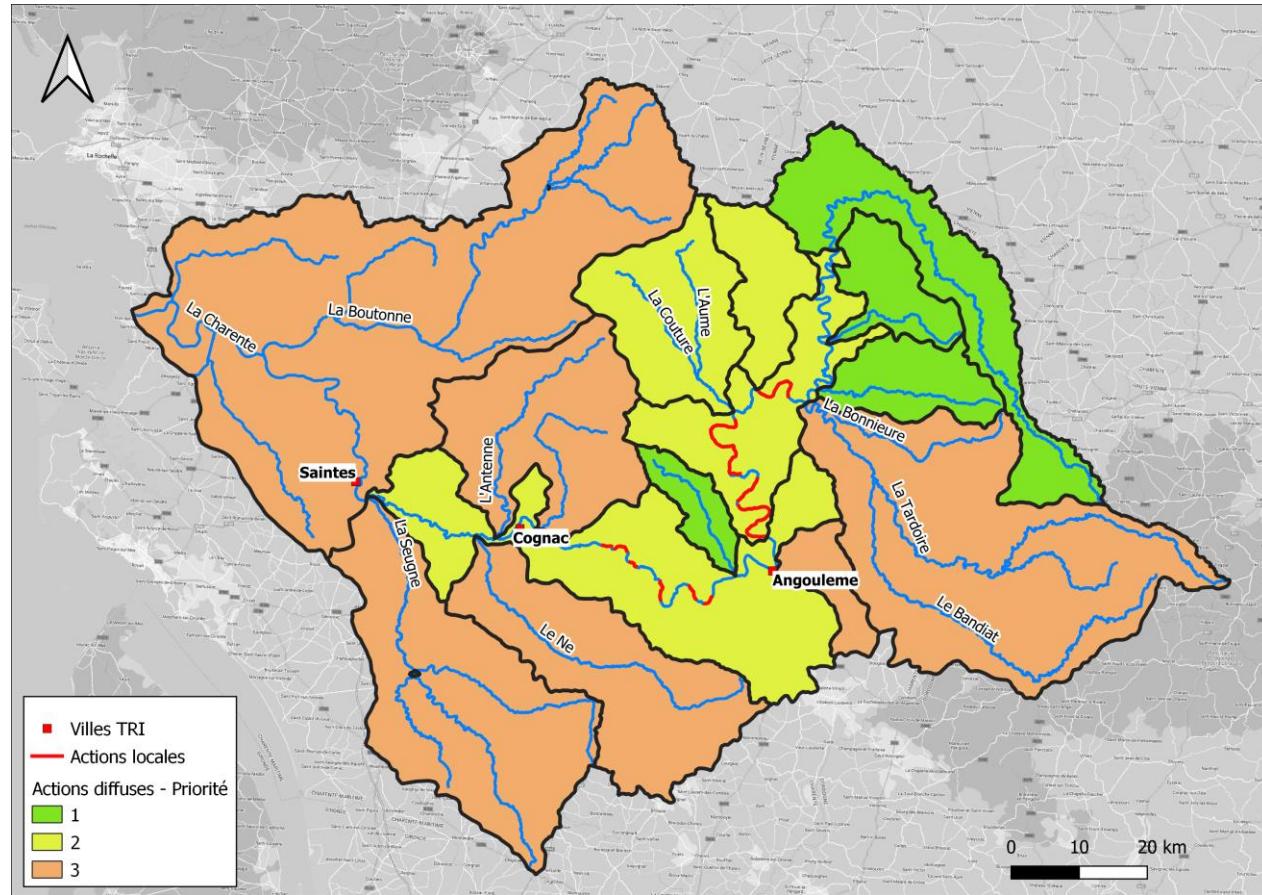
- Exemple de l'impact de l'abaissement :



- Impact de l'abaissement de la ligne d'eau sur le nombre de bâtiments (estimation) en zone inondable entre Saintes et Angoulême :

Modèle considéré	Baisse considérée (cm)	Bâtis concernés actuel	Bâtis concerné avec abaissement	Différence (%)	Différence (nombre)
Saintes	15	4021	3498	13.0	523
Cognac	15	4847	4127	14.9	720
Angoulême	20	1509	1272	15.7	237
Total		10377	8897	14.3	1480

# Conclusions sur la stratégie proposée



**Actions locales :**  
Charente seule (aval de Mansle)

**Actions diffuses:**  
multipliées sur  
l'ensemble du bassin  
versant

# Tranche optionnelle

Etude préliminaire d'aménagement des zones d'expansion des crues retenues

*Sous réserve de la décision du comité de pilotage*

Méthodologie proposée sur les sites sélectionnés :

- Concertation avec les acteurs locaux
- Pré-dimensionnement à l'aide de la modélisation 1D : reconquête de ZEC ou sur-inondation de ZEC
- Version finale simulée à l'aide de la modélisation 2D
- Analyse détaillée de chaque projet (critères hydraulique, financier, environnemental, foncier...)
- AMC / Analyse environnementale / étude sur l'activité agricole



[www.arteliagroup.com](http://www.arteliagroup.com)