

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



ETUDE DE RALENTISSEMENT DYNAMIQUE DES CRUES DU BASSIN DE LA CHARENTE

1 – Rappels hydrologie

2 – Définition de la stratégie globale

- 2.1 – Déphasage – Actions locales
- 2.2 – Ruissellement - Actions diffuses

3 – Modélisations des solutions d'aménagement

- 3.1 – Scénarios modélisés
- 3.2 – Impact des actions locales
- 3.3 – Impact des actions diffuses
- 3.4 – Traduction sur les enjeux



1 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

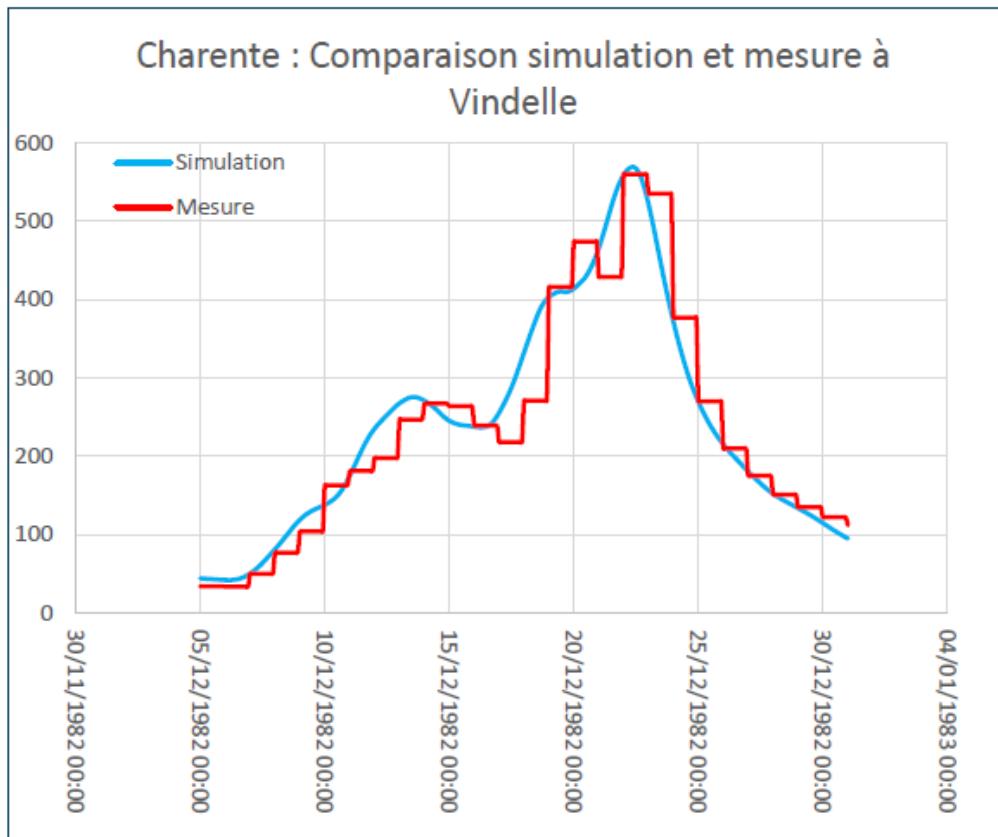
- Période de retour à Saintes : 7/8 ans
- Durée de crue à Saintes : 2 semaines

Crue de
février 2021

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

Rappels

Modélisation crue de décembre 1982

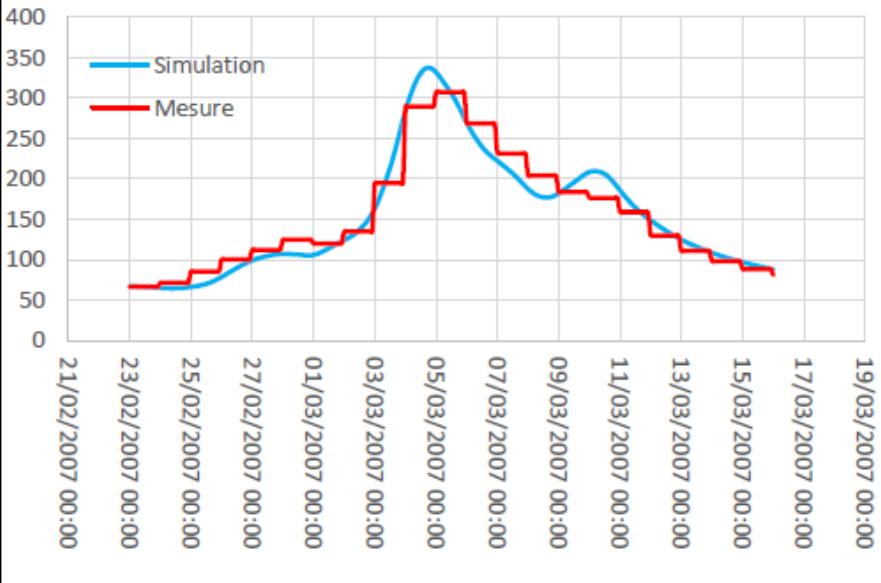


Mesure : Qj banque Hydro

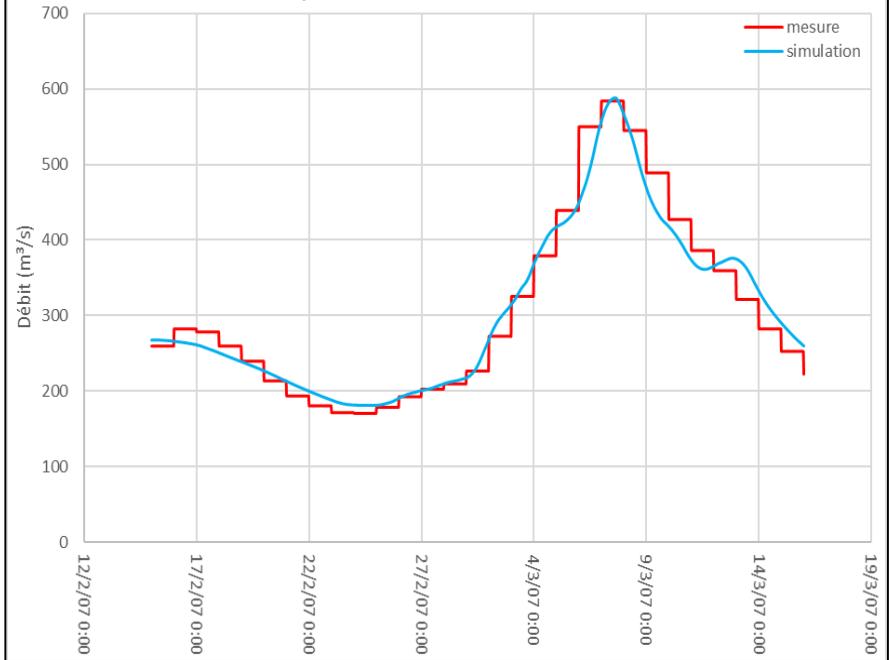
Rappels

Modélisation crue de mars 2007

Charente : Comparaison simulation et mesure à Vindelle



Charente : Comparaison simulation et mesure à Chaniers

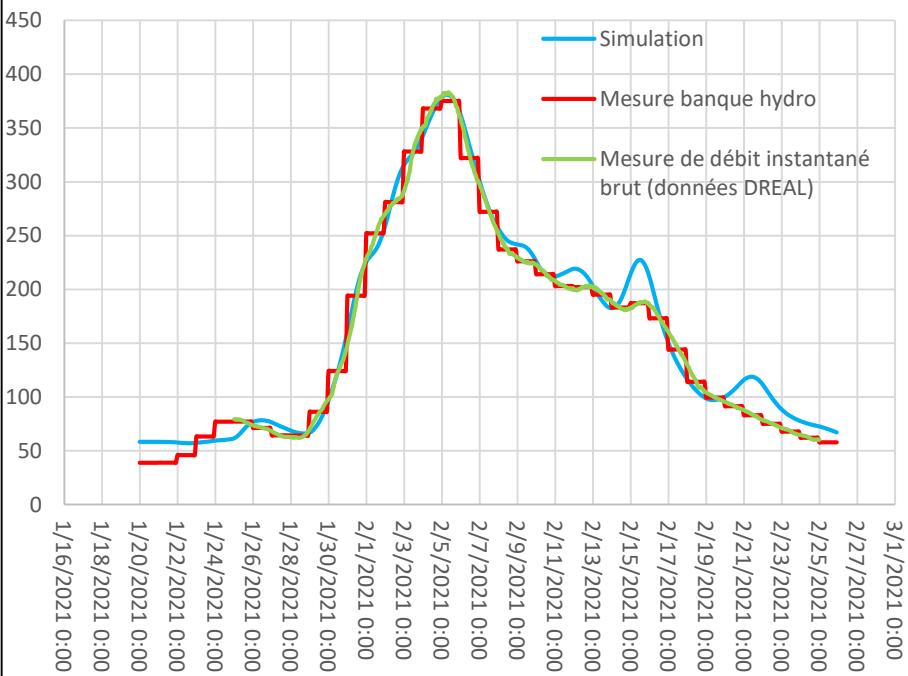


Mesure : Q_j banque Hydro

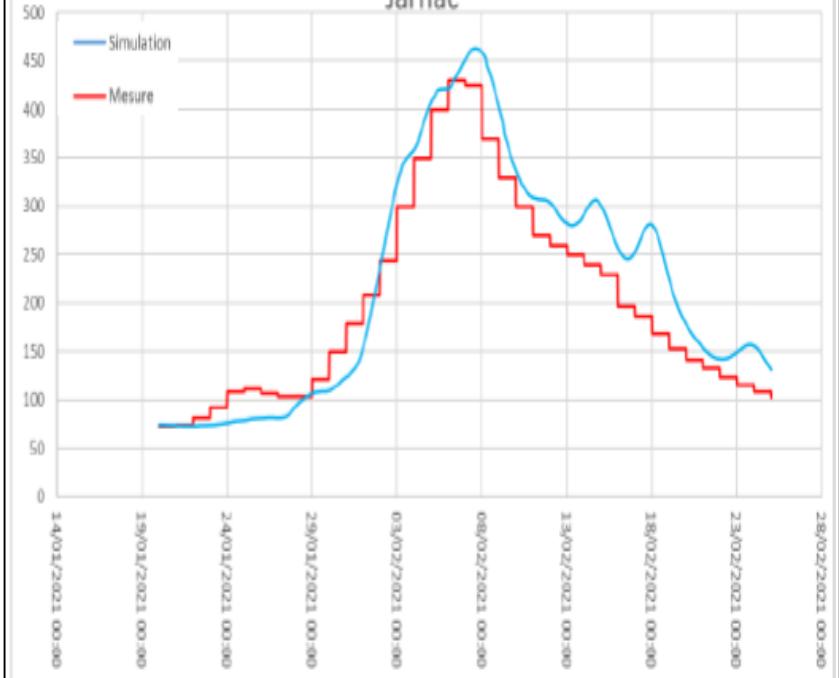
Rappels

Modélisation crue de février 2021

Charente : Comparaison entre simulation et mesure à Vindelle



Charente : comparaison entre simulation et mesure à Jarnac

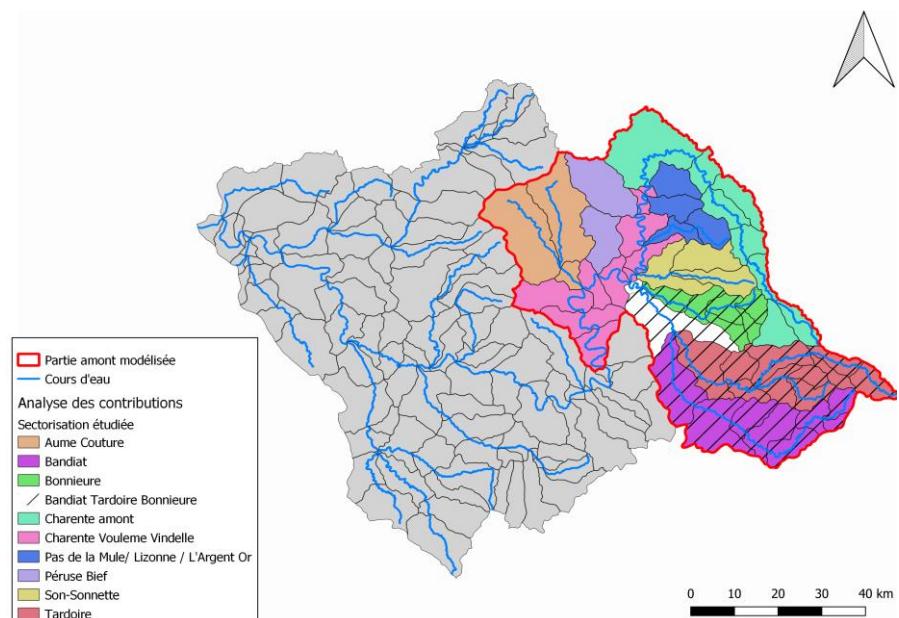
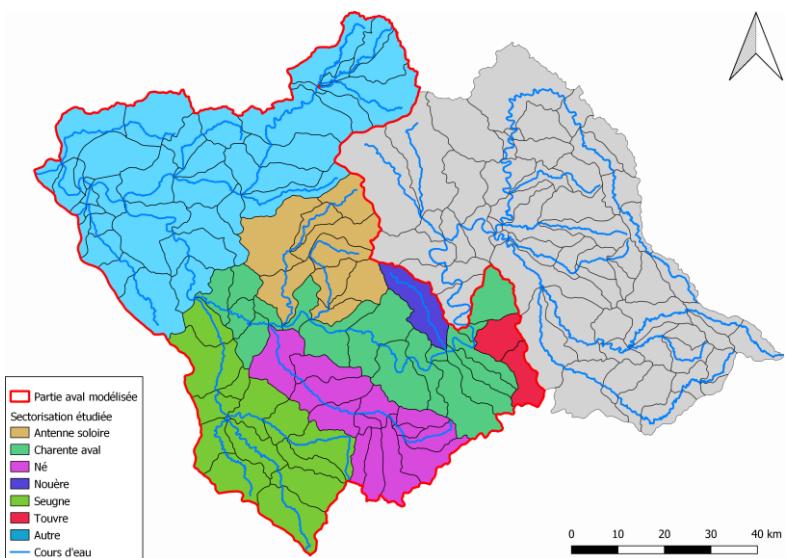


Débit de pointe jaugé à Jarnac : 460 m³ /s

Mesure : Q_j banque Hydro

Rappels

Découpage en grands secteurs

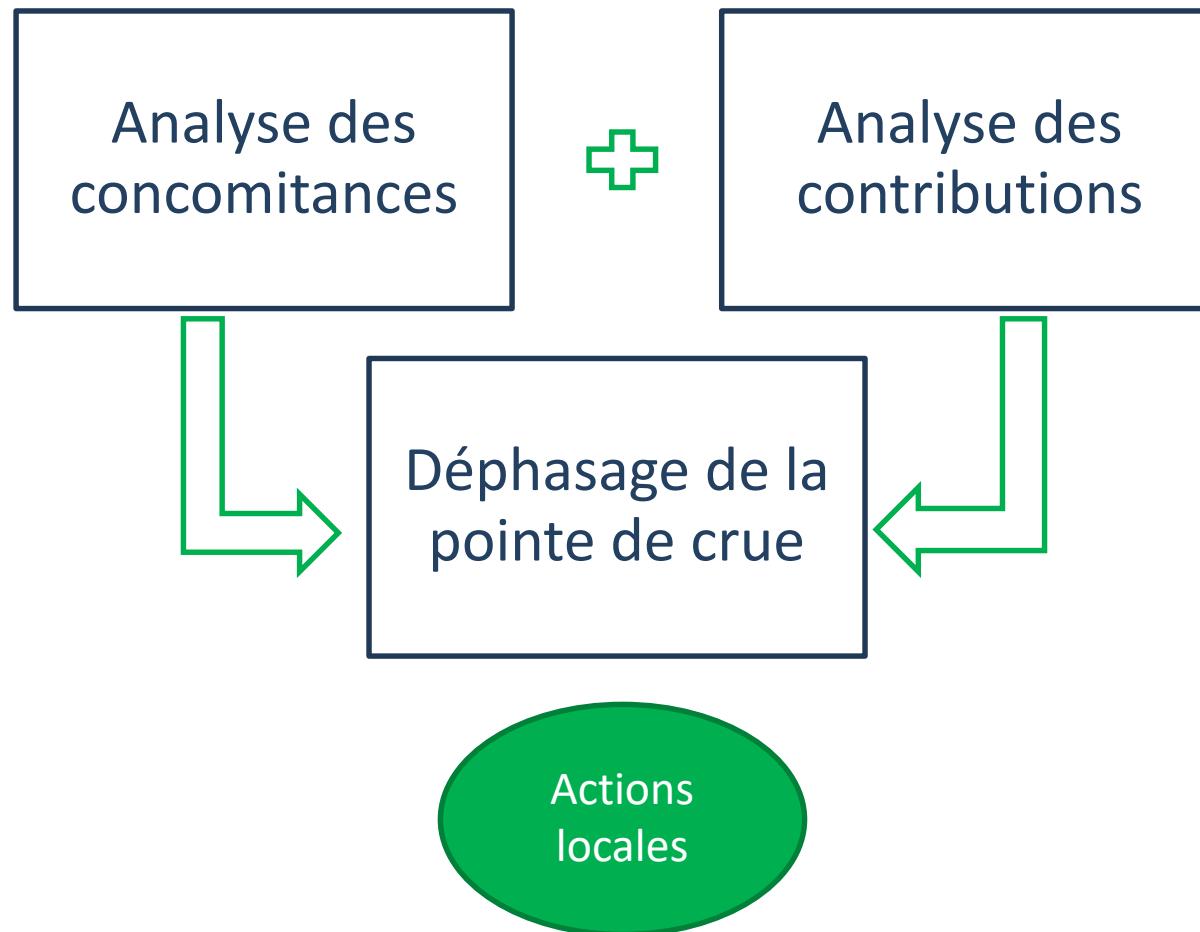


2

Définition de la stratégie globale

2.1 – Déphasage – Actions locales

Démarche



2.1 – 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-Sonnnette | -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 | | | |
| Touvere | -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 : ± 4 h

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

2.1 – Déphasage – Actions locales

Analyse des contributions

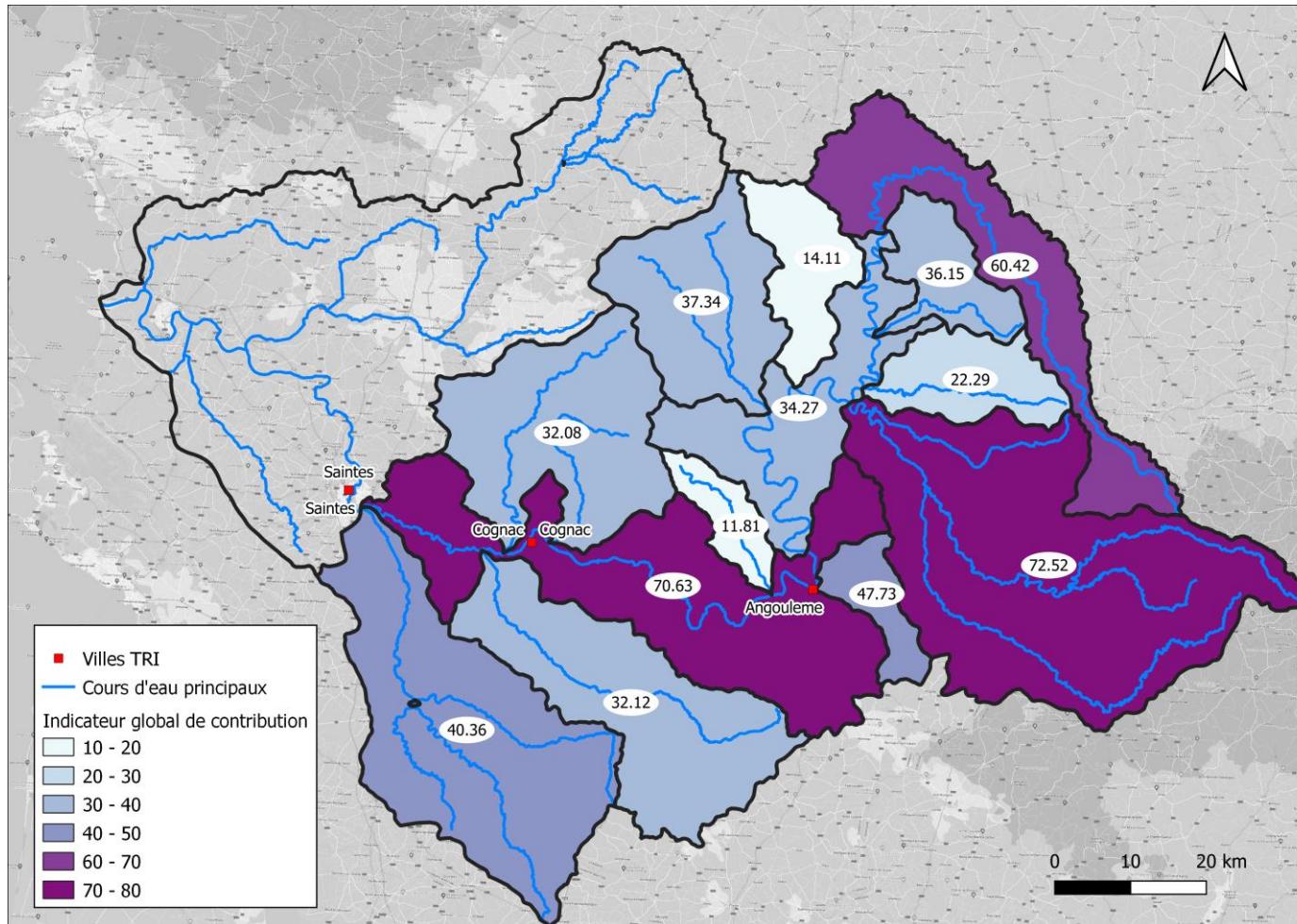
| Secteurs | | | Indicateur contribution | | | Indicateur global |
|----------|----|------------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------------------|
| | | | 1982 | 2007 | 2021 | |
| Vindelle | 1 | Charente amont | 16,95 | 10,53 | 32,94 | 60,42 |
| | 2 | Pas de la Mule/ 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

$$\text{Indicateur global} = \sum \text{Indicateurs contribution}$$

2.1 – Déphasage – Actions locales

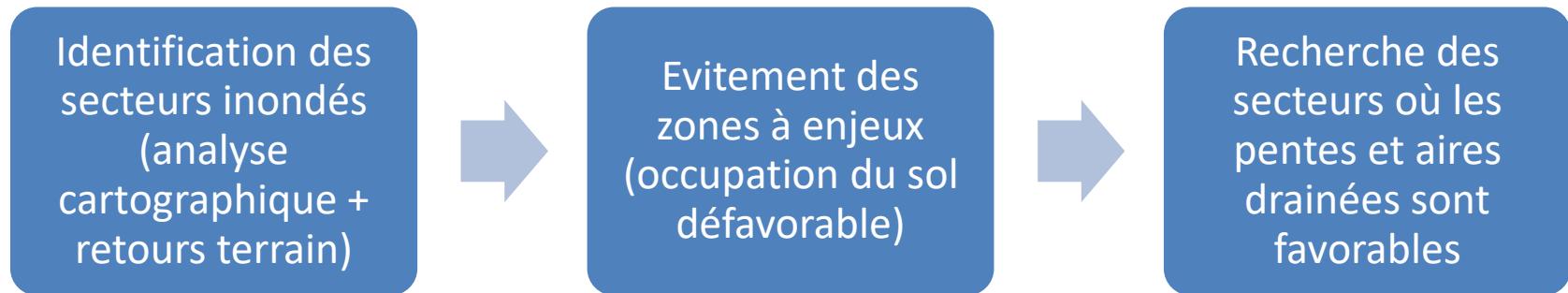
Analyse des contributions



2.1 – Déphasage – Actions locales

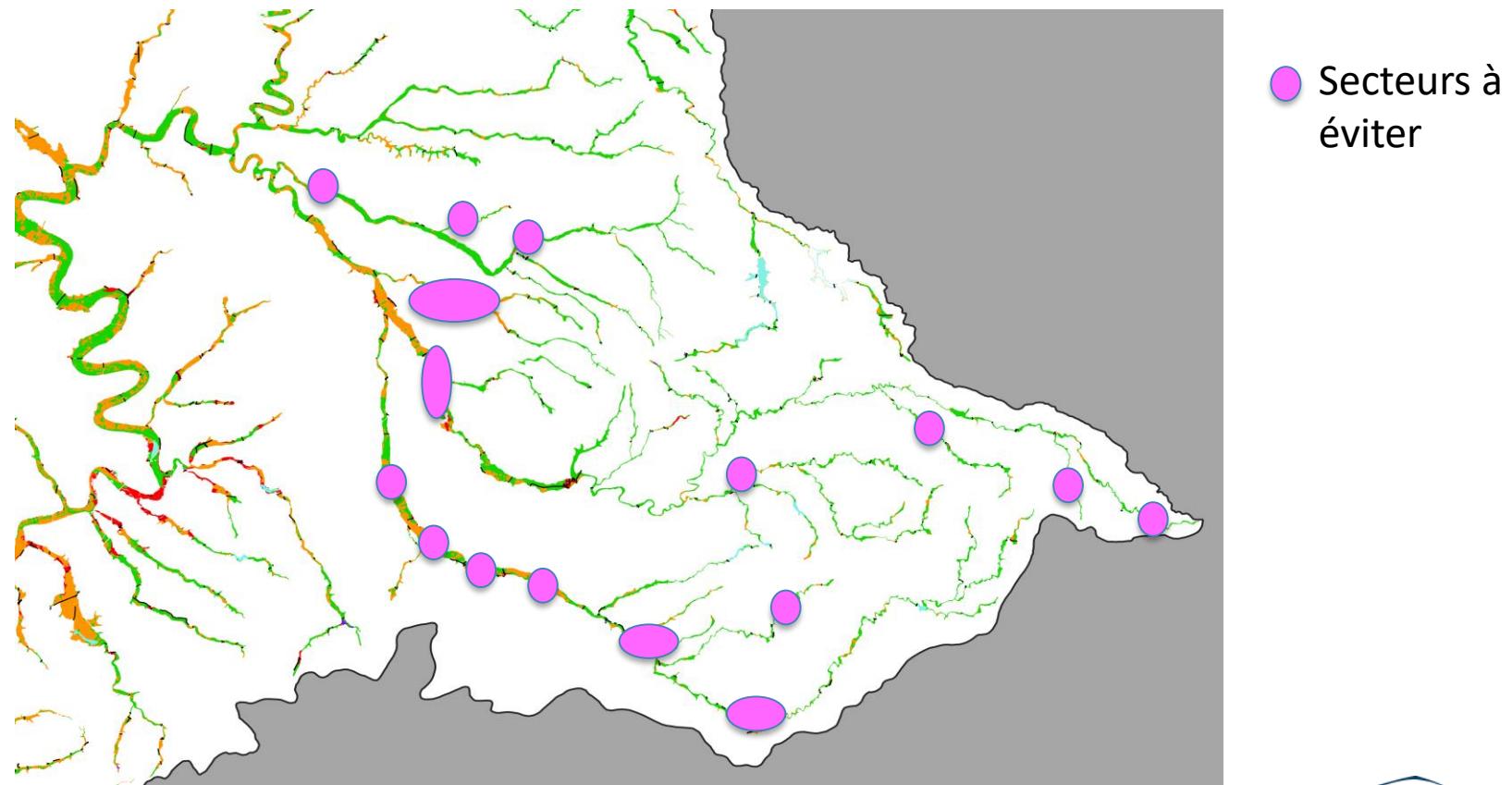
Identification des sites propices au ralentissement dynamique

Démarche :



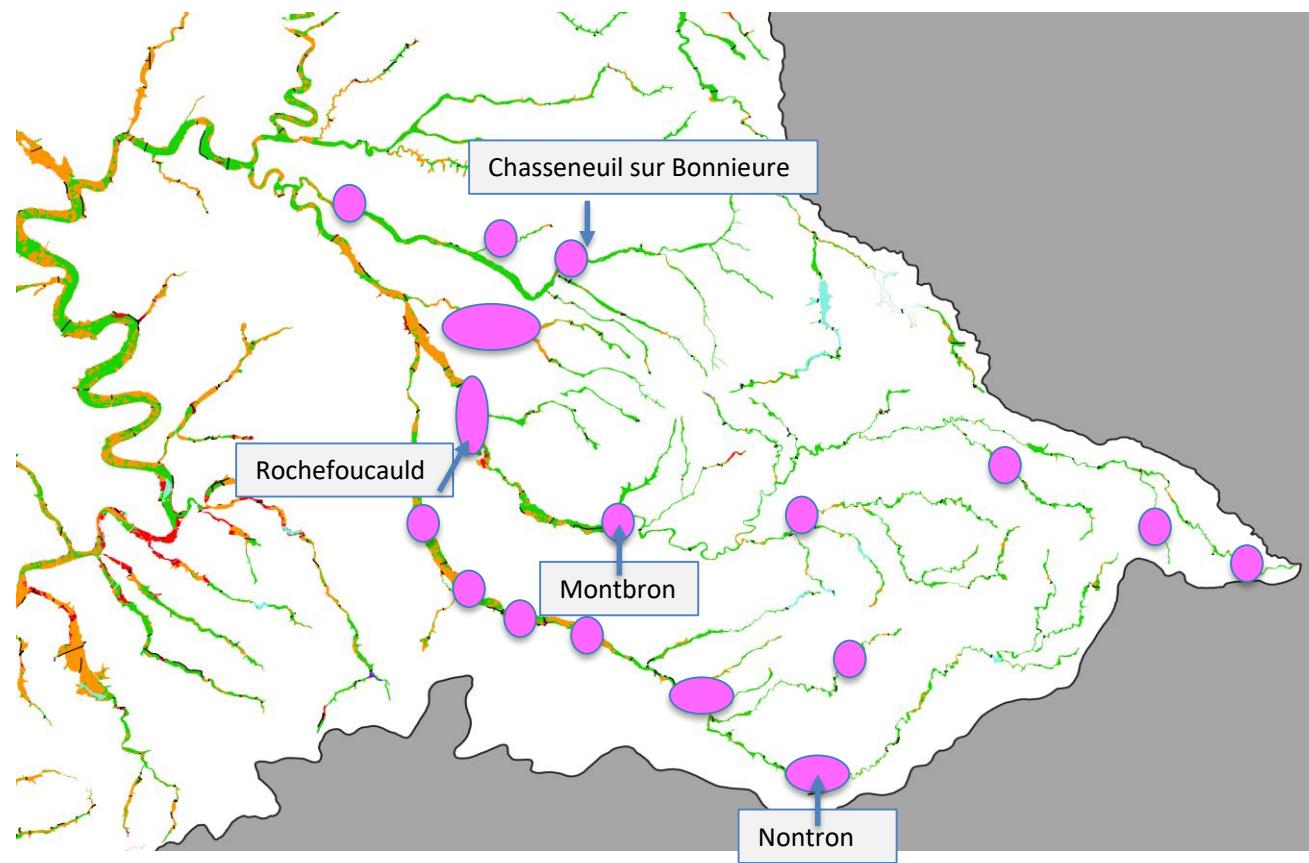
2.1 – Déphasage – Actions locales

Identification des sites propices au ralentissement dynamique



2.1 – Déphasage – Actions locales

Identification des sites propices au ralentissement dynamique

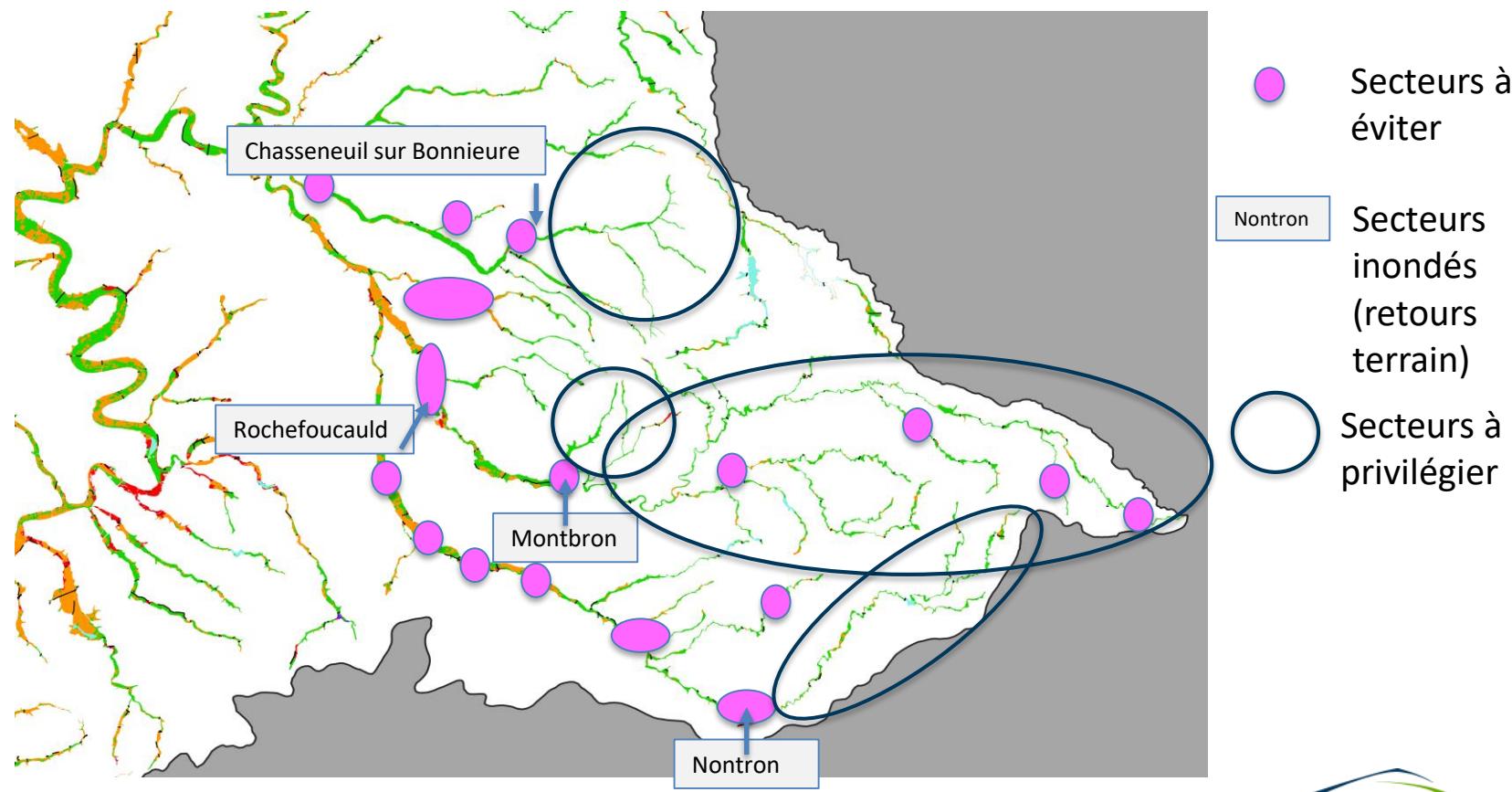


● Secteurs à éviter

Nontron
Secteurs inondés (retours terrain)

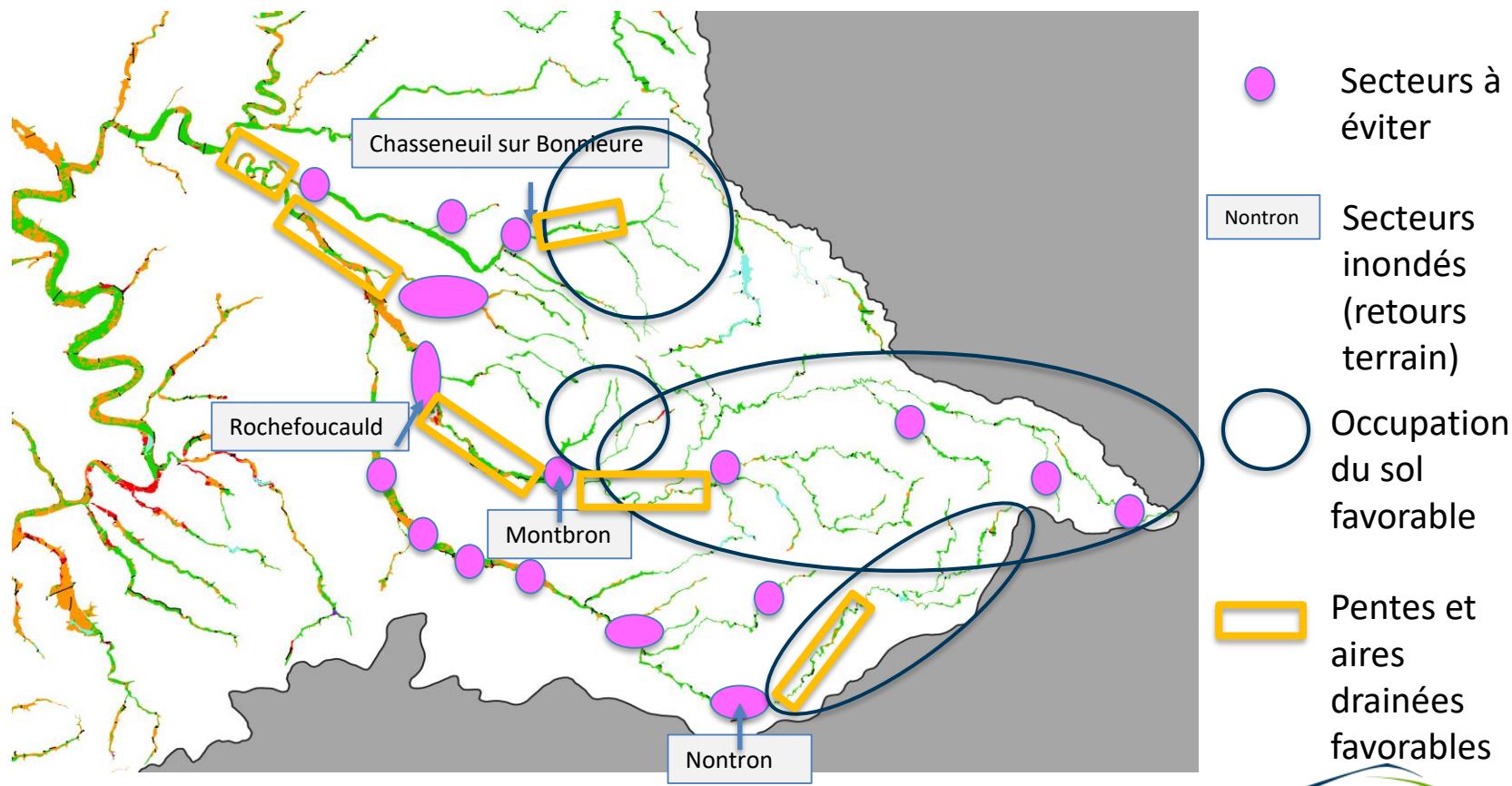
2.1 – Déphasage – Actions locales

Identification des sites propices au ralentissement dynamique



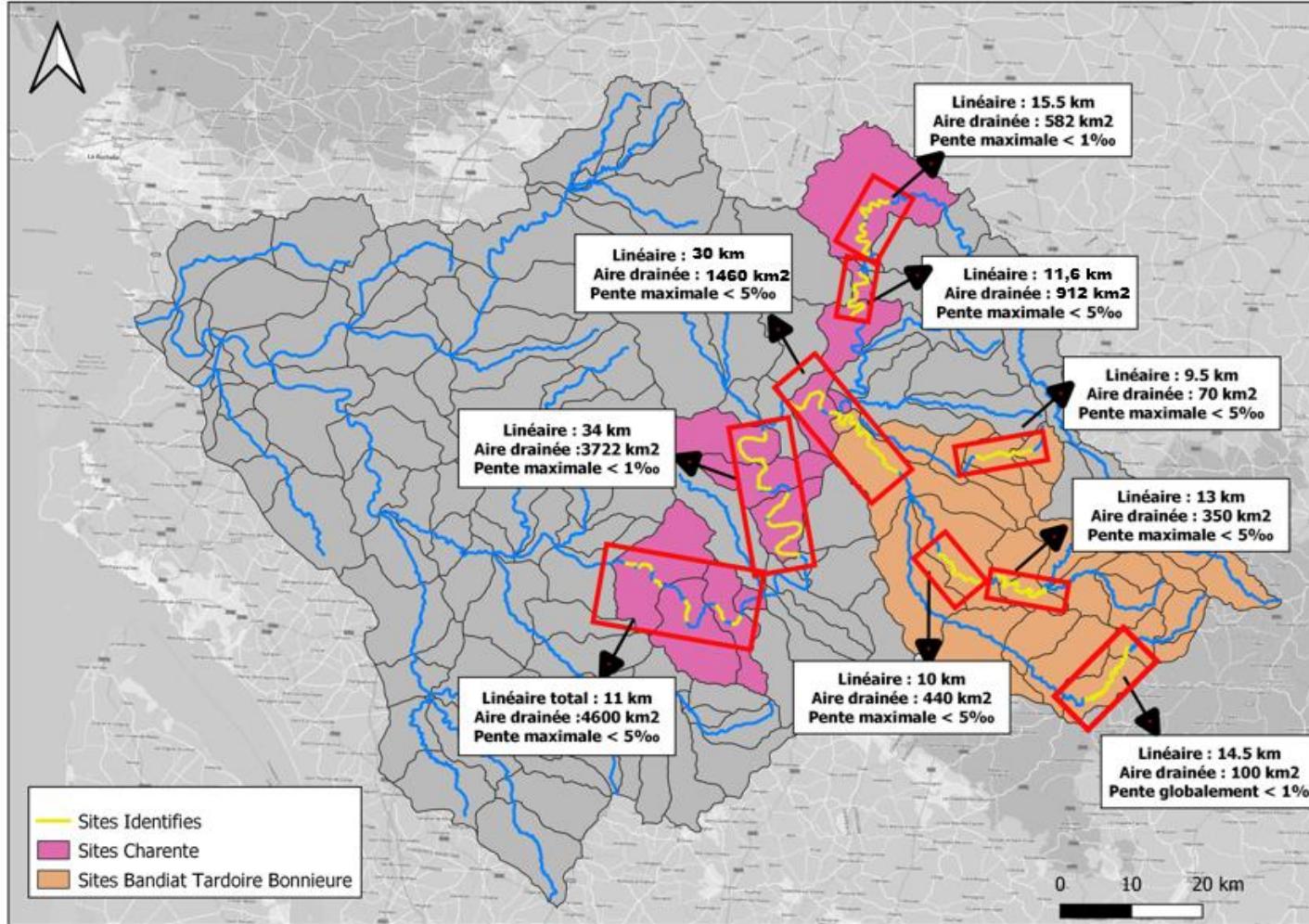
2.1 – Déphasage – Actions locales

Identification des sites propices au ralentissement dynamique



2.1 – Déphasage – Actions locales

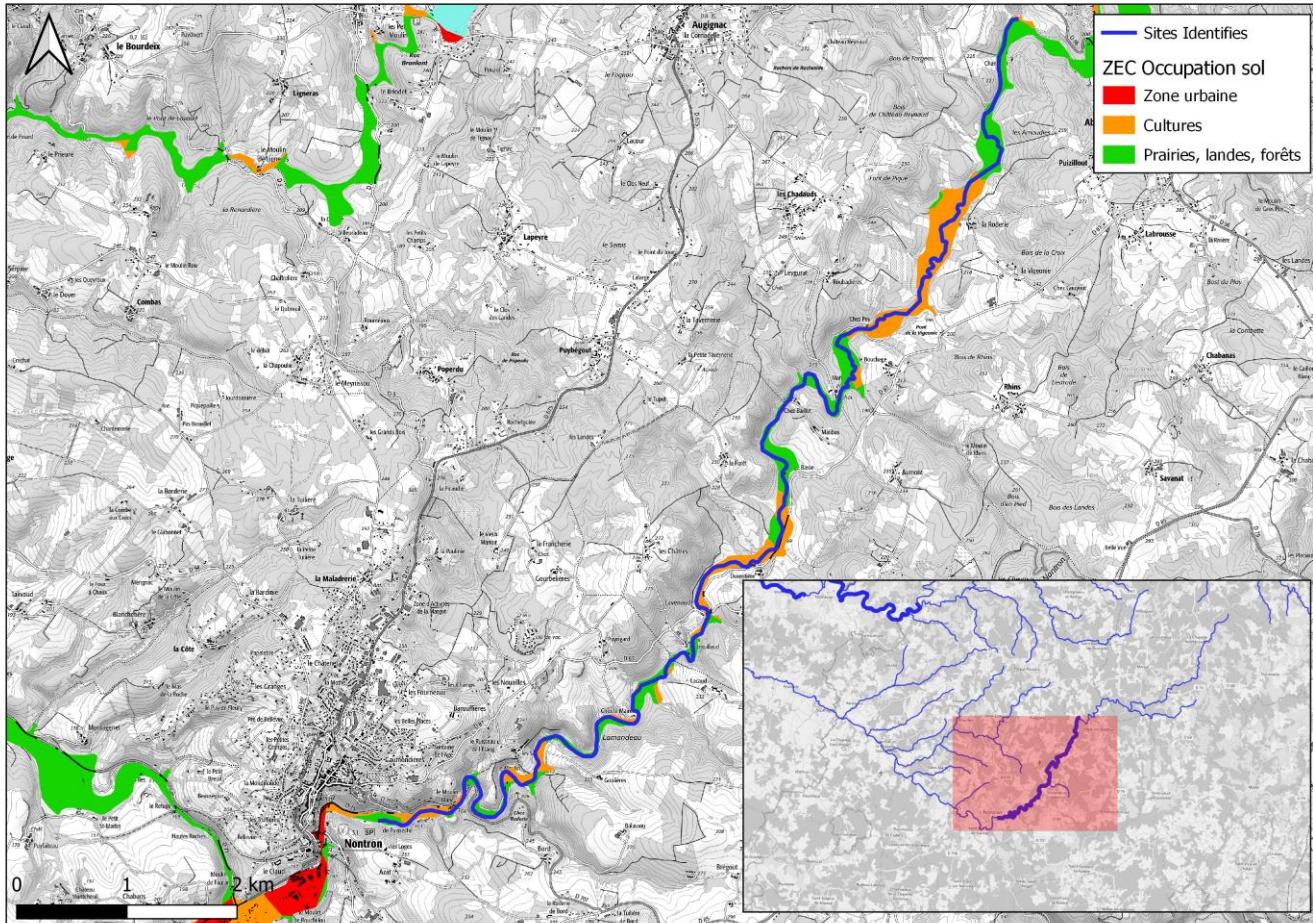
Identification des sites propices au ralentissement dynamique



Soit 149 km de linéaire total

2.1 – Déphasage – Actions locales

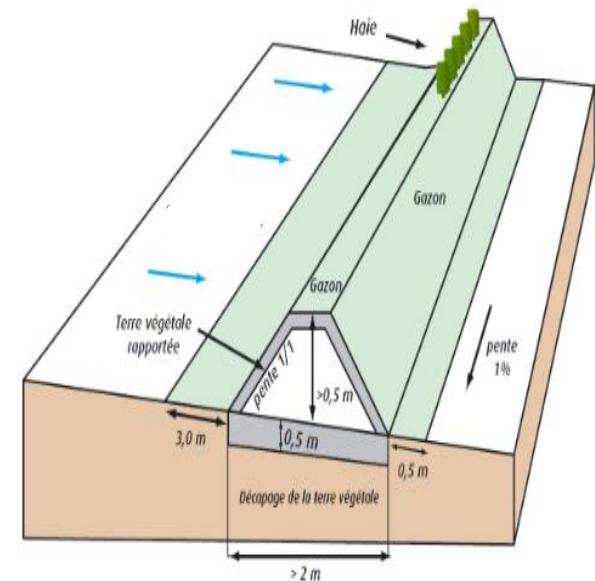
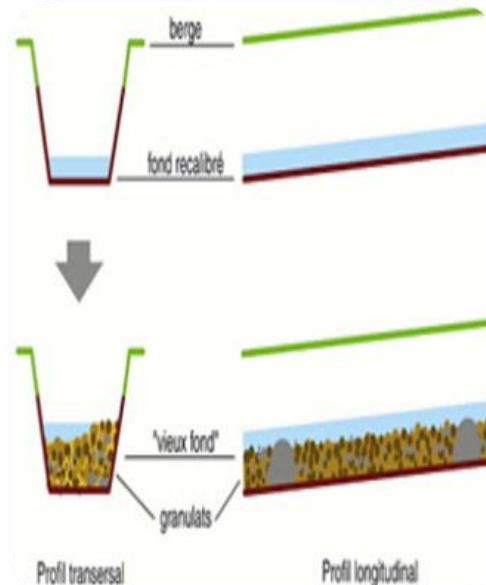
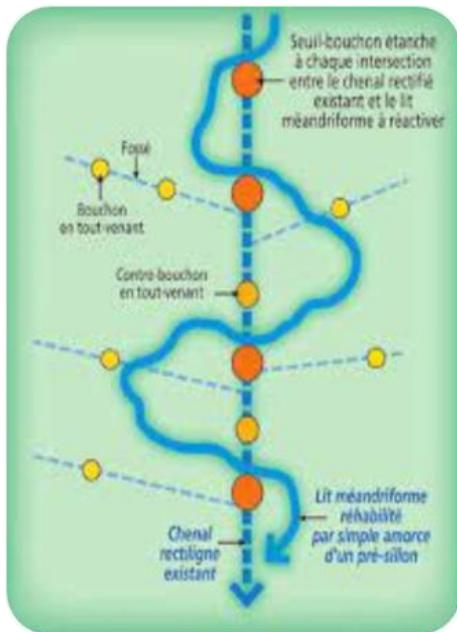
Exemple site - Bandiat



14,5 km de linéaire
Aire drainée : 100 km²
Pente globalement
< 1%

2.1 – Déphasage – Actions locales

Tests aménagements sur les sites présélectionnés



Reméandrage

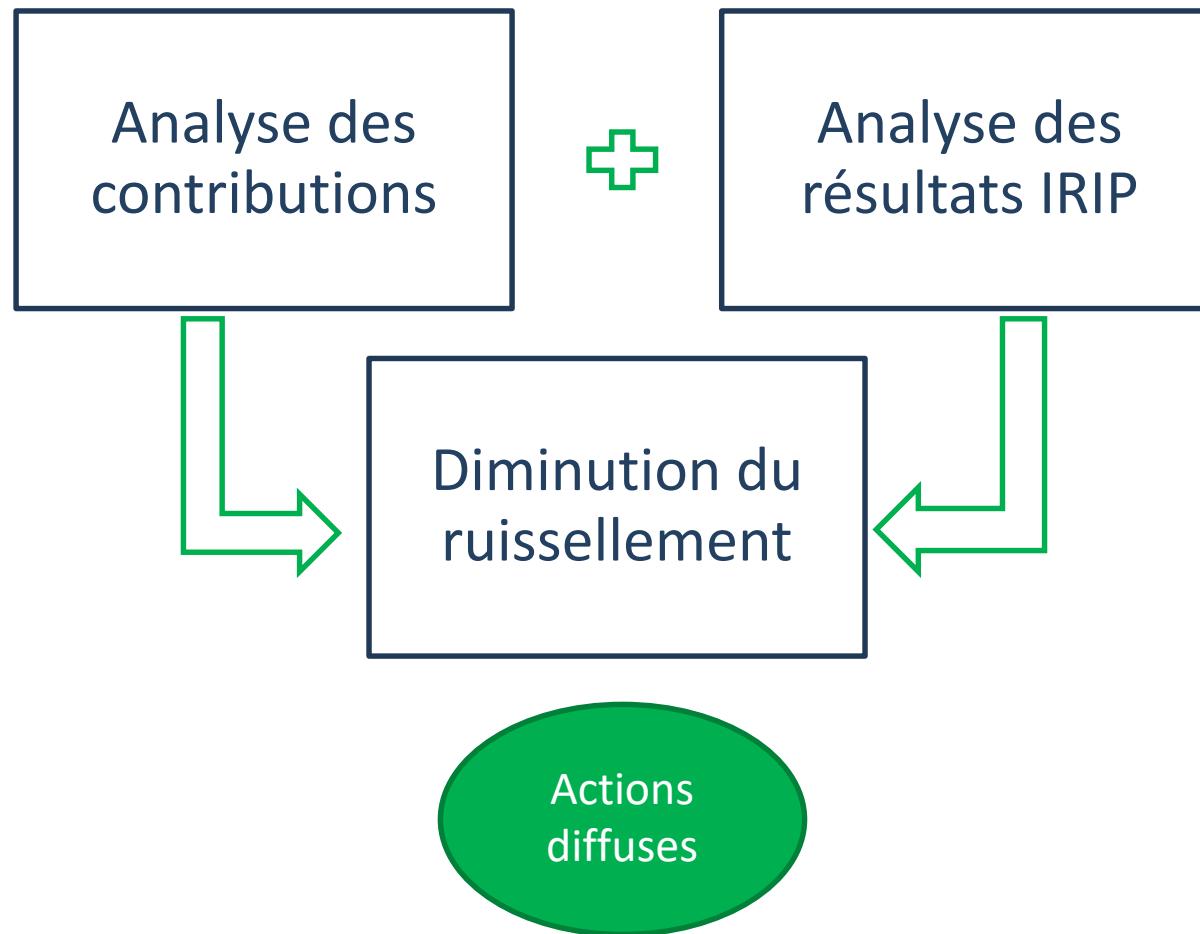
(à priori non pertinent sur les sites sélectionnés)

Rechargement alluvionnaire

Frein en lit majeur

2.2 – Ruissellement – Actions diffuses

Démarche



2.2 – Ruissellement - Actions diffuses

Analyse des contributions relatives - Priorisation des actions

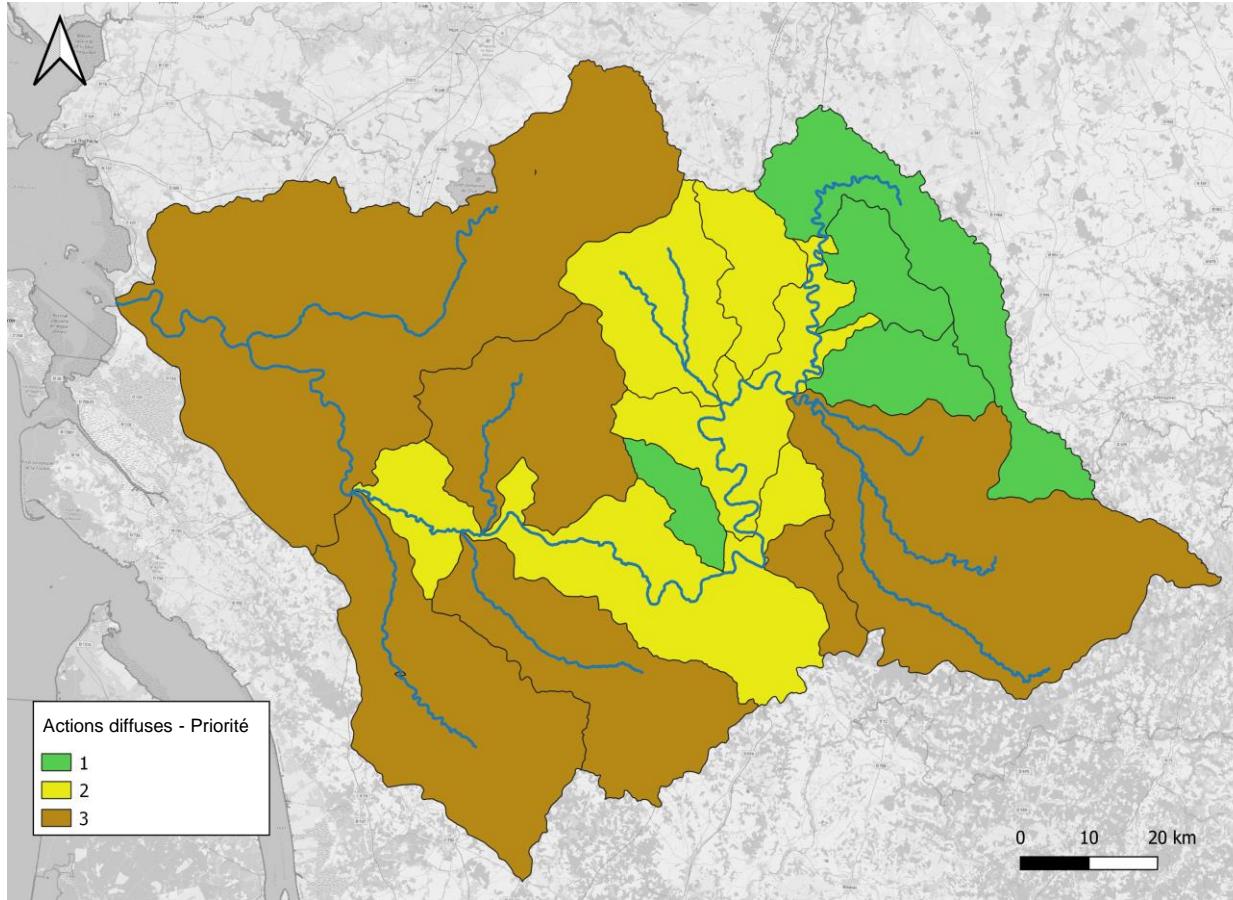
=> Recherche des secteurs les plus contributeurs au pic de crue de la Charente

| 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 Brief | 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% |

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

2.2 – Ruissellement - Actions diffuses

Actions diffuses – Secteurs prioritaires



2.2 – 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

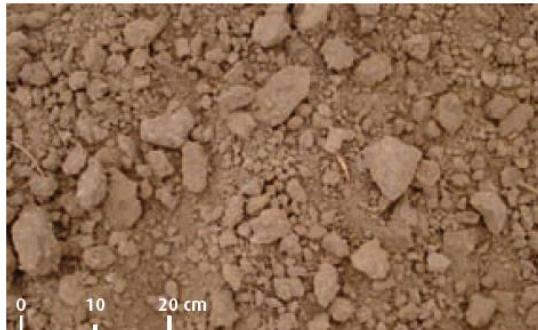


2.2 – Ruissellement - Actions diffuses

Actions sur la production – Pratiques culturales

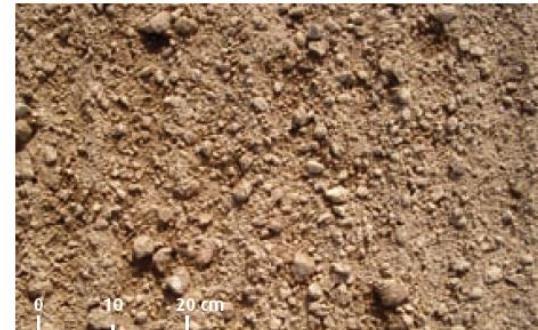
Travail du sol en conservant une forte proportion de mottes entre 1 et 3 cm, ainsi que des cavités permettant la rétention d'eau

Idéal



Suffisamment motteux au semis

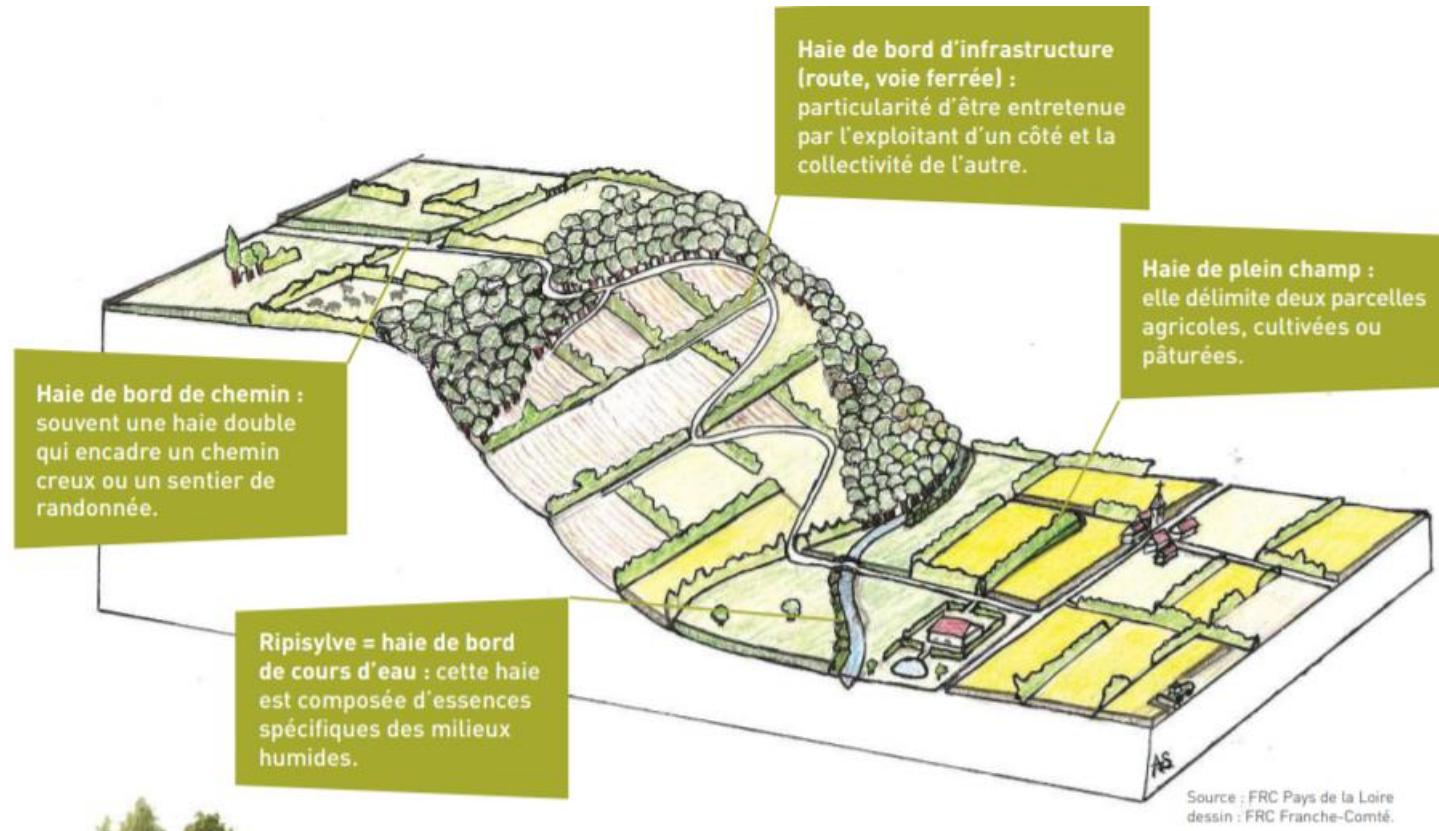
A éviter



Trop affiné au semis

2.2 – Ruissellement - Actions diffuses

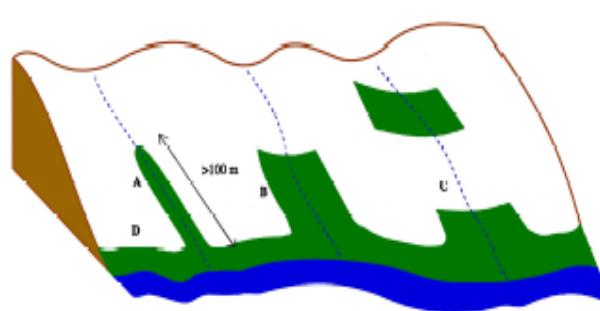
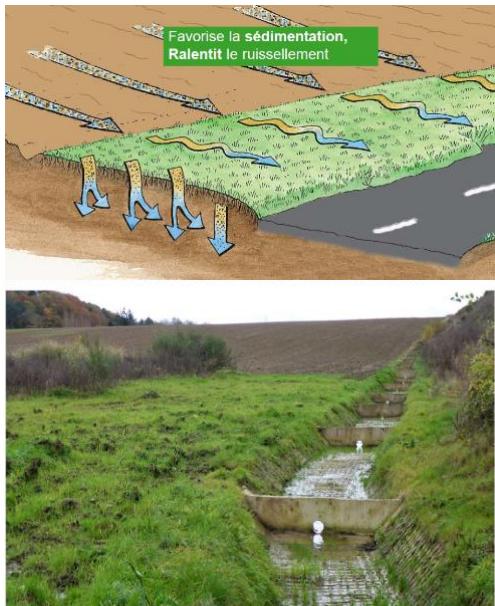
Actions sur la production – Haies interparcelaires



2.2 – Ruissellement - Actions diffuses

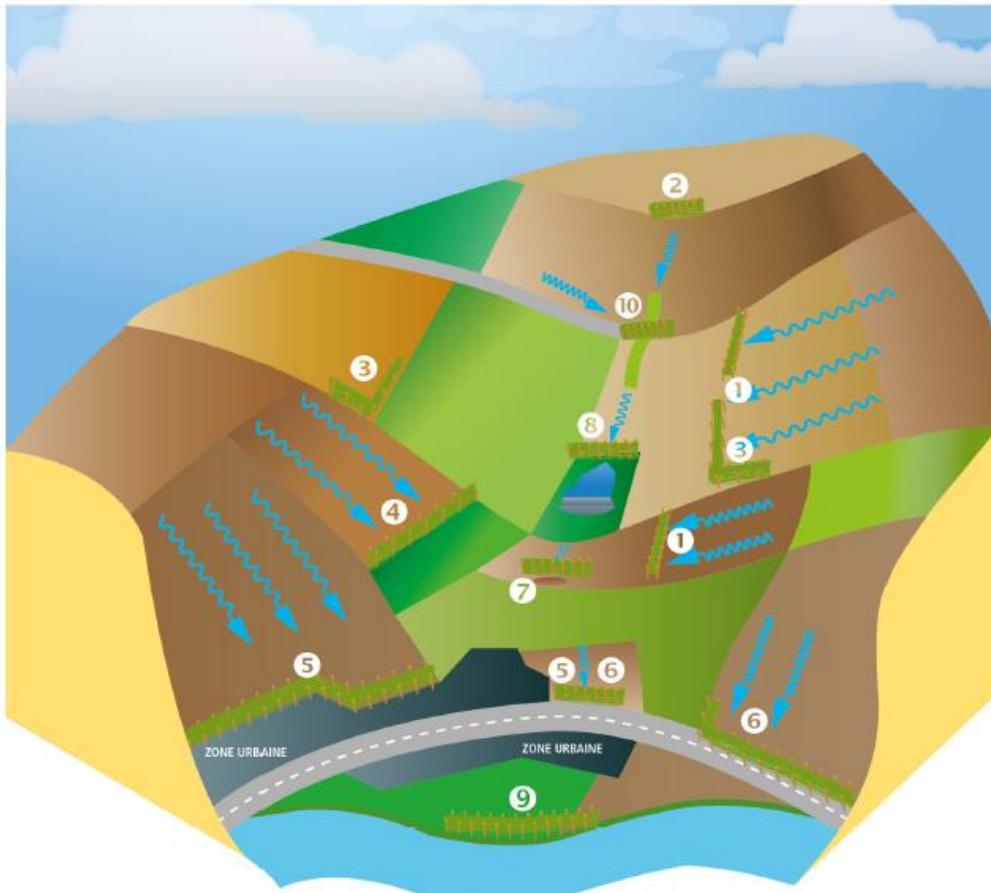
Actions sur le transfert - Solutions proposées

- 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



2.2 – Ruissellement - Actions diffuses

Actions sur le transfert– Positionnement des haies

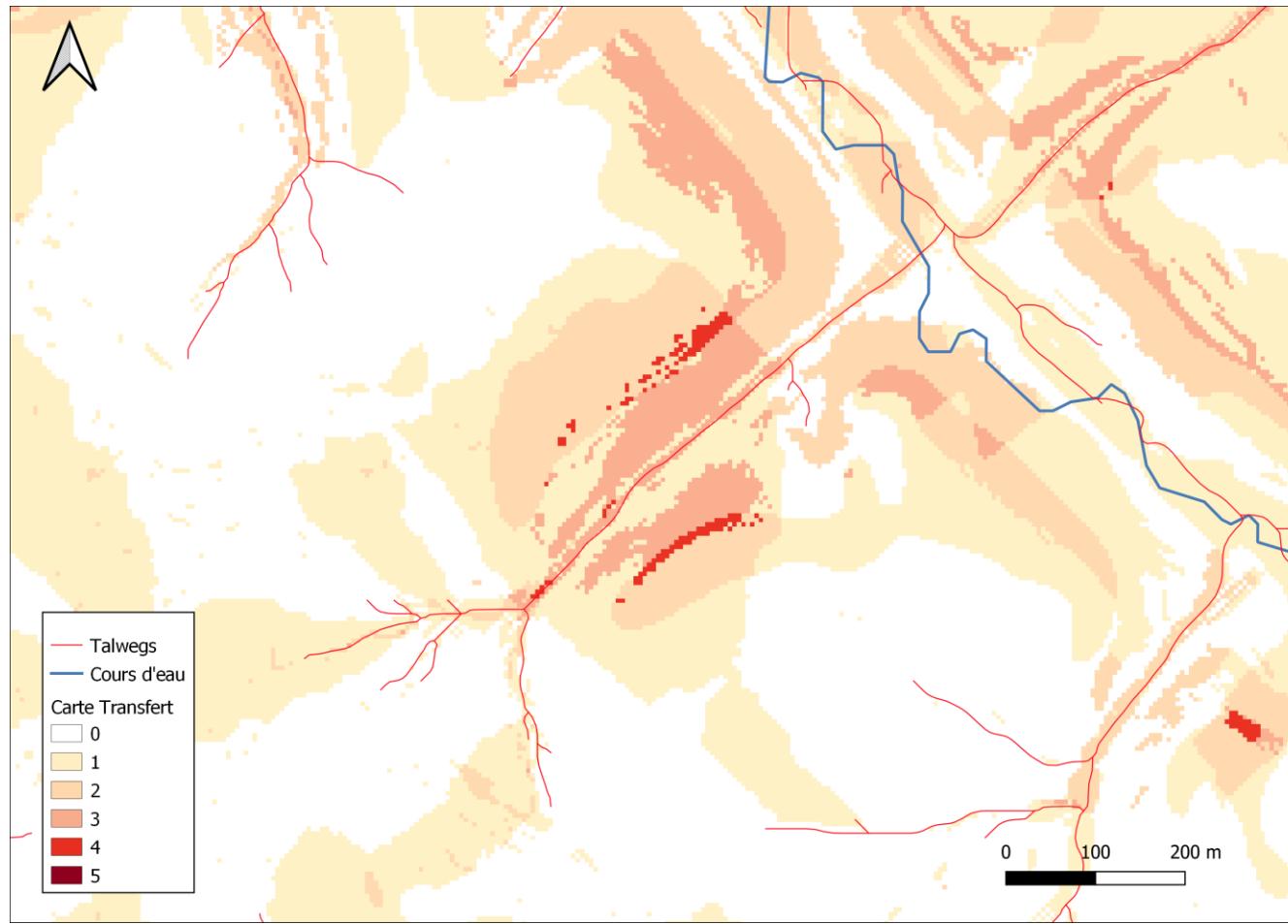


- ① Au pied des versants de pente > 5 % qui souffrent d'érosion en rigole
- ② Perpendiculaire à un axe de ruissellement
- ③ En coin de parcelle
- ④ A l'interface entre parcelle cultivée et prairie
- ⑤ En protection rapprochée d'une zone urbaine
- ⑥ En protection rapprochée d'une route
- ⑦ En protection 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

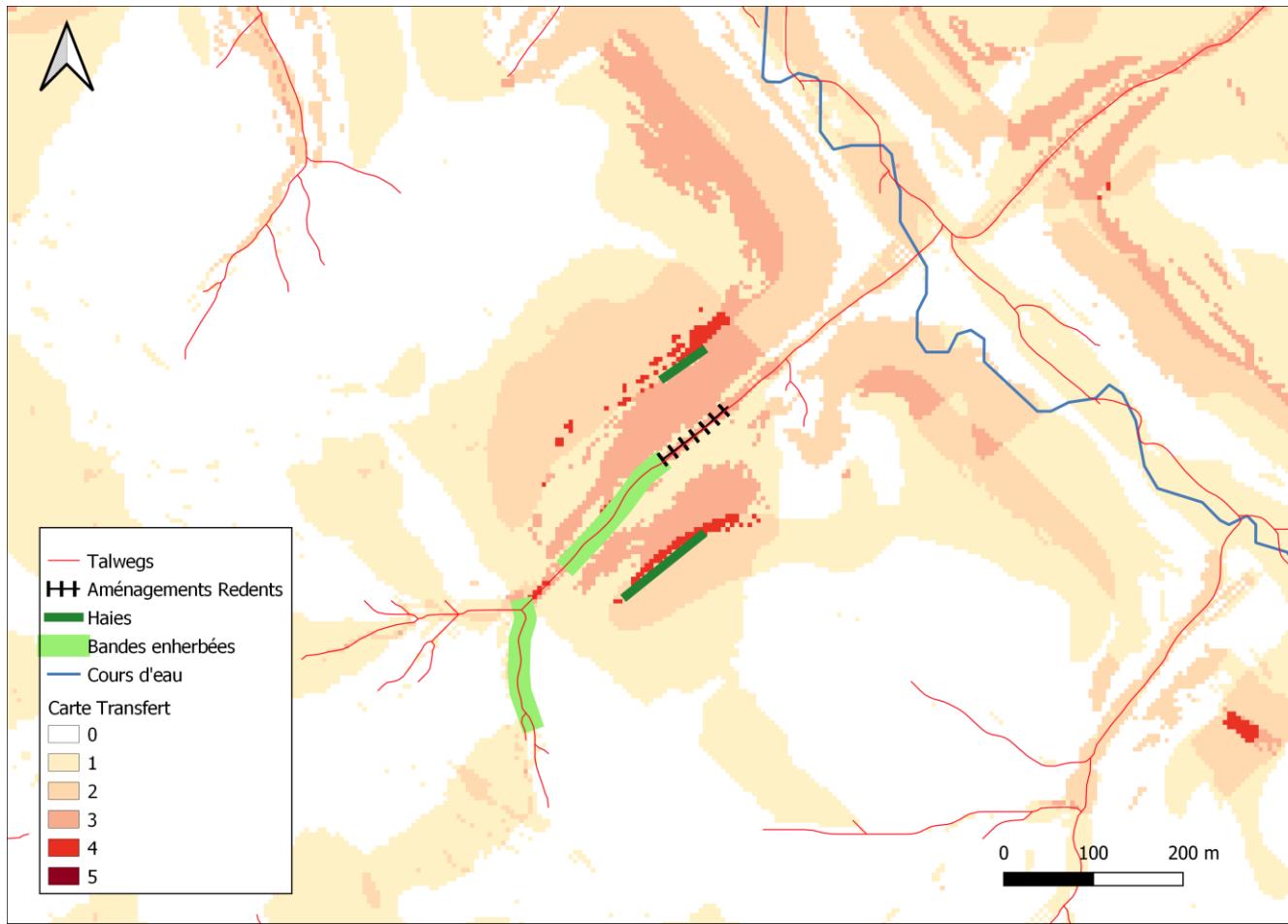
2.2 – Ruissellement - Actions diffuses

Actions sur le transfert – Exemple d’application



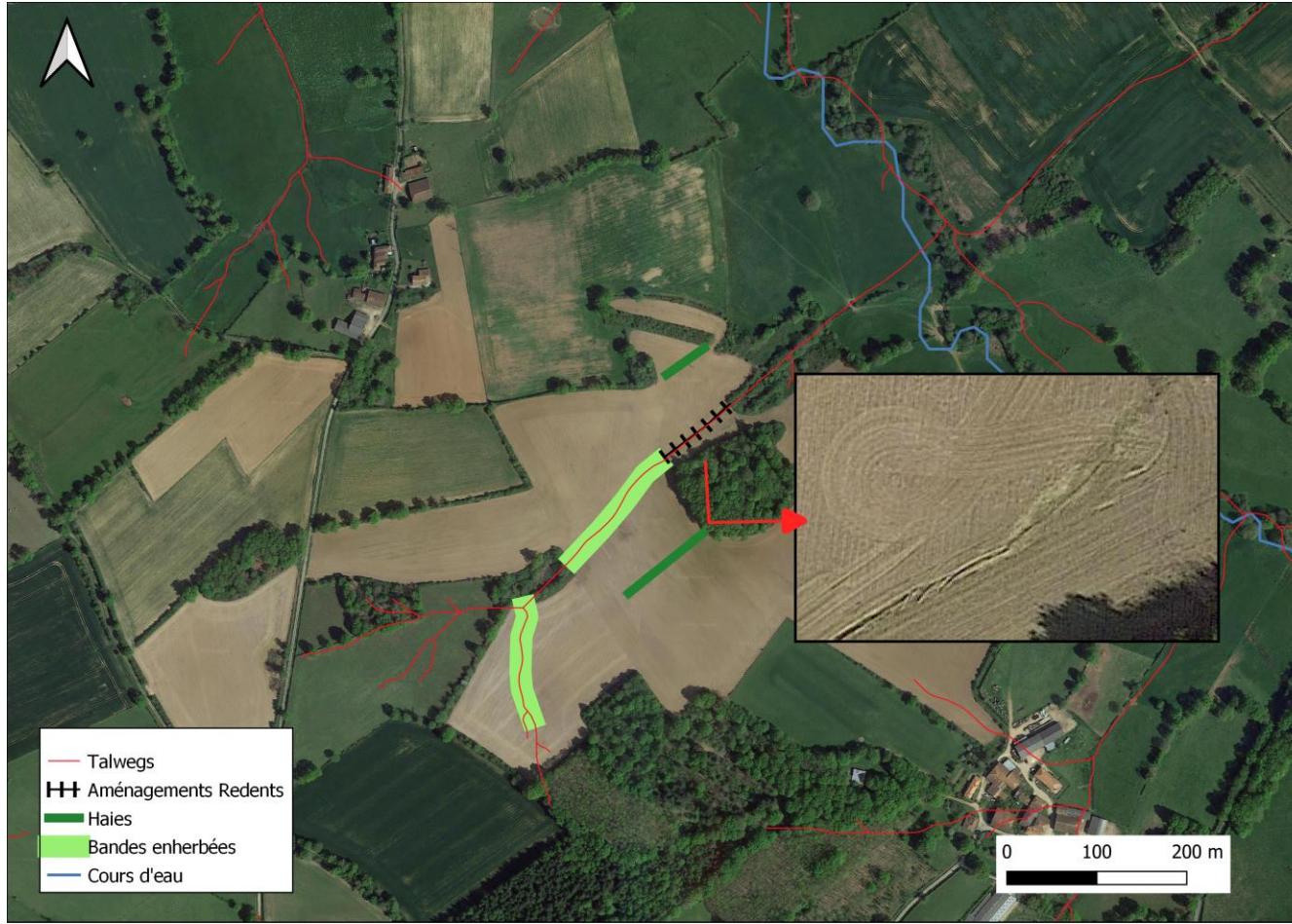
2.2 – Ruissellement - Actions diffuses

Actions sur le transfert – Exemple d’application



2.2 – Ruissellement - Actions diffuses

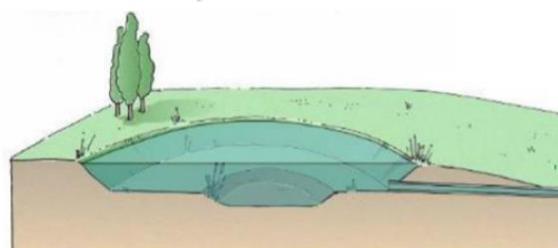
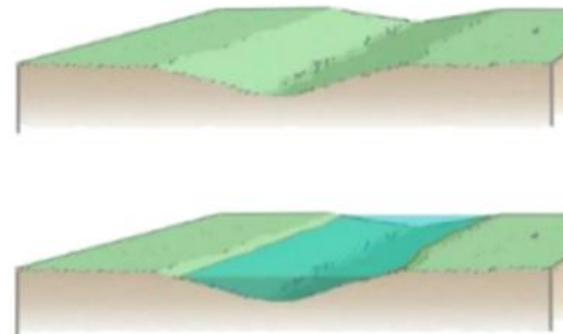
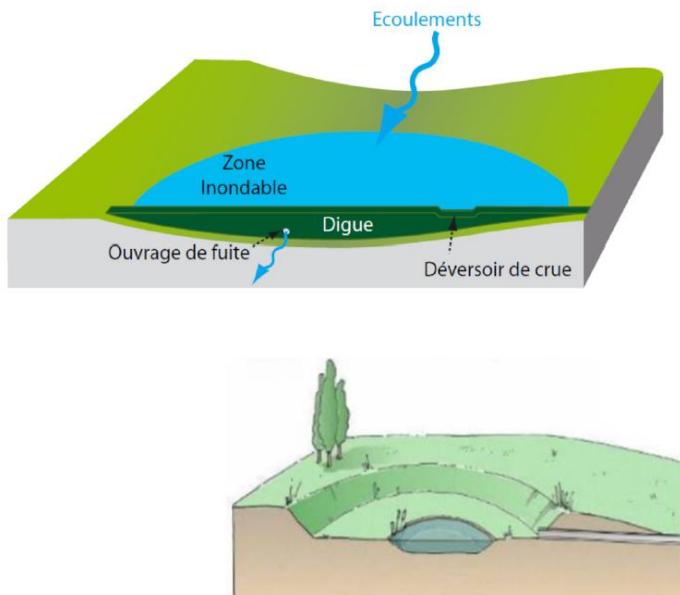
Actions sur le transfert – Exemple d’application



2.2 – Ruissellement - Actions diffuses

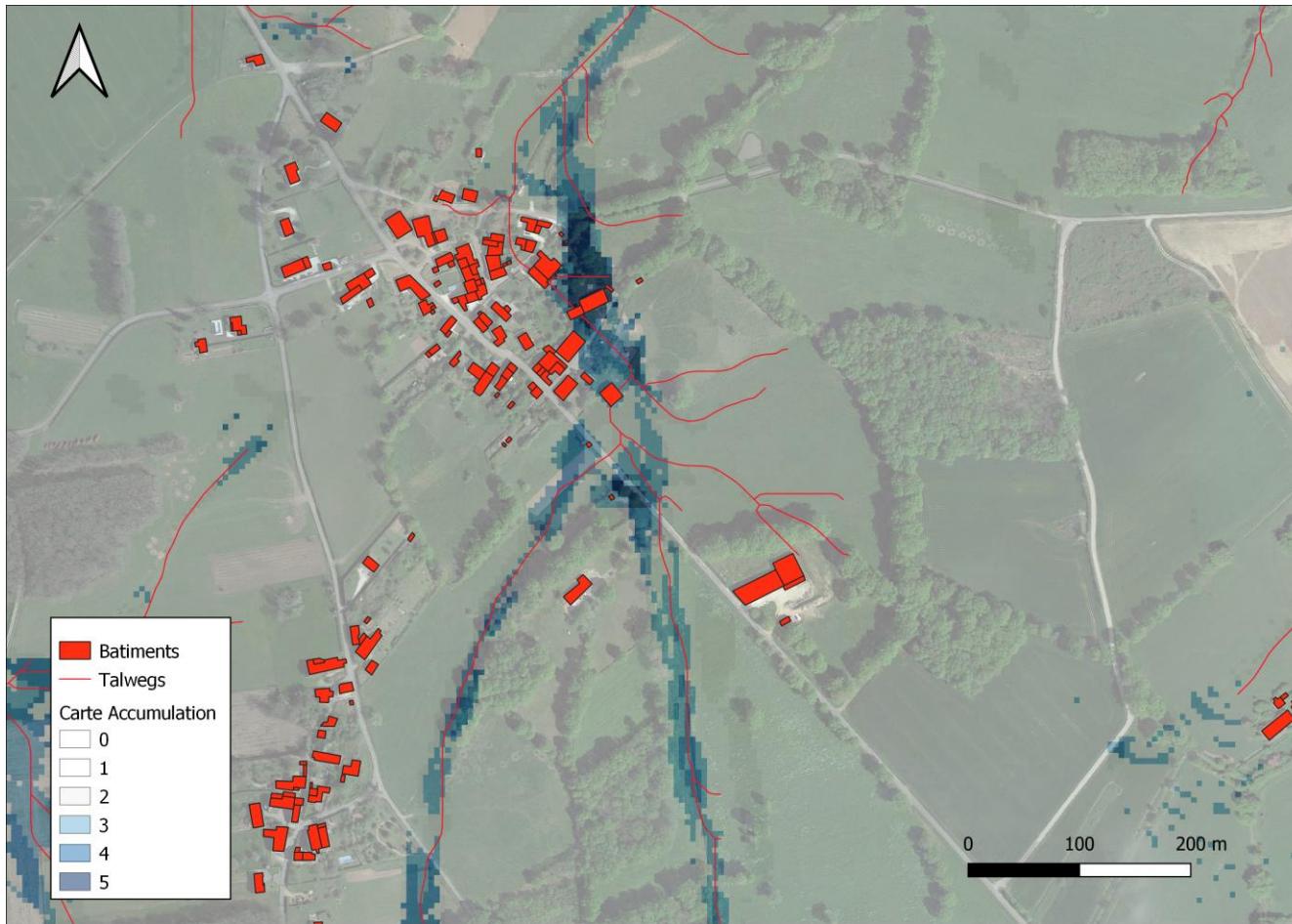
Actions sur l'accumulation – Solutions proposées

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



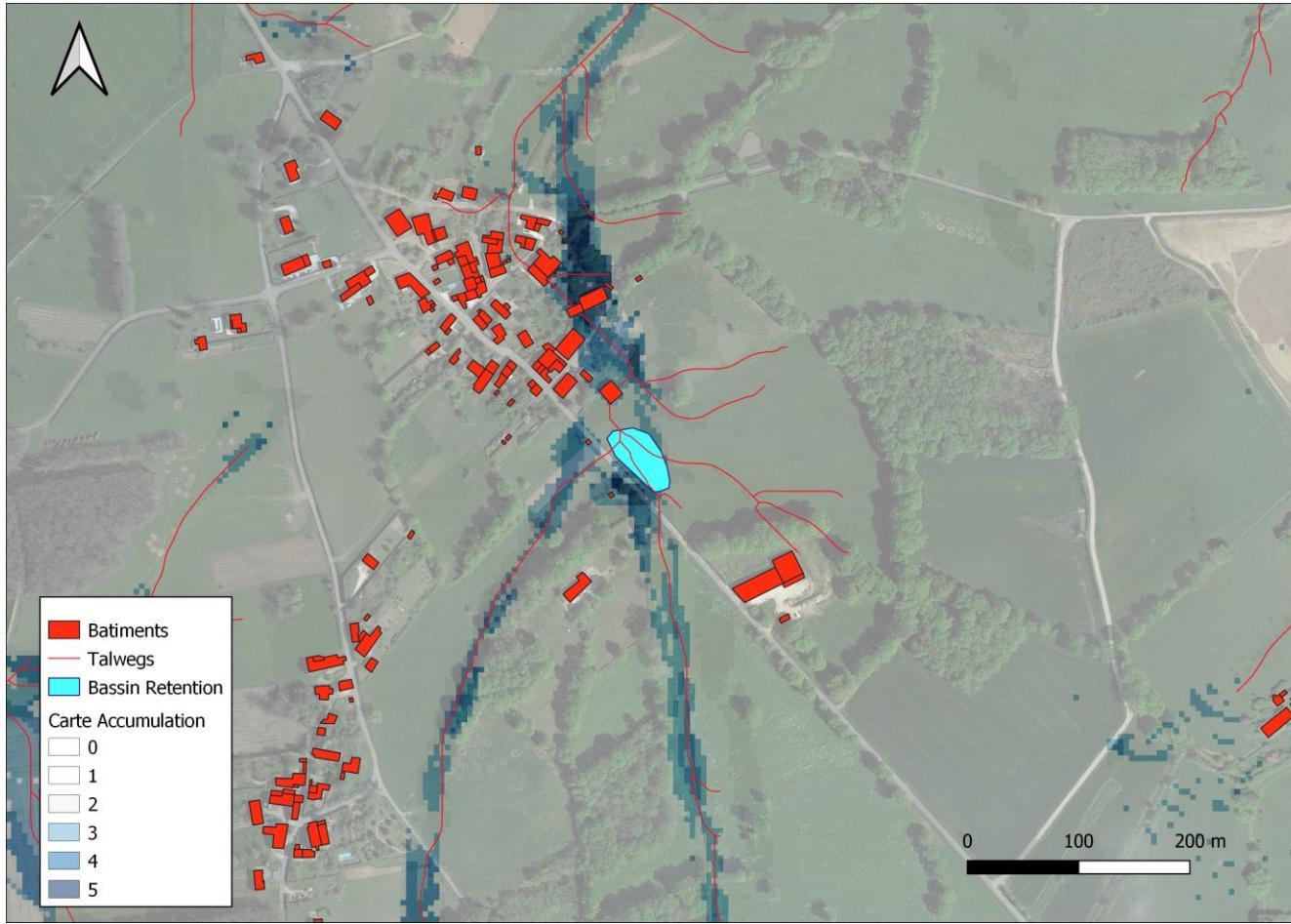
2.2 – Ruissellement - Actions diffuses

Actions sur l'accumulation – Exemple d'application



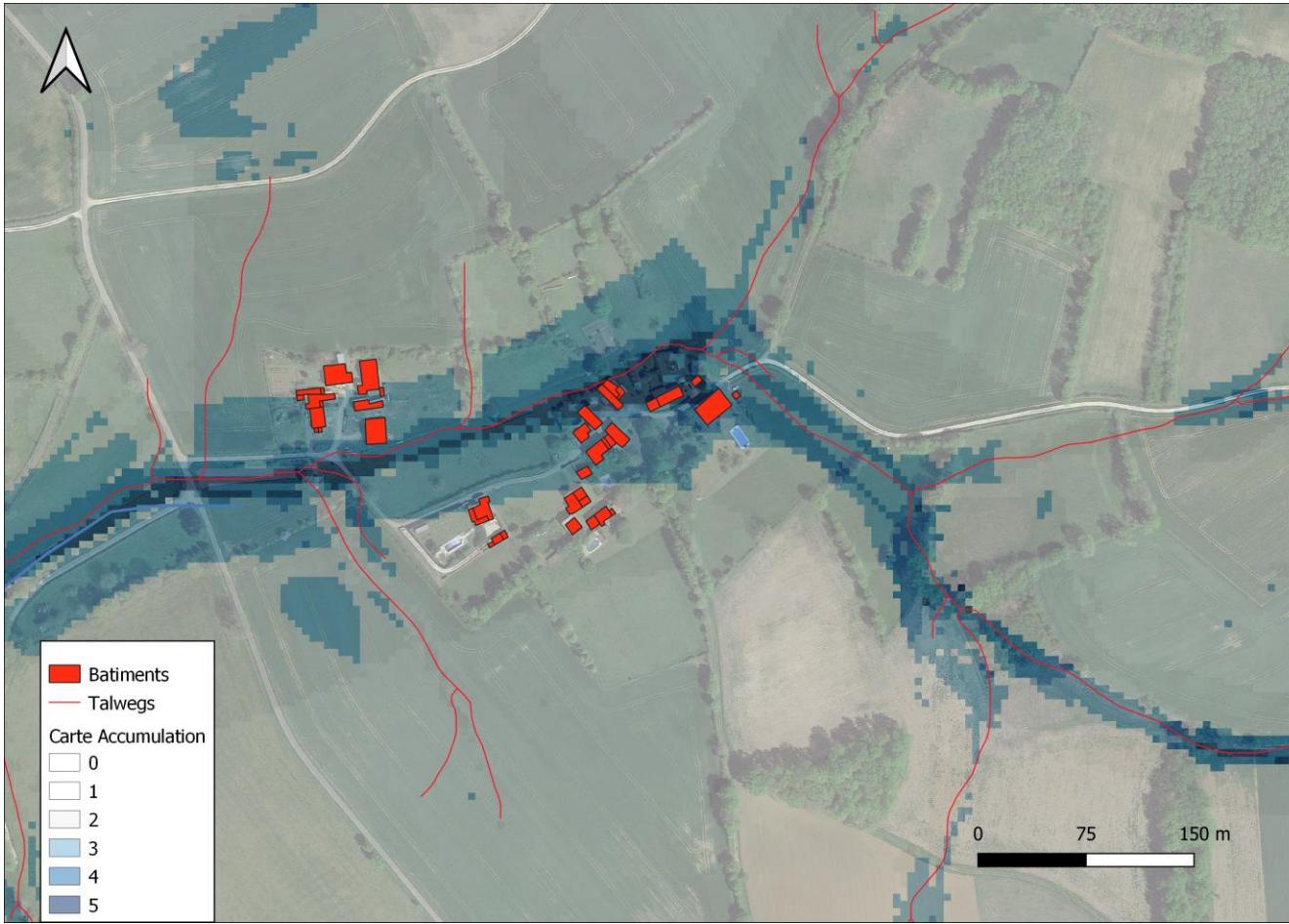
2.2 – Ruissellement - Actions diffuses

Actions sur l'accumulation – Exemple d'application



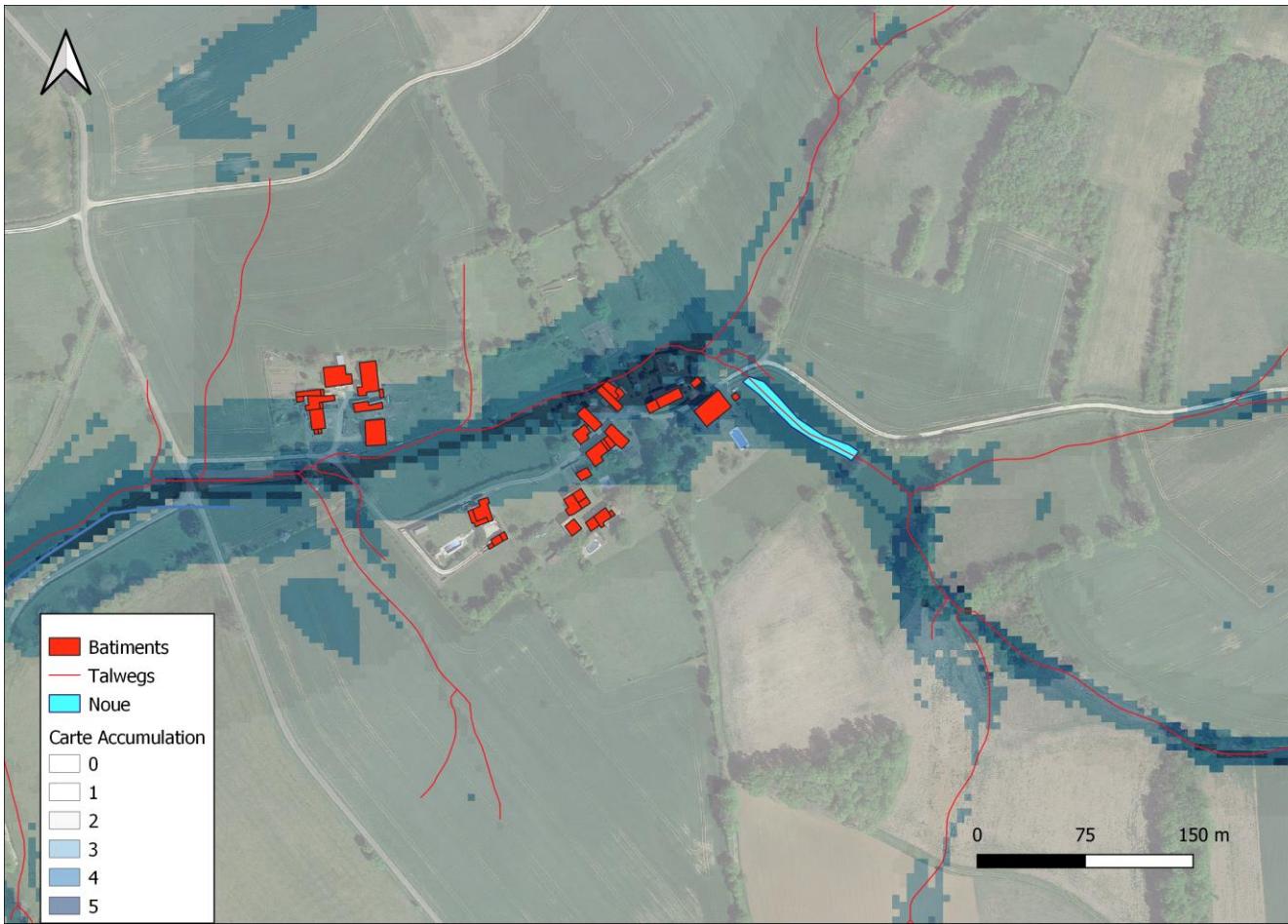
2.2 – Ruissellement - Actions diffuses

Actions sur l'accumulation – Exemple d'application

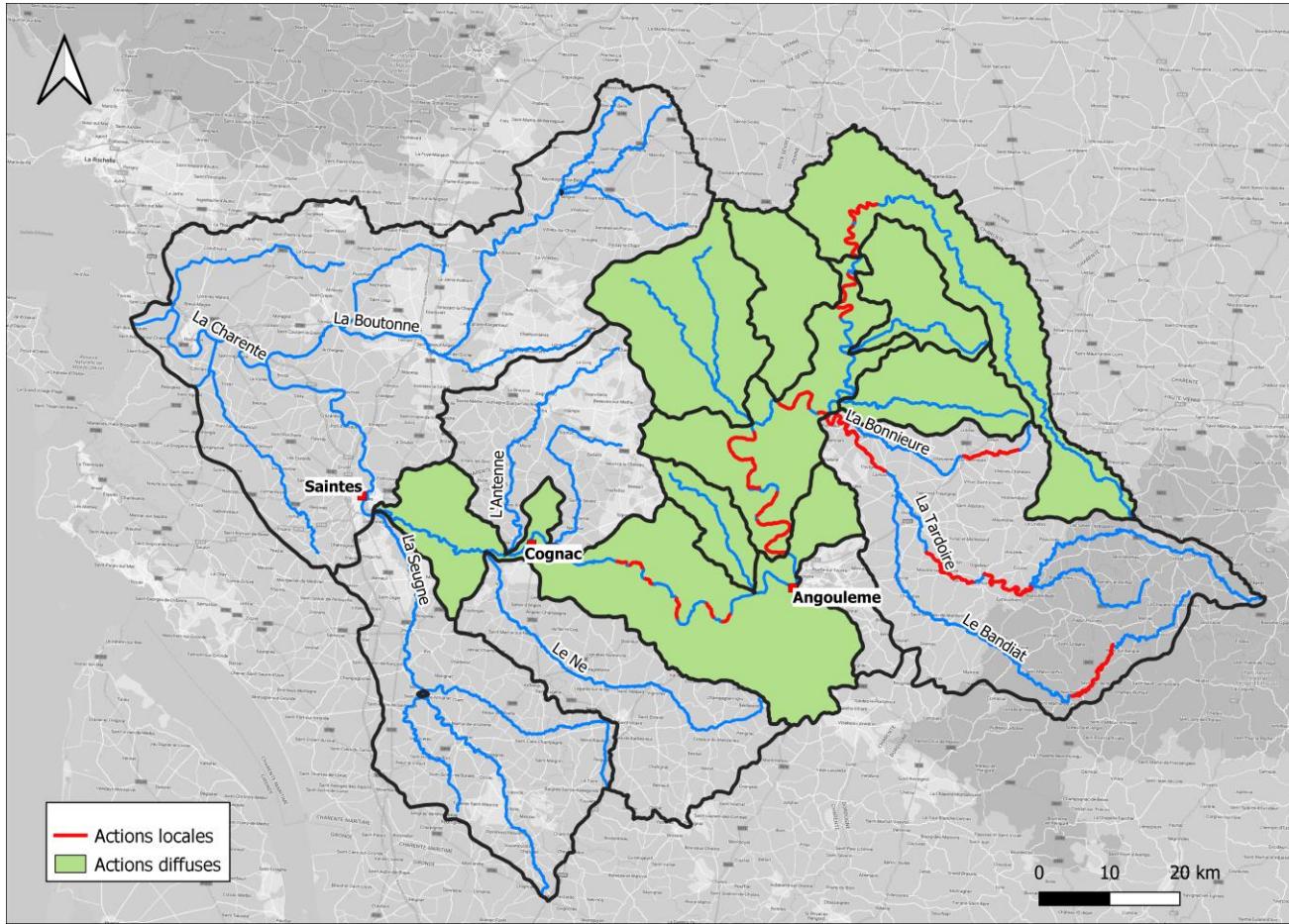


2.2 – Ruissellement - Actions diffuses

Actions sur l'accumulation – Exemple d'application



Synthèse des préconisations de ralentissement dynamique



3

Modélisations des solutions d'aménagement

3.1 – 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 :

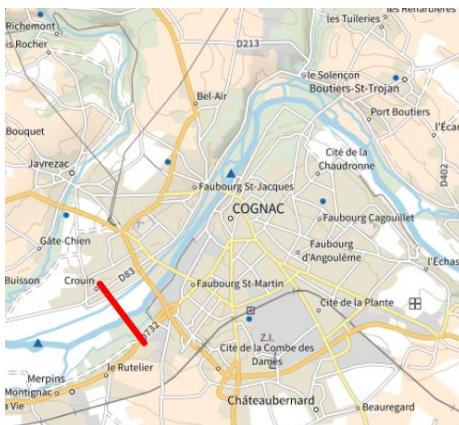
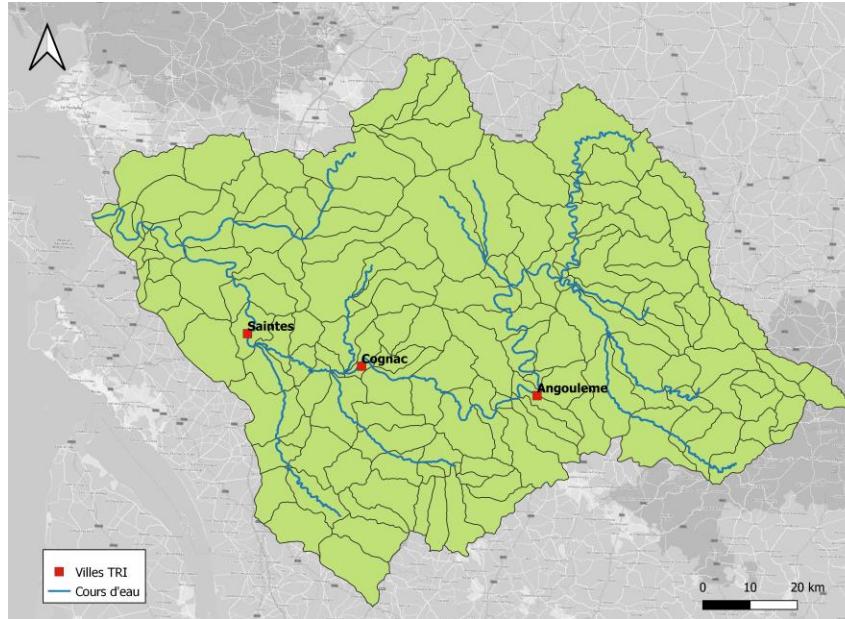
- Action sur l'occupation des sols (diminution du ruissellement) : baisse des coefficients de ruissellement dans le modèle pluie/débit,

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

3.1 – Scénarios modélisés

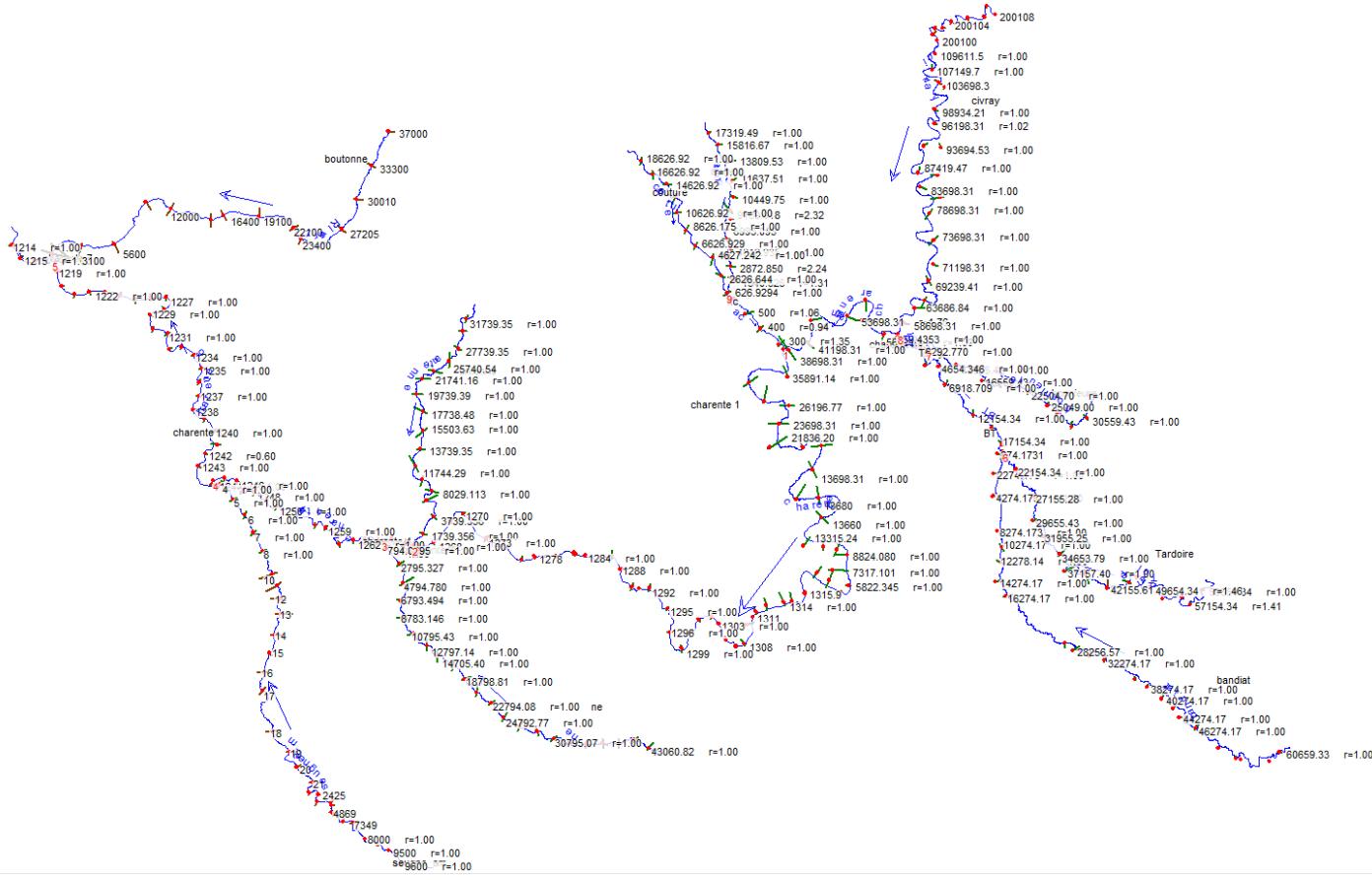
Observation des impacts

- 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.



3.1 – Scénarios modélisés

Modélisation HEC RAS



3.2 – 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 |
|-------------|---------|--------|-----------|
| 1982 | -0.06 | -0.07 | -0.09 |
| 2007 | -0.03 | -0.05 | -0.08 |
| 2021 | -0.04 | -0.05 | -0.04 |

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

| | Saintes | Cognac | Angoulême |
|-------------|---------|--------|-----------|
| 1982 | -0.09 | -0.11 | -0.15 |
| 2007 | -0.06 | -0.07 | -0.15 |
| 2021 | -0.07 | -0.08 | -0.08 |

3.2 – 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 |

- 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 |

3.2 – 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 :

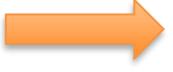
| | Saintes | Cognac | Angoulême |
|------|---------|--------|-----------|
| 1982 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2007 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2021 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |



Pas d'effet au niveau du TRI
Pas d'effet local sur ces crues

3.3 – Impact des actions diffuses

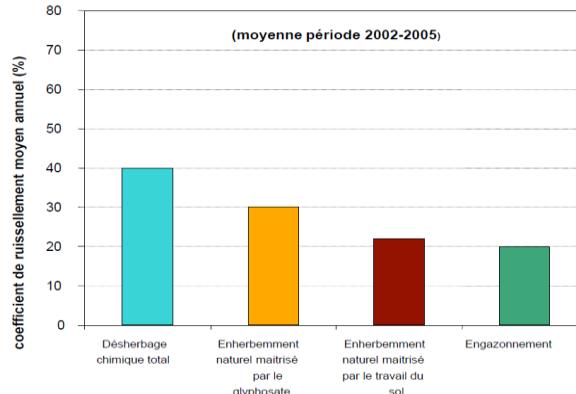
Estimation de l'effet de ces actions sur le paramètre de ruissellement

- 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 km² de surface cultivée : CN 78
 - Pour un bassin de 19 km² de surface cultivée (CN 78) + 1km² de forêt (CN30) : CN 75,6
- Aménagement sur **5%** de surface  Diminution du CN de **3%**
- Pour un bassin de 18.8 km² de surface cultivée (CN 78) + 1,2km² de prairie (CN40) : CN 75,7
- Aménagement sur **6.2%** de surface  Diminution du CN de **3%**

3.3 – Impact des actions diffuses

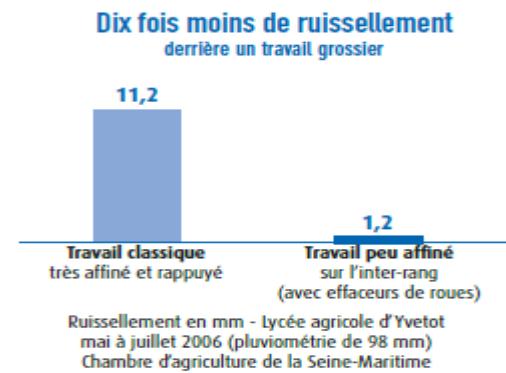
Estimation de l'effet de ces actions sur le paramètre de ruissellement

- 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)



3.3 – 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 |

3.3 – 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 |

3.3 – 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 |

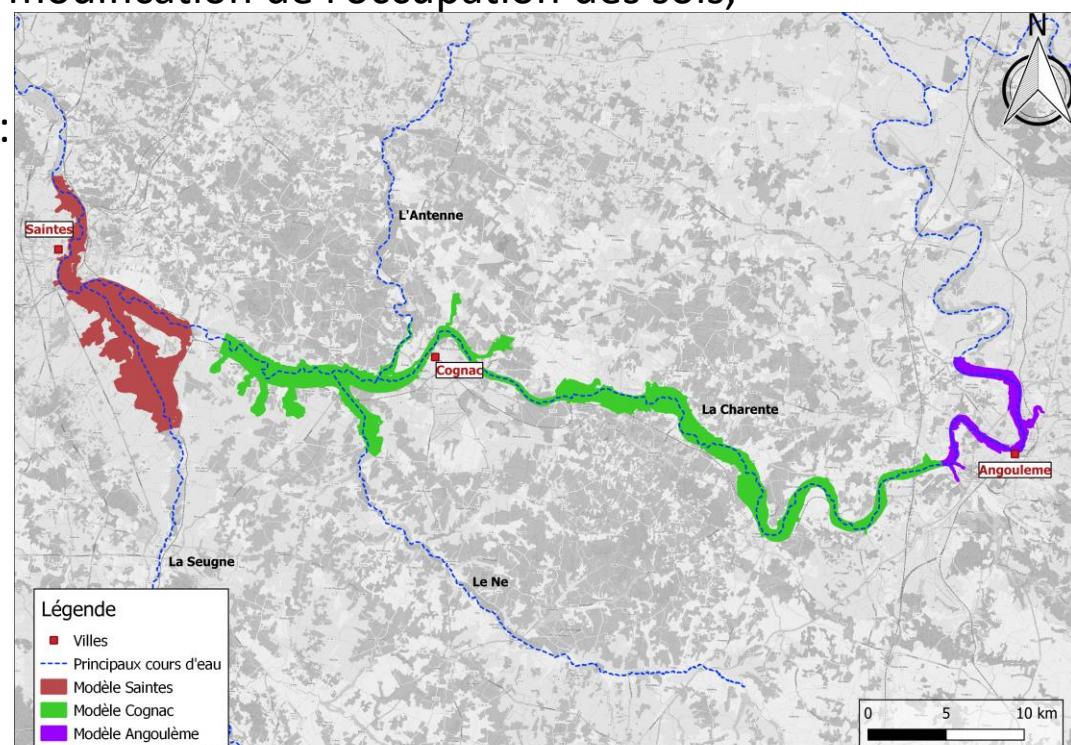


Le rechargement alluvionnaire n'améliore pas le résultat

3.4 – Traduction sur les enjeux

Bâtiments hors zone inondable

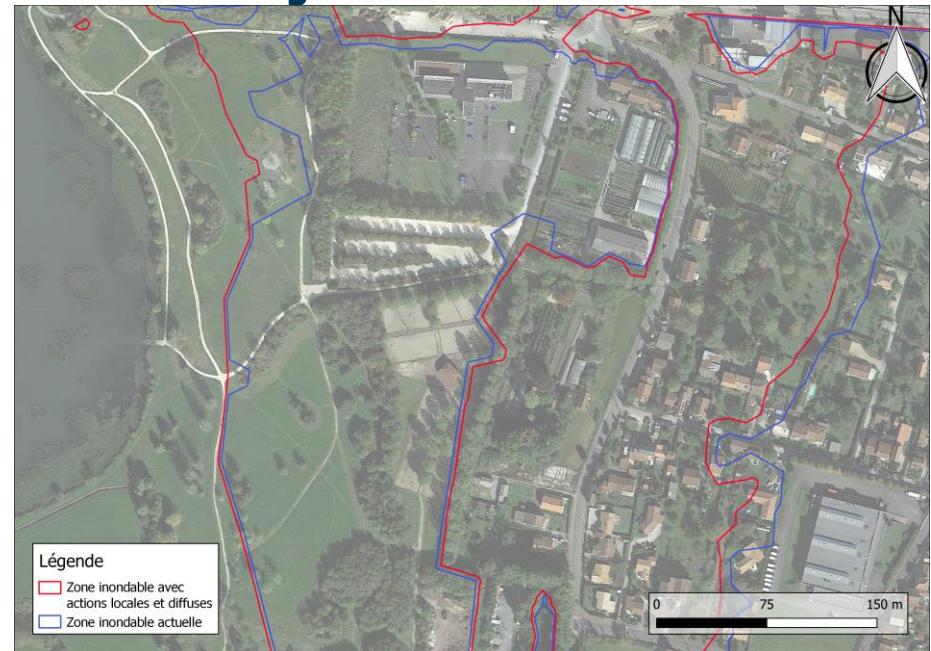
- Analyse des résultats des crues centennales (PPRI),
- Prise en compte de l'impact le plus important : frein en lit majeur forcé, rechargement alluvionnaire et modification de l'occupation des sols,
- Emprises des modèles utilisés :



3.4 – 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) | Bâties concernés actuel | Bâties 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 |



www.arteliagroup.com