

Quelles clés pour l'eau demain? Contribution de l'agriculture à la résilience hydrologique

Aurore Degré, Cebedeau, 9 mai 2025

Profoundly changing water cycle

The assessment, published in the journal [Nature Reviews Earth & Environment](#), is based on evidence of widespread changes in soil moisture relative to mid-Holocene and pre-industrial conditions and green-water driven destabilization of ecological, atmospheric, and biogeochemical processes.

“ Water is the bloodstream of the biosphere. But we are profoundly changing the water cycle. This is now affecting the health of the entire planet.

Lan Wang-Erlandsson, lead author

Un cycle de l'eau qui s'intensifie,
Une variabilité qui atteint des seuils inédits

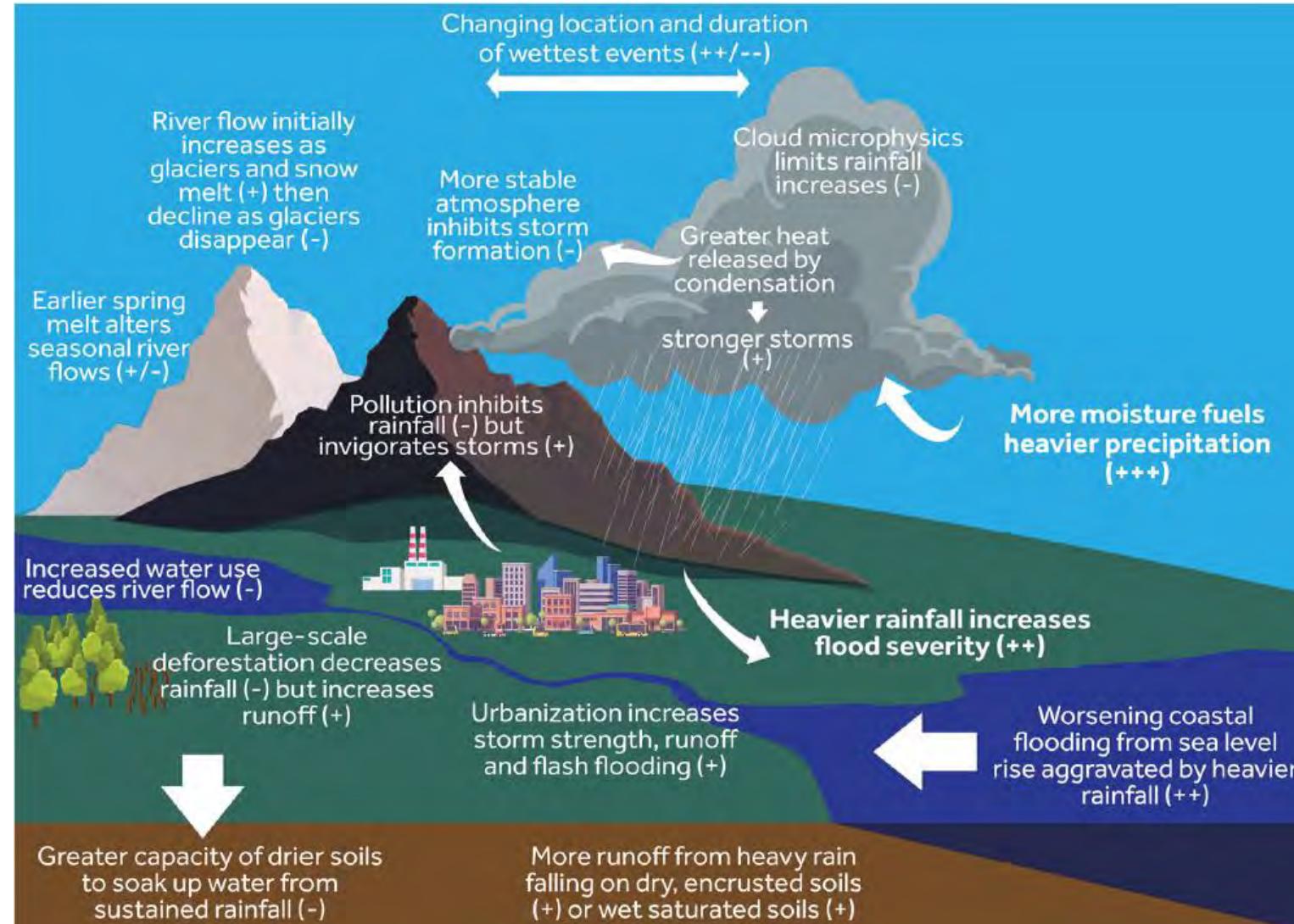
... Sous le double effet de l'anthropisation du territoire et de l'évolution climatique



9 boundaries assessed,
6 crossed

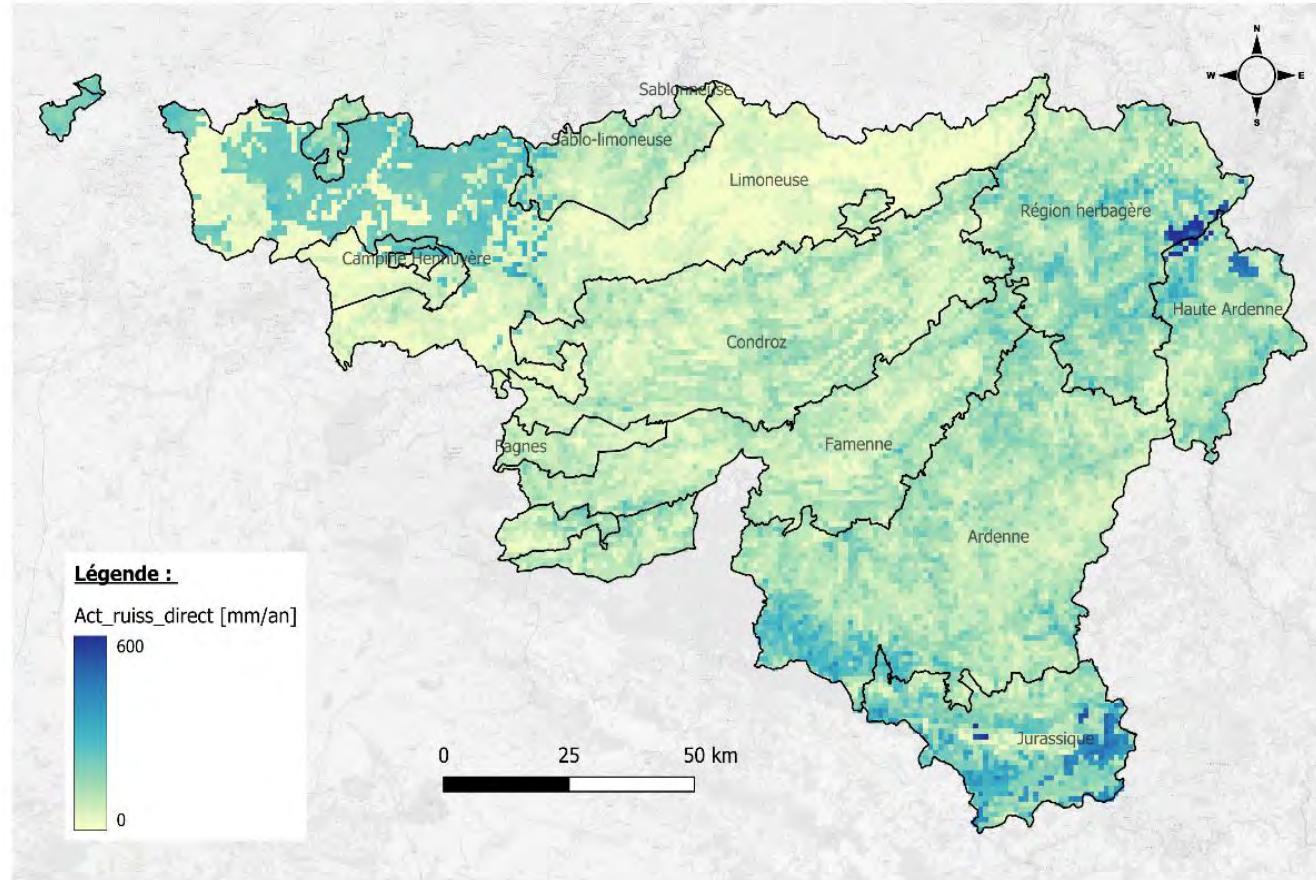


Evolution du cycle hydrologique dans un contexte de changement climatique



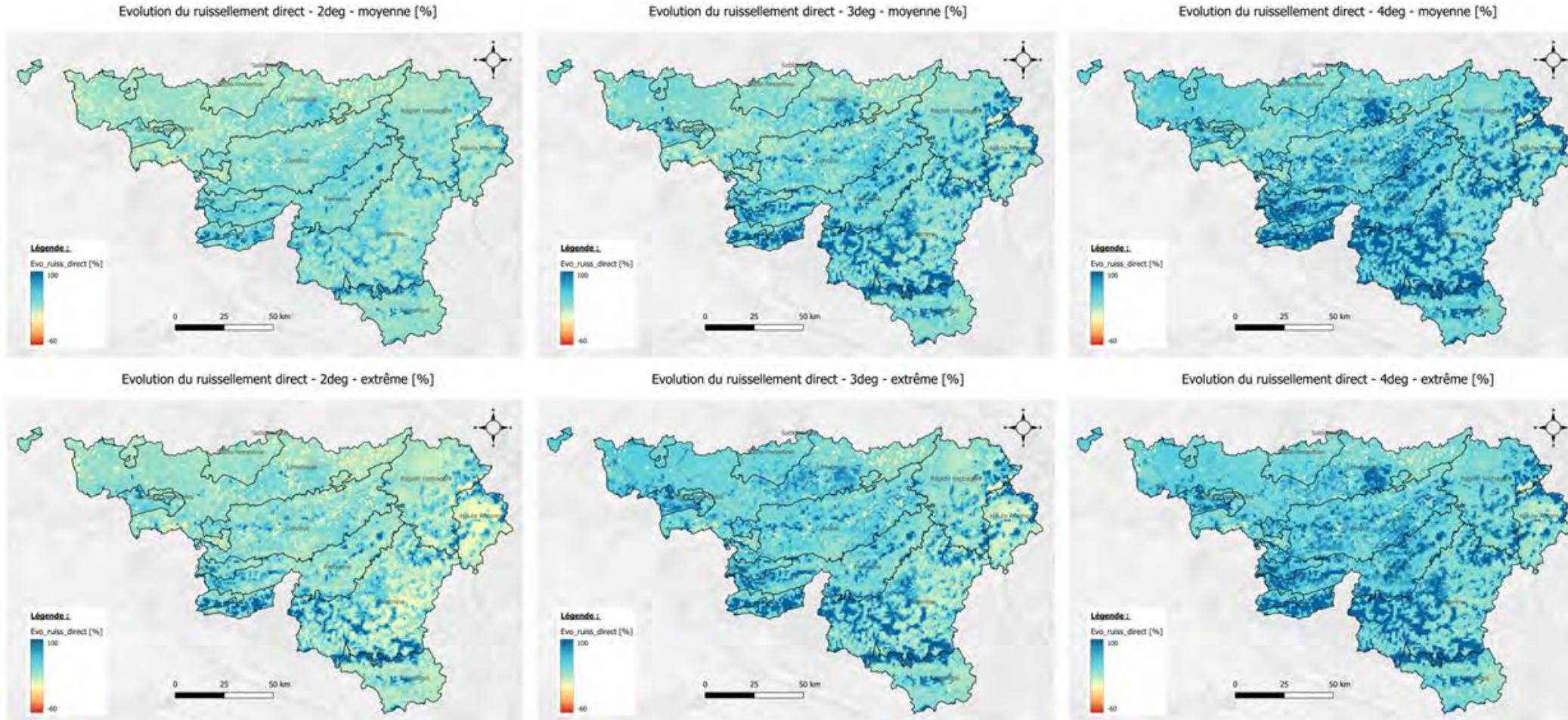


Evolution de la production du ruissellement



Ruisseaulement direct actuel pour la période de référence
de 1971 à 2022

Evolution de la production de ruissellement

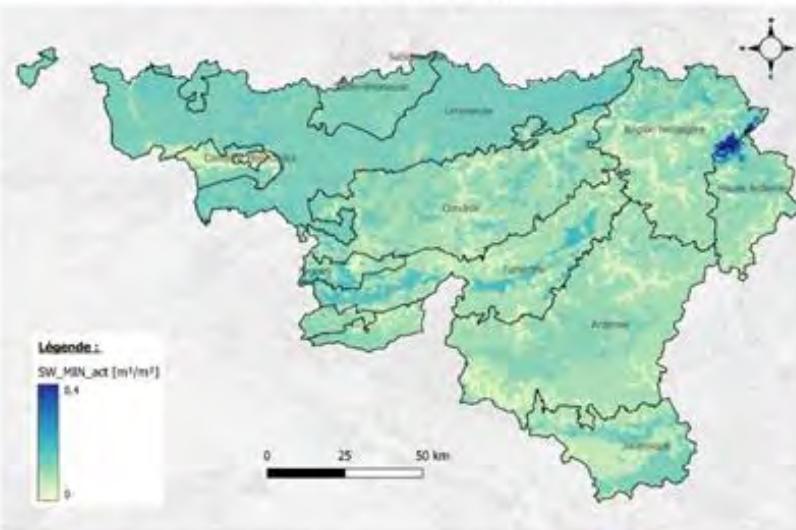


Evolution relative du ruissellement direct en pourcentage dans un monde à +2, +3 et +4°C pour la moyenne des modèles ainsi que pour le modèle extrême humide MIROC6

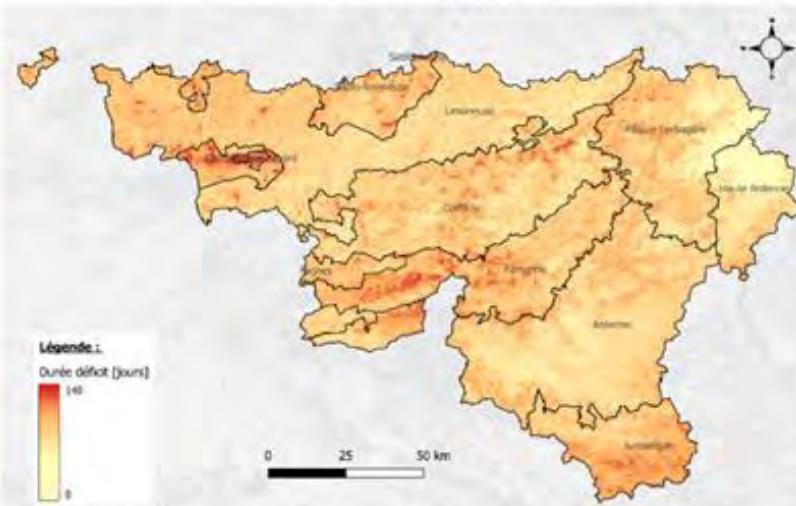


Evolution des sécheresses édaphiques

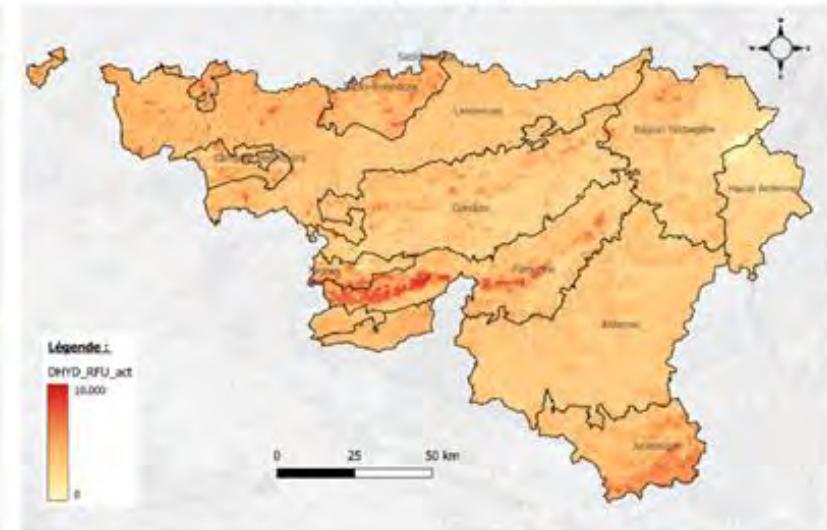
Sols à risques de sécheresses édaphiques :
Teneur en eau min actuelle



Sols à risques de sécheresses édaphiques :
Durée du déficit hydrique actuelle



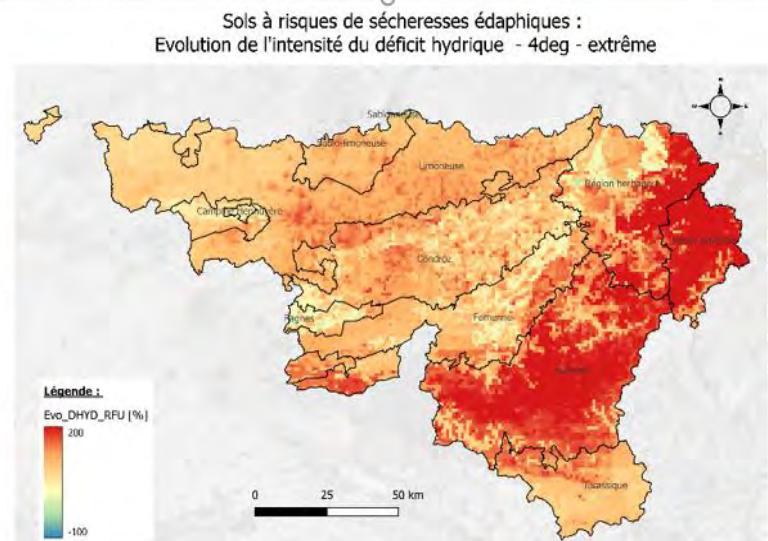
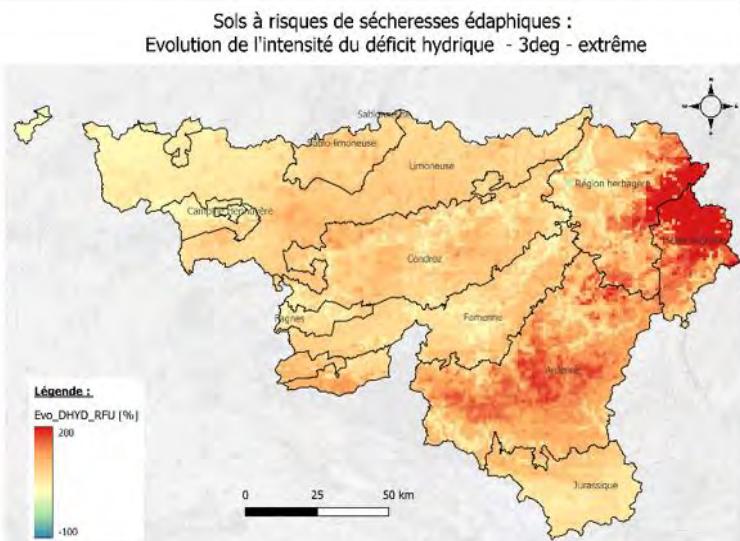
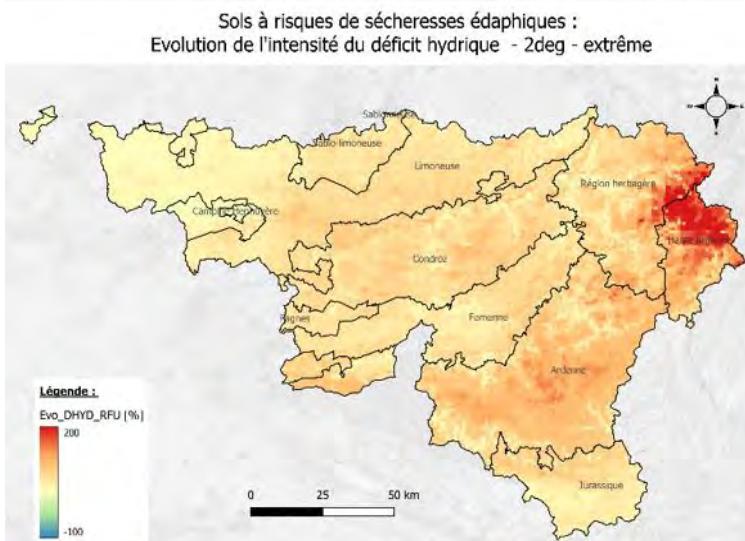
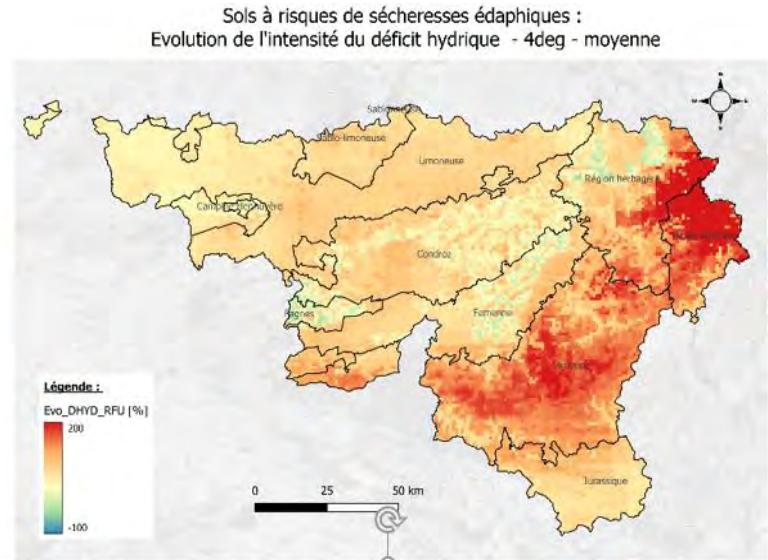
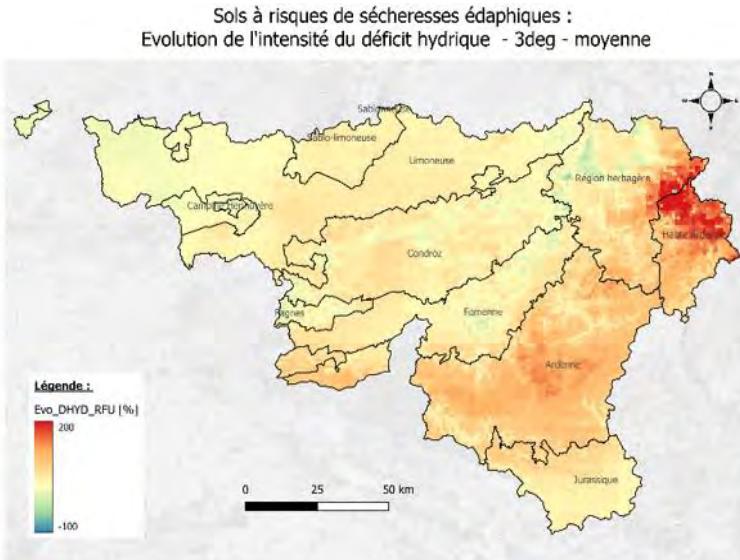
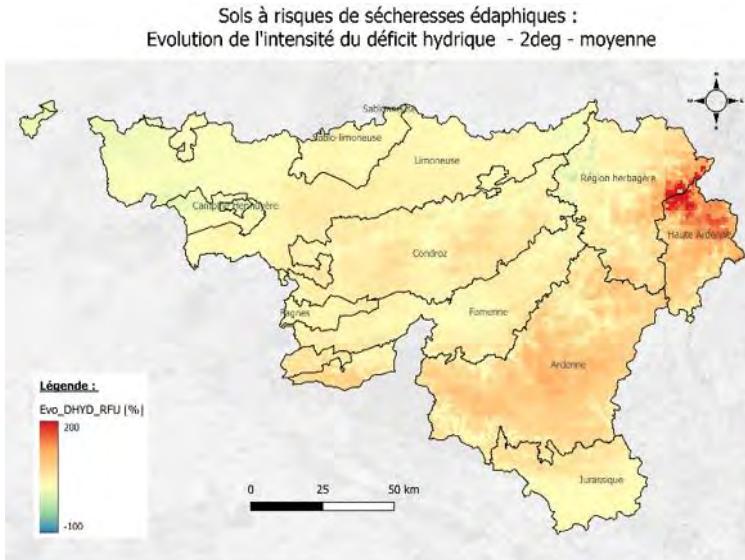
Sols à risques de sécheresses édaphiques :
Intensité du déficit hydrique actuelle



Teneur en eau minimale, durée du déficit hydrique et intensité
du déficit hydrique actuelles pour la période de référence de
1971 à 2022

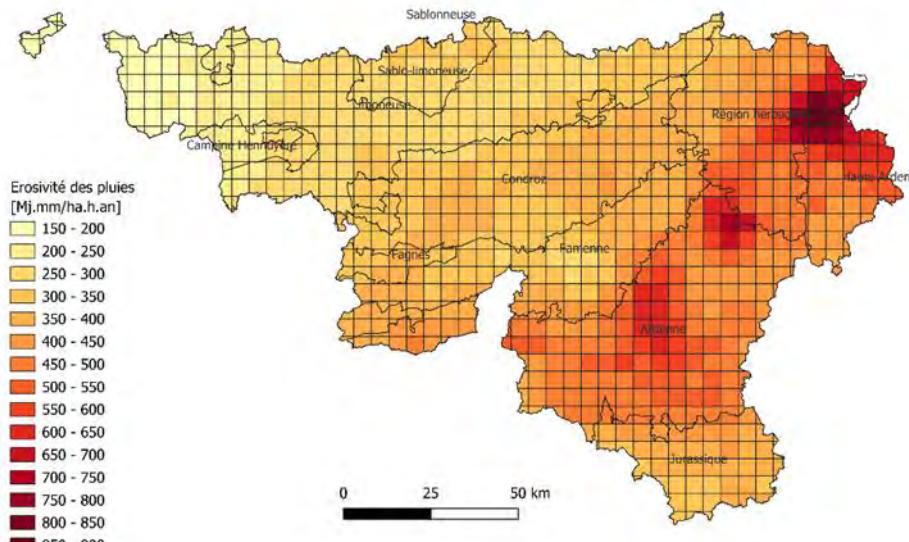


Evolution des sécheresses édaphiques



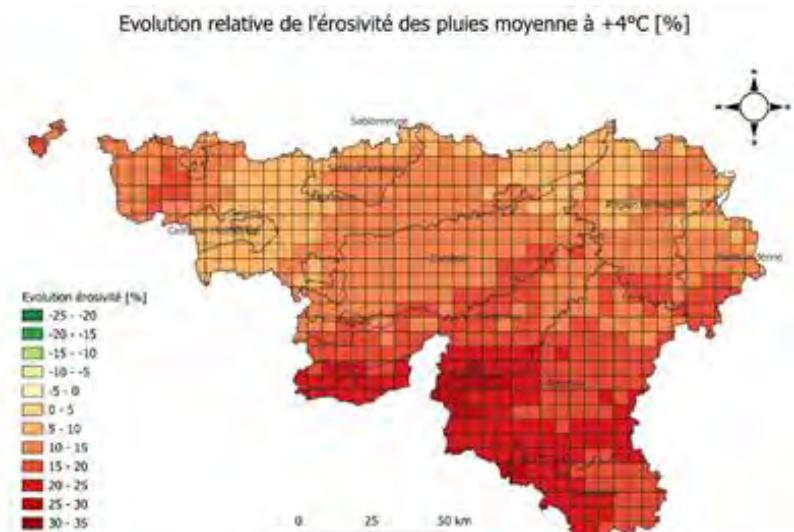
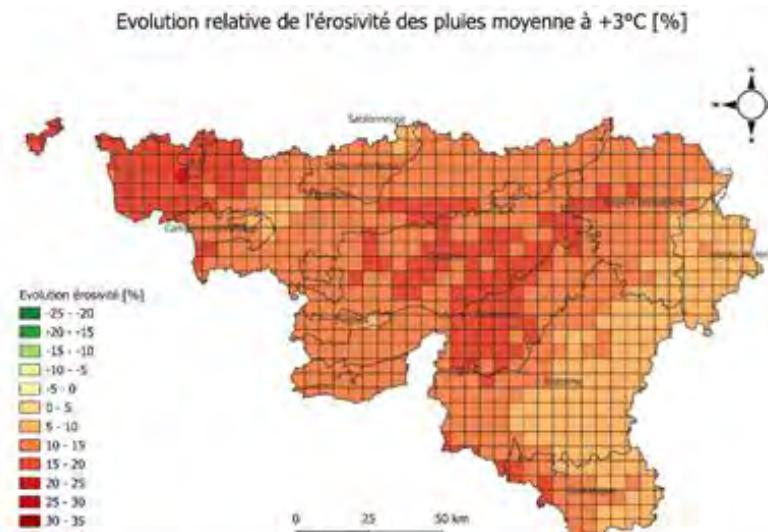
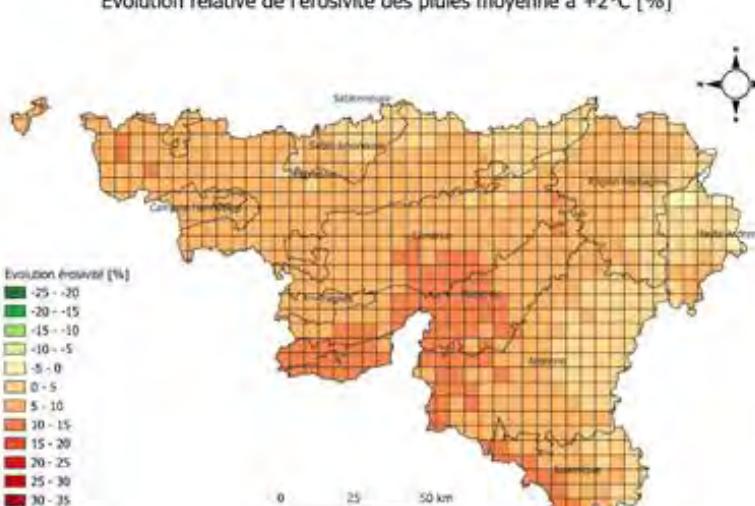
Evolution relative de l'intensité du déficit hydrique des sols entre 0 et 40 cm, en pourcentage dans un monde à +2, +3 et +4°C pour la moyenne des modèles ainsi que pour le modèle extrême sec CMCC

Evolution de l'érosivité des pluies



Erosivité actuelle des pluies pour la période de référence de 1981 à 2010 (Données MIROC!)

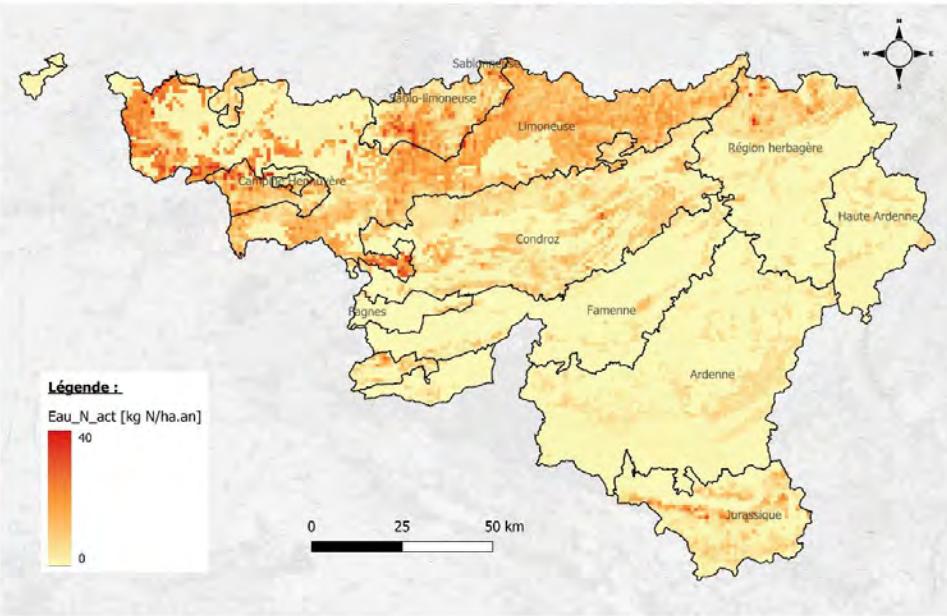
Evolution relative de l'érosivité des pluies en pourcentage dans un monde à +2, +3 et +4°C pour la moyenne des modèles



Evolution de la pression en nitrate sur les ESO

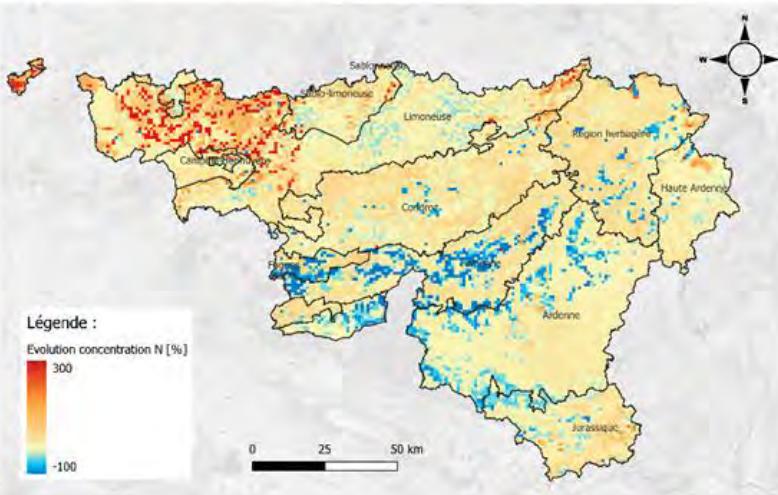


Pollution en nitrate des eaux vers les nappes - actuel [kg N/ha.an]

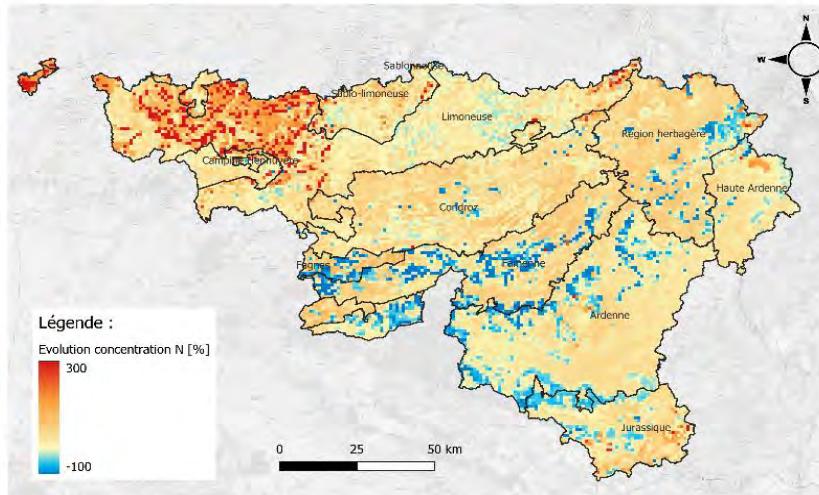


Apport de nitrate aux eaux souterraines pour la période de référence de 1981 à 2010 (Données MIROC!)

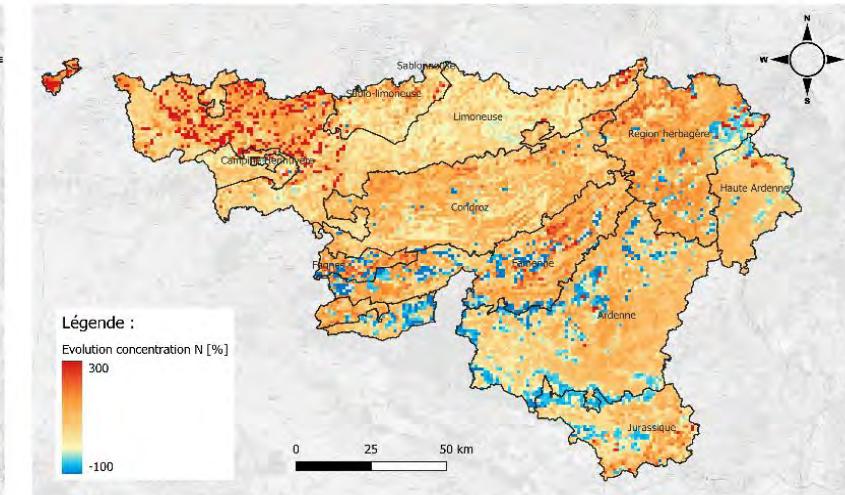
Evolution de la pollution en nitrate vers les nappes - 2 degrés



Evolution de la pollution en nitrate vers les nappes - 3 degrés



Evolution de la pollution en nitrate vers les nappes - 4 degrés



Evolution relative de l'apport de nitrate aux eaux souterraines en pourcentage dans un monde à +2, +3 et +4°C – modèle MIROC



Les couts actuels : Inondations

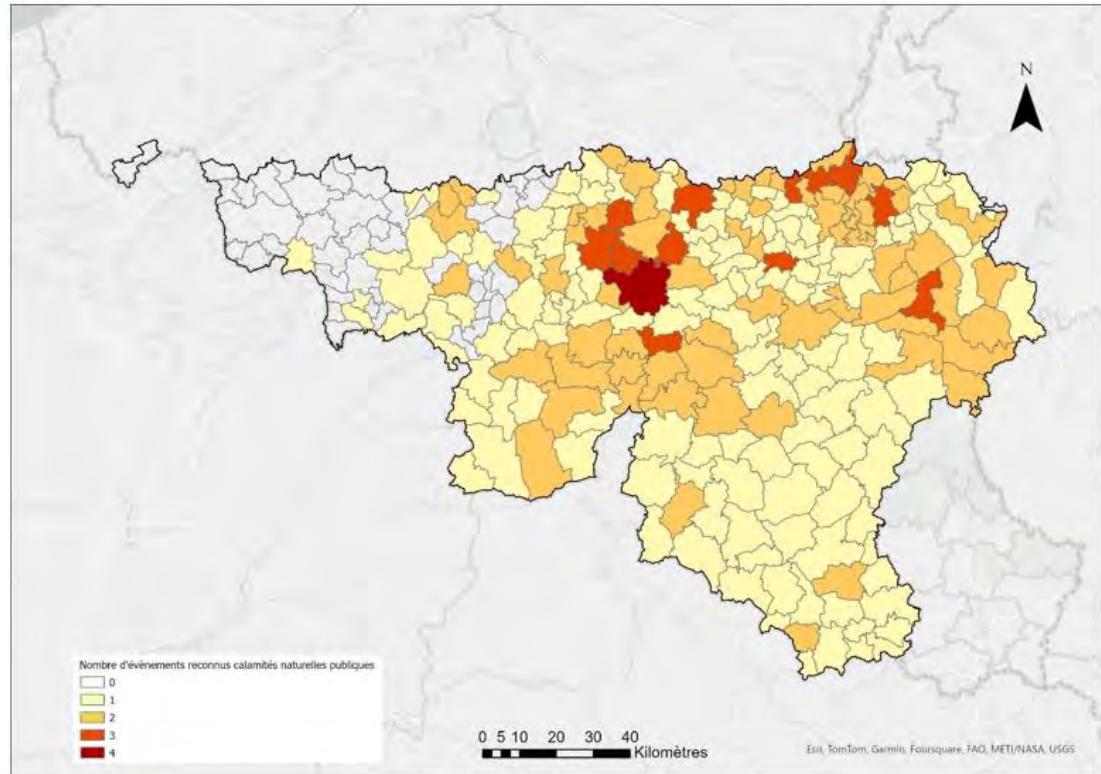
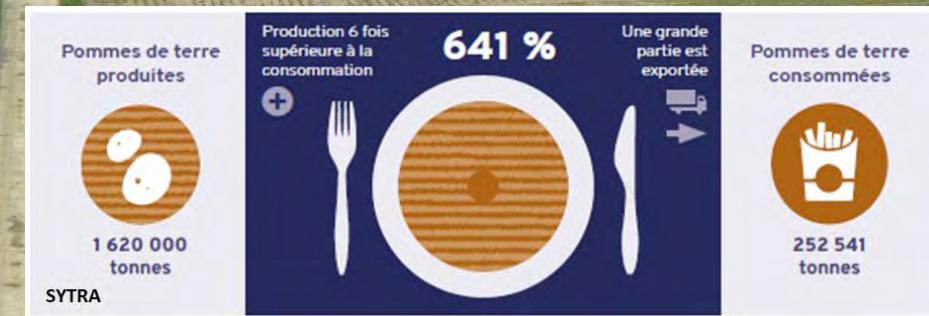


FIGURE 2 : CARTE REPRÉSENTANT LE NOMBRE D'ÉVÉNEMENTS RECONNUS COMME CALAMITÉS NATURELLES PUBLIQUES PAR COMMUNE ENTRE 2017 ET 2023



Les couts actuels : Erosion des sols

- ▶ Des cultures de printemps peu couvrantes (ex ici, pommes de terre, betteraves, ...)
- ▶ Taux de matière organique dans les sols en baisse, accentué par l'augmentation des t°
- ▶ Taille des parcelles en hausse, effet pervers de l'intégration de certaines cultures



- ▶ Imperméabilisation, écoulements excessifs, érosion en période humide, ...
- ▶ et en période sèche.... Stress hydrique

Et en mesure palliative, des ballots mis dans l'urgence...

Les couts actuels (encore)

- ▶ Système alimentaire
- ▶ Biodiversité
- ▶ Logistique, transport
- ▶ ...

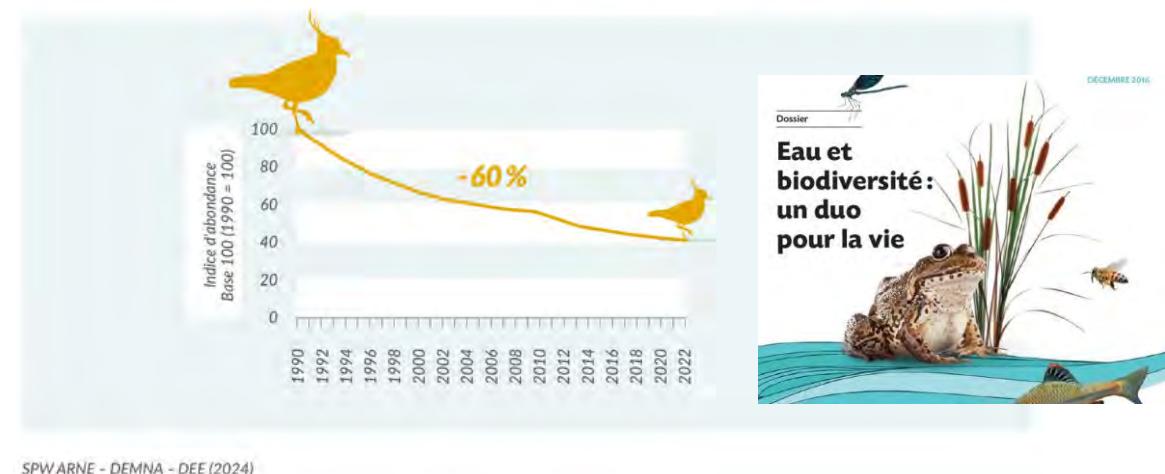


Article

<https://doi.org/10.1038/s41467-023-38906-7>

Risks of synchronized low yields are underestimated in climate and crop model projections

Évolution des effectifs des populations d'oiseaux communs en Wallonie, espèces des milieux agricoles (17 espèces) (1990 - 2022)



- ▶ Dragage du canal Condé-Pommereul
- ▶ 1 million de m³ de sédiments
- ▶ 80 millions EUR

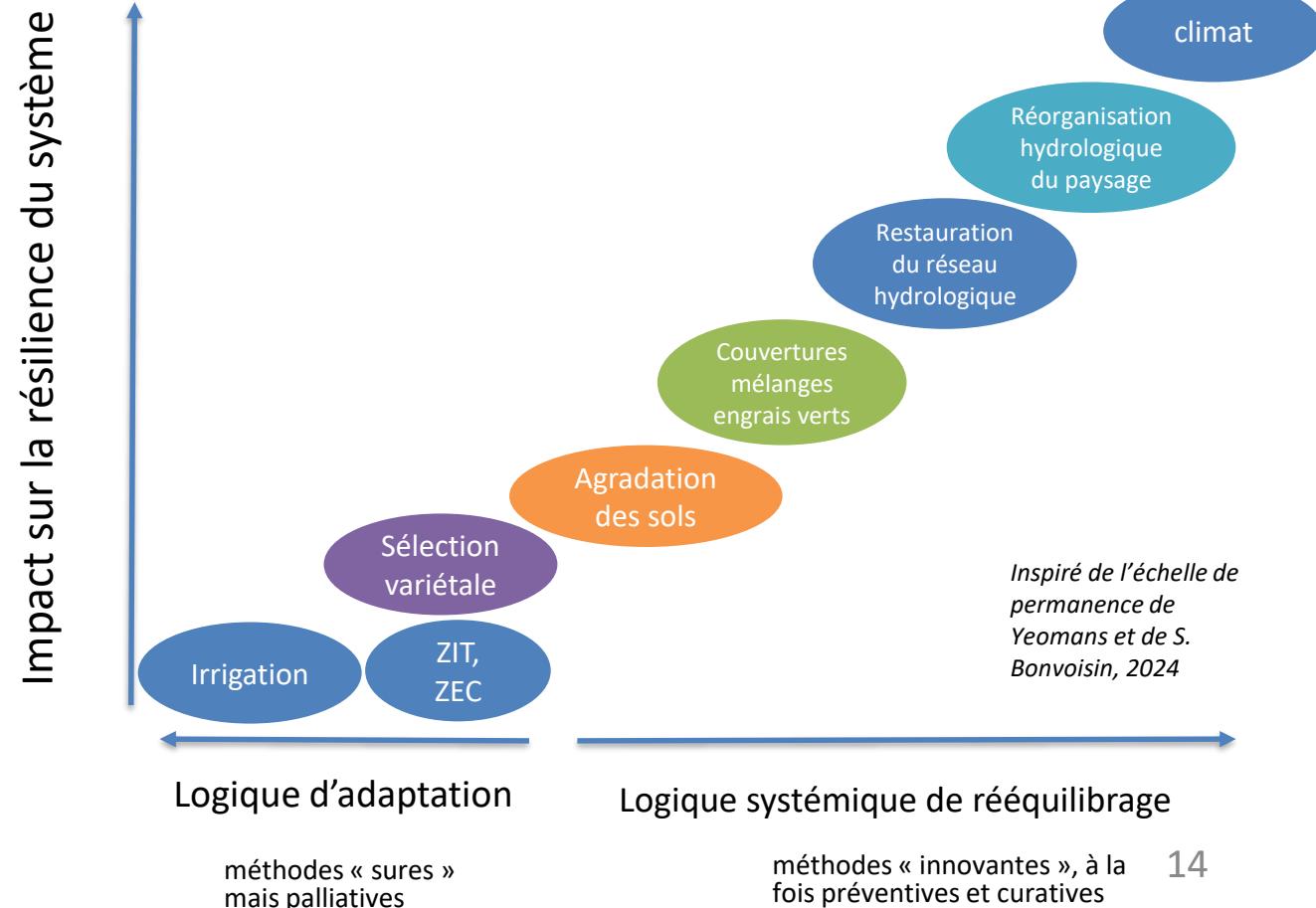
Amortir le cycle hydrologique

Explorer les solutions...



Se préparer au monde à +3°C

- ▶ Max 20% de l'énergie en adaptation
 - Irrigation
 - ZIT, ZEC protection qui ne restaure pas le cycle hydro
 - ...
- ▶ Miser 80% de l'énergie en solution structurelle
 - Agrader les sols
 - Choix des (mélanges de) cultures, rotations
 - Patron parcellaire
 - Espaces de biodiversité
 - ...





Approche locale : Restaurer la fertilité globale des sols

- ▶ (non-)travail du sol
- ▶ Couverture des sols, gestion des résidus, sous-semis, mélanges, rotations, prairies
- ▶ Des changements de systèmes qui impactent l'eau





Ex : Ordre de grandeur des capacités d'infiltration

Table 3-4 : Saturated infiltration capacities in mm h^{-1} for each combination of soil surface properties in the catchment of Chastre (Values in brackets relate to standard deviation of measurements).

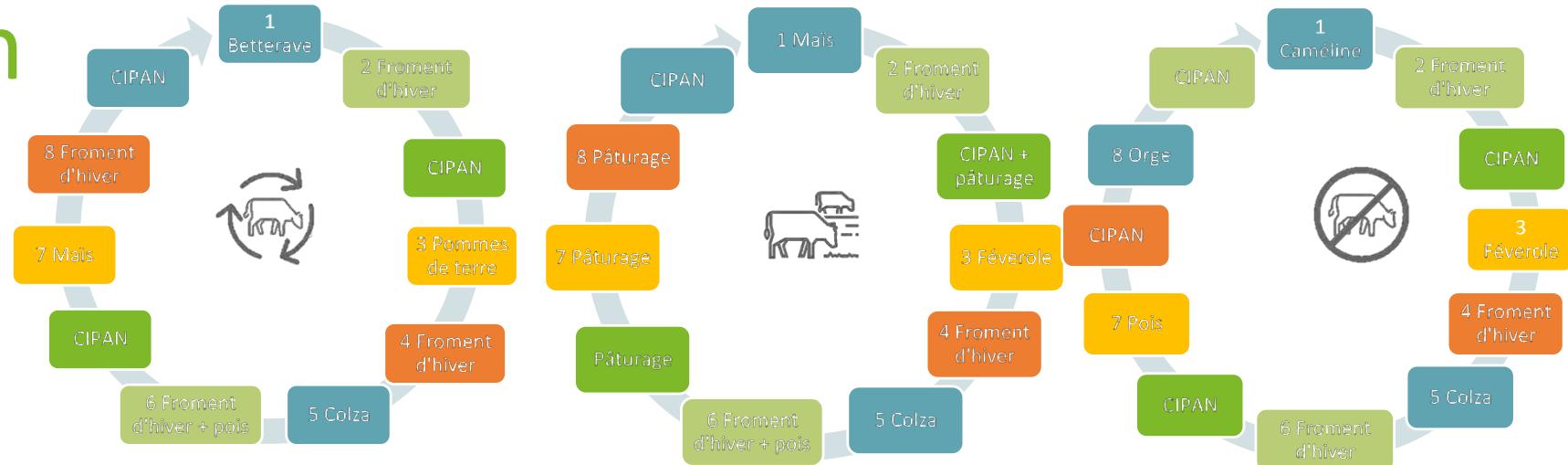
		Soil surface crusting [-]				
Roughness [cm]	Vegetation cover [%]	F0	F11	F12	F2	
R5	C3	75				
	C2					
	C1					
R4	C3		75			
	C2	74 (35.0)				
	C1	50				
R3	C3			25 (28.2)		
	C2		18			
	C1	25	18	15		
R2	C3			18 (3.2)		
	C2		18	12 (3.0)		
	C1	18	10	9 (1.4)	6 (2.5)	
R1	C3		18	15 (1.9)	10 (4.4)	
	C2		14 (4.1)	11 (0.4)		
	C1	15	8 (2.2)	6 (1.2)	6 (2.1)	
R0	C3		10	10 (2.6)	4 (1.0)	
	C2		8 (2.4)	5 (2.0)	4 (1.6)	
	C1			6 (2.3)	4 (1.9)	

- ▶ Sol limoneux (luvisol/cambisol)
- ▶ Mesures de capacité d'infiltration (mm/h) pour différentes combinaisons d'états de surface du sol
 - C1-> C3 : couverture végétale $\uparrow \Rightarrow$ Cap. Inf. \uparrow
 - R0 -> R5 : rugosité $\uparrow \Rightarrow$ Cap. Inf. \uparrow
 - F0 -> F2 : (faciès) encroûtement $\uparrow \Rightarrow$ Cap. Inf. \downarrow
- ▶ BV expérimental de Chastre



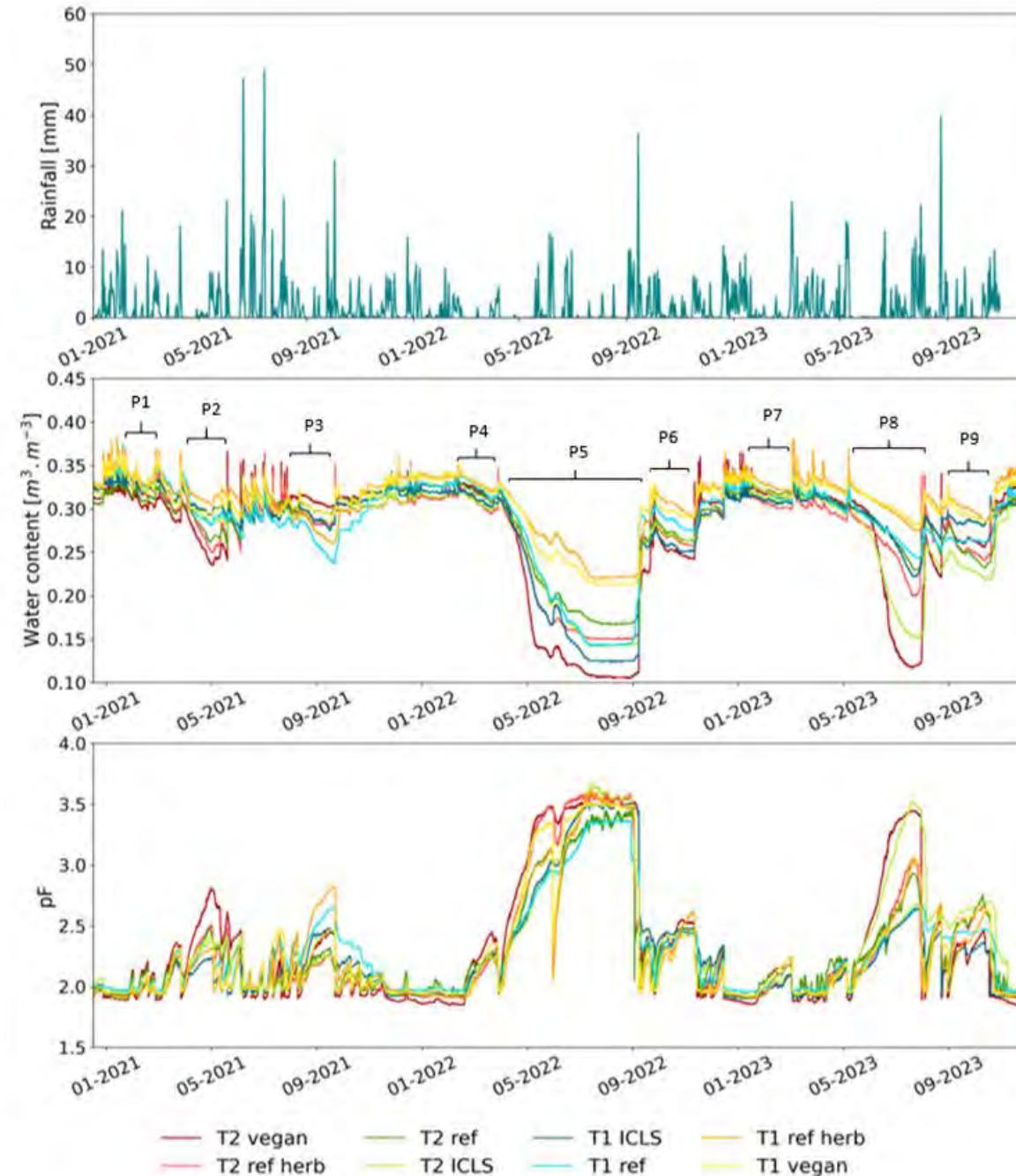
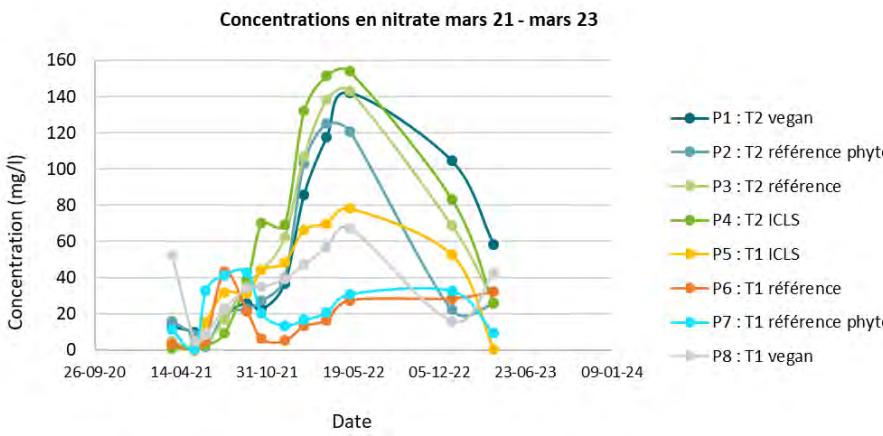
EcofoodSystem

- ▶ Quatre SYSTEMES, gradient de ruptures agronomiques, suivi interdisciplinaire
- ▶ Mesures hydrologiques (teneur en eau, potentiel, lixiviation)



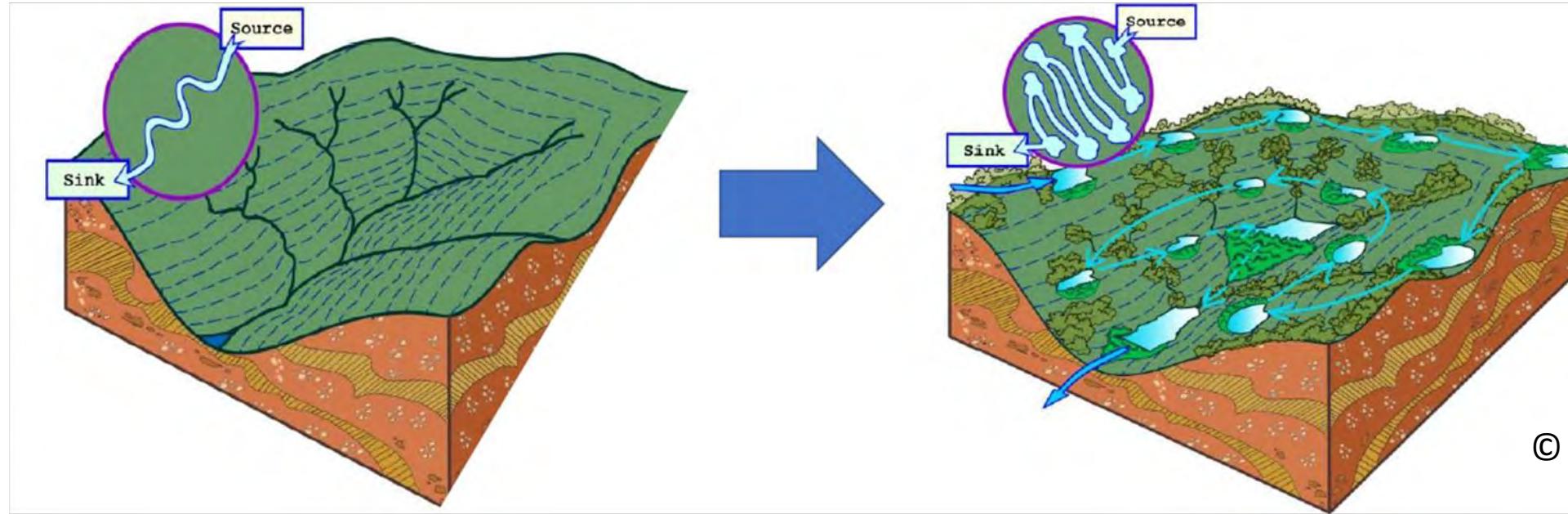
EcofoodSystem

- ▶ Enracinement (type et profondeur), type de travail du sol, durée d'implantation, résidus,
- ▶ Autant de facteurs de changement pour la **structure, l'hydrodynamique et le transfert de solutés**

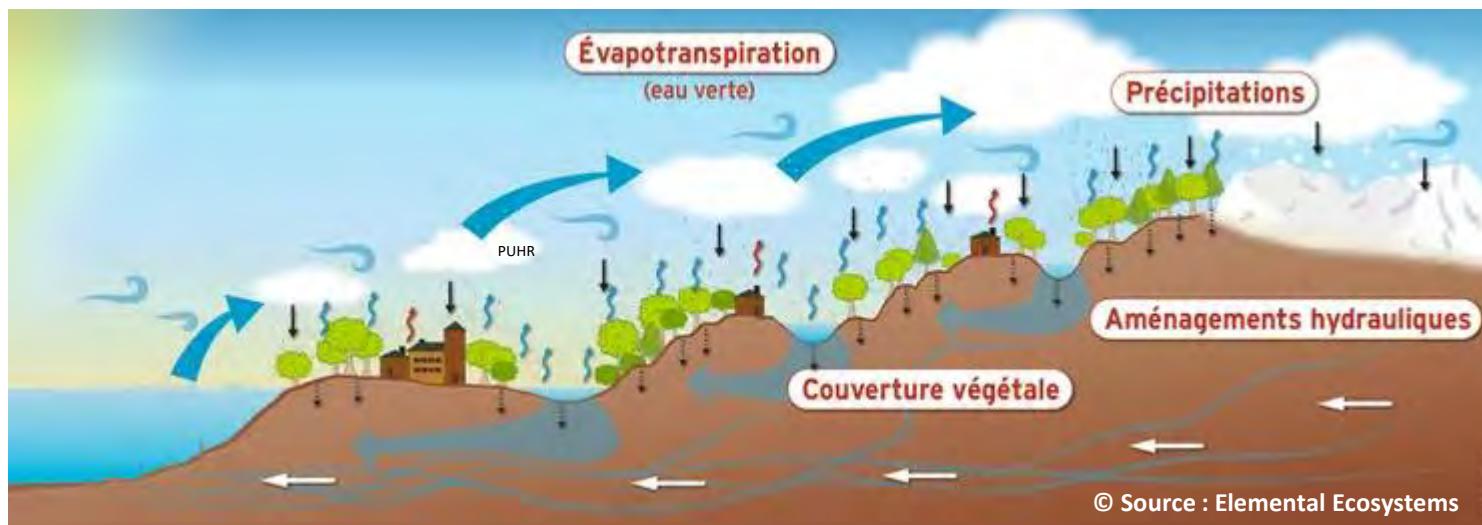




Approche paysagère : Répartir, ralentir, réinfiltrer & evapotranspirer



© PUHR

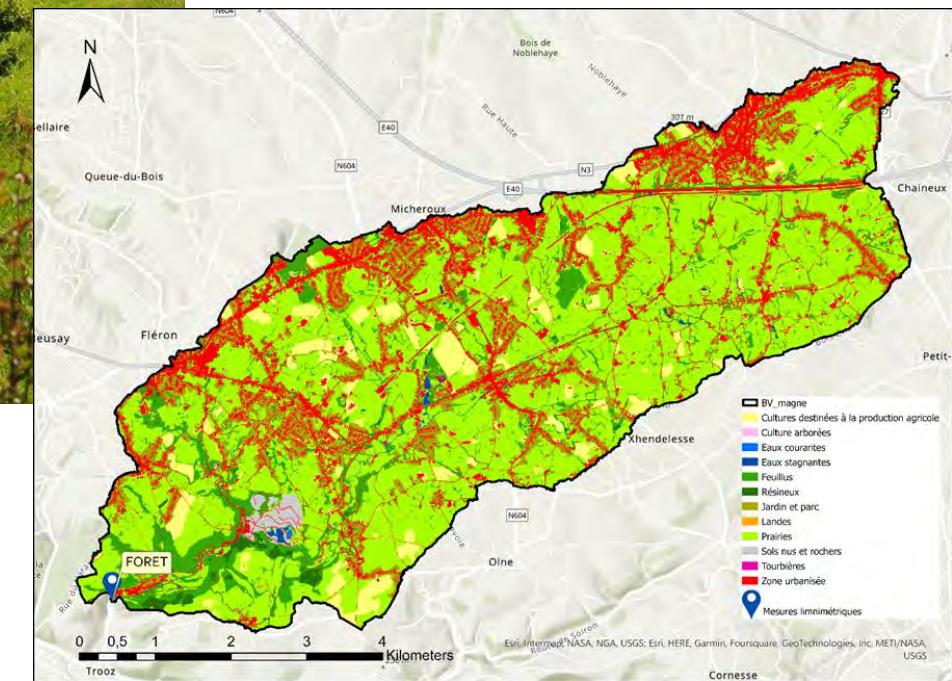




Bv de la Magne – agriculture et habitat

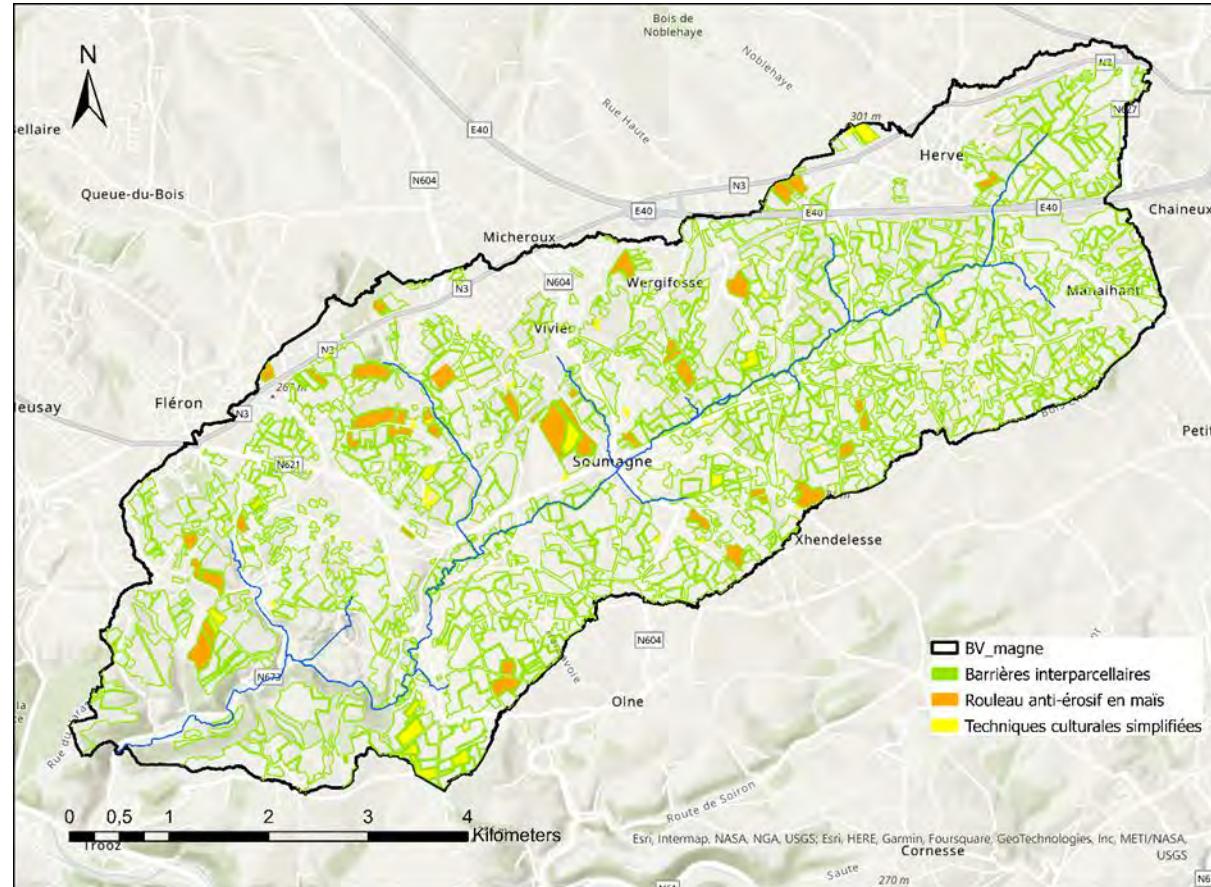


David Defourny



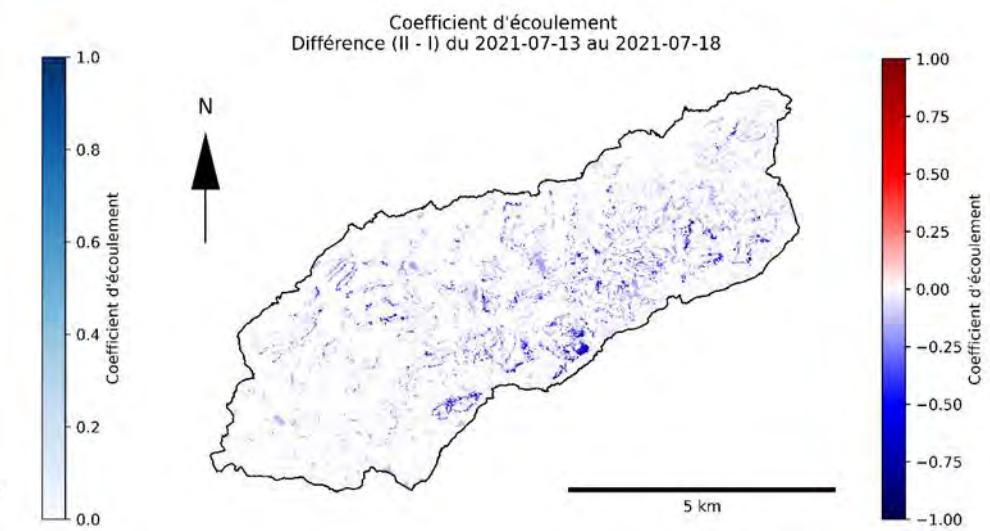
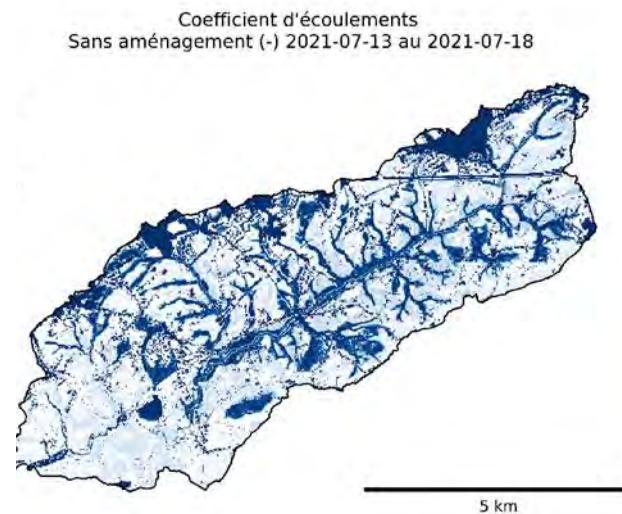
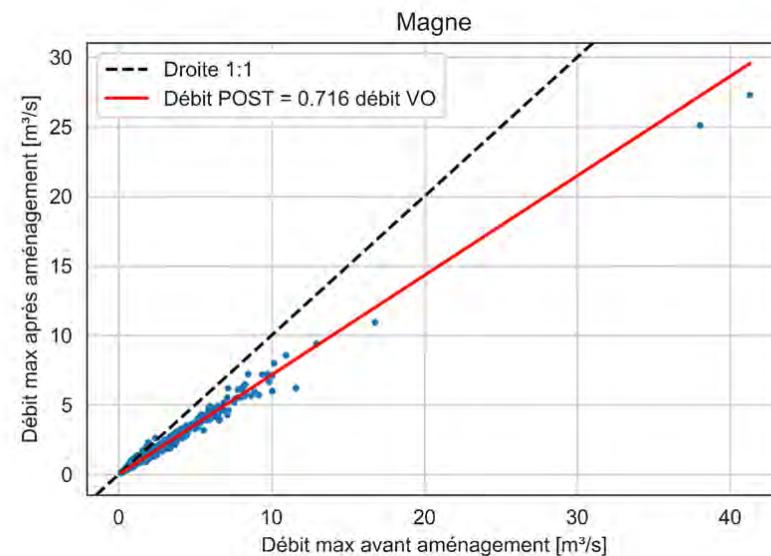


Améliorations hydrologiques



- ± 42 ha en TCS
- ± 86 ha de rouleau anti-érosif en maïs
- ± 700 km de barrières interparcelaires

Efficacité hydrologique





Bilan hydrologique par type d'aménagement

Les barrières interparcellaires interceptent davantage de pluie et augmentent fortement l'évapotranspiration en été.

Les stocks d'eau dans le sol sont localement diminués, ce qui permet d'y infiltrer les pluies intenses. La recharge hivernale est quasiment inchangée

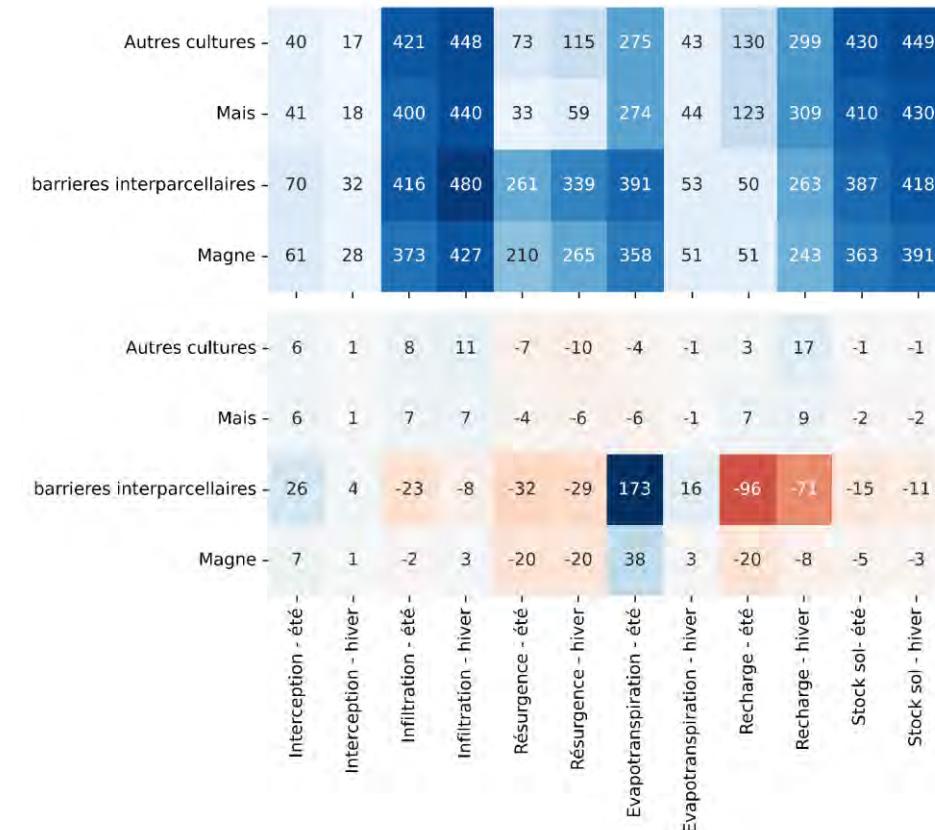


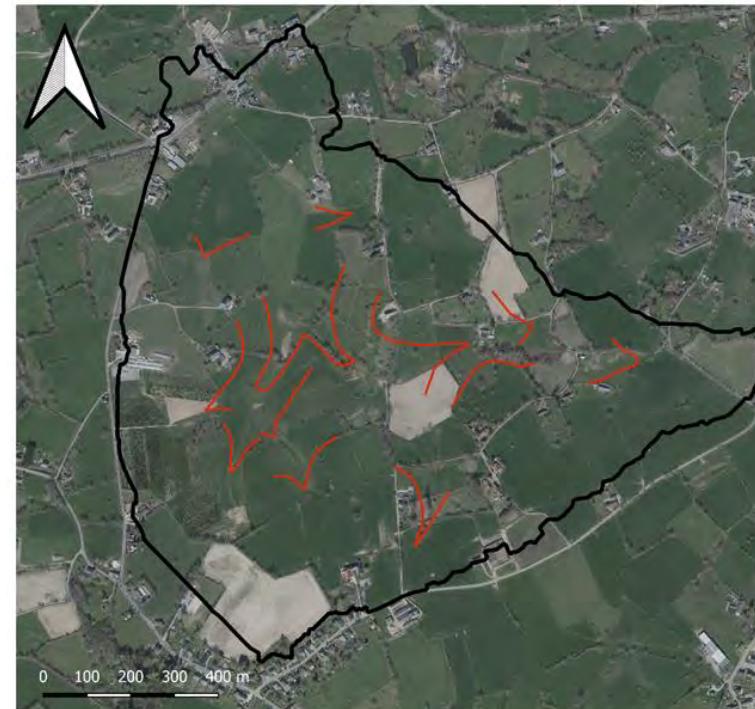
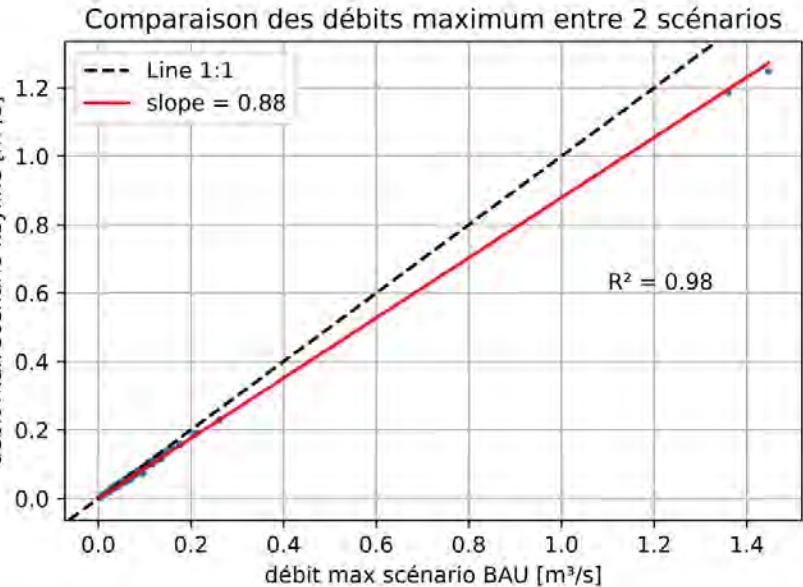
Figure 1 : Valeur (VO : en haut) et différence (POST – VO : en bas) absolue moyenne sur 19 ans des flux et stocks d'eau exprimés en mm par semestre hydrologique (été - hiver) en fonction des différents aménagements et sur l'ensemble du bassin versant de la Magne.

ModRec Vesdre

- ▶ Intégration à l'échelle du bassin versant de mesures de gestion de l'eau (domaine agricole) :
 - Scénario de keyline
 - Respect des contraintes viaires
- ▶ Additivité des performances hydrologiques

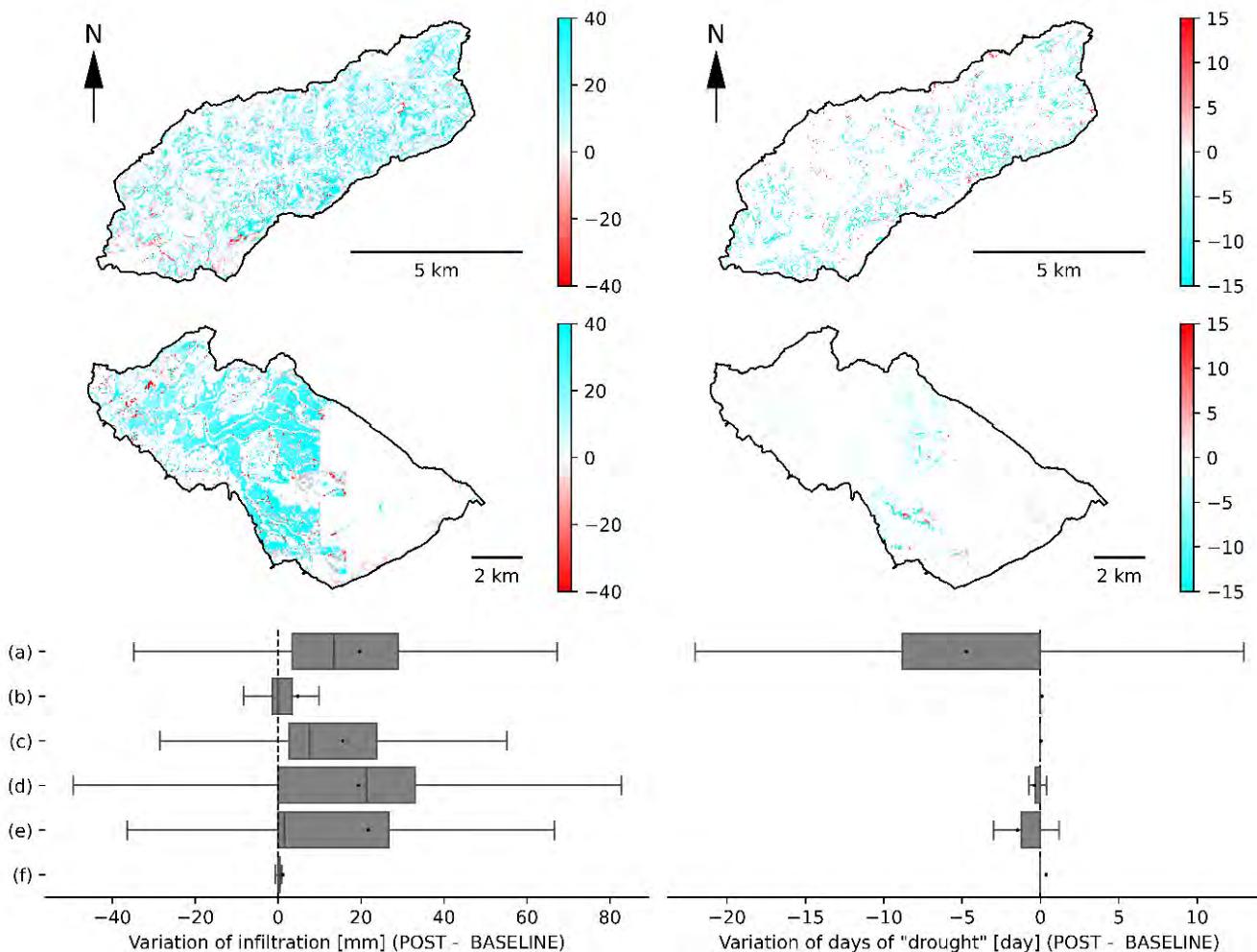


Ponce-Rodríguez et al., 2021





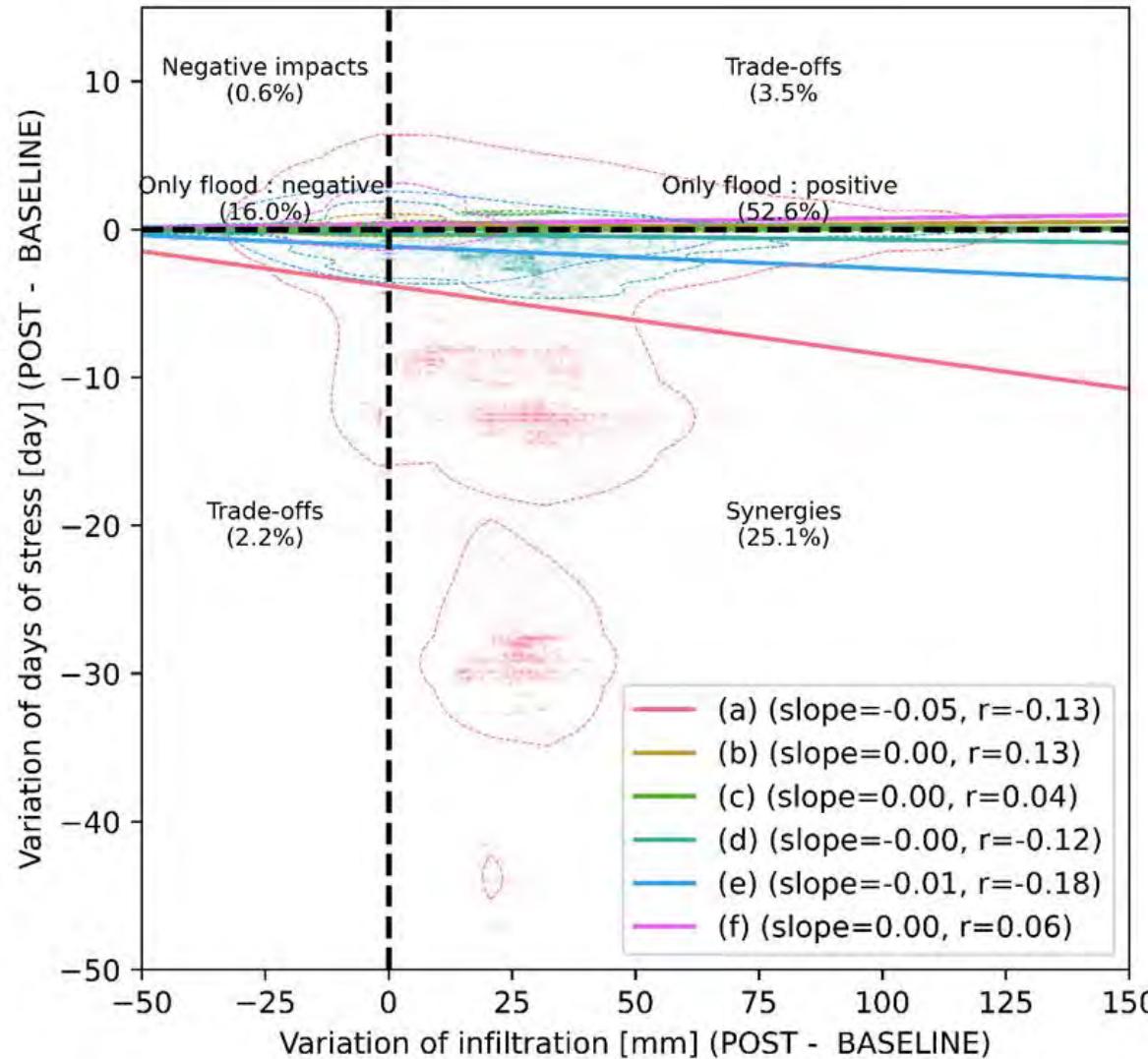
Synthèse dans les domaines agricole et forestier



Variation de l'infiltration cumulée (du 13 au 18 juillet 2021) et des jours de sécheresse (potentiel matriciel de -30m et période de retour de 25 ans) sur les mailles du modèle avant (BASELINE) et après (POST) la mise en œuvre de NbS.

- a : Haies,
- b : Travail réduit du sol,
- c : Rouleau en maïs,
- d : Pratiques forestières visant à limiter le tassemement du sol,
- e : Diversification forestière avec des pratiques visant à limiter le tassemement du sol,
- f : Restauration des tourbières

Synergies et antagonismes entre SBN



- a : Haies,
- b : Travail réduit du sol,
- c : Rouleau en maïs,
- d : Pratiques forestières visant à limiter le tassemement du sol,
- e : Diversification forestière avec des pratiques visant à limiter le tassemement du sol,
- f : Restauration des tourbières).

Les lignes verticales et horizontales représentent les seuils entre les impacts négatifs et positifs sur les inondations et la sécheresse, respectivement. Les pourcentages représentent la proportion du nombre total de points (cellules de la grille du modèle) à l'intérieur et à l'extérieur de chaque quadrant.

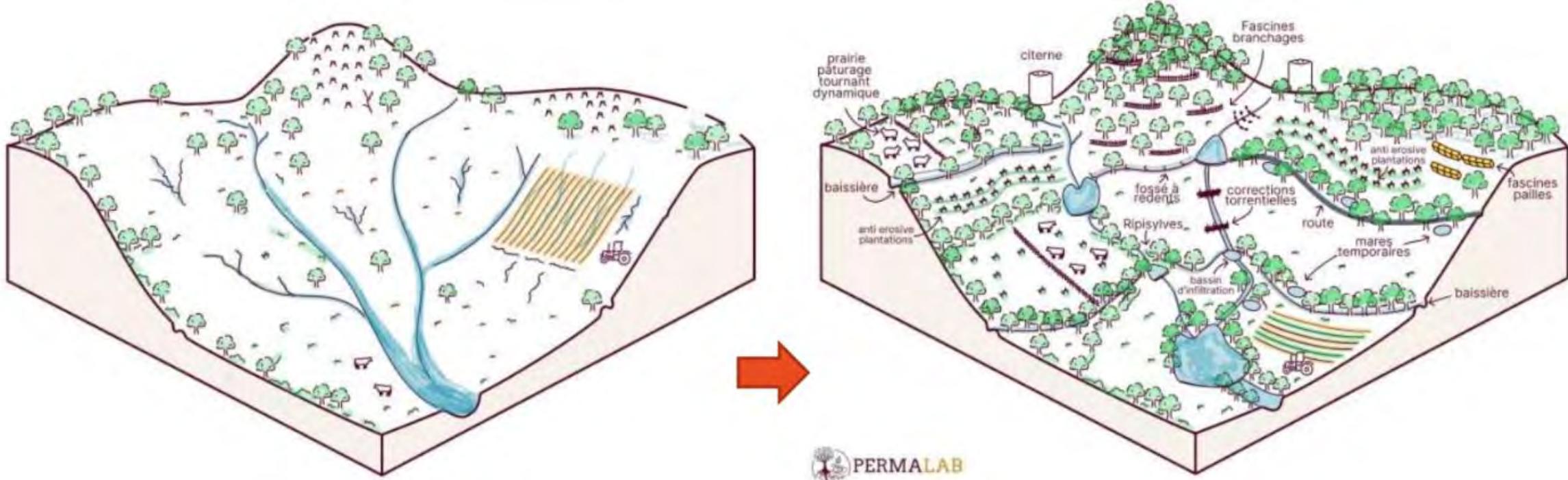
Nouvelles filières et chaines de valeur



- ▶ Diversification des productions agricoles valorisées localement
- ▶ Production de biomasse locale
- ▶ Fin des exportations massives et de la dégradation des sols
- ▶ Forte limitation des dragages de rivières
- ▶ Restockage de carbone dans les sols



Vers des sols fonctionnels et des paysages hydrologiquement résilients et désirables



PERMALAB