

Modélisation hydrogéologique du bassin versant de la Seugne

Comité de Territoire – 27 juin 2024 à 9h30



Le projet LIFE Eau&Climat (LIFE19 GIC/FR/001259) a reçu un financement du programme LIFE de l'Union Européenne.

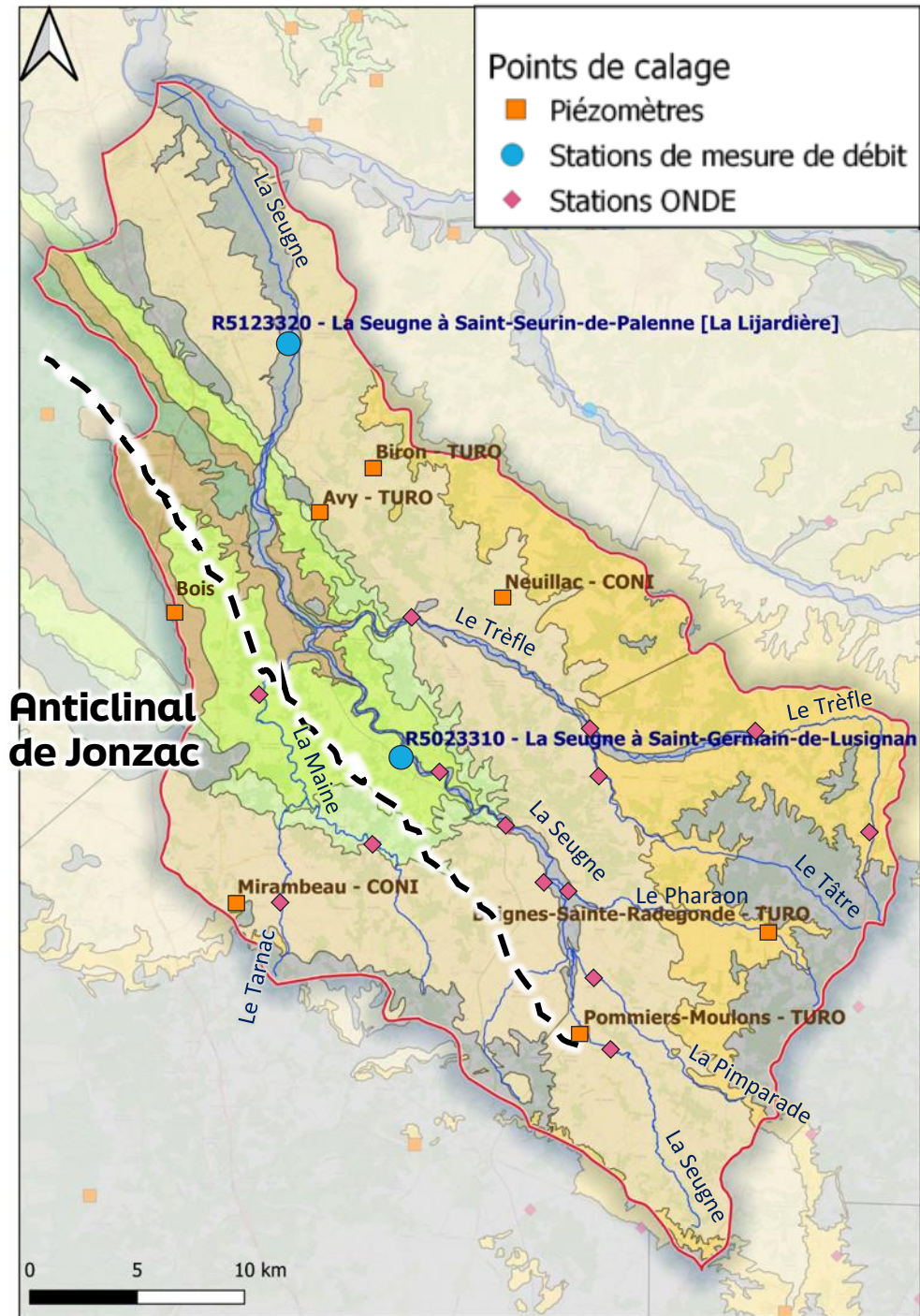
Signature en novembre 2021 d'une **Convention de Recherche et Développement avec le BRGM** afin de mobiliser le modèle hydrogéologique du Crétacé, mis à jour et exploité dans le cadre de la révision des DOE du Né et de la Seudre

Mise en place d'un **Comité Technique** constitué de : EPTB Charente, AEAG, BRGM, INRAe, OIEAU, DREAL, CD17, DRAAF, DDTM17, SYRES 17, SYMBAS.

- 5 réunions (mars 2022, octobre 2022, mars 2023, juin 2023, mai 2024)
Informations régulières par mail

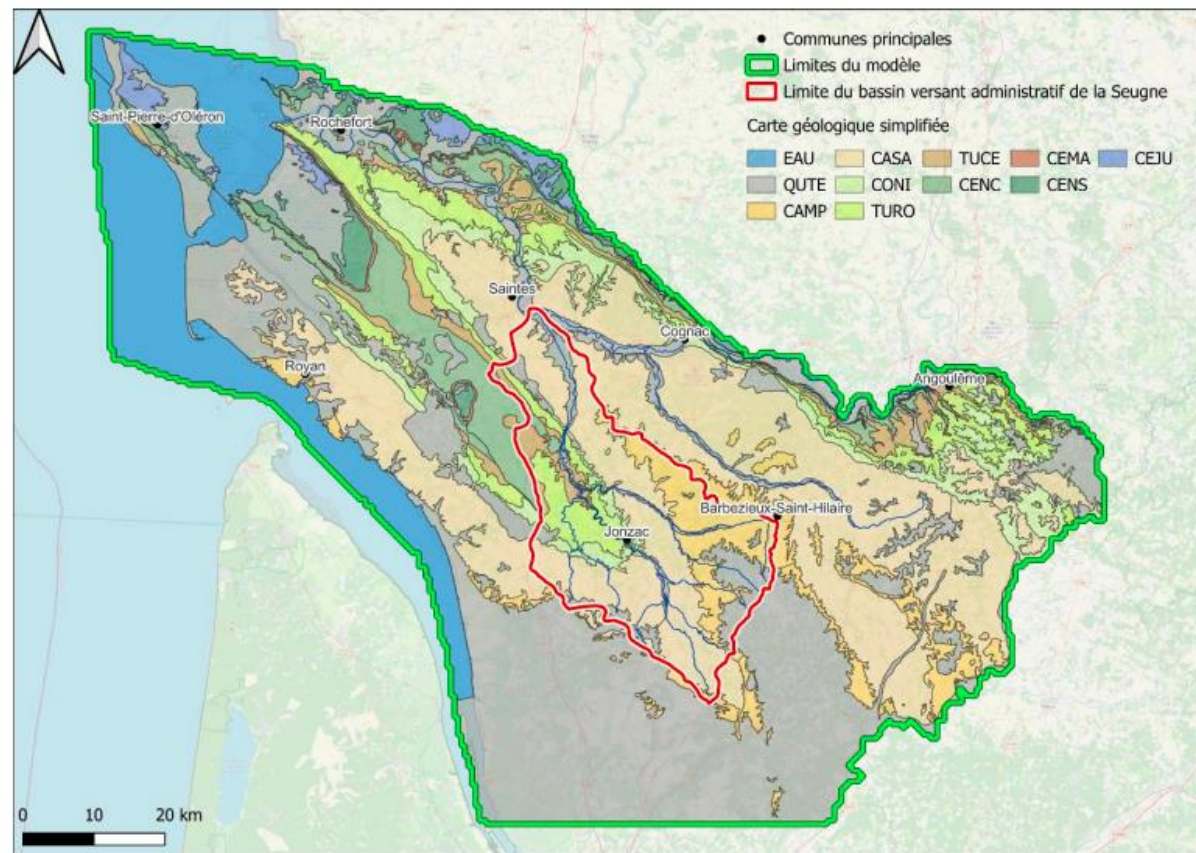
Comité de Territoire Seugne

- 15 juin 2021 : point d'information sur le projet LIFE Eau&Climat et présentation du programme de travail
- 29 mars 2023 : présentation du calage du modèle et des hypothèses de travail, validation du choix des scénarios climatiques
- 7 novembre 2023 : présentation des premiers résultats, choix des prochaines simulations

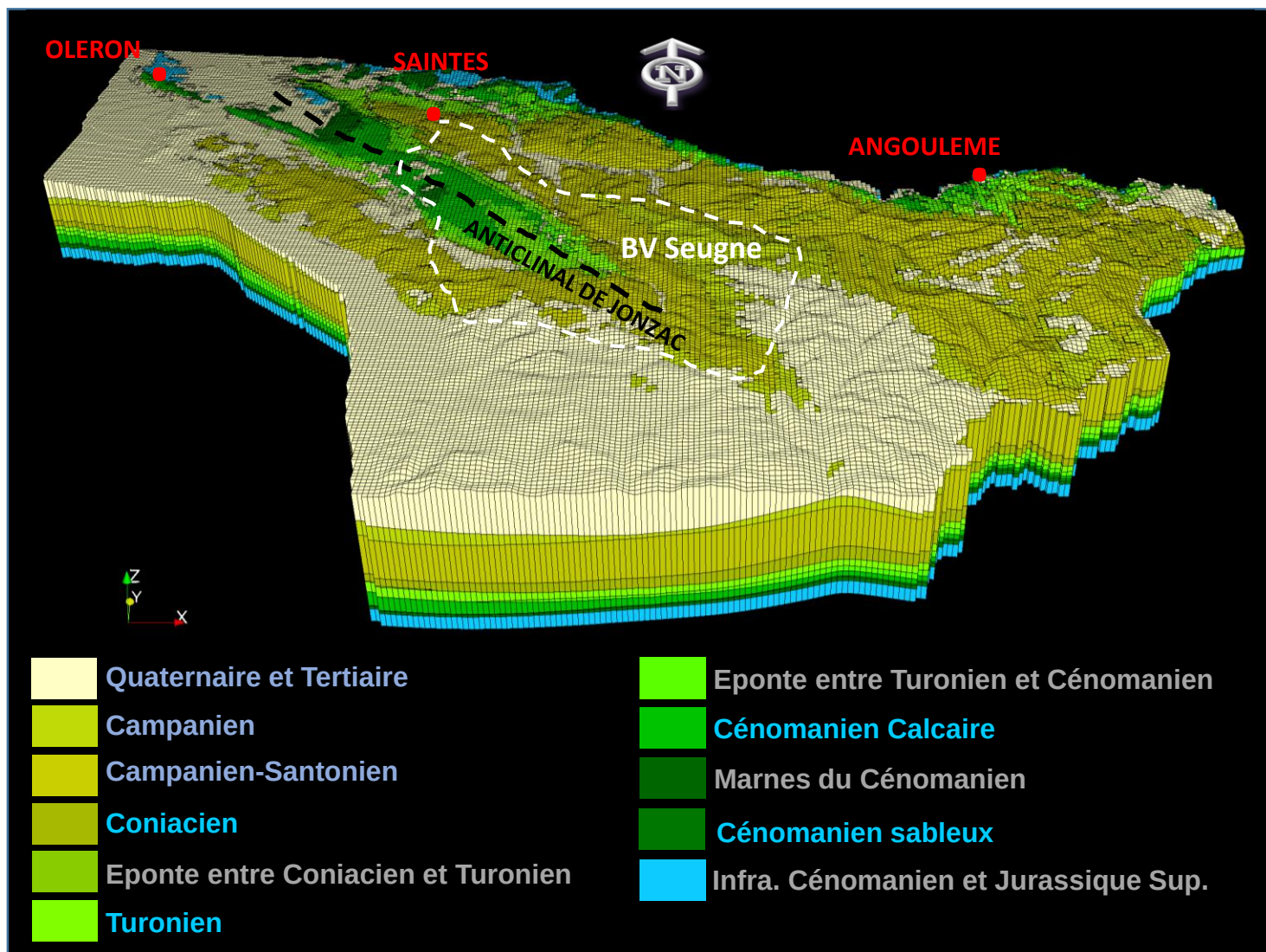


- Campanien
- Campanien-Santonien
- Coniacien
- Turonien
- Turonien-Cénomannien

Géologie du territoire et extension du modèle Crétacé



Le modèle hydrodynamique des aquifères du Crétacé du sud-Charentes



modèle = reproduction numérique d'une réalité complexe (différents aquifères superposés interagissant entre eux, avec les rivières et avec les activités humaines)

spatialisé (3D) : territoire représenté en mailles (500 m de côté) et en couches géologiques (11)

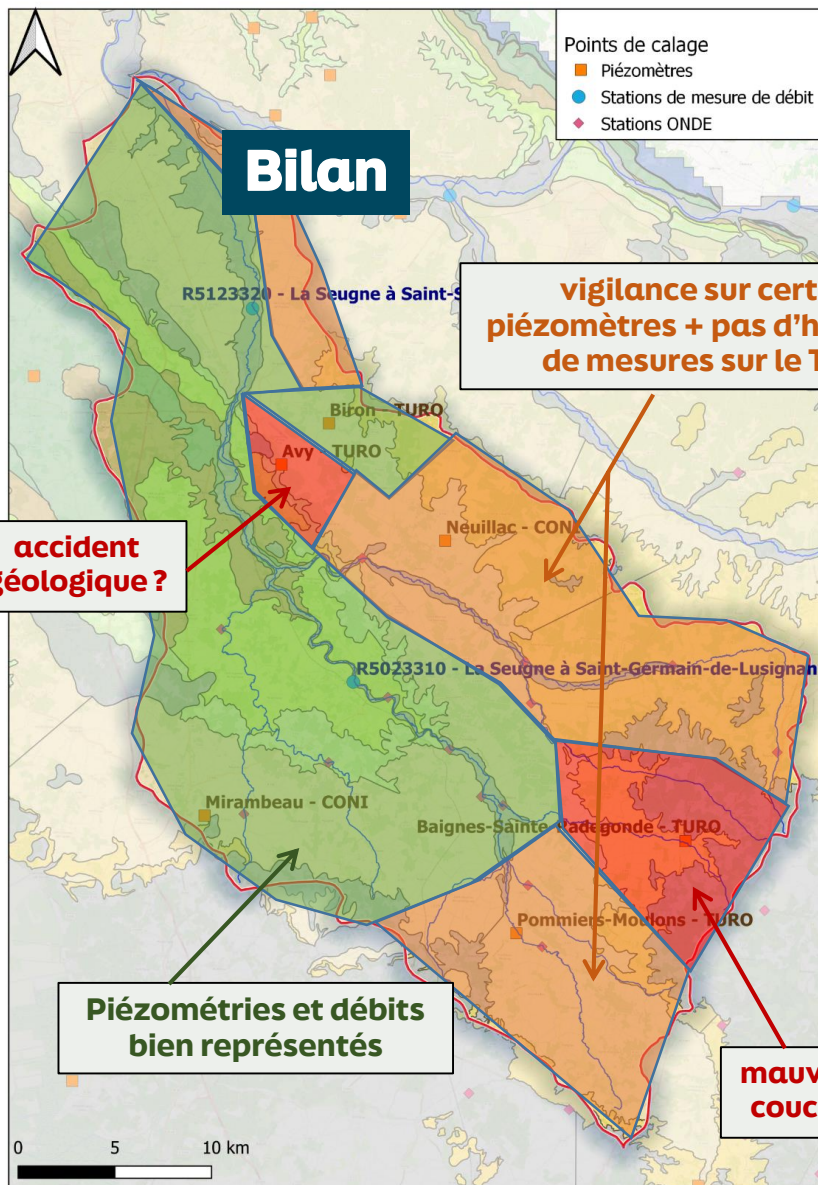
qui fonctionne en pas de temps : période simulée (2000-2018) découpée en pas de temps (mensuel de septembre à avril et hebdomadaire de mai à août)



Le projet LIFE Eau&Climat (LIFE19 GIC/FR/001259) a reçu un financement du programme LIFE de l'Union Européenne.

Rappel : Le calage du modèle

Le calage du modèle



vigilance sur certains piézomètres + pas d'historique de mesures sur le Trèfle

Données de calage :

- 2 stations de mesures de débit
- 6 piézomètres
- 14 stations ONDE (suivi des assecs)
- Cartes piézométriques (campagnes de mesures)

Comparaison entre les résultats du modèle Crétacé et le suivi de la FDAAPPMA17



De manière générale, le modèle reproduit bien la dynamique des assecs, mais les sur-estime :

- assec considéré pour un débit inférieur à 5 L/s dans le modèle



Le projet LIFE Eau&Climat (LIFE19 GIC/FR/001259) a reçu un financement du programme LIFE de l'Union Européenne.

Rappel : Les limites de l'étude et du modèle

Limites de l'étude

Objectifs de l'étude

Apporter des éléments d'aide à la décision

Estimer des ordres de grandeurs, des tendances, travailler en relatif

Simuler et envisager des futurs climatiques possibles, projeter des usages



On ne cherche pas à définir des valeurs précises ($\neq$ définition d'un DOE ou d'un VP, étude d'impact)



Les résultats sont analysés sous plusieurs formes dont il est nécessaire de tenir compte :

- Valeurs moyennes sur la période simulée (2000-2018) VS Valeurs brutes une année donnée
- Résultats en un point donné VS résultats spatialisés



Validé en ComTer : dans les différents scénarios simulés, seuls les prélèvements agricoles réalisés sur le bassin de la Seugne sont modifiés

Limites du modèle



La représentation en mailles carrées de 500m de côté et en grandes unités géologiques limite l'échelle à laquelle il est possible d'utiliser les résultats du modèle. Le modèle est valide pour des résultats à l'échelle d'un grand bassin versant (comme la Seugne).

Le pas de temps de calcul, en particulier le pas de temps mensuel en hiver, limite la prise en compte de certains phénomènes hydrogéologiques rapides (phénomènes karstiques, crues).

Les données récoltées pour construire le modèle et le faire tourner sont par nature partielles, parfois extrapolées et inégalement réparties dans l'espace et dans le temps.

Du fait de la grande échelle de modélisation, il faudra considérer de manière empirique qu'une différence entre 2 simulations de moins de 5 cm et de moins de 5 L/s n'est pas forcément significative.

Les débits aux stations ONDE sont fournis pour quantifier l'effet des scénarios mais ne sont pas calés sur des données réelles.



Le projet LIFE Eau&Climat (LIFE19 GIC/FR/001259) a reçu un financement du programme LIFE de l'Union Européenne.

Rappel : Le programme de travail

Programme de travail

Étude de l'impact sur les débits/niveaux/assecs de la modification de 2 paramètres :

- prélèvements agricoles sur le bassin de la Seugne (volume, sectorisation, saison)
- climat

En climat actuel

- Simulation de référence
- 1 simulation « Volume PTGE » basée sur le besoin exprimé en irrigation (8.16 Mm³)
- 1 simulation « zéro prélèvements agricoles sur le bassin de la Seugne »
- 2 simulations « réduction des prélèvements agricoles estivaux »
- 8 simulations « substitution des prélèvements agricoles »

—————→ **Scénarios
validés en
ComTer**

En climat futur

- Simulation de référence
- 1 simulation « réduction des prélèvements agricoles estivaux »
- 3 simulations « substitution des prélèvements agricoles »

La simulation de référence

= simulation à comparer à toutes les autres simulations (travail en relatif)

- prélèvements pour l'**AEP** sur le bassin de la Seugne = moyenne 2014-2018 = **4.01 Mm³**
- prélèvements pour l'**industrie** sur le bassin de la Seugne = moyenne 2014-2018 = **0.16Mm³**
- prélèvements pour l'**irrigation** sur le bassin de la Seugne :
 - en été = niveau de prélèvements pour lequel le modèle respecte le DOE à La Lijardière en moyenne 8 années sur 10 = **6.075 Mm³** (rappel : VP actuel = 5.7 Mm³)
 - en hiver = 0 m³
- prélèvements en dehors du bassin de la Seugne (AEP + industrie + irrigation) = moyenne 2014-2018



Le projet LIFE Eau&Climat (LIFE19 GIC/FR/001259) a reçu un financement du programme LIFE de l'Union Européenne.

Étude de l'impact **en climat actuel** des prélèvements et de différents scénarios d'économie et/ou de substitution



Le projet LIFE Eau&Climat (LIFE19 GIC/FR/001259) a reçu un financement du programme LIFE de l'Union Européenne.

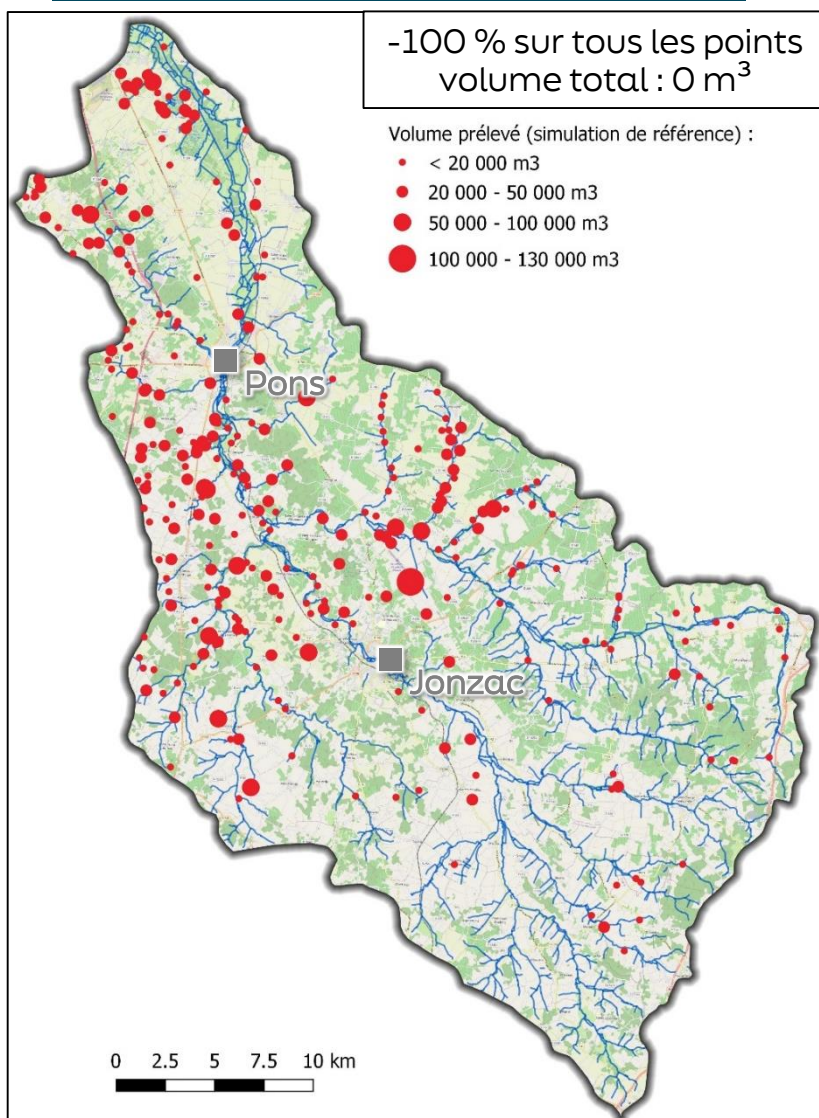
Étude de l'impact **en climat actuel** des prélèvements et de différents scénarios d'économie et/ou de substitution

1) Réduction des prélèvements agricoles estivaux

Scénario « sans irrigation » sur le BV Seugne

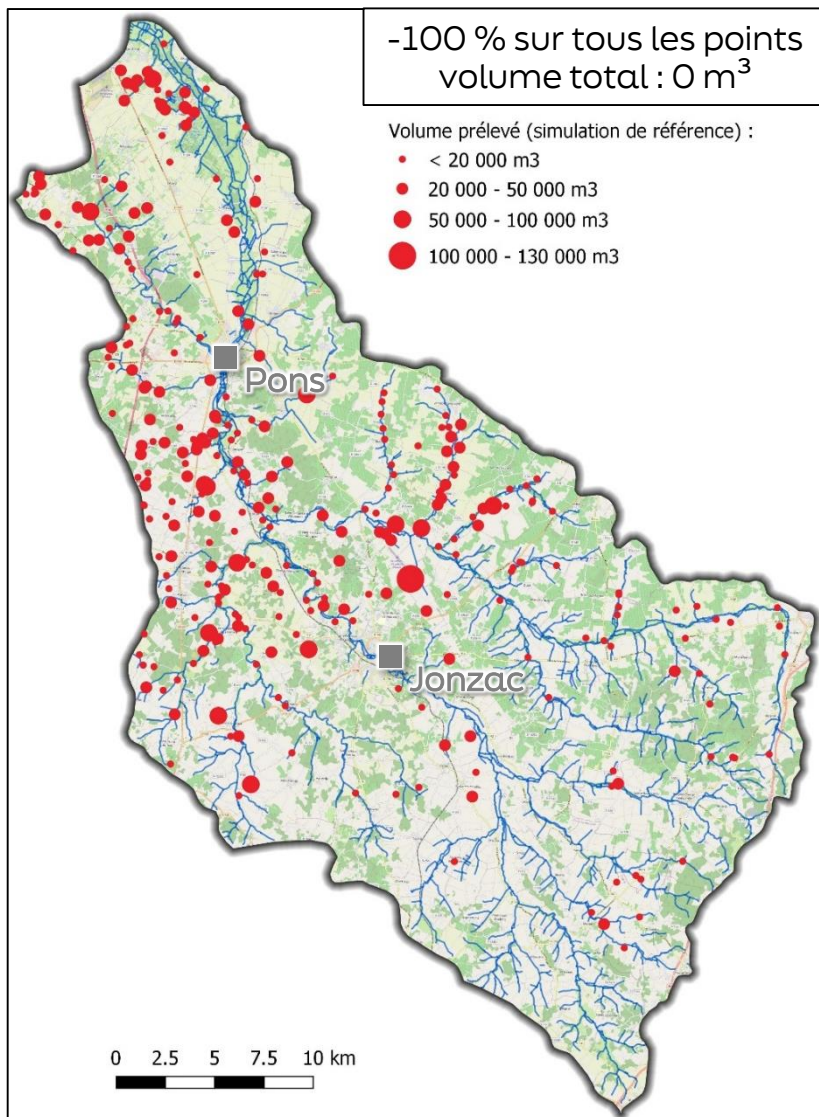


LIFE19 GIC/FR/001259

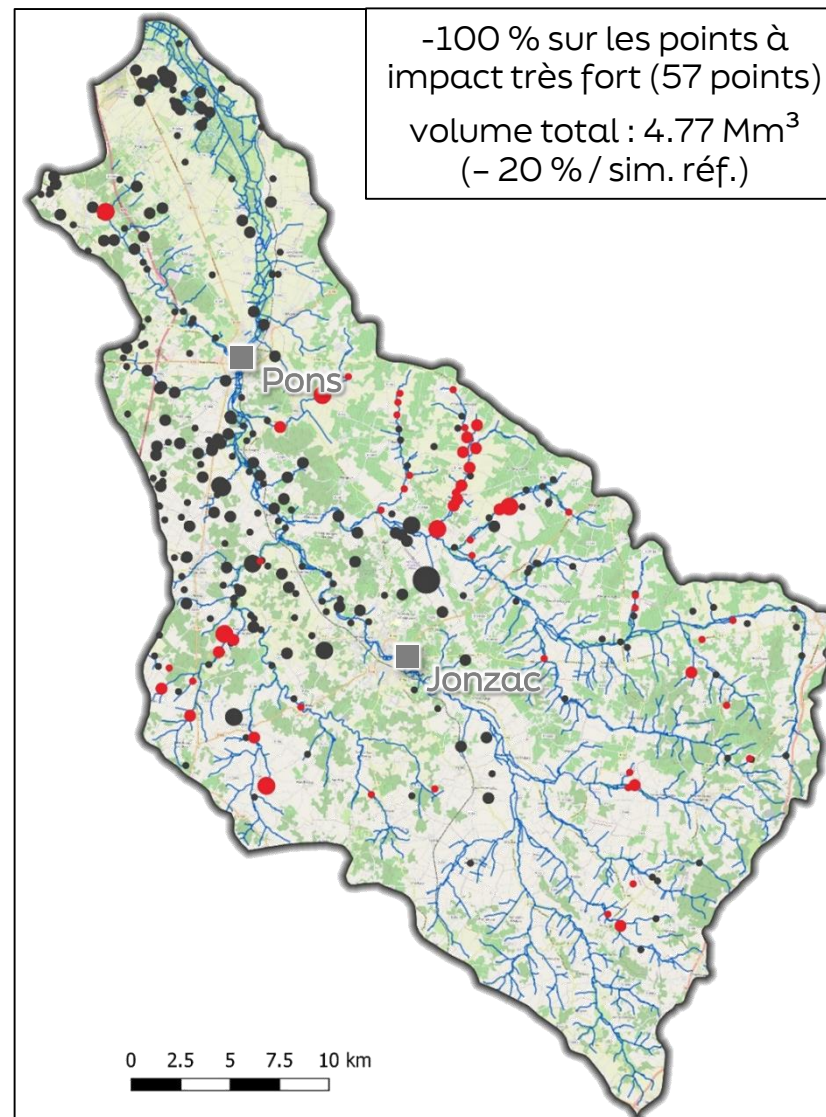


Par rapport à la simulation de référence : ● Suppression

Scénario « sans irrigation » sur le BV Seugne

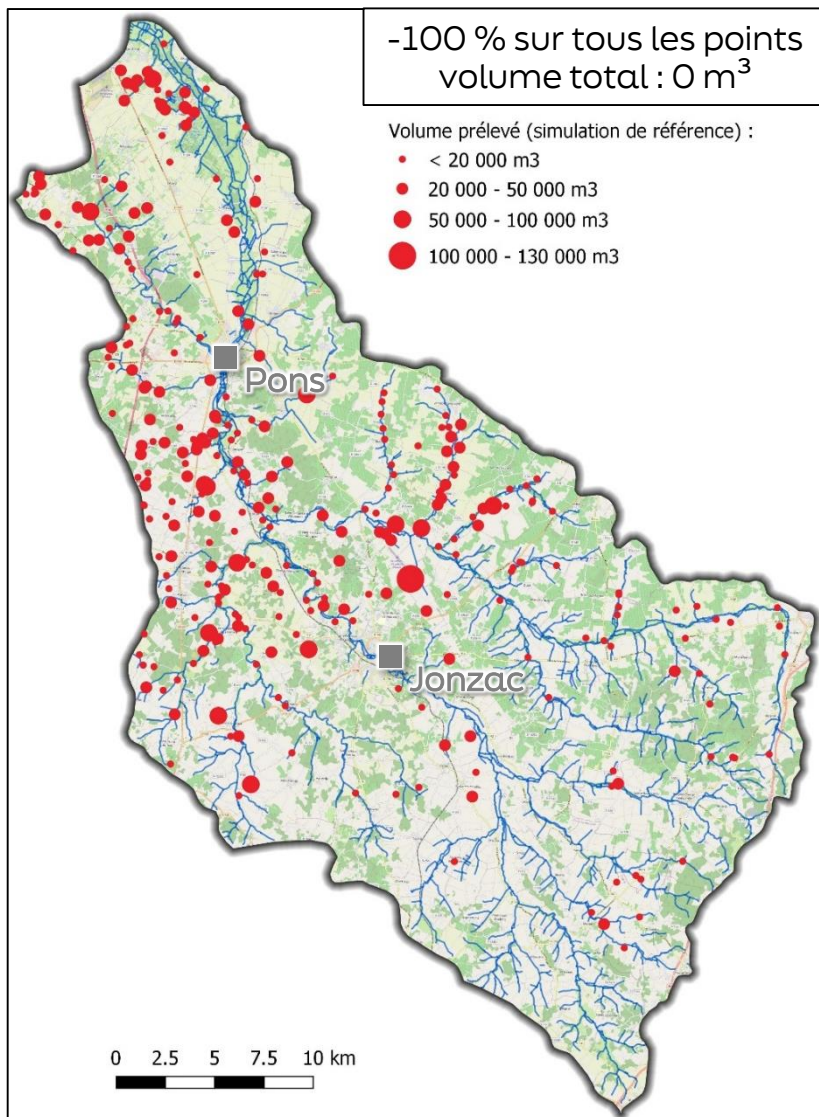


Scénario de « réduction n°1 » (Validé en Comité de Territoire en Nov. 2023)

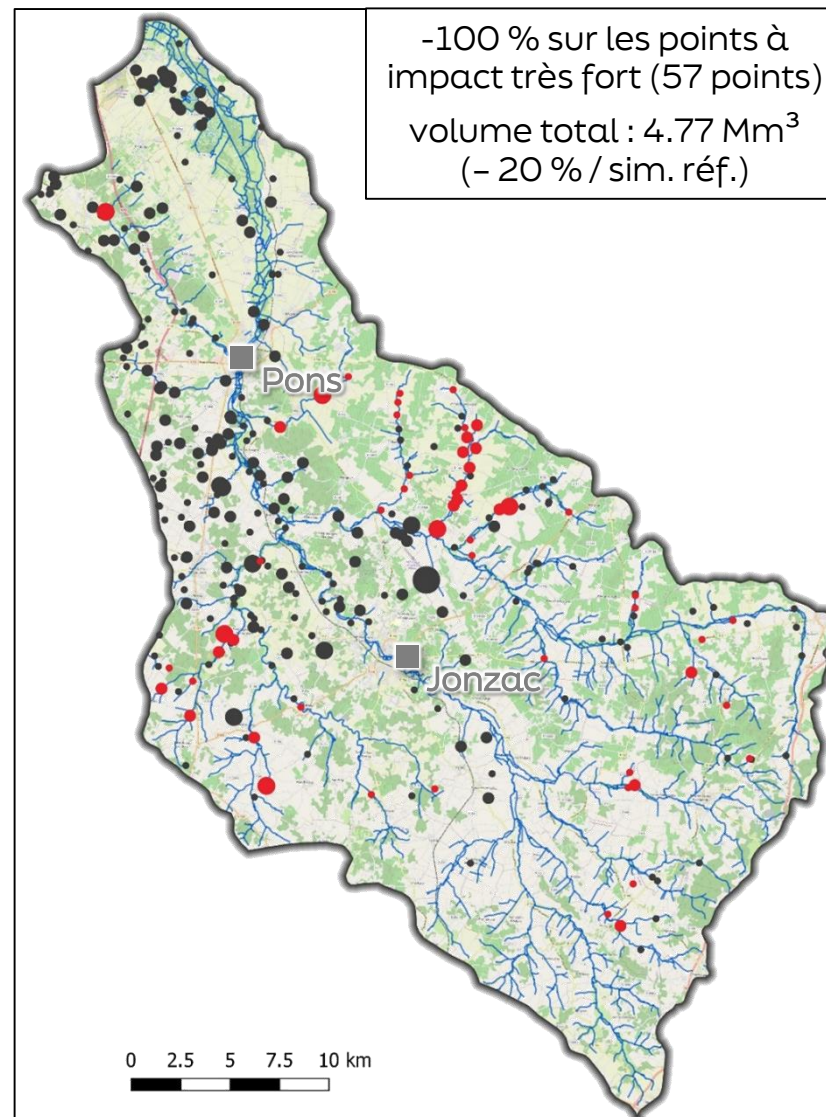


Par rapport à la simulation de référence : ● Suppression ● Volume inchangé

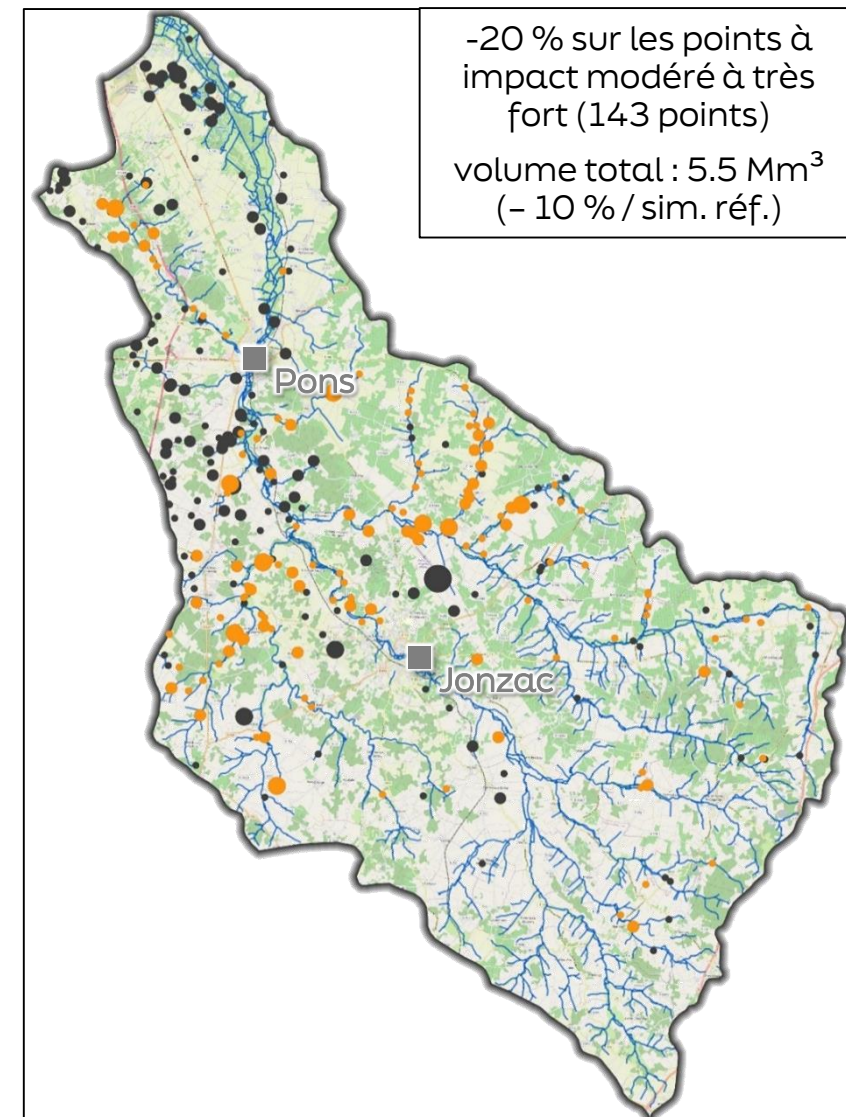
Scénario « sans irrigation » sur le BV Seugne



Scénario de « réduction n°1 » (Validé en Comité de Territoire en Nov. 2023)



Scénario de « réduction n°2 » (Validé en Comité Technique en Fév. 2024)



Par rapport à la simulation de référence : ● Suppression ● Volume inchangé ● - 20%

Simulation de l'impact des scénarios de prélèvements

1) sur les niveaux piézométriques

2) sur les débits

3) sur les linéaires d'assec

Impact des simulations sur les niveaux piézométriques (basses eaux)

Scénario « sans irrigation » sur le BV Seugne

Basses eaux :

Remontée étendue des nappes du Campanien-Santonien, Coniacien, Turonien sur la moitié aval du bassin (5 à 25cm)

Remontée généralisée de la nappe du Cénomanién (10 à 50cm en moyenne)

Rappel : simulation de référence
= 6.075 Mm³ pour l'irrigation

Scénario de « réduction n°1 » -100 % sur les points à impact très fort

Basses eaux :

Remontée locale des nappes (au niveau des secteurs où les prélèvements ont été coupés) (5 à 25cm)

Scénario de « réduction n°2 » -20 % sur les points à impact modéré à très fort

Basses eaux :

Remontée très locale et moins significative que le scénario 1 des nappes du Coniacien, Turonien et Cénomanién

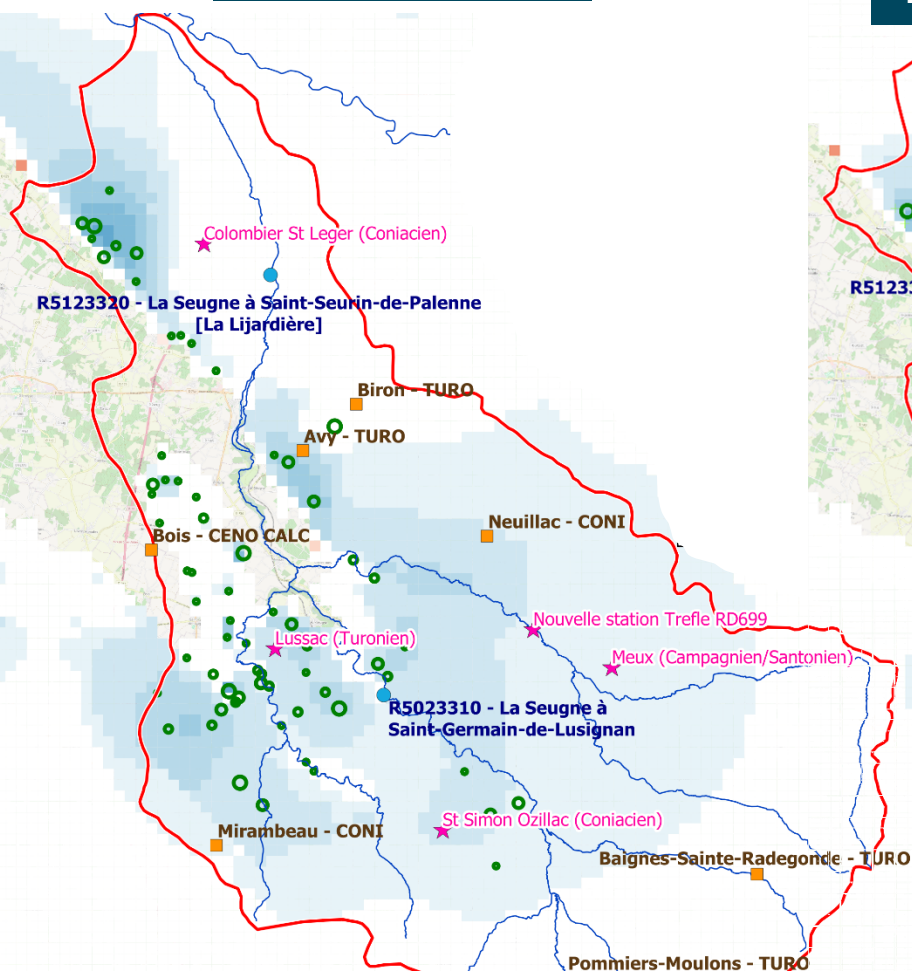
Impact des simulations sur les niveaux piézométriques (basses eaux)

Cartographies de différentiel piézométrique

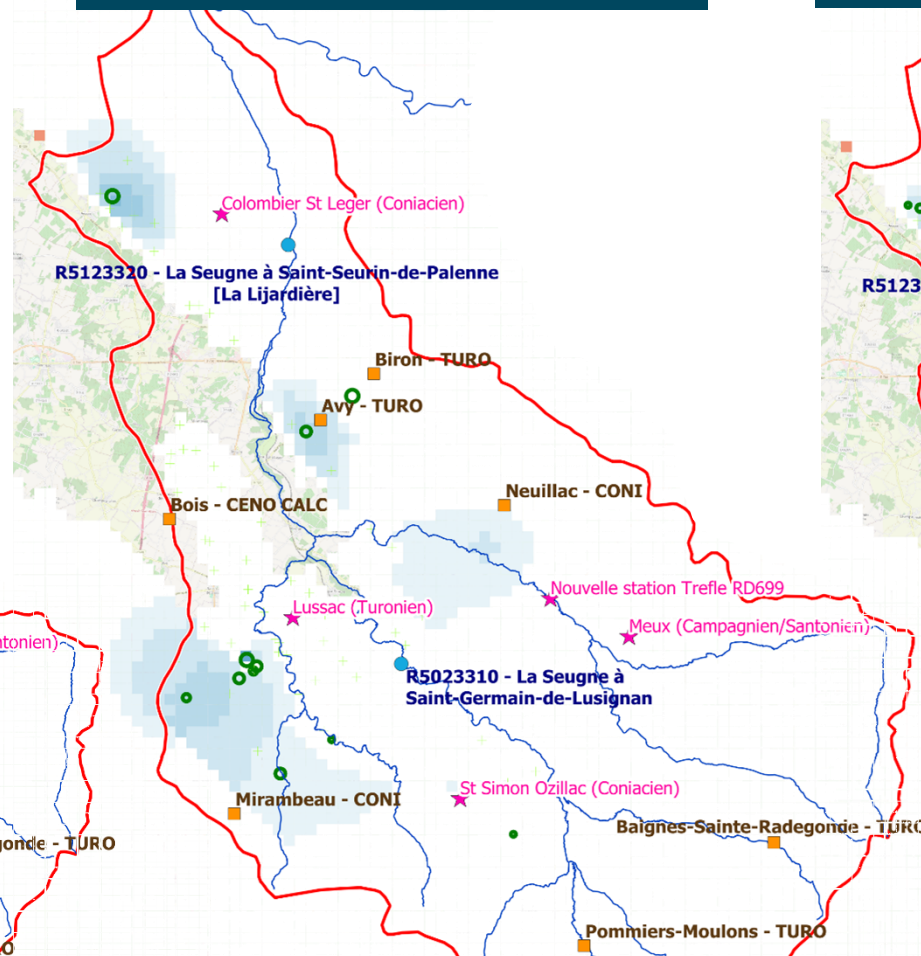
exemple ici : nappe du Turonien en basses eaux (référence quinquennale sèche)

Rappel : simulation de référence
= 6.075 Mm³ pour l'irrigation

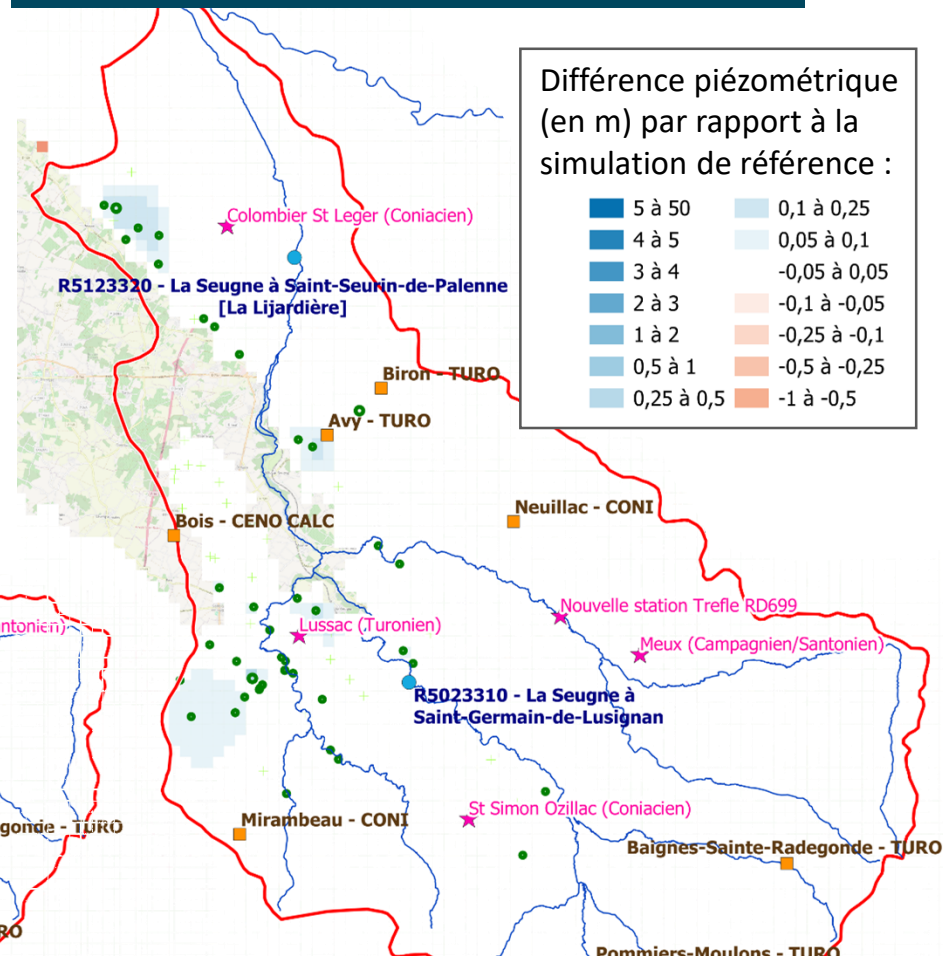
Sans irrigation



Scénario de « réduction n°1 » -100 % sur les points à impact très fort



Scénario de « réduction n°2 » -20 % sur les points à impact modéré à très fort



Différence piézométrique
(en m) par rapport à la
simulation de référence :

5 à 50	0,1 à 0,25
4 à 5	0,05 à 0,1
3 à 4	-0,05 à 0,05
2 à 3	-0,1 à -0,05
1 à 2	-0,25 à -0,1
0,5 à 1	-0,5 à -0,25
0,25 à 0,5	-1 à -0,5

Impact des simulations sur les niveaux piézométriques (hautes eaux)

Scénario « sans irrigation » sur le BV Seugne

Hautes eaux :

Remontée locale des nappes du Campanien-Santonien, Coniacien, Turonien (5 à 25cm)

Remontée de la nappe du Cénomanién sur la moitié aval du bassin (5 à 25cm)

Scénario de « réduction n°1 » -100 % sur les points à impact très fort

Hautes eaux : Peu d'impact

Scénario de « réduction n°2 » -20 % sur les points à impact modéré à très fort

Hautes eaux : Peu d'impact

Rappel : simulation de référence
= 6.075 Mm³ pour l'irrigation

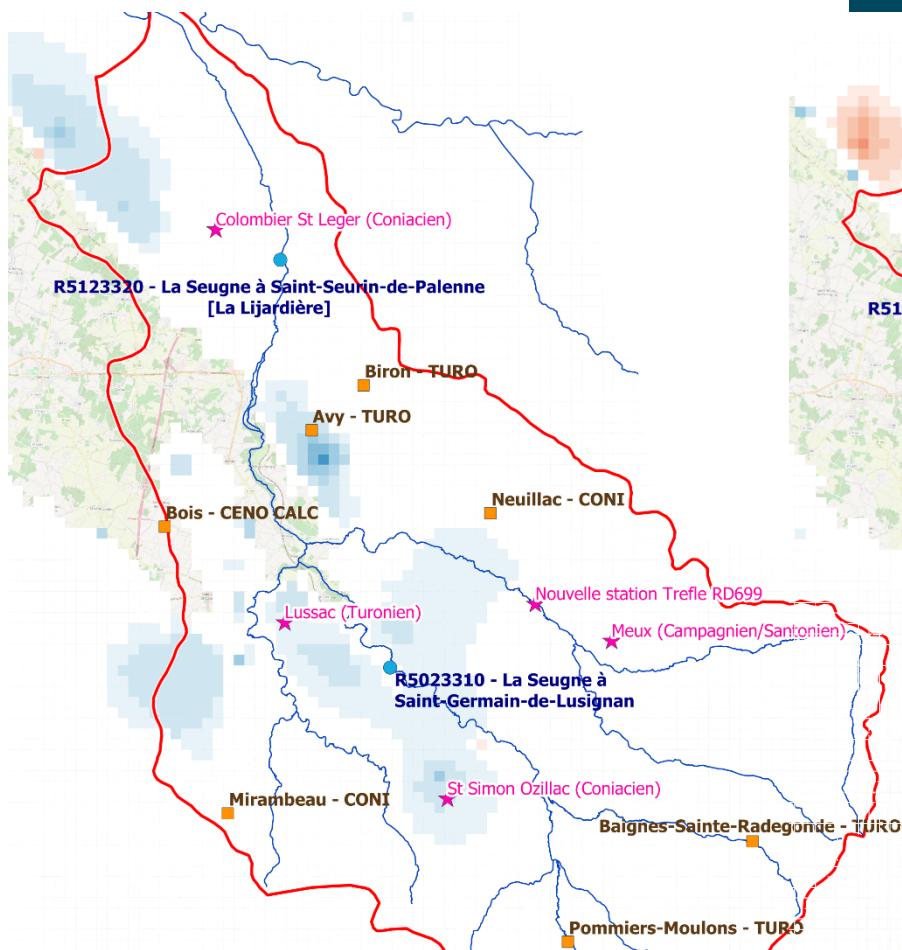
Impact des simulations sur les niveaux piézométriques (hautes eaux)

Cartographies de différentiel piézométrique

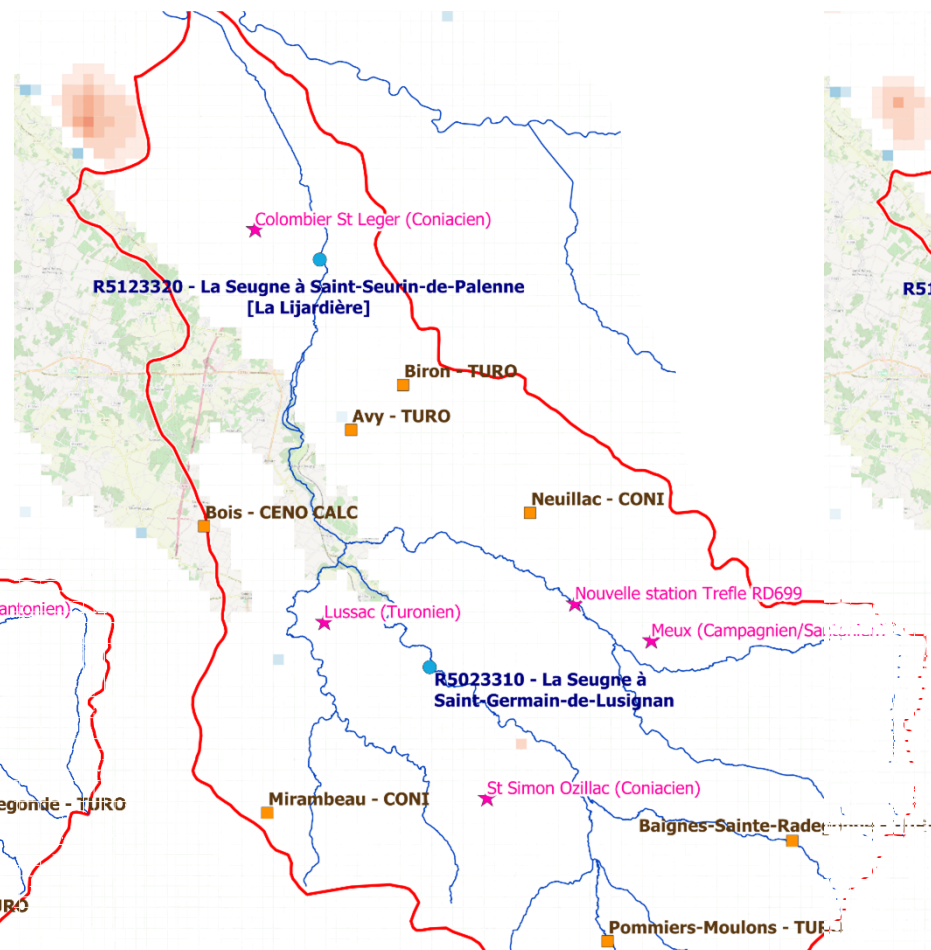
exemple ici : nappe du Turonien en hautes eaux (référence quinquennale sèche)

Rappel : simulation de référence
= 6.075 Mm³ pour l'irrigation

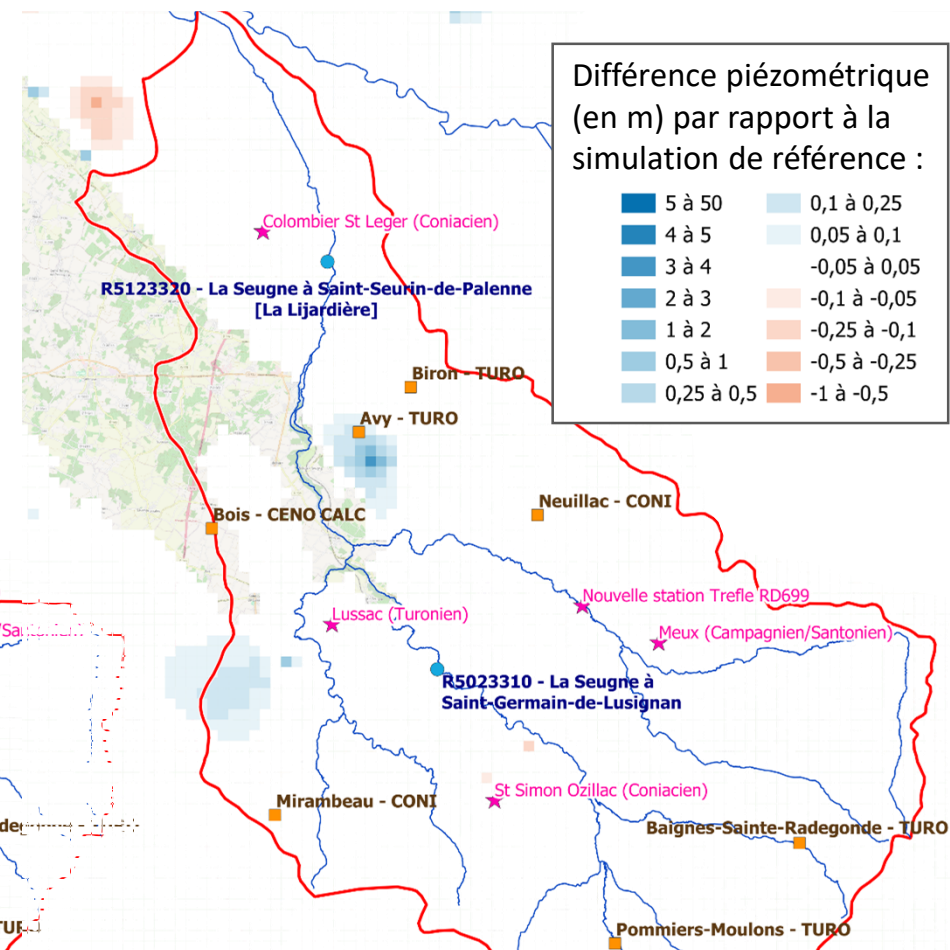
Sans irrigation



Scénario de « réduction n°1 » -100 % sur les points à impact très fort



Scénario de « réduction n°2 » -20 % sur les points à impact modéré à très fort

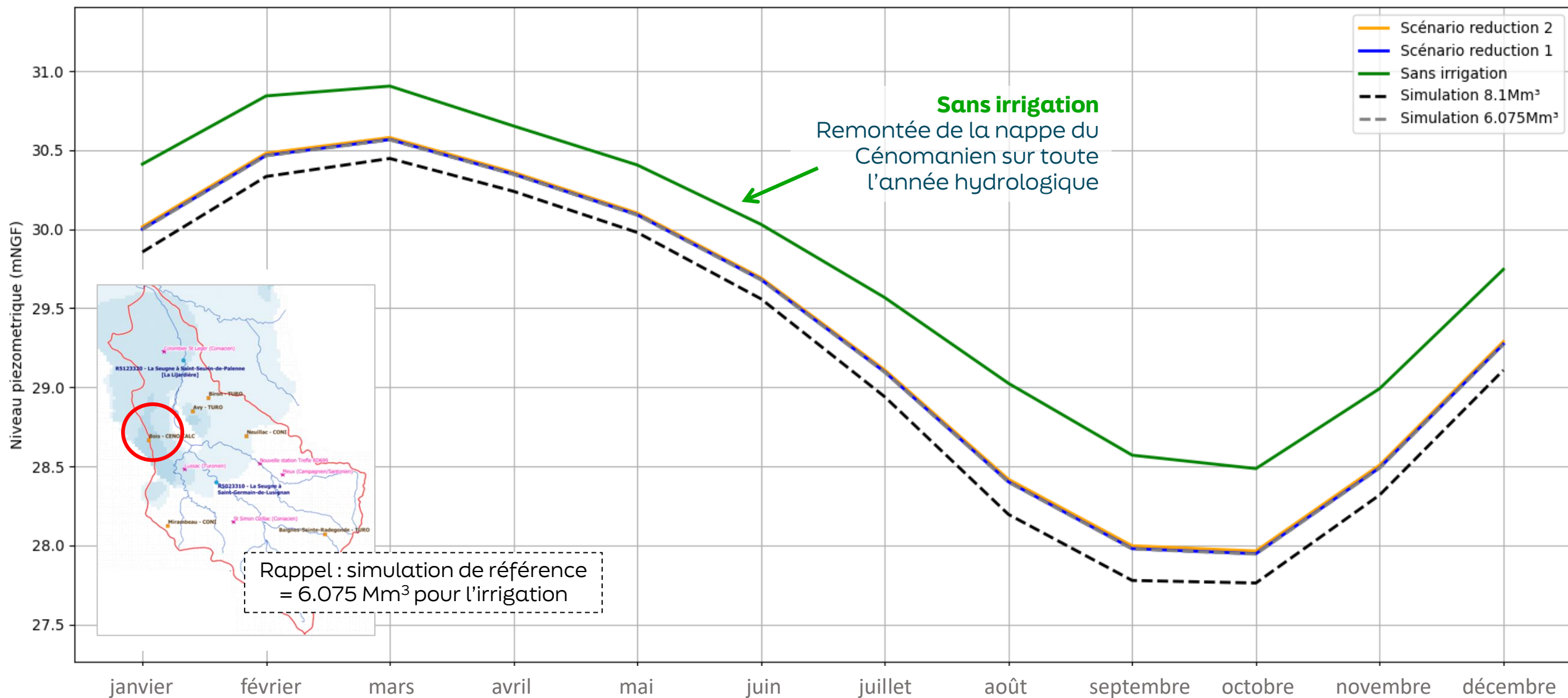


Différence piézométrique
(en m) par rapport à la
simulation de référence :

5 à 50	0,1 à 0,25
4 à 5	0,05 à 0,1
3 à 4	-0,05 à 0,05
2 à 3	-0,1 à -0,05
1 à 2	-0,25 à -0,1
0,5 à 1	-0,5 à -0,25
0,25 à 0,5	-1 à -0,5

Impact des simulations sur les niveaux piézométriques

Niveaux moyens mensuels au piézomètre de Bois (Cénomanién calcaire)



Simulation de l'impact des scénarios de prélèvements

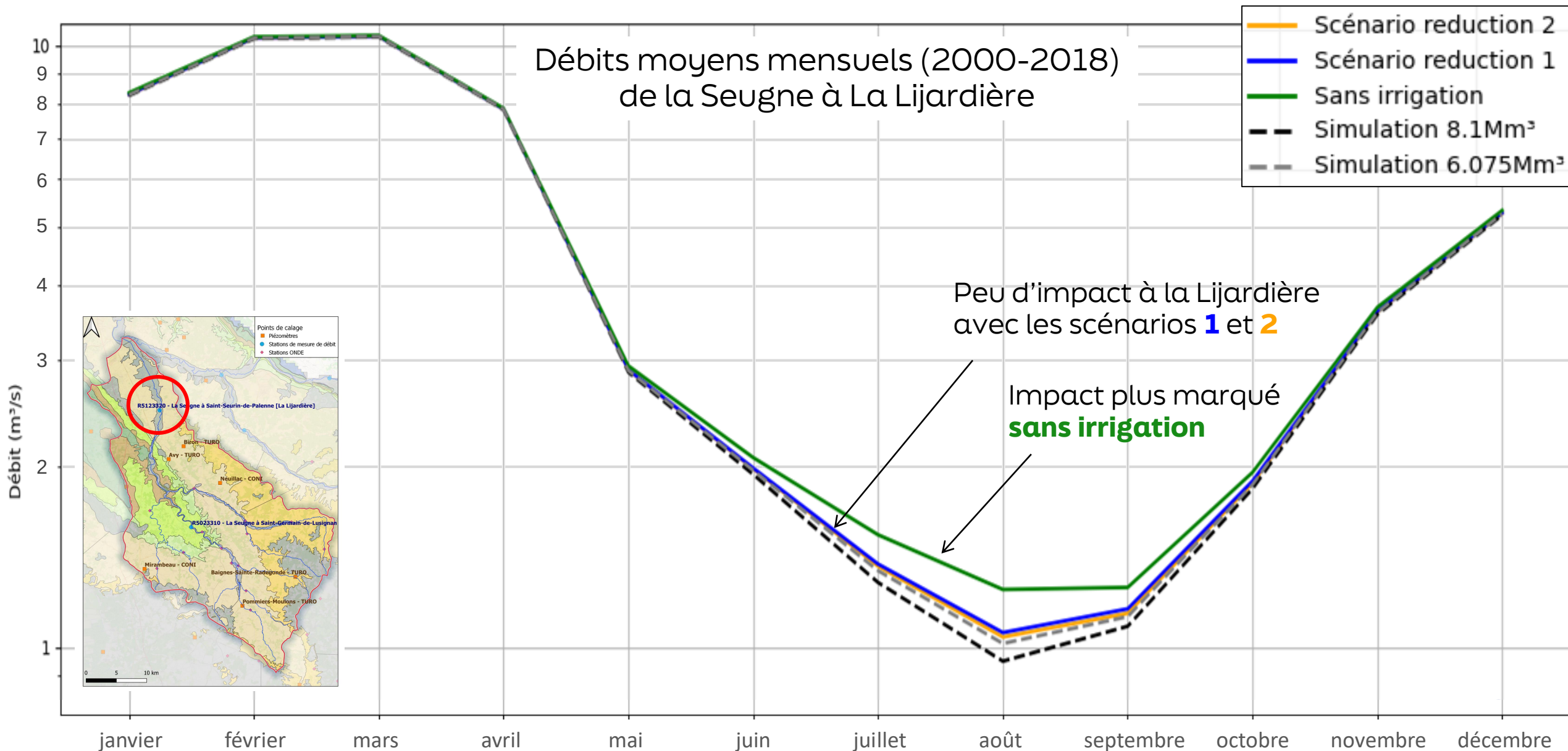
- 1) sur les niveaux piézométriques
- 2) sur les débits**
- 3) sur les linéaires d'assec

Impact des simulations sur les débits d'étiage (moyenne 2000-2018)

	Simulation de référence	Simulation « volume de référence PTGE »	Scénario « sans irrigation »	Scénario « Réduction 1 » -100 % sur les points à impact très fort volume total : 4.77 Mm ³	Scénario « Réduction 2 » -20 % sur les points à impact modéré à très fort volume total : 5.5 Mm ³
Impact sur les débits les plus bas de la Seugne à La Lijardière	Volume total : 6.075 Mm ³	Volume total : 8.16 Mm ³ - 75 L/s (- 8%)	 + 170 L/s (+ 18 %)	 + 40 L/s (+ 4 %)	 + 30 L/s (+ 3 %)
Respect du DOE	17 années sur 20	12 années sur 20	19 années sur 20	18 années sur 20	18 années sur 20
Impact sur les débits les plus bas de la Maine à St- Genis-de- Saintonge		- 10 L/s (- 7%)	+ 45 L/s (+36 %)	+ 30 L/s (+23 %)	+ 17 L/s (+14 %)

pas/peu d'impact sur la Seugne à St-Germain-de-Lusignan, le Trèfle à Réaux et sur les autres stations ONDE

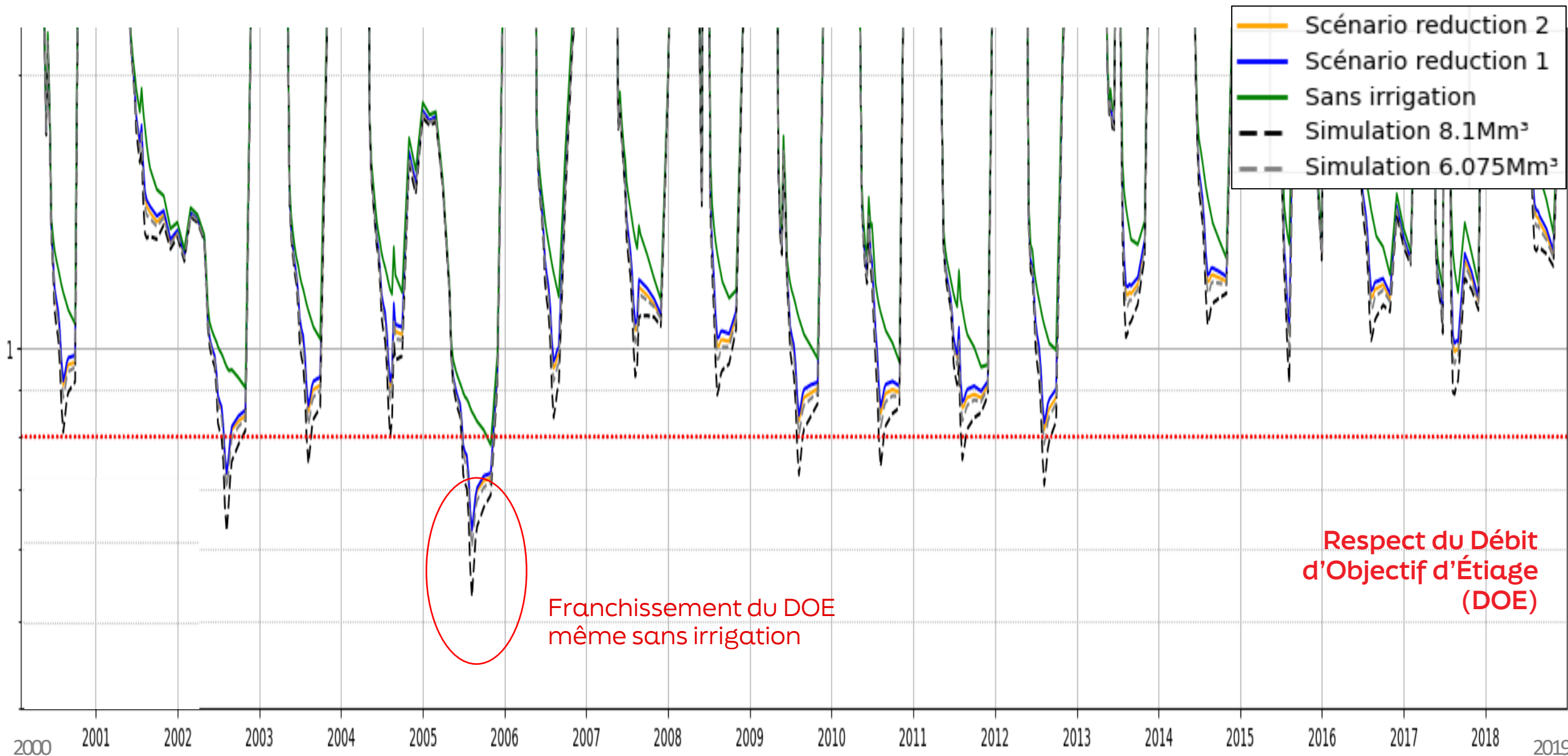
Impact des simulations sur les débits de la Seugne à La Lijardière



Impact des simulations sur les débits de la Seugne à La Lijardière



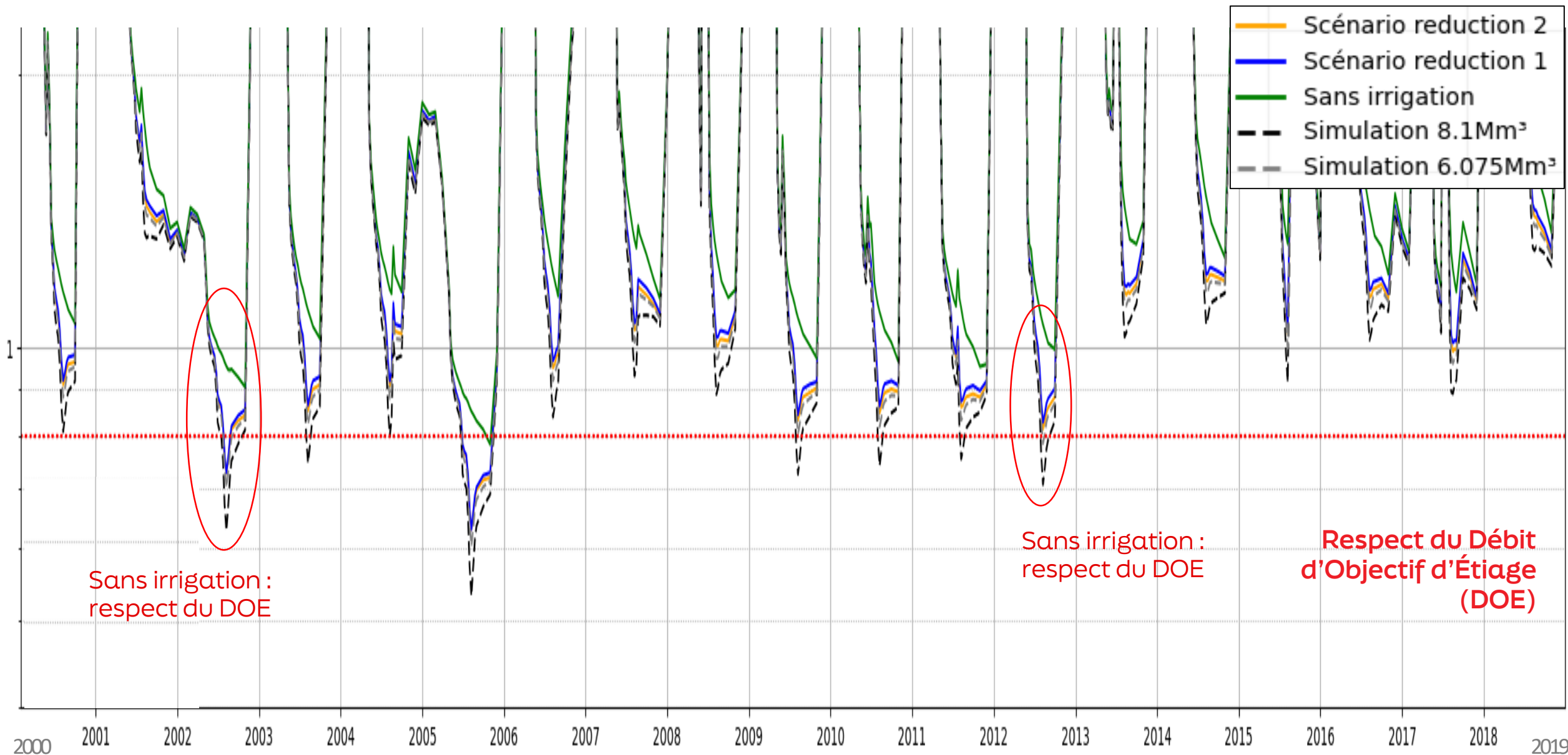
LIFE19 GIC/FR/001259



Impact des simulations sur les débits de la Seugne à La Lijardière



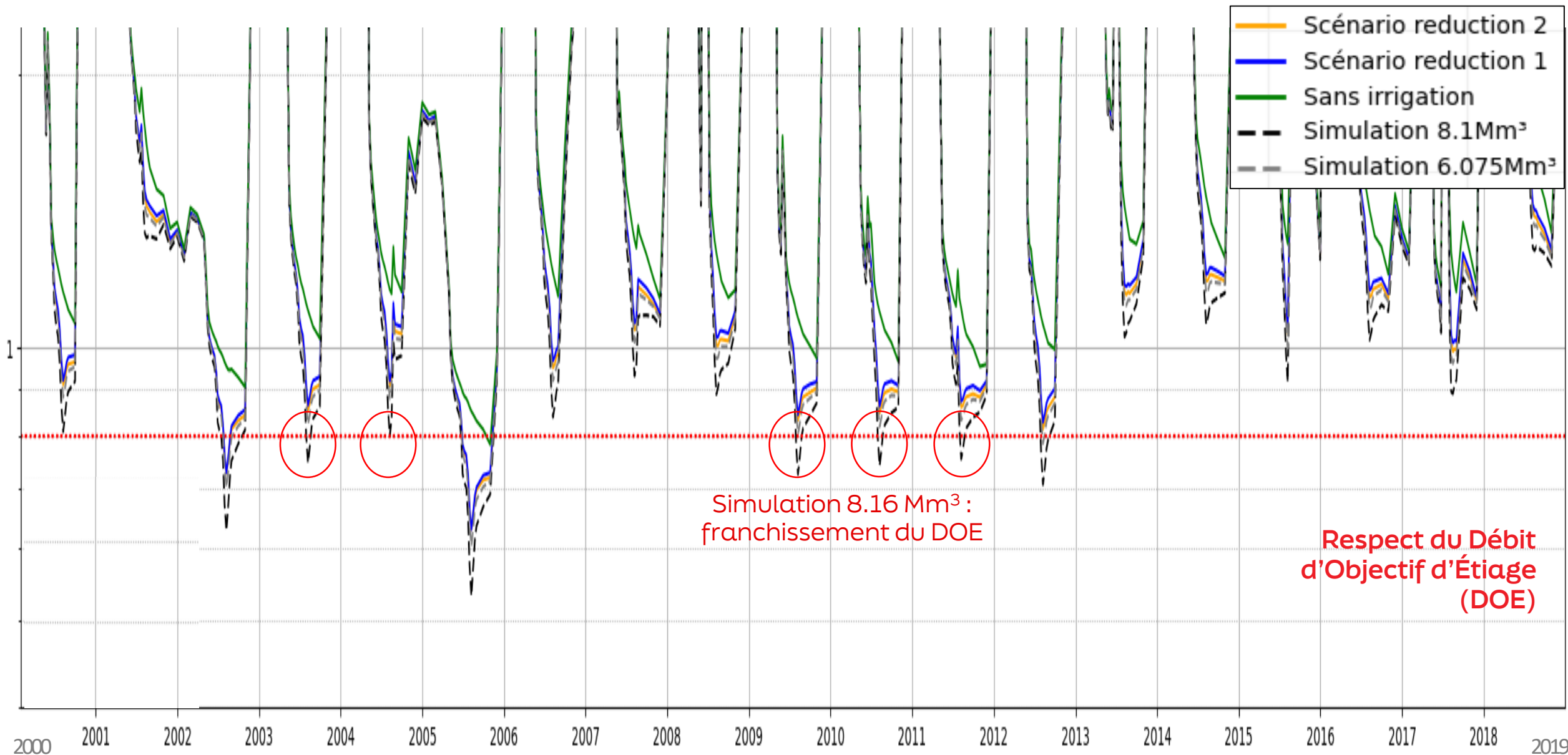
LIFE19 GIC/FR/001259



Impact des simulations sur les débits de la Seugne à La Lijardière



LIFE19 GIC/FR/001259



Impact des simulations sur les débits de la Seugne à La Lijardière



Débits biologiques

Basses eaux
(août à septembre)

borne basse

borne haute

700 L/s

1 400 L/s

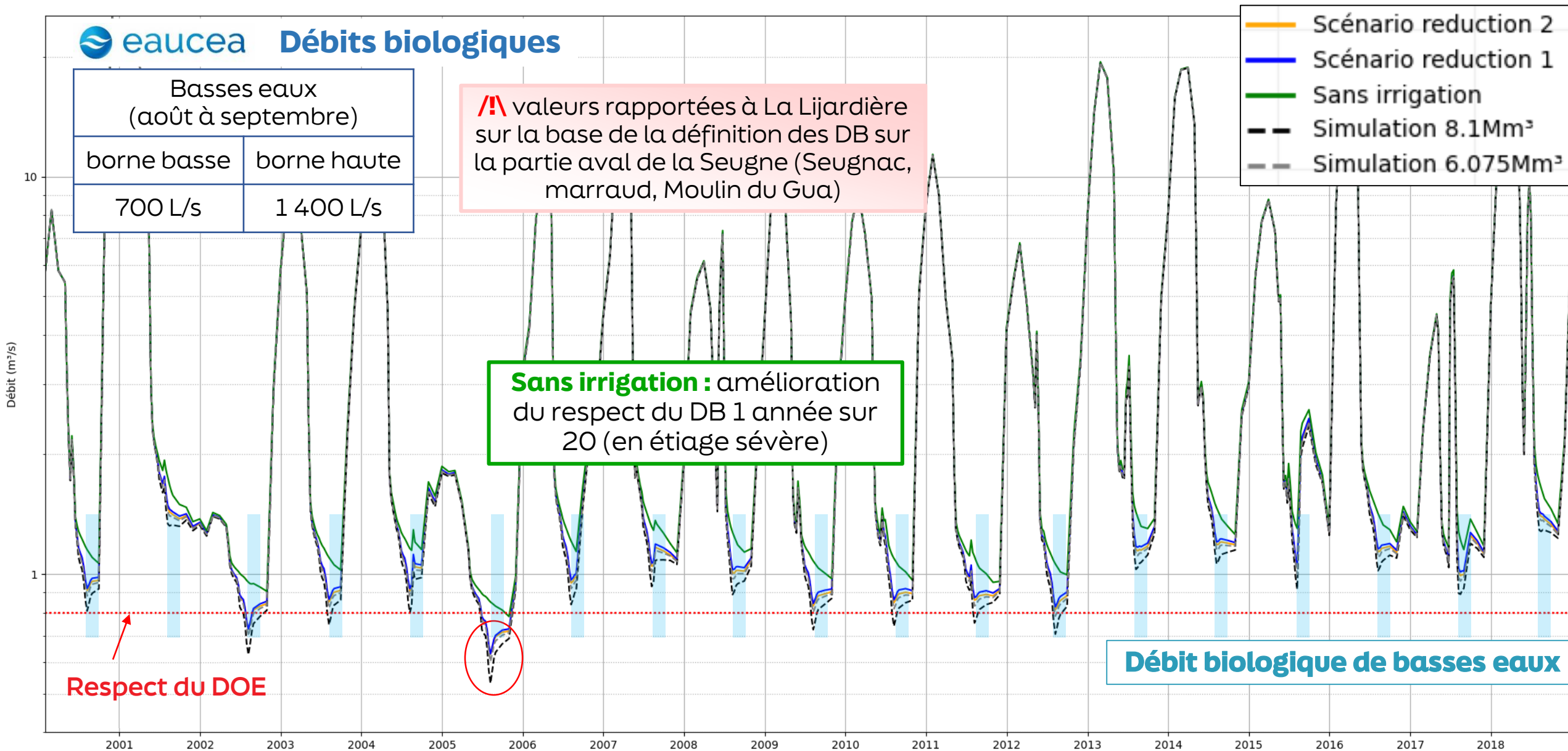
! valeurs rapportées à La Lijardière
sur la base de la définition des DB sur
la partie aval de la Seugne (Seugnac,
marraud, Moulin du Gua)

Sans irrigation : amélioration
du respect du DB 1 année sur
20 (en étiage sévère)

- Scénario réduction 2
- Scénario réduction 1
- Sans irrigation
- Simulation 8.1Mm³
- Simulation 6.075Mm³

Respect du DOE

Débit biologique de basses eaux



Impact des simulations sur les débits de hautes eaux (moyenne 2000-2018) et sur les débits annuels (moyenne 2000-2018)

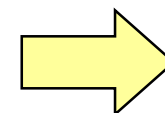
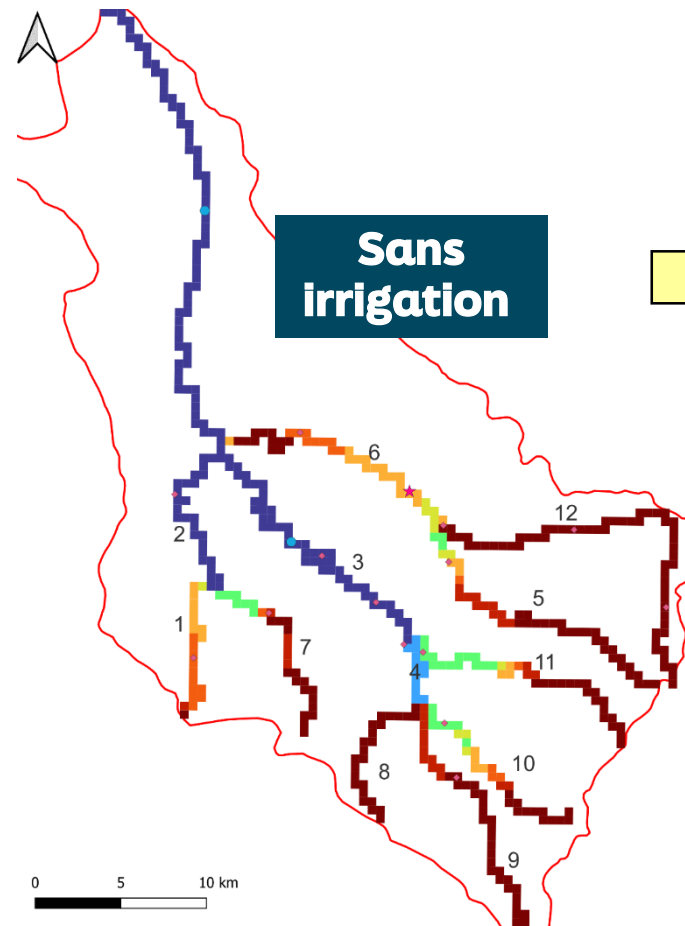
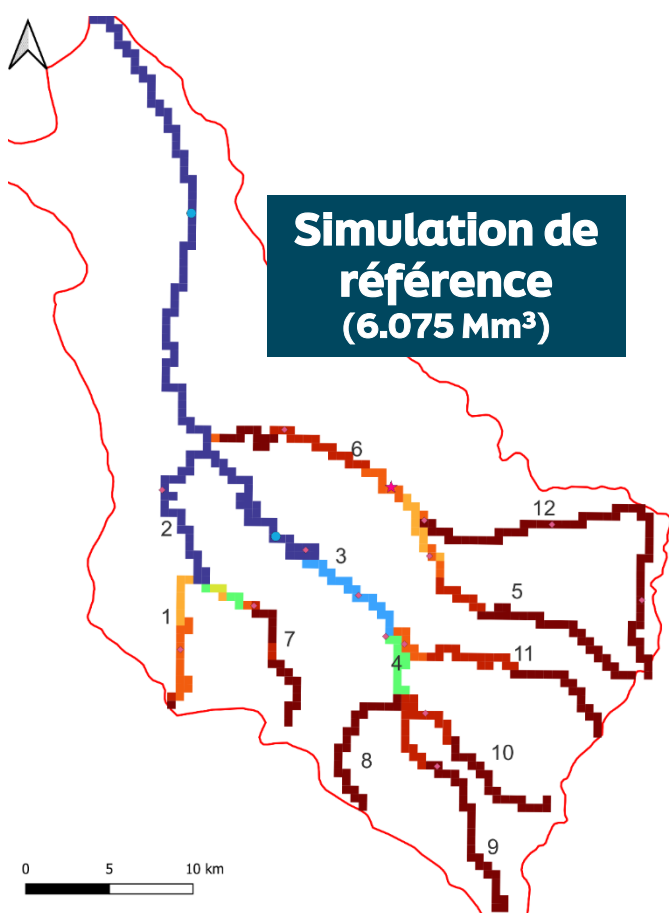
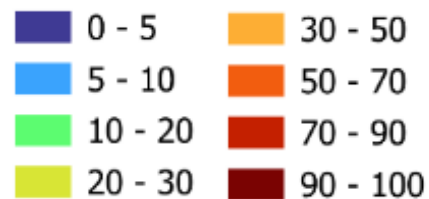
faible impact ($< 1\%$ d'écart avec la simulation de référence)

Simulation de l'impact des scénarios de prélèvements

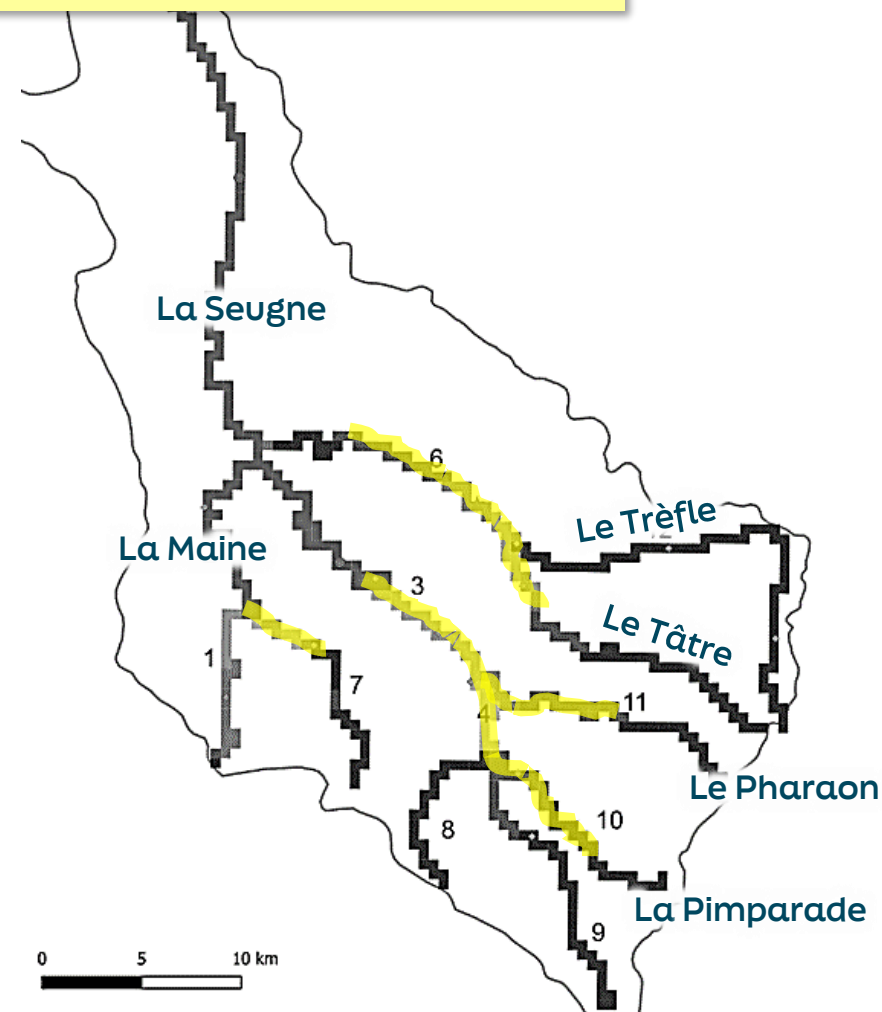
- 1) sur les niveaux piézométriques
- 2) sur les débits
- 3) sur les linéaires d'assec**

Impact des simulations sur les assecs

Temps en assec (%) sur les
mois de juillet/août/septembre



Identification des secteurs
dont les assecs sont *a priori*
impactés par les prélèvements



Impact des simulations sur les assecs



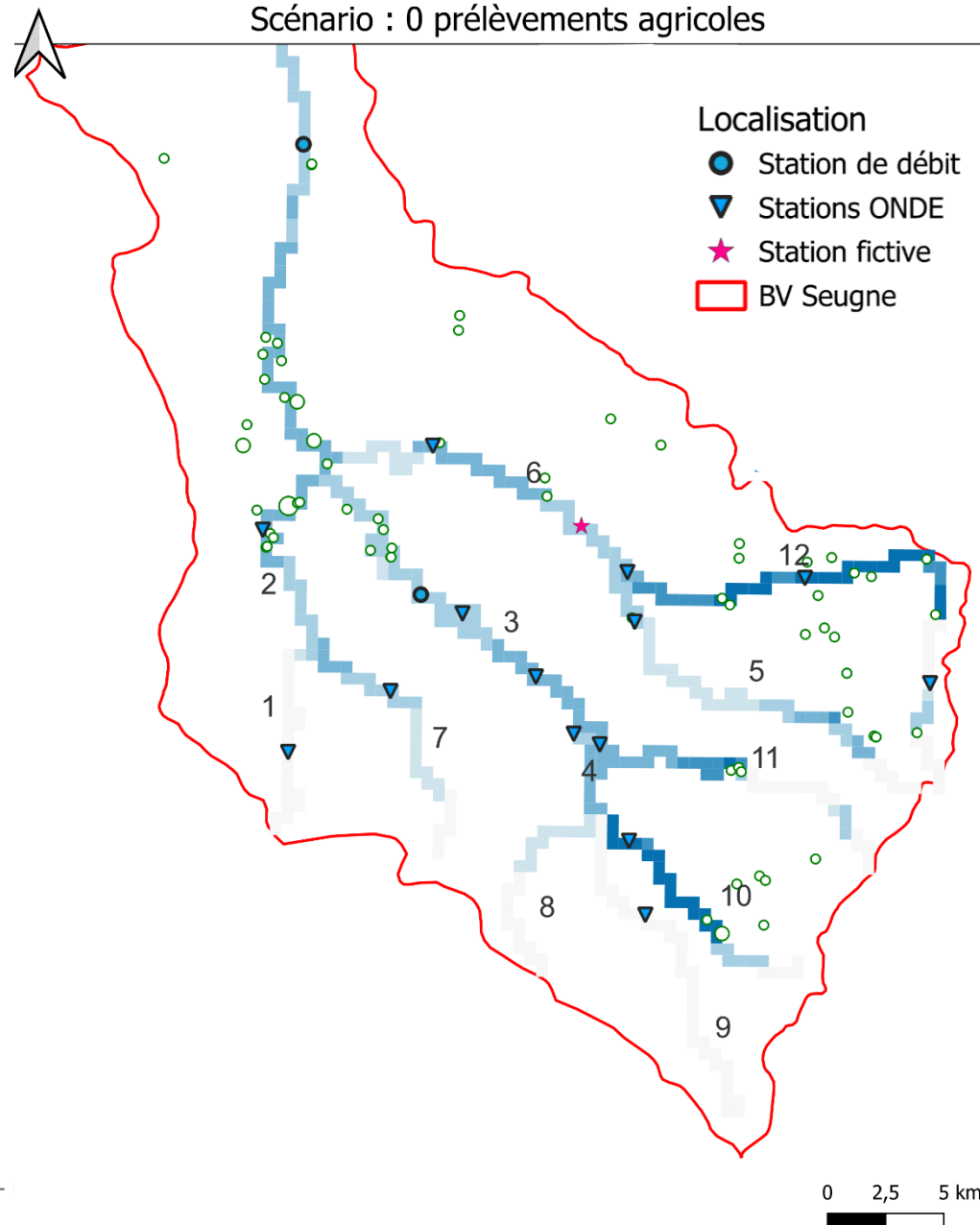
Le modèle n'a pas été calé grâce à des mesures de débit sur les cours d'eau en tête de bassin versant

Un assec est ici considéré pour débit $< 5\text{L/s}$ (limite de précision du modèle)

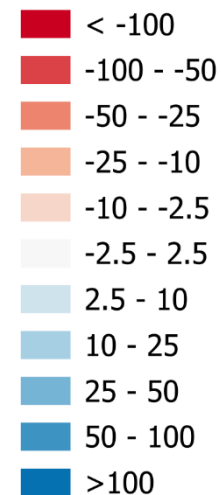
En réalité, sur des petits cours d'eau de tête de bassin versant, un débit de 5L/s peut correspondre à un écoulement visible

Conclusion : les résultats des différentes simulations en termes d'impact sur les assecs, et notamment ceux des cours d'eau de tête de bassin versant, sont à considérer avec précaution

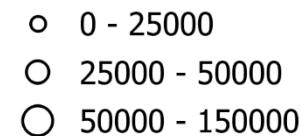
Ecart en % du débit par rapport à la simulation de référence
(6.075Mm³) sur les 3mois d'été
(Juillet Aout Septembre) entre 2000 et 2018
Scénario : 0 prélèvements agricoles



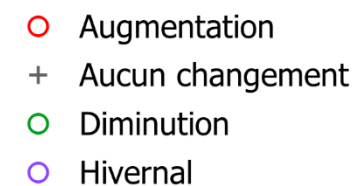
Ecart en % du débit estival
par rapport à la simulation
de référence (6.075Mm³)



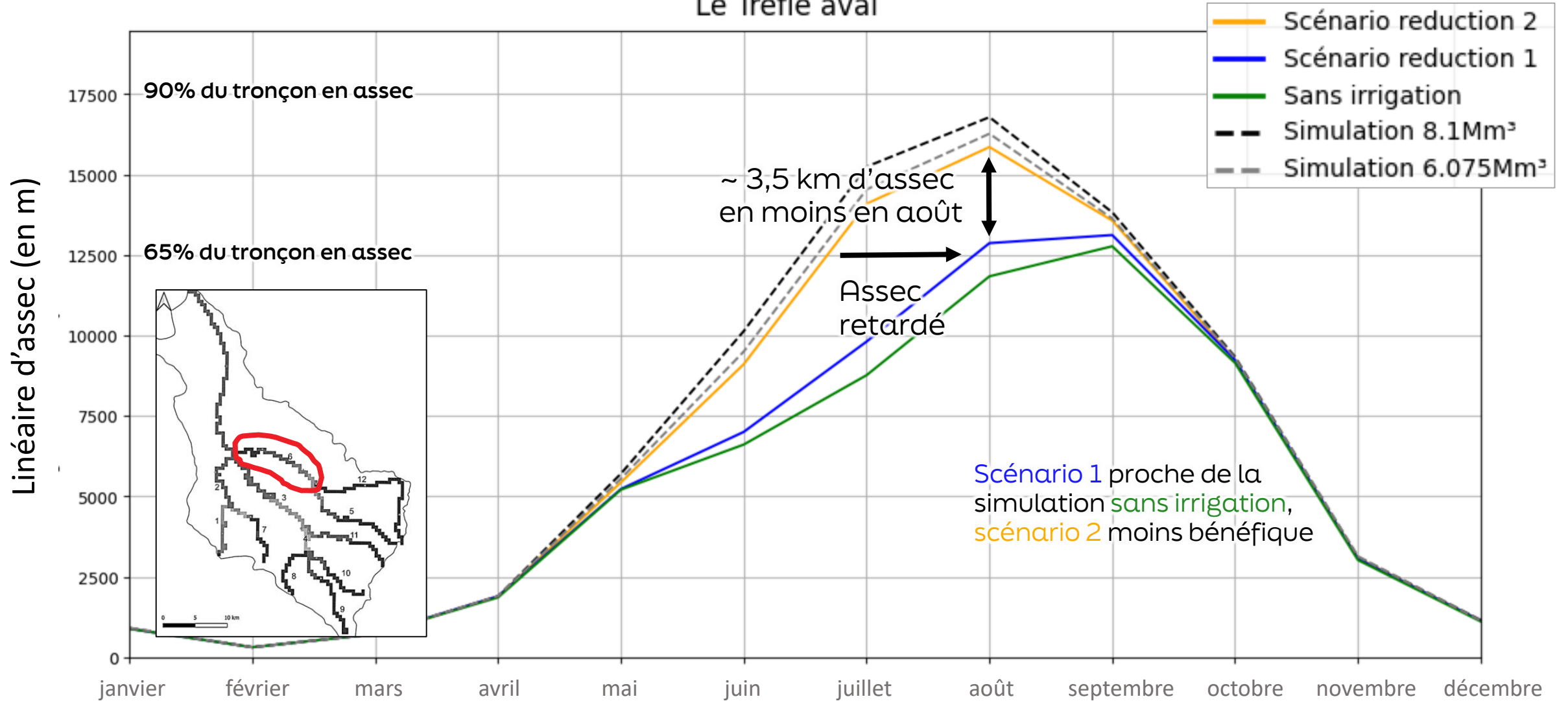
Prélèvements superficiels
annuels (m³) par rapport
à la simulation de référence
(6.075Mm³ été)

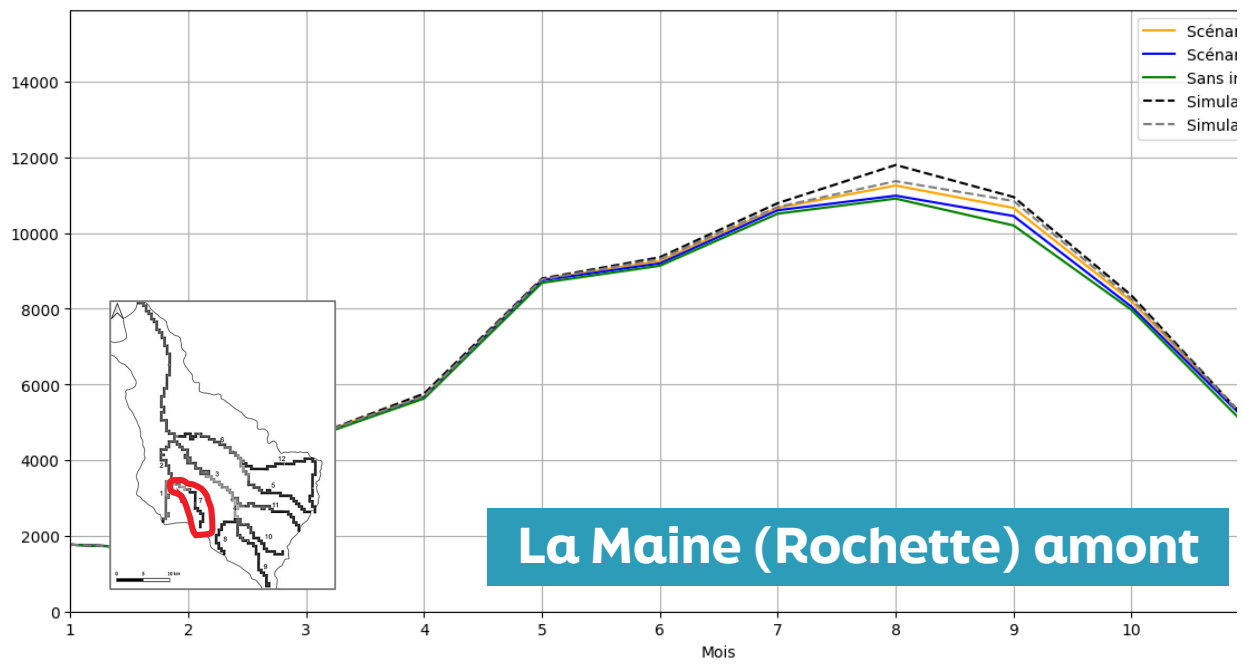
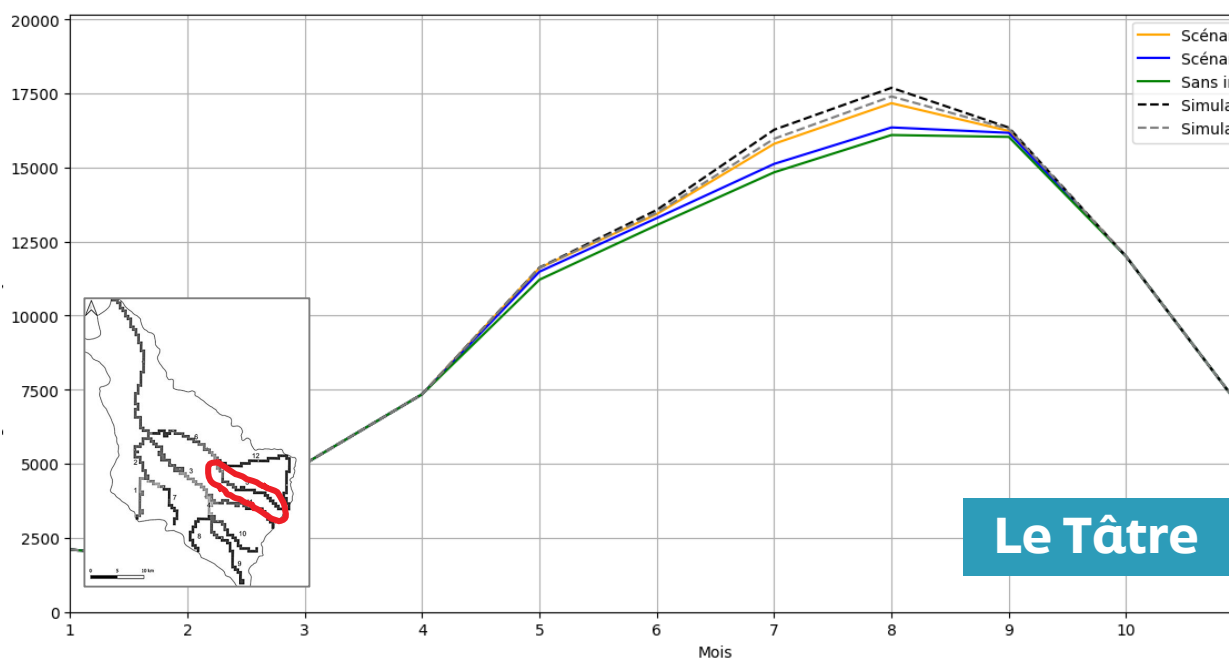
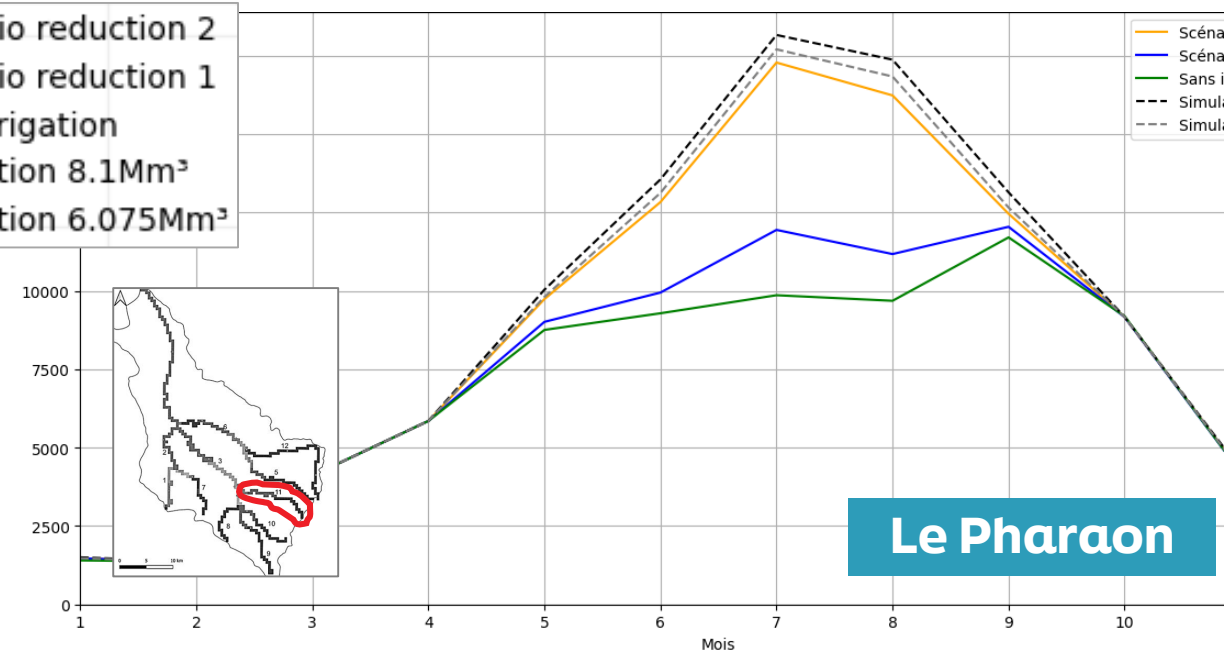
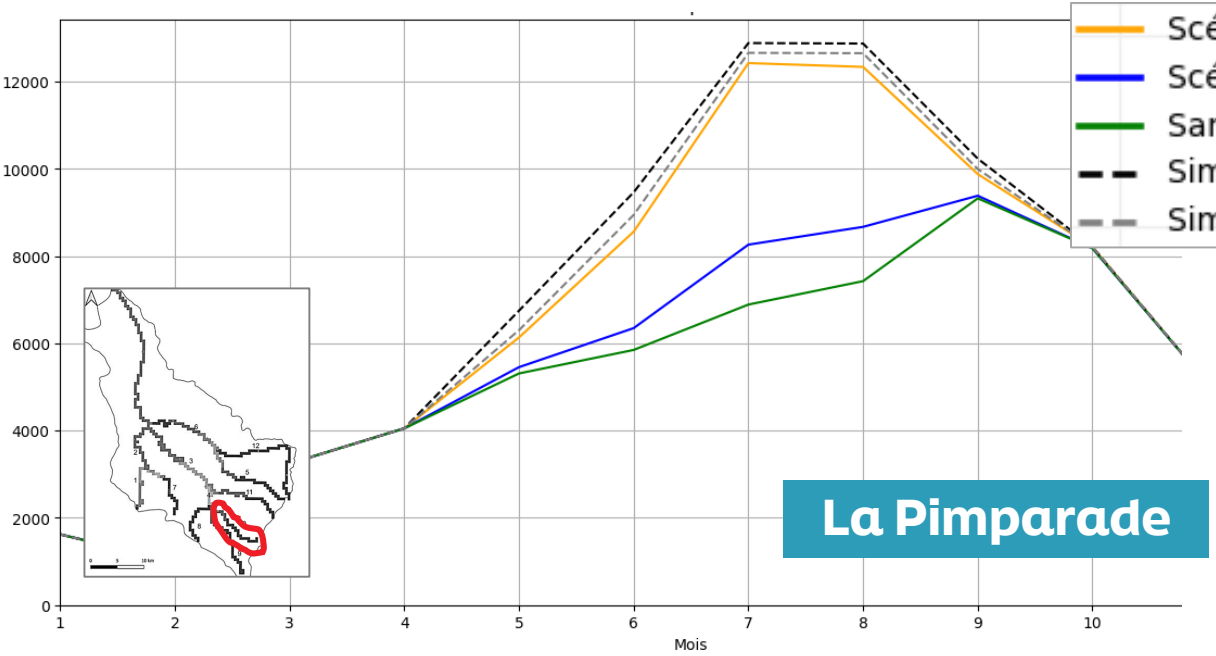


Evolution des prélèvements



Longueur moyenne de l'assec en m entre 2000 et 2018 (Assec considéré pour $Q < 0.005 \text{ m}^3/\text{s}$) Le Trèfle aval





Synthèse

Rappel : simulation de référence
= 6.075 Mm³ pour l'irrigation



	Simulation "sans irrigation"	Réduction 1	Réduction 2
Piézométrie	Remontée des nappes du Campanien-Santonien, du Coniacien et du Turonien sur la moitié aval du bassin Remontée généralisée de la nappe du Cénomanién	Remontée locale de l'ensemble des nappes étudiées (au niveau des secteurs où les prélèvements ont été coupés)	Remontée légère et très locale des nappes du Coniacien, Turonien et Cénomanién
Débit	+ 170 L/s (+ 18%) sur les débits les plus bas à La Lijardière	+ 40 L/s (+ 4%) sur les débits les plus bas à La Lijardière	+ 30 L/s (+ 3%) sur les débits les plus bas à La Lijardière
	+ 45 L/s (+36 %) sur les débits les plus bas de la Maine à St-Genis-de-Saintonge	+ 30 L/s (+23 %) sur les débits les plus bas de la Maine à St-Genis-de-Saintonge	+ 17 L/s (+17 %) sur les débits les plus bas de la Maine à St-Genis-de-Saintonge
	pas/peu d'impact sur St-Germain-de-Lusignan, Réaux et sur les autres stations ONDE		
Assecs	Réduction de la durée et du linéaire d'assec, principalement sur le Trèfle aval, le Pharaon aval, la Pimparade aval (plus modéré sur la Maine)	résultats proches de la simulation « sans irrigation », notamment sur le Trèfle aval	moins bénéfique que le scénario « réduction 1 », résultats proches de la simulation de référence



Le projet LIFE Eau&Climat (LIFE19 GIC/FR/001259) a reçu un financement du programme LIFE de l'Union Européenne.

Étude de l'impact **en climat actuel** des prélèvements et de différents scénarios d'économie et/ou de substitution

2) Substitution des prélèvements agricoles

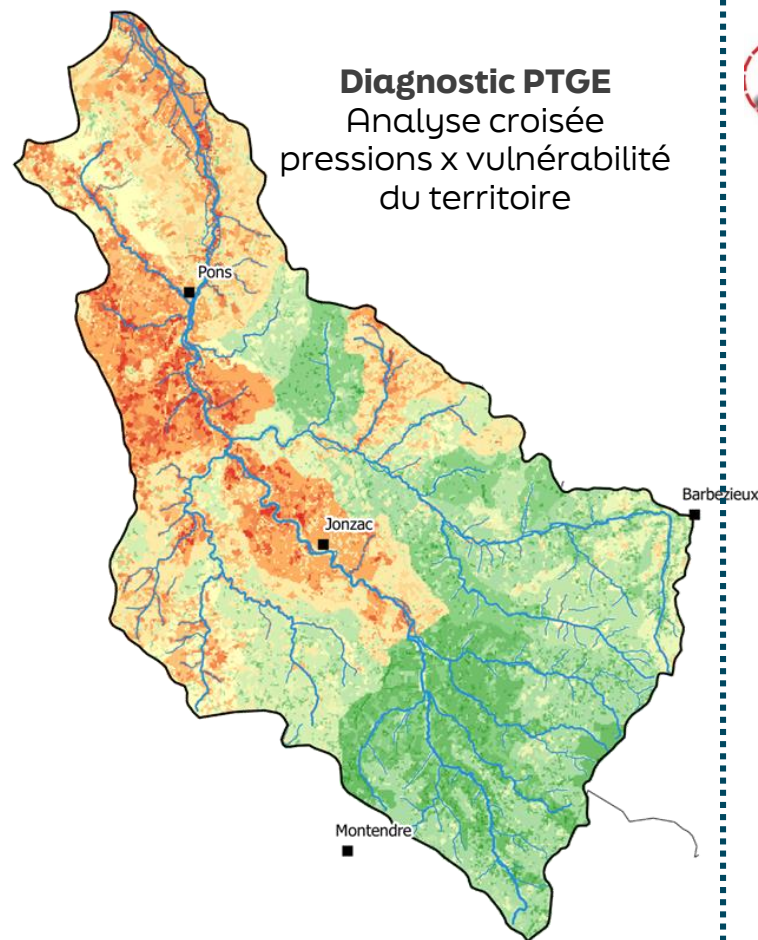
Substitution des prélèvements – 8 scénarios simulés

	Simulation de référence	substitution à l'aval du bassin (anticlinal)				substitution sur les têtes de bassin versant			
n° simulation	0	1	2	3	4	5	6	7	8
description	Volume agricole permettant de respecter le DOE en moyenne 8 années sur 10	51 points substitués, 8 points de prélèvement en hiver	142 points substitués, 11 points de prélèvement en hiver		104 points substitués, 11 points de prélèvement en hiver	155 points substitués, 12 points de prélèvement en hiver		70 points substitués, 8 points de prélèvement en hiver	
volume total (agricole)	6.075 Mm ³	Volume PTGE - 10% = 7,34 Mm ³	VP actuel = 5,7 Mm ³	Volume PTGE = 8,16 Mm ³	VP actuel -10 % = 5,13 Mm ³	Volume PTGE - 10 % = 7,34 Mm ³	VP actuel - 10 % = 5,13 Mm ³	Volume PTGE - 10 % = 7,34 Mm ³	VP actuel - 10 % = 5,13 Mm ³
volume été	6.075 Mm ³	5,7 Mm ³ (VP actuel)	2,7 Mm ³	4,08 Mm ³	3,13 Mm ³	4,11 Mm ³	2,87 Mm ³	5,76 Mm ³	4,02 Mm ³
volume hiver	0 Mm ³	1,64 Mm ³	3 Mm ³	4,08 Mm ³	2 Mm ³	3,23 Mm ³	2,26 Mm ³	1,58 Mm ³	1,11 Mm ³

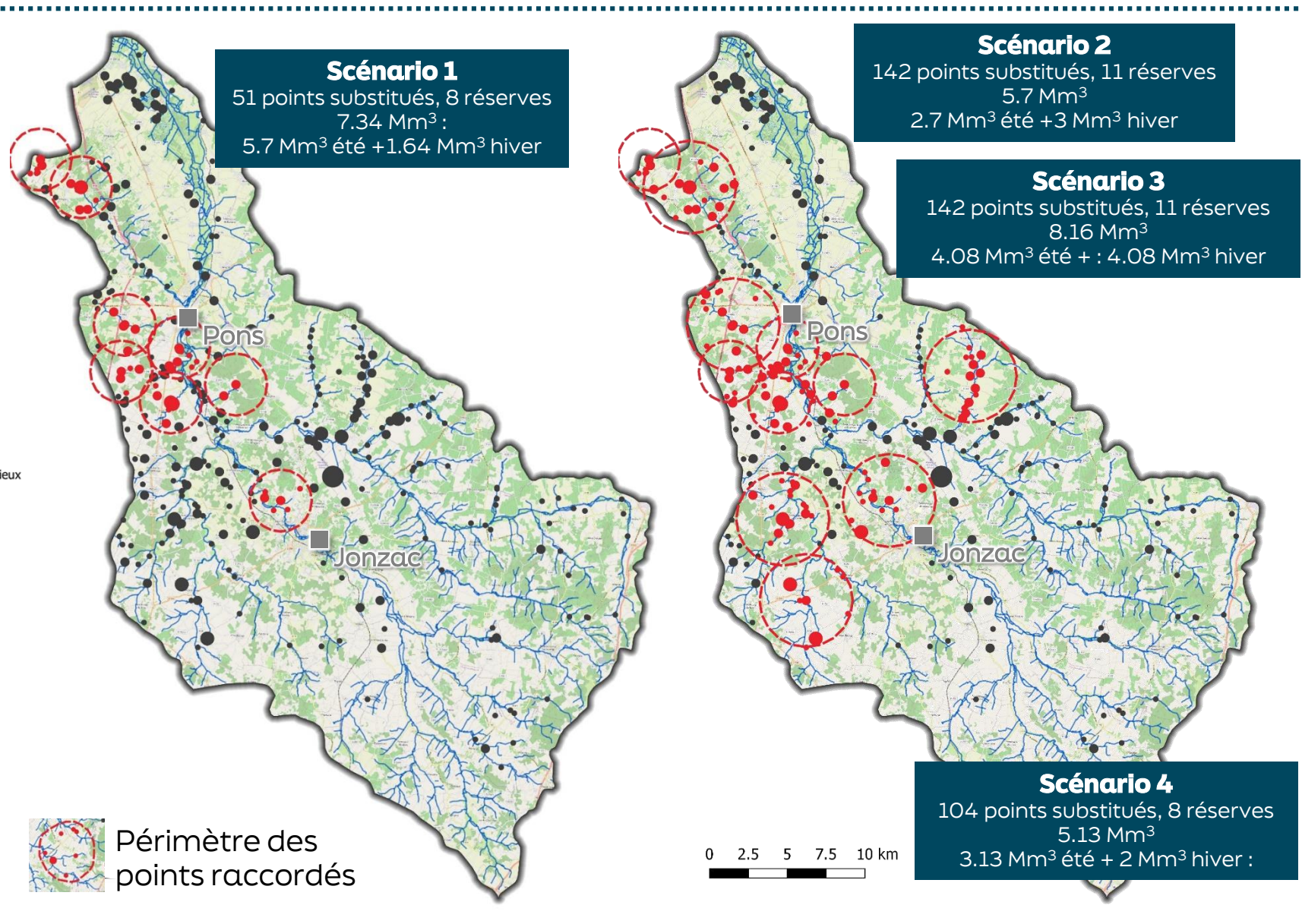
4 scénarios de substitution des prélèvements à l'aval du bassin



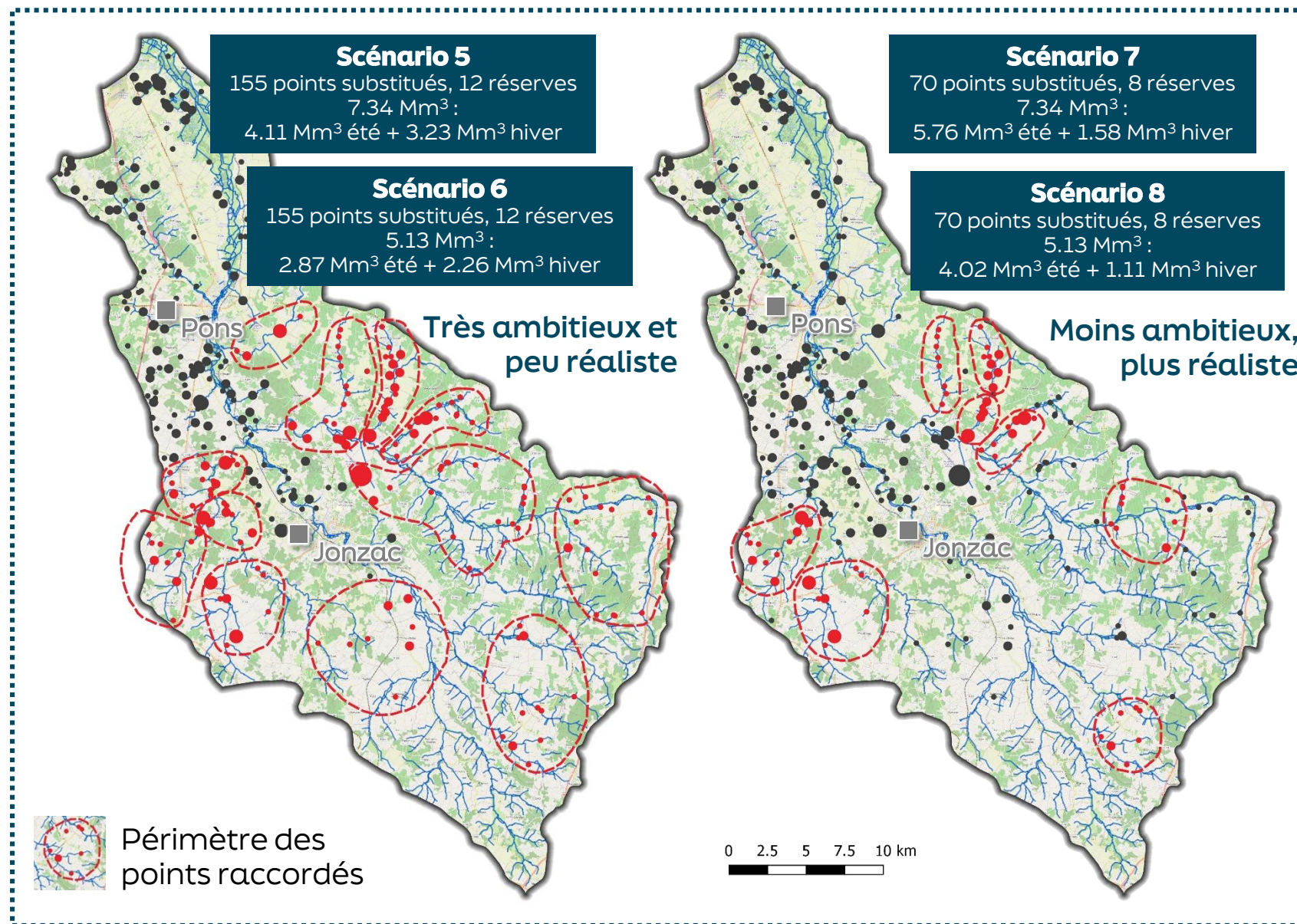
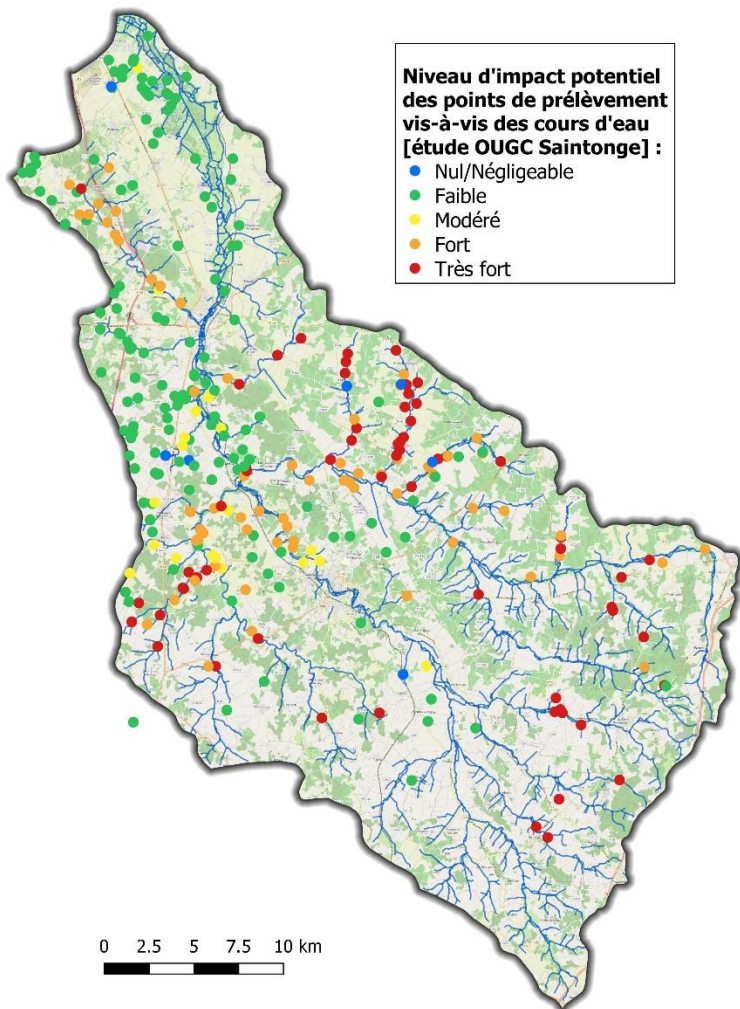
LIFE19 GIC/FR/001259



Diagnostic PTGE
Analyse croisée
pressions x vulnérabilité
du territoire



4 scénarios de substitution des prélèvements sur les têtes de bassin





D'un scénario à l'autre, la répartition point par point des volumes (*prorata*) ne varie pas



LIFE19 GIC/FR/001259

Dans les scénarios 1, 3, 5 et 7 :

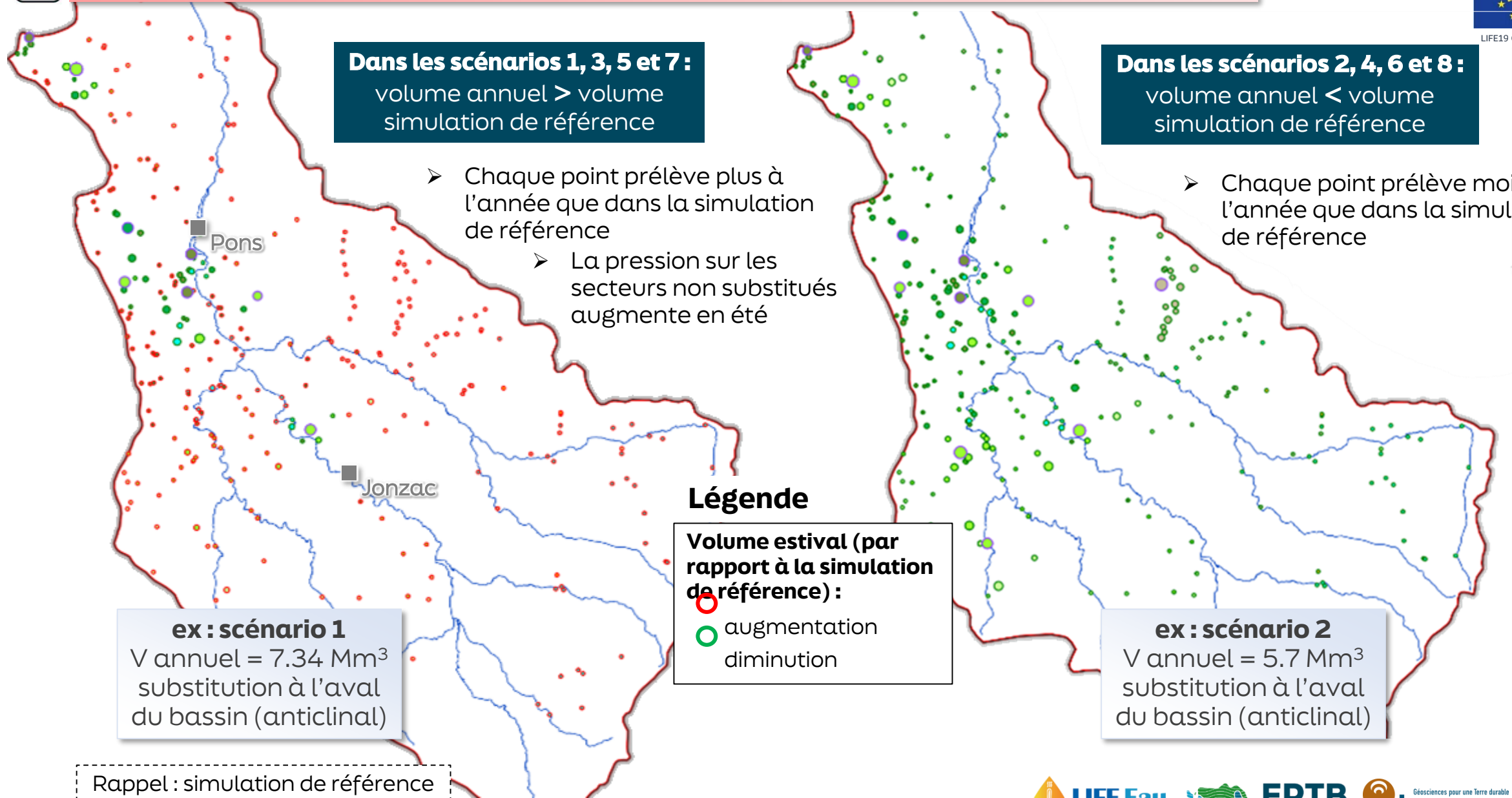
volume annuel $>$ volume
simulation de référence

- Chaque point prélève plus à l'année que dans la simulation de référence
- La pression sur les secteurs non substitués augmente en été

Dans les scénarios 2, 4, 6 et 8 :

volume annuel $<$ volume
simulation de référence

- Chaque point prélève moins à l'année que dans la simulation de référence



ex : scénario 1

V annuel = 7.34 Mm³
substitution à l'aval
du bassin (anticlinal)

Légende

Volume estival (par
rapport à la simulation
de référence) :

- diminution
- augmentation

ex : scénario 2

V annuel = 5.7 Mm³
substitution à l'aval
du bassin (anticlinal)

Simulation de l'impact des scénarios de prélèvements

1) sur les niveaux piézométriques

2) sur les débits

3) sur les linéaires d'assec

Impact des simulations sur les niveaux piézométriques (basses eaux)

Par rapport à la simulation de référence :  Amélioration  Dégradation

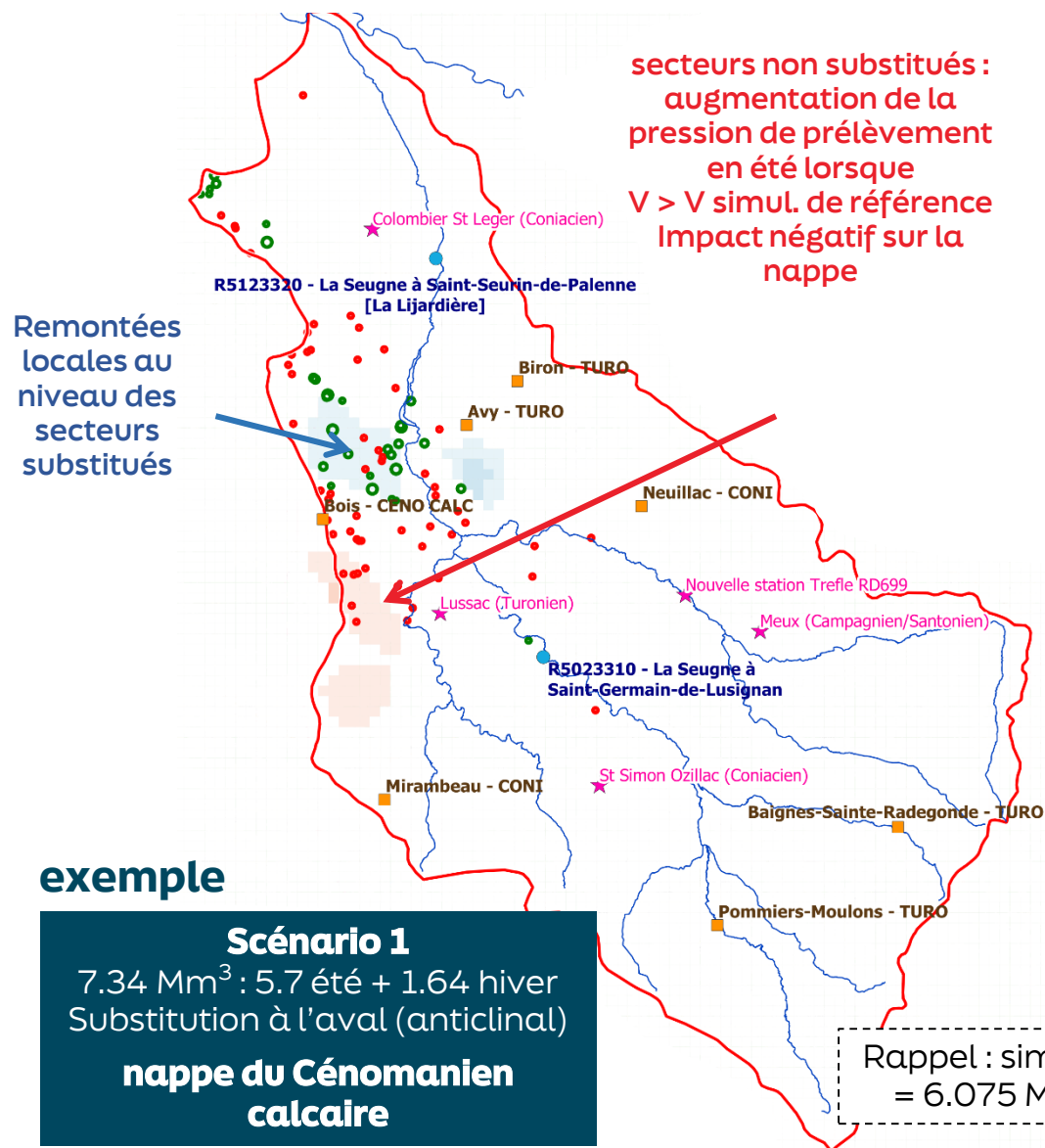
Rappel : simulation de référence
= 6.075 Mm³ pour l'irrigation

substitution à l'aval		substitution à l'amont		substitution à l'aval		substitution à l'amont	
1	3	5	7	2	4	6	8
7.34 Mm³ 5.7 été + 1.64 hiver	8.16 Mm³ 4.08 été + 4.08 hiver	7.34 Mm³ 4.11 été + 3.23 hiver	7.34 Mm³ 5.76 été + 1.11 hiver	5.7 Mm³ 2.7 été + 3 hiver	5.13 Mm³ 3.13 été + 2 hiver	5.13 Mm³ 2.87 été + 2.26 hiver	5.13 Mm³ 4.02 été + 1.11 hiver
Légère baisse ou remontée localement				Remontées locales (secteurs substitués)		Remontée en bordure du cœur de l'anticlinal (secteurs substitués)	Remontées locales (secteurs substitués)
Légère baisse ou remontée localement	Remontées locales (secteurs substitués)	Remontée en bordure d'anticlinal + Baisse au cœur de l'anticlinal	Remontée locale (Mirambeau) + Baisse au cœur de l'anticlinal	Remontée sur la moitié aval du bassin		Remontée dans le cœur de l'anticlinal	
	Remontée généralisée		Baisse sur la moitié aval	Remontée généralisée		Remontée sur la moitié aval	

volume total > volume total simulation de référence

volume total ≤ volume total simulation de référence

Impact des simulations sur les niveaux piézométriques (basses eaux)



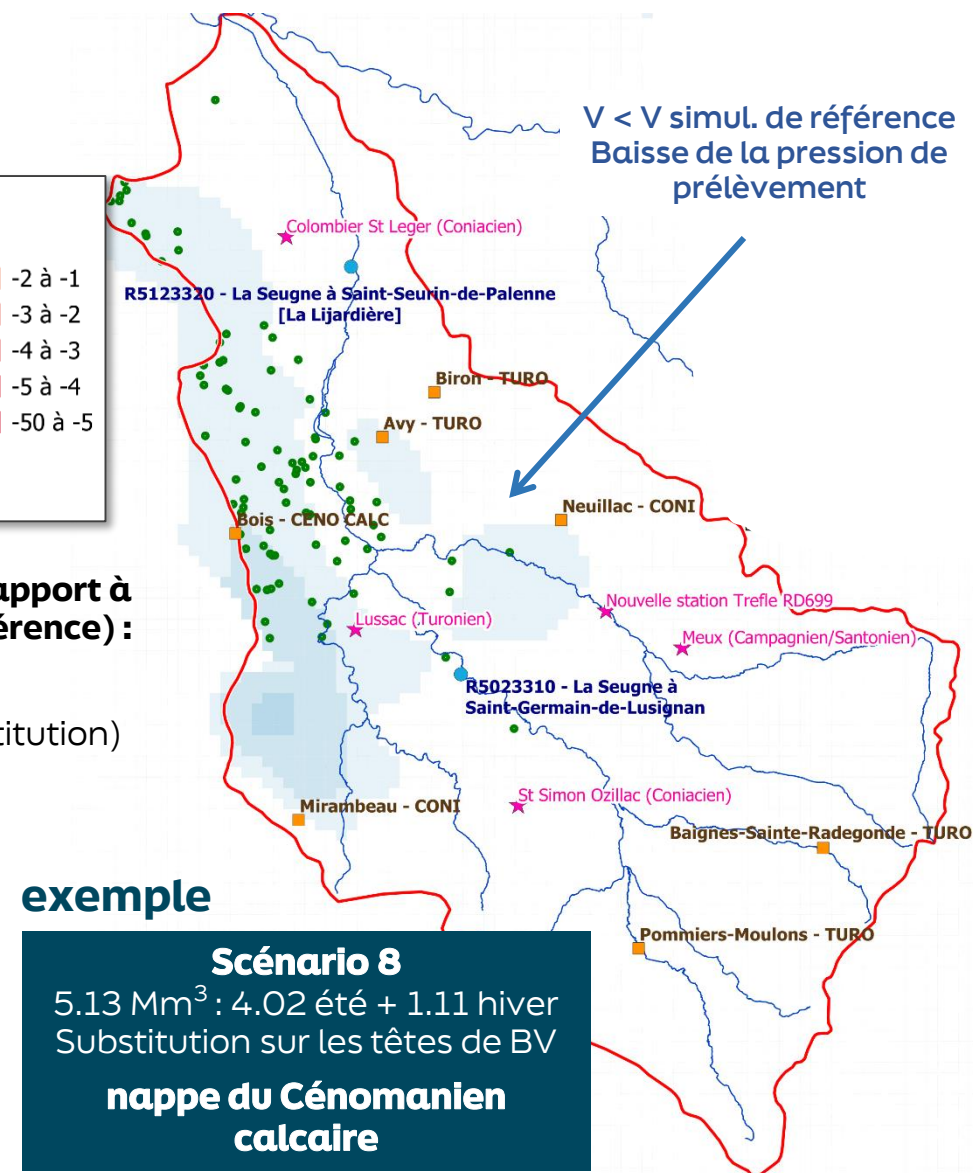
Légende

Différence piézométrique (en m)		
5 à 50	0,1 à 0,25	-2 à -1
4 à 5	0,05 à 0,1	-3 à -2
3 à 4	-0,05 à 0,05	-4 à -3
2 à 3	-0,1 à -0,05	-5 à -4
1 à 2	-0,25 à -0,1	-50 à -5
0,5 à 1	-0,5 à -0,25	
0,25 à 0,5	-1 à -0,5	

Volume estival (par rapport à la simulation de référence) :

- augmentation
- suppression (substitution)

Rappel : simulation de référence
= 6.075 Mm³ pour l'irrigation



Impact des simulations sur les niveaux piézométriques (hautes eaux)

Par rapport à la simulation de référence :  Amélioration  Dégradation

Rappel : simulation de référence
= 6.075 Mm³ pour l'irrigation

	substitution à l'aval		substitution à l'amont		substitution à l'aval		substitution à l'amont	
	1 7.34 Mm ³ 5.7 été + 1.64 hiver	3 8.16 Mm ³ 4.08 été + 4.08 hiver	5 7.34 Mm ³ 4.11 été + 3.23 hiver	7 7.34 Mm ³ 5.76 été + 1.11 hiver	2 5.7 Mm ³ 2.7 été + 3 hiver	4 5.13 Mm ³ 3.13 été + 2 hiver	6 5.13 Mm ³ 2.87 été + 2.26 hiver	8 5.13 Mm ³ 4.02 été + 1.11 hiver
Campanien-Santonien	Baisse locale au droit des points de prélèvements hivernaux							
Coniacien								
Turonien								
Cénomaniens calcaires	Baisse quasi généralisée		Baisse locale (secteur Mirambeau)		Baisse sur la moitié amont du bassin, remontée locale (bordure sud-ouest du bassin versant)		Baisse locale (secteur Mirambeau) + remontée locale (secteur Bois)	
Cénomaniens sableux					Baisse généralisée		Baisse locale (secteur Mirambeau)	

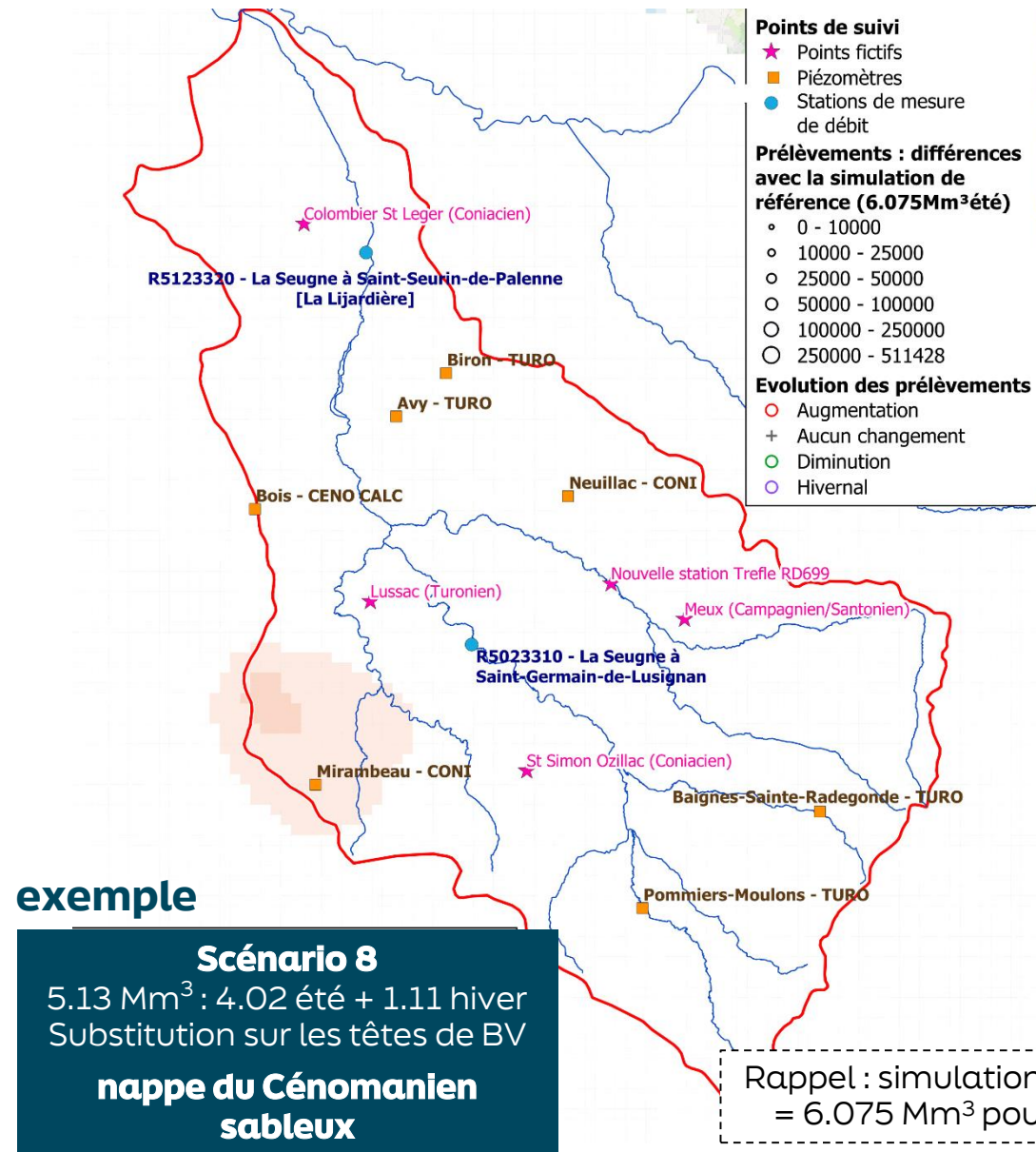
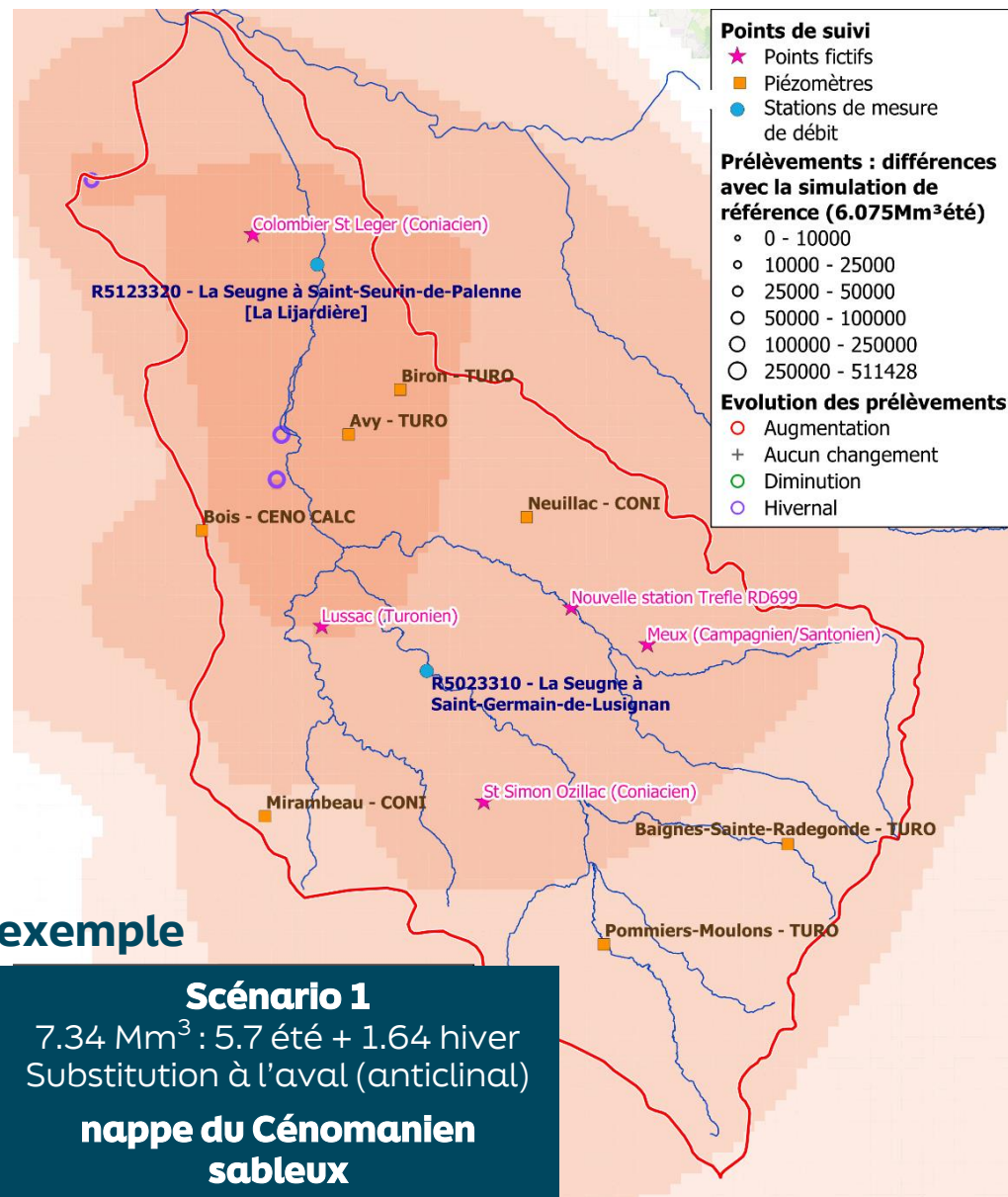
volume total > volume total simulation de référence

volume total ≤ volume total simulation de référence

Impact des simulations sur les niveaux piézométriques (hautes eaux)



LIFE19 GIC/FR/001259



Rappel : simulation de référence
= 6.075 Mm³ pour l'irrigation

Simulation de l'impact des scénarios de prélèvements

- 1) sur les niveaux piézométriques
- 2) sur les débits**
- 3) sur les linéaires d'assec

Impact des simulations sur les débits d'étiage (moyenne 2000-2018)



Par rapport à la simulation de référence :

Amélioration

volume total > volume total
simulation de référence

volume total < volume total
simulation de référence

	SIM. REF.	SANS IRRIGATION
volume annuel	6.075 Mm³	
volume hiver	0	
volumé été	6.075 Mm³	

substit. à l'aval	substit. à l'aval	substit. à l'amont	substit. à l'amont	substit. à l'aval	substit. à l'aval	substit. à l'amont	substit. à l'amont
SUBS1	SUBS3	SUBS5	SUBS7	SUBS2	SUBS4	SUBS6	SUBS8
7,34	8,16	7,34	7,34	5,7	5,13	5,13	5,13
1,6	4,08	3,2	1,6	3	2	2,3	1,1
5,7	4,08	4,1	5,8	2,7	3,1	2,9	4

La Lijardière		+ 170 L/s (18%)
respect DOE (années)	17/20	19/20
St-Germain et Réaux		
La Maine à St-Genis		+ 45 L/s (36%)
autres stations ONDE		

+ 15 L/s	+ 90 L/s	+ 75 L/s		+ 115 L/s	+ 110 L/s	+ 110 L/s	+ 70 L/s
18/20	19/20	18/20	17/20	19/20	19/20	19/20	18/20
+ 10 L/s	+ 30 L/s	+ 35 L/s	+ 29 L/s	+ 35 L/s	+ 35 L/s	+ 35 L/s	+ 35 L/s

Impact des simulations sur les débits de hautes eaux (moyenne 2000-2018) et sur les débits annuels (moyenne 2000-2018)

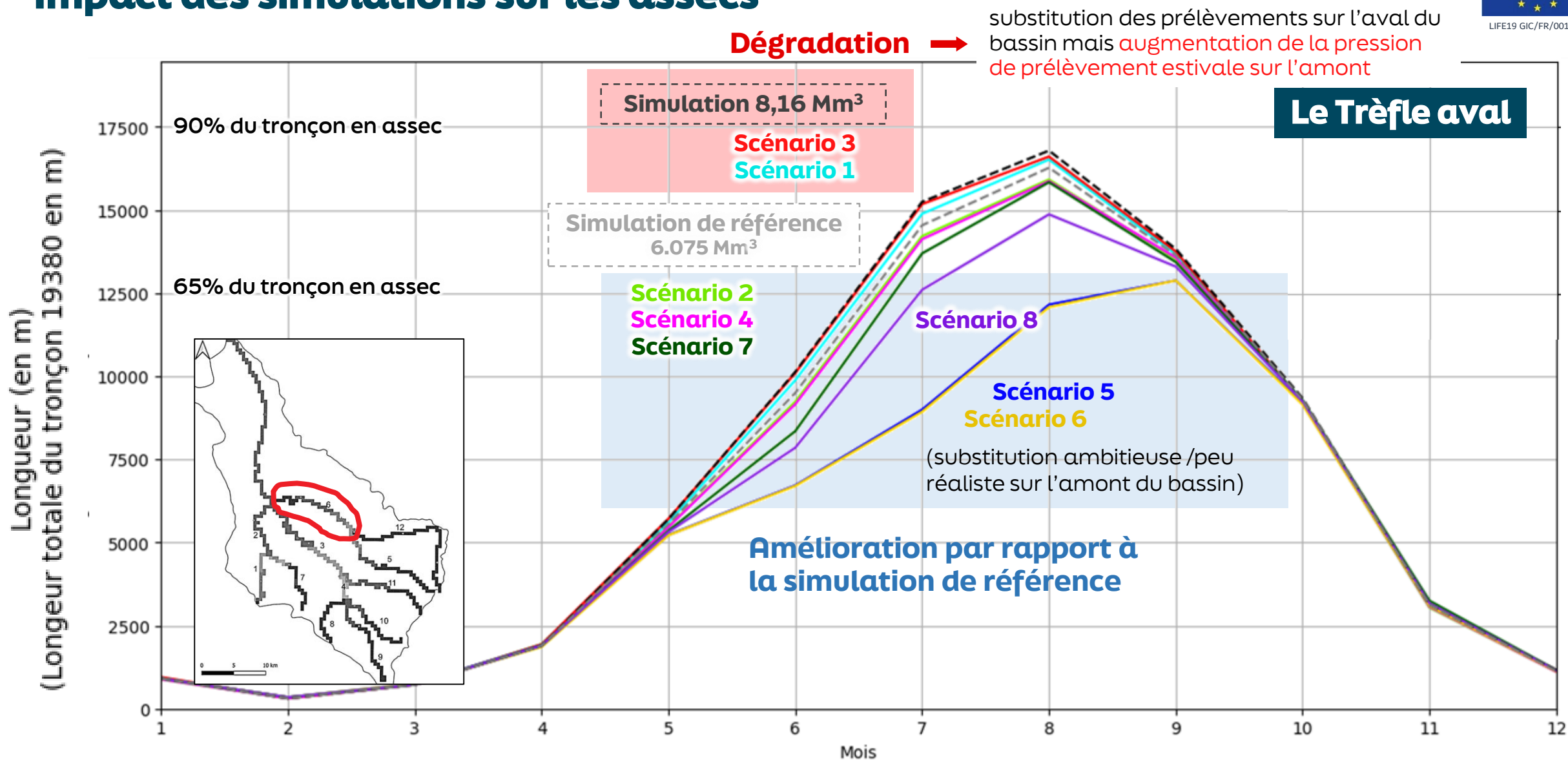


faible impact ($< 1\%$ d'écart avec la simulation de référence)

Simulation de l'impact des scénarios de prélèvements

- 1) sur les niveaux piézométriques
- 2) sur les débits
- 3) sur les linéaires d'assec**

Impact des simulations sur les assecs





Le projet LIFE Eau&Climat (LIFE19 GIC/FR/001259) a reçu un financement du programme LIFE de l'Union Européenne.

Étude de l'impact **en climat actuel** des prélèvements et de différents scénarios d'économie et/ou de substitution

Synthèse

Impact des simulations sur les basses eaux : synthèse (arrêt ou réduction des prélèvements)

Par rapport à la simulation de référence :

Amélioration
Dégradation



	SIM. REF.	SANS IRRIGATION	RED1	RED2
volume annuel	6.075 Mm ³		4,8	5,5
volume hiver	0		0	0
volumé été	6.075 Mm ³		4,8	5,5

La Lijardière		+ 170 L/s (18%)	+ 40 L/s	+ 30 L/s
St-Germain et Réaux				
La Maine à St-Genis		+ 45 L/s (36%)	+ 30 L/s	+ 15 L/s
autres stations ONDE				

Campanien-Santonien, Turonien, Coniacien				
Cénomanién calcaire				
Cénomanién sableux				

Le Trèfle aval				
La Pimparade				
Le Pharaon				
La Maine				
Le Tâtre				

Sans irrigation, d'après le modèle :

- Amélioration de la situation hydrologique et piézométrique
- Réduction du linéaire et de la durée des assecs sur certains tronçons mais problématique persistante
- La fréquence de respect du DOE et du débit biologique n'est que très légèrement améliorée (1 à 2 années sur 20)

Réduction des prélèvements, d'après le modèle :

- L'arrêt des prélèvements les plus impactants permet une amélioration, notamment sur le linéaire et la durée des assecs avec une situation se rapprochant de la simulation « sans irrigation »

Impact des simulations sur les basses eaux : synthèse (substitution)

Par rapport à la simulation de référence :

Amélioration
Dégradation

	SIM. REF.	SANS IRRIGATION	RED1	RED2
volume annuel	6.075 Mm ³		4,8	5,5
volume hiver	0		0	0
volumé été	6.075 Mm ³		4,8	5,5

substit. à l'aval	substit. à l'amont	substit. à l'aval	substit. à l'amont
SUBS3	SUBS7	SUBS1	SUBS5
8,16	7,34	7,34	7,34
4,08	1,6	1,6	3,2
4,08	5,8	5,7	4,1

substit. à l'aval	substit. à l'amont	substit. à l'aval	substit. à l'amont
SUBS2	SUBS6	SUBS4	SUBS8
5,7	5,13	5,13	5,13
3	2,3	2	1,1
2,7	2,9	3,1	4

La Lijardière		+ 170 L/s (18%)	+ 40 L/s	+ 30 L/s
St-Germain et Réaux				
La Maine à St-Genis		+ 45 L/s (36%)	+ 30 L/s	+ 15 L/s
autres stations ONDE				

+ 90 L/s		+ 15 L/s	+ 75 L/s
+ 30 L/s	+ 29 L/s	+ 10 L/s	+ 35 L/s

+ 115 L/s	+ 110 L/s	+ 110 L/s	+ 70 L/s
+ 35 L/s	+ 35 L/s	+ 35 L/s	+ 35 L/s

Débits

Campanien-Santonien, Turonien, Coniacien				
Cénomanién calcaire				
Cénomanién sableux				

Niveaux piézo.

Le Trèfle aval				
La Pimparade				
Le Pharaon				
La Maine				
Le Tâtre				

Assecs

Impact des simulations sur les basses eaux : synthèse (substitution)

Tous critères confondus, les scénarios qui donnent les résultats les plus intéressants (qui se rapprochent le plus de la simulation sans irrigation) sont ceux pour lesquels :

- Le volume annuel est inférieur ou égal au volume de la simulation de référence
- Les prélèvements identifiés comme les plus impactants (d'après l'étude de l'OUGC) sont substitués ou arrêtés

Impact des simulations sur les hautes eaux : synthèse



Amélioration par rapport à la simulation de référence



Dégradation par rapport à la simulation de référence

	SIM. REF.		RED1	RED2
volume annuel	6.075 Mm ³	SANS	4,8	5,5
volume hiver	0	IRRIGATION	0	0
volumé été	6.075 Mm ³		4,8	5,5

La Lijardière		+ 85 L/s	+ 20 L/s	+ 10 L/s
St-Germain et Réaux				
La Maine à St-Genis		+ 35 L/s	+ 20 L/s	+ 10 L/s
autres stations ONDE				

Campanien-Santonien, Turonien, Coniacien				
Cénomanién calcaire				
Cénomanién sableux				

substit. à l'aval	substit. à l'amont	substit. à l'aval	substit. à l'amont
SUBS3	SUBS7	SUBS1	SUBS5
8,16	7,34	7,34	7,34
4,08	1,6	1,6	3,2
4,08	5,8	5,7	4,1

- 95 L/s	- 50 L/s	- 50 L/s	- 70 L/s
	- 10 L/s		- 20 L/s
- 30 L/s	- 25 L/s		- 40 L/s
	- 10 à 15 L/s		- 10 à 30 L/s

substit. à l'aval	substit. à l'amont	substit. à l'aval	substit. à l'amont
SUBS2	SUBS6	SUBS4	SUBS8
5,7	5,13	5,13	5,13
3	2,3	2	1,1
2,7	2,9	3,1	4

- 55 L/s	- 20 L/s	- 30 L/s	- 10 L/s
	- 10 L/s		
- 15 L/s	- 15 L/s	- 10 L/s	
	- 10 à 15 L/s		

Débits
} < 1%

Niveaux piézo.

Faible impact (< 1% d'écart avec la simulation de référence)

Pour la suite de l'étude (volet prospectif) : sélection de 4 scénarios à simuler en climat futur

						substit. à l'aval	substit. à l'amont	substit. à l'aval	substit. à l'amont		substit. à l'aval	substit. à l'amont	substit. à l'aval	substit. à l'amont
				RED1	RED2	SUBS3	SUBS7	SUBS1	SUBS5		SUBS2	SUBS6	SUBS4	SUBS8
volume annuel		SIM.	SANS	4,8	5,5	8,16	7,34	7,34	7,34		5,7	5,13	5,13	5,13
volume hiver		RÉF.	IRRIGATION	0	0	4,08	1,6	1,6	3,2		3	2,3	2	1,1
volumé été				4,8	5,5	4,08	5,8	5,7	4,1		2,7	2,9	3,1	4
La Lijardière			+ 170 L/s (18%)	+ 40 L/s	+ 30 L/s	+ 90 L/s		+ 15 L/s	+ 75 L/s		+ 115 L/s	+ 110 L/s	+ 110 L/s	+ 70 L/s
St-Germain et Réaux														
La Maine à St-Genis			+ 45 L/s (36%)	+ 30 L/s	+ 15 L/s	+ 30 L/s	+ 29 L/s	+ 10 L/s	+ 35 L/s		+ 35 L/s	+ 35 L/s	+ 35 L/s	+ 35 L/s
autres stations ONDE														
Campanien-Santonien,														
Turonien, Coniacien														
Cénomarien calcaire														
Cénomarien sableux														
Le Trèfle aval														
La Pimparade														
Le Pharaon														
La Maine														
Le Tâtre														

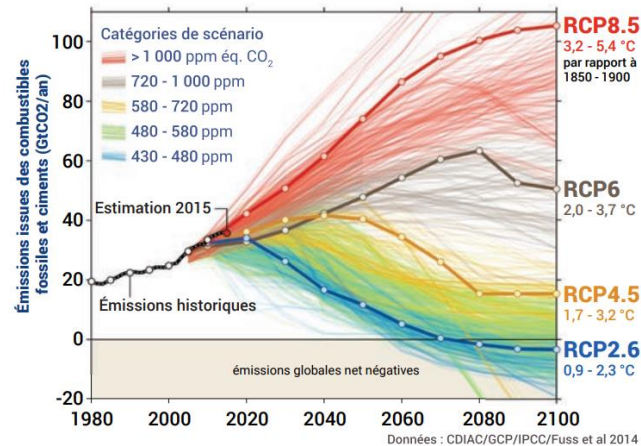


Le projet LIFE Eau&Climat (LIFE19 GIC/FR/001259) a reçu un financement du programme LIFE de l'Union Européenne.

Étude prospective des effets du **changement climatique** sur la ressource en eau du bassin versant de la Seugne

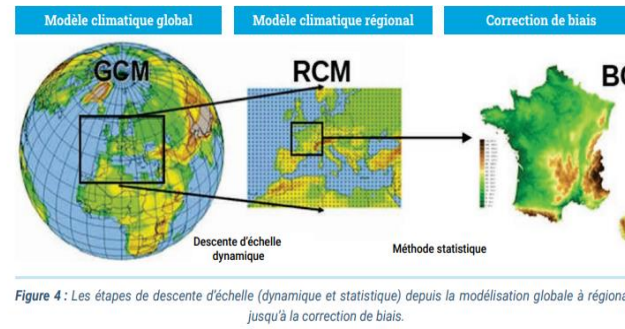
Scénarios d'évolution des émissions de gaz à effet de serre

4 scénarios (RCP) sélectionnés par le GIEC parmi plus de 1 000 disponibles



Modèles climatiques

décrivent le comportement du système climatique (océan, atmosphère, glaciers, rivières, végétation...)



Projections climatiques

Chroniques de pluie et d'ETP

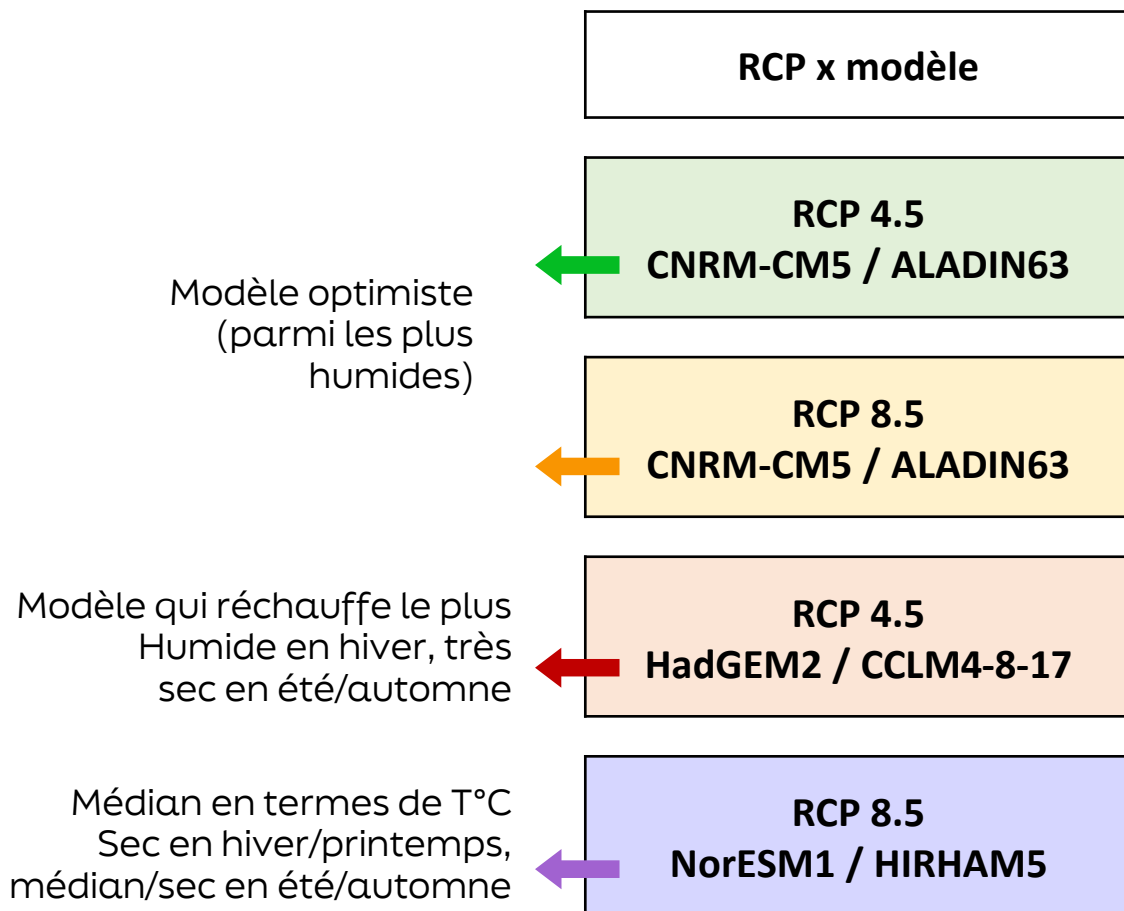
Modèle hydrogéologique



Projections hydro-climatiques

Chroniques de débits et niveaux piézométriques

4 scénarios climatiques sélectionnés pour cette étude



4 scénarios climatiques sélectionnés pour cette étude

Écart moyens (en %) par rapport à la période de référence (1991-2020)

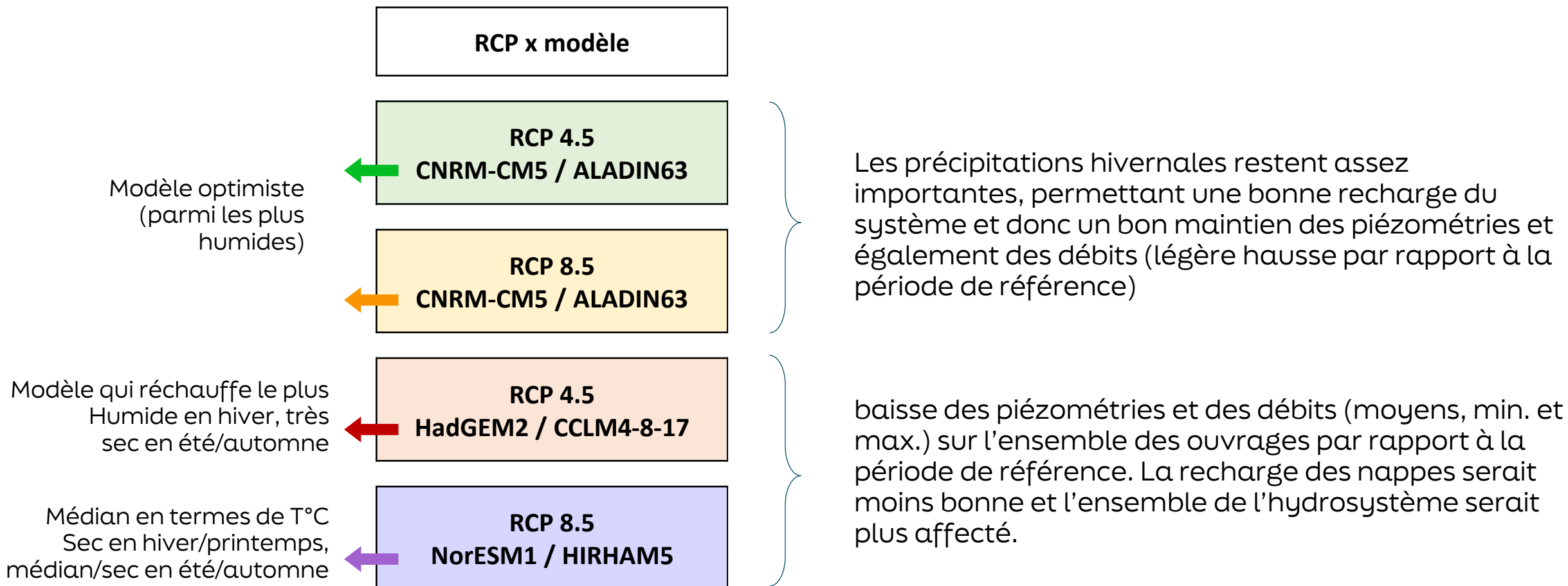
RCP x modèle	Période	Précipitations			ETP annuelle
		Annuelle	été	hiver	
RCP 4.5 CNRM-CM5 / ALADIN63	2021-2050	3	-1	9	5
	2041-2070	-0.2	-7	2	8
	2071-2100	5	-14	5	9
RCP 8.5 CNRM-CM5 / ALADIN63	2021-2050	3	0	-2	4
	2041-2070	4	-11	11	8
	2071-2100	0.2	-14	0	18
RCP 4.5 HadGEM2 / CCLM4-8-17	2021-2050	-8	-40	8	10
	2041-2070	-13	-36	3	15
	2071-2100	-10	-39	10	10
RCP 8.5 NorESM1 / HIRHAM5	2021-2050	-10	-15	-2	8
	2041-2070	-8	-17	-1	11
	2071-2100	-11	-28	7	20

Modèle optimiste
(parmi les plus humides)

Modèle qui réchauffe le plus
Humide en hiver, très sec en été/automne

Médian en termes de T°C
Sec en hiver/printemps, médian/sec en été/automne

Résultats de la simulation de référence en climat futur



Simulation de référence en climat futur

Débits moyens			
periode	climat actuel (SAFRAN, période 2000-2018)	CNRM-CM5/ALADIN63 x RCP 4.5	CNRM-CM5/ALADIN63 x RCP 8.5
1991 - 2020	4,65 m3/s	5,37 m3/s	5,49 m3/s
2021 - 2050		+ 170 L/s (3%)	+ 270 L/s (5%)
2041 - 2070		- 10 L/s	+ 890 L/s (16%)
2071 - 2100		+ 730 L/s (14%)	+ 305 L/s (6%)

Débits max. (hautes eaux)			
periode	climat actuel (SAFRAN, période 2000-2018)	CNRM-CM5/ALADIN63 x RCP 4.5	CNRM-CM5/ALADIN63 x RCP 8.5
1991 - 2020	12,91 m3/s	14,11 m3/s	14,88 m3/s
2021 - 2050		+ 1,3 m3/s (9%)	+ 1,9 m3/s (13%)
2041 - 2070		+ 1,2 m3/s (8%)	+ 2,4 m3/s (16%)
2071 - 2100		+ 2,6 m3/s (18%)	+ 1 m3/s (7%)

Débits min. (VCN10)			
periode	climat actuel (SAFRAN, période 2000-2018)	CNRM-CM5/ALADIN63 x RCP 4.5	CNRM-CM5/ALADIN63 x RCP 8.5
1991 - 2020	0,94 m3/s	1,03 m3/s	1,02 m3/s
2021 - 2050		- 7 L/s	+ 15 L/s
2041 - 2070		- 18 L/s	+ 67 L/s (7%)
2071 - 2100		+ 58 L/s (6%)	

		HadGEM2/CCLM4-8-17 x RCP 4.5	NorESM1/HIRHAM5 x RCP 8.5
		6,62 m3/s	6,28 m3/s
		- 690 L/s (10%)	- 1,4 m3/s (23%)
		- 1,5 m3/s (23%)	- 1,6 m3/s (26%)
		- 250 L/s (4%)	- 1,2 m3/s (19%)
		HadGEM2/CCLM4-8-17 x RCP 4.5	NorESM1/HIRHAM5 x RCP 8.5
		17,64 m3/s	17,29 m3/s
		- 1,6 m3/s (9%)	- 4,2 m3/s (24%)
		- 3,2 m3/s (18%)	- 4,9 m3/s (28%)
			- 2,8 m3/s (16%)
		HadGEM2/CCLM4-8-17 x RCP 4.5	NorESM1/HIRHAM5 x RCP 8.5
		1,19 m3/s	1,11 m3/s
		- 99 L/s (8%)	- 161 L/s (15%)
		- 208 L/s (17%)	- 130 L/s (12%)
		- 103 L/s (9%)	- 162 L/s (15%)

La Lijardière

Tendance à la baisse des débits avec les deux modèles les plus secs

L'hydrosystème est davantage impacté par un scénario où la diminution des précipitations n'est pas uniquement concentrée sur l'été

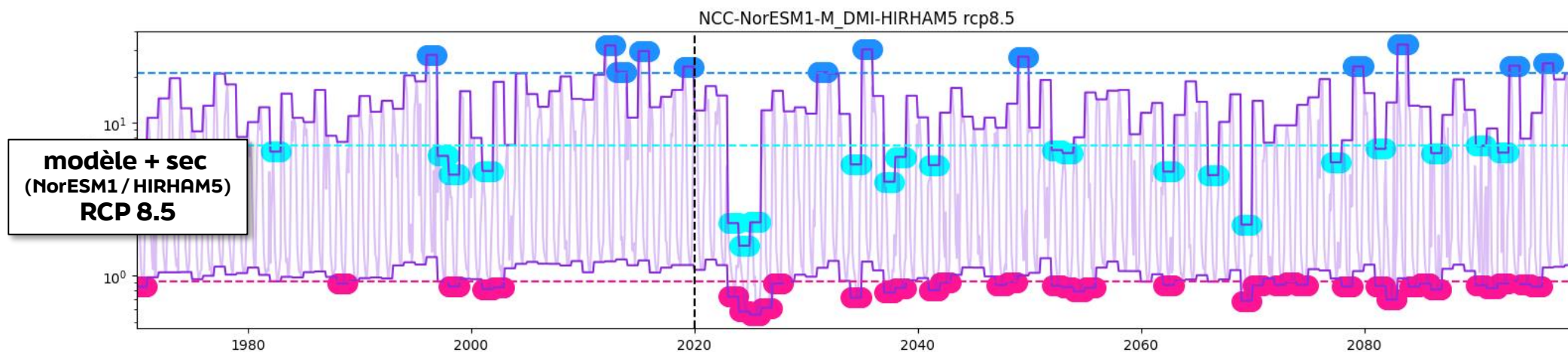
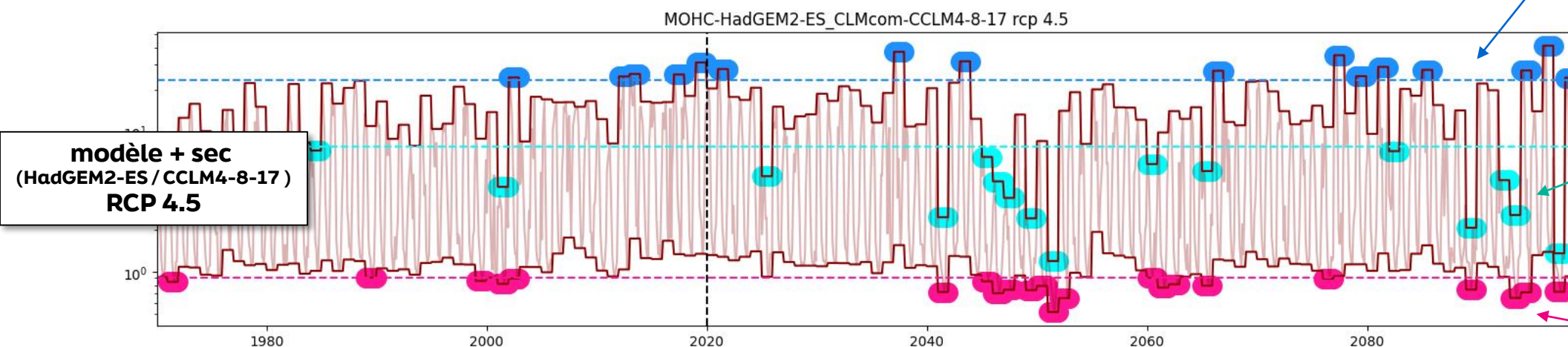
Simulation de référence en climat futur

Des années extrêmes plus fréquentes :

Hiver très humide
occurrence 1 année
sur 10

Hiver très sec
occurrence 1
année sur 10

Été très sec
occurrence 1
année sur 10



Quantiles calculés sur
la période historique
(1970-2020)

Scénarios de réduction/substitution des prélèvements en climat futur

Résultats sur les débits de la Seugne à La Lijardière :

Écart à la simulation de référence (m ³ /s)	Réduction 1 Volume annuel = 4,8 Mm ³ arrêt des prélèv. impactants			Substitution 2 Volume annuel = 5,7 Mm ³ 3 Mm ³ substitués sur l'aval			Substitution 5 Volume annuel = 7,34 Mm ³ 3,2 Mm ³ substitués sur l'amont			Substitution 8 Volume annuel = 5,13 Mm ³ 1,1 Mm ³ substitués sur l'amont		
	HE	BE	Moy.	HE	BE	Moy.	HE	BE	Moy.	HE	BE	Moy.
Max en climat futur	0.025	0.045	0.026	-0.062	0.110	0.014	-0.084	0.080	-0.010	-0.019	0.071	0.021
Moyen en climat actuel	0.023	0.043	0.025	-0.060	0.095	0.014	-0.073	0.068	-0.005	-0.011	0.067	0.020

Absence d'évolution notable des impacts des scénarios de réduction/substitution (mêmes améliorations et/ou dégradations par rapport à la simulation de référence)

→ **Peu d'évolution du fonctionnement hydrogéologique en basses eaux**



biais dans l'utilisation des projections climatiques dans un modèle hydrogéologique → l'impact du changement climatique (notamment des scénarios secs) sur l'hydrosystème peut être sous-estimé

Prospectives climatiques :

- Augmentation continue de l'ETP sur la période simulée, quel que soit le scénario climatique considéré
- Évolution des précipitations plus incertaine, dépend essentiellement du modèle climatique choisi
 - tendance à la baisse des précipitations estivales
 - légère tendance à la hausse des précipitations hivernales
 - (plus ou moins marquée selon les modèles) ;

Impact sur la ressource en eau (avec les scénarios les plus secs) :

- recharge des nappes moins bonne → baisse des piézométries et des débits
- en moyenne à La Lijardière :
 - -10 à -30% sur les débits moyens et de hautes eaux ;
 - -10 à -15% sur les débits les plus bas
- années extrêmes (hivers et étés très secs) plus fréquentes
- hydrosystème davantage impacté par un scénario climatique qui n'est pas le plus pessimiste en termes de sécheresse estivale, mais avec lequel les précipitations efficaces diminuent en hiver

Scénarios de réduction/substitution : écart à la simulation de référence *a priori* identiques en climat futur (incertitudes), mais sur des débits/niveaux plus bas.



Les résultats sont à prendre avec précaution :

L'impact du changement climatique (notamment des scénarios secs) sur l'hydrosystème peut être **sous-estimé**.

- effet des pluies plus intenses en hiver lissé par le pas de temps de calcul du modèle → surestimation de la recharge ?
- biais des projections climatiques → modification de l'équilibre des échanges nappe-rivière ?
- pas de prise en compte des modifications de l'état du sol suite à des étiages successifs
- conditions aux limites du modèle identiques (niveaux de la mer, débit d'entrée des rivières en bordure du modèle...)
- rejets et prélèvements hors irrigation supposés constants

L'ensemble des conclusions concerne **uniquement l'aspect quantitatif**

... ne présage pas de l'effet du changement climatique sur la qualité de l'eau, la biodiversité, les sols, les milieux sensibles... plus dépendants de l'augmentation de la température et de la sécheresse estivale.



EPTB CHARENTE

Établissement Public Territorial
de Bassin Charente

www.fleuve-charente.net

