

Quel avenir pour nos ressources en eau souterraine en Wallonie?

Céline Dor

Gestion des ressources en eau – SWDE

Serge Brouyère

Hydrogéologie et Géologie de l'Environnement - Université de Liège

a

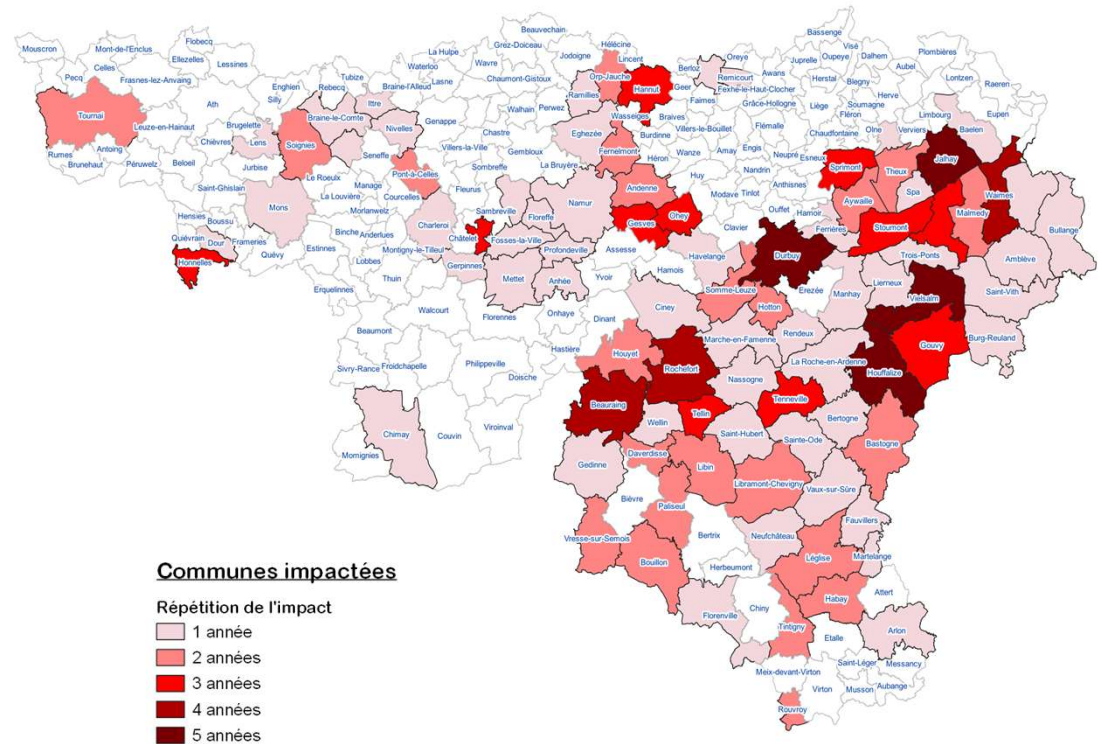
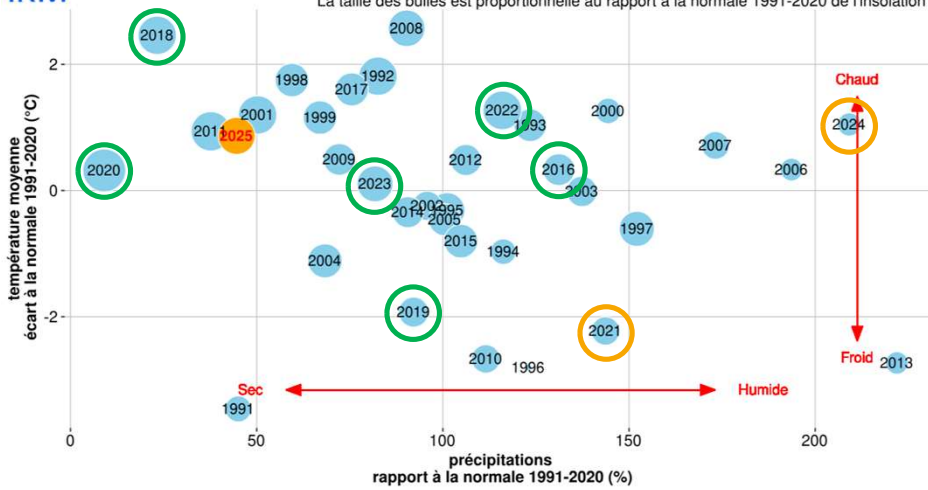
Contextualisation : la sécheresse en Wallonie



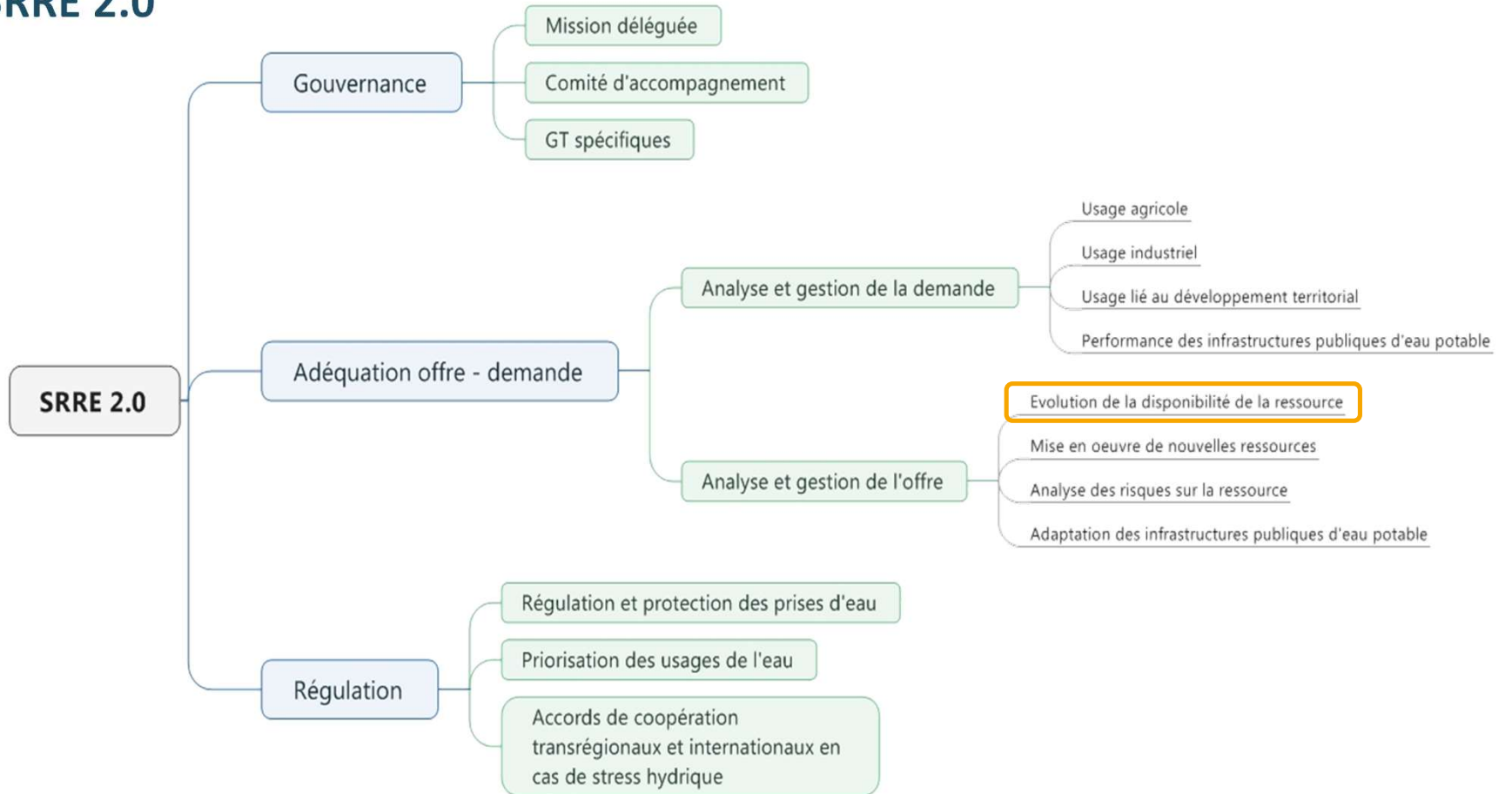
Précipitations, températures et insolation à Uccle, mai

données de 1991 à 2025

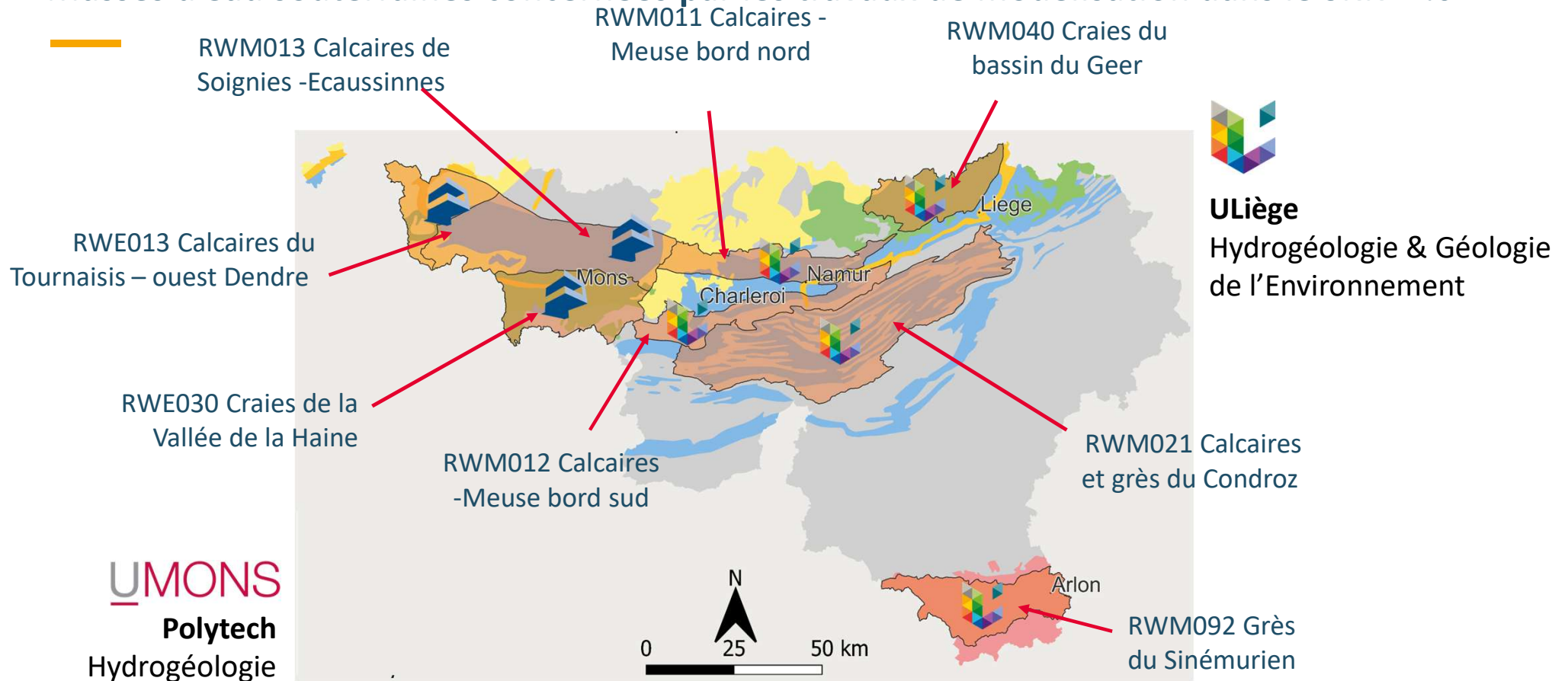
La taille des bulles est proportionnelle au rapport à la normale 1991-2020 de l'insolation



Cadre : le SRRE 2.0

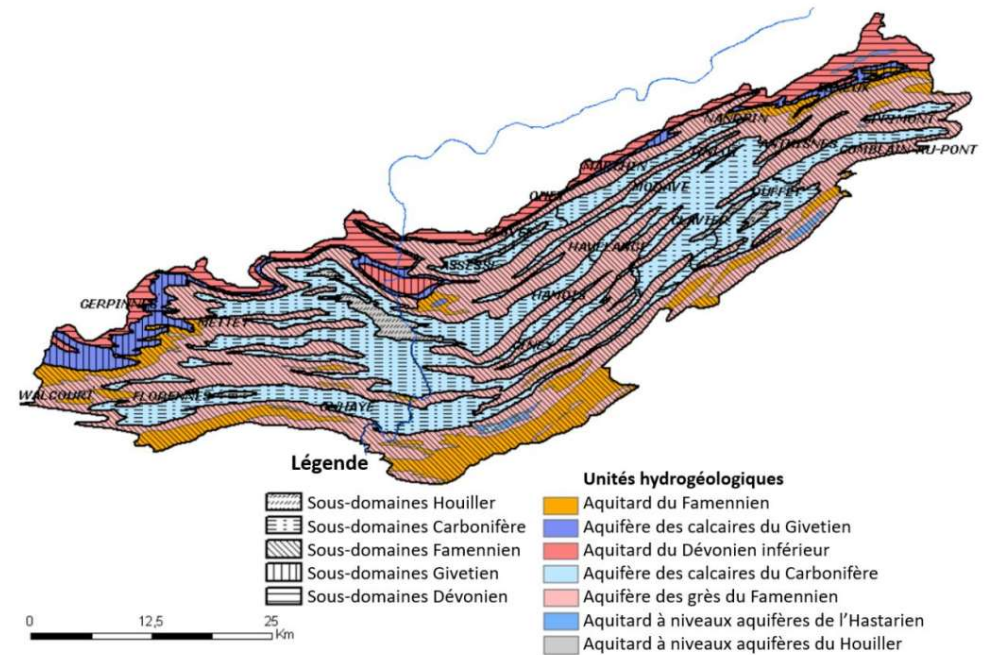


Masses d'eau souterraines concernées par les travaux de modélisation dans le SRRE2.0



Méthodologie de modélisation

- Modélisation régionale : 1 modèle par masse d'eau souterraine
- Priorité
 - mise à jour de modèles existants
 - développement de nouveaux modèles si non disponibles
- Calibration des modèles en régime permanent (sur une année de référence) puis transitoire (sur 2000 – 2020)
- Définition et simulation de scénarios de sécheresse
- Analyse des scénarios sous forme cartographique + indicateurs par MESO



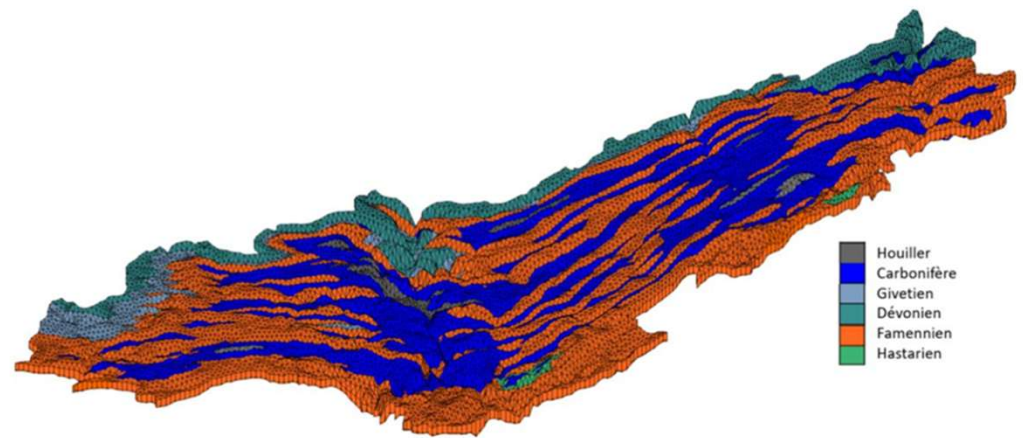
Exemple d'illustration : RWM021 Calcaires et grès du Condroz

Modélisation régionale à l'échelle des masses d'eau souterraine

➤ Modèles utilisés :

- ULiège : code éléments finis SUFT3D
 - Modèles existants : RWM011, RWM012, RWM021, RWM040
 - Nouveau modèle : RWM092

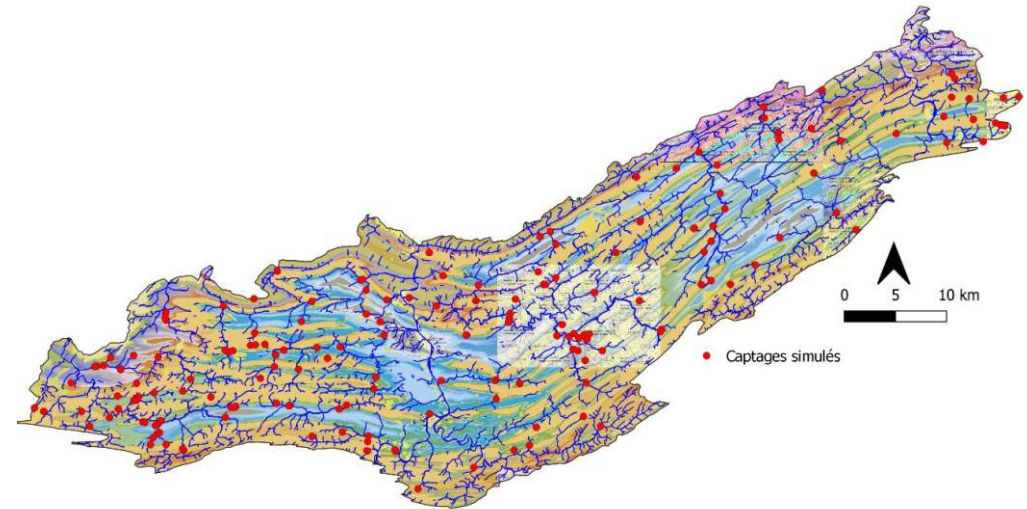
- U Mons : MARTHE (BRGM) et Modflow
 - Modèles existants : RWM013 (parties occidentale et orientale)
 - Nouveau modèle : RWE030



Maillage (éléments finis) défini pour la RWM021

Méthodologie de calibration des modèles

- Données disponibles
 - **Forçage des modèles** : recharge (infiltration calculée sur base de données IRM) et débits des principaux captages d'eau souterraine ($Q > 3000 \text{ m}^3/\text{an}$) fournis par le SPW-DESo
 - **Calibration des modèles** : Chroniques piézométriques et débits de cours d'eau aux stations limnimétriques du SPW (débit d'étiage estimé sur base du VCN3)
- Méthodologie de calibration
 - Première calibration en régime permanent sur une année de référence
 - Calibration en régime transitoire sur la période 2000 – 2020

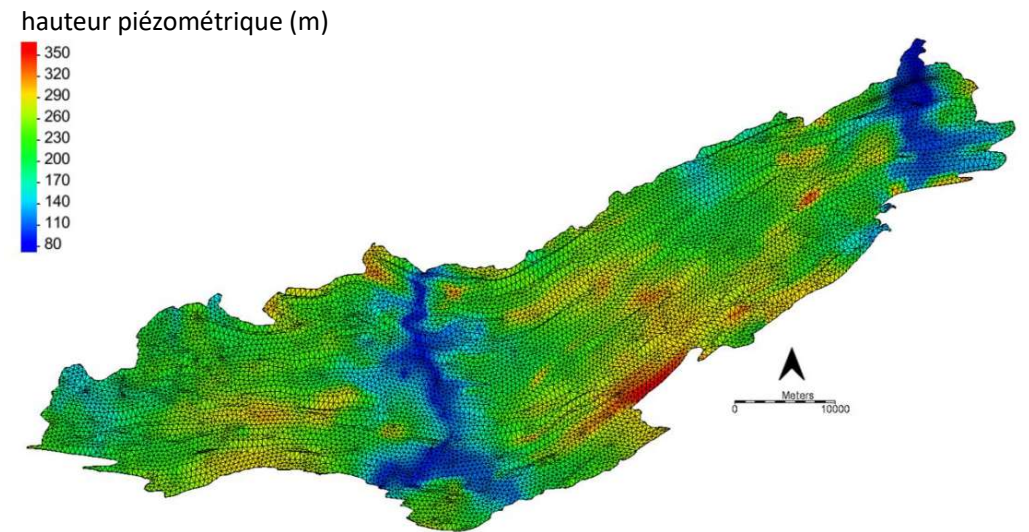
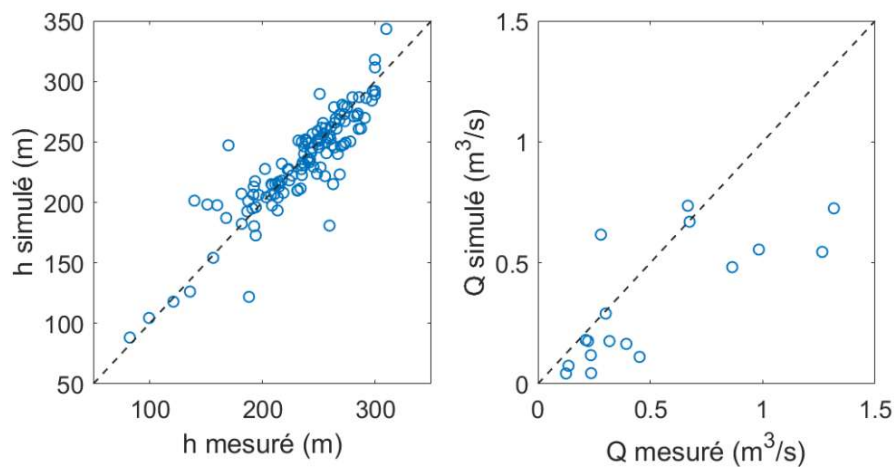


Captages simulés au droit de la RWM021

Calibration en régime permanent pour la RWM021 (année 2006)

➤ Données disponibles

- 123 piézomètres
- 17 stations limnimétriques

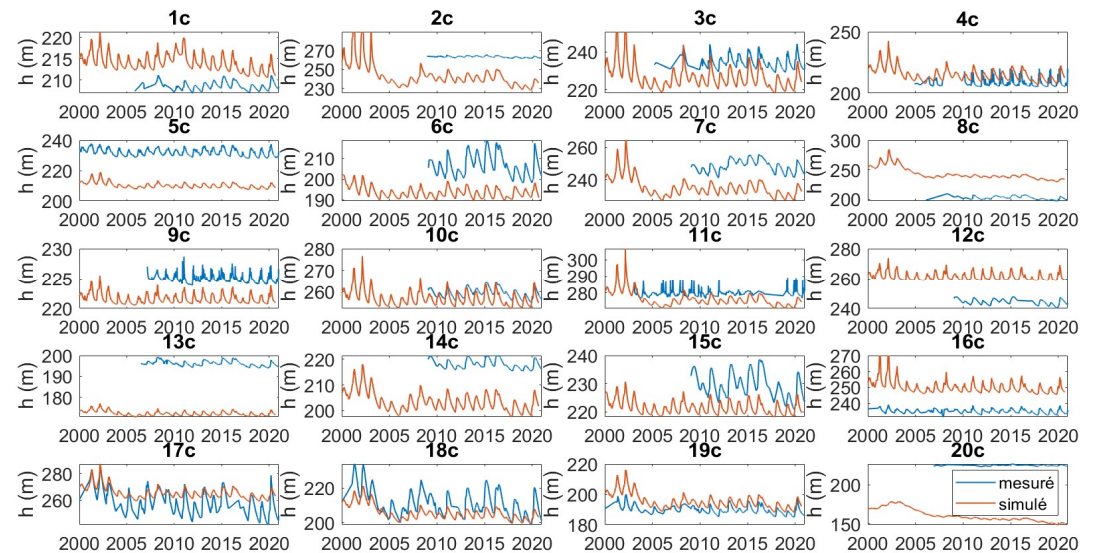
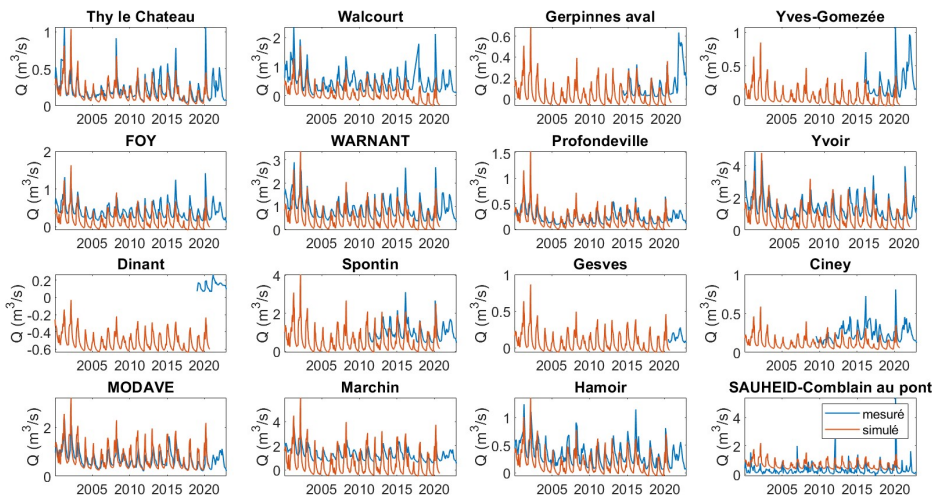


Carte piézométrique calculée pour la RWM021

Calibration en régime transitoire pour la RWM021 (2000 - 2020)

➤ Données disponibles

- 20 chroniques piézométriques
- 16 stations limnimétriques



Comparaison des chroniques piézométriques mesurées et calculées

Comparaison des débits mesurés (CVN3) et calculés

Définition des scénarios de sécheresse

➤ Série de 19 à 29 années définies à partir de 3 années types :

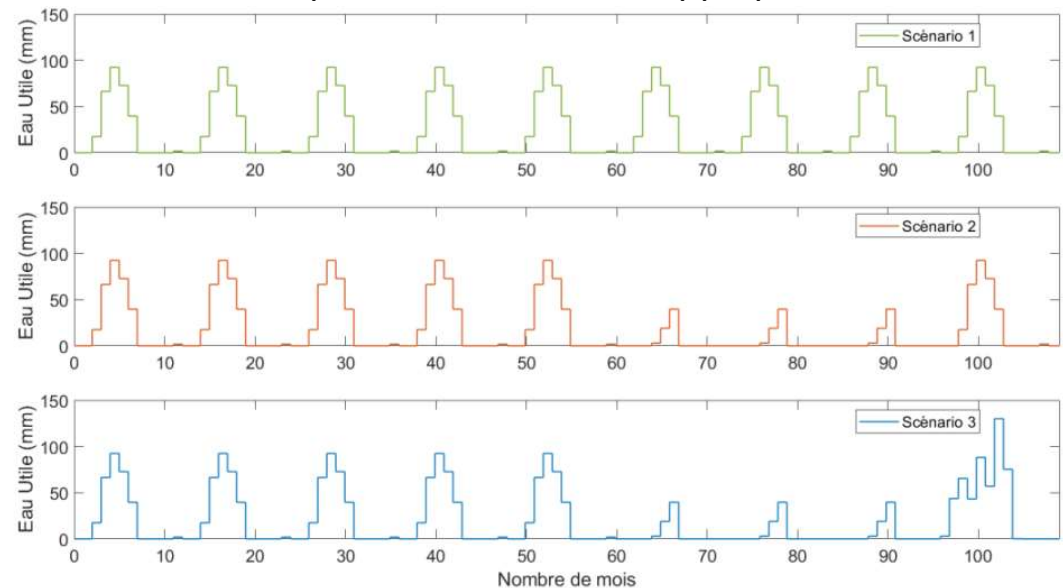
- Année moyenne : EU = moyenne des EU 2000 – 2020
- Année sèche : EU = EU la plus faible de 2000 – 2020
- Année humide : EU = EU la plus élevée de 2000 – 2020

➤ 3 scénarios simulés :

- Scénario 1 : répétition d'années moyennes
- Scénario 2 : 5 années moyennes + 3 années sèches + années moyennes
- Scénario 3 : 5 années moyennes + 3 années sèches + 1 année humide + années moyennes

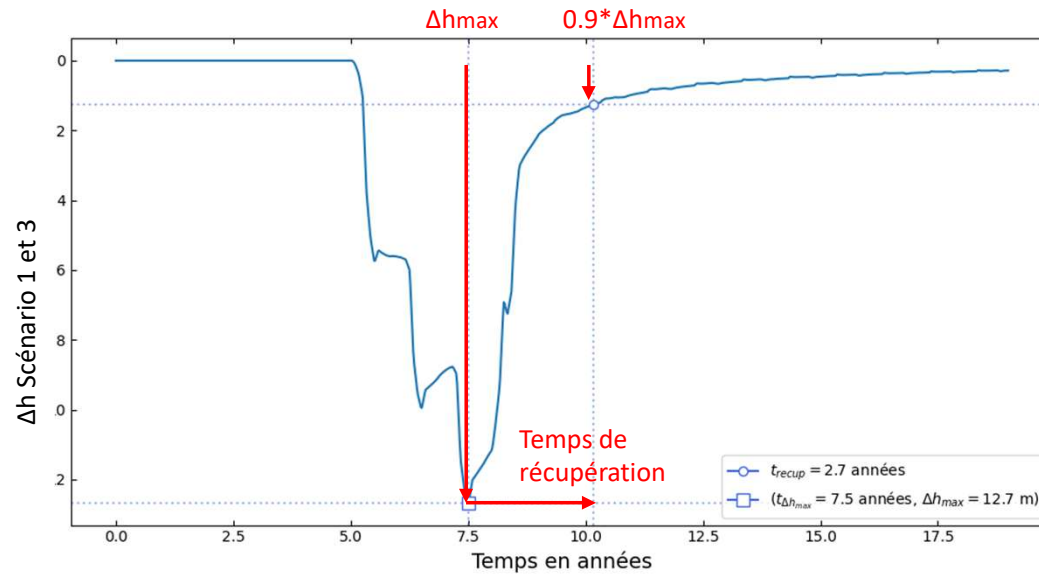
!! Débits captages supposés constants sur la totalité des scénarios (moyenne 2016 – 2020)

Eaux utiles utilisées pour les 3 scénarios appliqués à la RWM021



Critères d'analyse des scénarios de sécheresse (1/2)

- Evolution du niveau piézométrique et temps de récupération



➔ Production de cartes de Δh_{max} et t_{recup}

Critères d'analyse des scénarios de sécheresse (2/2)

- Bilan hydrogéologique et réserves d'eau souterraine

$$P + Q_{besoin} = ET + Q_{ESOout} + Q_b + Q_C + \Delta Res + \varepsilon$$

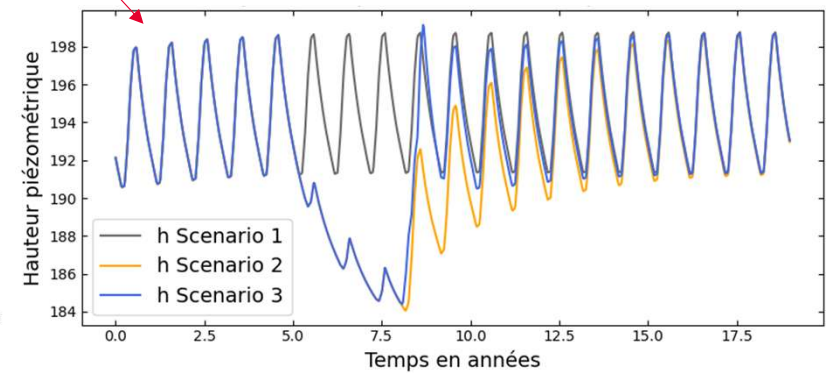
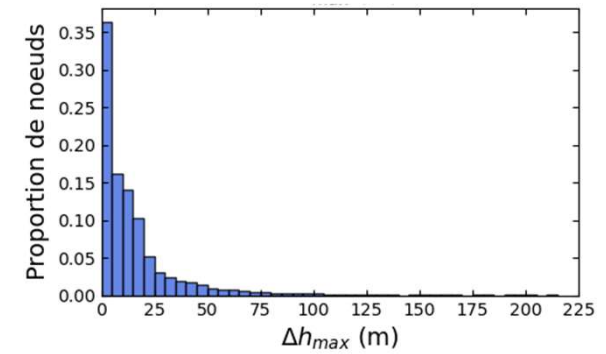
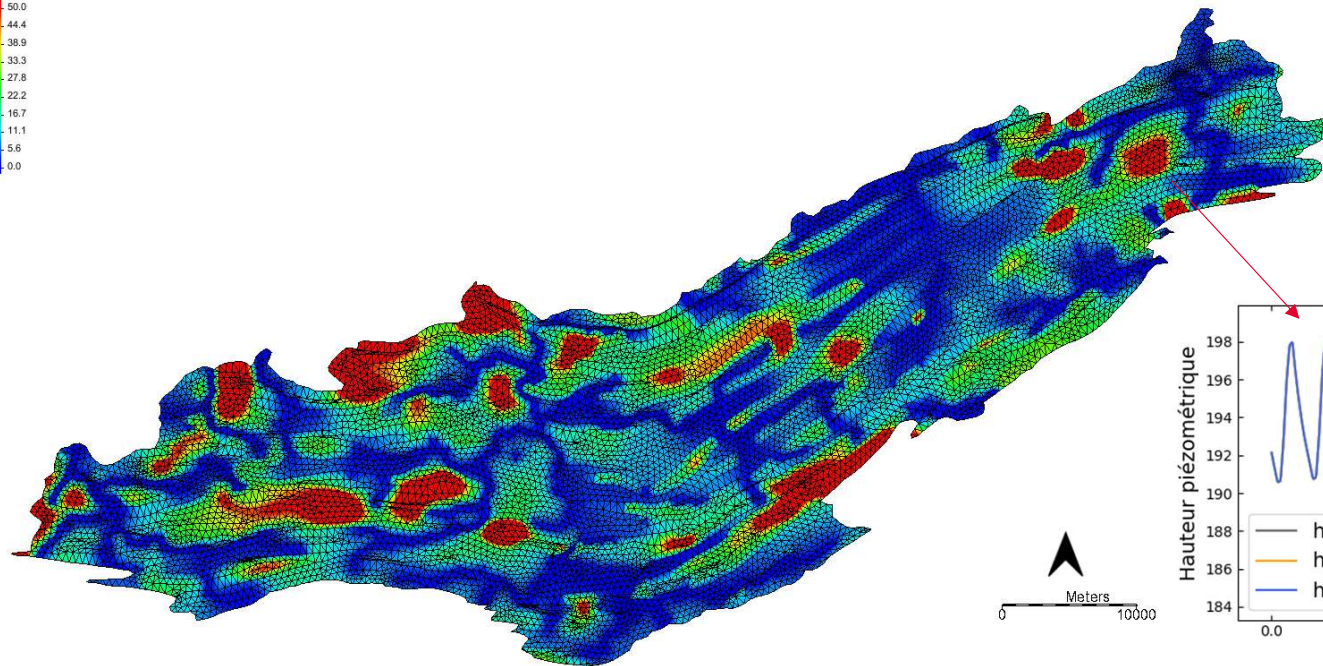
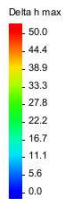
➔ Calcul d'indicateurs

Indicateur	Symbole	Formule (I)	Descriptif
Intrinsèque	I_{ESO}^1	I/EU	Importance de l'infiltration dans le bassin versant
	I_{ESU}^1	R/EU	Importance du ruissellement dans le bassin versant
	I_{ESO}^2	Q_{ESO}/I	Importance du drainage de la nappe par échanges d'eau souterraine entre bassins
	I_{ESU}^2	Q_B/I	Importance du drainage de la nappe par le cours d'eau
	BFI	Q_B/Q_T	Importance du débit de base sur le débit total du cours d'eau
	I_{ESO}^3	Q_B^r/Q_B	Importance de la composante de drainage rapide
	I_{ESO}^4	Q_B^l/Q_B	Importance de la composante de drainage lent
Pression	P_1	Q_C/EU	Importance des prélèvements par rapport à l'eau utile
	P_2	Q_C/I	Importance des prélèvements par rapport à l'eau disponible pour l'infiltration
	P_3	$Q_C / (Q_C + Q_T)$	Impact des prélèvements sur le débit du cours d'eau

Source indicateurs : convention SPW ESU-ESO 1, *Briers et al. 2016, Brouyère et al. 2017*

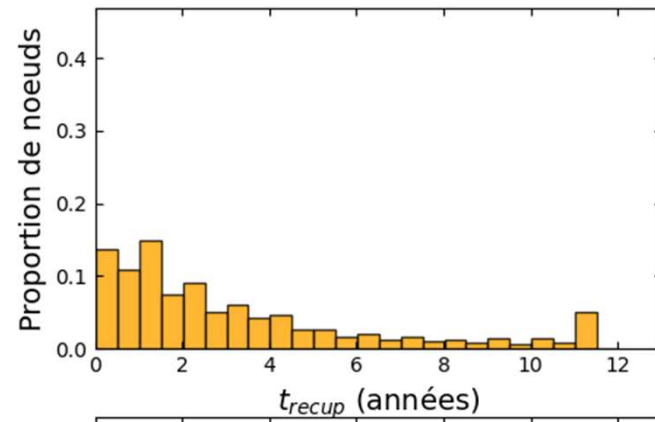
Résultats : Cartographie des Δh_{max} sur la RWM021

➤ Cartographie des Δh_{max} sur la RWM021

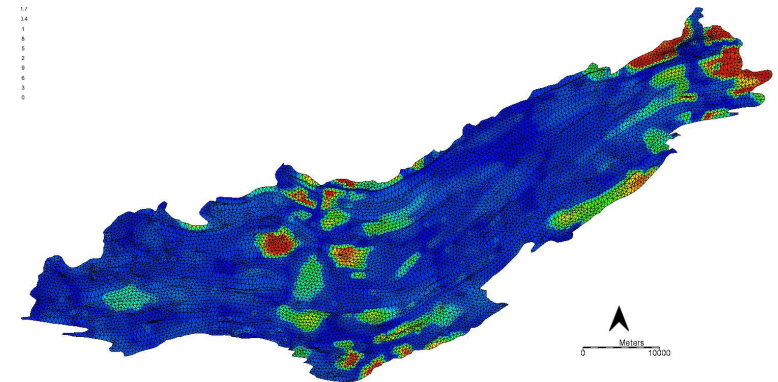
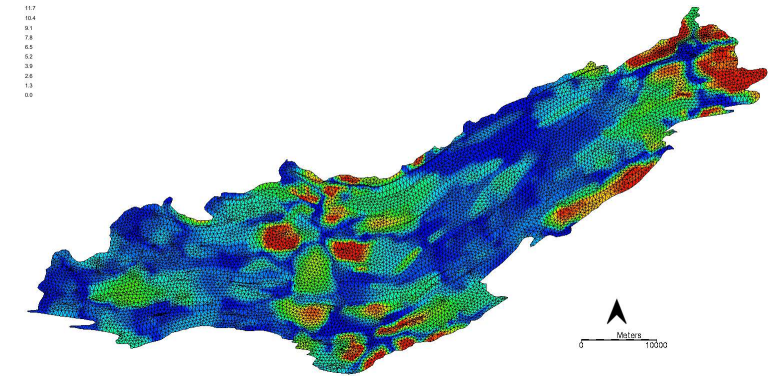
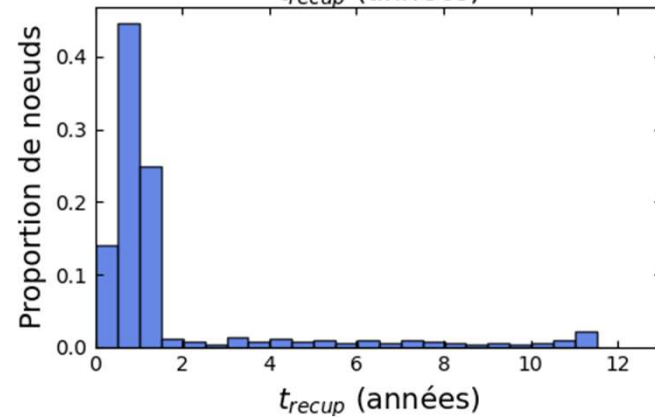


Résultats : Cartographie des t_{recup} sur la RWM021

Différence Sc1 et Sc2
(normal vs sec)

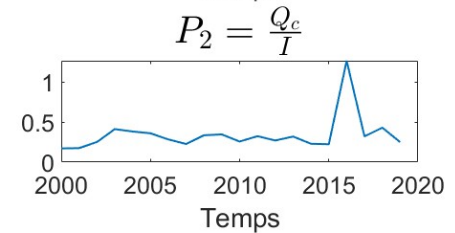
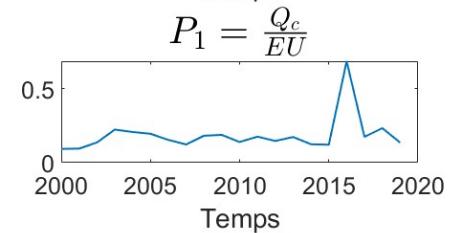
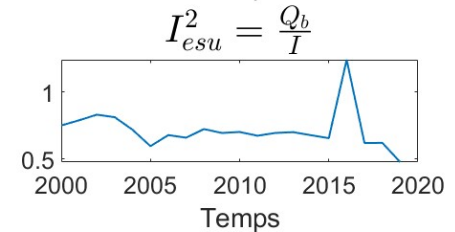
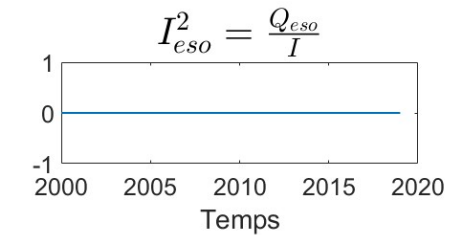
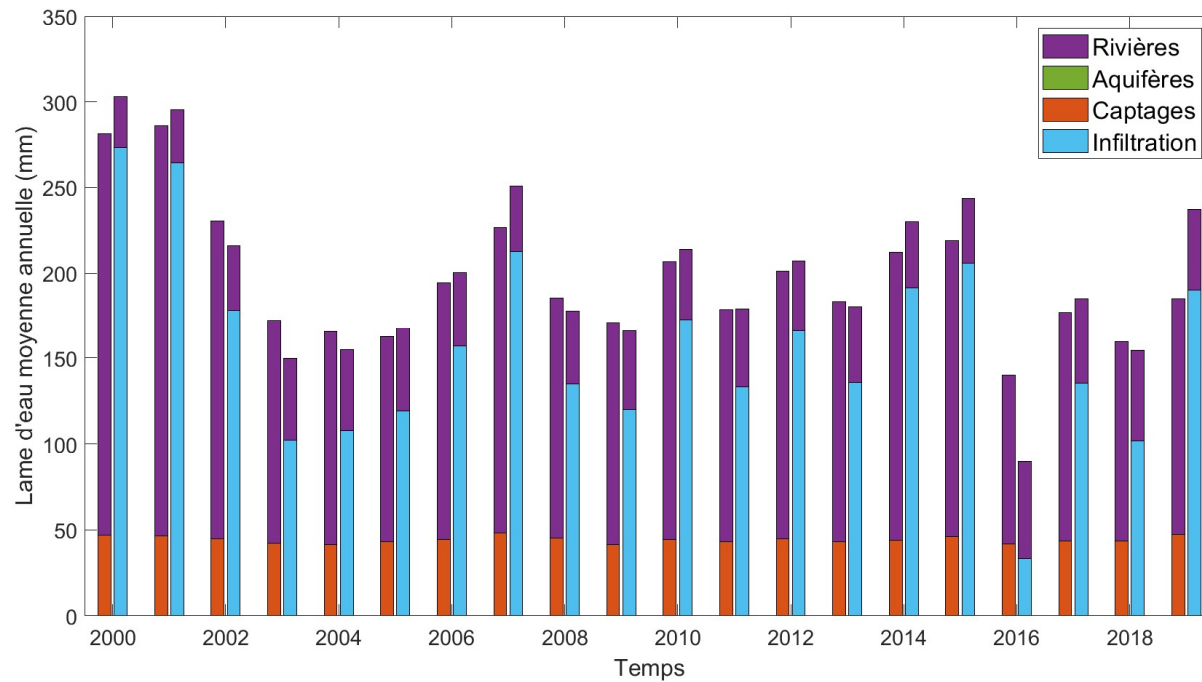


Différence Sc1 et Sc3
(normal vs sec puis humide)



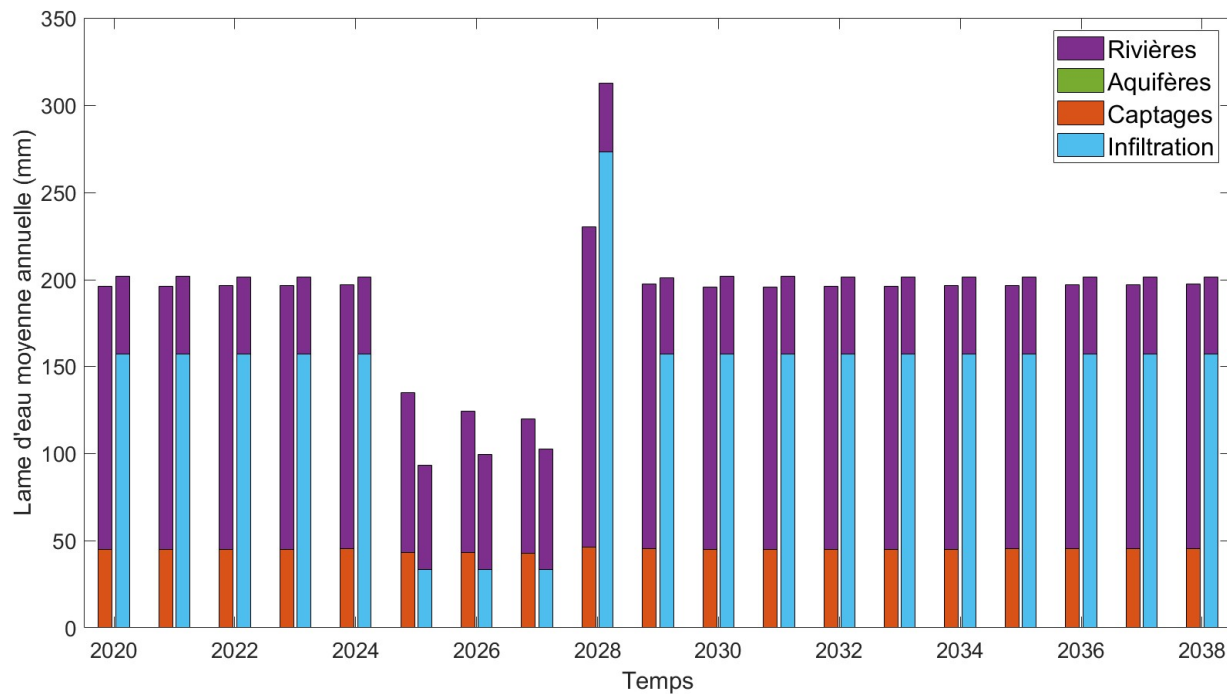
Résultats : Bilans et indicateurs (historique)

➤ Bilan et indicateurs 2000 – 2019 pour la RWM021



Résultats : Bilans et indicateurs (scénarios sécheresse)

➤ Bilan et indicateurs 2000 – 2019 pour la RWM021

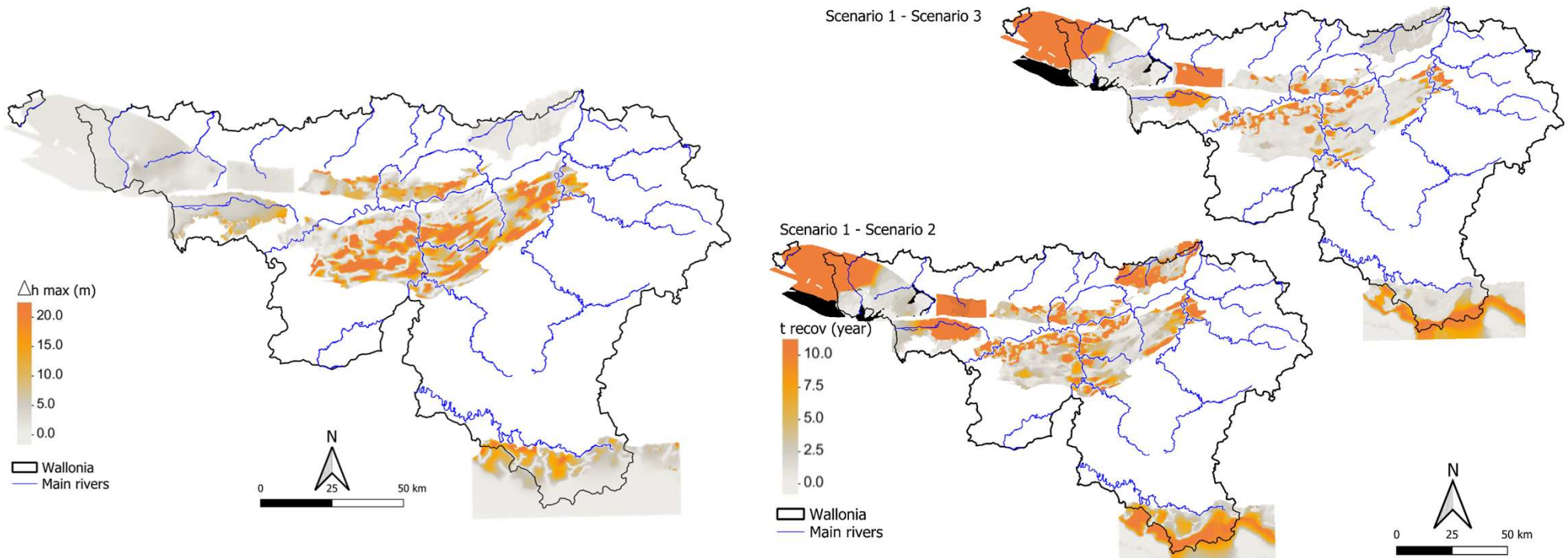


Symbole	Formule	RWM021
I_{ESO}^1	I/EU	0.54
I_{ESO}^2	Q_{ESO}/I	0
I_{ESU}^2	Q_B/I	0.68 0.23-0.94 0.52
P_1	Q_C/EU	0.15 0.7 0.09
P_2	Q_C/I	0.28 1.29 0.17

Scénario 1 Scénario 2 Scénario 3

Résultats pour l'ensemble des masses d'eau souterraines (1/4)

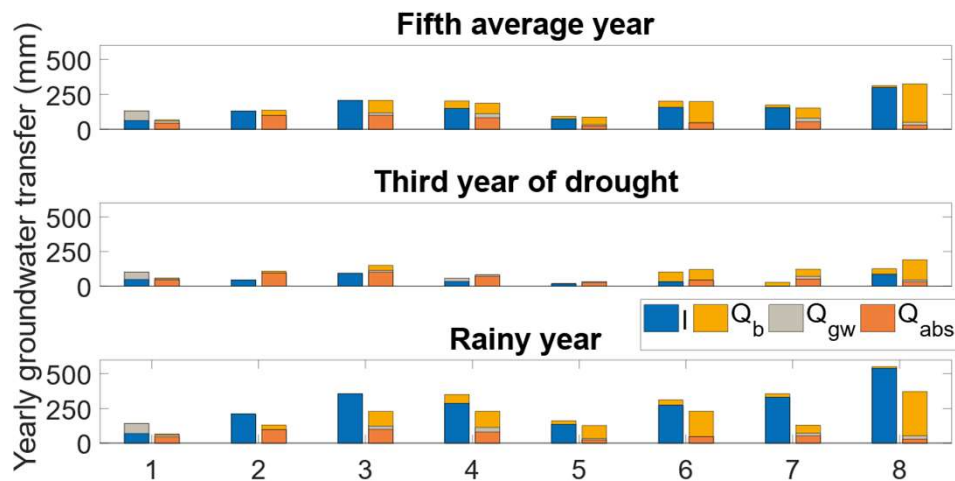
➤ Evolution du niveau piézométrique et temps de récupération



Source : Hutzemakers et al. Manuscrit en prép. pour soumission à Hydrogeology Journal

Résultats pour l'ensemble des masses d'eau souterraines (2/4)

➤ Evolution des bilans en eau à l'échelle des nappes (scénario 3)



Indicateur P2 pour chaque MESO dans le cadre du scénario S3

5 th average year	0.49	0.77	0.5	0.55	0.33	0.29	0.34	0.1
3 rd year of drought	0.74	2.19	1.16	2.32	1.48	1.29	24.3	0.35
Rainy year	0.42	0.43	0.28	0.29	0.18	0.17	0.15	0.05
	RWE013	RWE030	RWE060	RWM011	RWM012	RWM021	RWM040	RWM092

Source : Hutzemakers et al. Manuscrit en prép. pour soumission à Hydrogeology Journal

Résultats pour l'ensemble des masses d'eau souterraines (3/4)

- Baisses de nappes engendrées par trois périodes de sécheresse hivernale successives potentiellement importantes (ex: aquifères calcaires et gréseux ~10m), ou plus limités (ex: craies de Hesbaye) ;
- Temps de récupération potentiellement de plusieurs années mais dépendent fortement de l'occurrence d'une année humide suivant les années sèches ;
- Baisses de nappes et temps de récupération influencés par la position par rapport au réseau hydrographique, la topographie, l'existence d'une couverture limitant l'infiltration et la lithologie des formations géologiques concernées ;

Résultats pour l'ensemble des masses d'eau souterraines (4/4)

- La succession des sécheresses hivernales a également un impact en termes de bilan : diminution des réserves en eau souterraine et changements en termes de flux avec les aquifères voisins et les eaux de surface ;
- Pour certains captages, il pourrait ne plus être possible de capter les débits actuellement prélevés, les rabattements devenant trop importants ;
- Pour certains aquifères, les baisses de nappes liées aux trois années de sécheresse modélisées se superposent à une baisse plus globale en lien avec le changement climatique.

Conclusions de l'étude

- Précision de nos connaissances à l'échelle de la masse d'eau
- Développement d'outils dynamiques, à entretenir et à améliorer

	Craies du bassin du Geer	Calcaire et grès du Condroz	Grès du Sinémurien
Pression en scénario « moyen »	35%	30%	10%
Pression en scénario « sec »	2400%	130%	35%
Statut de la masse d'eau	surexploitée	surexploitée	pas surexploitée
Gestion de la masse d'eau	<ul style="list-style-type: none">– ne pas implanter de nouveaux prélèvements– rationaliser les ouvrages existants	<ul style="list-style-type: none">– ne pas implanter de nouveaux prélèvements– rationaliser les ouvrages existants	possibilité d'implanter localement de nouveaux prélèvements

La ressource en eau est suffisante mais elle peut être critique localement en période de sécheresse prolongée

Points d'attention

- Dans certaines masses d'eau souterraines, le taux exploitation/recharge est déjà très élevé
- Après plusieurs sécheresses successives, on passe en surexploitation de manière plus ou moins durable en fonction de l'occurrence d'années humides.
 - ouest de l'aquifère des calcaires Carbonifères (RWE060)
 - région de Soignies – Ecaussinnes (RWE013) bassin de la Senne
 - nord du Bassin de Mons (RWE030)
- En fonction de la succession des années sèches, l'exhaure en carrière, en partie valorisée en eau potable, diminue également de manière significative, induisant un approvisionnement globale en baisse durant des années déjà difficiles

Perspectives

- Mise à jour des modèles au-delà de 2020
- Création de nouveaux modèles
 - ex.: la MESO des sables bruxelliens (RWM160)
- Evaluer l'évolution de la demande en eau et sa distribution territoriale en période de sécheresse



irrigation

- Evaluation de l'impact du changement climatique

