

Dem'Eaux Roussillon

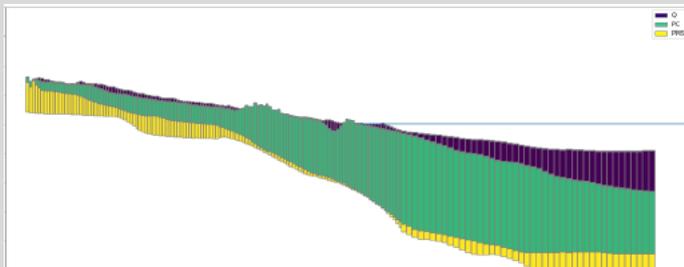
Modélisation hydrodynamique terre-mer de l'aquifère Plio-Quaternaire du Roussillon

S. Lanini (BRGM), L. Schorpp (CHYN)

12 mars 2021

Un seul modèle conceptuel => deux modèles numériques développés avec deux codes hydrodynamiques aux différences finies (MARTHE©BRGM et MODFLOW©USGS)

*Stage Master Hydrogéologie et Géothermie, CHYN (Neufchatel, Suisse)
Ludovic Schorpp, 2020 (encadrement Ph. Renard, V. Dall Alba, Y. Caballero)*



Modèle MODFLOW

- 2D multicouche, hydrodynamique (pas transport)
- 3 couches + 2 épontes : quaternaire, pliocène continental, pliocène marin sableux
- Calage permanent OK (Hautes Eaux avril 2013)

A permis de réunir les données nécessaires à la construction d'un modèle hydrogéologique, de tester les hypothèses et définir les conditions limites et les propriétés hydrodynamiques à appliquer

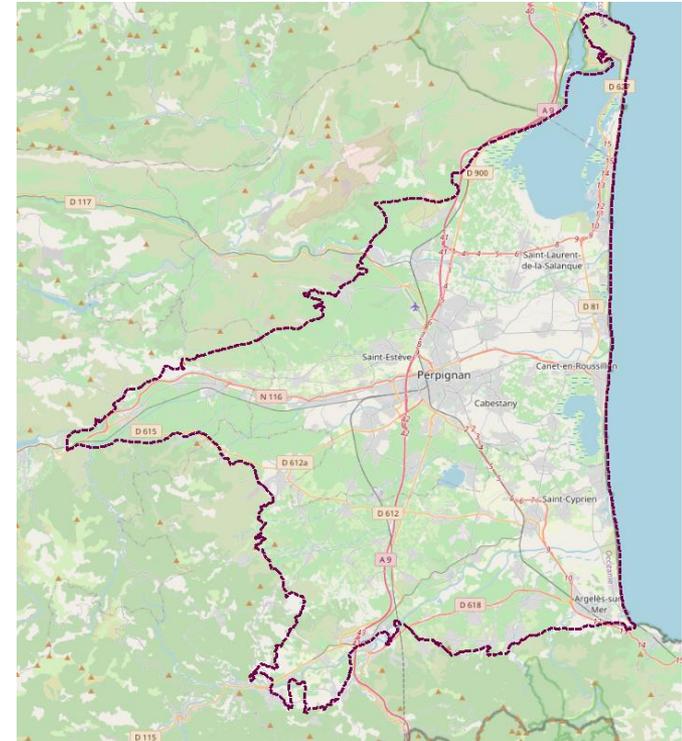
#L24 Dem'Eaux Roussillon (BRGM)

Modèle MARTHE

- 2D multicouche, hydrodynamique (pas transport)
- Géométrie verticale du réservoir plus détaillée (6 couches + 2 épontes)
- Calage permanent en cours
- Calage en régime transitoire à venir

- **Construction du modèle numérique (MARTHE)**
 - Géométrie du réservoir
 - Réseau hydrographique
 - Conditions limites
 - Propriétés hydrodynamiques (perméabilité)
 - Prélèvements
 - Calibration du modèle en régime permanent

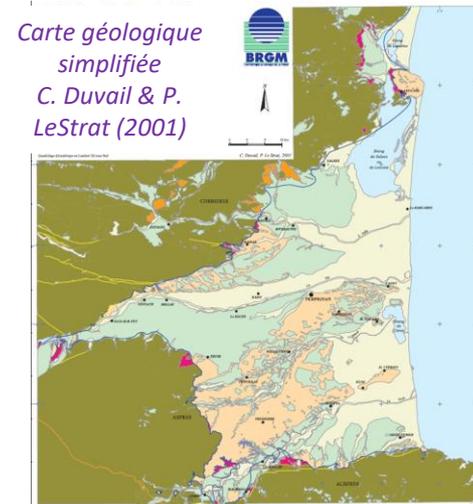
- **Reste à faire 2021 et Perspectives**



Emprise

43.2 km 216 colonnes de 200 m de large
 22.4 km 56 colonnes de 400 m de large

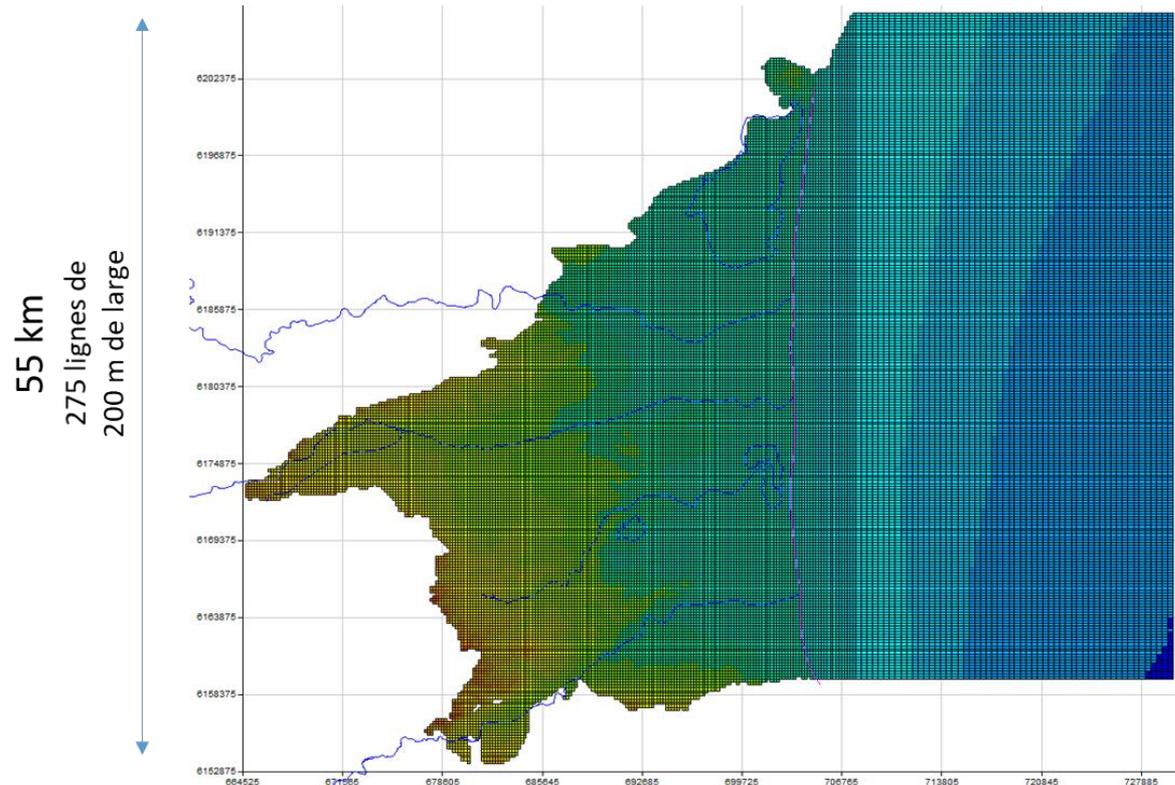
Emprise à terre :
 Quaternaire + Pliocène
 continental et marin



Emprise modèle : 66km*55 km
 Surface modélisée : 2176 km²

Maillage

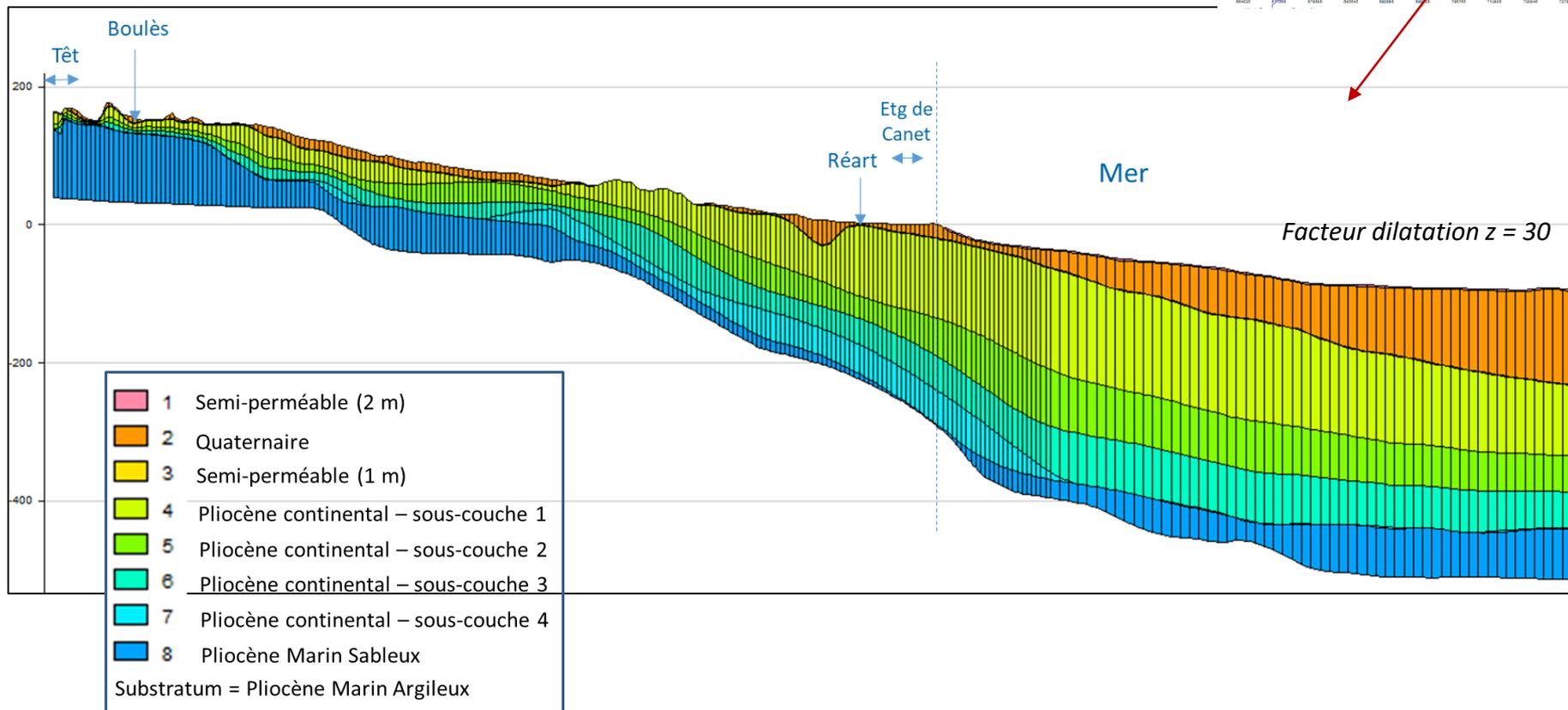
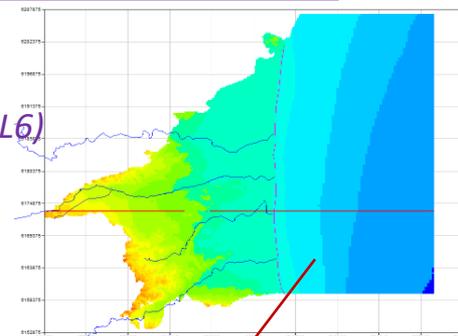
Cellules de 200*200m à terre,
 Cellules 200*400m en mer
 8 couches dont deux épontes semi-perméables
 Nombre de mailles actives : 277954



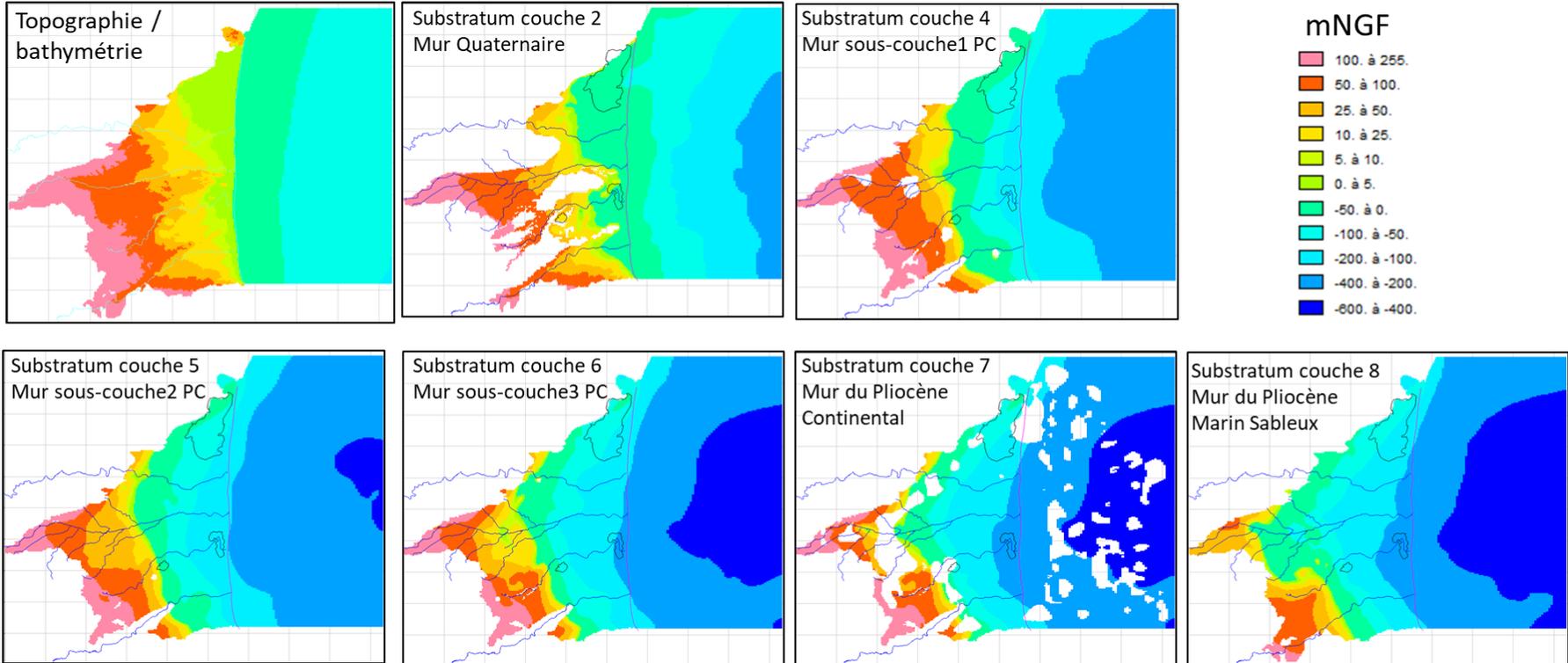
X=664 525 m
 Y=6 152 875 m

Multi-couches

- Surfaces enveloppes des couches lithologiques (Quat., PC, PMS, PMA) (#L5, #L6)
- Stratigraphie séquentielle (#L5, #L6) => couche Pliocène continental découpée en 4 sous-couches superposées (V. Dall Alba)

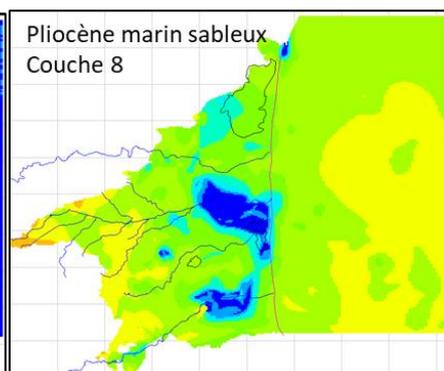
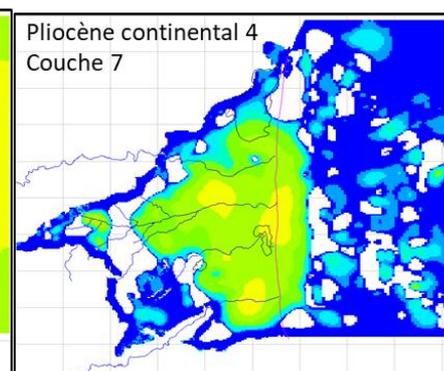
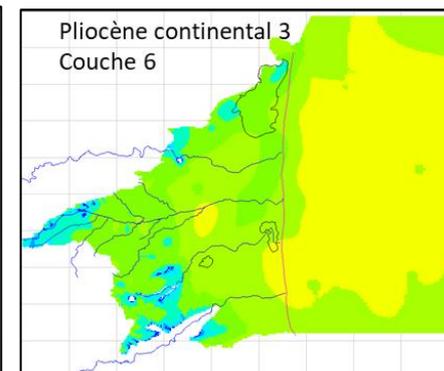
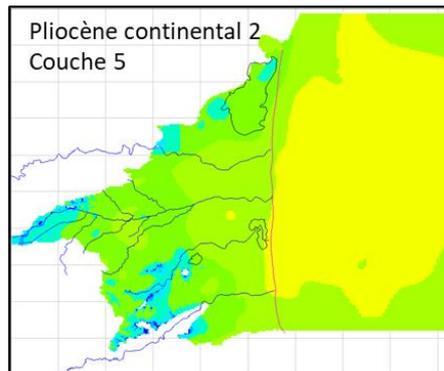
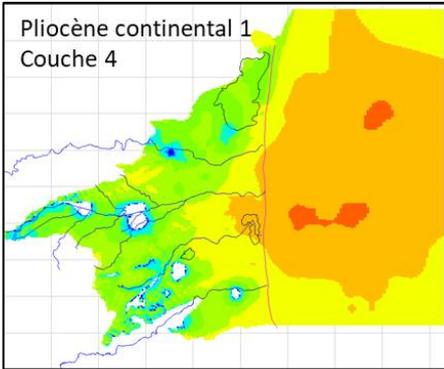
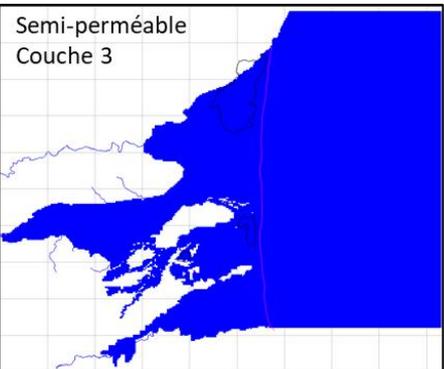
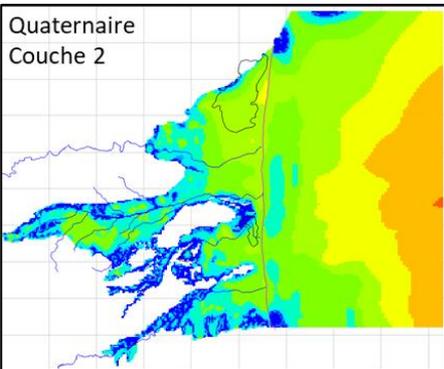
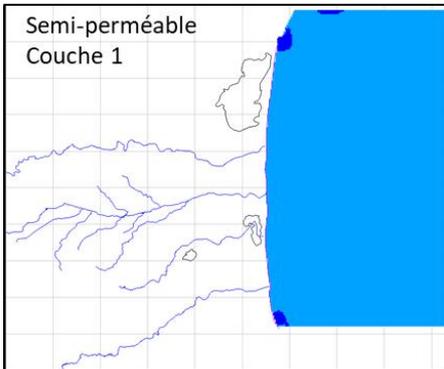


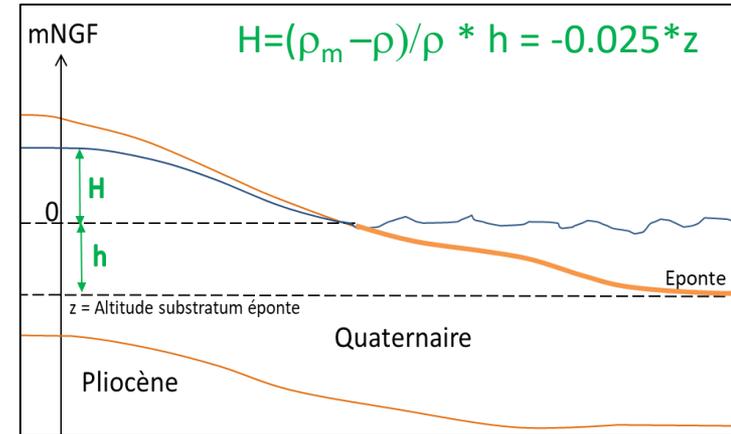
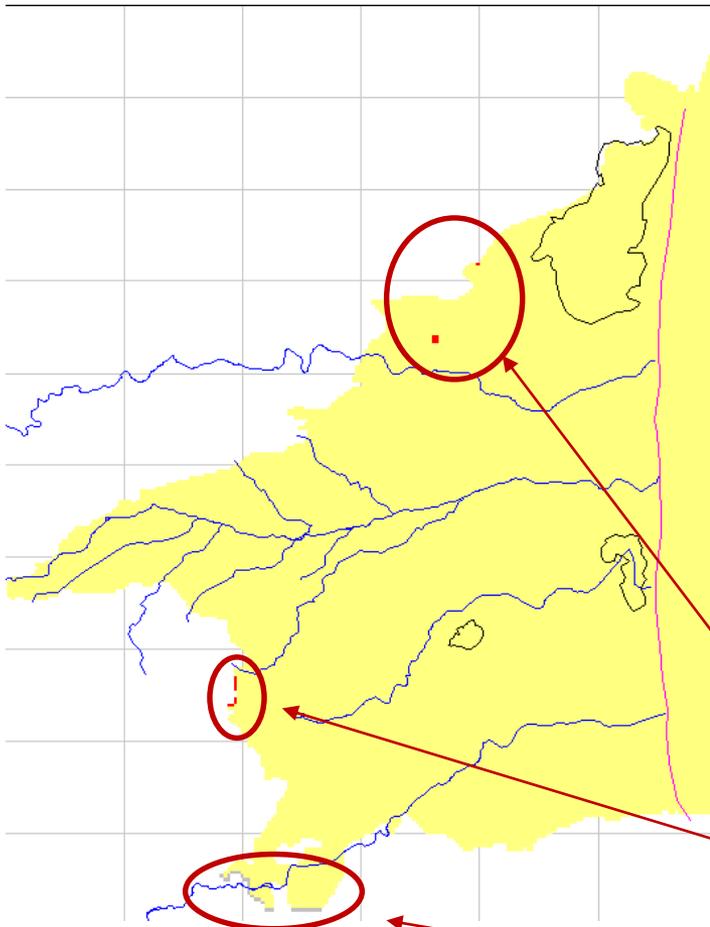
Cartes des altitudes



Cartes des épaisseurs

mètres





Limites latérales

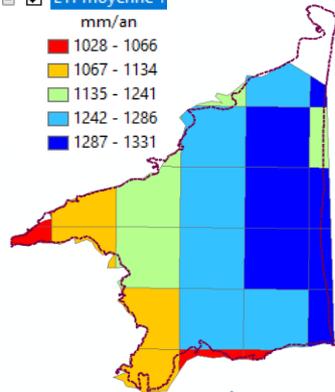
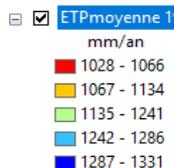
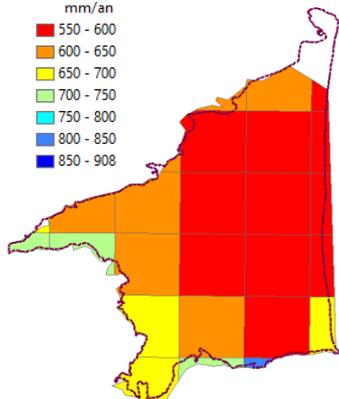
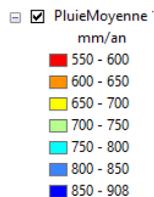
- Mer : charge imposée sur la couche semi-perméable au-dessus du Quaternaire en mer
- Karst Corbières : 200 à 420 l/s (BRGM, 2004 – 2009) – Salse le Château (Quat) + Rivesaltes (Pliocène)
- Calcaires Dévonien (+ pertes canal Corbère ?) : pas d'estimation. Bilan modèle MODFLOW = 800 l/s
- Affleurements au Sud-Ouest PMS et Miocène : pas de données. Charge imposée (pour convergence modèle).
- Flux nul sur les autres limites

Limite inférieure

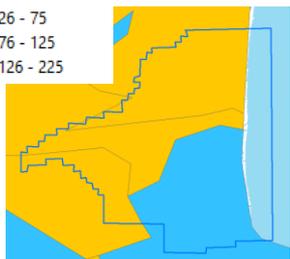
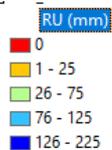
Substratum imperméable = Pliocène
Marin Argileux. Flux nul

Limite supérieure

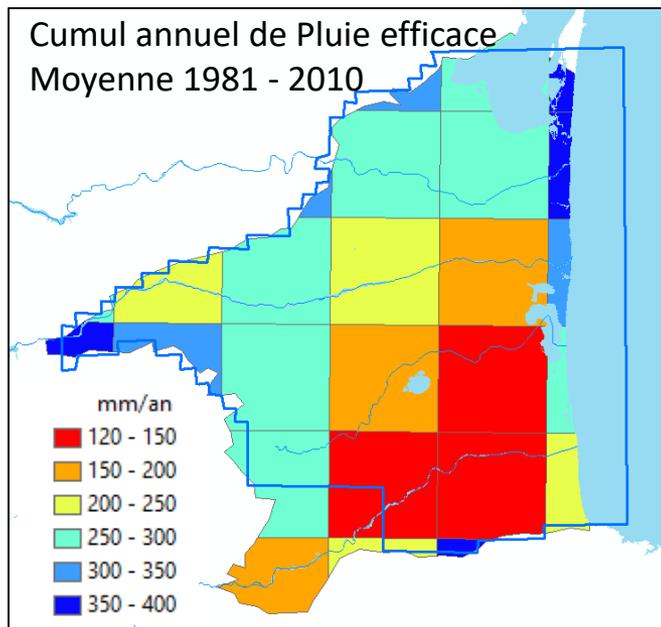
- Recharge par infiltration de la pluie



*Données météorologiques journalières spatialisées (réanalyse SAFRAN de MétéoFrance)
Moyenne 1981 – 2010 des cumuls annuels*

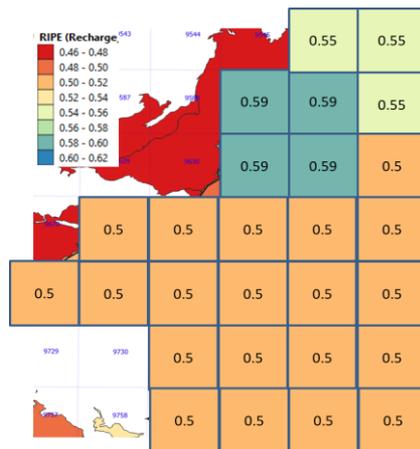
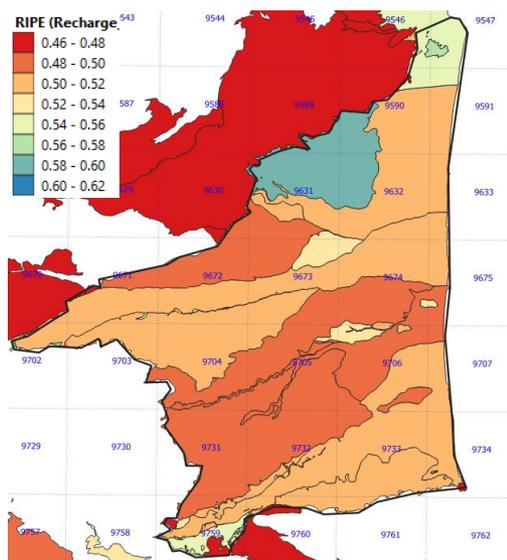


Calcul de la pluie efficace journalière (bilan hydrique du sol)

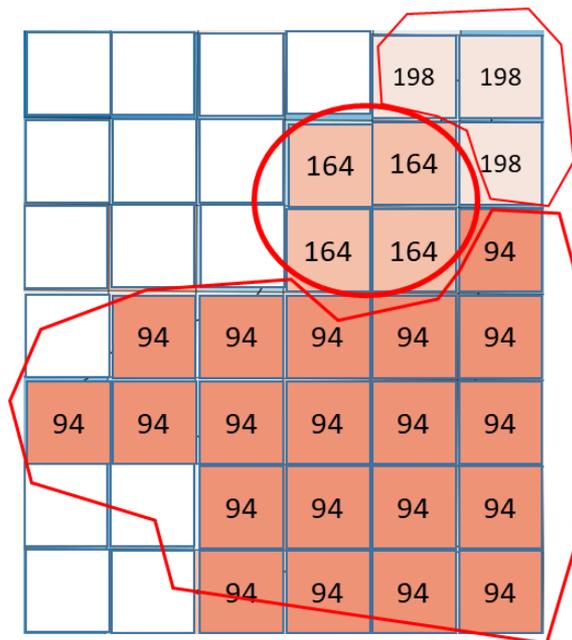


Limite supérieure

- Recharge par infiltration de la pluie



x Pluie efficace



Recharge par infiltration des précipitations calculée à partir des données SAFRAN (cumul annuel en mm/an, ici données 1960-2017)

Ratio d'Infiltration de la Pluie Efficace d'après Caballero et al., rapport Recharge AERMC 2020

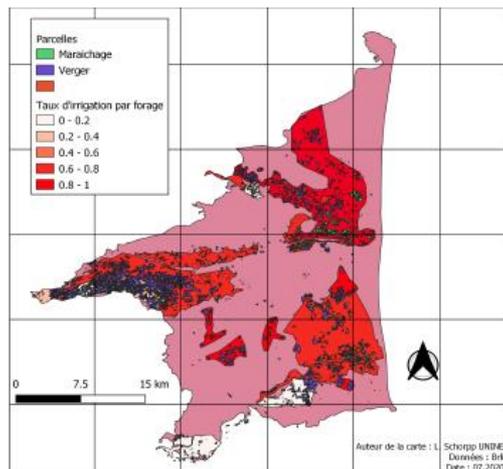
Limite supérieure

- Recharge par les canaux

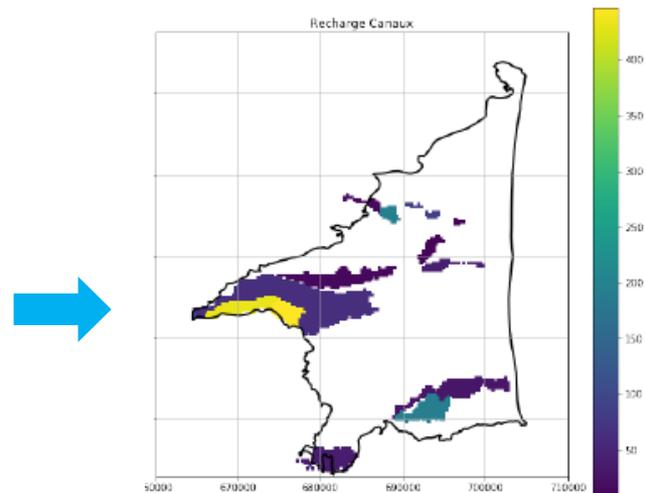
2 propositions envisagées :

- Définir des zones en fonction de la densité linéaire de canaux et y appliquer des valeurs de recharge par les canaux estimés à partir des travaux sur la Têt
- Estimation des besoins des cultures, des % d'utilisation d'eau de surface / eau souterraine dans chaque zone et d'un coefficient de retour à la nappe (compris entre 2 et 4).

Parcelles agricoles + taux d'irrigation par eau de surface



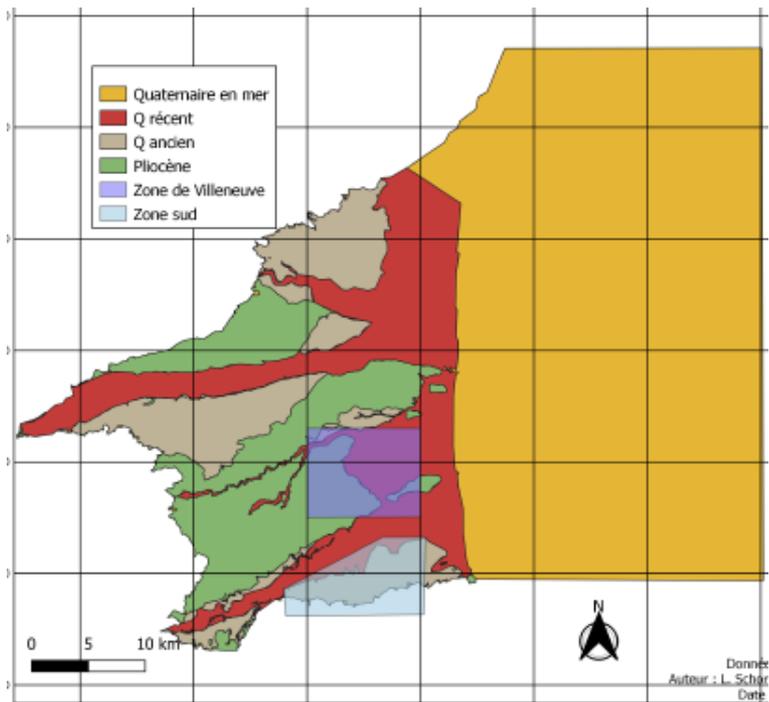
Recharge par les canaux



Source : Rapport Master CHYN, L. Schorpp, 2020

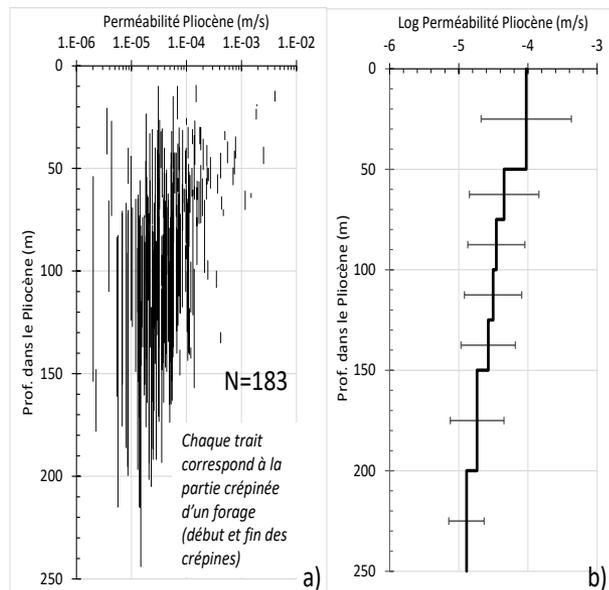
Perméabilités

- lithologie (alluvions anciennes et récentes) et calage du modèle MODFLOW
- distribution de la perméabilité en fonction de la profondeur dans le Pliocène



k en	Quaternaire	PC	PMS	Zone sud	Villeneuve	Alluv ancien Têt
1.10^{-4} m/s	20*	0.99	0.12	0.27	0.12	7.56

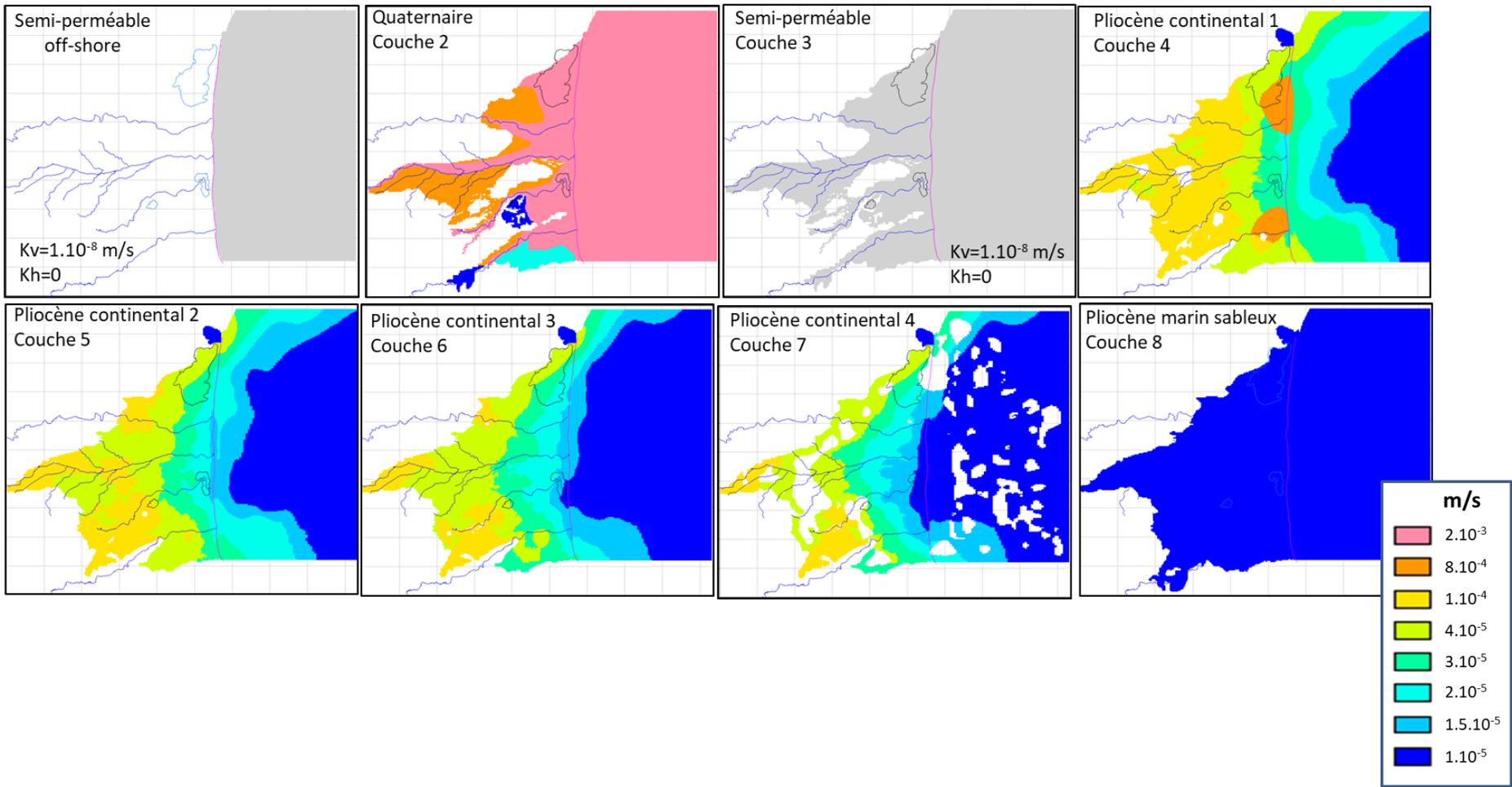
Source : Rapport Master CHYN, L. Schorpp, 2020



Profondeur dans le Pliocène	Perméabilité moyenne (m/s)
0 – 50 m	1.10^{-4}
50 – 100m	4.10^{-5}
100 – 150 m	3.10^{-5}
150 – 200m	2.10^{-5}
200 – 250 m	$1,5.10^{-5}$
> 250 m	1.10^{-5}

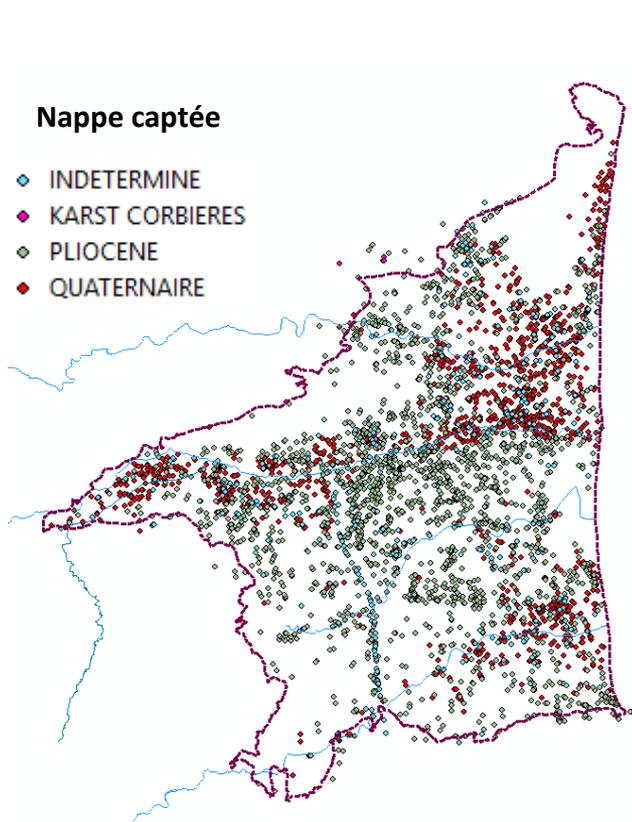
Source : #L23 projet Dem'EAUX Roussillon

Carte des perméabilités

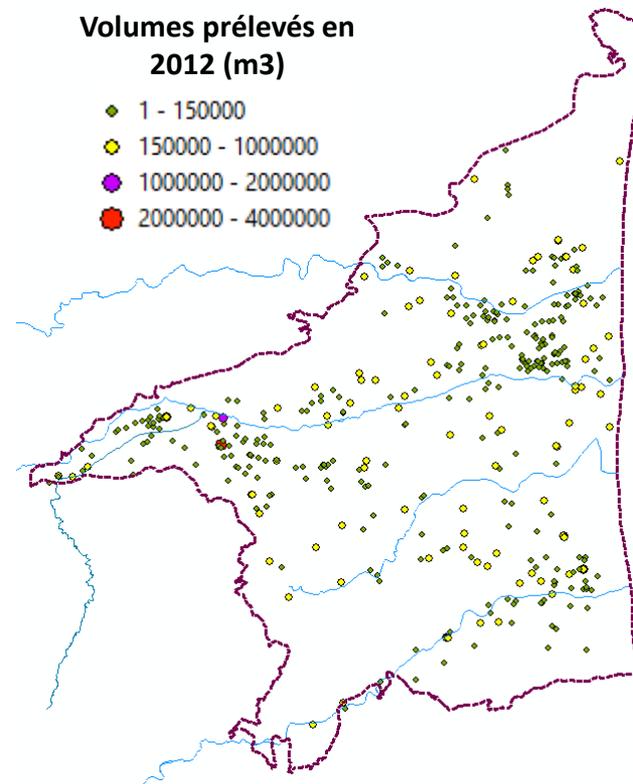


Recensement des prélèvements

Synthèse des ouvrages et volumes prélevés (1987-2018), à partir des bases de données du SMNPR, de l'AERMC et du BRGM.

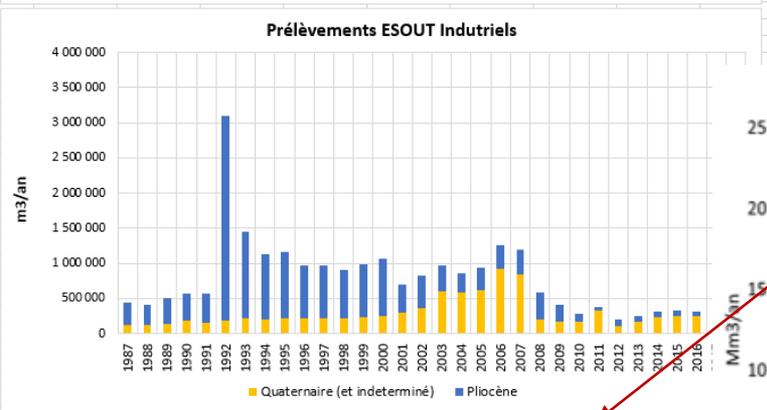
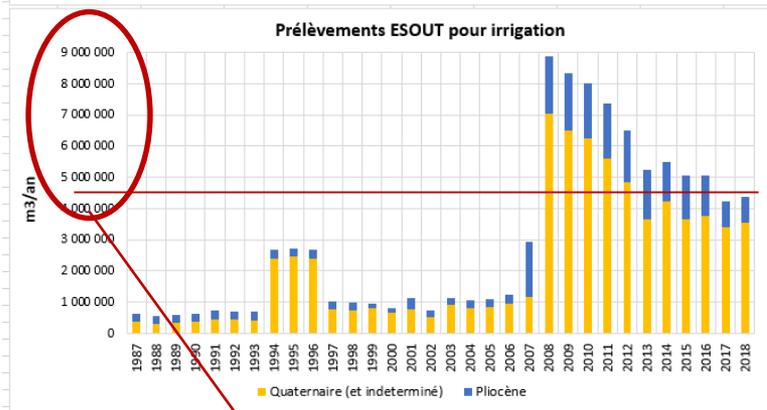
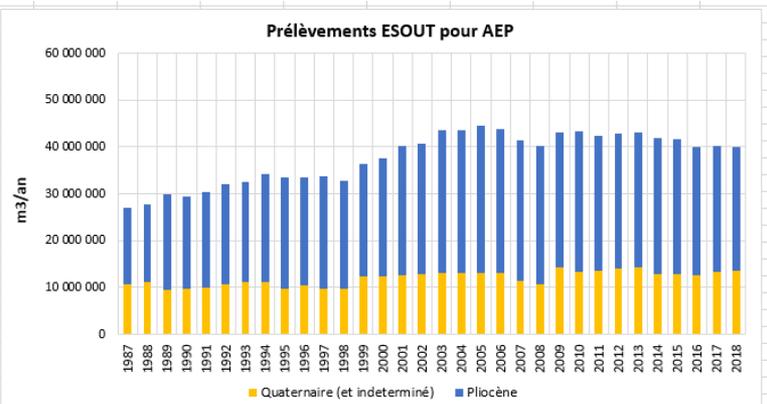
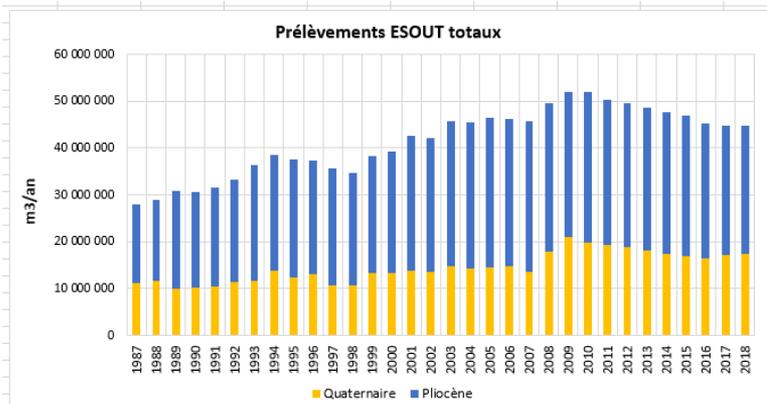


4903 ouvrages recensés



400 ouvrages avec valeurs de volume prélevé (en 2012), dont 134 dans le Quaternaire et 151 dans le Pliocène

Recensement des prélèvements



=> seulement 25 à 50% des prélèvements pour irrigation comptabilisés

Besoin eau souterraine estimé à 17 Mm³/an année moyenne

#L9 Dem'EAUX Roussillon, BRLI

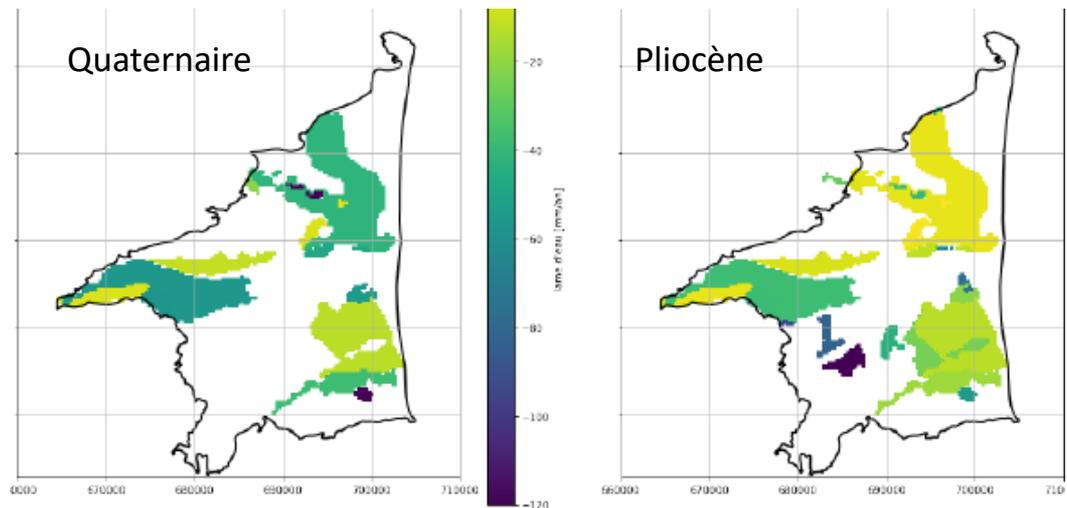
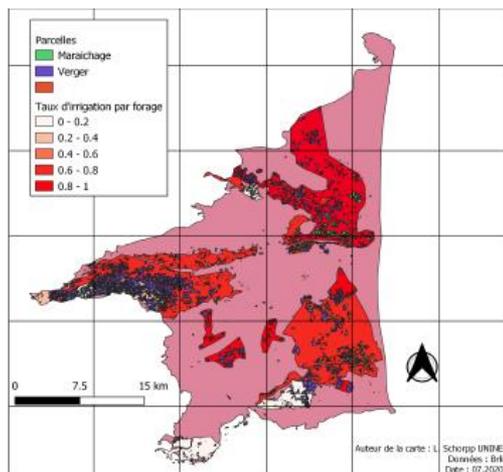
Prise en compte des prélèvements agricoles dans le modèle

2 options :

- Uniquement ceux qui sont recensés : OK pour localisation, pas OK pour le bilan
- Estimation des prélèvements en fonction des besoins des cultures, répartis uniformément sur les surfaces agricoles : pas OK pour la localisation, OK pour le bilan.

Parcelles agricoles + taux d'irrigation par eau souterraine

Prélèvements agricoles imposés dans le modèle

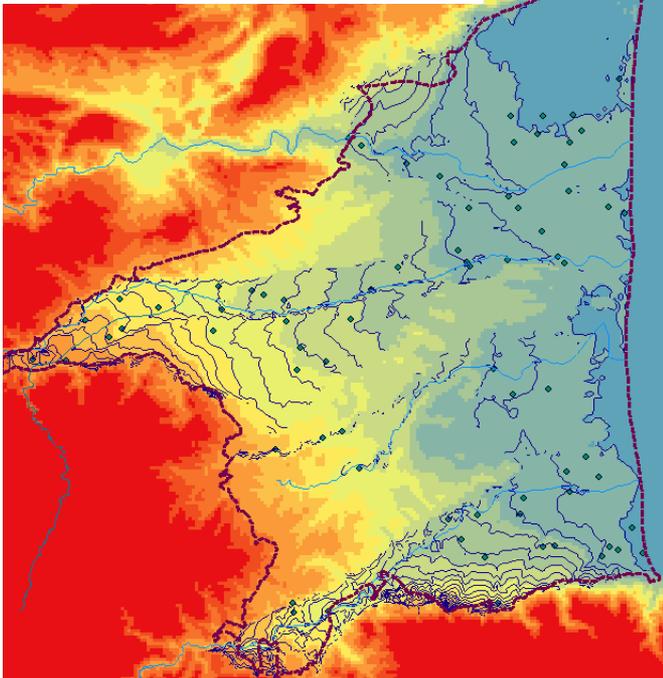


Source : Rapport Master CHYN, L. Schorpp, 2020

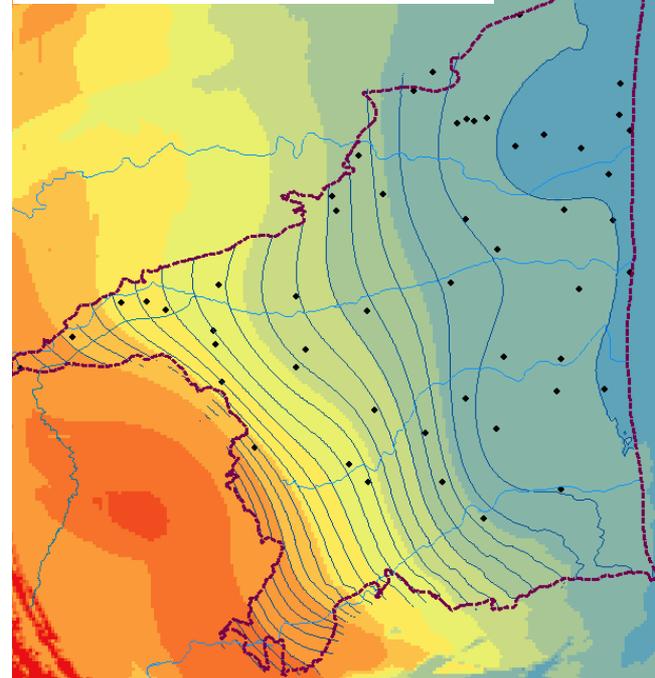
Données disponibles

- Relevés et cartes piézométriques basses eaux (août 2012) et hautes eaux (avril 2013)

*Carte piézométrique +
isopièze + pts de mesure
Quaternaire, août 2012*



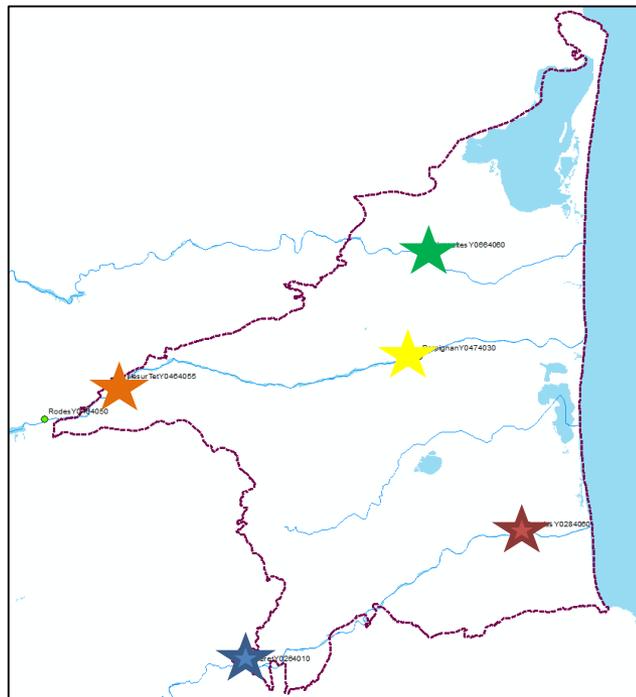
*Carte piézométrique +
isopièze + pts de mesure
Pliocène, août 2012*



Source : #L24b

Données disponibles

- Débits en amont et aval des cours d'eau
 Agly à Rivesaltes
 Têt à Ille-sur-Têt et Perpignan
 Tech à Ceret et Argelès



★ 2010 - 2018	
Débit mesuré	m3/s
Débit min	0.05
Débit max	637
Module moyen annuel	5.26

★ 2014 - 2018	
Débit mesuré	m3/s
Débit min	0.52
Débit max	74
Module moyen annuel	4.75

★ 1978 - 2018	
Débit mesuré	m3/s
Débit min	0.11
Débit max	478
Module moyen annuel	8.7

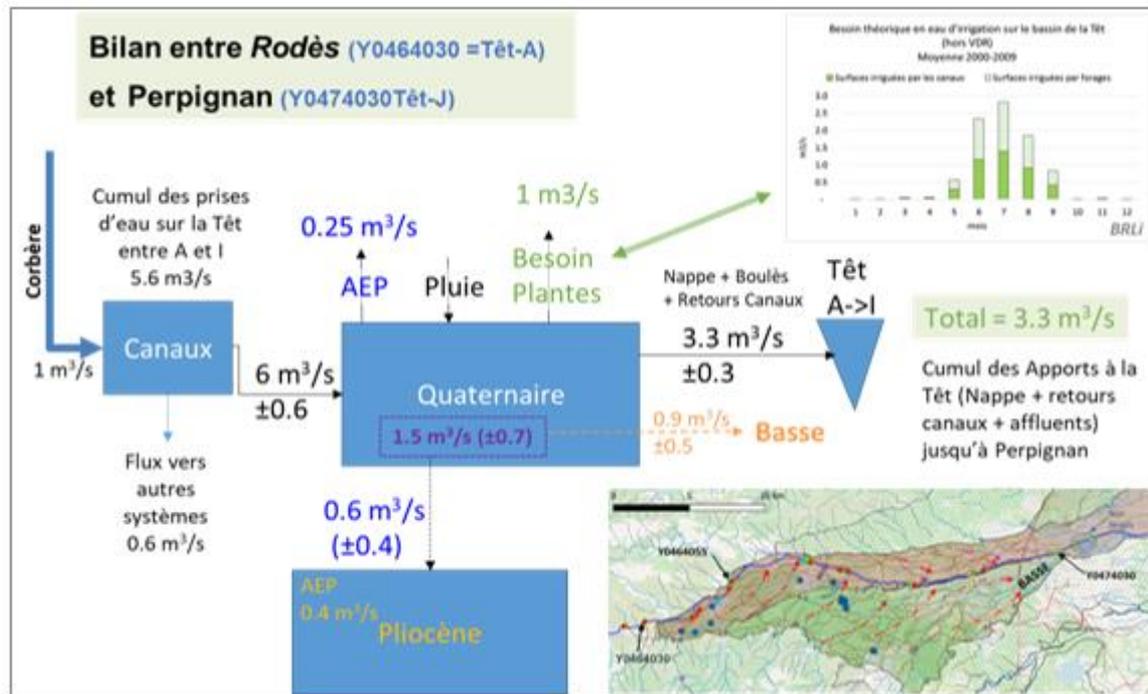
★ 2010 - 2018	
Débit mesuré	m3/s
Débit min	0.5
Débit max	385
Module moyen annuel	5.82

★ 1985 - 2018	
Débit mesuré	m3/s
Débit min	0
Débit max	625
Module moyen annuel	8.08

Source : Banque Hydro

Données disponibles

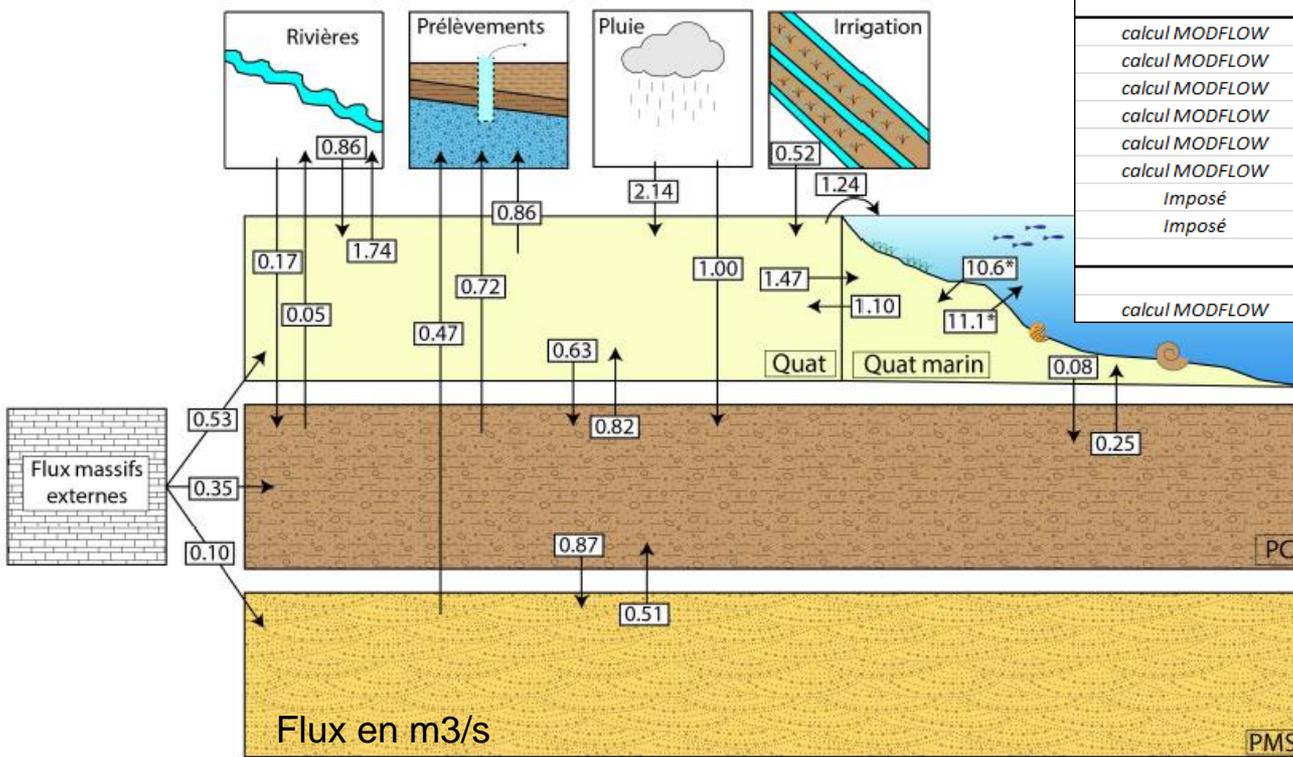
- Bilan des flux au niveau de la Têt (sept. 2017)



Source : #L24a

Données disponibles

- Bilan des flux (modèle MODFLOW)



Bilan en Mm3/an		Calage avril 2013
<i>Imposé</i>	Entrée par infiltration pluie efficace	99.02
<i>Imposé</i>	Entrée par retour irrigation	16.4
<i>Imposé</i>	Entrée flux karst Corbières	6.3
<i>calcul MODFLOW</i>	Entrée par charge imposée Thuir	24.92
TOTAL ENTREES		146.64
<i>calcul MODFLOW</i>	Sortie vers mer	17.34
<i>calcul MODFLOW</i>	sortie vers etang	38.8
<i>calcul MODFLOW</i>	sortie vers riviere	54.22
<i>calcul MODFLOW</i>	entrée riviere vers Quat	26.8
<i>calcul MODFLOW</i>	entrée rivières vers Plio	3.47
<i>calcul MODFLOW</i>	sortie nette vers riviere	23.95
<i>Imposé</i>	Prélèvements Quaternaire	30.58
<i>Imposé</i>	Prélèvements Pliocène	35.95
TOTAL SORTIES		146.62
<i>calcul MODFLOW</i>	BILAN IN - OUT	0.020
<i>calcul MODFLOW</i>	Flux interne : Quaternaire vers Pliocène	-13.24

* : artefacts numériques, aucune réalité dans ces chiffres

Source : Rapport Master CHYN, L. Schorpp, 2020

Reste à faire :

- Calibration du modèle en régime permanent HE et BE (en cours)
- Calibration en régime transitoire

Perspectives / Priorisation

- Modification condition limite en mer (couplage modèle hydro-morphodynamique) ?
- Introduction du transport de concentration (NaCl) et densité variable pour simuler le biseau salé ?

=> Construction d'un modèle plus fin spatialement, à partir d'une extraction du modèle de la Plaine, pour intégrer ces processus ?

Merci de votre attention !



Des questions ?

s.lanini@brgm.fr

Coupes Ouest - Est

