Apports des modèles hydrodynamiques régionaux pour contribuer à la gestion des ressources en eaux souterraines – exemple du modèle Jurassique du Poitou-Charentes

O. Douez

Dix septièmes Journées Techniques du Comité Français
de l'Association Internationale des Hydrogéologues
Toulouse 2010

Service Géologique Régional Poitou-Charentes

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Contexte

La ressource en eau souterraine en Poitou-Charentes :

→ Aquifères généralement peu profonds

→ Nappes en étroites relation avec les cours d'eau

→ Périodes d'étiage problématiques : importants conflits d'usages (AEP, Irrigation, utilisateurs des cours d'eau, besoins en eau douce des activités du littoral)

Objectif : disposer d'un modèle global de la ressource en eau permettant :

→ de reproduire le fonctionnement hydrogéologique des systèmes aquifères et en particulier d'étudier les relations nappes/rivières.

→ de contribuer à la gestion des prélèvements, en analysant :

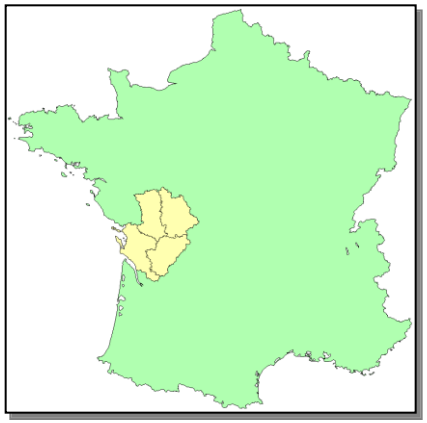
- La disponibilité de la ressource en eau souterraine pour l'irrigation
- L'impact hivernal du remplissage de projets de retenues

Partenaires :

→ DREAL Poitou-Charentes,

→ Agences de l'Eau Adour-Garonne et Loire-Bretagne

→ Région Poitou-Charentes



Travail réalisé sous l'égide d'un comité de pilotage élargi :

→ Services de l'état : DREAL, DDT

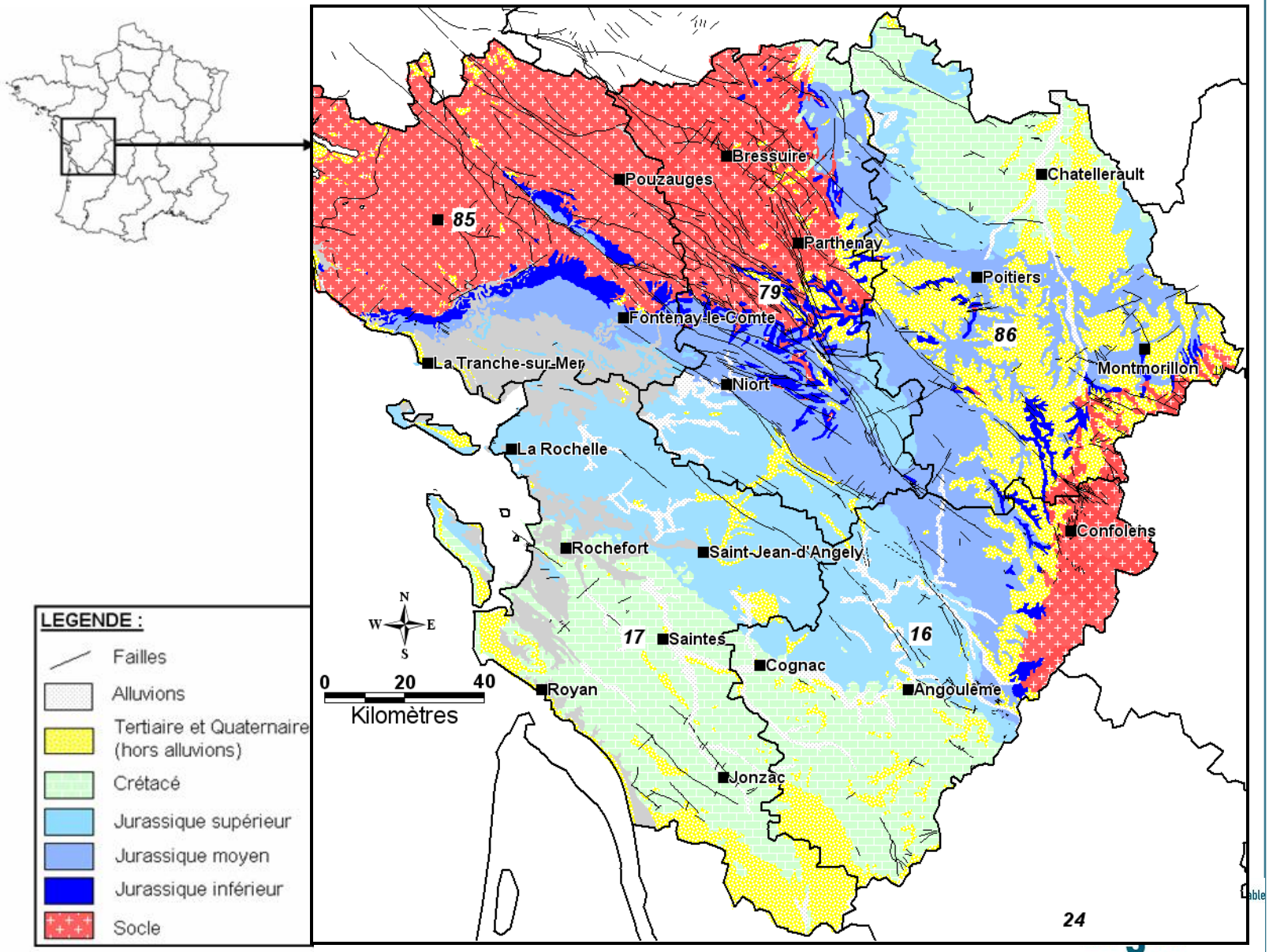
→ Collectivités (Région-Départements)

→ Agences de l'Eau Loire-Bretagne et Adour-Garonne

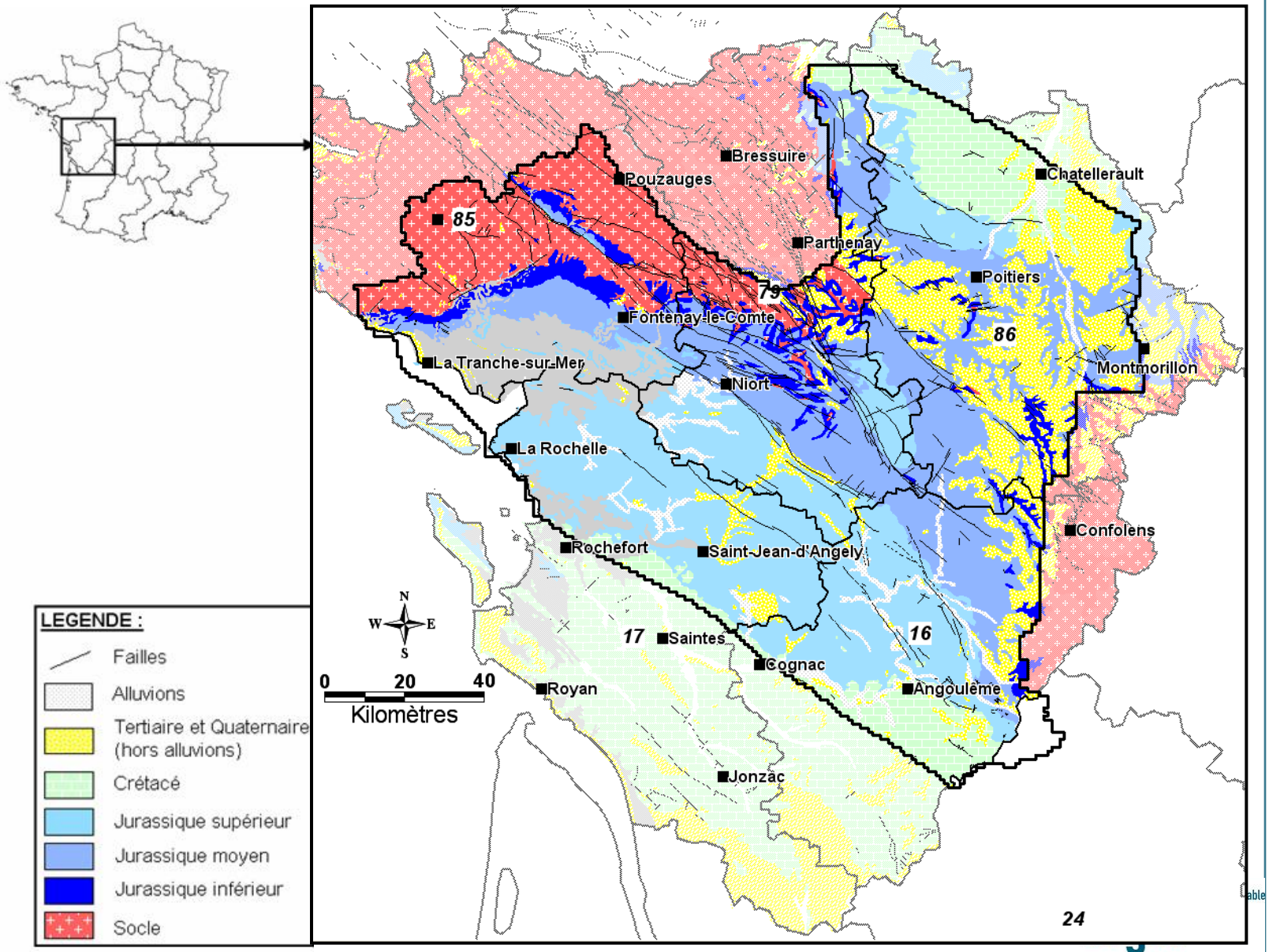
→ Chambres d'agricultures

→ + Secteur Marais-Poitevin : associations environnementales, IIBSN, Parc Régional

Contexte Géologique

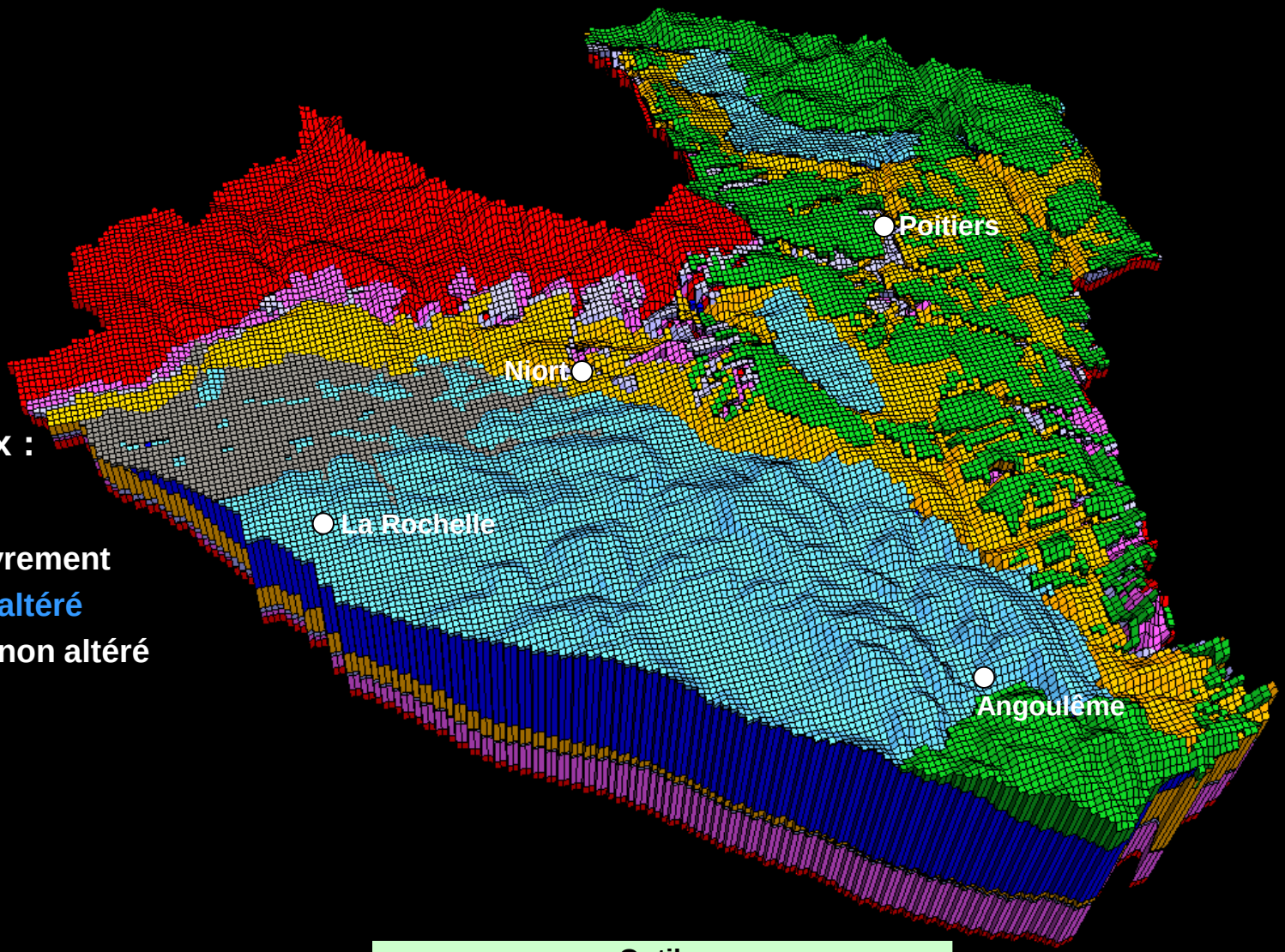


Extension du modèle Jurassique



Le modèle Jurassique en Poitou-Charentes

Visualisation 3D du modèle



8 couches dont 3 aquifères principaux :

- Bri
- Crétacé + recouvrement
- Jurassique sup. altéré
- Jurassique sup. non altéré
- Dogger
- Toarcien
- Infra-Toarcien
- Socle

Quelques chiffres

Superficie au sol :

19 280 km²

Maillage :

Mailles carrées de 1 km de coté + Mailles ~333 m (gigogne) nord Marais-Poitevin.

Outil :

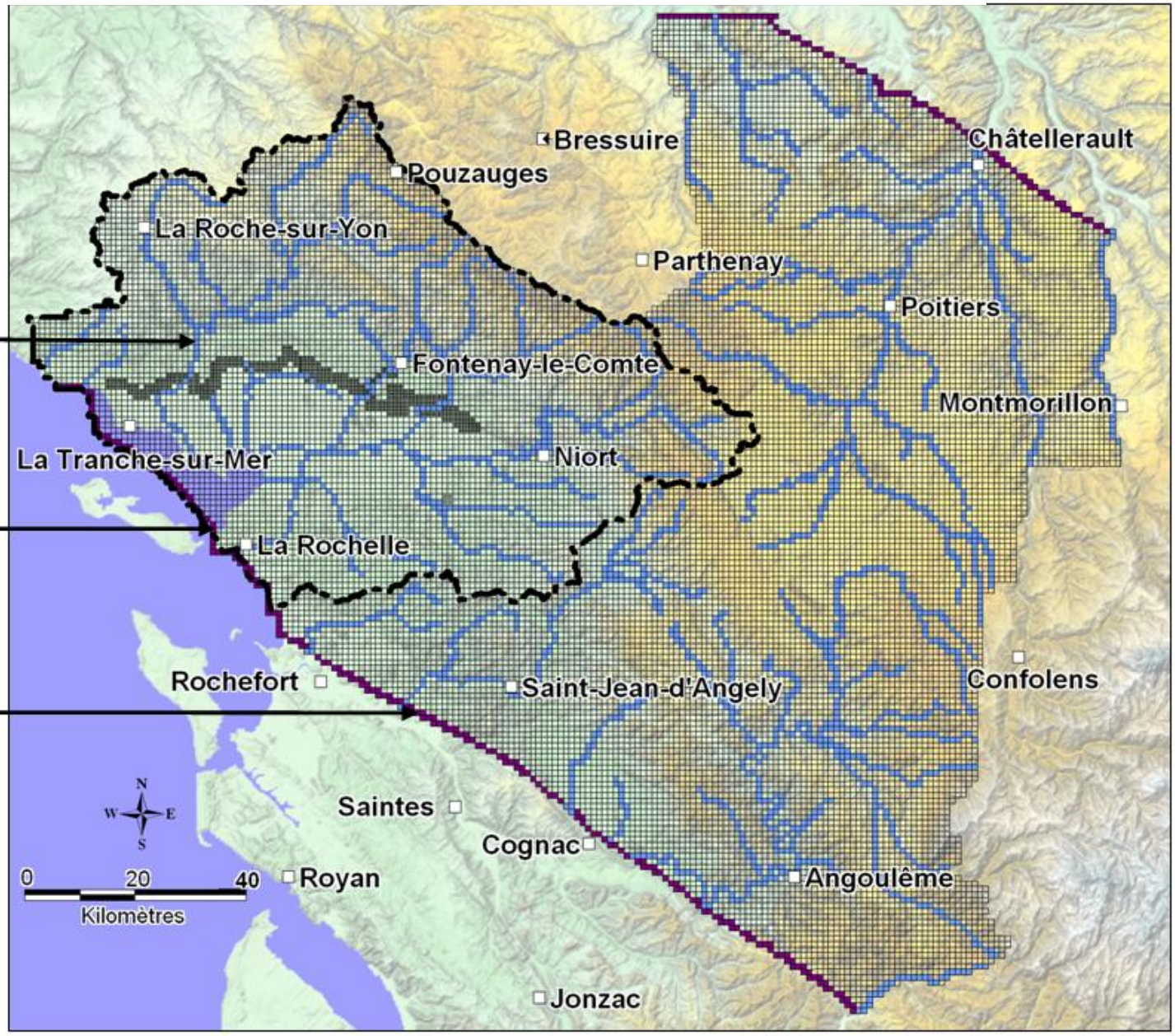
MARTHE (Modélisation d'Aquifères avec maillage Rectangulaire, Transport et Hydrodynamique) Différences finis

Conditions aux limites & Cours d'eau introduits dans le modèle

Couplage Nappes/Rivières ~ 3000 Km de linéaire de cours d'eau

Extension du Bassin du Marais-Poitevin avec Gigogne

Potentiels imposés sur les bordures nord-est et sud-ouest du modèle

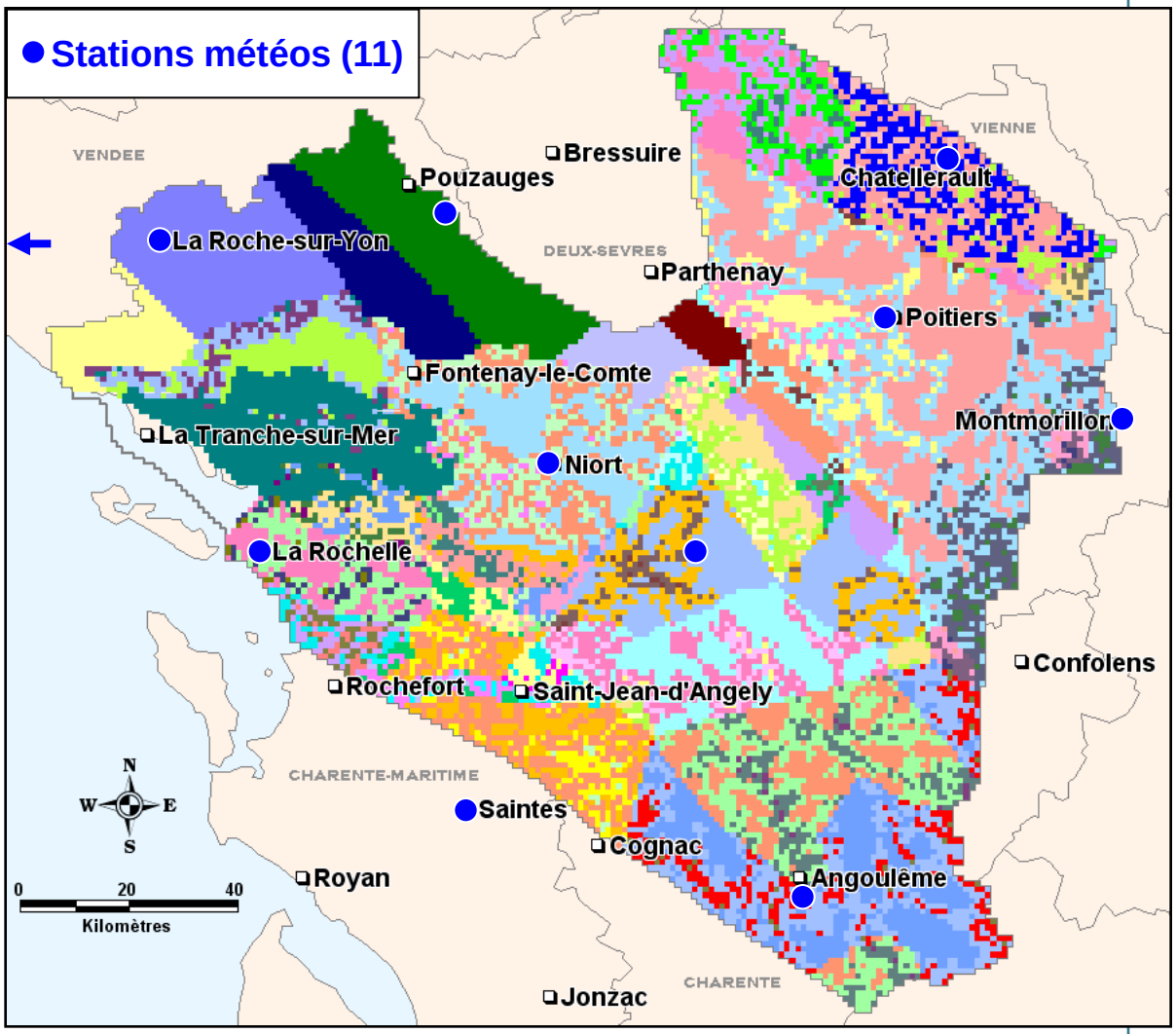


Recharge des nappes et ruissellement (99 zones)

2 étapes :

1 - Calcul de la pluie efficace par zones en fonction des données météo (Pluie et ETP) et des données sur les sols (Réserve Utile).

2 - Répartition de la pluie efficace en recharge et ruissellement en utilisant l'Indice de Développement et de Persistance des Réseaux (IDPR) *



*Indice mis au point par le BRGM pour la réalisation de cartes de vulnérabilité simplifiées des eaux souterraines à l'échelle régionale. L'IDPR permet de rendre compte indirectement de la capacité intrinsèque du sol à laisser infiltrer ou ruisseler les eaux de surface.

Les prélèvements

Les prélèvements :

Environ 3500 mailles de prélèvements souterrains : agricoles - AEP - Industrielles

→ 215 millions de m³/an

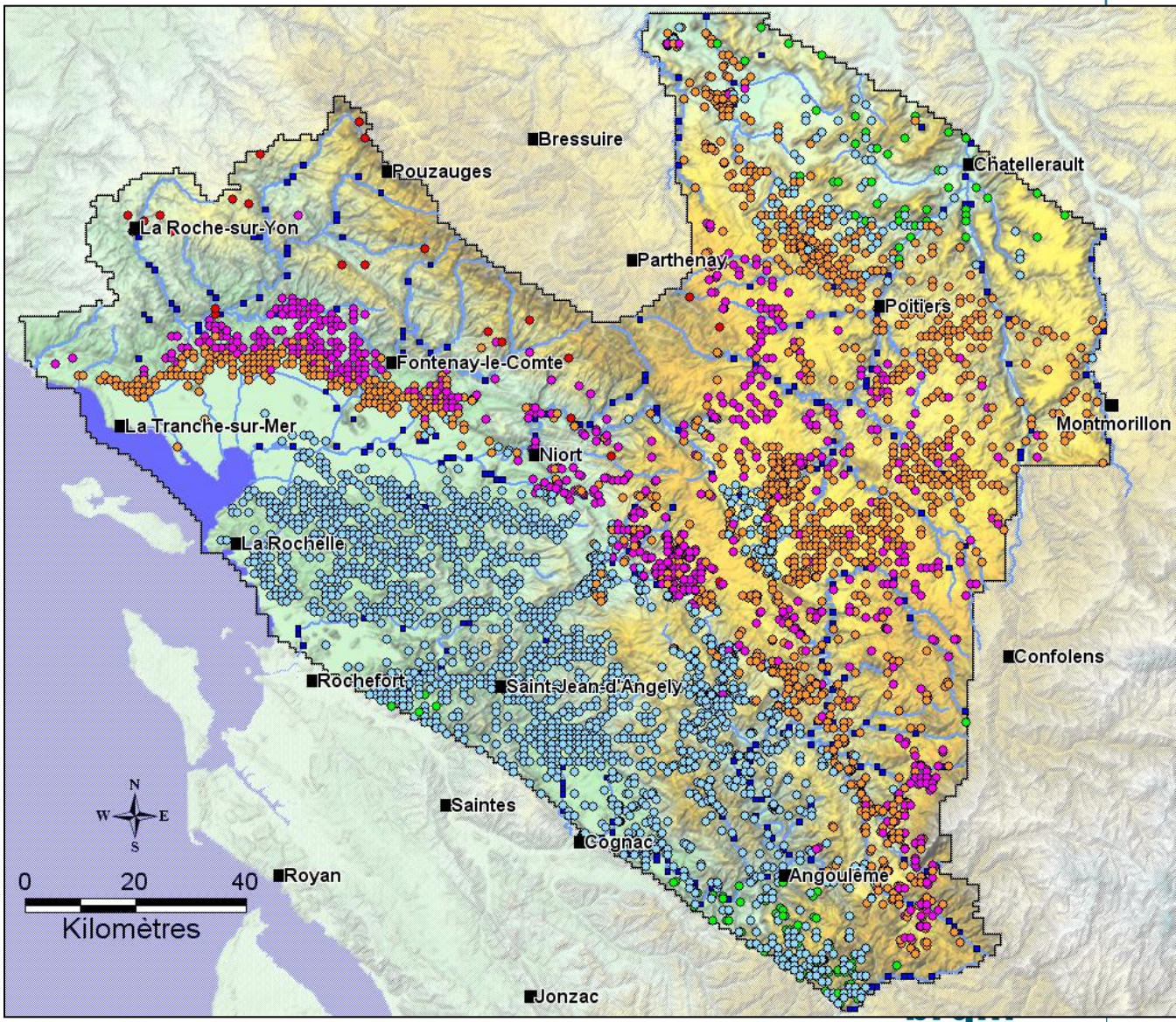
Difficultés :

- **Localisation des ouvrages**
- **Aquifère capté**
- **Ventilation des prélèvements aux mois**

- **Crétacé**
- **Jurassique supérieur**
- **Dogger**
- **Infra-Toarcien**
- **Socle**

- **Prélèvements dans les cours d'eau**

→ 50 millions de m³/an

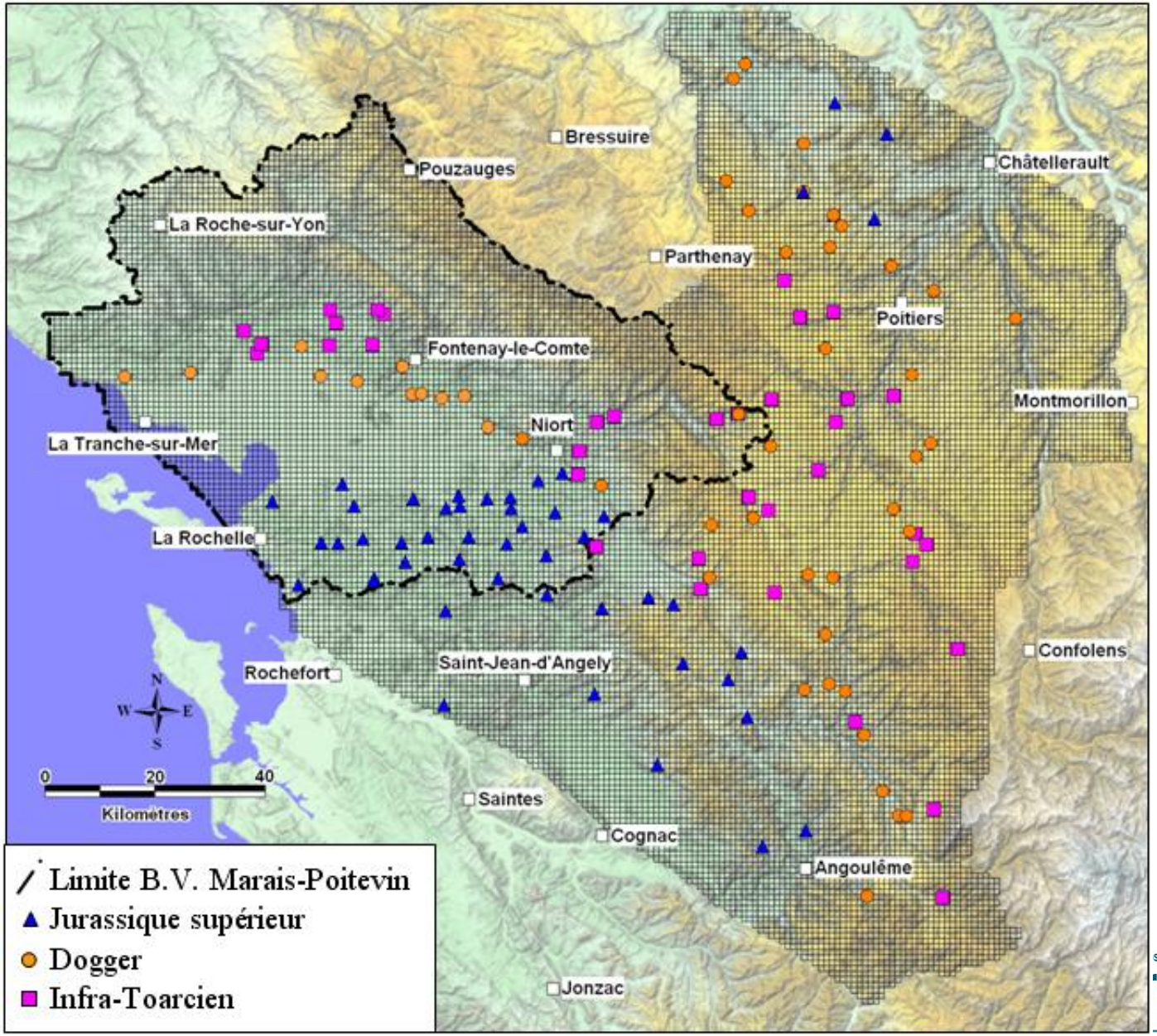


CALAGE : QUELQUES RÉSULTATS

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Calage du modèle : régime transitoire

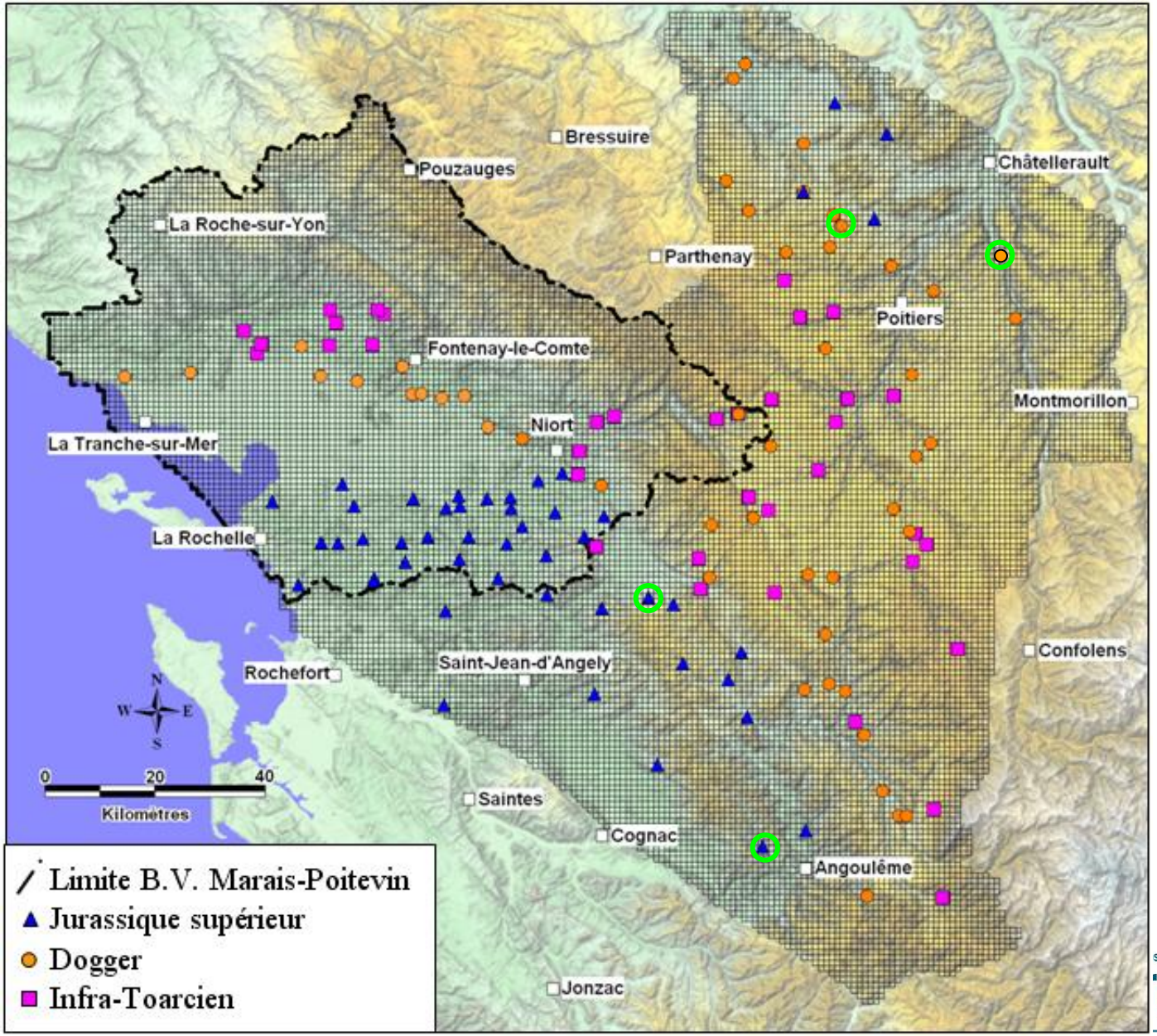
Piézomètres utilisés



sciences pour une Terre durable

Calage du modèle : régime transitoire

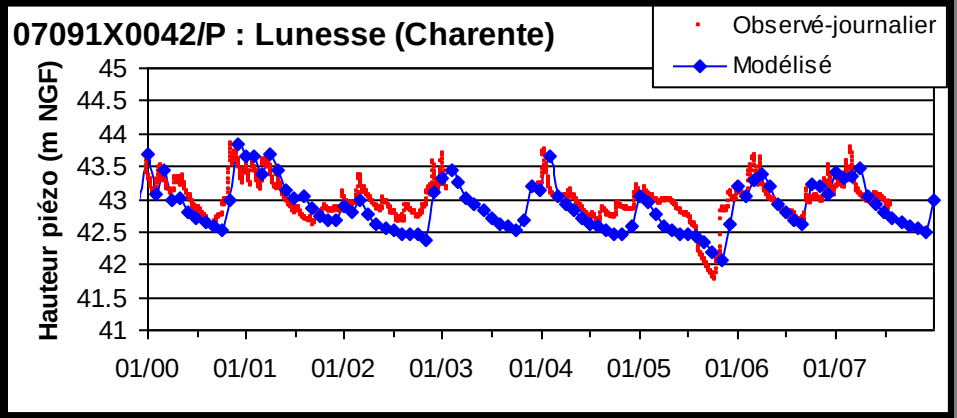
Piézomètres utilisés



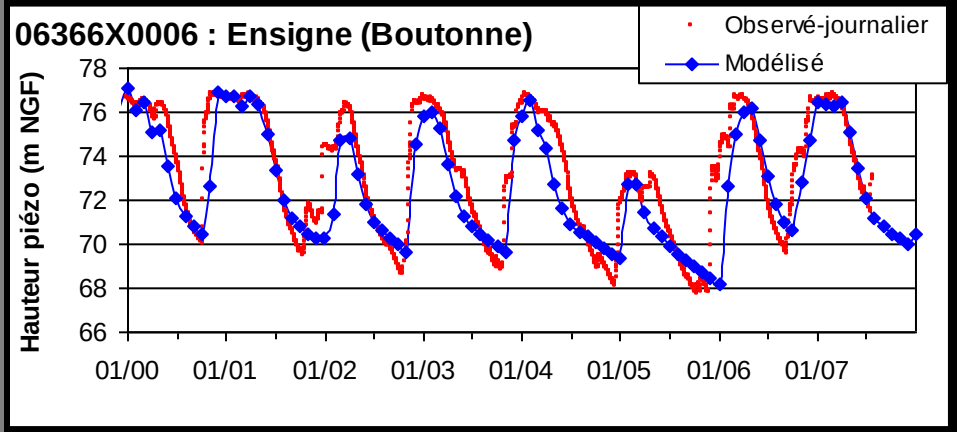
Calage du modèle : régime transitoire

Calage sur 2000-2007

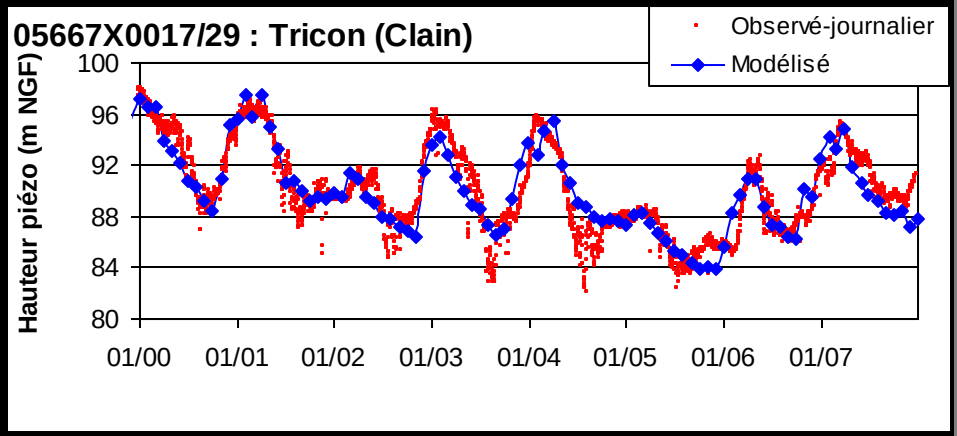
Pas de temps : mensuel



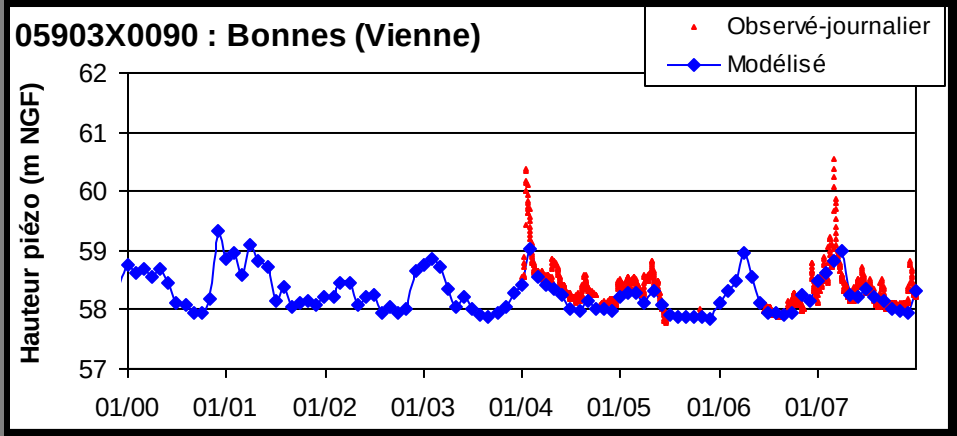
Jurassique supérieur



Jurassique supérieur



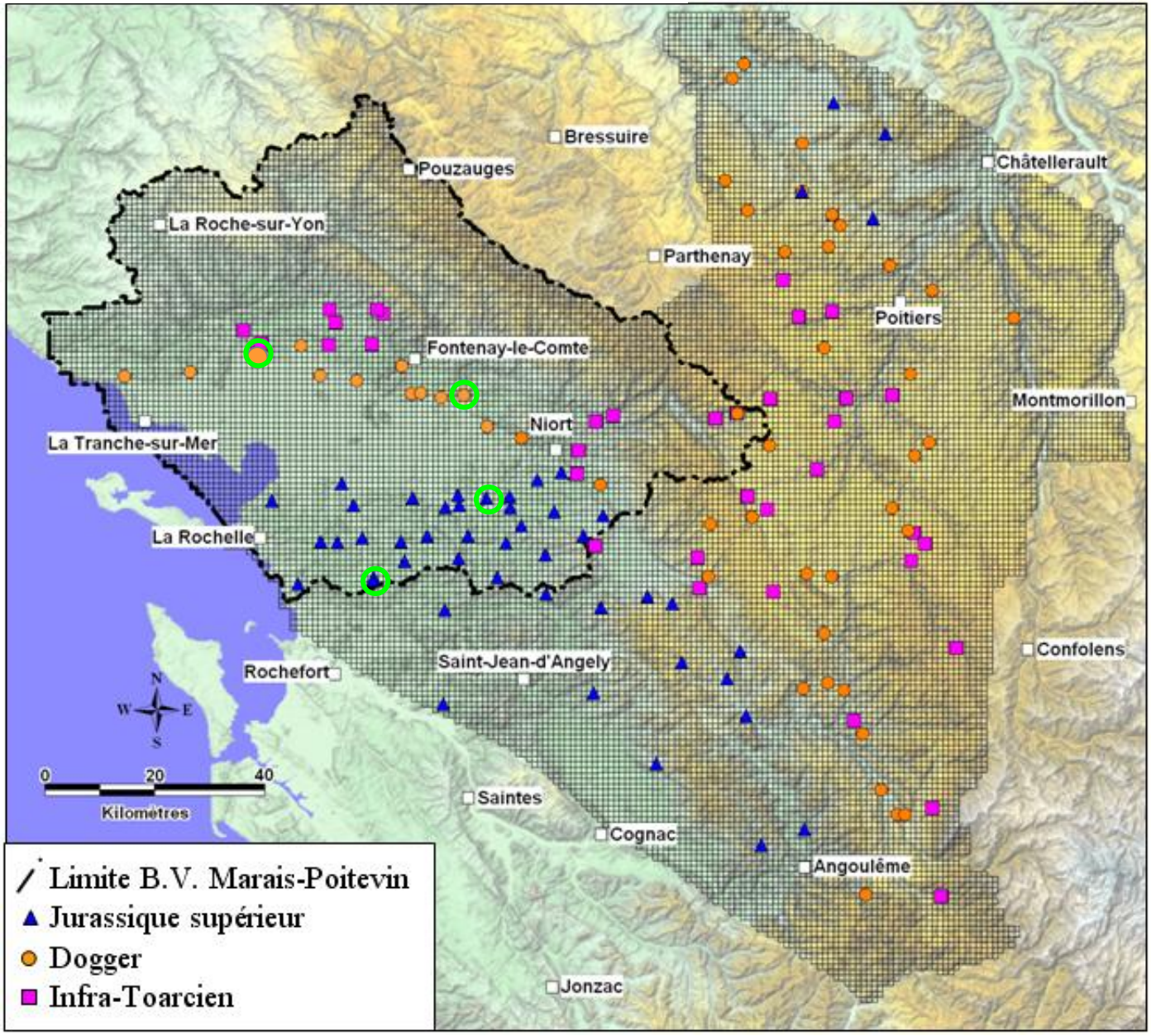
Jurassique moyen



Jurassique moyen

Calage du modèle : régime transitoire

Piézomètres : secteur Marais-Poitevin



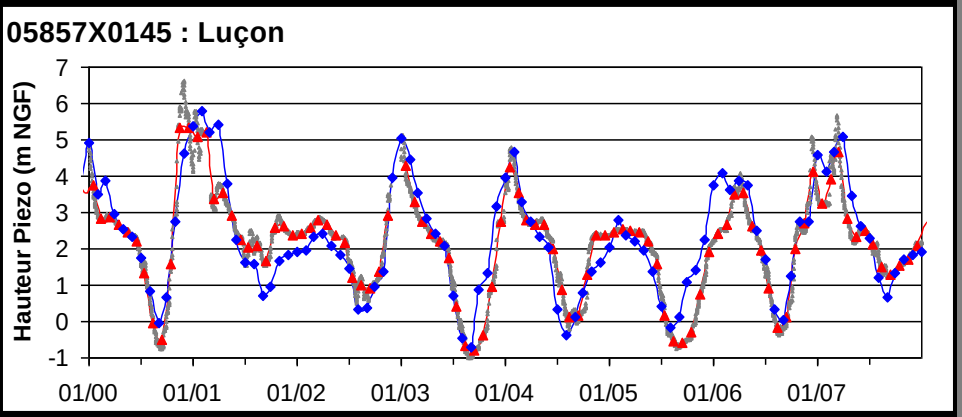
Géosciences pour une Terre durable

brgm

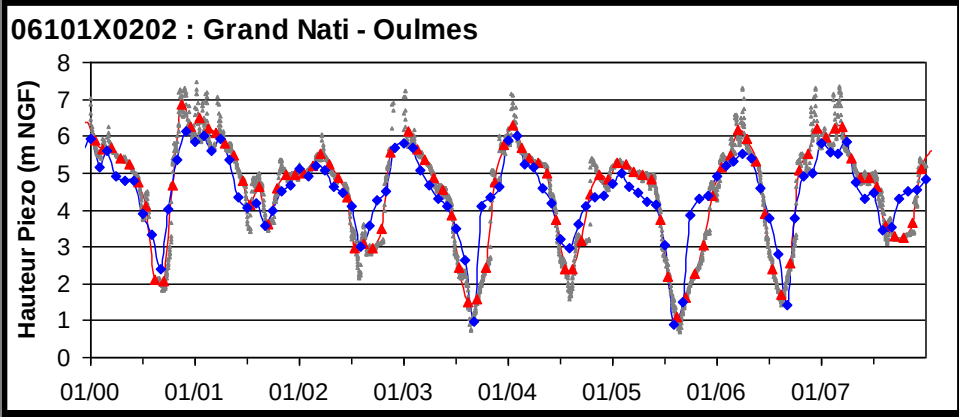
Calage du modèle : régime transitoire

Calage sur 2000-2007

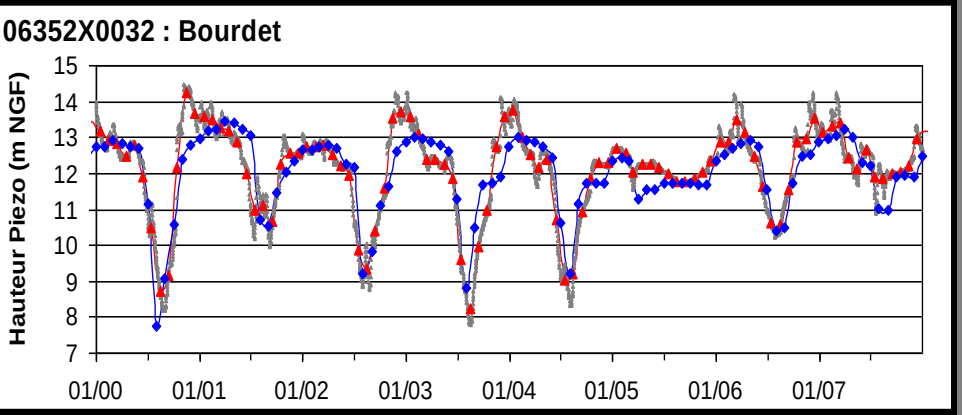
Pas de temps : mensuel + hebdomadaire (été)



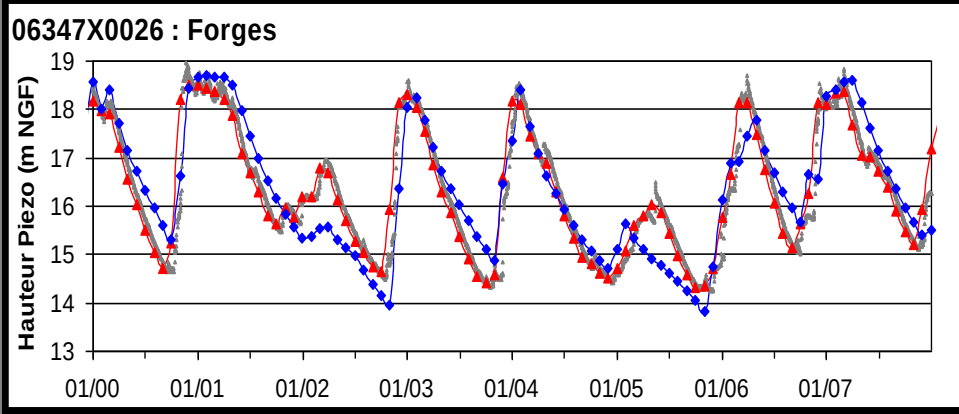
Dogger
U.G. du Lay



Dogger
U.G. de l'Autize



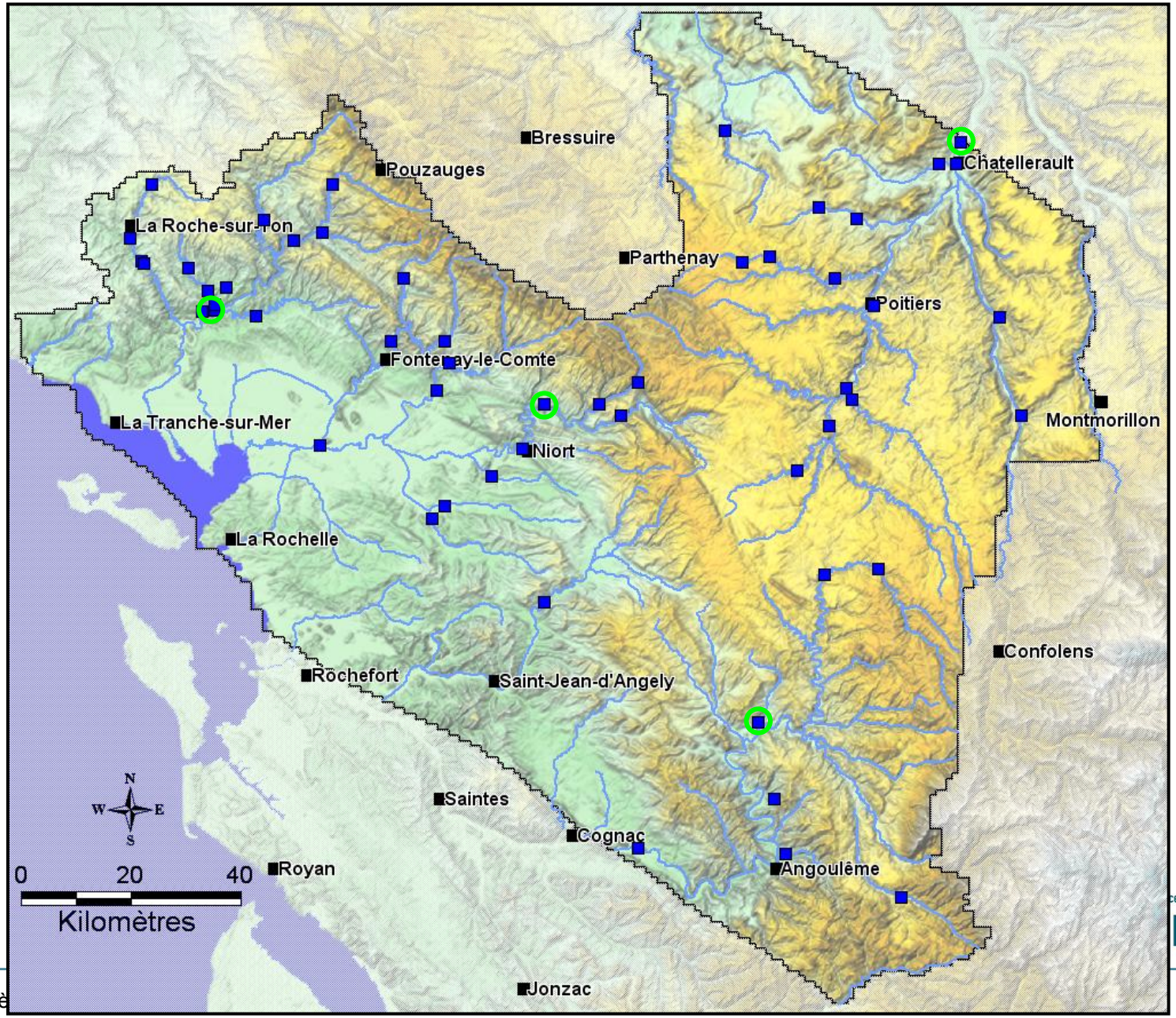
Jurassique sup.
U.G. du Mignon



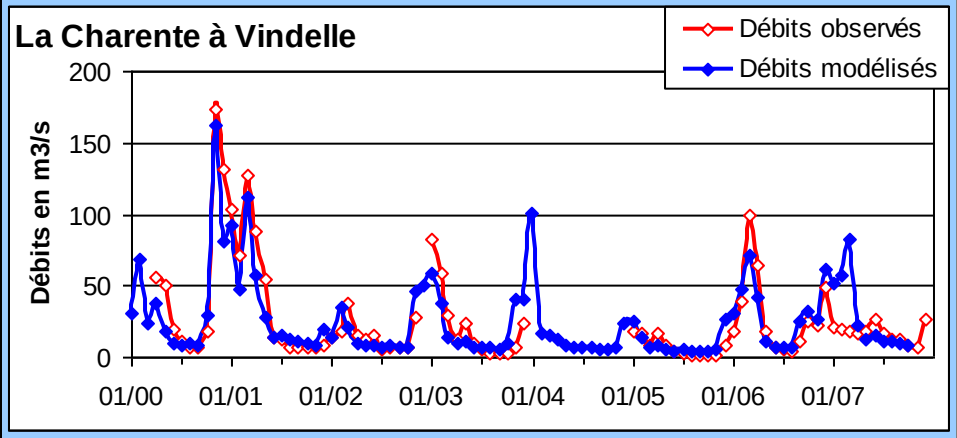
Jurassique sup.
U.G. du Curé

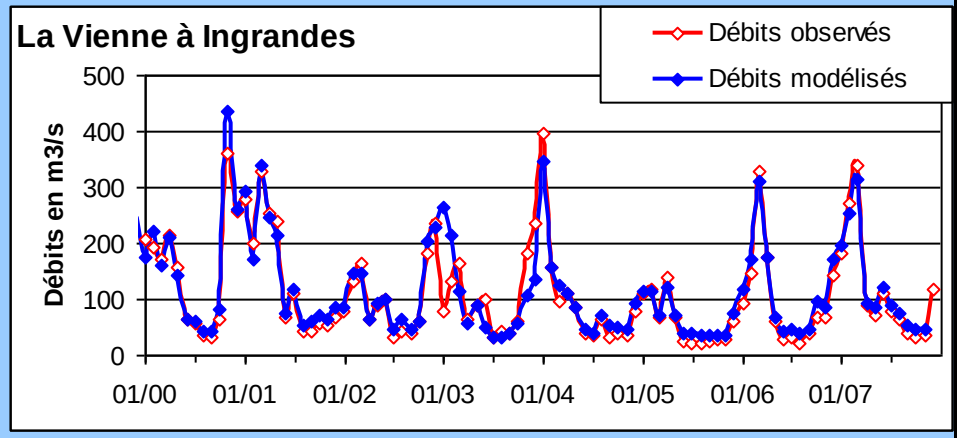
Restitution sur le débit des cours d'eau –

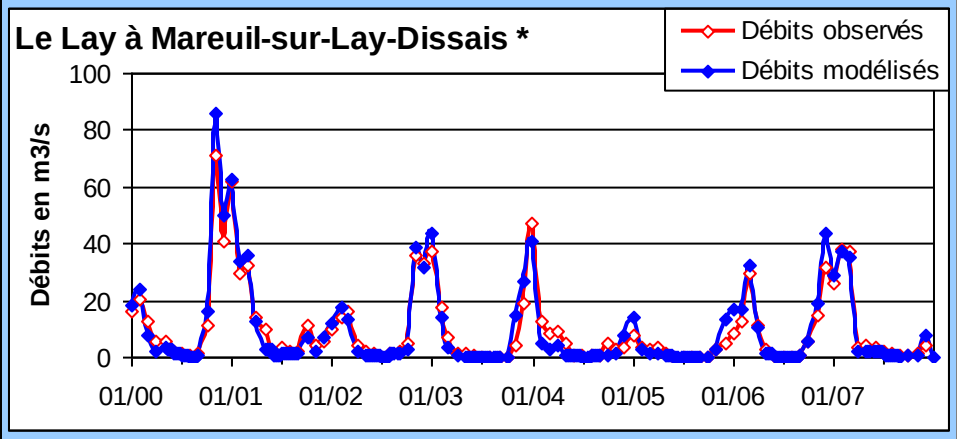
Localisation des stations hydrométriques

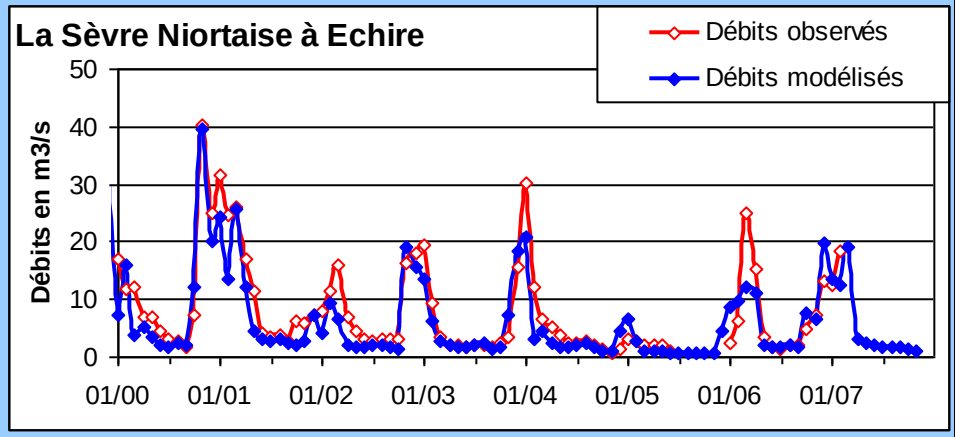


Restitution sur le débit de quelques cours d'eau









***Secteur Marais-Poitevin**

SIMULATIONS
Exemple sur le Marais-Poitevin
Disponibilité de la ressource

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Les différentes simulations

Scénarios de baisse de prélèvements :

Baisse des prélèvements agricoles sur la période printemps-été :

→ Restriction de 25%, 50%, 75% et suppression des prélèvements.

Réduction des prélèvements agricoles du printemps jusqu'au 15 juin :

→ De 30%, 50% et suppression des prélèvements & maintien des prélèvements estivaux.

Application des objectifs de la 7C4 du SDAGE Loire-Bretagne :

→Volume fixes à prélever par Unité de Gestion à respecter au plus tard le 1er janvier 2015.

Projets de retenues de substitution :

Périodes hivernales :

→ Remplissage des retenues - du 1er novembre au 1er mars.

Périodes estivales :

→ Baisse des prélèvements fonction des volumes substitués.

→ Simulation de 2000 à 2007

→ 2000-2007 années climatiques différentes : années très humides (2001, 2007) à très sèches (2003, 2005).

↳ pas de nécessité de générer des scénarios climatiques

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Baisse générale des prélèvements

Unité de gestion de la Vendée

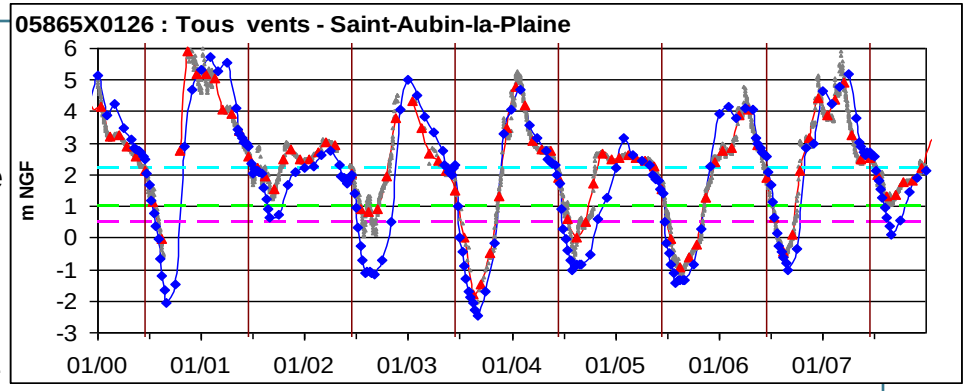
Tous vents - Saint-Aubin-la-Plaine

Légende :

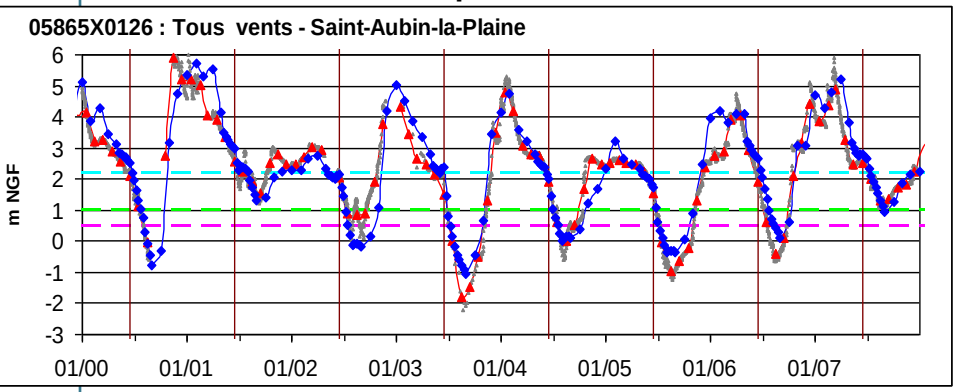
- Observé-journalier
- Observé-mensuel
- Modélisé
- POEd(Piézométrie d'Objectif de début d'Étiage)
- POEf (Piézométrie d'Objectif de fin d'Étiage)
- PCR (Piézométrie de Crise)

} SDAGE LB

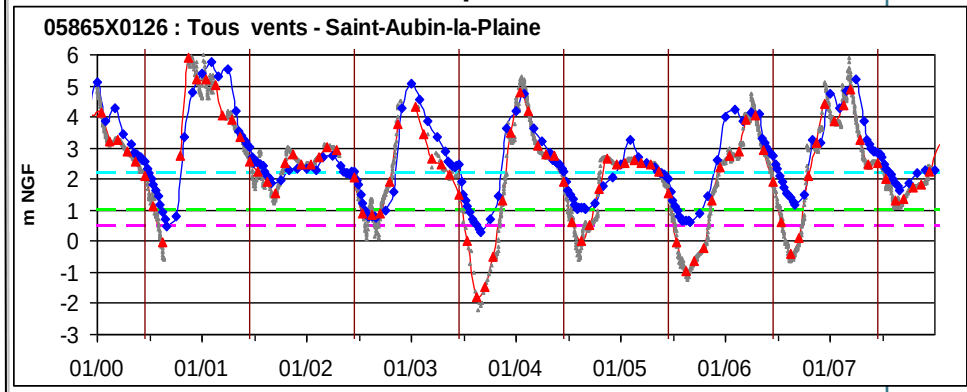
Calage



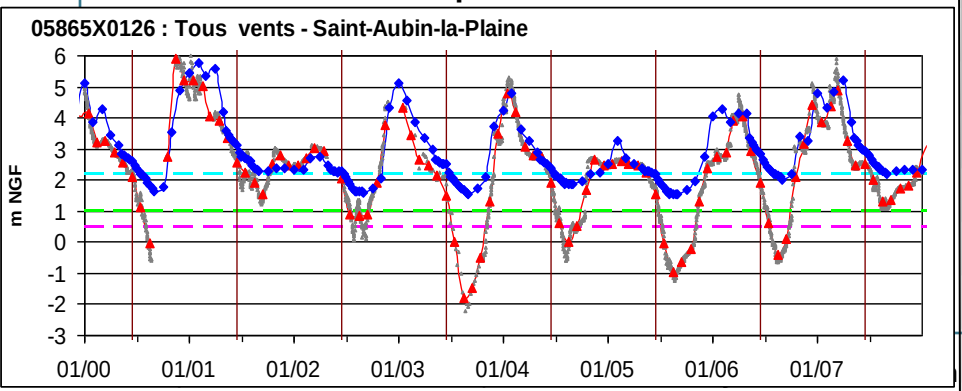
- 25% des prélèvements



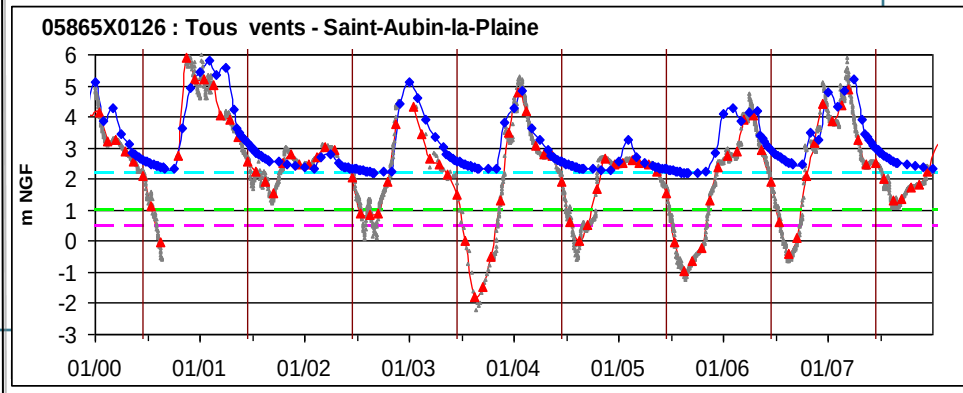
- 50% des prélèvements



- 75% des prélèvements

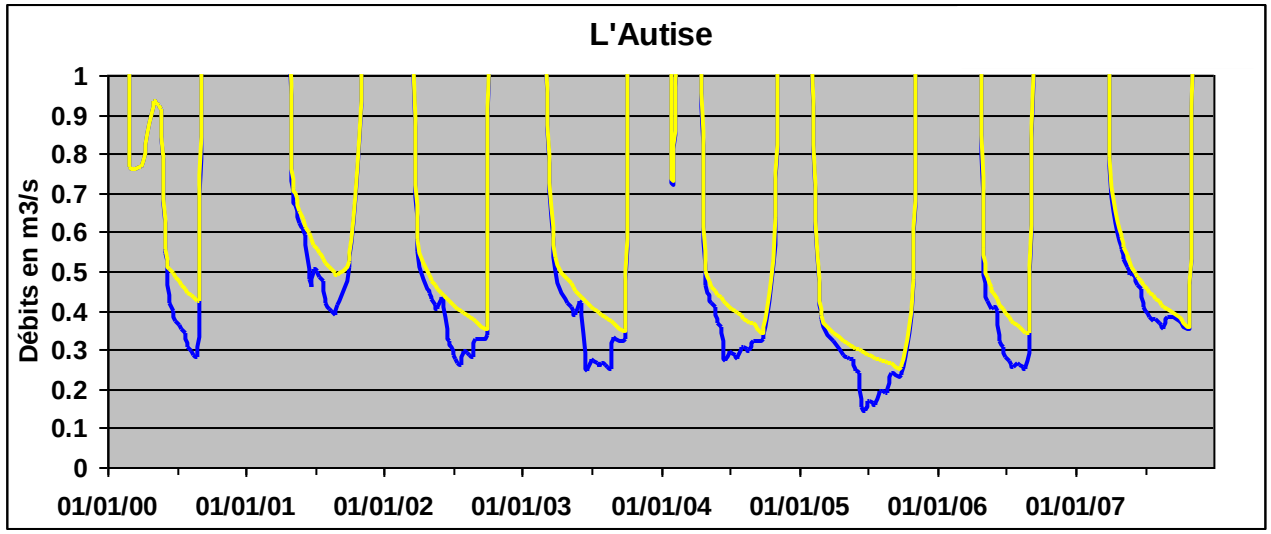


Sans prélèvement

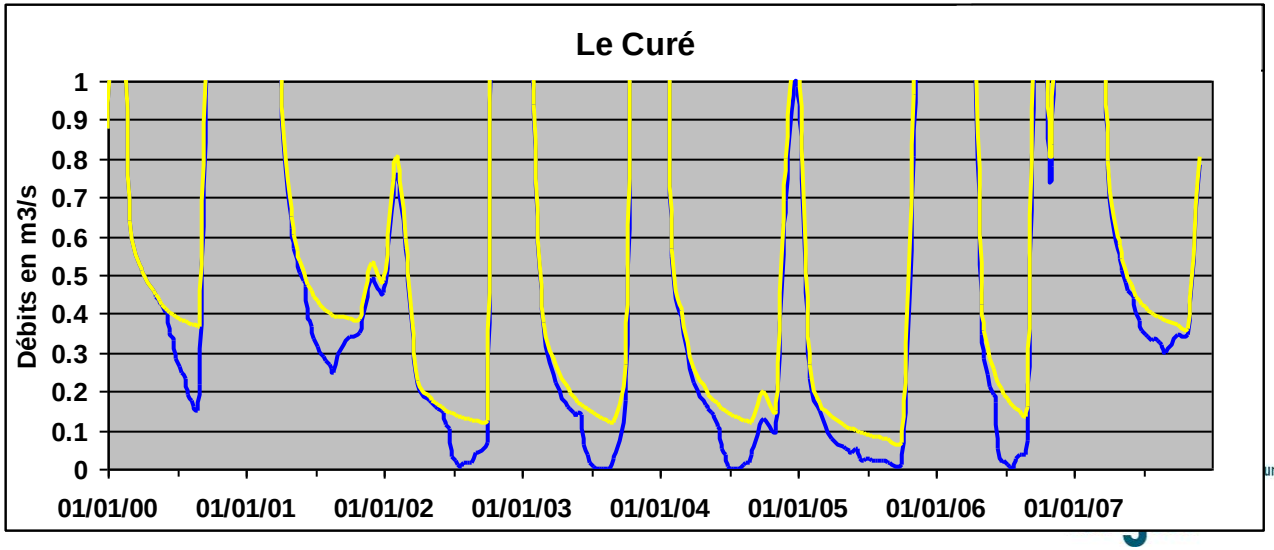


Impact sur le débit des cours d'eau

Avec et sans prélèvement (courbes modélisés)

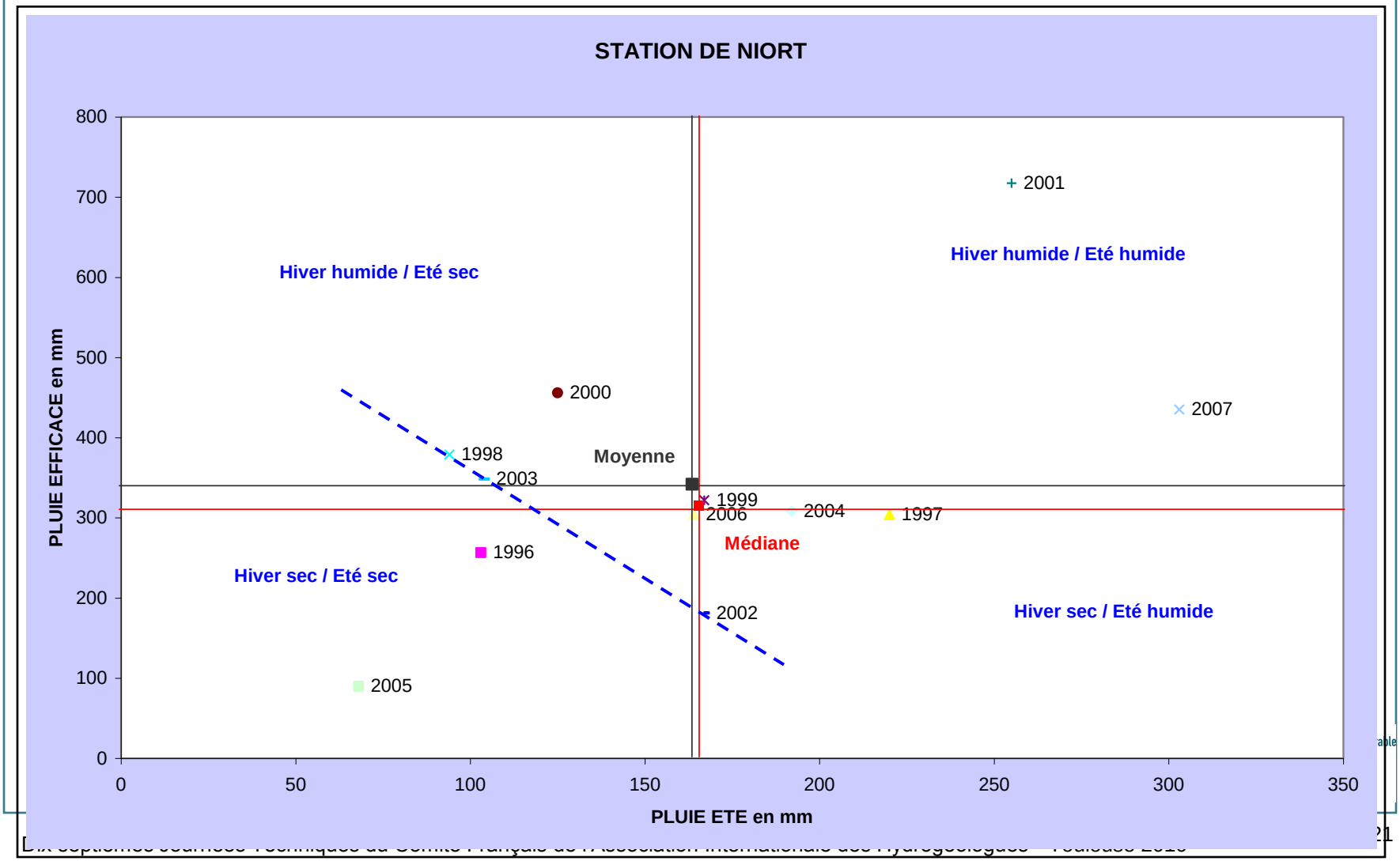


Baisse de débits liée aux prélèvements de 100 l.s^{-1} à 300 l.s^{-1}



Caractérisation climatique des années

2005 : année exceptionnellement sèche
2001 : année exceptionnellement humide
2002 : année sèche sur la période de recharge
2003 : année sèche sur la période d'étiage – année moyenne sur la période de recharge



Confrontation : résultats des simulations/objectifs définis dans la 7C4

Unité de gestion de la Vendée

Tous Vents

Calage

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Observé	Mi-Juin								
	Mini été								
Simulé	Mi-Juin								
	Mini été								

Simulations

			2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
SIMRV	-25%	Mi-Juin								
		Mini été								
	-50%	Mi-Juin								
		Mini été								
	-75%	Mi-Juin								
		Mini été								
	-100%	Mi-Juin								
		Mini été								

Breuil

Calage

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Observé	Mi-Juin								
	Mini été								
Simulé	Mi-Juin								
	Mini été								

Simulations

			2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
SIMRV	-25%	Mi-Juin								
		Mini été								
	-50%	Mi-Juin								
		Mini été								
	-75%	Mi-Juin								
		Mini été								
	-100%	Mi-Juin								
		Mini été								

Résultats modulés en fonction des graphes

- **mi-juin : Jaune - valeur < POEd**
- **mi-juin : Bleu - valeur > POEd**
- **mini-été : Jaune - valeur < POEf**
- **mini-été : Rouge - valeur < PCR**
- **mini-été : Bleu - valeur > POEf**

Géosciences pour une Terre durable
brgm

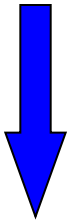
Synthèse et conclusions

Volumes disponibles par zone de gestion pour respecter les objectifs du SDAGE 4 année sur 5

Unité de gestion de la Vendée

% de restriction des prélèvements permettant de respecter les objectifs au printemps et en été

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
	Tous-Vents	0	0	0	25%	25%	80%	10%	0	*Printemps*
		60%	0	50%	70%	50%	60%	50%	0	*Eté*



Application des % sur les volumes réellement prélevés (Mm^3)

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
	Tous-Vents	>0,26	>2,10	2,19	2,39	2,21	0,54	2,20	>3,3	*Printemps*
		4,53	>8,40	4,61	3,65	4,76	3,59	4,86	>7,11	*Eté*

Synthèse et conclusions

Volumes disponibles par zone de gestion pour respecter les objectifs piézométriques 4 années sur 5

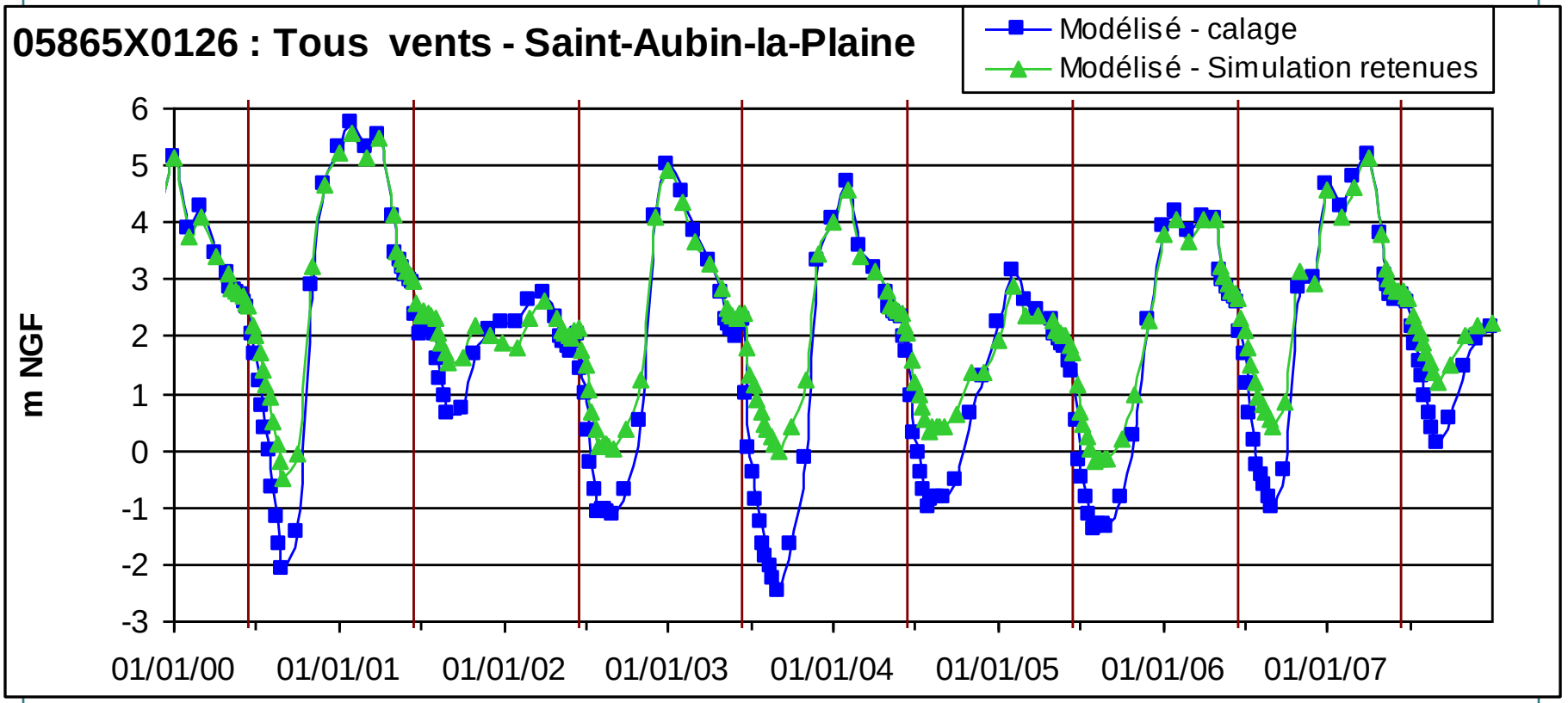
Piézomètres	POEdm NGF	POEdm NGF	POEdm NGF	Zone de gestion	Volume printemps Mm^3	Volume été Mm^3	Volume total Mm^3
Longeville	1,5	0,3	0	Lay	0,8	3	3,8
Luçon	2	0,7	0,2				
Tous-Vents	2,2	1	0,5	Vendée	2,2	3,6	5,8
Breuil	2	1	0,5				
Azire	2,3	1,9	1,6	Autise	0,3	2	2,3
Grand-Nati	4,6	3	2,5				
St-Hilaire	3,5	2,4	1,7	Mignon	1	3,3	4,3
Bourdet	12,1	11,2	9,6				
St-Georges	25	20,5	19,5	Curé	0	4,3	4,3

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Simulation des retenues de substitution

Unité de gestion de la Vendée

Tous vents - Saint-Aubin-la-Plaine

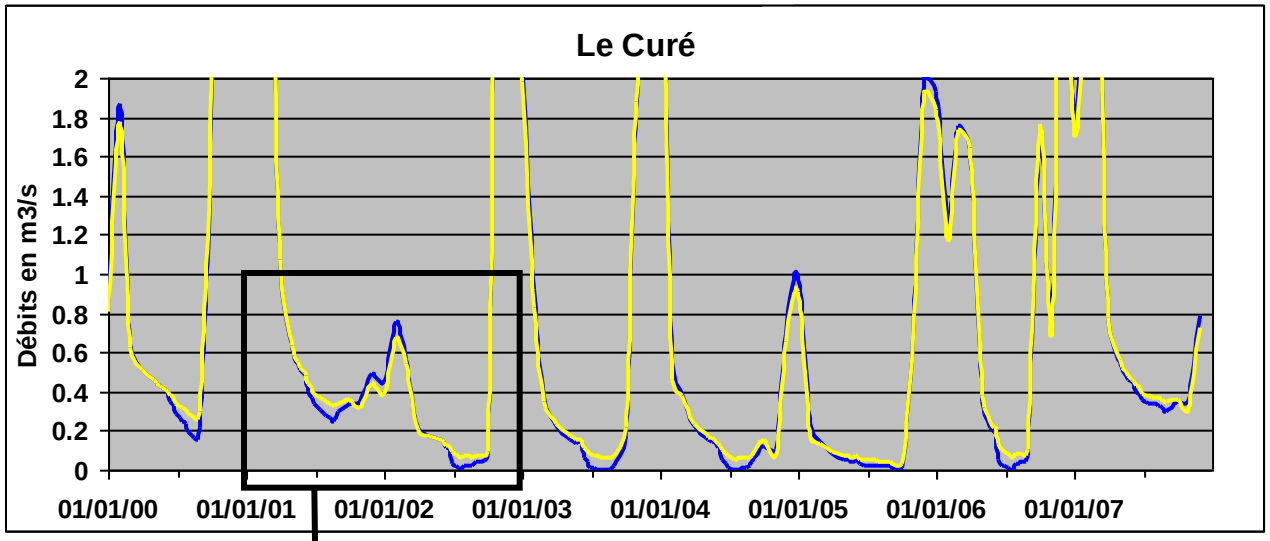


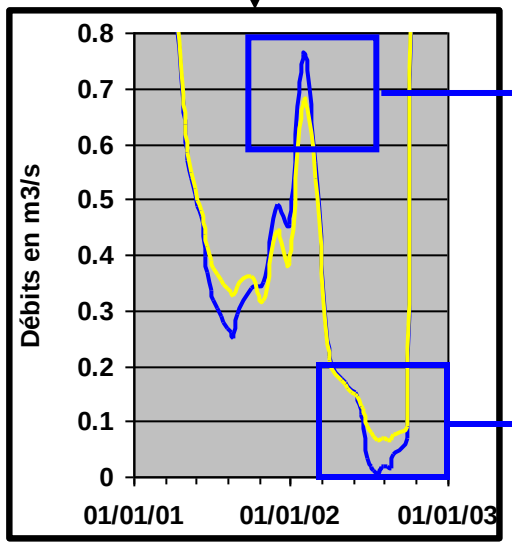
→ **Amélioration des niveaux d'eau sur l'ensemble des piézomètres en période d'étiage**

→ **Peu d'impact au cours de la période de remplissage**

Impact sur le débit des cours d'eau

Simulation avec retenues de substitution





Léger impact au cours de la période de remplissage

Amélioration des débits des cours d'eau en période d'étiage

sciences pour une Terre durable
brgm

Conclusions et perspectives

Les modèles hydrodynamiques régionaux en Poitou-Charentes :

→ **Nouvelles perspectives concernant la gestion globale des eaux souterraines**

Ce modèle a permis sur le secteur du Marais Poitevin :

→ **De proposer des pistes de réflexion pour la détermination de volumes «prélevables» en adéquation avec des niveaux d'objectifs définis.**

→ **De tester l'impact du remplissage de retenues de substitution en projets ou déjà existantes (impact positif en été et peu significatif en hiver).**

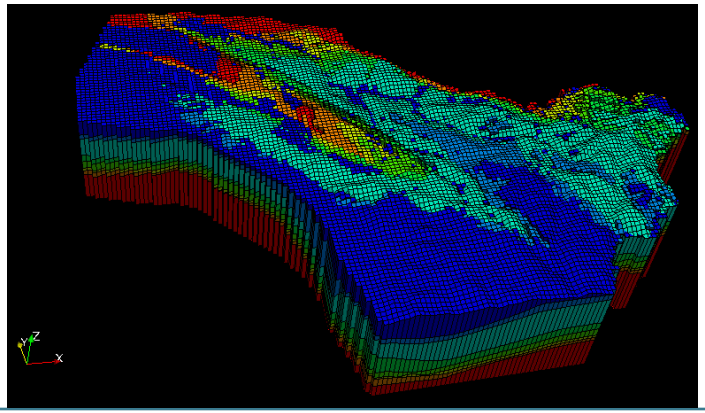
Application pratique dans l'état actuel

→ **Même type d'analyse sur le reste de la Région**

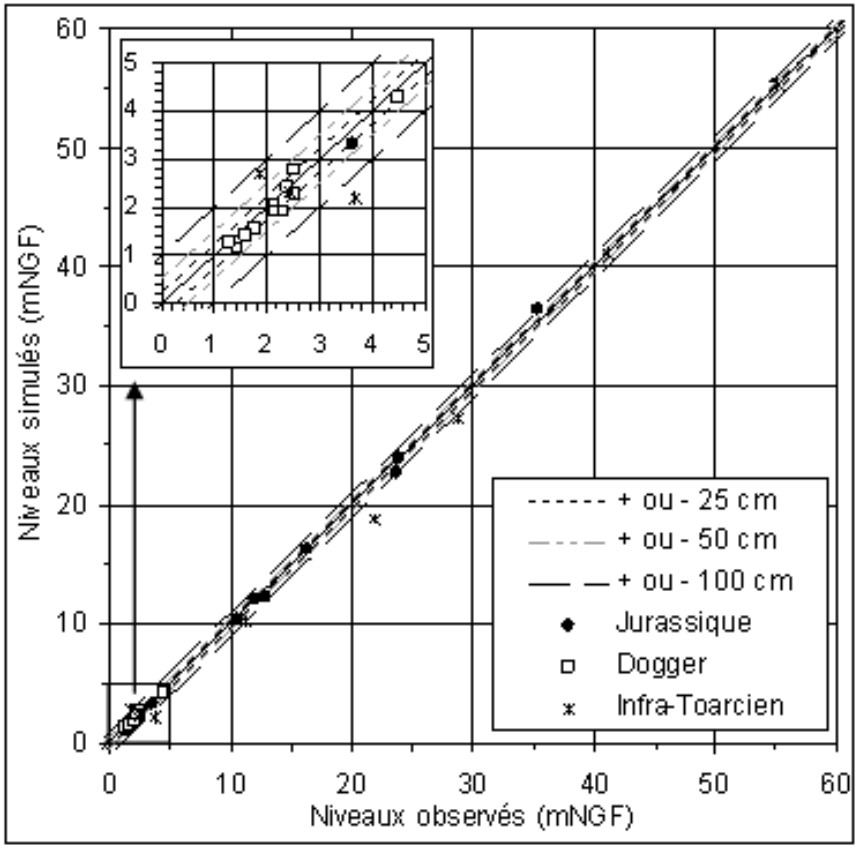
→ **Étude de l'impact du changement climatique (scénarios du Giec) – étude de la remontée océanique**

Perspectives de modélisation en Poitou-Charentes

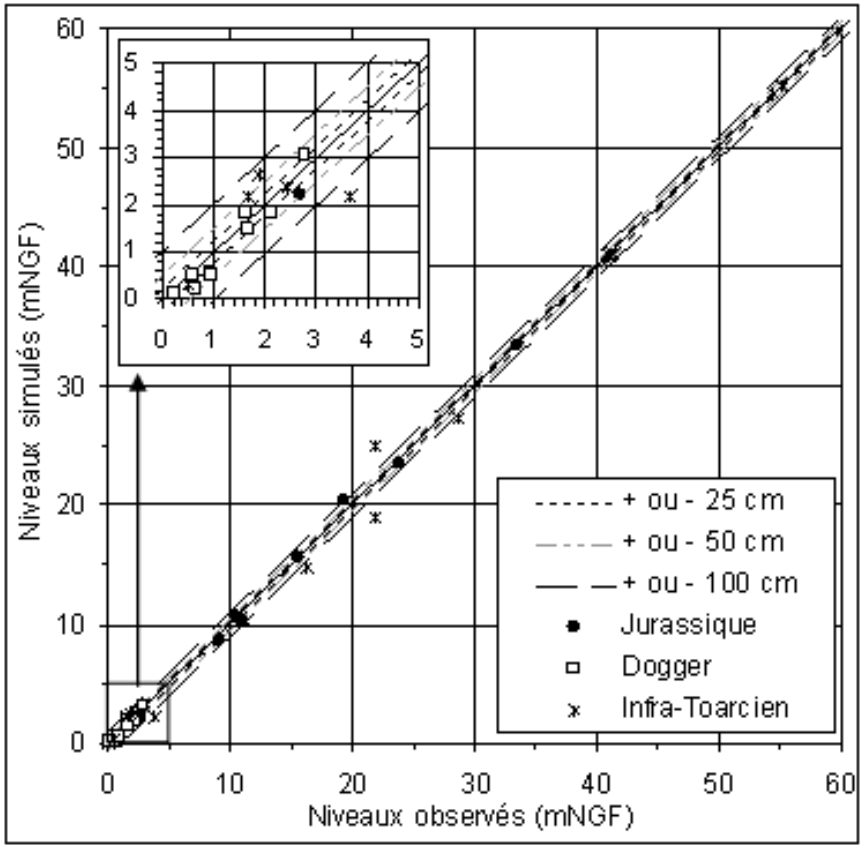
→ **En cours : actualisation et recalage 2000-2008 du modèle maillé Crétacé des Charentes**



Géosciences pour une Terre durable
brgm

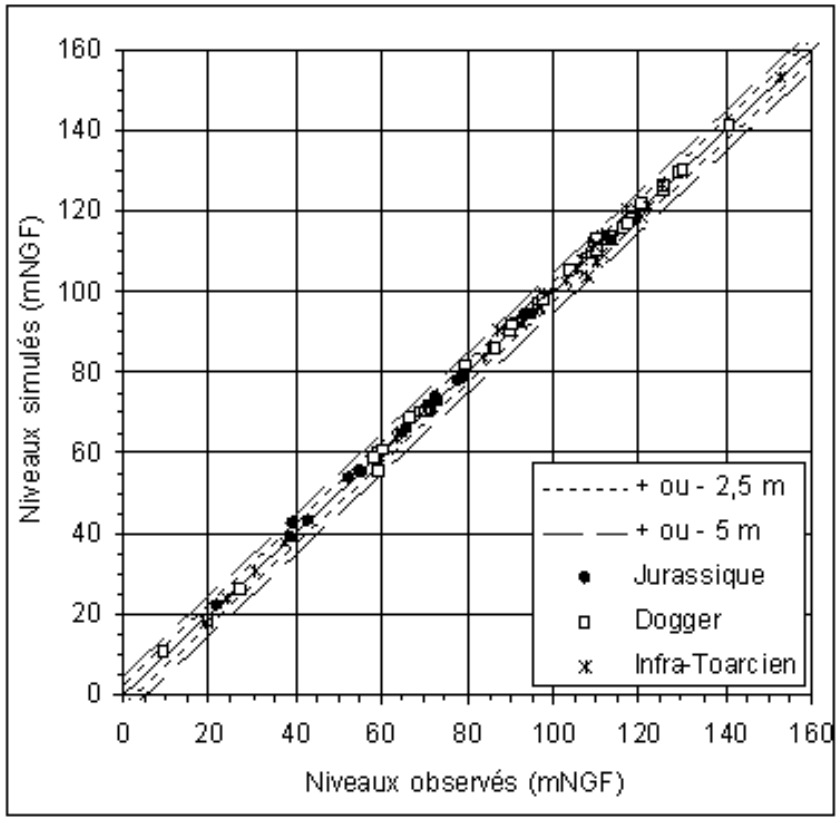


Moyenne des niveaux mesurés/moyenne des niveaux simulés pour la période 2000-2007



Moyenne des niveaux mesurés /moyenne des niveaux simulés - période juillet-août (2000-2007)

Géosciences pour une Terre durable
brgm



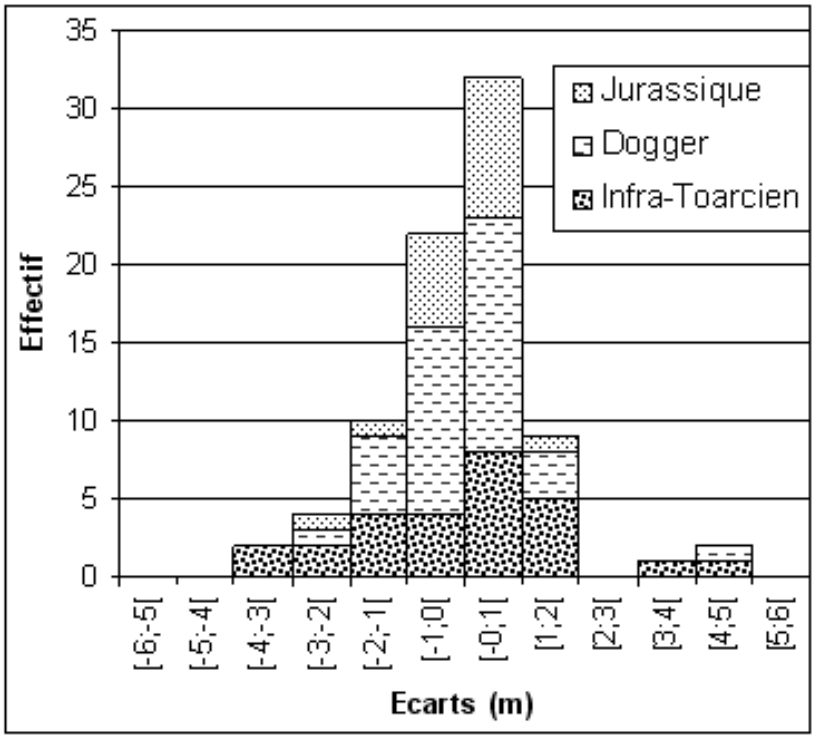


Figure 6 – diagrammes de dispersion et histogramme de distribution des écarts entre valeurs moyennes simulées et valeurs moyennes observées pour l'ensemble du modèle hors bassin versant du Marais-Poitevin