

SENSIBILISATION AUX EAUX SOUTERRAINES



Sandra BERANGER – 15 octobre 2018
Contact : s.beranger@brgm.fr



« Les eaux souterraines ne constituent ni une composante exceptionnelle du cycle de l'eau, ni une ressource indépendante des autres ressources en eau.

Elles justifient néanmoins une approche et un effort de compréhension particuliers, car l'écart est encore trop important entre ce qu'en savent des millions de personnes et l'usage qu'ils en font »



Jean MARGAT

Les eaux souterraines dans le monde
(UNESCO/BRGM, 2008)





INTRODUCTION

CONTEXTE DE LA JOURNÉE (1)

- **Cadre :**
 - préparation à la consultation des MISEN sur l'Etat des lieux DCE 2019 et à l'élaboration des PAOT (Plans d'actions opérationnels territorialisés de la DCE)
- **Objectifs pour les eaux souterraines:**
 - améliorer la prise en compte des eaux souterraines pendant la consultation et être en capacité de formuler des avis
 - identifier des actions PAOT eaux souterraines



INTRODUCTION

CONTEXTE DE LA JOURNÉE (2)

- **Mise en place d'un dispositif d'accompagnement sous forme d'ateliers de sensibilisation aux eaux souterraines qui visent à**
 - Mieux connaître les grands principes de fonctionnement des eaux souterraines
 - Prendre connaissance des référentiels concernant les eaux souterraines
 - Présenter des problématiques liées aux eaux souterraines (relation nappes-rivière, réseaux de surveillance, gestion quantitative de la ressource, vulnérabilité de la ressource..) et suggérer des actions qui pourraient être intégrées dans les PAOT



PROGRAMME DE LA JOURNÉE

Les grands principes de fonctionnement des eaux souterraines

- Les eaux souterraines dans le grand cycle de l'eau
- Les grands ensembles hydrogéologiques du bassin Adour-Garonne
- Les référentiels hydrogéologiques BD-LISA et masses d'eau
- Le fonctionnement des relations nappe-rivière

Pause déjeuner

Surveillance, gestion, vulnérabilité et transfert de polluants

- Comment les eaux souterraines sont-elles surveillées ?
- L'accès aux chroniques piézométriques et qualité
- La gestion quantitative sur un exemple de territoire
- La vulnérabilité des nappes d'eau souterraine

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



5



PREMIÈRE PARTIE

LES GRANDS PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT DES EAUX SOUTERRAINES



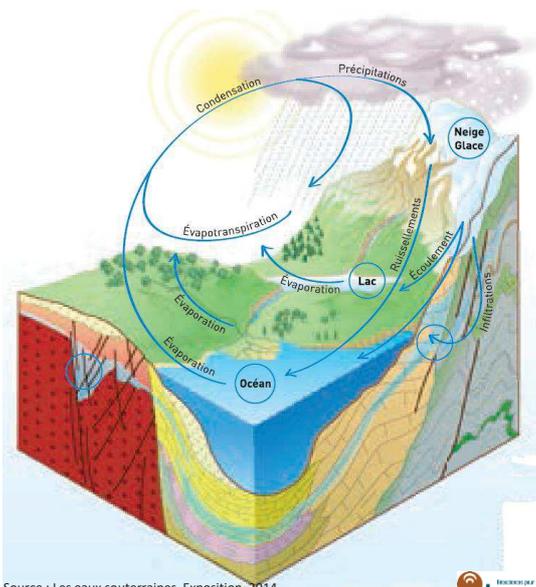


LES EAUX SOUTERRAINES DANS LE GRAND CYCLE DE L'EAU



LES EAUX SOUTERRAINES DANS LE GRAND CYCLE DE L'EAU

- **Cycle de l'eau** = échange permanent de l'eau entre océans, eaux continentales, atmosphère et biosphère.
- **Echanges** :
 - Dans l'atmosphère où l'eau circule sous forme de vapeur
 - Sur terre où l'eau s'écoule en surface ou sous terre



Source : Les eaux souterraines. Exposition. 2014

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

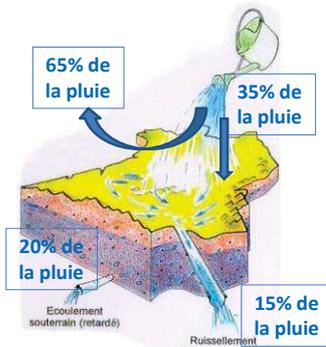


8



L'EAU SOUTERRAINE EST ALIMENTÉE PAR LA PLUIE

QUELQUES CHIFFRES



Adapté de Marchet P., 2017. L'eau souterraine comment ça marche. Chambre d'agriculture Midi-Pyrénées.

- **A l'échelle mondiale, cycle de l'eau : 43 000 milliards de m³**
 - 12 000 milliards de m³ d'eau souterraine circulent dans les aquifères
 - 9/10^{ème} aboutissent dans les cours d'eau,
 - 1/10^{ème} rejoint directement la mer.
- **Eaux souterraines = 30% des réserves mondiales d'eau douce**
- **A l'échelle de la France :**
 - Stock d'eau souterraine = 1000 milliards de m³
 - Volume d'eau renouvelable = 200 milliards de m³
 - 80 milliards de m³ ruissellent
 - 120 milliards de m³ s'infiltrent
 - Pluie = 500 milliards de m³ / an

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



9



L'EAU SOUTERRAINE EST ALIMENTÉE PAR LA PLUIE

LA RECHARGE

- **Recharge** = quantité d'eau qui rejoint l'aquifère et participe à son renflouement.
- **Origine de la recharge d'un aquifère :**
 - Apport direct par les précipitations (pluie efficace),
 - Apports indirects par :
 - Les eaux de surface,
 - Les eaux provenant d'autres aquifères.

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



10



L'EAU SOUTERRAINE EST ALIMENTÉE PAR LA PLUIE

DURÉE DES PHASES DU CYCLE DE L'EAU

- Temps de résidence moyens :
 - Entre la pluie et l'océan (les **cours d'eau**) :
quelques jours à quelques semaines
 - Entre la pluie et les nappes (**recharge-infiltration**) :
quelques heures à quelques mois
 - Entre les nappes et les sources (**écoulement souterrain**) :
quelques années à quelques siècles, voire millénaires.

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



11



COMMENT L'EAU CIRCULE-T-ELLE DANS LE SOUS-SOL ?

COMMENT L'EAU DE PLUIE S'INFILTRE-T-ELLE ?

- Elle utilise les « vides » (= les pores) et les fissures des roches = la **porosité**



- Une roche peut être très poreuse sans laisser l'eau circulée



- Exemple : l'argile : 50% de porosité totale ; 0 à 5 % de porosité « efficace »

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



12



L'EAU SOUTERRAINE, DE L'EAU CONTENUE DANS LES ROCHES

- Diversité de roches réservoirs, ou d'**aquifères**, diversité de climats, diversité de reliefs



Grande variété de nappes d'eau souterraine

- En taille
- En profondeur
- En comportement

- **Nappe d'eau souterraine** = eau contenue dans les pores ou les fissures des roches saturées par les eaux de pluie qui se sont infiltrées.

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

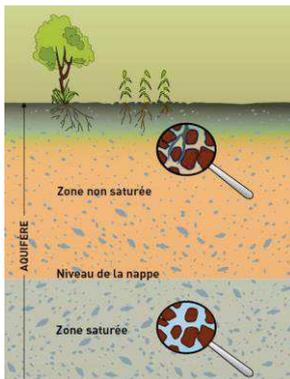


13



L'EAU SOUTERRAINE, DE L'EAU CONTENUE DANS LES ROCHES

LES AQUIFÈRES



Source : Les eaux souterraines. Exposition. 2014

- **Aquifère** : roche réservoir perméable qui permet l'écoulement d'une nappe d'eau souterraine et le captage d'une quantité d'eau appréciable (exploitable)
- **Zone non-saturée** : les espaces entre les grains de roche dans remplis par de l'eau ou de l'air.
- **Zone saturée** : les espaces sont comblés par de l'eau.

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



14



LES GRANDS ENSEMBLES HYDROGÉOLOGIQUES DU BASSIN ADOUR-GARONNE



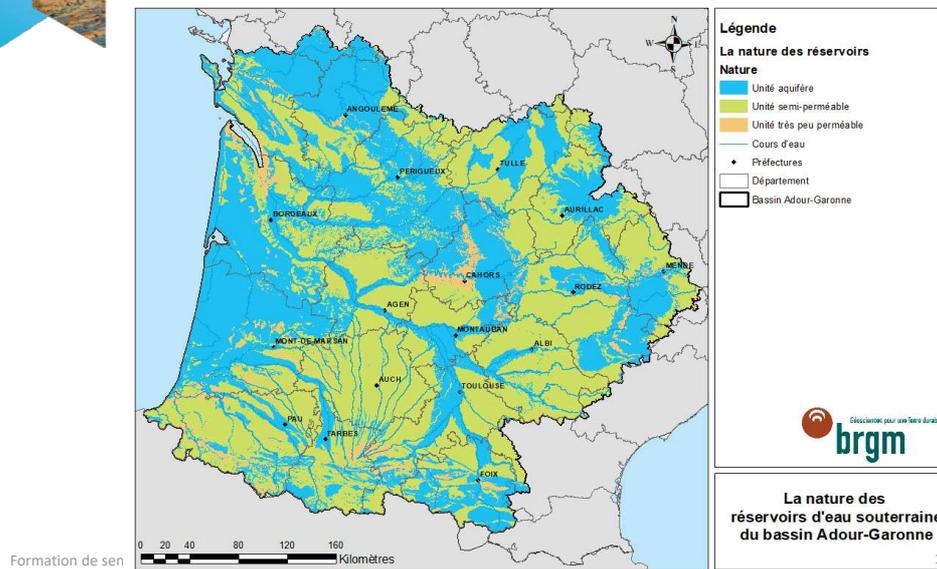
UNE GRANDE VARIÉTÉ DE RÉSERVOIRS D'EAU SOUTERRAINE DIFFÉRENTES FAÇONS DE LES CLASSER

- Chaque réservoir peut être caractérisé de différentes façons :
 - Ses potentialités aquifères
 - La présence ou non d'une nappe, qui peut être libre et/ou captive
 - Le type de formation géologique « encaissante »
 - Son type de porosité



UNE GRANDE VARIÉTÉ DE RÉSERVOIRS D'EAU SOUTERRAINE

LES AQUIFÈRES EN SURFACE



Formation de sen



UNE GRANDE VARIÉTÉ DE RÉSERVOIRS D'EAU SOUTERRAINE

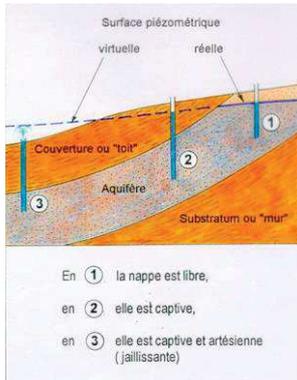
DIFFÉRENTES FAÇONS DE LES CLASSER

- Chaque réservoir peut être caractérisé de différentes façons :
 - Ses potentialités aquifères
 - La présence ou non d'une nappe, qui peut être libre et/ou captive
 - Le type de formation géologique « encaissante »
 - Son type de porosité

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



COMMENT L'EAU CIRCULE-T-ELLE DANS LE SOUS-SOL ?



Source : Bardeau M., Allier D. Formation à l'hydrogéologie pour les services de l'Etat. Toulouse, 2014.

- **Nappe libre** : aquifère = zone saturée + zone non-saturée
- **Nappe captive** : aquifère = zone saturée (ouvrages éventuellement artésiens)
- **Aquifère multi-couches** : aquifère constitué de plusieurs niveaux productifs superposés et éventuellement séparés par des épontes semi-perméables

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



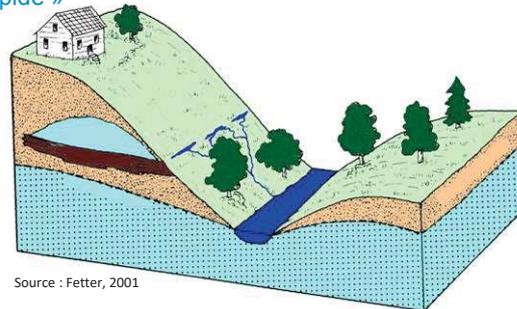
19



NAPPE LIBRE

Nappe libre :

- nappe dont la surface piézométrique est à l'équilibre avec la pression atmosphérique
- Communique avec la surface
- Généralement peu profonde
- L'eau percole jusqu'à la nappe et le niveau augmente et baisse en fonction des précipitations
- Renouvellement « rapide »



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 20

Source : Fetter, 2001

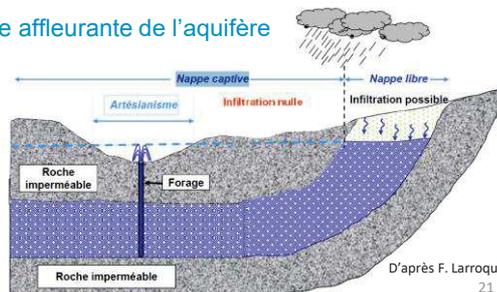
20



NAPPE CAPTIVE

Nappe captive :

- nappe dont la surface piézométrique est à une pression supérieure à la pression atmosphérique
- est comprise entre deux couches géologiques imperméables qui confinent l'eau sous pression. Celle-ci peut jaillir dans des forages dits artésiens.
- Est souvent profonde de quelques centaines de m voir plus
- Renouvellement lent
- Alimentation via la zone affleurante de l'aquifère

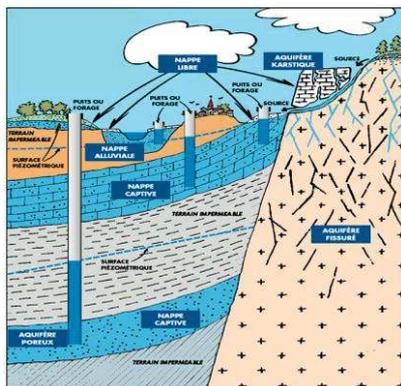


Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

D'après F. Larroque, EGID
21



AQUIFERES MULTI-COUCHES



Source : Bardeau M., Allier D. Formation à l'hydrogéologie pour les services de l'Etat. Toulouse, 2014.

- Dans un système multi-couches, les différents types d'aquifères se superposent et sont séparés par des **aquitards** (éponges)
- Les sources constituent les **émergences naturelles** de ces nappes tandis que les pompages en forages ou dans les puits sont des **émergences artificielles**.

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



22



UNE GRANDE VARIÉTÉ DE RÉSERVOIRS D'EAU SOUTERRAINE DIFFÉRENTES FAÇONS DE LES CLASSER

- Chaque réservoir peut être caractérisé de différentes façons :
 - Ses potentialités aquifères
 - La présence ou non d'une nappe, qui peut être libre et/ou captive
 - Le type de formation géologique « encaissante »
 - Son type de porosité

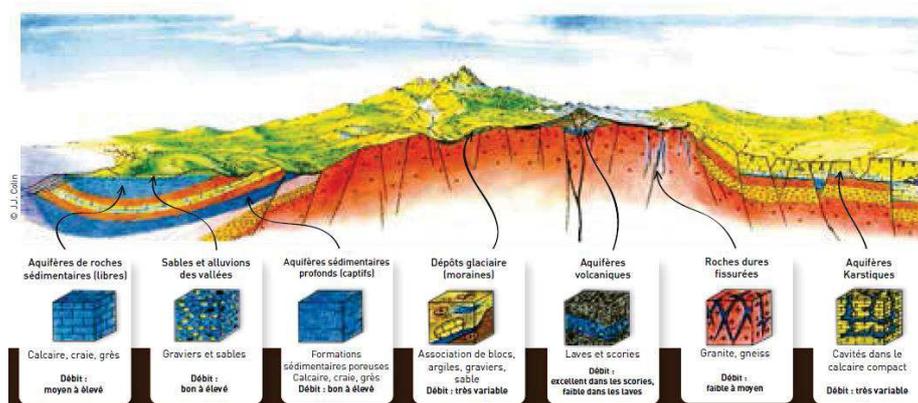
Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



23



UNE GRANDE VARIÉTÉ DE RÉSERVOIRS D'EAU SOUTERRAINE



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



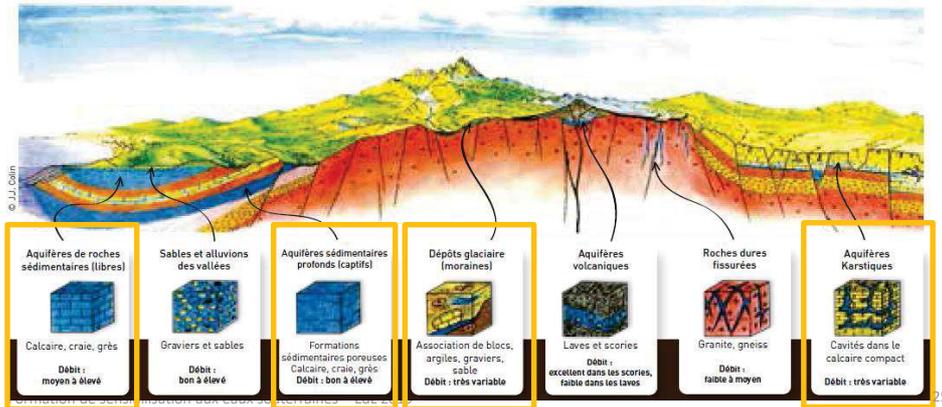
24



UNE GRANDE VARIÉTÉ DE RÉSERVOIRS D'EAU SOUTERRAINE

AQUIFÈRES DE ROCHES SÉDIMENTAIRES

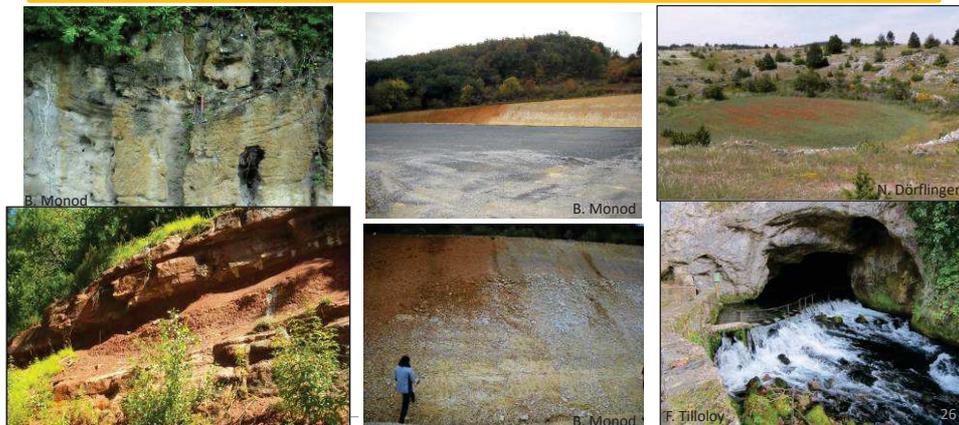
Aquifères de roches sédimentaires : composés de roches sédimentaires (calcaire, grès, sable, craie), ils caractérisent les dépôts en couches, dépôts qui peuvent avoir été morcelés voire déformés dans les chaînes de montagne.



UNE GRANDE VARIÉTÉ DE RÉSERVOIRS D'EAU SOUTERRAINE

AQUIFÈRES DE ROCHES SÉDIMENTAIRES

Aquifères de roches sédimentaires : composés de roches sédimentaires (calcaire, grès, sable, craie), ils caractérisent les dépôts en couches, dépôts qui peuvent avoir été morcelés voire déformés dans les chaînes de montagne.

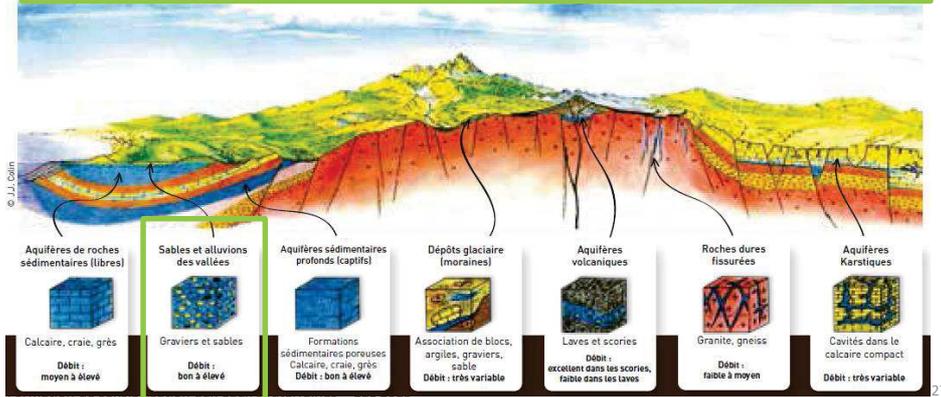




UNE GRANDE VARIÉTÉ DE RÉSERVOIRS D'EAU SOUTERRAINE

AQUIFÈRES ALLUVIAUX

Aquifères alluviaux : constitués de matériaux déposés par les cours d'eau dans leurs vallées (sables et graviers, intercalés dans des limons fins). Ces nappes en relation avec les eaux de surface servent souvent de relais aux grandes nappes libres qui s'écoulent vers les points bas que sont les vallées.



UNE GRANDE VARIÉTÉ DE RÉSERVOIRS D'EAU SOUTERRAINE

AQUIFÈRES ALLUVIAUX

Aquifères alluviaux : constitués de matériaux déposés par les cours d'eau dans leurs vallées (sables et graviers, intercalés dans des limons fins). Ces nappes en relation avec les eaux de surface servent souvent de relais aux grandes nappes libres qui s'écoulent vers les points bas que sont les vallées.

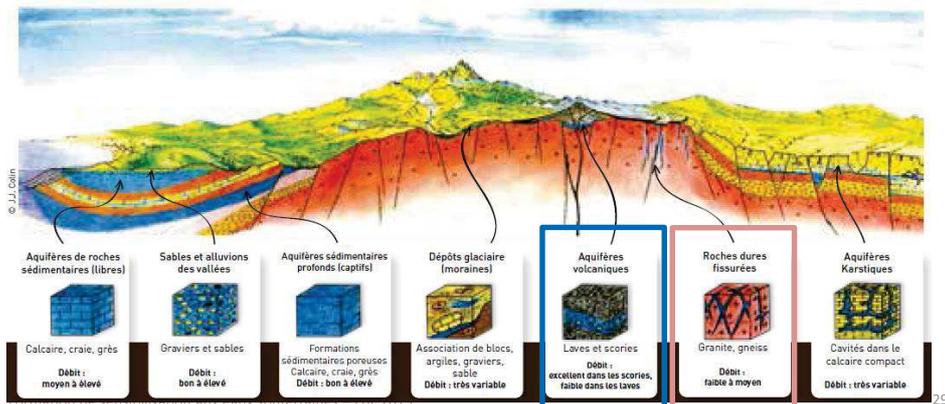




UNE GRANDE VARIÉTÉ DE RÉSERVOIRS D'EAU SOUTERRAINE

AQUIFÈRES DE ROCHES CRISTALLINES ET VOLCANIQUES

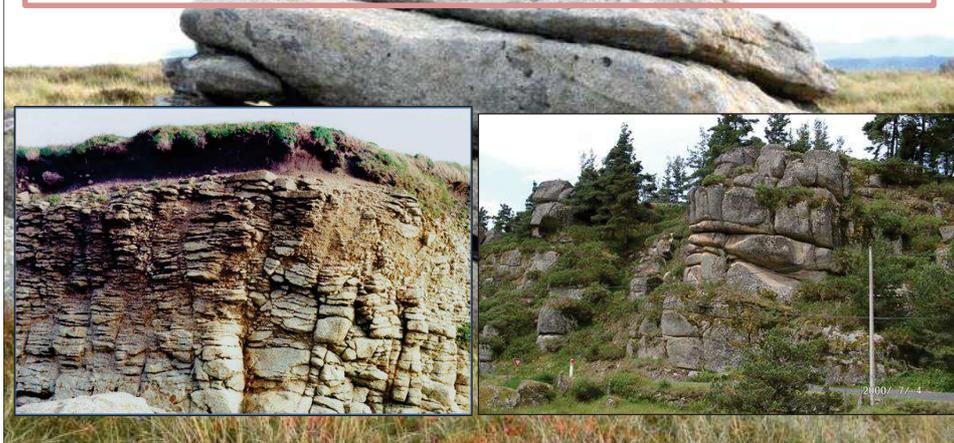
Aquifères de roches cristallines (granite, gneiss,...) et volcaniques (laves, scories) : ils stockent l'eau dans les fissures et les sables issus de l'altération du granite (arènes). Ils abritent de petites nappes et sont fréquents dans le Massif Central, par exemple.



UNE GRANDE VARIÉTÉ DE RÉSERVOIRS D'EAU SOUTERRAINE

AQUIFÈRES DE ROCHES CRISTALLINES ET VOLCANIQUES

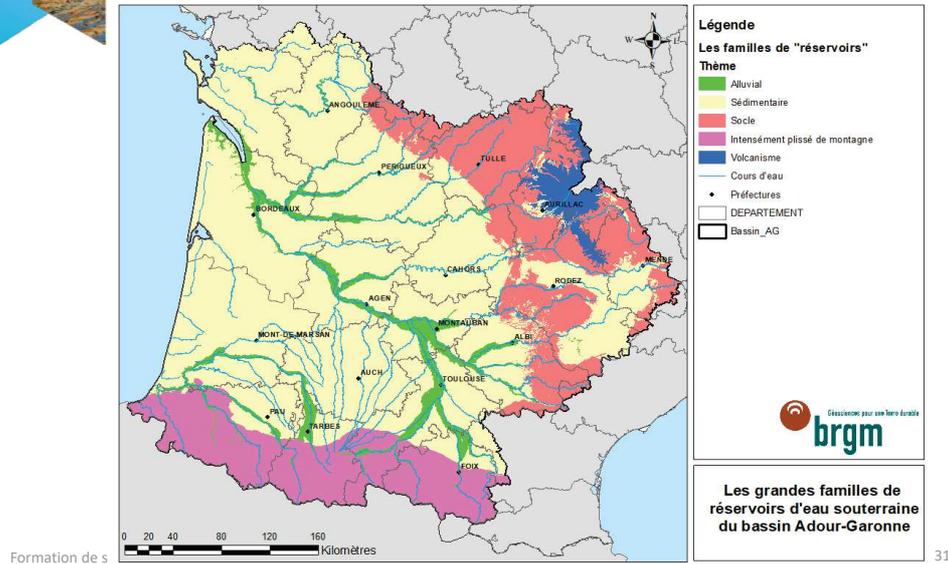
Aquifères de roches cristallines (granite, gneiss,...) et volcaniques (laves, scories) : ils stockent l'eau dans les fissures et les sables issus de l'altération du granite (arènes). Ils abritent de petites nappes et sont fréquents dans le Massif Central, par exemple.





UNE GRANDE VARIÉTÉ DE RÉSERVOIRS D'EAU SOUTERRAINE

LES GRANDES FAMILLES DE RÉSERVOIRS



UNE GRANDE VARIÉTÉ DE RÉSERVOIRS D'EAU SOUTERRAINE

DIFFÉRENTES FAÇONS DE LES CLASSER

- Chaque réservoir peut être caractérisé de différentes façons :
 - Ses potentialités aquifères
 - La présence ou non d'une nappe, qui peut être libre et/ou captive
 - Le type de formation géologique « encaissante »
 - Son type de porosité

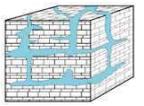
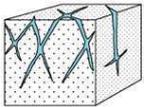
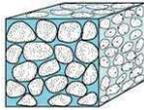


UNE GRANDE VARIÉTÉ DE RÉSERVOIRS D'EAU SOUTERRAINE

LES GRANDS TYPES DE RÉSERVOIRS

• 2 propriétés :

- La **porosité** (pourcentage de vides dans la roche)
- La **perméabilité** (capacité à faire circuler l'eau)



répartissent les réservoirs en 3 types :

- **Poreux** : l'eau s'accumule et s'écoule dans les interstices de la roche, meuble (sable, graviers) ou consolidée (grès, craie).

- **Fissuré** : les roches cristallines, les laves, les calcaires non karstifiés... sont très peu poreux. L'eau est contenue et circule dans les failles ou les fissures de la roche

- **Karstique** : les terrains calcaires ou crayeux sont organisés en un réseau de drainage souterrain dont une partie des vides, élargis par la dissolution, peut atteindre la taille de gouffres et de cavernes.

Adapté de Marchet P., 2017. L'eau souterraine comment ça marche. Chambre d'agriculture Midi-Pyrénées.

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

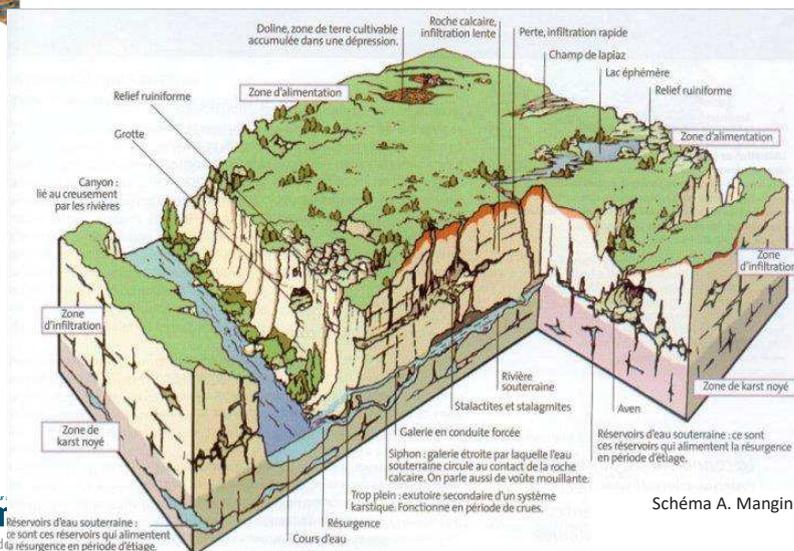


33



UNE GRANDE VARIÉTÉ DE RÉSERVOIRS D'EAU SOUTERRAINE

LES RÉSERVOIRS KARSTIQUES



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

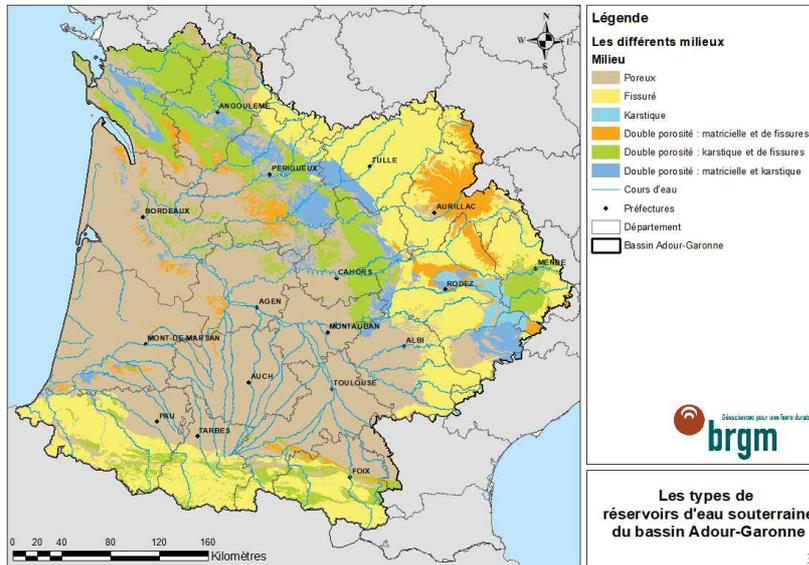
Schéma A. Mangin

34



UNE GRANDE VARIÉTÉ DE RÉSERVOIRS D'EAU SOUTERRAINE

LES TYPES DE RÉSERVOIRS



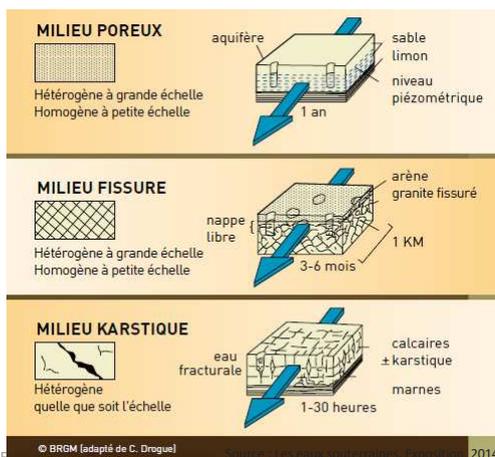
Formation de sen



UNE GRANDE VARIÉTÉ DE RÉSERVOIRS D'EAU SOUTERRAINE

LA VITESSE D'ÉCOULEMENT

- La vitesse d'écoulement est liée à la perméabilité de l'aquifère :



Quelques années en alluvions et en milieu poreux

Quelques mois en milieu fissuré

Quelques jours, voire quelques heures en milieu karstique



36



LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES





LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES

BD-LISA

- BD-LISA = Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères
- Décrit le territoire français avec 3 niveaux de détail emboîtés :

Niveau 1

Grand système aquifère

Grand domaine hydrogéologique

Niveau 2

Système aquifère

Domaine hydrogéologique

Niveau 3

Unité aquifère

Unité semi-perméable

Unité imperméable

Formation de sensibilisation

LS



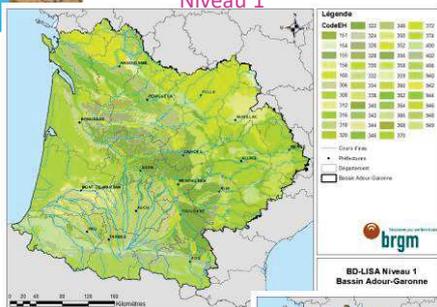
39



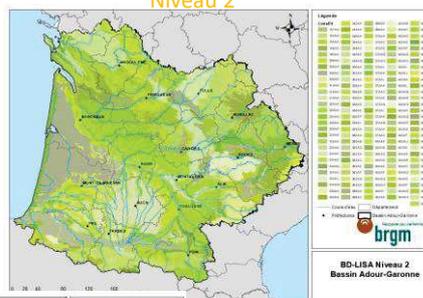
LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES

BD-LISA

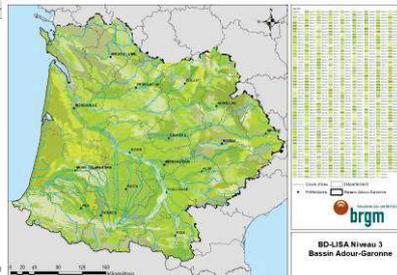
Niveau 1



Niveau 2



Niveau 3



Formation de sensibilisation aux eaux so



40



LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES

[BD-LISA](#)

- Décrit le territoire français avec 3 niveaux de détail emboîtés, y compris en profondeur :
 - Plus de 50 niveaux d'empilement fonction de la localisation
- Un site internet pour la visualiser ou la télécharger :

<https://bdlisa.eaufrance.fr/>



BDLISA : le référentiel hydrogéologique français.

La BDLISA (Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères) est un référentiel cartographique du Système d'Information sur l'Eau. Cette base de données classe le sol et les entités hydrogéologiques qui sont décrites selon différentes propriétés : aquifère ou imperméable, écoulement libre ou captif, milieu poreux, fracture, karstique...

brgm

41

Formation de sen



LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES

[BD-LISA](#)

- Décrit les entités hydrogéologiques en 5 thèmes, correspondant à 5 grands types de formations géologiques :
 - **Le sédimentaire**
 - **Le socle**
 - **L'alluvial**
 - **Le volcanisme**
 - **Les formations intensément plissées.**
- Chaque entité est :
 - Délimitée à une certaine échelle géographique : le « **niveau** »
 - Rattachée à une type de formation géologique : le « **thème** »,
 - Définie par ses potentialités aquifères : la « **nature** »,
 - Caractérisée par un type de porosité : le « **milieu** »,
 - Caractérisée par la présence ou non d'une nappe, qui peut être libre et/ou captive : « **l'état** ».

brgm

42

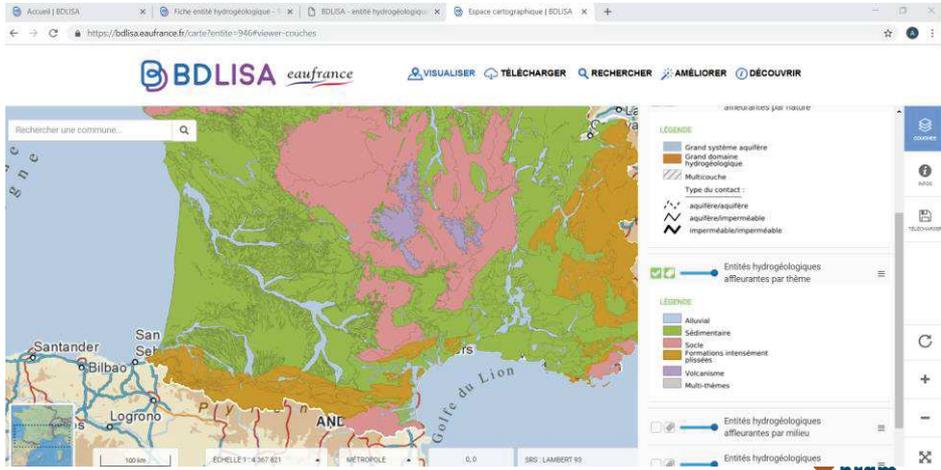
Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES

[BD-LISA](#)

- Visualisateur cartographique



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



43



LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES

[BD-LISA](#)

- Des fiches téléchargeables par entité

Code de l'Entité Hydrogéologique nationale : 946
Nom de l'Entité Hydrogéologique : Alluvions de la vallée de la Garonne

Caractéristiques de l'entité
 Nature : 1 Grand système aquifère
 Etat : 3 Entité hydrogéologique à partiel
 Thème : 1 Géologique
 Type de milieu : 1 Porosité
 Origine de la construction : 4 Partagées par héritage
Evolution entre la BD-LISA V1 et la V2 :
 Type de modification : Information ajoutée par les entités de niveau 1 associées

Code de l'Entité Hydrogéologique nationale : 334
Nom de l'Entité Hydrogéologique : Formations variées paléo-écènes du Bassin aquitain jusqu'au Bassin de Carcassonne

Caractéristiques de l'entité
 Nature : 1 Grand système aquifère
 Etat : 1 Sans objet
 Thème : 2 Sédimentaire
 Type de milieu : 1 Sans objet
 Origine de la construction : 4 Partagées par héritage
Evolution entre la BD-LISA V1 et la V2 :
 Type de modification : Information ajoutée par les entités de niveau 1 associées

Représentation de l'entité

Ordre 1
Ordre 2
Ordre 3
Ordre 4-5
Ordre 6-10
Ordre 11-20
Ordre 21+

Les entités hydrogéologiques associées sont rattachées à cette entité nationale

334A1	Calcaires et marbres de l'Éocène moyen du sud du Bassin aquitain
334AC	Sables infra-molassiques de l'Éocène inférieur à moyen du sud du Bassin aquitain
334AE	Molasses et argiles de l'Éocène inférieur du Bassin aquitain
334AG	Calcaires, grès et sables de l'Éocène inférieur à moyen du nord du Bassin aquitain
334AH	Sables, grès et calcaires gréseux de l'Éocène inférieur basal du sud du Bassin aquitain
334AJ	Calcaires, grès et graviers du Paléocène et de l'Éocène inférieur et moyen de la bordure nord du bassin de Carcassonne
334AK	Calcaires thardiens du bassin de Carcassonne
334AM	Formations molassiques de l'Éocène du bassin de Carcassonne

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



44



LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES

BD-LISA

- Connaître l'empilement des couches au droit d'un point :

Exemple : Commune de
Terraube (Gers)

Affichage en fonction de la nature des E.H.
Aquifère / Semi-Perméable / Très peu perméable

Entités hydrogéologiques		
Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1
318AA03	318AA	318
322AA03	322AA	322
326AA05	326AA	326
330AA03	330AA	330
334AC03	334AC	334
334AG03	334AG	
338AA01	338AA	338
346AA05	346AA	346
358AE03	358AE	358
358AE05		
358AE07		
360AA07	360AA	360
362AA01	362AA	362
362AA02		
362AA03		
364AA01	364AA	364
366AA01	366AA	366

Affichage en fonction de l'état des E.H.
Libre / Captif / Parties L et C

Entités hydrogéologiques		
Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1
318AA03	318AA	318
322AA03	322AA	322
326AA05	326AA	326
330AA03	330AA	330
334AC03	334AC	334
334AG03	334AG	
338AA01	338AA	338
346AA05	346AA	346
358AE03	358AE	358
358AE05		
358AE07		
360AA07	360AA	360
362AA01	362AA	362
362AA02		
362AA03		
364AA01	364AA	364
366AA01	366AA	366

Affichage en fonction du milieu des E.H.
Poreux / Fissuré / Karstique

Entités hydrogéologiques		
Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1
318AA03	318AA	318
322AA03	322AA	322
326AA05	326AA	326
330AA03	330AA	330
334AC03	334AC	334
334AG03	334AG	
338AA01	338AA	338
346AA05	346AA	346
358AE03	358AE	358
358AE05		
358AE07		
360AA07	360AA	360
362AA01	362AA	362
362AA02		
362AA03		
364AA01	364AA	364
366AA01	366AA	366

Affichage en fonction du thème des E.H.
Sédimentaire

Entités hydrogéologiques		
Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1
318AA03	318AA	318
322AA03	322AA	322
326AA05	326AA	326
330AA03	330AA	330
334AC03	334AC	334
334AG03	334AG	
338AA01	338AA	338
346AA05	346AA	346
358AE03	358AE	358
358AE05		
358AE07		
360AA07	360AA	360
362AA01	362AA	362
362AA02		
362AA03		
364AA01	364AA	364
366AA01	366AA	366

Note : E.H. = Entité hydrogéologique
Formation de sens



LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES

BD-LISA

- Connaître l'empilement des couches au droit d'un point :

Exemple : Commune de
Castres (Tarn)

Affichage en fonction de la nature des E.H.
Aquifère / Semi-Perméable / Très peu perméable

Entités hydrogéologiques		
Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1
946AE09	946AE	946
330AA03	330AA	330
332AA05	332AA	332

Affichage en fonction de l'état des E.H.
Libre / Captif / Parties L et C

Entités hydrogéologiques		
Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1
946AE09	946AE	946
330AA03	330AA	330
332AA05	332AA	332

Affichage en fonction du milieu des E.H.
Poreux / Fissuré / Karstique

Entités hydrogéologiques		
Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1
946AE09	946AE	946
330AA03	330AA	330
332AA05	332AA	332

Affichage en fonction du thème des E.H.
Alluvial / Sédimentaire

Entités hydrogéologiques		
Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1
946AE09	946AE	946
330AA03	330AA	330
332AA05	332AA	332

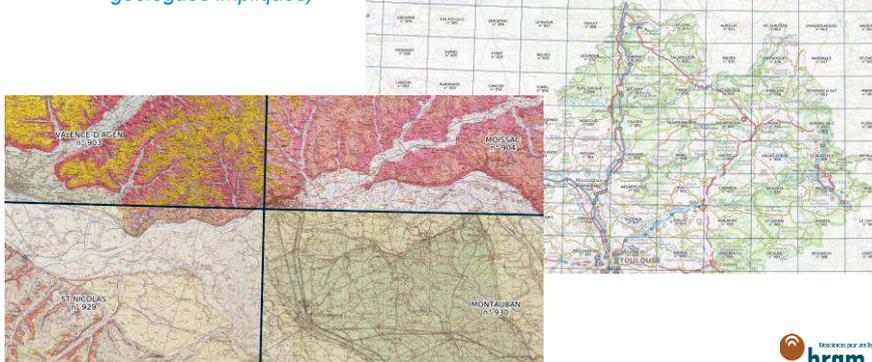
- Attention: ne gère pas (encore) les épaisseurs des couches (pas connues partout...)



LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES

BD-LISA

- S'appuie sur la carte géologique de la France à 1 / 50 000, achevée en 2011
(programme de 70 ans ; 1060 cartes couvrant le territoire national ; 3000 géologues impliqués)



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



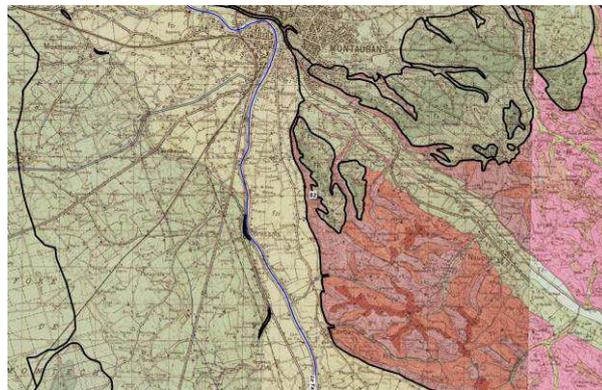
47



LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES

BD-LISA

- Sélectionne les contours utiles à l'hydrogéologie au niveau de détail utile au niveau 3



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



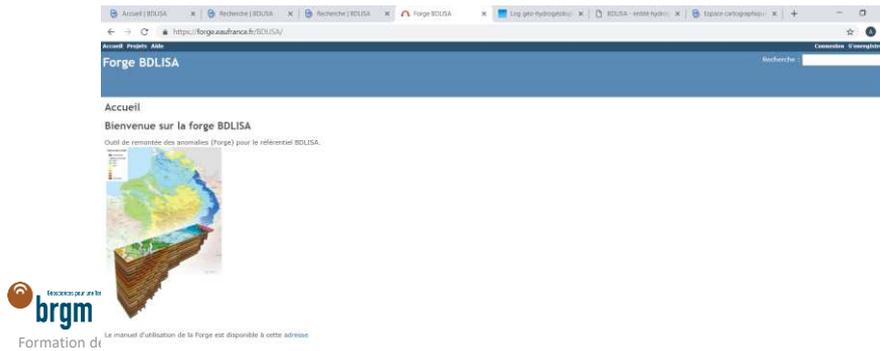
48



LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES

BD-LISA

- Première version : Septembre 2012
- Amélioration « en continu » grâce à l'**outil Forge** (<https://forge.eaufrance.fr/BDLISA/>)
- Dernière version en date : **version 2**, parue début 2018.



49



LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES

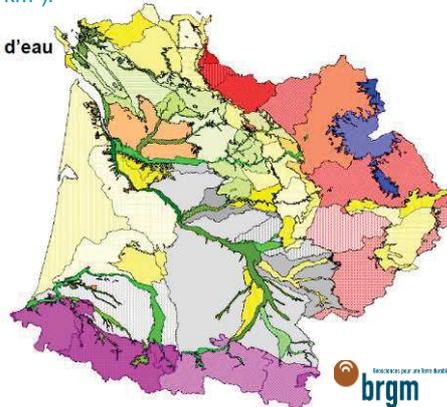
MASSE D'EAU

- La **masse d'eau** = découpage territorial élémentaire des milieux aquatiques destinée à être l'unité d'évaluation de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE).
- Une masse d'eau souterraine se définit comme « un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou plusieurs aquifères »
- En 2004, consigne : environ 100 masses d'eau pour le bassin, avec une taille unitaire significative (> 300 km²).

Référentiel de
2016-2021
105 masses d'eau

Types de masses d'eau (couleur dominante)

- Socle
- Intensément plissé
- Edifice Volcanique
- Alluvions
- Imperméable localement aquifère
- Dominante Sédimentaire



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines

50



LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES

MASSE D'EAU

- En 2017, possibilité de réviser ce référentiel.
- Révision des masses d'eau pour les utiliser dans l'état des lieux DCE 2018, en s'appuyant sur les contours BD-LISA v2
- Constituera le **nouveau référentiel officiel des masses d'eau en 2022**
- Constitué de **144 masses d'eau** :
 - 116 masses d'eau libres
 - 28 masses d'eau captives
 - 21 masses d'eau affleurantes captives

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



51

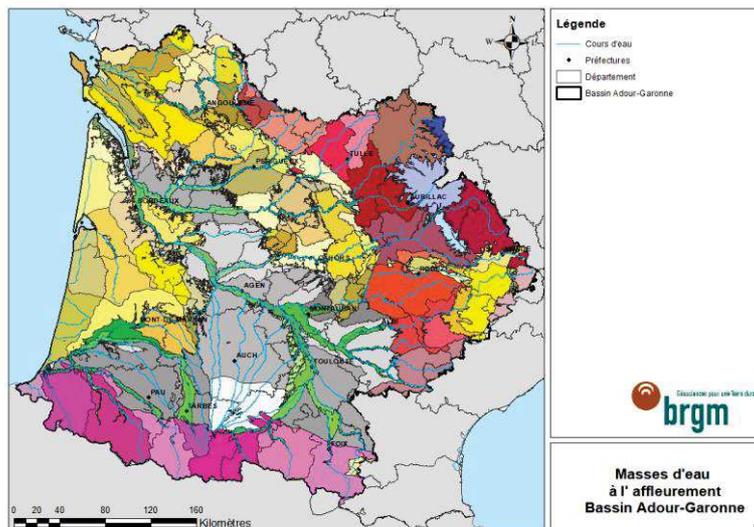


LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES

LES MASSES D'EAU LIBRES

Type de MESO
(couleur dominante)

	Socle
	Intensément plissé
	Edifice Volcanique
	Alluvions
	Imperméable localement aquifère
	Dominante Sédimentaire



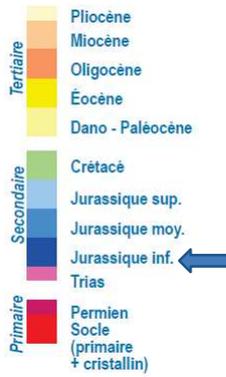
Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

52

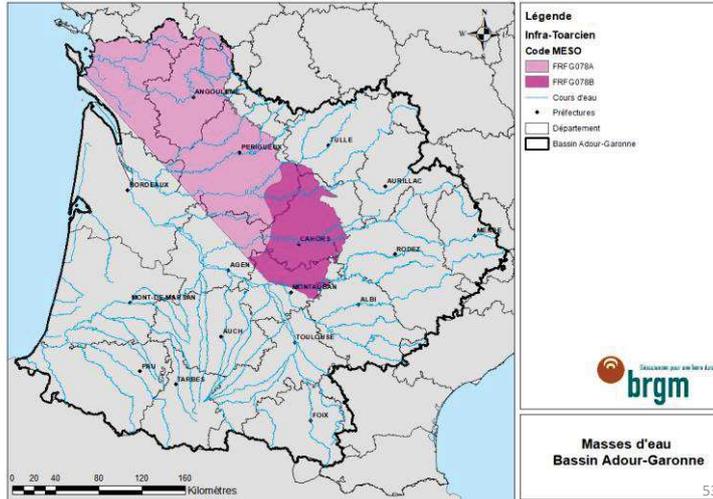


LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES

LES MASSES D'EAU CAPTIVES

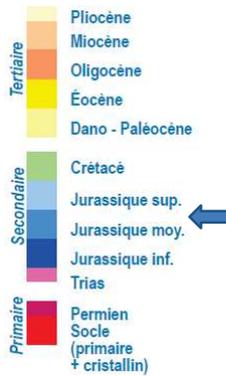


Formation de sensibilisation aux e

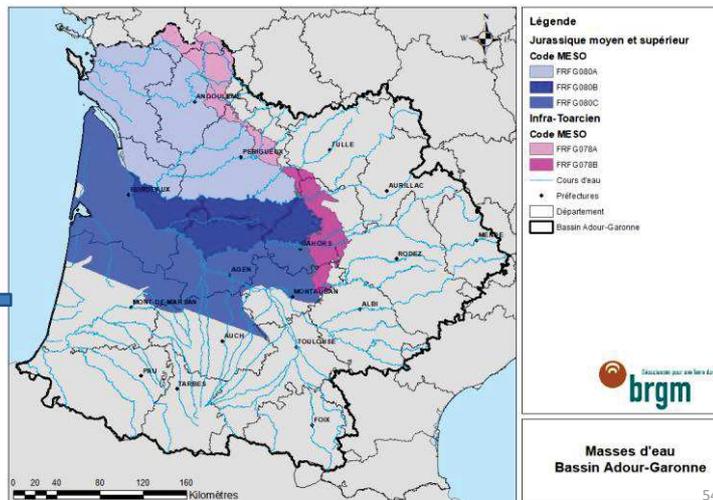


LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES

LES MASSES D'EAU CAPTIVES



Formation de sensibilisation aux e



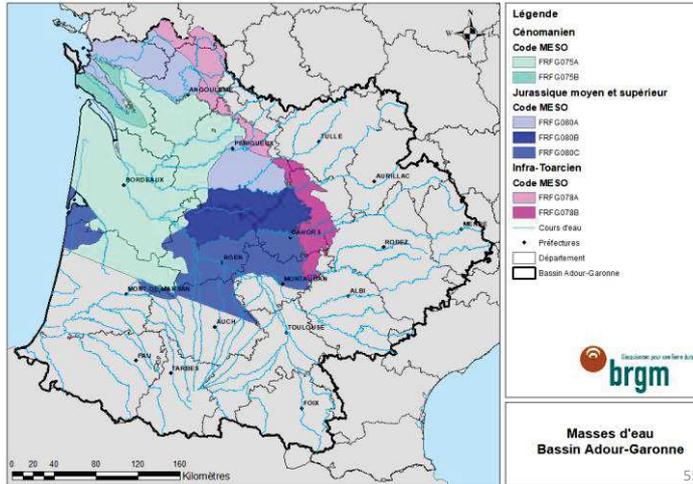


LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES

LES MASSES D'EAU CAPTIVES

- Tertiaire**
 - Pliocène
 - Miocène
 - Oligocène
 - Éocène
 - Dano - Paléocène
- Secondaire**
 - Crétacé
 - Jurassique sup.
 - Jurassique moy.
 - Jurassique inf.
 - Trias
- Primaire**
 - Permien
 - Socle (primaire + cristallin)

Formation de sensibilisation aux eau

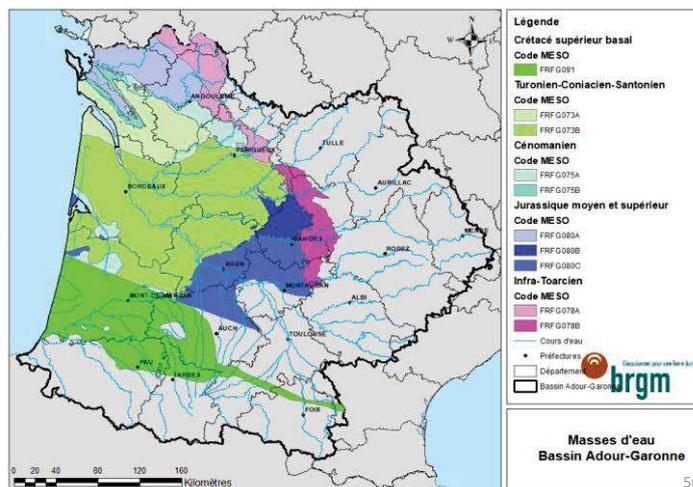


LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES

LES MASSES D'EAU CAPTIVES

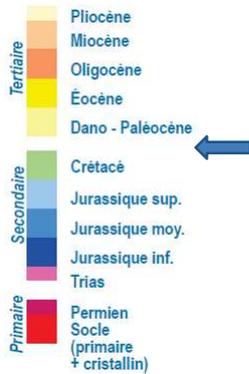
- Tertiaire**
 - Pliocène
 - Miocène
 - Oligocène
 - Éocène
 - Dano - Paléocène
- Secondaire**
 - Crétacé
 - Jurassique sup.
 - Jurassique moy.
 - Jurassique inf.
 - Trias
- Primaire**
 - Permien
 - Socle (primaire + cristallin)

Formation de sensibilisation aux eau.

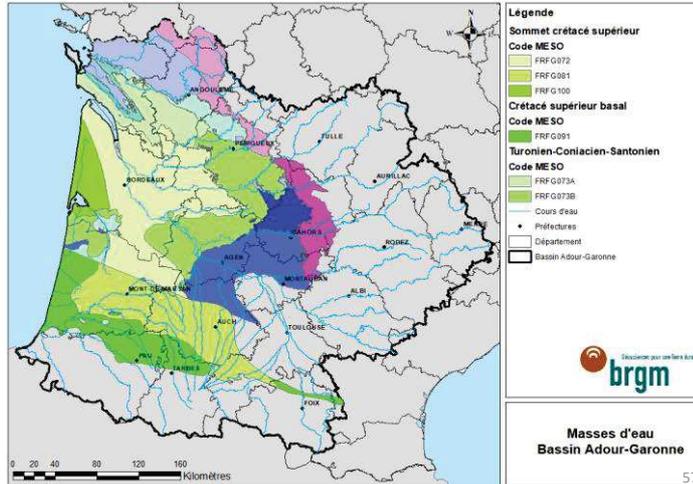




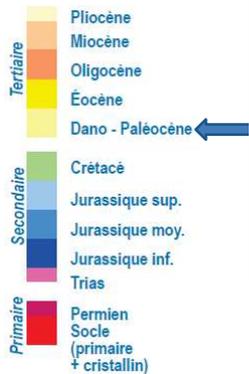
LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES LES MASSES D'EAU CAPTIVES



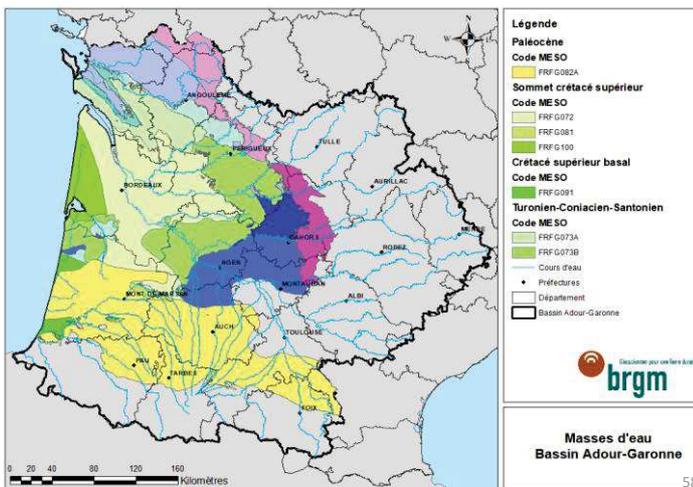
Formation de sensibilisation aux eau:



LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES LES MASSES D'EAU CAPTIVES



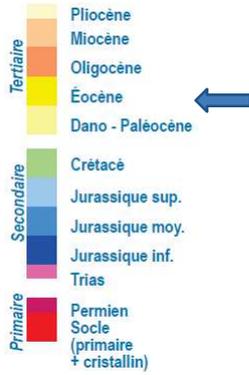
Formation de sensibilisation aux eau:



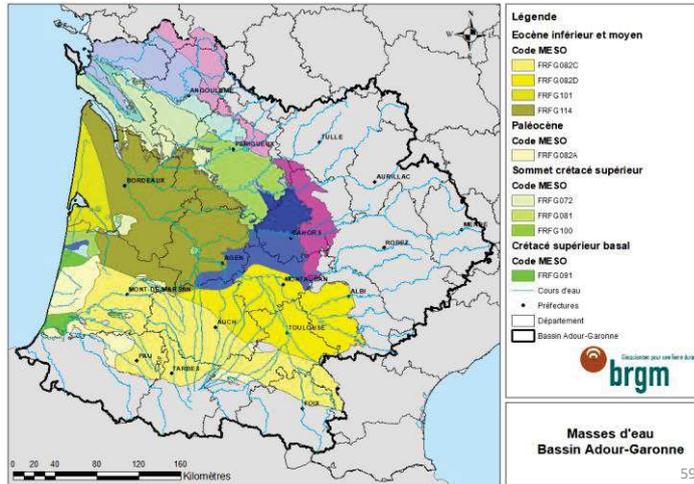


LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES

LES MASSES D'EAU CAPTIVES

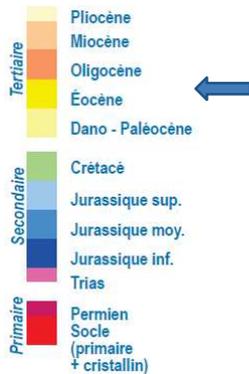


Formation de sensibilisation aux eau

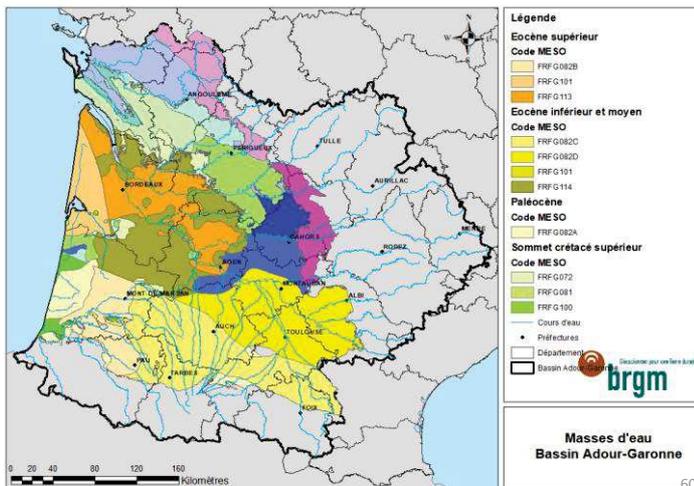


LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES

LES MASSES D'EAU CAPTIVES



Formation de sensibilisation aux eau

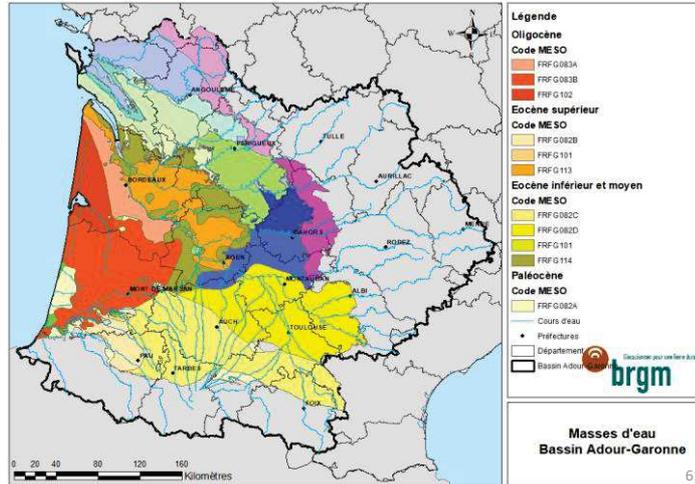




LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES LES MASSES D'EAU CAPTIVES

- Tertiaire**
 - Pliocène
 - Miocène
 - Oligocène
 - Éocène
 - Dano - Paléocène
- Secondaire**
 - Crétacé
 - Jurassique sup.
 - Jurassique moy.
 - Jurassique inf.
 - Trias
- Primaire**
 - Permien
 - Socle (primaire + cristallin)

Formation de sensibilisation aux eau



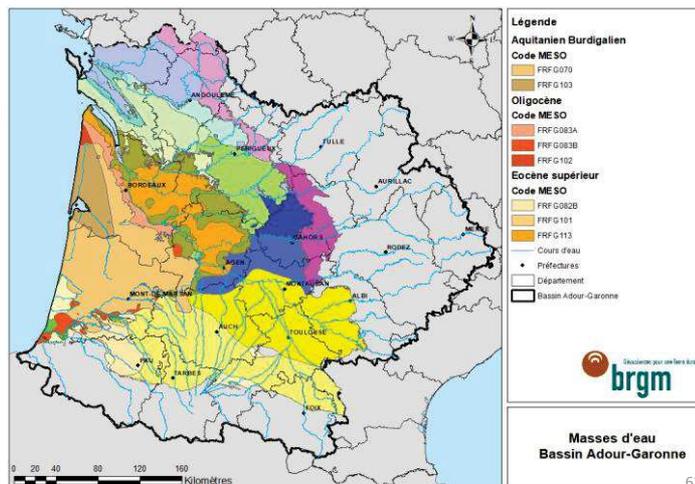
61



LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES LES MASSES D'EAU CAPTIVES

- Tertiaire**
 - Pliocène
 - Miocène
 - Oligocène
 - Éocène
 - Dano - Paléocène
- Secondaire**
 - Crétacé
 - Jurassique sup.
 - Jurassique moy.
 - Jurassique inf.
 - Trias
- Primaire**
 - Permien
 - Socle (primaire + cristallin)

Formation de sensibilisation aux eau



62

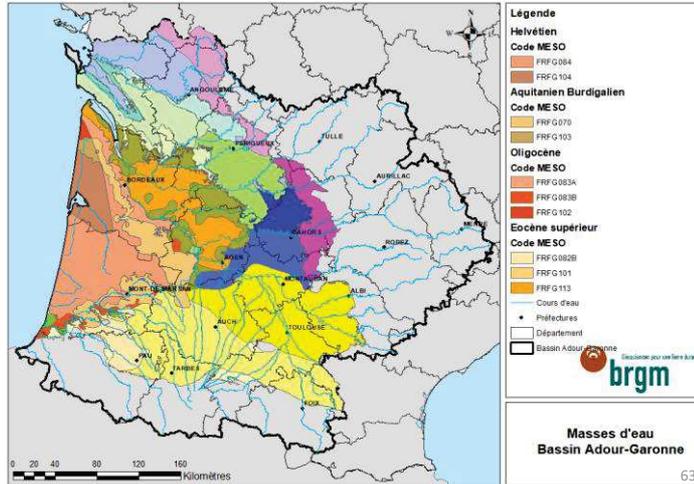


LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES

LES MASSES D'EAU CAPTIVES

- Tertiaire**
 - Pliocène
 - Miocène
 - Oligocène
 - Éocène
 - Dano - Paléocène
- Secondaire**
 - Crétacé
 - Jurassique sup.
 - Jurassique moy.
 - Jurassique inf.
 - Trias
- Primaire**
 - Permien
 - Socle (primaire + cristallin)

Formation de sensibilisation aux eau



Masses d'eau
Bassin Adour-Garonne

63

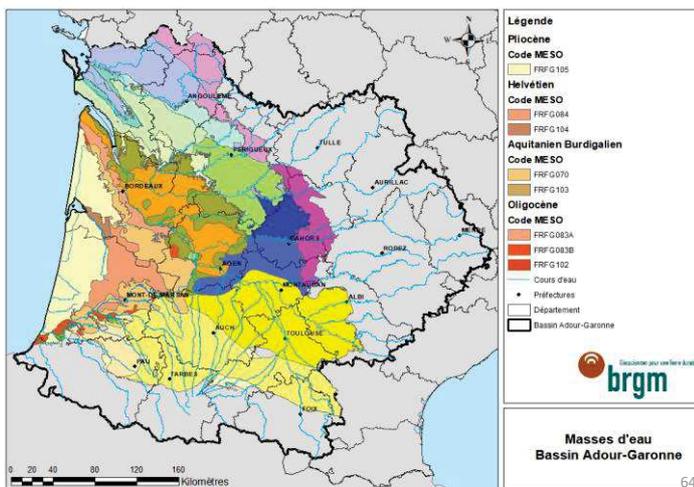


LES RÉFÉRENTIELS HYDROGÉOLOGIQUES

LES MASSES D'EAU CAPTIVES

- Tertiaire**
 - Pliocène
 - Miocène
 - Oligocène
 - Éocène
 - Dano - Paléocène
- Secondaire**
 - Crétacé
 - Jurassique sup.
 - Jurassique moy.
 - Jurassique inf.
 - Trias
- Primaire**
 - Permien
 - Socle (primaire + cristallin)

Formation de sensibilisation aux eau



Masses d'eau
Bassin Adour-Garonne

64



LES RELATIONS NAPPE-RIVIÈRE





LES RELATIONS NAPPE-RIVIÈRE

- Eaux souterraines – Eau de surface : 2 états du cycle de l'eau.
- Relations et interdépendance hydrologique étroite. Certains la considèrent comme une ressource unique (Castany, 1985).
- **Relations nappe-rivière** = échange d'eau, dans un sens ou dans l'autre entre eau souterraine et cours d'eau.

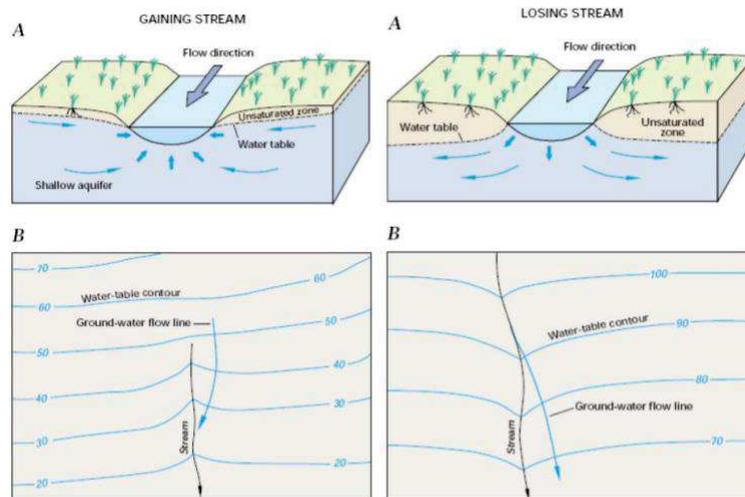
Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



67



LES RELATIONS NAPPE-RIVIÈRE



La nappe alimente la rivière

La rivière alimente la nappe



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

Source : Winter et al., 1998 et Rapport BRGM/RP-57044-FR



LES RELATIONS NAPPE-RIVIÈRE

LES FACTEURS HYDRODYNAMIQUES

- 3 cas de relations hydrodynamiques entre nappe et rivière :
 - La nappe est en relation avec la rivière et l'alimente ; le niveau piézométrique est supérieur à l'altitude du niveau d'eau en rivière ; la rivière constitue pour la nappe une limite imposée à condition de potentiel ;
 - La nappe est en relation avec la rivière et est alimentée par la rivière ; le niveau piézométrique est inférieur à l'altitude du niveau d'eau en rivière ; la rivière constitue pour la nappe une limite à condition de flux ;
 - Pas d'échange entre aquifère et rivière (domaine non aquifère ou aquifère avec des berges colmatées).
- Ces trois cas peuvent se rencontrer le long d'un même cours d'eau
- Pour une même portion de rivière, ces relations peuvent changer dans le temps en fonction des conditions hydrologiques et hydrogéologiques.
 - Par ex. : en état non influencé par des facteurs anthropiques (prélèvements), la nappe alimente la rivière à l'étiage et la rivière alimente la nappe en période de crue. Dans le cas de prélèvements importants en nappe, la rivière (et les zones humides associées) peut venir au contraire alimenter l'aquifère.

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



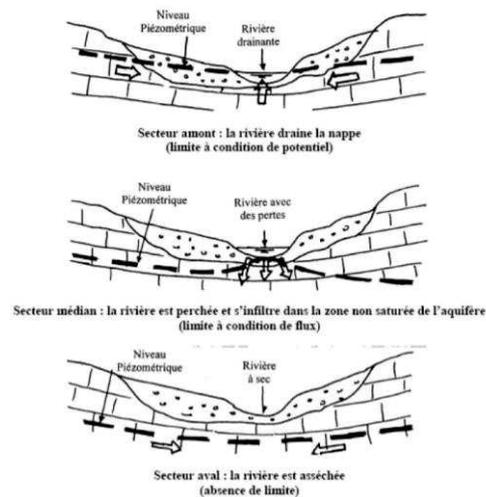
69



LES RELATIONS NAPPE-RIVIÈRE

LES FACTEURS HYDRODYNAMIQUES

Relation hydrodynamiques entre nappe et rivière : exemple de la Boutonne (Charente-Maritime)



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

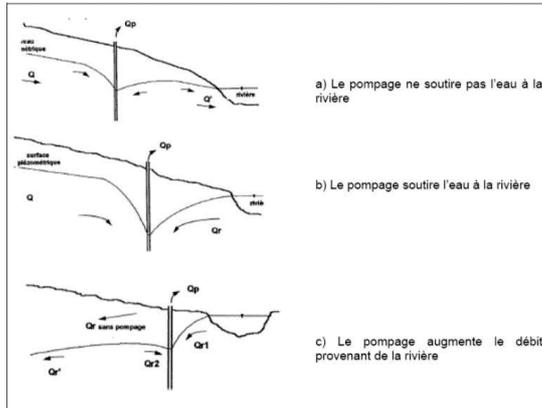


70



LES RELATIONS NAPPE-RIVIÈRE

LES FACTEURS HYDRODYNAMIQUES



Influence d'un pompage sur le flux d'eau entre la nappe et la rivière (Daum et al., 1997, dans Vernoux et al., 2010)

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



71

- Les flux d'eau entre nappe et rivière peuvent être influencés par des aménagements anthropiques (ex. : pompages en nappe) :
 - Dans le cas où la nappe est drainée par la rivière, le flux d'eau de la nappe à la rivière peut être réduit (a), voire supprimé ou inversé (b), ce qui induit une diminution du débit de la rivière pouvant aller jusqu'à son assèchement
 - Dans le cas où la rivière alimente la nappe, le flux d'eau de la rivière vers la nappe peut être augmenté alors que le débit qui alimentait la nappe avant le pompage est diminué (c).



LES RELATIONS NAPPE-RIVIÈRE

QUELQUES DÉFINITIONS

- **Nappe d'accompagnement** : nappe ou partie de nappe souterraine qui est en forte liaison hydraulique avec un cours d'eau permanent et dont l'exploitation peut avoir un effet préjudiciable (supérieur à un seuil à définir) sur le débit d'étiage du cours d'eau.

Préjudice =

- réduction de l'apport de la nappe souterraine au cours d'eau
- réalimentation induite de la nappe par le cours d'eau

A noter : la notion de nappe d'accompagnement dépend du régime de prélèvement

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

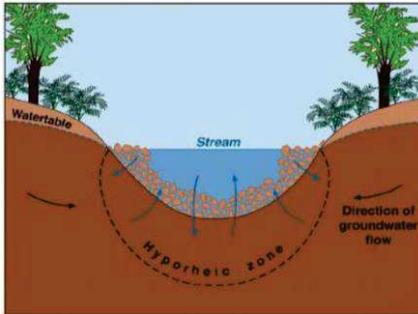


72



LES RELATIONS NAPPE-RIVIÈRE

QUELQUES DÉFINITIONS



Source : Environment Agency, 2005 dans Vernoux et al., 2010

- **Zone hyporhéique** : interface eaux superficielles et souterraines.
- Fonctionnement très dynamique, dans ses dimensions verticale, latérale et longitudinale.
- Sens et intensité des échanges eau de surface – nappe souterraine dépendent de la perméabilité de cette zone et des gradients hydrauliques des écoulements.
- Pour les hydrogéologues, c'est la zone au sein de laquelle les eaux de surface sont supérieures à 10% du volume total présent (Triska et al., 1989).

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

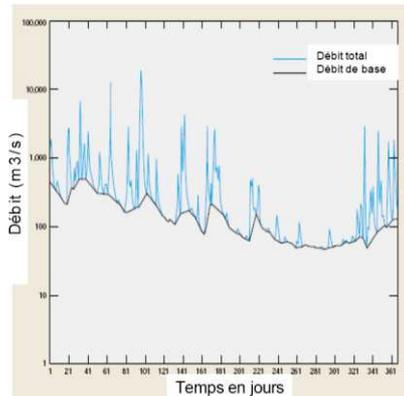


73



LES RELATIONS NAPPE-RIVIÈRE

LES RELATIONS QUANTITATIVES



Composante eau souterraine du débit d'un cours d'eau (Source : Vernoux et al., 2011)

- Dans les conditions naturelles, le débit des cours d'eau peut être ramené à la somme de deux composantes :
 - Une **composante rapide** correspondant au ruissellement superficiel (compartiment superficiel) et à la composante rapide des écoulements karstiques (composante souterraine),
 - Une **composante plus lente** correspondant au drainage des aquifères –compartiment souterrain correspondant au débit de base)

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



74



LES RELATIONS NAPPE-RIVIÈRE

LES RELATIONS QUANTITATIVES

- Echanges entre cours d'eau et aquifères (hors aquifères des alluvions) :
 - directement lorsque alluvions peu ou pas développés et que le cours d'eau est en contact direct avec l'aquifère
 - Par l'intermédiaire de l'aquifère des alluvions

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



75



LES RELATIONS NAPPE-RIVIÈRE

LES RELATIONS QUALITATIVES

- Les échanges entre eau de surface et eau souterraine et la localisation de la source de pollution conditionne les risques de contamination entre la nappe et la rivière.
- La zone hyporhéique joue un rôle très important tant du point de vue des relations quantitatives que qualitatives (teneur en matière organique, activité microbologique, teneur en argile, etc.)

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



78



QCM

- Qu'est ce qu'un aquifère ?
 - Une roche perméable
 - Une roche perméable et exploitable
 - Une nappe d'eau souterraine
- Qu'est ce que la recharge ?
 - La part de l'eau de pluie qui s'infiltré
 - La part de l'eau de pluie qui s'infiltré et les apports indirects (eau de surface ; eaux provenant d'autres aquifères)



QCM

- La nappe captive, c'est quoi ?
 - nappe qui communique avec la surface
 - est comprise entre deux couches géologiques imperméables
 - nappe qui se renouvelle chaque année
 - nappe qui est profonde
- Les granites sont une roche sédimentaire ?
 - oui
 - non
- La molasse est une roche sédimentaire ?
 - oui
 - non

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



81



QCM

- Les aquifères de socle sont généralement associés à des milieux fissurés ?
 - oui
 - non
- Les karsts sont :
 - Les milieux explorés par les spéléologues
 - des calcaires fissurés et dissous
 - appartiennent aux formations de socle

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



82



QCM

- La BD-LISA a été appelée comme cela en référence :
 - à la Joconde (Mona Lisa)
 - à la base de données des limites des systèmes aquifères
- La BD-LISA permet de connaître :
 - les ordres d'empilement des entités hydrogéologiques
 - la profondeur des entités hydrogéologiques
 - la nature et le type de porosité des entités présentes sous nos pieds

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



83



QCM

- La consultation de la BD-LISA est :
 - réservée aux experts en eaux souterraines
 - accessible à tout public, consultable sous : bdlisa.eaufrance.fr
- Le référentiel masse d'eau 2022-2027 :
 - s'appuie sur les contours de la BD-RHF v1
 - fait référence à l'exploitabilité des nappes d'eau en présence
 - contient moins de 100 masses d'eau

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



84



QCM

- Il y a des masses d'eau captives partout sur le bassin :
 - oui
 - non

- Sous les pieds du campus Atlantica à Bordeaux, il y a 7 masses d'eau captives ?
 - vrai
 - faux
 - combien ?

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

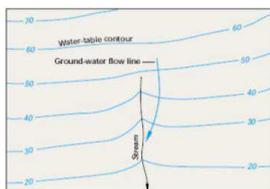


85



QCM

- Les échanges nappe-rivière se font :
 - toujours de la nappe vers la rivière
 - toujours de la rivière vers la nappe
 - peuvent alterner en fonction du régime de la rivière



- Les échanges nappe-rivière se font :
 - de la nappe vers la rivière
 - de la rivière vers la nappe
 - il n'y a pas d'échanges nappe-rivière

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



86



QCM

- Les prélèvements affectent les relations nappe-rivière ?
 - vrai
 - faux
- La nappe d'accompagnement est :
 - l'extension des alluvions de la rivière
 - est utilisée à des fins de gestion
 - est définie comme une bande de 100 m le long du cours d'eau

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



87



DEUXIÈME PARTIE

PRÉSENTATION DE PROBLÉMATIQUES LIÉES AUX EAUX SOUTERRAINES





COMMENT LES EAUX SOUTERRAINES SONT-ELLES SURVEILLÉES ?



COMMENT LES EAUX SOUTERRAINES SONT-ELLES SURVEILLÉES ? LES RÉSEAUX DE SURVEILLANCE

- Réseau de surveillance = regroupement structuré de stations de mesures
 - Stratégie dans le choix des stations de mesures (densité, pérennité, etc.)
 - Choix des paramètres à suivre, en lien avec un protocole et une périodicité des mesures
 - Un maître d'ouvrage
- Finalité du réseau :
 - Etat général et tendances,
 - Contrôle de l'aptitude de l'eau à un usage
 - Evaluation et suivi de l'impact des activités anthropiques
 - Acquisition de connaissances
 - Changement climatique
 - ...



COMMENT LES EAUX SOUTERRAINES SONT-ELLES SURVEILLÉES ?

LES RÉSEAUX DE SURVEILLANCE



- **Eaux superficielles :**

- Une station de mesure : volume de rivière sur lequel sont effectués des prélèvements ponctuels et des mesures en vue de connaître la qualité du cours d'eau à cet endroit

- **Eaux souterraines :**

- Une station de mesure est un point d'eau naturel (source) ou artificiel (forage, puits, drain)



COMMENT LES EAUX SOUTERRAINES SONT-ELLES SURVEILLÉES ?

LES RÉSEAUX DE SURVEILLANCE

- **Objectifs :**

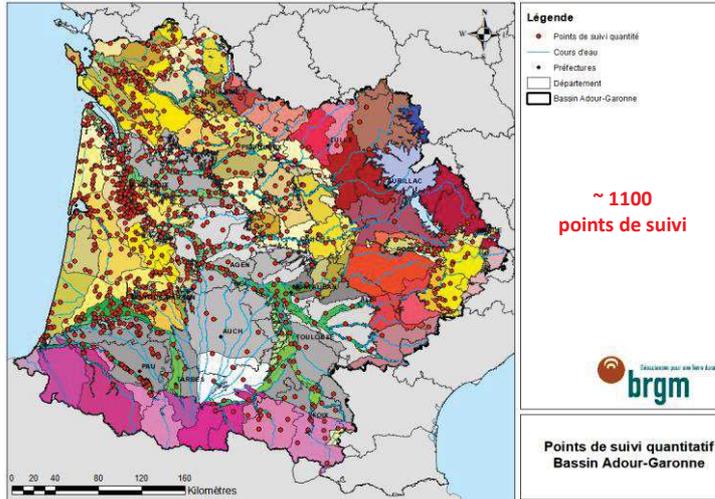
- Observer de façon pérenne des milieux afin de connaître leur état et leurs évolutions (anthropiques ou naturelles)
- Aider à la gestion des politiques sur l'eau (type de pollution, origine, etc.)
- Servir de base objective à des actions concrètes
- Informer tous les usagers



COMMENT LES EAUX SOUTERRAINES SONT-ELLES SURVEILLÉES ?

LES RÉSEAUX DE SURVEILLANCE QUANTITÉ

Tous types de réseaux quantité confondus



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

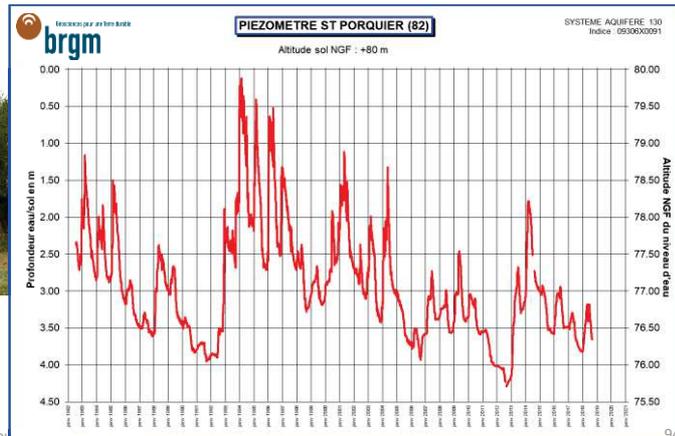
93



COMMENT LES EAUX SOUTERRAINES SONT-ELLES SURVEILLÉES ?

LES CHRONIQUES DE SUIVI

- Les chroniques en nappe libre :
 - Les nappes se rechargent en hiver et au printemps



on aux eaux sol

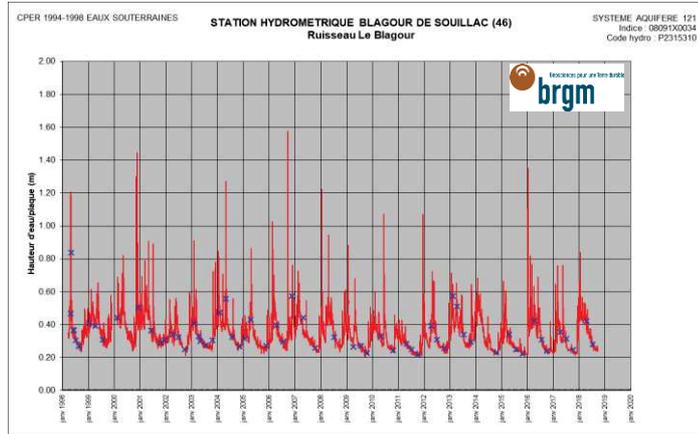
94



COMMENT LES EAUX SOUTERRAINES SONT-ELLES SURVEILLÉES ?

LES CHRONIQUES DE SUIVI

- Les chroniques source ou abords immédiats :
 - L'influence des pluies



Fonctionnement des eaux souterraines – EdL 2019

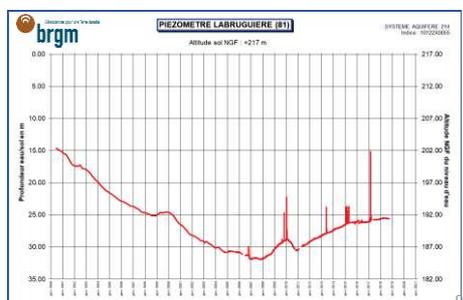
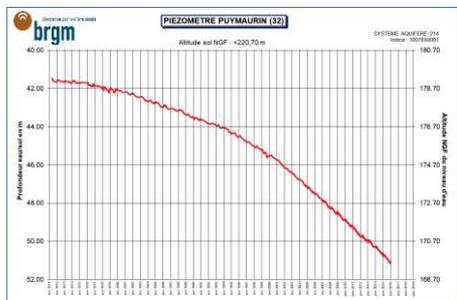
95



COMMENT LES EAUX SOUTERRAINES SONT-ELLES SURVEILLÉES ?

LES CHRONIQUES DE SUIVI

- Les chroniques en nappe captive

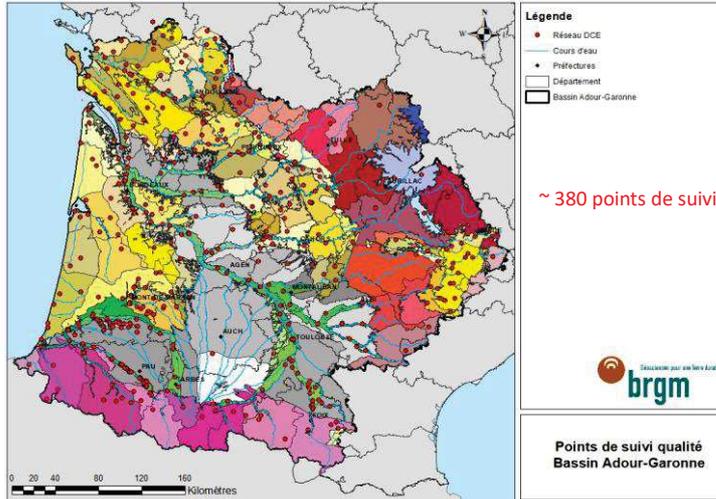


96



COMMENT LES EAUX SOUTERRAINES SONT-ELLES SURVEILLÉES ? LES RÉSEAUX DE SURVEILLANCE QUALITÉ

Réseau qualité DCE



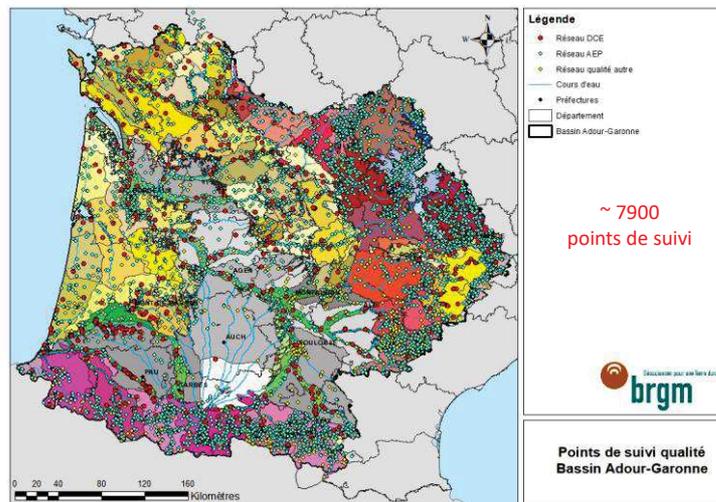
Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

97



COMMENT LES EAUX SOUTERRAINES SONT-ELLES SURVEILLÉES ? LES RÉSEAUX DE SURVEILLANCE QUALITÉ

Tous types de réseau qualité



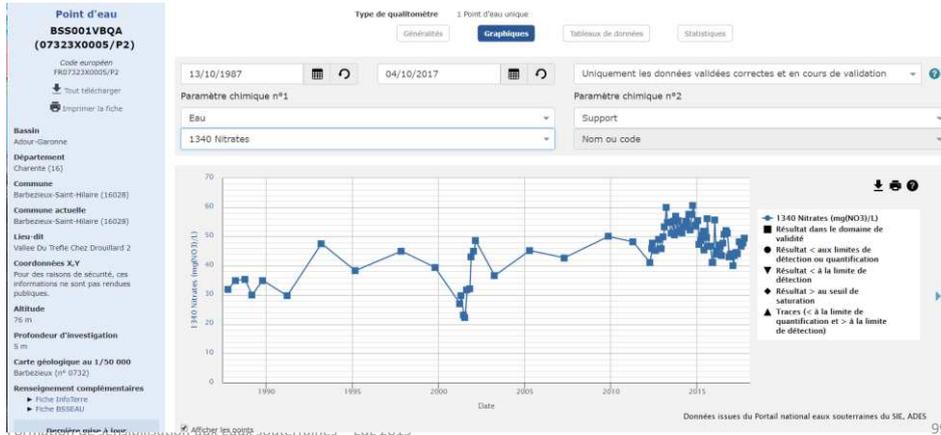
Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

98



COMMENT LES EAUX SOUTERRAINES SONT-ELLES SURVEILLÉES ? LES RÉSEAUX DE SURVEILLANCE QUALITÉ

- Paramètres suivis différents en fonction de la finalité du point / réseau





L'ACCÈS AUX CHRONIQUES PIÉZOMÉTRIQUES ET QUALITÉ



L'ACCÈS AUX CHRONIQUES PIÉZOMÉTRIQUES ET QUALITÉ

- Le portail ADES : www.ades.eaufrance.fr

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



102



L'ACCÈS AUX CHRONIQUES PIÉZOMÉTRIQUES ET QUALITÉ

- Le portail ADES : www.ades.eaufrance.fr

Portail national d'accès aux données sur les eaux souterraines

ADES en chiffres

La banque ADES met à disposition à ce jour **279** réseaux déclarés contenant **77 624** points d'eau comportant **4 573** piézomètres et **74 523** qualitomètres.

Soit **15 005 546** niveaux d'eau et **76 195 045** analyses d'eau consultables en ligne.

Recherche et exportez

- réseaux de réseaux
- analyses de qualité
- factes descriptives

Adaptez votre recherche

- mode simplifié ou à accès grand public
- professionnels de l'eau

Interrogez un point d'eau pour accéder à sa fiche descriptive

Actualités

juin 2018
r des données SISE FAUX

108
m de la nouvelle version d'ADES

18
du référentiel des captages AEP

juin 2017
Rapport sur le rapport annuel pour le Bulletin de Situation Hydrogéologique

4 janvier 2017
Bulletin de la BSS - mise en place du recueil

103

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



L'ACCÈS AUX CHRONIQUES PIÉZOMÉTRIQUES ET QUALITÉ

LE PORTAIL ADES

- Recherche de données

Portail national d'accès aux données sur les eaux souterraines

Que recherchez-vous ?

Niveau d'eau Qualité de l'eau

Où ?

Division administrative Point d'eau

Commune
Département
Région

Nom de la commune, code INSEE, code postal

Inclure les communes adjacentes

104

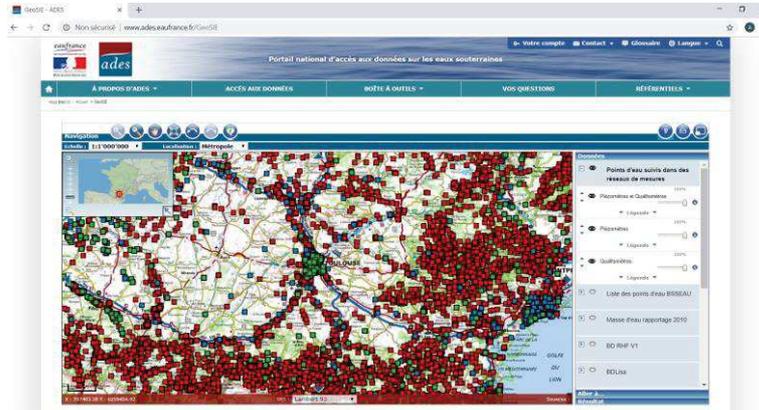
Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



L'ACCÈS AUX CHRONIQUES PIÉZOMÉTRIQUES ET QUALITÉ

LE PORTAIL ADES

- Visualisateur cartographique



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

105



L'ACCÈS AUX CHRONIQUES PIÉZOMÉTRIQUES ET QUALITÉ

LES SIGES

- SIGES = Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines :
 - 3 SIGES sur le bassin
 - Mettre à disposition des connaissances de base en hydrogéologie
 - Accéder aux documents de synthèse sur les aquifères de la région
 - Avoir un outil de consultation des données performant dédié aux eaux souterraines

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



106



L'ACCÈS AUX CHRONIQUES PIÉZOMÉTRIQUES ET QUALITÉ

LES SIGES

• <http://sigesaqi.brgm.fr/>



L'ACCÈS AUX CHRONIQUES PIÉZOMÉTRIQUES ET QUALITÉ

LES SIGES

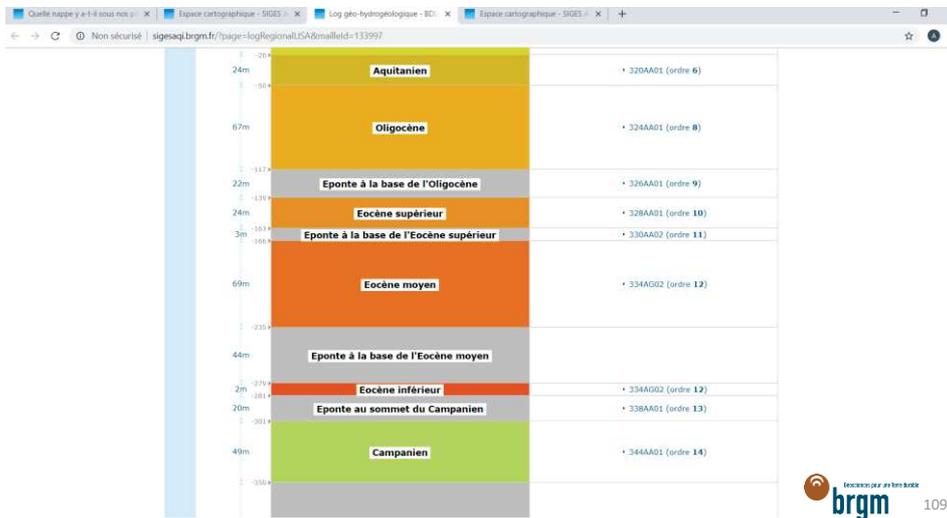
• Un espace « quelle nappe y a-t-il sous nos pieds ? »



L'ACCÈS AUX CHRONIQUES PIÉZOMÉTRIQUES ET QUALITÉ

LES SIGES

- Un espace « quelle nappe y a-t-il sous nos pieds ? »



L'ACCÈS AUX CHRONIQUES PIÉZOMÉTRIQUES ET QUALITÉ

LES SIGES

- <http://sigesmpy.brgm.fr/>

SIGES Midi-Pyrénées
Système d'Information pour la gestion des eaux souterraines en Midi-Pyrénées

Accueil | La région | Géologie | Hydrogéologie | Gestion quantitative | Suivi qualitatif | Législation | Géothermie

Rechercher:

Consultation des données
Accédez aux fiches descriptives des points d'eau, entrées hydrogéologiques, masses d'eau. En savoir plus...

Actualités

- BSH des nappes du bassin Adour-Garonne au 1^{er} octobre 2018**
5 octobre 2018
Le Bulletin de Situation Hydrologique (BSH) est un outil de veille hydrologique qui permet de suivre l'évolution du débit des principaux cours d'eau et des réserves en En savoir plus
- L'exposition Eaux Souterraines est au Bazade du 7 au 15 juillet 2018**
8 juillet 2018
Les eaux souterraines, une ressource invisible... mais dynamique : venez découvrir leur fonctionnement, illustré par une maquette de nappe phréatique !
Les eaux En savoir plus
- Causse Méjean : Newsletter de juin 2018**
22 juin 2018
L'équipe projet du BRGM édite un bulletin semestriel sur

À propos du SIGES Midi-Pyrénées

Qu'est ce que le SIGES ?
Le SIGES (Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines) est un site internet permettant la diffusion, la publication et la valorisation de l'information publique dans le domaine des eaux souterraines pour une région administrative ou selon un découpage géographique lié aux bassins En savoir plus...

Navigation par public
Cibles concernées par un article :

Grand Public | Scolaire | Expert

Les partenaires

bregm 110



L'ACCÈS AUX CHRONIQUES PIÉZOMÉTRIQUES ET QUALITÉ

LES SIGES

- Fiche « ma commune »

SIGES Midi-Pyrénées
Système d'information pour la gestion des eaux souterraines en Midi-Pyrénées

Accueil La région Géologie Hydrogéologie Gestion quantitative Suivi qualitatif Législation Géothermie

Vous êtes ici : Accueil > Fiche Ma Commune

AUCH

Présentation du territoire

- Territoire communal
- Occupation du sol (CORINE LAND COVER)
- Cours d'eau (BD Carthage)

Géologie

- Carte géologique

Hydrogéologie

Masses d'eau souterraine

- BD LISA

Quantité/Qualité

- BSS Eau
- ADES
- Restriction d'eau (PROPLUVIA)

Vulnérabilité

- Indice de développement et de persistance des réseaux (IDPR)

Usage

- Prévalence de l'eau (PNPF)

La commune se situe au droit d'une ou de plusieurs masses d'eau souterraine (MESO).

Une masse d'eau souterraine est un volume distinct d'eau souterraine constituant une unité d'évaluation de la directive-cadre européenne sur l'eau (DCE, 2000/60/CE).

Coûts d'utilisation :
Les caractéristiques de la masse d'eau et la tendance d'évolution des concentrations en Nitrates sont renseignées dans les fiches accessibles plus bas. La carte présente l'extension complète de la masse d'eau souterraine. Il est possible d'accéder à l'espace cartographique du SIGES en cliquant sur la flèche en haut à droite de la carte.

Code national : F0413
Code européen : FRFG043
Nom : Molasses du bassin de la Garonne et alluvions anciennes de Piémont
Niveau : 1
Type : Imperméable localement
Écoulement : Libre et captif, majoritairement libre

Fiche masse d'eau (BRGM)
Fiche masse d'eau (Agence de l'Eau)

brgm 111



L'ACCÈS AUX CHRONIQUES PIÉZOMÉTRIQUES ET QUALITÉ

LES SIGES

- BSH – Bulletin de Situation Hydrogéologique

BSH des nappes du bassin Adour-Garonne au 1^{er} octobre 2018

Le Bulletin de Situation Hydrogéologique (BSH) est un outil de veille l'évolution du débit des principaux cours d'eau et des réserves à période d'étiage.

Vous pouvez retrouver plus d'informations sur la manière dont des nappes est calculé par le BRGM ici.

Les 6 indicateurs et les 32 points de suivi du bassin Adour-Garonne

Commentaire général au 05/10/2018 :
Dans la tendance des mois précédents, le mois de septembre 2018 marqua pluviosité significative et le maintien de températures élevées, et donc il a donc pas permis d'observer une amorce de recharge des nappes. Alors que niveaux restent orientés à la baisse sur 86% des indicateurs ponctuels (à l'ensemble des indicateurs globaux).

Evolution récente des niveaux :

- En hausse
- Stable
- En baisse

Niveau des nappes :

- Niveau très haut
- Niveau haut
- Niveau modérément haut
- Niveau autour de la moyenne
- Niveau modérément bas
- Niveau bas
- Niveau très bas

brgm

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

brgm

112

- Abonnez-vous en envoyant un courriel à p.lecointe@brgm.fr



L'ACCÈS AUX CHRONIQUES PIÉZOMÉTRIQUES ET QUALITÉ

LES SIGES

• <http://sigespoc.brgm.fr/>



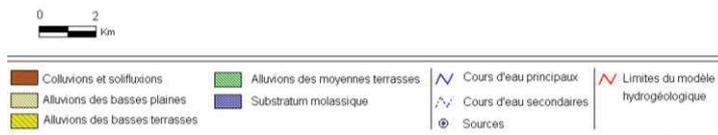
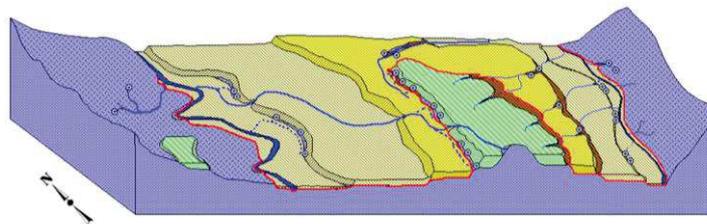


LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE LES MODÈLES HYDRODYNAMIQUES

- Les modèles alluviaux :



Source : Conférence du 25 octobre 2012. L'eau souterraine dans le bassin Adour-Garonne. Les réponses au défi de la formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

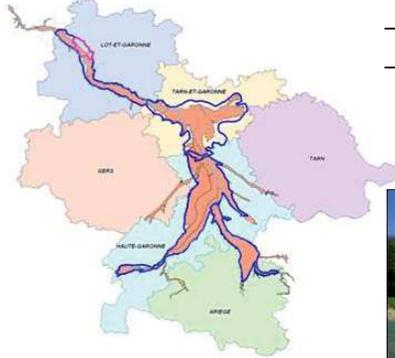




LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE

LES MODÈLES HYDRODYNAMIQUES

Limite des zones



• Les modèles alluviaux :

- Ariège (<http://infoterre.brgm.fr/rapports//RP-57184-FR.pdf>)
- Garonne (<http://infoterre.brgm.fr/rapports//RP-58063-FR.pdf>)
- Tarn-et-Garonne (<http://infoterre.brgm.fr/rapports//RP-65583-FR.pdf>)



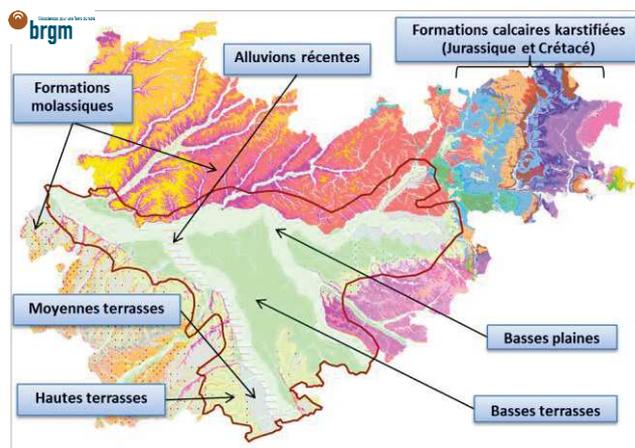
Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE

LE MODÈLE TARN-ET-GARONNE

- Le modèle représente un système de terrasses alluviales reposant sur un substratum imperméable



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

118



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE

LE MODÈLE TARN-ET-GARONNE

- > 1996 : Demande MISE 82 et AEAG au BRGM pour Police des Eaux
 - Outil d'aide à la gestion de la nappe alluviale pour la délivrance des autorisations de prélèvement pour irrigation (+ délimitation nappes d'accompagnement grands cours d'eau).
- > 1996 : Premières mesures.
 - Campagne piézométrique et mise en place de deux piézomètres à enregistrement continu ;
 - Recensement des prélèvements : AEP, industrie, irrigation.
- > 1997 : 1^{er} modèle hydrodynamique en régime permanent et outil Excel.
 - Outil : découpage en 58 zones de gestion, 4 scénarii de prélèvements.
- > 1998-1999 : Mise en place de 6 nouveaux piézomètres.
- > 2002 : Mise en place réseau de suivi manuel (26 piézomètres).
- > 2003-2007 : 2^{ème} modèle hydrodynamique en régime transitoire.
 - Période simulée : 1996-2005 (PdT : 2 mois), modèle géologique, réseau hydrographique « statique » ;
 - Outil de gestion en deux temps : gestion prévisionnelle / gestion « de crise ».
- > 2013-2016 : 3^{ème} modèle hydrodynamique.
 - Période simulée : 1996-2015 (PdT : 10 jours), améliorations calcul recharge, échanges nappe-rivière ;
 - Mise à jour outil de gestion : 21 zones, 3 temps de décision.



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

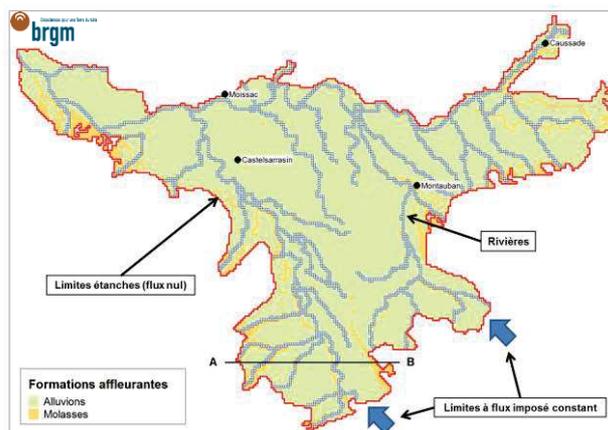
119



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE

LE MODÈLE TARN-ET-GARONNE

- Zone modélisée et conditions aux limites



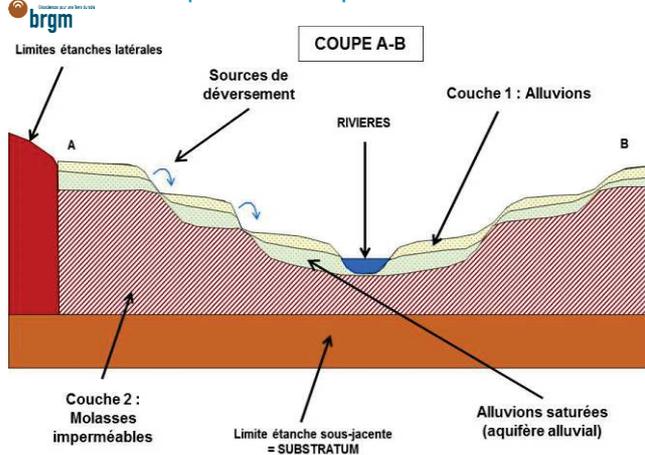
Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

120



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE LE MODÈLE TARN-ET-GARONNE

• Vue en coupe schématique

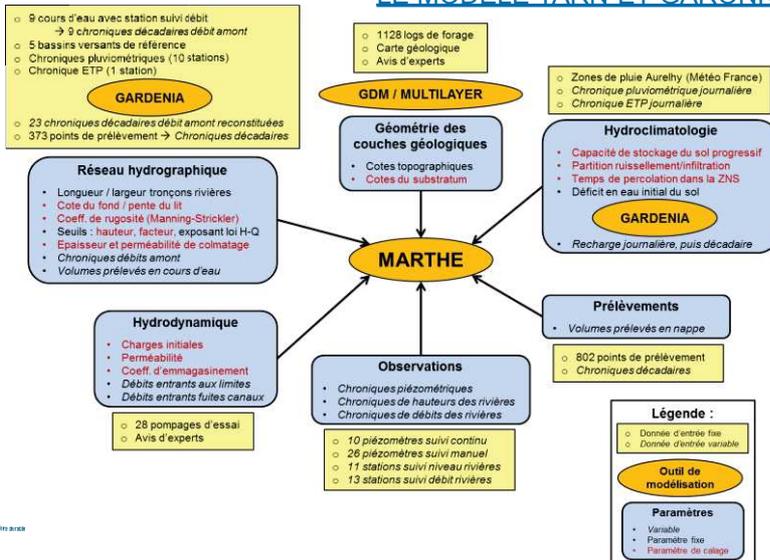


Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

121



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE LE MODÈLE TARN-ET-GARONNE



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

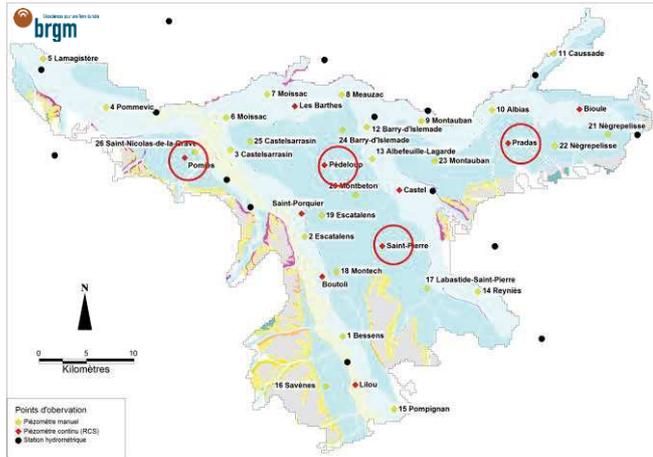
122



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE

LE MODÈLE TARN-ET-GARONNE

- Points de suivi de la nappe et des rivières



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

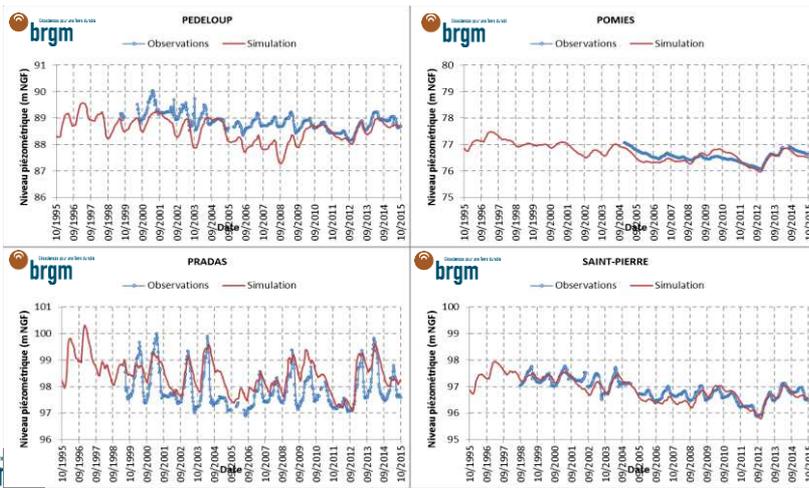
123



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE

LE MODÈLE TARN-ET-GARONNE

- Résultats du calage



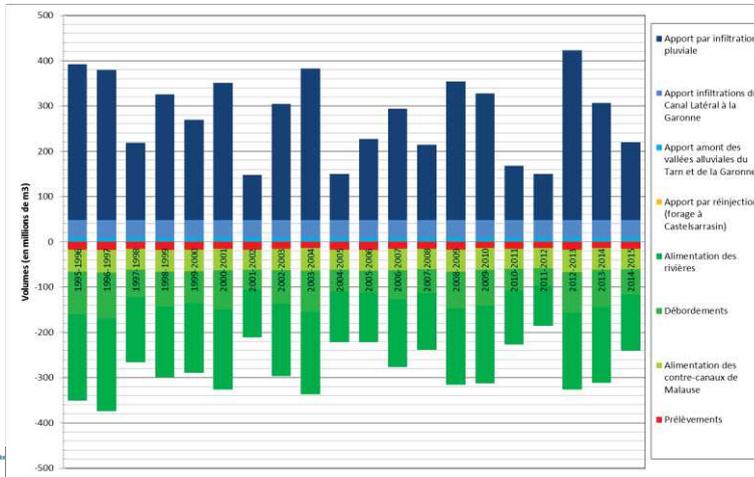
Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

124



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE LE MODÈLE TARN-ET-GARONNE

• Bilan hydrologique



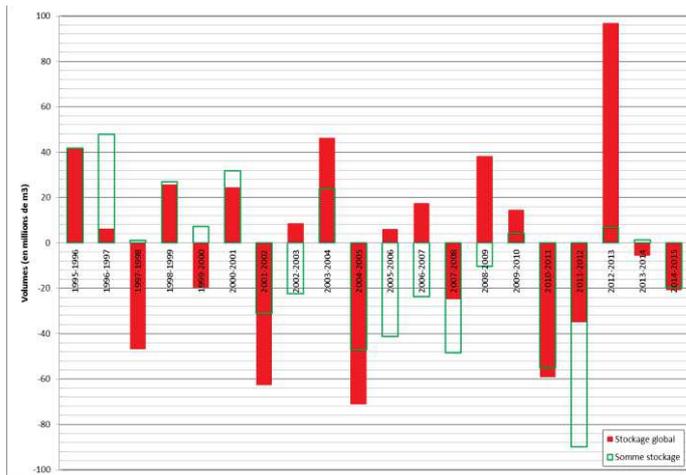
Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

125



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE LE MODÈLE TARN-ET-GARONNE

• Evolution stockage nappe



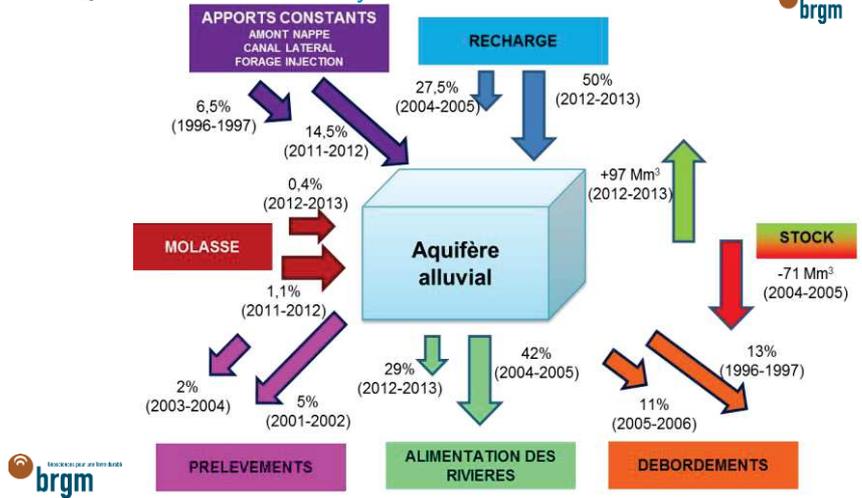
Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

126



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE LE MODÈLE TARN-ET-GARONNE

• Schéma de synthèse



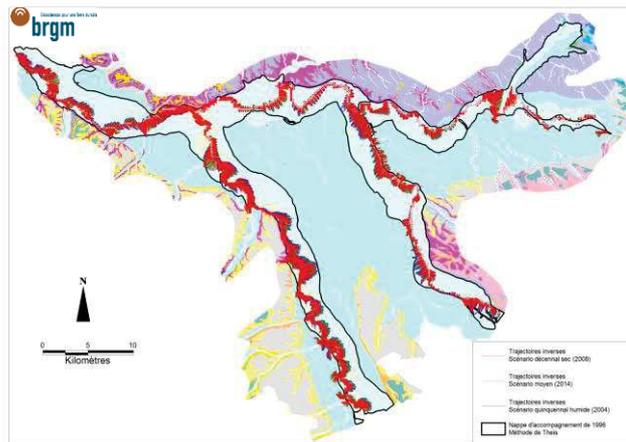
Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

127



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE LE MODÈLE TARN-ET-GARONNE

• Définition nappe d'accompagnement : isochrones



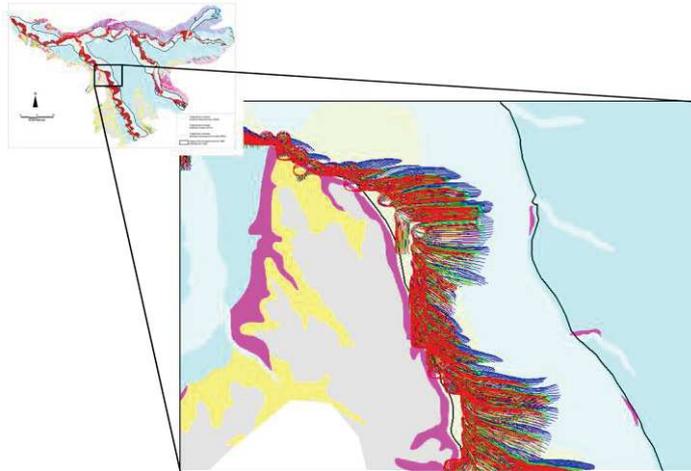
Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

128



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE LE MODÈLE TARN-ET-GARONNE

- Définition nappe d'accompagnement : isochrones (zoom)



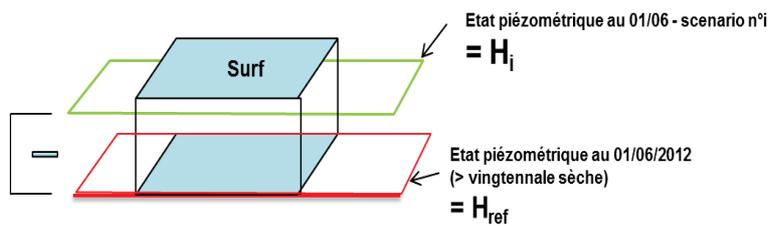
Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

129



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE LE MODÈLE TARN-ET-GARONNE

- Définition Volume Prélevable Admissible (VPA)



VPA pour une maille = $(H_i - H_{ref}) \times \text{Surface} \times \text{Porosité efficace}$



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

130



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE

LE MODÈLE TARN-ET-GARONNE



- Gestion en 3 temps basée sur 8 scénarii climatiques

Période de retour	Scénario VPA	Min	Max (inclus)
Mini	1	0	60
Vingtennale sèche	2	60	80
Décennale sèche	3	80	115
Quinquennale sèche	4	115	190
Moyenne	5	190	260
Quinquennale humide	6	260	296
Décennale humide	7	296	370
Maxi	8	370	500



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

131



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE

LE MODÈLE TARN-ET-GARONNE

- Saisie des données climatiques

Données Météo France : station n° 82121002 (Montauban)

Décade	Pluie (mm)	ETP (mm)	Réservoir sol (mm)	Recharge (mm)	Somme Recharge
01/10	9.9	21.6	0.0	0.0	
11/10	2.2	20.1	0.0	0.0	
21/10	0	13.4	0.0	0.0	
01/11	11.5	7.4	4.1	0.0	
11/11	23.6	5.7	20.7	1.3	
21/11	22.9	9.3	30.6	3.7	
01/12	12	3.5	35.4	3.7	
11/12	7.2	2.9	37.4	2.3	
21/12	16.3	2.9	42.2	8.6	
01/01	3.8	1.9	42.7	1.4	
11/01	11.6	3.5	44.6	6.2	
21/01	25.5	6.7	47.4	16.0	43.2
01/02	1.8	7	42.3	0.0	
11/02	27.3	10.3	45.9	13.3	
21/02	30.4	9.3	48.2	18.8	
01/03	15.5	15.3	48.2	0.2	
11/03	8	18.8	37.7	0.0	
21/03	19.6	21.8	35.6	0.0	75.5
01/04	1.4	32.2	33.9	0.0	
11/04	37	35.6	15.2	0.1	
21/04	52.4	33.8	29.8	4.0	
01/05	17.7	39.5	15.0	0.0	
11/05	14	43	5.3	0.0	
21/05	0.4	50.2	0.8	0.0	79.7



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

132



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE LE MODÈLE TARN-ET-GARONNE

- Choix du scénario de recharge printanier

➤ Point à fin janvier

➤ Point à fin mars

Scénario	Min	Médiane	Max
Fable (Min-C30)	0.7	23	41.8
Moyenne (C 35-C05)	43.7	85	85.9
Force (C20-Max)	71.9	99	133.0

Scénario	Min	Médiane	Max
Fable (Min-C30)	0	0	1.4
Moyenne (C 35-C05)	1.6	9	20.7
Force (C20-Max)	21.2	48	69.3

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE LE MODÈLE TARN-ET-GARONNE

- Consultation des résultats par casier

Représentation géographique de la zone modélisée

Sélection : Zone 11

Gestion : Vérification Début Jala

Enregistrement de toutes les zones : Enregistrer tous...

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

134



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE LE MODÈLE TARN-ET-GARONNE

- Consultation des résultats par casier

Synthèse de la zone

N° CASIER	11
Mode de gestion	Point à fin mars
Recharge hivernale / printanière supposée	Moyenne
Volume TOTAL sollicité (AEP+INDUS+IRRIG) en m3/an	633 321
Volume sollicité pour AEP en m3/an	0
Volume sollicité pour INDUS en m3/an	13 818
Volume sollicité pour IRRIG en m3/an	619 503
Nombre TOTAL de puits	34
Nombre de puits pour AEP	0
Nombre de puits pour INDUS	2
Nombre de puits pour IRRIG	32
Volume Prélevable Admissible du casier en m3/an	3 185 356
Réduction proposée (Oui/Non)	Non
Coefficient de réduction (%)	0.00

Exporter synthèse casier

Menu principal

Retour Carte

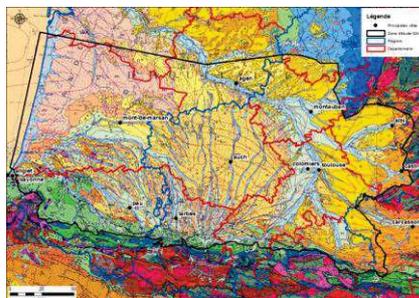
Effacer résultats

SITUATION				RÉGULIERE				AEP			
N° CASIER	N° PUIS	N° BASSIN	Commentaire	N° CASIER	N° PUIS	N° BASSIN	Commentaire	N° CASIER	N° PUIS	N° BASSIN	Commentaire
11	1	1	INDUS	11	1	1	AEP	11	1	1	AEP
11	2	1	INDUS	11	2	1	AEP	11	2	1	AEP
11	3	1	IRRIG	11	3	1	AEP	11	3	1	AEP
11	4	1	IRRIG	11	4	1	AEP	11	4	1	AEP
11	5	1	IRRIG	11	5	1	AEP	11	5	1	AEP
11	6	1	IRRIG	11	6	1	AEP	11	6	1	AEP
11	7	1	IRRIG	11	7	1	AEP	11	7	1	AEP
11	8	1	IRRIG	11	8	1	AEP	11	8	1	AEP
11	9	1	IRRIG	11	9	1	AEP	11	9	1	AEP
11	10	1	IRRIG	11	10	1	AEP	11	10	1	AEP
11	11	1	IRRIG	11	11	1	AEP	11	11	1	AEP
11	12	1	IRRIG	11	12	1	AEP	11	12	1	AEP
11	13	1	IRRIG	11	13	1	AEP	11	13	1	AEP
11	14	1	IRRIG	11	14	1	AEP	11	14	1	AEP
11	15	1	IRRIG	11	15	1	AEP	11	15	1	AEP
11	16	1	IRRIG	11	16	1	AEP	11	16	1	AEP
11	17	1	IRRIG	11	17	1	AEP	11	17	1	AEP
11	18	1	IRRIG	11	18	1	AEP	11	18	1	AEP
11	19	1	IRRIG	11	19	1	AEP	11	19	1	AEP
11	20	1	IRRIG	11	20	1	AEP	11	20	1	AEP
11	21	1	IRRIG	11	21	1	AEP	11	21	1	AEP
11	22	1	IRRIG	11	22	1	AEP	11	22	1	AEP
11	23	1	IRRIG	11	23	1	AEP	11	23	1	AEP
11	24	1	IRRIG	11	24	1	AEP	11	24	1	AEP
11	25	1	IRRIG	11	25	1	AEP	11	25	1	AEP
11	26	1	IRRIG	11	26	1	AEP	11	26	1	AEP
11	27	1	IRRIG	11	27	1	AEP	11	27	1	AEP
11	28	1	IRRIG	11	28	1	AEP	11	28	1	AEP
11	29	1	IRRIG	11	29	1	AEP	11	29	1	AEP
11	30	1	IRRIG	11	30	1	AEP	11	30	1	AEP
11	31	1	IRRIG	11	31	1	AEP	11	31	1	AEP
11	32	1	IRRIG	11	32	1	AEP	11	32	1	AEP



PROGRAMME GAIA LES OBJECTIFS

- Répondre à des problématiques propres au sud du bassin :
 - Nappes profondes : ressources en eau stratégiques ;
 - Une nappe très sollicitée : sables Infra-Molassiques et siège de stockages de gaz (Lussagnet, Izaute)
 - Des nappes mal connues pouvant être une alternative : Paléocène, Secondaire
- Mieux comprendre le fonctionnement des aquifères profonds du sud du bassin





PROGRAMME GAIA LES OBJECTIFS

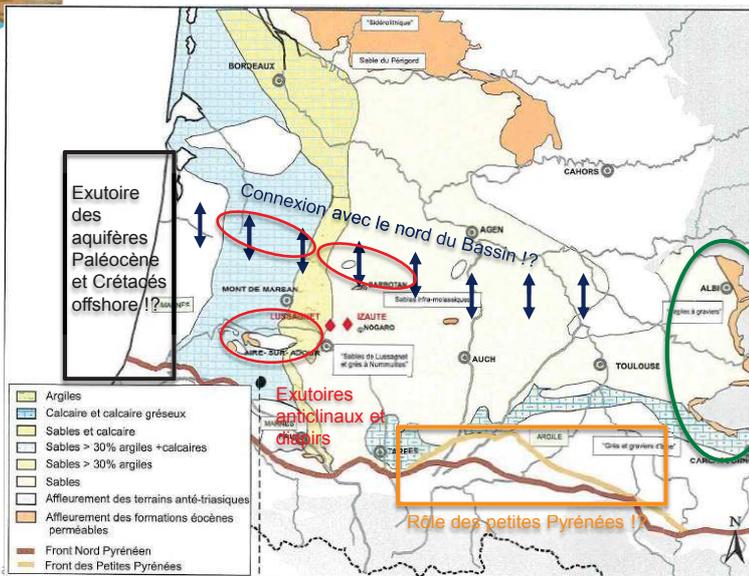
- Répondre à des problématiques propres au sud du bassin :
 - Nappes profondes : ressources en eau stratégiques ;
 - Une nappe très sollicitée : sables Infra-Molassiques et siège de stockages de gaz (Lussagnet, Izaute)
 - Des nappes mal connues pouvant être une alternative : Paléocène, Secondaire
- Mieux comprendre le fonctionnement des aquifères profonds du sud du bassin :
 - Analyse des données disponibles
 - Programme d'acquisition de données
 - Programme d'étude : exutoires, interactions entre aquifères
 - Elaborer un modèle hydrogéologique : outil de compréhension et de gestion



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



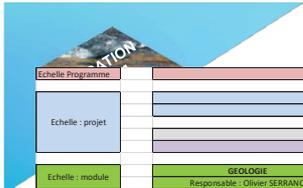
PROGRAMME GAIA LES PRINCIPAUX QUESTIONNEMENTS



Fond de carte d'après Total Fina Elf Gaz de France et Aquila Conseil, 2001

Forma





PROGRAMME GAIA

Echelle : programme	Programme scientifique RGHA - référentiels hydrogéologiques : Delphine ALLIER				
Echelle : projet	PROJET GAIA				
	Responsable de projet : Arnaud WUILLEUMIER				
	Structuration SIG et Base de Données : Bruce AYACHE Suivi Qualité / Appui à la gestion de projet : Anais HOAREAU				
Echelle : module	GEOLOGIE	HYDROGEOLOGIE	HYDROGEOCHIMIE	EXUTOIRES	RECHARGE CMN et PP
	Responsable : Olivier SERRANO	Responsable : Arnaud WUILLEUMIER	Responsable : Laurent ANDRE	Responsable : Olivier DOUZEZ	Resp. : Maritxu SAPLAROLES
Echelle : tâche	Thèse de géologie, appui et encadrement	Construction du modèle hydrogéologique	Cyclicité des sulfates secteur de Nogaro	Comportement des zones d'exutoires de la flexure celtoaquitaine	Identification des pôles géochimiques Bassin de Castres
	Carole ORTEGA	Jean-Charles MANCAEU	Laurent ANDRE	Olivier DOUZEZ	Maritxu SAPLAROLES
	Olivier SERRANO	Luc ARNAUD	Emmanuelle PETELET-GIRAUD	Sebastien MINVILLE	Mohammed DJEMIL
	Eric LASSEUR	Arnaud WUILLEUMIER	Christophe INNOCENT	Marine CACHINEL	
	François GUILLAUICHEAU (Univ. Rennes)		Elise DECOLUCHON	Lehu ABASQ	Tests K Palissou
		Workshop Modélisation			Maritxu SAPLAROLES
	Modélisation géologique	Arnaud WUILLEUMIER	Age des eaux souterraines C16 - C14		Mohammed DJEMIL
	Sandrine GRATAUPE	Olivier DOUZEZ	Laurent ANDRE		
	Suseane GABALDA	David MALET (TIGF)	Christophe INNOCENT		
	Eric LASSEUR		Emmanuelle PETELET-GIRAUD		
		Test logiciel Marthe	CEREGE - Paris Sud		
	Finalisation données géologiques	Jean-Jacques SEGUIN			
	Eric LASSEUR	Jean-Charles MANCAEU	Caractérisation minéralogique des sédiments et mises en solution		
	Fabien LENOIR	Arnaud WUILLEUMIER	Laurent ANDRE		
	Guillaume BADINIER		Sylvain STEPHANT		
	Activation des structures anticlinales 2018?	Olivier CABARET	Appui zones d'exutoires et de contact		
	Eric LASSEUR	Anais HOAREAU	Laurent ANDRE		
	Stage M2		Emmanuelle PETELET-GIRAUD		
	Philippe RAZIN (ENSEGID) ?	Cartes piézométriques			
		Olivier CABARET			
		Anais HOAREAU			
		Etude de signal piézométrique			
		Jean-Jacques SEGUIN			
		Arnaud WUILLEUMIER			
		Investigations sur des forages profonds			
	Jérôme BARRIERE	Frederik GAL			
	Arnaud WUILLEUMIER	Gaëtan BIENVETIGNA			
		Laurent ANDRE			
	Effet de la température et de la minéralisation sur la piézométrie ?				
	Olivier DOUZEZ	Laurent ANDRE			
	Fonctionnement hydrogéologique et hydrogéochimique de la butte de Gondrin				
	Post-doctorant				
	Encadrement BRGM - N. PEDRON / L. ANDRE / A. WUILLEUMIER				
	Encadrement ENSEGD - A. DUPUY / M. FRANCHESCHI / F. LABROQUE				

- 30 intervenants en 2017, env. 50 depuis 2014
- 2 thèses...




PROGRAMME GAIA

LE DÉROULEMENT

- **Rapports publics :**
 - RP-64630-FR – Définition du lexique géologique des formations paléogène de l'Aquitaine orientale
 - RP-64850-FR – Année 1 – Collecte des données hydrogéologiques et hydrogéochimiques
 - RP-65024-FR – Synthèse hydrogéologique et recharge des aquifères éocènes et paléocènes sur la bordure orientale du Bassin Aquitain et sur le piémont pyrénéen
 - RP-65934 – Investigations sur les forages de Labruguière et de Valdurenque
 - RP-66849-FR – Année 3 – Avancement du volet hydrogéologique
 - RP-67369-FR – Année 3 – Exploitation des cycles d'injections et de soutirages de gaz aux sites de Lussagnet et Izaute pour déterminer les paramètres hydrodynamiques
- **Partenaires / financeurs :**
 - TEREKA (ex-TIGF)
 - AEAG
 - BRGM



PROJET SOCIO-ECONOMIQUE SABLES INFRA-MOLASSIQUES CONTEXTE

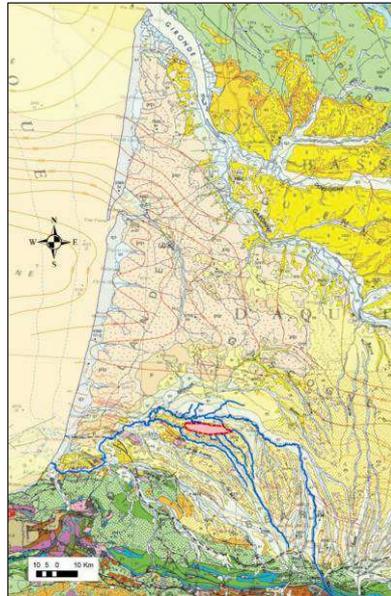
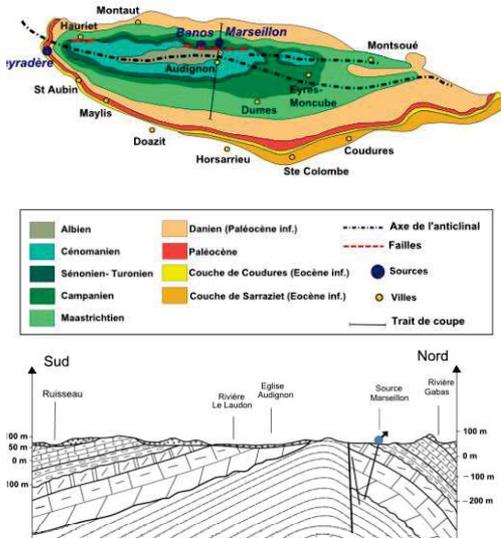
- Objectifs :
 - Identification des usages prioritaires de la nappe
 - Concertation / partage de points de vue des acteurs

- Partenaires :
 - AEAG
 - Institution Adour

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



PROJET AUDIGNON LE CONTEXTE





PROJET AUDIGNON

LES OBJECTIFS

- **Etat des lieux des connaissances :**
 - Préciser les relations eaux souterraines / eaux de surface ;
- **Aide à la gestion des ressources :**
 - Quantifications des partitions eaux de surface / eaux souterraines ;
 - Temps de transfert
 - Problématiques agricoles
- **Problématique locale d'exploitation :**
 - Sécurisation : turbidité / quantité
 - Pédagogie / scolaires
- **Rôle de la structure dans l'hydrodynamisme régional :**
 - Exutoire / alimentation ?
 - Tests méthodologie dédiée aux exutoires



PROJET AUDIGNON

LE DÉROULEMENT

- **Axes de travail :**
 - volet géologique (modèle géologique et étude morpho-karstique)
 - volet hydrogéologique (acquisition de données hydrométriques, hydrochimiques et isotopiques puis interprétation d'ensemble)
- **Partenaires / financeurs :**
 - CD 40
 - AEAG
 - Syndicat du Marseillon
 - BRGM



CRES AQUITAINE – MODULE CHANGEMENT CLIMATIQUE LE DÉROULEMENT

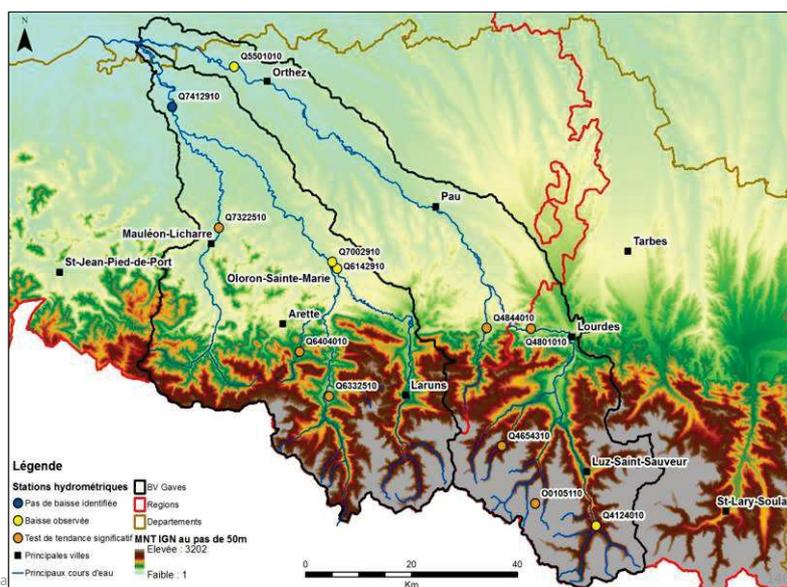
• Année 1 :

- Eléments de compréhension de l'impact du changement climatique sur l'hydrogéologie des bassins versants des gaves de Pau et d'Ororon
 - Eléments de connaissance hydrogéologique : synthèse, modélisation "globale", jaugeages
 - Evolution hydrologique – tests statistiques sur les chroniques
 - Préparer l'avenir : constituer des chroniques
- Constats principaux :
 - Modification nette de l'hydrologie depuis 1967 : diminution du module et du QMNA, diminution des pluies efficaces, etc
 - Lacune d'informations factuelles permettant d'évaluer l'impact du changement climatique
 - Ressource abondante, pas de préoccupation majeure concernant l'AEP

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



CRES AQUITAINE – MODULE CHANGEMENT CLIMATIQUE LE DÉROULEMENT



Formation de sensibilisa



CRES AQUITAINE – MODULE CHANGEMENT CLIMATIQUE LE DÉROULEMENT

- **Année 2 :**
 - Poursuite des acquisitions de données sur les bassins versants des gaves de Pau et d'Oloron
 - Caractérisation du fonctionnement hydrogéologique du bassin versant du Midour :
 - Synthèse hydrogéologique
 - Identification des besoins en acquisition de données
 - Identification des impacts potentiels du changement climatique et des mesures d'adaptation potentielles
 - Participation Adour 2050
- **Partenaires / financeurs :**
 - CR Nouvelle-Aquitaine
 - CD 64
 - CD 40
 - AEAG

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



CRES AQUITAINE – MODULE PLIO- QUATERNAIRE LE CONTEXTE

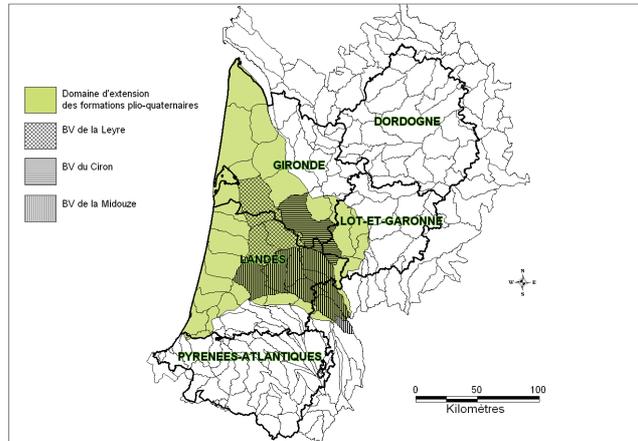
- **Territoires concernés :**
 - SAGE Lacs Médocains,
 - SAGE Etangs littoraux Born et Buch,
 - SAGE Leyre, cours d'eau côtiers et milieux associés,
 - SAGE Midouze,
 - SAGE Ciron,
 - SAGE Estuaire de la Gironde et milieux associés
 - Autres secteurs non couverts : vallée de la Garonne, sud-ouest des Landes
- **Objectifs :**
 - Compréhension d'un système hydrogéologique, intensément exploité par endroits et vulnérable, mais peu étudié car faible enjeu AEP
 - A terme meilleure appréhension des relations nappe / réseau superficiel
 - Appui aux SAGE

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019





CRES AQUITAINE – MODULE PLIO-QUATERNAIRE LE CONTEXTE



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



CRES AQUITAINE – MODULE PLIO-QUATERNAIRE LE DÉROULEMENT

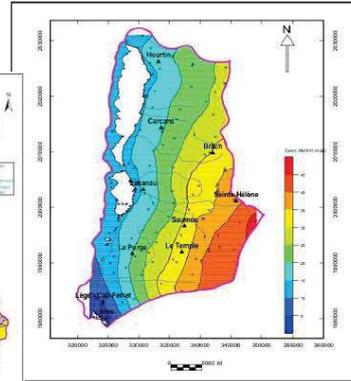
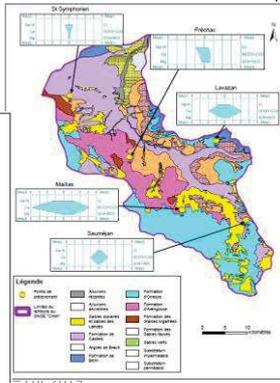
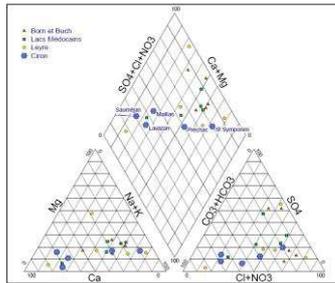
- **Troisième convention (2008-2013)**
 - Année 1 : Rapport public BRGM/RP-57813-FR
 - Année 2 : Rapport public BRGM/RP-60259-FR
 - Année 3 : Rapport public BRGM/RP-61303-FR
 - Année 4 : Rapport public BRGM/RP-63168-FR
 - Année 5 : Rapport public BRGM/RP-64983-FR
- **Quatrième convention (2015-2020)**
 - Année 1 : Rapport public BRGM/RP-66844-FR
 - Année 2 : en cours

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



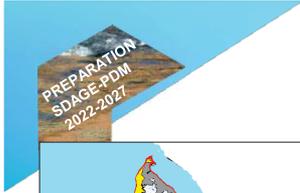
CRES AQUITAINE – MODULE PLIO-QUATERNAIRE LE DÉROULEMENT

- Acquisition d'éléments de compréhension
 - Jaugeages
 - Piézométrie
 - Pompages d'essai
 - Qualité

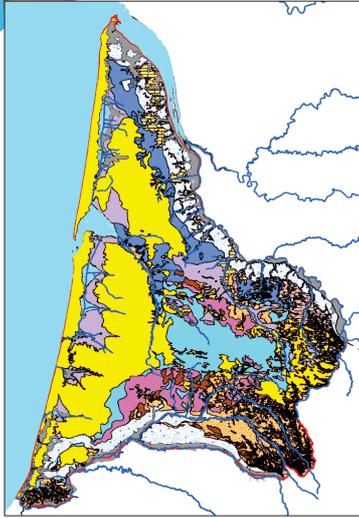


CRES AQUITAINE – MODULE MODÈLE HYDRODYNAMIQUE PLIO-QUATERNAIRE LES OBJECTIFS

- Modélisation des nappes plio-quadernaires du triangle landais
- Fournir des éléments de compréhension sur le fonctionnement des réservoirs superficiels à grande échelle (recharge, interactions avec les aquifères sous-jacents, relations nappes-rivières, ...)
- Orienter les SAGE en vue d'une gestion raisonnée de l'eau à l'échelle de leur territoire



CRES AQUITAINE – MODULE MODÈLE HYDRODYNAMIQUE PLIO-QUATÉRNAIRE DESCRIPTION GÉNÉRALE



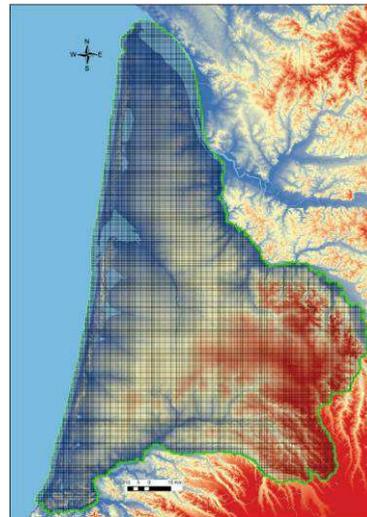
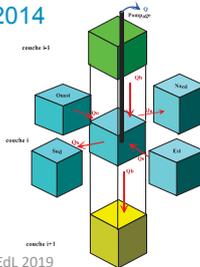
	Modèle hydrogéologique	Modèle géologique
Couche 1	Dune et Sable des Landés	Couche n°8
Couche 2	Alluvions récentes	Couche n°10
Couche 3	Nappes alluviales et terrasses anciennes	Couche n°9
Couche 4	Formation de Castets	Couche n°7
Couche 5	TSP* Belin = Argiles de Brach	Couche n°6
Couche 6	Formation de Belin	Couche n°5
Couche 7	TSP* Onesse	Couche n°4
Couche 8	Formation d'Onesse	
Couche 9	TSP* Arengosse	
Couche 10	Formation d'Arengosse	
Couche 11	Glaïses bigarrées	Couches 2 + 3 et Modélisation des aquifères du Miocène (Pédron et al., 2001)
Couche 12	Sables Fauves semi-perméables	
Couche 13	Helvétien	
Couche 14	Epoite au sommet de l'Aquitainien	
Couche 15	Aquitainien	Issus du MONA v4
Couche 16	Epoite Chattien-Miocène	
Couche 17	Oligocène	

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



CRES AQUITAINE – MODULE MODÈLE HYDRODYNAMIQUE PLIO-QUATÉRNAIRE DESCRIPTION GÉNÉRALE

- Maillage à 500 m
- Compatibilité avec le MONA (Modèle Nord-Aquitain) :
 - Base du Plio-Quaternaire
 - Reprise des charges hydrauliques du Miocène et de l'Oligocène
- Pas de temps mensuel sur la période 2000 - 2014



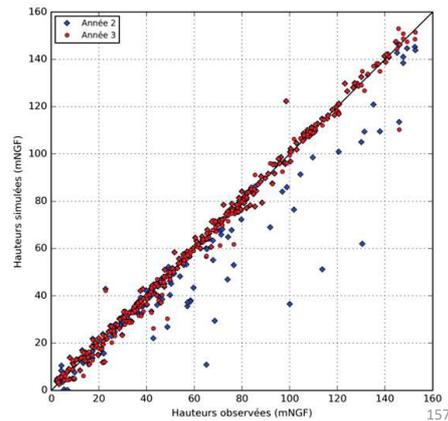
Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

156



CRES AQUITAINE – MODULE MODÈLE HYDRODYNAMIQUE PLIO-QUATERNAIRE AVANCEMENT

- Calage en cours
 - Général en termes de piézométrie et débits
 - Spécifique dans certains secteurs



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

157



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE L'ADOUR

- Contexte général :
 - Secteur Adour amont : des ressources en eau fortement sollicitées (déséquilibre quantitatif)
 - Des valeurs élevées en nitrates et produits phytosanitaires

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



158



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE L'ADOUR

- D'un point de vue de la connaissance :
 - Etude de la nappe de l'Adour menée en 2006 par le bureau d'étude Burgéap (MO Institution Adour)
 - synthèse bibliographique sur l'existant ;
 - 2 campagnes piézométriques ;
 - établissement d'un modèle hydrogéologique (en régime permanent) ;
 - la détermination de la « nappe d'accompagnement » et d'une isochrone définie à 90 j ;

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE L'ADOUR

- D'un point de vue de la connaissance :
 - Les limites :
 - modèle appelle à des interrogations ;
 - qui n'ont pas pu être levées par une expertise menée par le BRGM dans le cadre de l'APE ;
 - ne constitue pas un outil de gestion éprouvé ;
 - pas / peu de connaissances sur les interactions nappe-rivière, sur la structure géologique (chenalisation).

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019





LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE L'ADOUR

- Programme d'étude pour l'amélioration des connaissances de la nappe de l'Adour et pour la mise en place d'outils de gestion de la ressource (*quantité et qualité*)
- Pluri-annuel : de part l'ambition et le temps hydrogéologique
- Décliner en plusieurs axes de travail :
 1. Mettre en place un réseau de surveillance complémentaire de la nappe
 2. Améliorer la connaissance des échanges nappes-rivières
 3. Avancer sur la connaissance sur la structuration des alluvions en paléochenaux
 4. Caractériser l'état qualitatif de la nappe et de zones à enjeux en particulier
 5. Réaliser un nouveau modèle hydrogéologique en régime transitoire et un outil de gestion
 6. Réaliser des scénarios d'exploitation pour engager une les démarches pour un retour à l'équilibre en 2027 entre les usages et le bon fonctionnement du milieu aquatique

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



161



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE L'ADOUR

- Programme d'étude pour l'amélioration des connaissances de la nappe de l'Adour et pour la mise en place d'outils de gestion de la ressource (*quantité et qualité*)
- En attente de son financement/ lancement ;
- Une démarche avec la DDT 65 et la CA 65 ;
- Un projet de recherche européen pour avancer sur les relations nappe-rivière s'il est validé.

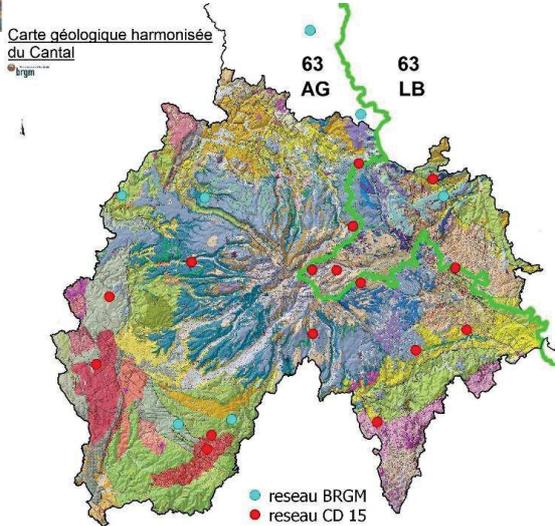
Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



162



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE CANTAL - REFLEXIONS EN COURS



Réseaux de suivi
quantitatifs actuels

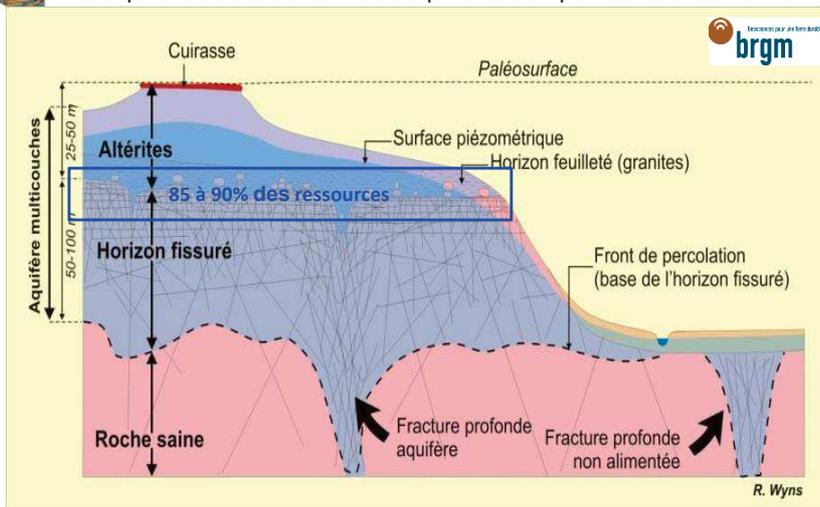
Evaluation des manques

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE LES AQUIFÈRES DE SOCLE

Les aquifères de socle sont des aquifères composites et discontinus



Altérites : fonction capacitive, peu productif

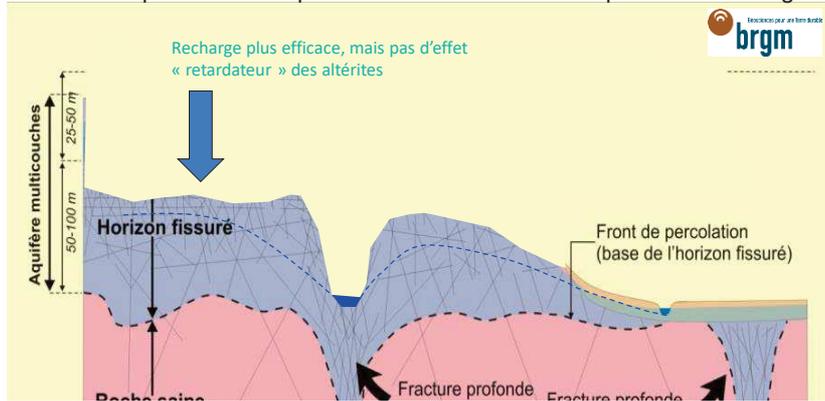
HF : fonction conductrice, faible réserve 164



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE LES AQUIFÈRES DE SOCLE

Conditions de recharge liées à la **préservation** du profil d'altération

- Caractère **compartimenté** de ces aquifères plus souvent largement érodés et entaillés profondément par les cours d'eau dans lesquels ils se vidangent.



La résistance à la sécheresse de ces aquifères est fortement liée aux conditions de recharge et de vidange

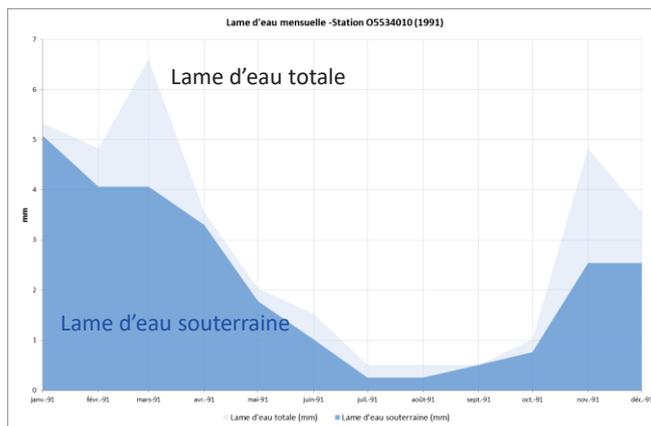
Formatio

165



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE LES AQUIFÈRES DE SOCLE

- Exemple d'écoulement d'un cours d'eau pour une année sèche en domaine de socle



Contribution moyenne des eaux souterraines à l'écoulement total du cours d'eau entre 65 et 89 % (RESSAR, 2015)



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines - Feb 2018

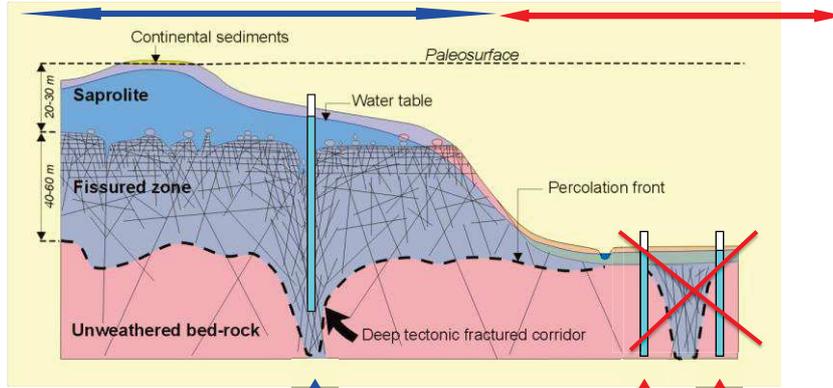
166



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE
OPTIMISATION DE L'IMPLANTATION DES FORAGES

→ Localisation où le profil d'altération est préservé

→ Localisation où le profil d'altération a été érodé



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

Implantation optimisée

Débit absent ou non pérenne

167



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE
LE PROJET POTAMAC

POTentialités Aquifères des formations de socle en (ex)région Midi-Pyrénées
Secteur « MAssif Central »

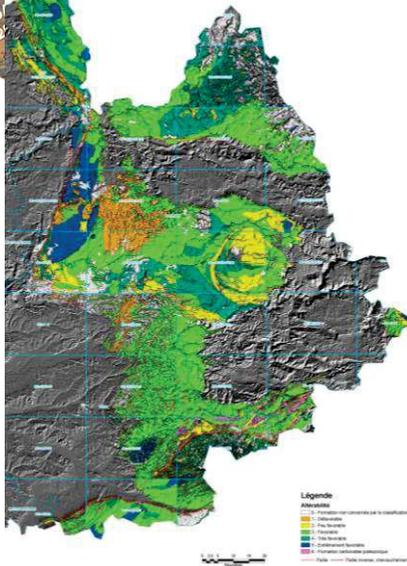
Rapport BRGM/RP-58808-FR, 2010

Légende

Altérabilité

- 0 - Formation non concernée par la classification
- 1 - Défavorable
- 2 - Peu favorable
- 3 - Favorable
- 4 - Très favorable
- 5 - Extrêmement favorable
- 6 - Formation carbonatée paléozoïque

<http://infoterre.brgm.fr/rapports//RP-58808-FR.pdf>



Carte de l'altérabilité et du potentiel aquifère des formations de socle



168



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE

LE PROJET ERESSAR

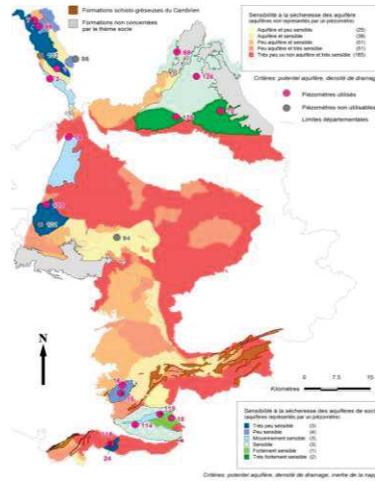
Estimation des Ressources en Eaux souterraines renouvelables et évaluation de la Sensibilité à la Sécheresse des Aquifères en (ex) Région Midi-Pyrénées

Rapport BRGM/RP-64075-FR, 2015

<http://infoterre.brgm.fr/rapports//RP-64075-FR.pdf>



Sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



Carte de la sensibilité à la sécheresse des aquifères de socle⁶⁹



CRES AQUITAINE – MODULE MODÈLE HYDRODYNAMIQUE MONA

CONTEXTE - OBJECTIF

- Objectif
 - Disposer d'un outil de gestion et d'aide à la décision destiné à définir au mieux les stratégies d'exploitation des ressources souterraines de la région.

Rapport BRGM / RP-61614-FR
Rapport BRGM / RP-63381-FR

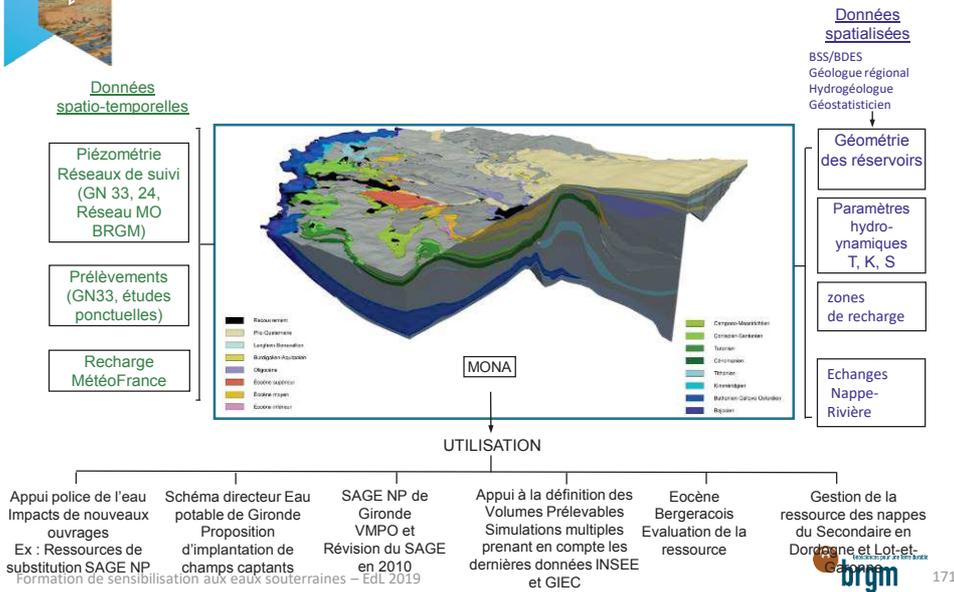
Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



170



CRES AQUITAINE – MODULE MODÈLE HYDRODYNAMIQUE MONA PRINCIPLE - UTILISATION

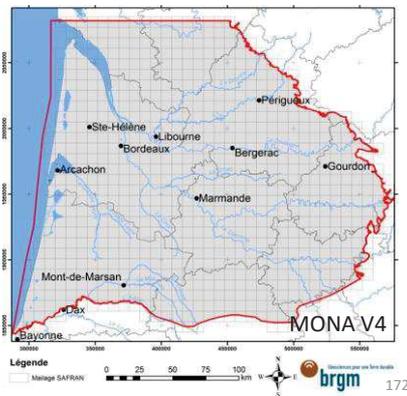
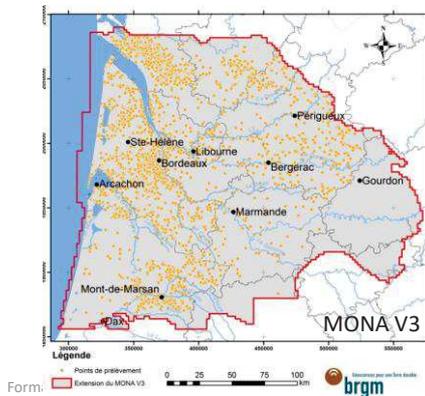


171



CRES AQUITAINE – MODULE MODÈLE HYDRODYNAMIQUE MONA DEROULEMENT

- Développement de la nouvelle version en cours:
 - Nouvelle géométrie / Nouvelle extension
 - Meilleure prise en compte de la recharge
 - Intégration du réseau hydrographique pour évaluer à terme les relations nappes/rivières
 - Passage à une maille de calcul plus fine et Pas de temps mensuel



172

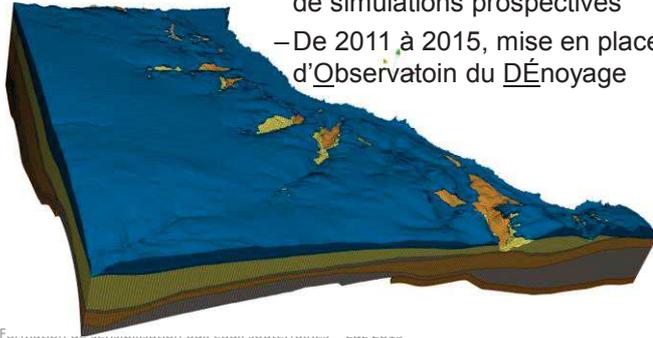


MODÈLE OLIGOCÈNE

CONTEXTE - OBJECTIF

- Objectif

- Dans le sud de l'agglomération bordelaise, l'aquifère de l'Oligocène est une ressource stratégique dont l'exploitation a conduit à un dénoyage local du réservoir
- En 2010, création d'un modèle hydrodynamique pour étudier la problématique du dénoyage : Réalisation de simulations prospectives
- De 2011 à 2015, mise en place du Réseau d'Observatoire du Dénoyage



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

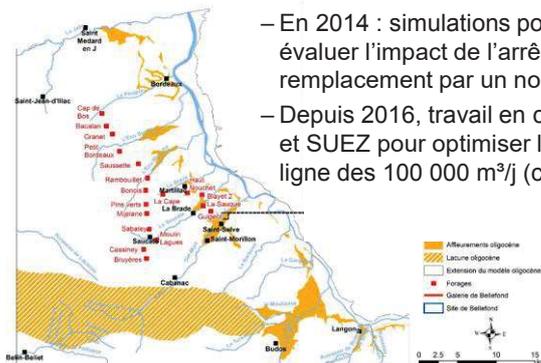


MODÈLE OLIGOCÈNE

UTILISATION

- Un dénoyage plus ou moins important peut être obtenu en fonction de la stratégie utilisée pour exploiter le réservoir

- En 2010 : évaluation de la réduction des prélèvements nécessaires pour aboutir à une amélioration significative de la situation
- En 2014 : simulations pour la commune de Saucats pour évaluer l'impact de l'arrêt du forage communal et de son remplacement par un nouveau forage situé plus à l'ouest.
- Depuis 2016, travail en concertation avec Bordeaux Métropole et SUEZ pour optimiser l'exploitation du champ captant de la ligne des 100 000 m³/j (champ captant au sud de Bordeaux)



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

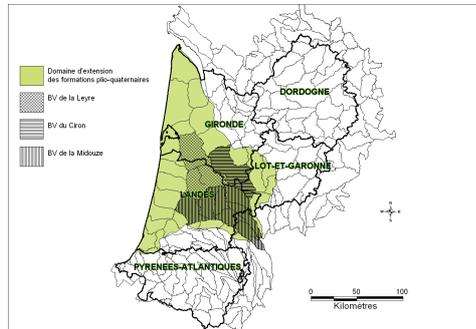
Rapport BRGM / RP-53756-FR
 Rapport BRGM / RP-58156-FR
 Rapport BRGM / RP-61559-FR
 Rapport BRGM / RP-63299-FR
 Rapport BRGM / RP-65339-FR



CRES AQUITAINE – MODULE PLIO-QUATERNAIRE

CONTEXTE - OBJECTIF

- **Territoires concernés :**
 - SAGE Lacs Médocains,
 - SAGE Etangs littoraux Born et Buch,
 - SAGE Leyre, cours d'eau côtiers et milieux associés,
 - SAGE Midouze,
 - SAGE Ciron,
 - SAGE Estuaire de la Gironde et milieux associés
 - Autres secteurs non couverts :
vallée de la Garonne, sud-ouest des Landes



- **Objectifs :**
 - Compréhension d'un système hydrogéologique, intensément exploité et vulnérable, mais peu étudié car faible enjeu AEP
 - A terme meilleure appréhension des relations nappes / réseau superficiel

Formation des eaux souterraines – EdL 2019



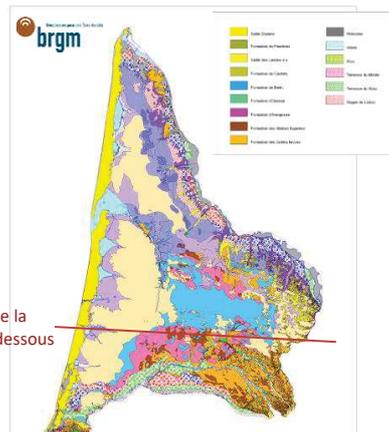
175



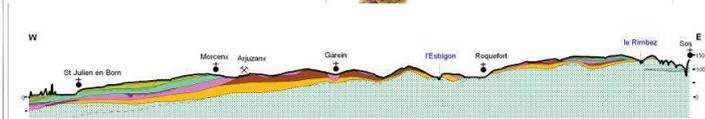
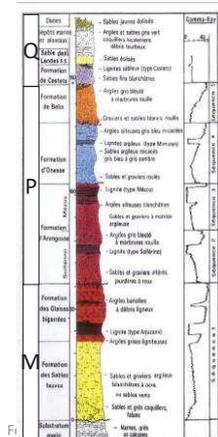
CRES AQUITAINE – MODULE PLIO-QUATERNAIRE

DÉROULEMENT

- **Géométrie de l'aquifère**
 - Compréhension du comblement
 - Découpage
 - Extension des formations
 - Modèle 3D et coupes



Position de la coupe ci-dessous



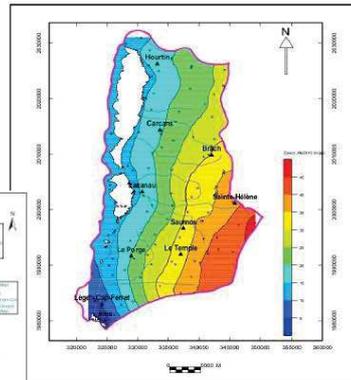
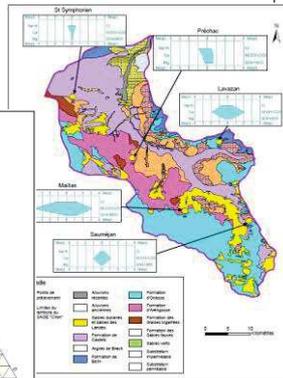
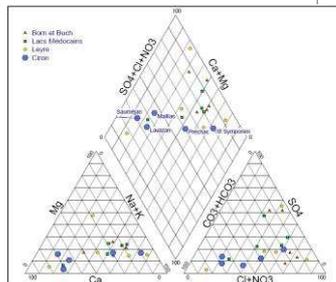
Formation des eaux souterraines – EdL 2019

176



CRES AQUITAINE – MODULE PLIO-QUATERNAIRE DÉROULEMENT

- Acquisition d'éléments de compréhension
 - Jaugeages
 - Piézométrie
 - Pompages d'essai
 - Qualité



CRES AQUITAINE – MODULE PLIO-QUATERNAIRE DÉROULEMENT

- Troisième convention (2008-2013)
 - Année 1 : Rapport public BRGM/RP-57813-FR
 - Année 2 : Rapport public BRGM/RP-60259-FR
 - Année 3 : Rapport public BRGM/RP-61303-FR
 - Année 4 : Rapport public BRGM/RP-63168-FR
 - Année 5 : Rapport public BRGM/RP-64983-FR
- Quatrième convention (2015-2020)
 - Année 1 : Rapport public BRGM/RP-66844-FR
 - Année 2 : en cours



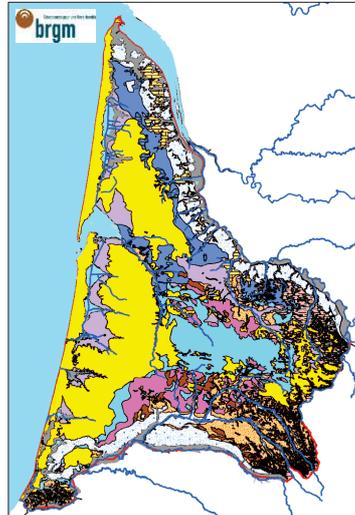
CRES AQUITAINE – MODULE MODÈLE HYDRODYNAMIQUE PLIO-QUATERNAIRE

CONTEXTE - OBJECTIF

- Modélisation des nappes plio-quaternaires du triangle landais
- Fournir des éléments de compréhension sur le fonctionnement de réservoirs superficiels à grande échelle (recharge, interactions avec les aquifères sous-jacents, relations nappes-rivières, ...)
- Orienter les SAGE en vue d'une gestion raisonnée de l'eau à l'échelle de leur territoire

Année 1 Rapport BRGM / RP-63168-FR
Année 2 Rapport BRGM / RP-64983-FR
Année 3 en cours

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – Ed. 2019



179



CRES AQUITAINE – MODULE MODÈLE HYDRODYNAMIQUE PLIO-QUATERNAIRE

DÉROULEMENT

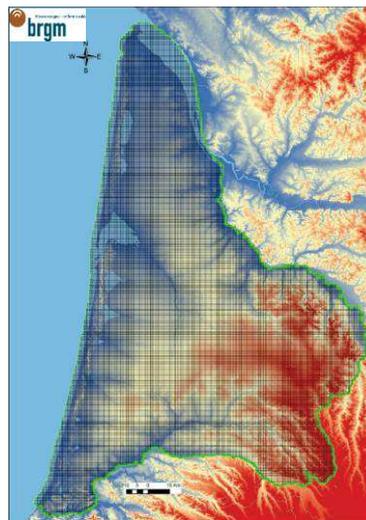
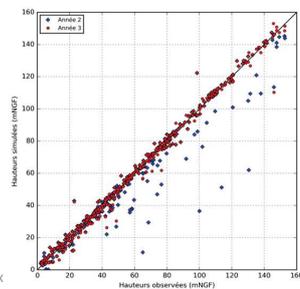
Construction du modèle

- Maillage à 500 m
- Compatibilité avec le MONA (Modèle Nord-Aquitain) :
 - Base du Plio-Quaternaire
 - Reprise des charges hydrauliques du Miocène et de l'Oligocène
- Pas de temps mensuel sur la période 2000 - 2014

Calage

Diagramme de dispersion : hauteurs d'eau simulées / hauteurs d'eau mesurées

Formation de sensibilisation aux



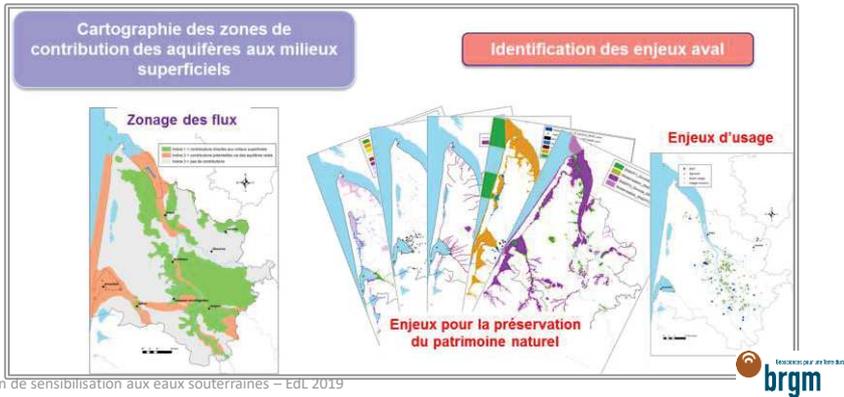
180



PROJET AZENA – ATLAS DES ZONES À ENJEUX AVAL CONTEXTE - OBJECTIF

- Elaborer un atlas en Gironde identifiant les Zones à Enjeux Aval (ZAEA)* en surface dont l'état est conditionné par les flux sortants des nappes profondes

* Zones à Enjeux Aval (ZAEA) = *milieux naturels* (cours d'eau, zones humides, lagunes, espèces piscicoles, ...) et *usages* (AEP, agriculture, industrie, ...)



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



181



PROJET AZENA – ATLAS DES ZONES À ENJEUX AVAL DÉROULEMENT

7 secteurs dans lesquels les nappes profondes peuvent potentiellement contribuer au milieu superficiel.
+ 1 secteur particulier : « Océan atlantique »



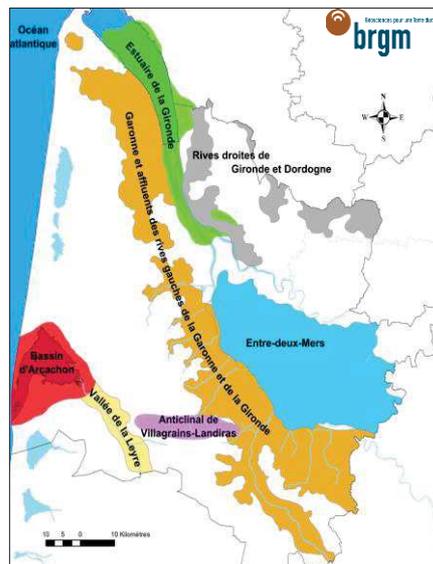
Acquisitions de données hydrogéologiques sur chaque secteur afin de préciser les flux sortants (Jaugeages, Piézométrie, Physico-chimie)

+

Identification précise des milieux superficiels avals

Phase 1 Rapport BRGM / RP-64318-FR
Phase 2 Rapport BRGM / RP-66335-FR
Phase 3 en cours (5 phases prévues)

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



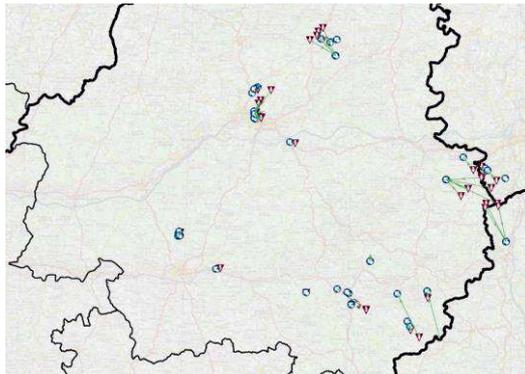
182



CRES AQUITAINE – MODULE KARST24

DÉROULEMENT

- Acquisitions de données hydrogéologiques
 - ✓ Inventaire des traçages
 - => Mise à disposition dans la BD Traçages et sur le SIGES Aquitaine



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

185



CRES AQUITAINE – MODULE KARST24

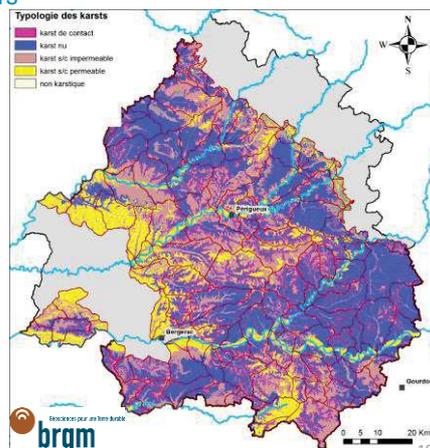
DÉROULEMENT

- Développement d'approches méthodologiques
 - ✓ Fonctionnalité karstique des réservoirs
 - ✓ Cartographie départementale de typologies de karst

Année 1 Rapport BRGM / RP-61681-FR
 Année 2 Rapport BRGM / RP-62902-FR
 Année 3 Rapport BRGM / RP-64800-FR
 Année 4 Rapport BRGM / RP-66488-FR
 Année 5 en cours...probablement la dernière



Elaboration d'un programme de recherche sur les karsts nord-aquitains (Dordogne, Lot-et-Garonne et Lot)



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

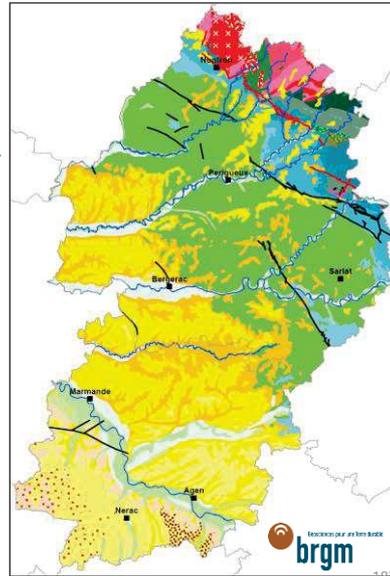
186



PERSPECTIVES DE GESTION DES NAPPES DU SECONDAIRE EN AGENAIS-PÉRIGORD

CONTEXTE - OBJECTIF

- Réflexion sur la ressource en eau globale dans le secteur nord-oriental du bassin aquitain (essentiellement Dordogne & Lot-et-Garonne)



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

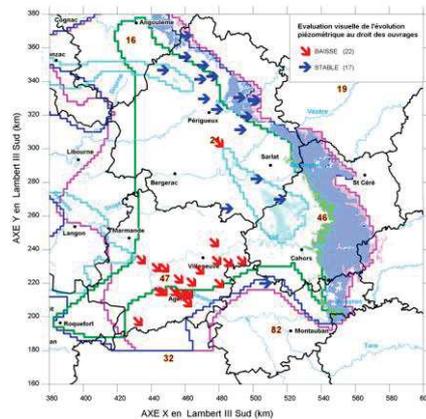


PERSPECTIVES DE GESTION DES NAPPES DU SECONDAIRE EN AGENAIS-PÉRIGORD

DÉROULEMENT

- Synthèse hydrogéologique et modélisation
- Mise en évidence d'un baisse piézométrique sur le Jurassique du Lot-et-Garonne contrairement à la Dordogne

Rapport 2008 Rapport BRGM / RP-56419-FR
 Rapport 2008 Rapport BRGM / RP-59330-FR



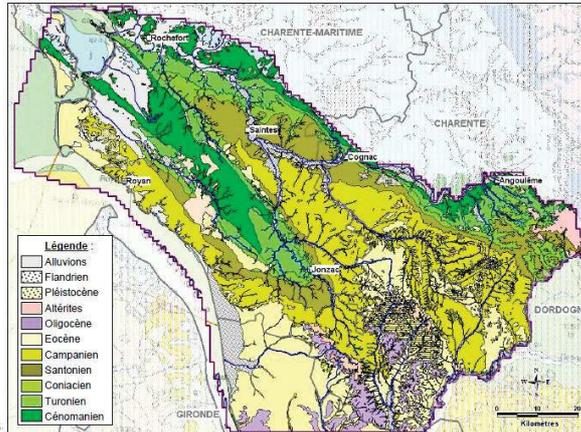
Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

188



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE LES MODÈLES HYDRODYNAMIQUES : LE MODÈLE CRÉTACÉ

- Modèle multicouche des aquifères du Crétacé du sud des Charentes:

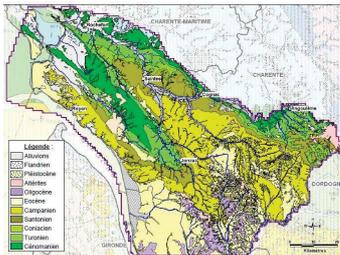


Formation de sensibilis.



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE LES MODÈLES HYDRODYNAMIQUES : LE MODÈLE CRÉTACÉ

- Utilisations passées:



- Estimation des flux entre aquifères
- Simulation de l'impact d'un champ captant (Épau)
- Bilans entrées-sorties des bassins versants
- Évaluation des échanges nappe-rivière par bassin versant
- Simulations de baisses de prélèvements
- Évaluation de l'impact du changement climatique

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019





LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE

LES MODÈLES HYDRODYNAMIQUES : LE MODÈLE CRÉTACÉ

- Travaux en cours:
 - Actualisation du modèle
 - Passage de la taille de maille à 500m
 - Campagnes piézométriques HE/BE
 - Simulations spécifiques sur le bassin de la Seudre

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

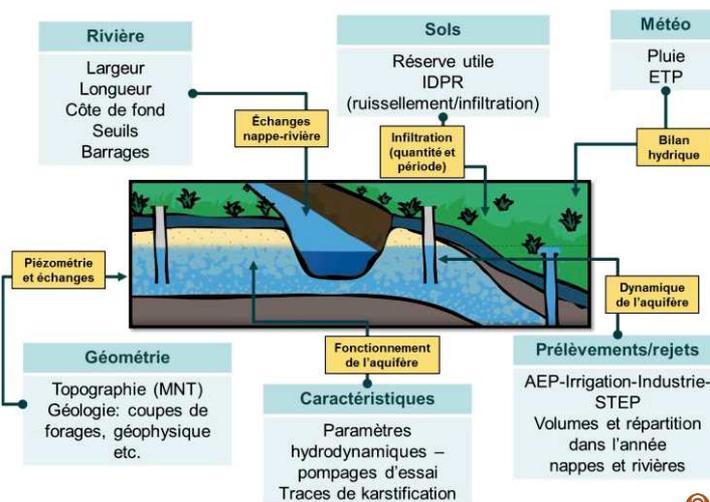


191



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE

LES MODÈLES HYDRODYNAMIQUES : LE MODÈLE CRÉTACÉ



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

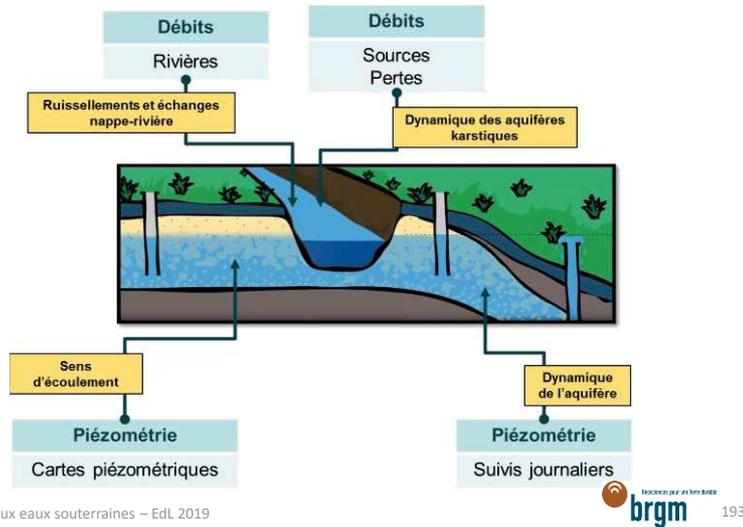


192



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE

LES MODÈLES HYDRODYNAMIQUES : LE MODÈLE CRÉTACÉ



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE

LES MODÈLES HYDRODYNAMIQUES : LE MODÈLE CRÉTACÉ



Source: SMASS

- **Problématique DOE**
 - Simulations pour des DOE (DREAL) sur la Seudre et le Né à l'aide de simulations (impact des prélèvements, débits non anthropisés....)
- **Problématique Seudre**
 - Retenues de substitutions: impact des prélèvements actuels + évaluation de l'impact des prélèvements en HE et de leur impact en BE.

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

brgm 194



LA GESTION QUANTITATIVE SUR UN EXEMPLE DE TERRITOIRE

LES MODÈLES HYDRODYNAMIQUES : LE MODÈLE CRÉTACÉ

- Aspect Modèles hydrogéologiques
 - Maintien et amélioration des modèles régionaux
- Utilisations possibles:
 - Impact des activités anthropiques nouvelles ou passées sur les eaux souterraines ou de surface
 - Impacts du changement climatique ou d'événements extrêmes (série d'années sèches)
 - Gestion des eaux souterraines: indicateurs, retenues, volumes prélevables, test d'option de gestion
 - Tests de nouveaux champs captants
 - Zooms pour des études plus fines
 - Mise en place d'un modèle géologique consultable
 - Passage à une modélisation de la qualité de l'eau



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

195



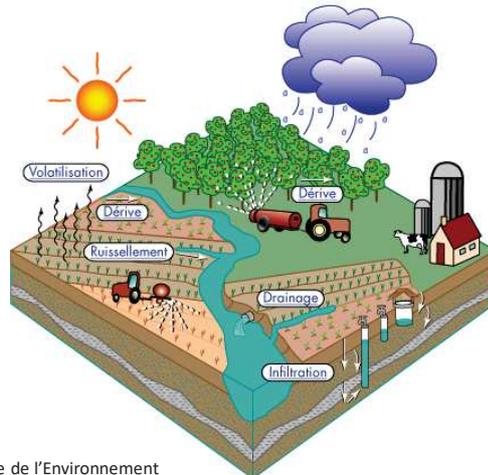


LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE



LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINES MÉCANISMES DE TRANSFERT DES POLLUANTS

Mécanismes de transport des pesticides dans l'environnement



Ministère de l'Environnement
du Québec, 2004

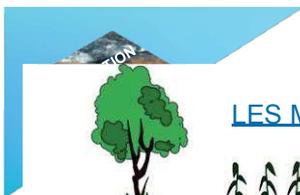
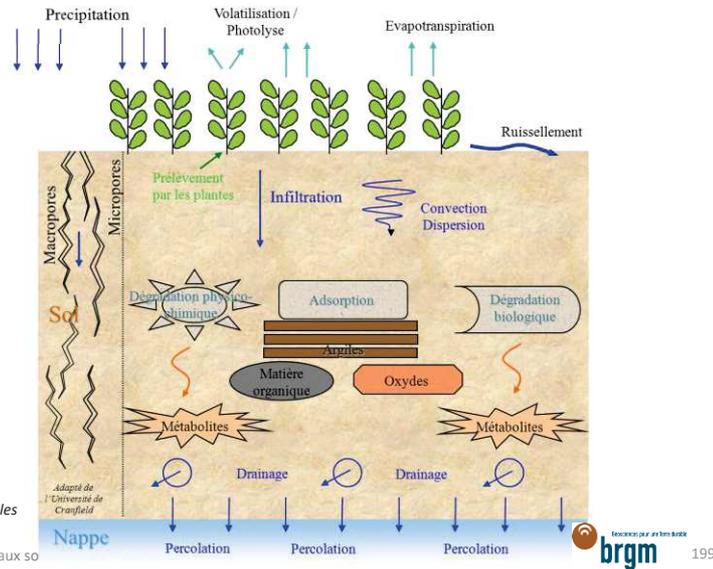
Formation de sensibilisation a.....





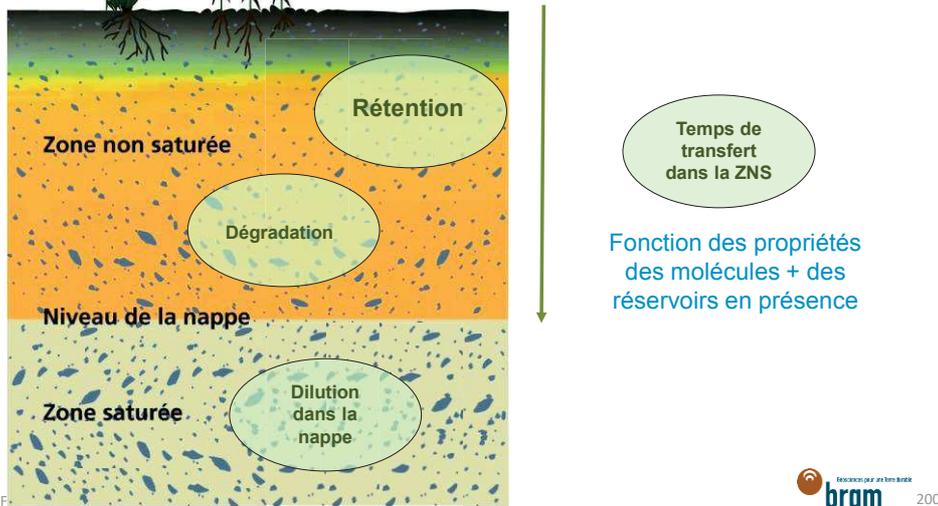
LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINES

LES MÉCANISMES DE TRANSFERT DES POLLUANTS



LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINES

LES MÉCANISMES DE TRANSFERT DES POLLUANTS

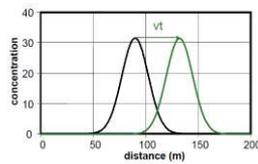




LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINES

LES MÉCANISMES DE TRANSFERT DES POLLUANTS

- Processus de base associés au transport :

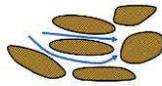


Fluide au repos



Transfert des particules des zones à concentration élevée vers les zones à concentration faible

Dispersion longitudinale



Longueur du chemin

- **Convection** : entrainement du soluté par le fluide en mouvement

- **Diffusion moléculaire** : mouvement aléatoire des particules

- **Dispersion mécanique** : mécanisme de mélange dû à l'hétérogénéité de la vitesse à différentes échelles

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINES

LES MÉCANISMES DE TRANSFERT DES POLLUANTS

- Processus supplémentaires :

- Sorption
- Volatilisation
- Dégradation
- Prélèvement par les végétaux
- Photodécomposition
- Précipitations chimiques, mise en solution, etc.

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINES

LES MÉCANISMES DE TRANSFERT DES POLLUANTS

- Substance caractérisée par :

- Sa **mobilité**, exprimée par le coefficient de distribution normalisé K_{oc}

- Sa **persistance**, exprimée par la demi-vie $t_{1/2}$ de la substance

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINES

LES MÉCANISMES DE TRANSFERT DES POLLUANTS

Molécule	K_{oc} ($m^3 \cdot kg^{-1}$)	Molécule	K_{oc} ($m^3 \cdot kg^{-1}$)
Alachlore	0.12	Fonofos	0.068
Aldicarbe	0.036	Heptachlor	24
Atrazine	0.16	Lindane	1.3
Bromacil	0.072	Linuron	0.863
Captan	0.033	Malathion	1.796
Carbaryl	0.229	Methyl parathion	5.1
Carbofuran	0.028	Metolachlore	0.181
Chlordane	38	Metribuzine	0.024
Chlorthalonil	1.38	Monuron	0.18
Chlorpyrifos	6.07	Napropamide	0.3
Chlortal dimethyl	4	Oxamyl	0.006
Cyanazine	0.168	Parathion	11
2,4-D	0.02	Pentachlorophenol	14.29
DBCP	0.07	Phorate	0.66
DDT	240	Picloram	0.048
Diazinon	0.085	Prometryne	0.61
Dicamba	0.0022	Propachlore	0.42
Dichloropropene	0.068	Propylene dichloride	0.043
Dieldrin	12	Simazine	0.14
Disulfoton	1.6	2,4,5-T	0.08
Diuron	0.38	Terbacil	0.041
EDB	0.044	Toxaphene	21
EPTC	0.28	Triallate	3.6
Ethoprophos	0.12	Trifluraline	7.3

(Jury et al., 1987)

Plus le K_{oc} augmente, plus la molécule est adsorbée

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019





LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINES

- Mobilité potentielle d'un pesticide influencée par :
 - Les **propriétés physico-chimiques de la substance** (solubilité à l'eau ; faculté à être adsorbé ; faculté à être dégradé ; faculté à se volatiliser)
 - Les **caractéristiques du milieu** (type de sol – argile, matière organique, oxydes et hydroxydes, structure, activité biologique, ambiance physico-chimique, etc.)
 - Les **facteurs climatologiques et hydrogéologiques** (importance et répartition des précipitations, profondeur de la nappe, recharge, etc.)

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



205



LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINES

ARIÈGE – PROJET TRANSPOLAR

PROJET TRANSPOLAR
(2008 – 2011)

La qualité de la nappe alluviale de l'Ariège Une ressource en eau à reconquérir

L'aquifère alluvial de la vallée de l'Ariège constitue une ressource en eau importante. Toutefois, depuis de nombreuses années, des constats alarmants liés aux fortes teneurs en polluants azotés et/ou phytosanitaires ont entraîné l'abandon progressif des captages en eau potable.

OBJECTIFS

- Estimer la charge polluante exercée sur la zone par les différentes activités agricoles et non agricoles,
- Evaluer la qualité de la nappe tant spatialement que temporellement,
- Caractériser les conditions pédologiques et hydrogéologiques,
- Identifier les processus majeurs gouvernant le transfert des solutés vers les eaux souterraines,
- Rechercher des indices d'atténuation naturelle.



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

206



LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE

ARIÈGE – PROJET TRANSPOLAR

PRINCIPAUX RESULTATS

- Contamination de l'aquifère alluvial en **atrazine** et en **métolachlore** et en particulier par les **produits de dégradation** de ces 2 molécules
- Prédominance dans la nappe des dérivés vs. molécule mère en relation avec les **mécanismes de transfert** identifiés (**faible sorption des dérivés sur le sol** et les solides de la ZNS, minéralisation plus importante de l'OXA vs. ESA)
- Importance du fonctionnement hydrodynamique de la nappe - **Temps de renouvellement des eaux de la nappe ± important** : difficulté de résorber une contamination (exemple de l'atrazine et DEA)
- Influence avérée des **caractéristiques pédologiques** de la plaine et des **pratiques agricoles** (apport de carbone organique dans le sol limite les risques de transfert rapide des molécules vers la nappe, inversement **risque de transfert accentué** après travail du sol et/ou irrigation précoce ou intensive)

Rapport BRGM/RP-56597-FR
Rapport BRGM/RP-58033-FR
Rapport BRGM/RP-60335-FR

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



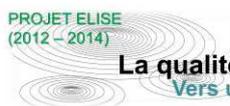
207



LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE

ARIÈGE – PROJET ELISE

PROJET ELISE
(2012 – 2014)



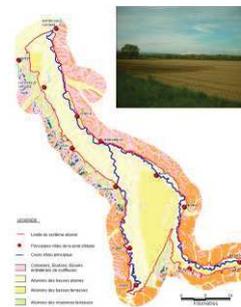
La qualité de la nappe alluviale de l'Ariège Vers une recherche de bio-indicateurs...



L'aquifère alluvial de la vallée de l'Ariège identifié comme territoire à enjeux fort dans le bassin Adour-Garonne pour l'acquisition de connaissance sur l'impact des produits phytosanitaires sur les eaux souterraines et à présent sur les écosystèmes associés

OBJECTIFS D'ETABLIR UNE CARACTERISATION COUPLEE :

- ↳ Mécanismes de transfert des phytosanitaires dont le métolachlore et ses produits de dégradation vers les eaux souterraines,
- ↳ Impact sur la qualité chimique de la nappe,
- ↳ Impact écologique sur les micros et les macro-organismes des eaux souterraines et des écosystèmes associés



Rapport BRGM/RP-62056-FR Rapport BRGM/RP-64441-FR
Rapport BRGM/RP-63386-FR Rapport BRGM/RP-65394-FR

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



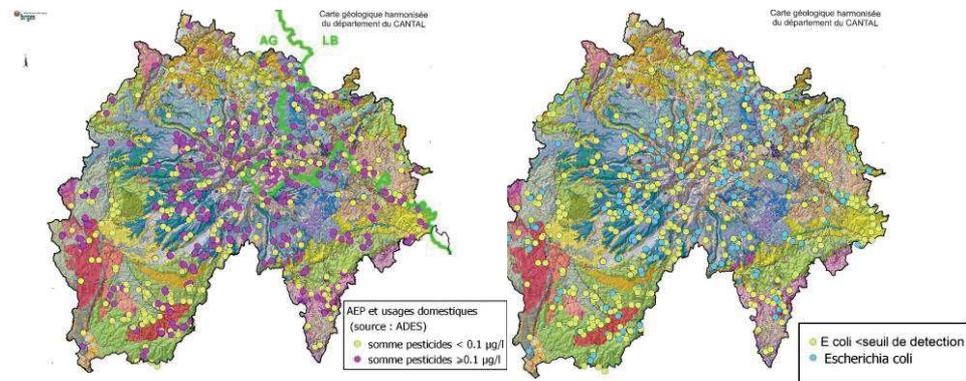
208



LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE

CANTAL

- Réflexions en cours



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE

LE PROGRAMME COQUAS

- COQUAS = Amélioration des **C**onnaissances pour la surveillance **Q**ualitative des **A**quifères de **S**ocle sur le bassin Adour-Garonne
- Phase 1 (2015-2017) : Etude préalable pour la mise en place d'un réseau de surveillance « qualité » - Rapport *BRGM/RP-67142-FR* (<http://infoterre.brgm.fr/rapports//RP-67142-FR.pdf>)
- Phase 2 R&D (2017-2019) : Compréhension des mécanismes de transfert de contaminants : nitrates, produits phytosanitaires, éléments traces, dans les formations de socle vers les eaux souterraines



AGENCE DE L'EAU
ADOUR-GARONNE
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019

210

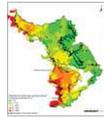


LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE

LE PROGRAMME COQUAS 1

- Choix des zones pour la recherche de points représentatifs :

« Pression »



Qualité ESO

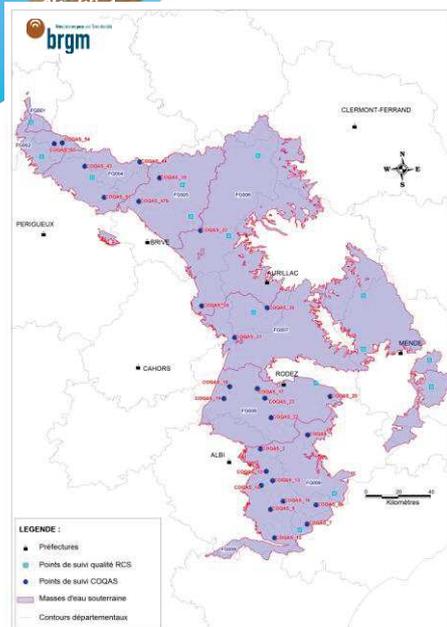
- **RPG** : % surfaces « grandes cultures » / surfaces cultivées

- Présence de **points à problème** (nombre)
- **Généralisation de la contamination** (points avec quantification)



LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE

COQUAS 1



Phytos NO3	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Non traitée	Total NO3	Nb RCS
Classe 1	2	3	2				7	1
Classe 2	1	1	2	1	1	1	6	1
Classe 3	2		8	1			11	3
Classe 4	2	1	7	4	2	2	18	3
Classe 5		4	8	15	5	8	40	6
Non traitée			3	1		29	33	1
Total Phytos	7	6	31	23	8	40	115	
Nb RCS	3	1	2	5	2	2		15

Choix concerté des points à partir d'une grille d'aide à la décision dans un souci d'économie d'échelle

AEAG : 4 campagnes annuelles à partir de 2016 (tous paramètres)



Fin de phase 2 : optimisation et consolidation du réseau proposé

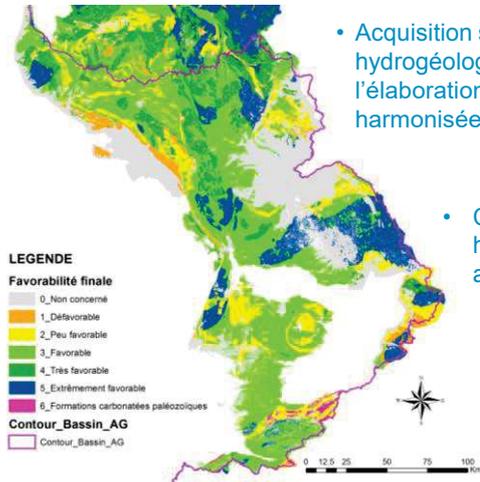
212



LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE

COQUAS 2

AXE 1 - AMÉLIORATION DES CONNAISSANCES SUR LE FONCTIONNEMENT HYDROGÉOLOGIQUE DES AQUIFÈRES COMPOSITES DE SOCLE



- Acquisition sur le terrain de données géologiques et hydrogéologiques complémentaires en vue de l'élaboration et la consolidation d'une carte d'altérabilité harmonisée à l'ensemble des formations de socle

- Caractérisation géologique, hydrogéologique, et chimique de sites adaptés aux autres axes de R&D



LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE

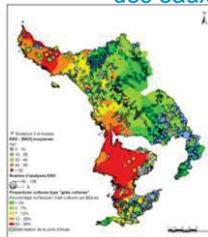
COQUAS 2

AXE 2 [A2] - DISCRIMINATION DE L'ORIGINE DES NITRATES SUR DES SECTEURS À CONTENTIEUX ET/OU À ENJEU, ET ÉVALUATION DU TEMPS DE RETOUR AU BON ÉTAT QUALITATIF

- Diagnostic hydrogéologique, enquête environnementale et inventaire exhaustif des pressions anthropiques sur des sites à enjeu
- Une approche innovante à caractère démonstratif sera testée par caractérisation multi-traceurs isotopiques des sources potentielles de nitrates



- Discrimination des différentes sources de nitrates à l'origine de la dégradation des eaux, évaluation du temps nécessaire à un retour au bon état qualitatif

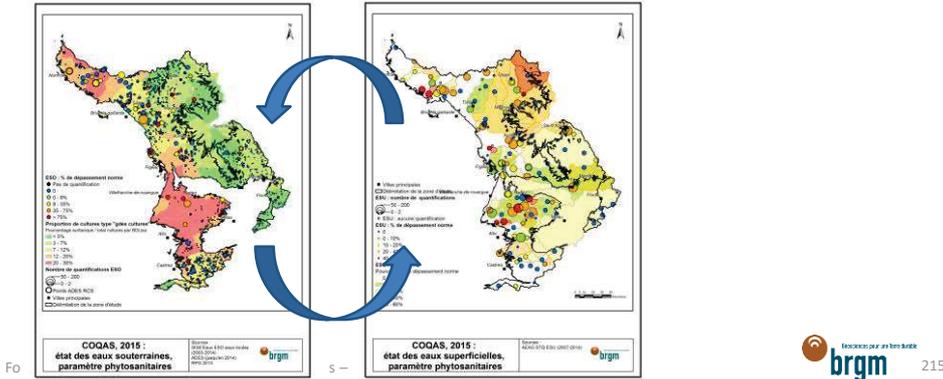




LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE COQUAS 2

AXE 3 [A3] - AMÉLIORATION DE LA COMPRÉHENSION DES MÉCANISMES DE TRANSFERT ET DE DÉGRADATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES DANS LE PROFIL D'ALTÉRATION DES FORMATIONS DE SOCLE

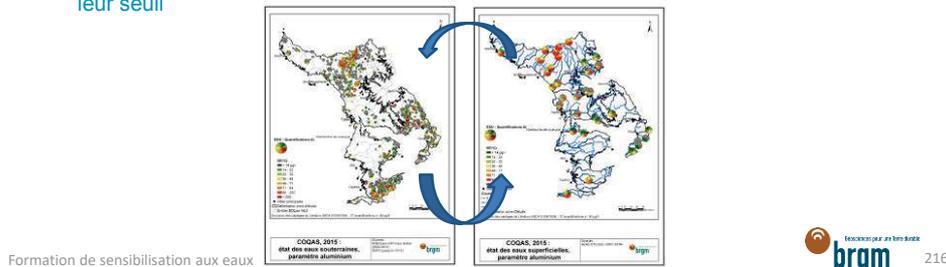
- Transposer aux formations de socle les résultats établis sur la plaine alluviale de l'Ariège (programme R&D TRANSPOLAR –ELISE), notamment dans le profil d'altération susceptible de jouer un rôle prépondérant vis-à-vis des transferts
- Analyse des données historiques et croisement des données eau de surface / eau souterraine dans des secteurs d'intérêt



LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE COQUAS 2

AXE 4 [A4] - MÉCANISMES DE LIBÉRATION DE MÉTAUX TRACES EN DOMAINE DE SOCLE, ET DE TRANSFERT DANS LES EAUX SOUTERRAINES ET LES EAUX DE SURFACE

- Validation de la représentativité des données en Aluminium bancarisées en se focalisant dans les zones anormales présentant des relations avérées ESO/ESU
- Approche statistique des données en éléments traces dans les eaux souterraines et de surface (ACP : nature, altérabilité, inventaire minier, ...). Identification de zones anormales en fond hydrogéochimique
- Approche à l'échelle de bassins versants expérimentaux (As, Ba)
- Meilleure prise en compte du fond géochimique naturel des eaux souterraines et de leur seuil





LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE

BASSIN VERSANT DE LA CHARENTE

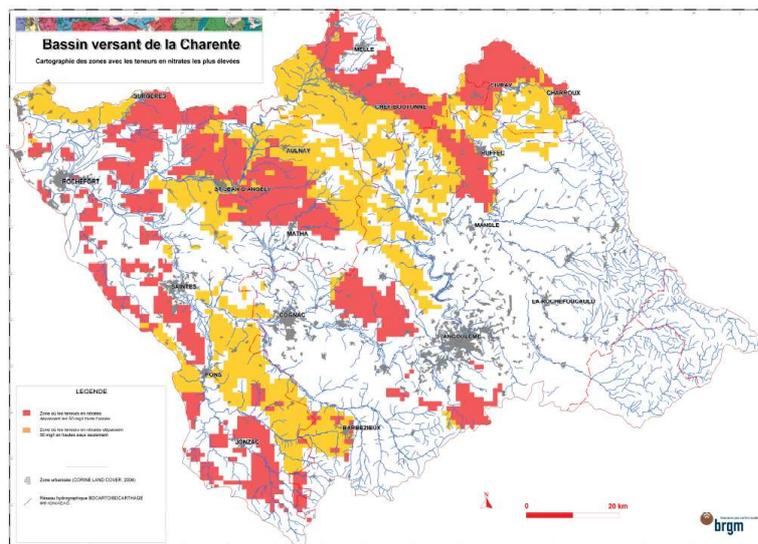
- Bassin céréalier + vignoble
- Etat qualitatif dégradé pour les nitrates et les phytosanitaires
- Réalisation d'un état des lieux qualitatif à partir de données terrain (analyses et isotopie) + bibliographiques

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE

BASSIN VERSANT DE LA CHARENTE



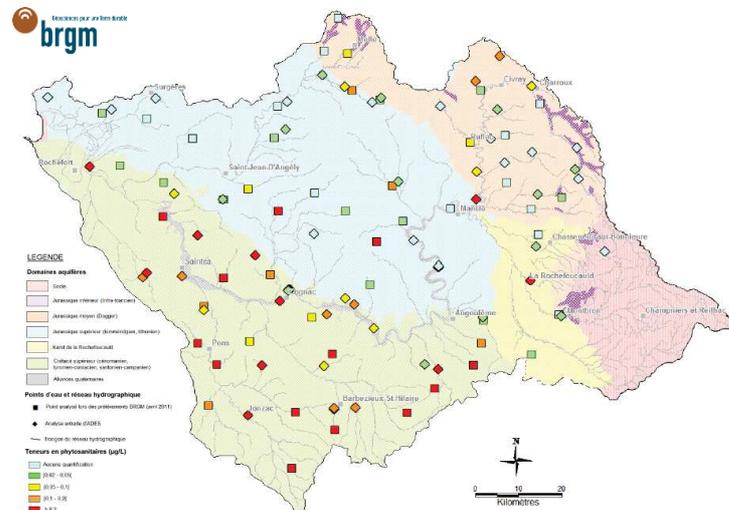
BRGM RP-59154-FR Formation aux eaux souterraines – EdL 2019

218



LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE

BASSIN VERSANT DE LA CHARENTE



BRGM RP-62254-FR

219



LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE

BASSIN VERSANT DE LA CHARENTE

- Travail de l'IRSTEA (Bordeaux) sur les pratiques agricoles et la qualité des eaux de surface: MODCHAR
- Recensement et modélisation des pratiques agricoles et du transfert de nitrates dans les eaux de surface + scénarios d'évolution des pratiques



LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE

BASSIN VERSANT DE LA CHARENTE

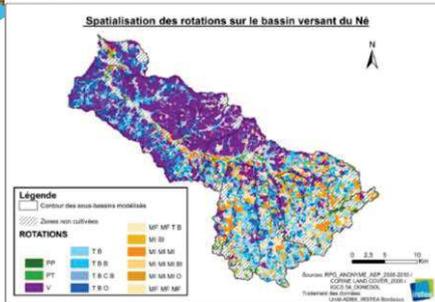


Tableau 26 : Concentrations moyennes (µg/l) simulées à l'exutoire et par zones basses pour S1

nBV / pesticide	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Basins
2-4 MCPA	0,21	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06
Acétochlorure	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Actonifène	0,72	0,23	0,16	0,07	0,58	0,69	0,6	1,63	0,82	1,7	0,44	2,02	0,25	0,54
Chlorpyrifos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0,00
Glyphosate	0,15	0,03	0,03	0,01	0,1	0,18	0,08	0,2	0,04	0,32	0,12	0,3	0,09	0,18
Isoproturon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Mancozèbe	0	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0	0	0	0	0,01	0	0,02	0,01
Métaldéhyde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
S-Métolachlore	0,85	0,43	0,5	0,26	0,88	0,93	0,83	0,67	0,58	1,04	1,08	1,03	0,22	0,62
Tébuconazole	0,3	0,28	0,35	0,3	0,3	0,15	0,45	0,4	0,45	0,19	0,1	0,06	0,01	0,28
total NBT	1,73	1,01	1,07	0,85	1,67	1,39	1,36	2,9	1,59	3,28	2,14	3,43	0,41	1,62
contributions de chaque sbv au bassin versant														
	0,42	0,24	0,23	0,01	0,27	0,05	0,00	0,01	0,00	0,17	0,02	0,09	0,00	

ST
qu
et
tr
cé
é

Scénario défini ou à définir	Description du scénario	Modification des pratiques	Modification de l'assolement	Projet concerné
S0	Scénario initial, Efficience des pratiques agricoles et simulation de l'occupation agricole du BV du Né			MODCHAR MAEVEAU
S1	Combinaison changement de pratiques et occupation du sol	Diminution des IF (herbicides et hors herbicides) : → Grandes cultures : Réduction des traitements phytosanitaires, introduction du désherbage mécanique... → Vignes : Enherbement tous inter-rangs, réduction des traitements	Allongement des rotations soit avec 3 ans de luzerne soit 1 pos de printemps	MODCHAR MAEVEAU
S...	Changement de pratiques	Diminution des IF		
S...	Pratiques intensives	Augmentation des fréquences de traitements		MODCHAR MAEVEAU
S...	Prise en compte des futures MAET 2019	Obj MAET	Obj MAET	MODCHAR MAEVEAU
S...	MAET : PHYTO_10_vigne	Obj MAET: Pas de traitements herbicides en inter rangs		MAEVEAU
S...	MAET vignes : PHYTO_04	Obj MAET: Réduction nombre traitements herbicides		MAEVEAU
S...	MAET Grandes Cultures: FERTI_01PHYTO_04	Obj MAET: Réduction nombre traitements herbicides et limitation fertilisation azotée		MAEVEAU
S...	Conversion une partie des surfaces de vignes en vignes Bio		Vigne Bio et Vigne en Conversionnel	MODCHAR MAEVEAU
S...	Bandes enherbées autour des parcelles	?	oui	MODCHAR
S...	Conversion en prairies	?	oui	MODCHAR
S...	Conversion de toutes les parcelles près des cours d'eau en prairies	?	oui	MODCHAR
S...	Conversion des surfaces en maïs au bord des cours d'eau en prairies		oui	MAEVEAU
S...	Combinaison de plusieurs scénarios localisés sur une partie des surfaces		Localisation en fonction de la vulnérabilité des lits et pression des pratiques ou zones de captage	

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – Source: IRSTEA – MODCHAR (Vernier, Galichet, Leccia, 2012)¹



LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE

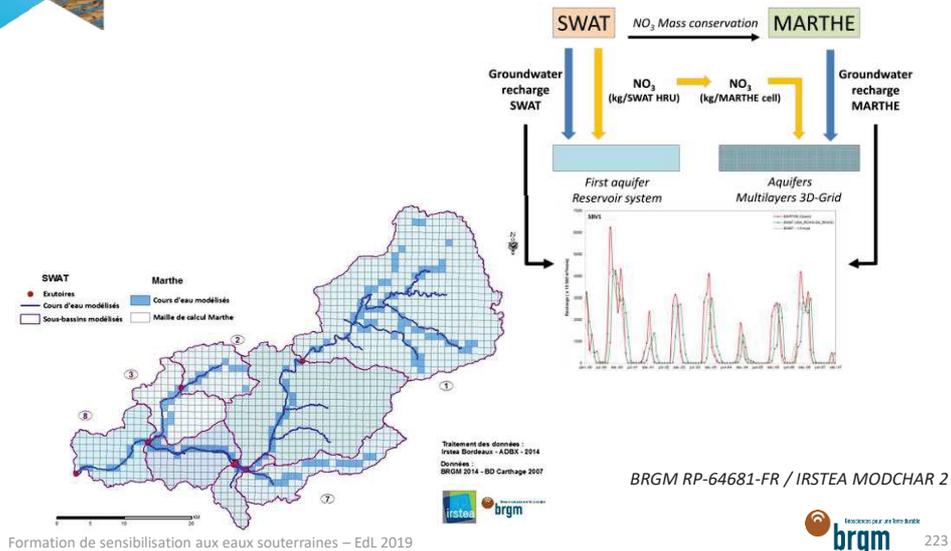
BASSIN VERSANT DE LA CHARENTE

- Travail de l'IRSTEA (Bordeaux) sur les pratiques agricoles et la qualité des eaux de surface: MODCHAR
- Recensement et modélisation des pratiques agricoles et du transfert de nitrates dans les eaux de surface + scénarios d'évolution des pratiques
- Modélisation conjointe entre IRSTEA et BRGM pour représenter le cycle complet des nitrates (eaux souterraines comprises)



LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE

BASSIN VERSANT DE LA CHARENTE



Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



LA VULNÉRABILITÉ DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE

BASSIN VERSANT DE LA CHARENTE

- Travail de l'IRSTEA (Bordeaux) sur les pratiques agricoles et la qualité des eaux de surface: MODCHAR
- Recensement et modélisation des pratiques agricoles et du transfert de nitrates dans les eaux de surface + scénarios d'évolution des pratiques
- Modélisation conjointe entre IRSTEA et BRGM pour représenter le cycle complet des nitrates (eaux souterraines comprises)
- Poursuite des travaux en projet

Formation de sensibilisation aux eaux souterraines – EdL 2019



CONCLUSION

SUGGESTIONS D'ACTIONS POUVANT ÊTRE INTÉGRÉES DANS LES PAOT

Enjeu	Actions	Nappes libres	Nappes captives
Gouvernance	assurer la gestion concertée	SAGE: renforcer la prise en compte des eaux souterraines	mettre en place une gestion concertée des nappes captives:(nappes du périgord Agenais et nappe des sables infra-molassiques)
Connaissance	mieux connaître pour mieux gérer	développer des outils de synthèse et de diffusion de l'information	
connaissance	favoriser les réseaux locaux de suivi de l'état des eaux souterraines	évaluer les besoins et mettre en œuvre : OUGC...	
pollutions diffuses	réduire les pollutions d'origine agricoles et assimilé	protéger la ressource en eau potable sur les AAC	préserver les ressources stratégiques pour le futur
gestion quantitative	mieux connaître pour mieux gérer	mieux connaître le fonctionnement des nappes et des cours d'eau	
gestion quantitative	mieux connaître pour mieux gérer	connaître les prélèvements d'eau souterraines et évaluer les impacts sur les cours d'eau	améliorer la connaissance des prélèvements
gestion quantitative	gerer durablement la ressource en eau	définition des volumes prélevables eau souterraines en lien avec les eaux superficielles (bassins versant en déséquilibre quantitatif)	developper des modèles hydrodynamique pour évaluer l'impact des prélèvements sur la ressource



MERCI DE VOTRE ATTENTION