



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

Liberté  
Égalité  
Fraternité



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

Document à accès immédiat

# Appui scientifique aux SAGE "superficiels" de Nouvelle-Aquitaine

Convention Régionale Eaux Souterraines 2015-2020  
Module 3.2 - Année 3

Rapport final  
**BRGM/RP-72223-FR**

Version 1 du 20 octobre 2022

Étude réalisée dans le cadre des opérations de service public du BRGM

Barrière J.

Vérificateur :	Approbateur :
Nom : Olivier DOUEZ	Nom : Nicolas PEDRON
Fonction : Hydrogéologue	Fonction : Directeur régional délégué BRGM Nouvelle-Aquitaine
Date : 10/10/2022	Date : 20/10/2022
Signature : 	Signature :  Le Directeur Régional du BRGM Nouvelle - Aquitaine Nicolas PEDRON

Le système de management de la qualité et de l'environnement du BRGM  
est certifié selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

Contact : [qualite@brgm.fr](mailto:qualite@brgm.fr)

Ce rapport a été réalisé en partenariat avec :



PRÉFÈTE  
DE LA RÉGION  
NOUVELLE-AQUITAINE

Liberté  
Égalité  
Fraternité



RÉGION  
Nouvelle-  
Aquitaine



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

Liberté  
Égalité  
Fraternité



EAU  
GRAND SUD-OUEST  
AGENCE DE L'EAU ADGOUR-GARONNE

**Mots clés :** Bassin Aquitain, Nouvelle-Aquitaine, SAGE, relation nappe-rivière

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

**Barrière J.** (2022) - Appui scientifique aux SAGE "superficiels" de Nouvelle-Aquitaine. Rapport final V1. BRGM/RP-72223-FR, 64 p.

© BRGM, 2022, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## Synthèse

Conduit dans le cadre de la Convention Régionale sur les Eaux Souterraines en Nouvelle-Aquitaine, signée entre l'Etat, le BRGM et la Région Nouvelle-Aquitaine, avec le soutien financier de la Région, le présent module positionne le BRGM comme un relais disponible auprès des animateurs de SAGE "superficiels", afin de répondre à leurs interrogations récurrentes relatives aux eaux souterraines et à leur lien avec les milieux superficiels, pour diverses thématiques :

- pertinence des acquisitions de données à planifier sur chaque territoire ;
- appui pour le montage de campagnes d'acquisition ;
- importance des eaux souterraines pour le soutien des cours d'eau et zones humides, notamment en perspective du changement climatique ;
- modalités de communication sur les eaux souterraines, auprès des élus et autres décideurs ;
- questionnements ponctuels à propos des interactions entre eaux de surface et eaux souterraines, dans des sites précis.

Sur la base du retour d'expérience positif des actions d'appui apportées, au cours des années précédentes de la Convention, aux SAGE s'intéressant au Plio-Quaternaire du triangle landais et médocain, et partant du constat que de nombreux SAGE "superficiels" étaient démunis face à la nécessaire prise en compte des eaux souterraines sur leurs territoires, il a été décidé d'établir cet appui au bénéfice de l'ensemble des SAGE "superficiels" de la région Nouvelle-Aquitaine. Les objectifs fixés étaient les suivants :

- accompagnement des SAGE en émergence pour l'identification des enjeux relatifs aux eaux souterraines ;
- appui technique aux animateurs des SAGE dans les missions suivantes :
  - identification des ressources bibliographiques et état des connaissances,
  - identification des lacunes de connaissance et des besoins d'acquisition de données,
  - établissement de programmes d'acquisition de données,
  - réponses à des questionnements à propos de phénomènes localisés liés aux relations entre eaux souterraines et superficielles,
  - sensibilisation aux enjeux, relatifs aux eaux souterraines, lors des Commissions locales de l'eau ;
- animation inter-SAGE dans le domaine des eaux souterraines (réunions techniques entre animateurs des SAGE de Nouvelle-Aquitaine ; retour d'expériences / mutualisation, selon les compétences et l'avancement des SAGE) ;
- centralisation des données produites en hydrogéologie par les différents SAGE et mise en ligne par l'intermédiaire du site des SIGES (par exemple).

Du fait de cet élargissement à l'ensemble de la Région, le bon déroulement de ce module était conditionné par une nécessaire phase initiale de porter-à-connaissance de la démarche auprès des structures porteuses de SAGE.

*NB : les SAGE dédiés aux nappes profondes ne sont pas concernés par cet appui, car ils disposent, par définition, des compétences nécessaires. Les structures porteuses de ces SAGE ont par contre été associées à certains échanges.*



## Sommaire

1. Concertation initiale et ciblage des actions .....	7
1.1. Identification et sollicitation des animateurs de SAGE.....	7
1.2. Réunions de concertation et de travail avec les animateurs de SAGE en émergence..	9
1.2.1. <i>Concertation avec le SAGE Isle-Dronne</i> .....	9
1.2.2. <i>Concertation avec le SAGE Dordogne amont et le SAGE Dordogne-Atlantique..</i>	10
1.2.3. <i>Concertation avec le SAGE Creuse</i> .....	11
1.3. Réunion de concertation avec le SAGE Estuaire de la Gironde et milieux associés (mis en œuvre) .....	11
2. Actions d'appui conduites au cours de l'année 2021 de la Convention .....	13
2.1. Appui au SAGE Isle-Dronne .....	13
2.2. Appui au SAGE Estuaire de la Gironde et milieux associés .....	13
2.3. Appui aux SAGE Dordogne-Atlantique et Dordogne amont .....	13
2.3.1. <i>Nappes alluviales et vulnérabilité</i> .....	13
2.3.2. <i>Nature et épaisseur des dépôts dans le secteur du barrage de Mauzac</i> .....	14
2.4. Appui au SAGE Creuse .....	14
2.5. Appui au SAGE Clain.....	14
3. Journée thématique sur les eaux souterraines, à destination des animateurs de SAGE .....	15
4. Perspectives pour les années à venir .....	17

## Liste des illustrations

Illustration 1 - Recensement des SAGE "superficiels" dans la région Nouvelle-Aquitaine et états d'avancement en 2021 .....	7
Tableau 1 - Liste des SAGE ciblés pour l'appui scientifique .....	8
Tableau 2 - Programme du webinaire "eaux souterraines" à destination des animateurs de SAGE en date du 7 janvier 2022 .....	15
Tableau 3 - Présence des représentants des SAGE au webinaire.....	16



# 1. Concertation initiale et ciblage des actions

## 1.1. IDENTIFICATION ET SOLlicitation DES ANIMATEURS DE SAGE

L'ensemble des SAGE recensés dans l'emprise régionale est représenté sur l'illustration 1. L'analyse préliminaire a montré que l'emprise de certains SAGE est minimale dans la région ; ceux-ci n'ont pas été ciblés pour les prises de contact initiales : Neste et Rivières de Gascogne, Sioule, Cher amont, Vienne Tourangelle, Layon-Aubance, Sèvre Nantaise et Vendée.

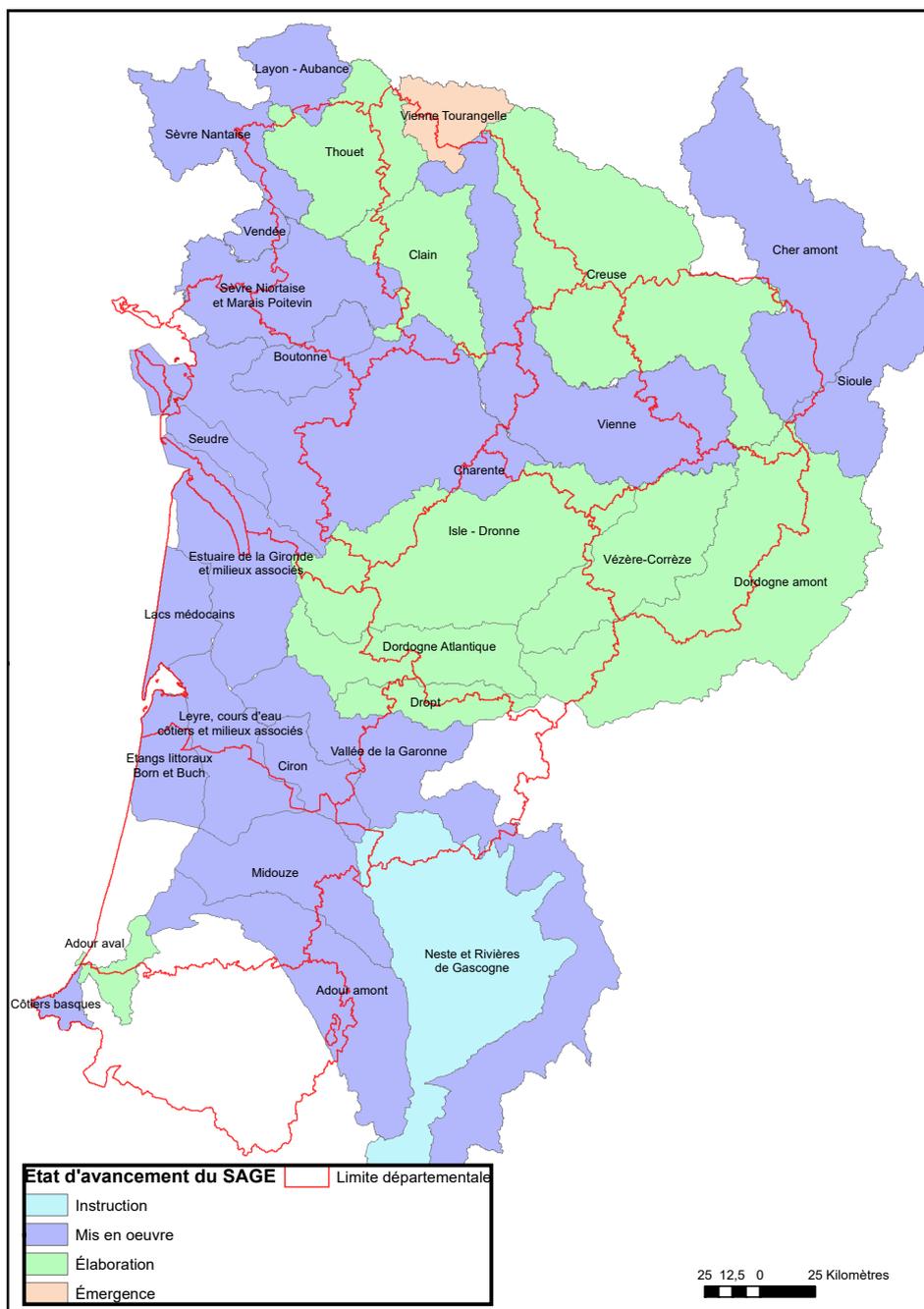


Illustration 1 - Recensement des SAGE "superficiels" dans la région Nouvelle-Aquitaine et états d'avancement en 2021

Par conséquent, les SAGE qui ont été ciblés pour ces actions d'appui sont listés dans le Tableau 1 ci-dessous.

Nom du SAGE	Code du SAGE	Etat d'avancement en 2021	Sous-état d'avancement
Adour amont	SAGE05012	Mis en œuvre	Mise en œuvre hors révision ou modification
Adour aval	SAGE05025	Élaboré	Elaboration - Rédaction
Boutonne	SAGE05001	Mis en œuvre	Mise en œuvre hors révision ou modification
Charente	SAGE05019	Mis en œuvre	
Ciron	SAGE05016	Mis en œuvre	Mise en œuvre hors révision ou modification
Clain	SAGE04050	Élaboré	Elaboration – Consultation des instances
Côtiers basques	SAGE05022	Mis en œuvre	Mise en œuvre hors révision ou modification
Creuse	SAGE04057	Élaboré	Elaboration - Mise en place
Dordogne amont	SAGE05023	Élaboré	Elaboration - Mise en place
Dordogne Atlantique	SAGE05027	Élaboré	Elaboration - Mise en place
Dropt	SAGE05024	Élaboré	Elaboration – Consultation des instances
Estuaire de la Gironde et milieux associés	SAGE05013	Mis en œuvre	Mise en œuvre hors révision ou modification
Etangs littoraux Born et Buch	SAGE05015	Mis en œuvre	Mise en œuvre hors révision ou modification
Isle - Dronne	SAGE05018	Élaboré	Elaboration - Validation par la CLE
Lacs médocains	SAGE05005	Mis en œuvre	Mise en œuvre hors révision ou modification
Leyre, cours d'eau côtiers et milieux associés	SAGE05006	Mis en œuvre	Mise en œuvre hors révision ou modification
Midouze	SAGE05011	Mis en œuvre	Mise en œuvre hors révision ou modification
Seudre	SAGE05017	Mis en œuvre	Mise en œuvre hors révision ou modification
Sèvre Niortaise et Marais Poitevin	SAGE04005	Mis en œuvre	Révision
Thouet	SAGE04055	Élaboré	Elaboration - Rédaction
Vallée de la Garonne	SAGE05009	Mis en œuvre	
Vézère-Corrèze	SAGE05026	Élaboré	Elaboration - Rédaction
Vienne	SAGE04016	Mis en œuvre	Mise en œuvre hors révision ou modification

Tableau 1 - Liste des SAGE ciblés pour l'appui scientifique

Les prises de contact avec les animateurs de SAGE ont été opérées de manière différenciée, selon les états d'avancement des SAGE. Les animateurs des SAGE en élaboration ont été sollicités individuellement, entre février et avril 2021, par messagerie électronique et téléphone, en proposant la planification d'une réunion de concertation.

En parallèle, un message d'information a été transmis aux animateurs de SAGE, afin de les informer du lancement de l'action, de son contenu et de les inviter à faire remonter leurs besoins, le cas échéant.

## **1.2. REUNIONS DE CONCERTATION ET DE TRAVAIL AVEC LES ANIMATEURS DE SAGE EN EMERGENCE**

Lors de chacune des réunions, déclenchées avec les animateurs de SAGE en émergence, les éléments suivants ont été présentés :

- le cadre global de l'appui scientifique, opéré dans ce module de la Convention Régionale sur les Eaux Souterraines (cf. présentation en annexe) ;
- le retour d'expérience des appuis fournis aux SAGE, dans l'emprise de l'aquifère du Mio-Plio-Quaternaire du triangle landais et médocain ;
- enfin, une première identification des données disponibles relatives au territoire du SAGE.

Les éléments principaux tirés des concertations avec les animateurs de SAGE, qui ont répondu favorablement à la proposition d'appui, sont relatés ci-dessous.

### **1.2.1. Concertation avec le SAGE Isle-Dronne**

La réunion de concertation s'est déroulée le 15 avril 2021, avec EPIDOR, structure porteuse du SAGE Isle-Dronne. Le SAGE a été validé par la CLE du 16 mars 2021 (et a été approuvé ultérieurement par arrêté préfectoral, le 2 août 2021). Dans plusieurs dispositions du PAGD (Plan d'Aménagement et de Gestion Durable), le BRGM est identifié en tant que partenaire institutionnel ou technique pour leur mise en œuvre. Parmi ces dispositions, certaines peuvent faire l'objet d'un appui dans le cadre du présent projet ; les échanges ont amené à prioriser les appuis à engager.

La priorité, identifiée pour l'année 3 de la Convention-cadre 2015-2020, a été d'établir un état des connaissances quantitatives relatives aux eaux souterraines. Ce dernier visait à fournir des éléments décisionnels pour répondre aux dispositions D24 (*Synthétiser la connaissance sur les eaux souterraines dans l'objectif de définir les volumes prélevables et des niveaux piézométriques de référence*), D28 (*Sur la base des ressources stratégiques à réserver pour l'approvisionnement en eau potable, définir des stratégies de gestion à l'échelle des ressources prélevées*) et D31 (*Inciter la mise en œuvre des projets de territoire en particulier dans les bassins versant déficitaires*) du SAGE. Il a été acté de suivre le plan d'actions suivant :

- EPIDOR transmet au BRGM une synthèse des documents du SAGE, qui ont conduit aux dispositions relatives aux eaux souterraines ;
- Le BRGM fait un état des connaissances concernant les ressources en eaux souterraines dans les bassins Isle et Dronne (état des ressources, lien avec les usages, état des manques de connaissance par nappe et/ou secteurs d'intérêt) pour fournir une base de travail ;
- Un groupe de travail constitué des Départements, de la Région et du SMEGREG, sera mis en place par le SAGE pour compléter les données disponibles et aboutir à un document finalisé ;

- En parallèle, le BRGM pourra participer au groupe de travail "Hydrologie et climat" du PTGE et pourra apporter son appui technique concernant le volet relatif aux eaux souterraines.

Des appuis sont programmés pour les années suivantes afin de répondre à l'objectif d'amélioration des connaissances qualitatives, en lien avec les dispositions D7 (*Réduire les risques de contamination des eaux souterraines par le recensement et la mise en conformité des forages*) et D58 (*Améliorer le réseau de surveillance de la qualité de l'eau de la nappe alluviale de l'Isle dans ses parties médiane et amont*) du SAGE :

- d'une part pour le recensement et la mise en conformité des forages captant la nappe de l'Infra-Toarcien ; le BRGM pourrait appuyer cette action pour le choix de la zone-test, le bilan des connaissances, la rédaction du CCTP et le suivi des résultats ;
- d'autre part pour renforcer le réseau de surveillance de la qualité de l'eau de la nappe alluviale de l'Isle, dans ses parties médiane et amont ; le BRGM pourrait apporter son expertise dans la définition des besoins complémentaires pour les suivis de la qualité.

La concertation a permis d'évoquer également d'autres appuis envisageables, plus ponctuels. Notamment, la question des pratiques d'épandages sur les zones libres des aquifères (alluvions, karst, zones d'alimentation des nappes profondes) est posée par EPIDOR. Le BRGM prévoit de recenser les retours d'expérience existants.

### **1.2.2. Concertation avec le SAGE Dordogne amont et le SAGE Dordogne-Atlantique**

La réunion de concertation s'est déroulée le 31 mai 2021, avec EPIDOR (structure porteuse des SAGE Dordogne amont et Dordogne-Atlantique). En premier lieu, les deux animateurs indiquent qu'ils solliciteront le BRGM pour une participation à la CLE, lors de la présentation des enjeux associés aux eaux souterraines. Un accompagnement pour la rédaction des dispositions est également demandé.

Le SAGE Dordogne-Atlantique est en cours de validation du diagnostic. Onze enjeux ont été identifiés, dont un concernant la nappe alluviale. Le SAGE Dordogne amont a validé sa stratégie : le PAGD et le règlement sont en cours de rédaction ; sept enjeux ont été définis, dont un concernant les nappes alluviales et un autre, les karsts.

Plusieurs besoins en connaissance sont évoqués pour ces territoires :

- l'impact des drainages anthropiques sur les eaux souterraines et superficielles ; le bassin versant de la Lidoire, inclus dans le SAGE Dordogne amont (dont une disposition vise la conservation de la capacité de régulation des sols), pourrait être un cas d'étude (superficies drainées importantes, étiages très marqués). Ce questionnement dépasse le seul cadre de cet appui et sera susceptible d'être traité dans d'autres modules de la Convention Régionale ;
- les liens entre zones humides et alluvions, qui posent ensuite la question des enjeux de préservation/restauration. Des ateliers (tables rondes) sont envisagés par le SAGE Dordogne-Atlantique à propos de cette thématique ; la participation du BRGM pourra être sollicitée. Pour le SAGE Dordogne amont, des enjeux relatifs aux nappes alluviales sont également relevés, à partir d'Argentat, principalement en matière de qualité ;
- de manière plus globale, des questions se posent en particulier sur les rôles des zones humides amont en termes de stockage, d'infiltration ; sur le ralentissement des crues ; sur le soutien d'étiage. EPIDOR mentionne qu'il serait intéressant de modéliser les écoulements dans un secteur de tête de bassin ;
- la question de l'intégration des zones d'affleurement des nappes profondes (Eocène et Crétacé) aux documents d'urbanisme. Il pourra s'agir d'identifier les opportunités d'émettre

des préconisations en terme de pratiques, notamment de gestion forestière. Sur ce point, de premiers éléments permettant de circonscrire des secteurs à enjeux peuvent être apportés par les travaux en cours du SMEGREG (carte de vulnérabilité et projet AZENA).

Enfin, une question plus spécifique sur la dynamique sédimentaire de la Dordogne, à la Bourboule, est évoquée, avec une incidence potentielle sur l'aval. Le BRGM se renseigne sur les actions concernant les risques naturels en Région Auvergne-Rhône-Alpes.

### **1.2.3. Concertation avec le SAGE Creuse**

Plusieurs échanges ont été opérés avec l'Etablissement Public du Bassin de la Vienne, entre le 13 et le 18 avril 2021, afin d'identifier les besoins d'appui pour la thématique des eaux souterraines. Plusieurs axes de travail, pour favoriser leur prise en compte dans les SAGE, ont été identifiés.

En premier lieu, la mise à plat des connaissances existantes sur la géométrie et les caractéristiques des aquifères du territoire du SAGE Creuse (notamment les bassins versants de la Creuse/Gartempe amont) est nécessaire :

- délimitation des aquifères et des directions d'écoulement principales (bassins versants hydrogéologiques) ;
- comparaison entre ces bassins versants hydrogéologiques et les unités de gestion surfaciques, définies dans l'étude "quantité" de Creuse/Gartempe amont ;
- relations "nappes-rivières" dans le secteur de la Creuse/Gartempe amont ;
- directions d'écoulements à l'interface socle granitique / bassin sédimentaire, dans le bassin versant de la Gartempe.

Dans un deuxième temps, l'EPTB Vienne envisage une caractérisation quantitative des réservoirs souterrains de la Creuse amont et la Gartempe amont :

- évaluation des ressources et réserves en eaux souterraines,
- évaluation des fluctuations saisonnières des ressources et identification d'éventuels déficits,
- simulation des effets de politique d'aménagement du territoire, plus propices à l'infiltration de l'eau issue des précipitations, sur la résorption de ces déficits.

Cette caractérisation doit toutefois reposer sur des éléments étayés, c'est pourquoi sa concrétisation dépendra des constats posés pendant la première phase de mise à plat des connaissances. Si nécessaire, le BRGM pourra appuyer l'animateur pour élaborer et suivre un programme d'acquisitions complémentaires.

## **1.3. REUNION DE CONCERTATION AVEC LE SAGE ESTUAIRE DE LA GIRONDE ET MILIEUX ASSOCIES (MIS EN ŒUVRE)**

La réunion de concertation s'est déroulée le 15 octobre 2021, avec le SMIDDEST. Le constat partagé est que la connaissance du rôle des eaux souterraines sur le milieu superficiel est mal étayée sur le territoire, ce qui pénalise leur prise en compte dans les documents du SAGE. Le sous-sol du territoire est en effet très diversifié : aquifère du Plio-Quaternaire à dominante sableuse du triangle landais et médocain, zones d'alimentation ou résurgences des nappes profondes, zones de marais constituant des exutoires et soumises aux effets de marées, exutoires des nappes du Crétacé sur les coteaux, etc.

Plusieurs observations portées par le SMIDDEST et ses partenaires montrent toutefois la nécessité de mieux intégrer les contributions des eaux souterraines dans ce territoire, dans le but d'assurer une meilleure gestion. D'une part, les techniciens de rivière font remonter le constat d'un allongement des périodes d'assec estivales, pour lesquelles le soutien est apporté par les eaux souterraines. D'autre part, la quantification des incidences des prélèvements en nappe libre sur les eaux superficielles pose question globalement aux acteurs du territoire. De plus, l'impact cumulé des prélèvements temporaires (assèchements de fouilles par exemple) en zone urbanisée n'est pas évalué.

D'un point de vue qualitatif également, plusieurs questionnements sont portés par le SMIDDEST. D'une part, la qualité globale des nappes libres contribue-t-elle localement à la dégradation des eaux de surface qu'elles alimentent ? D'autre part, les déficits quantitatifs sont-ils susceptibles de favoriser les intrusions salines, notamment en direction des zones de marais ?

Sur la base de ce constat partagé de lacunes de connaissance, la nécessité de porter des études spécifiques est actée. Ceci implique un travail de concertation à l'amont pour préciser et circonscrire les lacunes de connaissance, qui a été entamé dès cette année de la Convention :

- synthèse du BRGM sur la bibliographie existante concernant les aquifères et leurs contributions au milieu superficiel ;
- bilan partagé, entre le SMIDDEST et le BRGM, des données existantes sur le territoire : piézométrie, jaugeages, qualité, etc ; pour cela, une deuxième réunion de travail a été organisée le 27 janvier 2022, le BRGM y a présenté les travaux effectués sur le territoire, notamment dans le cadre de la Convention Régionale sur les Eaux Souterraines.

## **2. Actions d'appui conduites au cours de l'année 2021 de la Convention**

### **2.1. APPUI AU SAGE ISLE-DRONNE**

Conformément au plan d'actions arrêté avec EPIDOR, une synthèse de la bibliographie existante pour le territoire a été fournie à l'animatrice de SAGE, sous forme de document numérique provisoire (40 pages, 17 illustrations). Il a vocation à servir de base de travail, pour le groupe de travail qui sera constitué par EPIDOR, afin d'aboutir, en fin de concertation, à un document définitif partagé et diffusable.

### **2.2. APPUI AU SAGE ESTUAIRE DE LA GIRONDE ET MILIEUX ASSOCIES**

Conformément au plan d'actions arrêté avec le SMIDDEST, un état de la bibliographie et des données existantes pour le territoire a été fourni à l'animatrice de SAGE, sous forme de document numérique provisoire (29 pages, 17 illustrations). Il a vocation à servir de base de travail lors des concertations avec le SMIDDEST, afin d'aboutir à un document finalisé recensant les acquisitions préconisées pour le territoire.

### **2.3. APPUI AUX SAGE DORDOGNE-ATLANTIQUE ET DORDOGNE AMONT**

Sur sollicitation de la structure porteuse du SAGE Atlantique, des appuis ponctuels ont été fournis pour étayer la compréhension du sous-sol, dans certains secteurs localisés du territoire :

#### **2.3.1. Nappes alluviales et vulnérabilité**

En janvier 2021, EPIDOR a lancé une étude relative aux nappes alluviales, à l'échelle du bassin versant de la Dordogne, ayant pour objectif de faire un état des connaissances de ces aquifères et de mettre en place une stratégie de protection pour gérer durablement et conserver la qualité de ces ressources en eau.

Le BRGM a été sollicité pour appuyer EPIDOR dans ce travail, en identifiant premièrement la bibliographie disponible pour le secteur d'étude, puis, au travers de quelques points d'avancement, d'élaborer une stratégie pour identifier les zones à enjeux d'un point de vue hydrogéologique. Pour ces dernières, le travail a principalement consisté à identifier les critères permettant d'évaluer la vulnérabilité des nappes alluviales en s'appuyant sur les méthodologies existantes dans la bibliographie et les données disponibles à l'échelle du bassin versant. Il apparaît que l'enjeu de la reconquête de la qualité de l'eau est prioritaire par rapport à celui de la quantité.

Ainsi, à l'issue de ce travail, 3 secteurs de captages AEP ont été sélectionnés afin d'évaluer les possibles leviers de protection de l'eau souterraine. Une possible mise en œuvre de ces leviers est à l'étude.

Le rendu final a été transmis en août 2021 : Gouygou (2021) - Définition de stratégies pour la protection de la ressource en eau des nappes alluviales. 101 p.

### **2.3.2. Nature et épaisseur des dépôts dans le secteur du barrage de Mauzac**

Afin de répondre à une problématique localisée dans le secteur du barrage de Mauzac, EPIDOR souhaitait déterminer la nature et l'épaisseur des dépôts actuels de graviers et galets, sur un linéaire de 3 km environ, et avait sollicité pour cela deux bureaux d'études. Ces derniers ont établi des propositions techniques et financières divergentes, reposant sur des méthodes géophysiques différentes. L'avis d'un expert en géophysique du BRGM a été sollicité pour évaluer la pertinence technique des deux offres ; dans les deux cas, il a été établi que la réussite des investigations proposées n'était pas assurée, et des préconisations ont été formulées pour préciser les propositions, et si nécessaire envisager des tests de démonstration.

### **2.4. APPUI AU SAGE CREUSE**

Conformément au plan d'actions arrêté avec l'Etablissement Public du Bassin de la Vienne, un document de synthèse présentant l'état des connaissances sur la délimitation des aquifères et des directions d'écoulement principales (bassins versants hydrogéologiques), ainsi que des bilans hydriques par unité de gestion, a été établi pendant cette année de la Convention. Le document *Phase 1 Etat des lieux - Volet "Hydrologie", Analyse du fonctionnement hydro(géo)logique du bassin en régimes influencé des usages anthropiques (version de Février 2022, 272 p. 255 fig.)* a été remis au BRGM en mars 2022. Ce document a fait l'objet d'une analyse critique par le BRGM. L'EPTB a fait remonter ses attentes vis-à-vis du BRGM, à propos de l'analyse de ce document, au cours d'une réunion d'échange, fin mars 2022. La demande de l'EPTB Vienne concernait des besoins de complément d'information générale sur le fonctionnement des aquifères de socle. En réponse, le BRGM a remis une note technique à l'EPTB Vienne décrivant les grands principes de fonctionnement des aquifères de socle dans le contexte du territoire du Limousin. Cette note comportait également des suggestions techniques, de la part du BRGM, à propos de la méthodologie et des critères d'entrées à prendre en compte pour évaluer au mieux la composante "eau souterraine" dans les bilans hydriques en domaine de socle, au regard de la méthodologie présentée par l'EPTB Vienne dans son document de synthèse.

### **2.5. APPUI AU SAGE CLAIN**

L'Etablissement Public du Bassin de la Vienne, structure porteuse du SAGE Clain, a finalisé, en octobre 2021, la phase 1 de l'état des lieux de l'étude H.M.U.C. de son territoire. Le BRGM a appuyé l'étude en ce qui concerne le volet "Hydrologie", par sa participation aux Comités Techniques et par la relecture des documents établis par le prestataire.

### 3. Journée thématique sur les eaux souterraines, à destination des animateurs de SAGE

Le BRGM a organisé un webinaire technique, dont le sujet était les eaux souterraines à destination des animateurs de SAGE, le 7 janvier 2022. Initialement programmé à l'automne 2021 sous forme de journée thématique, avec des présentations et des sessions en ateliers, le format et la date ont dû être révisés du fait de la situation sanitaire pendant cette période.

Le programme de ce webinaire est indiqué dans le Tableau 2 ; le contenu a fait l'objet de concertations à l'amont avec les animateurs de SAGE. Les présentations du BRGM sont fournies en annexe.

Session	Présentation	Intervenant	
Introduction	La Convention Régionale Eaux Souterraines en Nouvelle-Aquitaine : contenu et perspectives	Conseil Régional Nouvelle-Aquitaine	Mathieu Labrousse
	Module d'accompagnement des acteurs territoriaux sur la thématique de la ressource en eaux souterraines	BRGM	Jérôme Barrière
Contexte hydrogéologique en Nouvelle-Aquitaine	Contexte hydrogéologique régional : principaux aquifères, enjeux et problématiques associés	BRGM	Murielle Thinon-Larminach Jérôme Barrière
	Témoignage d'un territoire de SAGE en domaine de socle : appréhender le contexte hydrogéologique et les enjeux associés	EPTB Vienne (SAGE Vienne / SAGE Creuse) BRGM	Hélène Thuret Fabrice Compère
	Témoignage d'un territoire de SAGE en domaine sédimentaire : appréhender le contexte hydrogéologique et les enjeux associés	EPIDOR (SAGE Dordogne Atlantique)	Christine Guerin
Modélisation des eaux souterraines	Principes, outils existants en Nouvelle-Aquitaine Applications et prospective	BRGM	Olivier Douez Fabrice Compère
Echanges et retours d'expériences sur les actions portées par les SAGE	Intégration des eaux souterraines dans les études HMUC (Hydrologie, Milieux, Usages, Climats)	Institution Interdépartementale du Bassin de la Sèvre Niortaise (SAGE Sèvre Niortaise et Marais Poitevin)	Caroline Sandner
	Acquisitions de données pour la caractérisation du fonctionnement des aquifères et des relations nappes / milieu superficiel à échelle de territoires de SAGE	Parc Naturel Régional des Landes de Gascogne (SAGE Leyre, cours d'eau côtiers et milieux associés) Syndicat Mixte d'Aménagement du Bassin Versant du Ciron (SAGE Ciron)	Cathy Navrot Sébastien Irola
	Etudes focalisées sur les relations entre nappes et réseau superficiel	Syndicat Intercommunal d'Aménagement des Eaux du Bassin Versant des Etangs du Littoral Girondin (SAGE Lacs médocains)	Franck Quenault
Accès aux informations sur les eaux souterraines, communication et valorisation	Principaux outils à disposition Introduction aux ateliers de travail à venir sur la communication et valorisation des connaissances sur les eaux souterraines auprès des acteurs des territoires	BRGM	Murielle Thinon-Larminach

Tableau 2 - Programme du webinaire "eaux souterraines" à destination des animateurs de SAGE en date du 7 janvier 2022

Le webinaire a regroupé un total de 36 participants, avec une bonne représentativité territoriale. Sur les 23 SAGE ciblés, 18 étaient représentés à la réunion (Erreur ! Source du renvoi introuvable.). Au-delà des structures porteuses de SAGE, étaient également représentés : le Conseil Régional de Nouvelle-Aquitaine, la DREAL, l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, les structures porteuses de SAGE "nappes profondes" (SMEGREG et Institution Adour).

Nom du SAGE	Animateur présent	Structure représentée
Adour amont		x
Adour aval	x	
Bouzon	x	
Charente	x	
Ciron	Excusé (CLE)	
Clain		
Côtiers basques	x	
Creuse		x
Dordogne amont	x	
Dordogne Atlantique	x	
Dropt	x	
Estuaire de la Gironde et milieux associés	Excusée	x
Etangs littoraux Born et Buch	(en cours de remplacement)	
Isle - Dronne	x	
Lacs médocains	x	
Leyre, cours d'eau côtiers et milieux associés	x	
Midouze	x	
Seudre		
Sèvre Niortaise et Marais Poitevin		x
Thouet	x	
Vallée de la Garonne		
Vézère-Corrèze	x	
Vienne		x

Tableau 3 - Présence des représentants des SAGE au webinaire

Les objectifs fixés pour ce webinaire étaient d'une part de fournir les connaissances de base, à l'ensemble des animateurs, sur le contexte hydrogéologique de leur territoire et sur les outils de gestion quantitative existants, et d'autre part de les sensibiliser aux pistes de travail envisageables pour mieux appréhender les eaux souterraines sur leur territoire : campagnes d'acquisition et études dédiées à la connaissance, outils de modélisation et simulation.

Mais au-delà de ces objectifs, les échanges qu'a générés cette session ont abouti à la proposition de pistes d'accompagnement complémentaires à la poursuite de ce module pour les années suivantes :

- production d'éléments de vulgarisation / communication à propos des eaux souterraines et leurs relations avec les milieux superficiels ; cette production devra s'effectuer en concertation avec les animateurs de SAGE, sous la forme d'ateliers et de constitution de groupes de travail ;
- appui pour la conduite d'études prospectives, relatives au changement climatique, aux gestions des réserves, etc.

## 4. Perspectives pour les années à venir

Les échanges avec les structures porteuses de SAGE, au fil de cette année d'appui, bilatéraux ou à l'occasion du webinaire thématique, ont permis de faire ressortir de multiples pistes pour la poursuite de cet appui :

- accompagnement des SAGE en émergence pour l'identification des enjeux relatifs aux eaux souterraines ; concrétisation de réunions de concertation avec les SAGE en élaboration qui n'avaient pas répondu aux sollicitations de cette première année, et qui ont montré un intérêt pour la démarche suite au webinaire thématique (SAGE Dropt, SAGE Vézère-Corrèze) ;
- appui technique aux animateurs des SAGE (non exhaustif, ci-dessous ne sont cités que les axes de travail concrets définis avec les animateurs) :
  - SAGE Isle-Dronne :
    - concertation en groupe de travail concernant l'état des connaissances des ressources en eau souterraine, finalisation du document de synthèse et propositions d'acquisitions ;
    - contribution au groupe de travail "hydrologie et climat" du PTGE, alimentation du volet "eaux souterraines" ;
    - recensement des forages captant la nappe de l'Infra-Toarcien dans un secteur-test, appui technique pour leur diagnostic et mise en conformité ;
    - définition des besoins complémentaires pour le suivi qualité de la nappe alluviale de l'Isle ;
  - SAGE Dordogne-Atlantique :
    - participation et alimentation des ateliers dédiés aux liens entre zones humides et nappes alluviales ;
    - contribution aux sessions de travail pour l'intégration de préconisations relatives aux zones d'affleurement des nappes profondes ;
  - SAGE Creuse :
    - comparaison entre les bassins versants hydrogéologiques et les unités de gestion surfaciques, identification des relations "nappes-rivières" dans le secteur de la Creuse/Gartempe amont ;
    - état des connaissances concernant les directions d'écoulements à l'interface socle granitique / bassin sédimentaire, dans le bassin versant de la Gartempe ;
    - caractérisation quantitative des réservoirs souterrains dans les bassins amont ;
  - SAGE Estuaire de la Gironde et milieux associés : sessions de travail sur les données relatives aux eaux souterraines, établissement d'un programme d'acquisitions ;
  - SAGE Dropt : état des connaissances sur les réservoirs karstiques et leurs contributions dans l'emprise du SAGE ;
- sensibilisation aux enjeux relatifs aux eaux souterraines en Commissions locales de l'eau, sur sollicitation des animateurs ;
- animation inter-SAGE dans le domaine des eaux souterraines :
  - réunions techniques : relations entre nappes et milieux superficiels, études prospectives ;

- coordination d'ateliers et groupes de travail pour la production d'éléments de vulgarisation / communication sur les eaux souterraines ;
- centralisation des données produites en hydrogéologie par les différents SAGE et mise en ligne sur les SIGES (par exemple).

# **Annexe 1      Diaporama général de présentation du module d'appui scientifique aux SAGE "superficiels"**





## La Convention Régionale sur les Eaux Souterraines

Un projet multi-partenarial à visée opérationnelle qui s'inscrit sur le long terme



Le « Programme Régional pour la Gestion des Eaux Souterraines en Nouvelle-Aquitaine » existe depuis **1996**.



**4 conventions cadre successives** : 1996-2001, 2002-2008, 2008-2013 et 2015-2020 signées avec la Région Nouvelle-Aquitaine et l'Etat.



L'**Agence de l'Eau Adour-Garonne** est un partenaire financier associé à la convention depuis **1996**. L'**Agence de l'Eau Loire-Bretagne** est intégrée **en 2021** avec l'extension au périmètre de la Nouvelle-Aquitaine



Les **Départements** de la **Dordogne**, de la **Gironde**, de la **Haute-Vienne**, des **Landes**, des **Pyrénées-Atlantiques** sont des partenaires financiers associés selon les années et modules.



**Le FEDER** mobilisé sur certains modules (de façon limitée et ponctuelle).

l'**Académie de Bordeaux** est un partenaire technique

Le COPIL, qui réunit le BRGM, la Région, l'Etat et les Agences de l'Eau, arbitre chaque année les priorités remontées du terrain (par consultation) et valide le plan de financement.



La Convention Régionale sur les Eaux Souterraines

## Quelques exemples de l'apport des travaux menés dans la CRES depuis 1996

- Développement du Modèle Nord Aquitain (outil de référence pour la gestion des nappes profondes (intégré à la CRES depuis la première convention),
  - Nombreux éléments de connaissance apportés aux différents SAGE situés sur le triangle landais (CRES 2002-2008, 2008-2013, 2015-2020) – acquisition de données piézométriques, débit de cours d'eau (échanges nappes rivières), paramètres hydrodynamiques de la nappe. Construction d'un modèle géologique pour la réalisation d'un modèle hydrogéologie,
  - Nombreux éléments de connaissances apportés sur les nappes alluviales (Garonne, Dordogne etc...) pour aider à la gestion intégrée de ce type de ressource (CRES 2002-2008 et 2008-2013),
  - Valorisation de données et communication d'informations sur les eaux souterraines à travers le SIGES,
  - Aide à la mise en place des réseaux départementaux de suivi qualité et quantité (CRES 2002-2008),
  - Développement d'outils cartographiques et d'optimisation de réseaux de surveillance,
  - Caractérisation de la crête piézométrique de l'Éocène au sud de l'estuaire de la Gironde (CRES 2002-2008),
- or • Etc.

La Région Nouvelle-Aquitaine

## Un contexte

2 grands bassins géologiques :

- Bassin aquitain
- Bassin parisien

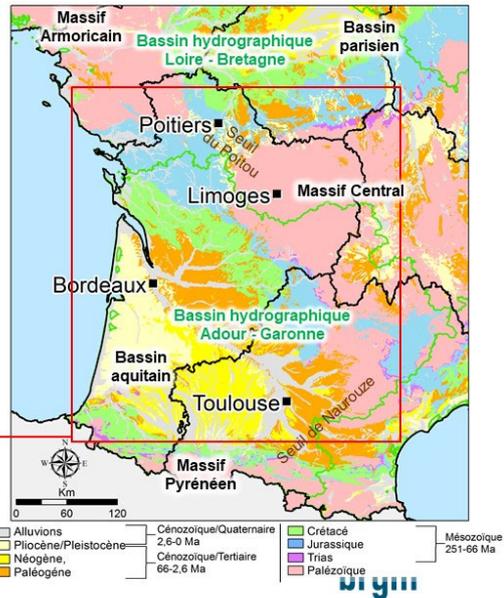
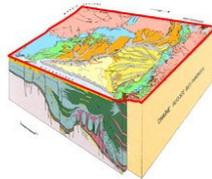
2 grands bassins hydrographiques :

- Adour-Garonne (71%)
- Loire-Bretagne (29%)

Des contextes géologiques variés :

- formations de socle
- formations alluviales
- formations sédimentaires

Qui conditionnent la répartition géographique des ressources en eaux souterraines sur le territoire Nouvelle Aquitaine que ce soit surface ou en profondeur



La Région Nouvelle-Aquitaine

## Un contexte

### Une géologie contrastée et une grande richesse en eau souterraine

- Des aquifères, libres ou captifs et variées → roches sédimentaires (calcaires, sables, grès, raie...) et roches cristallines (granite, gneiss, etc...) à porosité matricielle, de fissure ou de chenaux (karsts)...

### De multiples utilisations

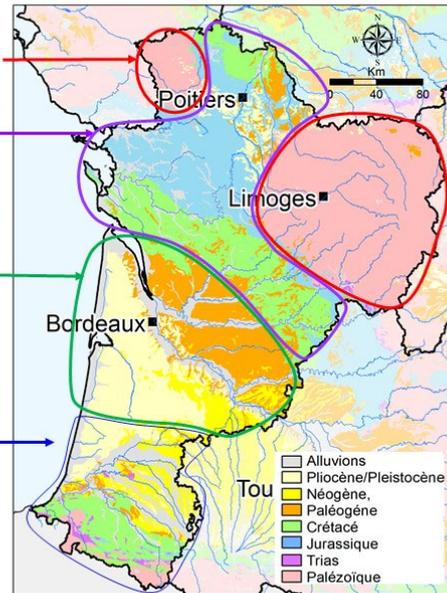
- AEP, agriculture, industrie, thermalisme, géothermie, conchyliculture...

### Les eaux souterraines contribuent à la biodiversité et aux paysages

### Une répartition géographique des ressources en eaux souterraines inégale sur le territoire

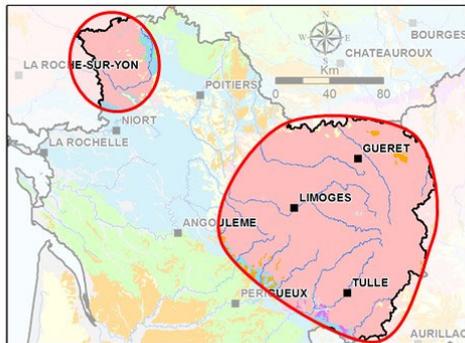
BRGM – SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL – WWW.BRGM.FR

- Peu de ressources souterraines (quantité)
- Problématiques de nappes libres (qualité/quantité) + relations nappes rivières
- Problématiques d'aquifères profonds (quantité) + Quelques problématiques de nappes de surface (qualité)
- Problématiques d'aquifères profonds (quantité) + Ressources souterraines faibles en surface (quantité/qualité)



La Région Nouvelle-Aquitaine

## Les formations de socle



### Typologie des nappes :

- Nappes développées essentiellement dans une frange d'altération et de fracturation de quelques dizaines de mètres d'épaisseur.
- Nappes en général peu productives et en relation directe avec les cours d'eau.

### Usages :

- Alimentation en eau potable principalement et usages agricoles

### Aléas :

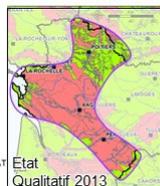
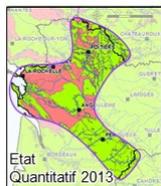
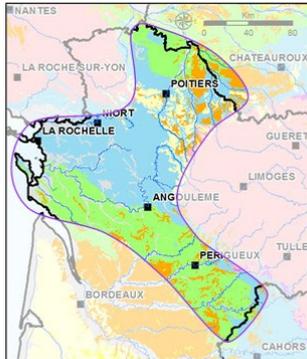
- Quantité – absence de nappe développée et problème à l'étiage (débit des cours d'eau) notamment en tête de bassin
- Pollution d'origine agricole, industrielles et domestiques : dégradation de la qualité des eaux
- Pollution naturelle
- Nombreux plans d'eau artificiels : gestion et accumulation de polluants

### Enjeux :

- Sécurisation de l'alimentation en eau potable
- Prévention des étiages
- Qualité des milieux en têtes de bassin
- Zones humides nombreuses
- Réduction des pollutions diffuses

La Région Nouvelle-Aquitaine

## Les formations sédimentaires « nord »



**Typologie des nappes :**

- Nappes en fortes relations avec les cours d'eau. Quelques nappes profondes

**Usages :**

- Usages agricoles principales et alimentation en eau potable. Quelques usages pour le thermalisme

**Aléas :**

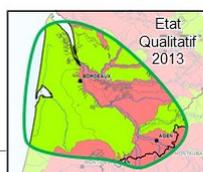
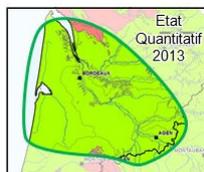
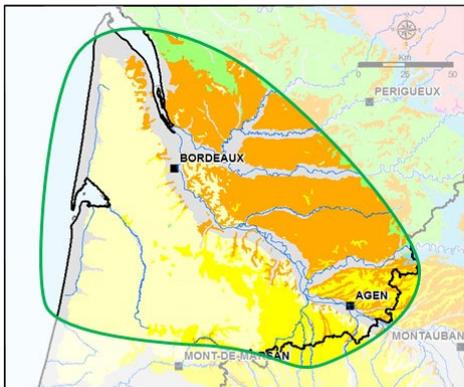
- Quantité : grosse problématique en étiage – soutien des nappes
- Qualité : pollution d'origine agricole importante : dégradation de la qualité des eaux (nitrates et pesticides).

**Enjeux :**

- Sécurisation de l'alimentation en eau potable ex. : nombreux karsts alimentant de grandes agglomérations (Angoulême, Niort) : risques de contamination par des polluants d'origine anthropiques
- Prévention des étiages
- Activités avals : conchyliculture
- Zones humides littoral : ex. bassin versant du Marais –poitevin seconde zone humide de France
- Réduction des pollutions diffuses

La Région Nouvelle-Aquitaine

## Les formations sédimentaires « centre »



**Typologie des nappes :**

- Nappes profondes et nappes superficielles

**Usages :**

- Alimentation en eau potable (en particulier sur la métropole bordelaise) et usage agricole

**Aléas :**

- Quantité : problématique des prélèvements en nappe profonde – renouvellement?
- Qualité : Pollution d'origine agricole et pollution industrielle (perchlorate, hydrocarbure en particulier sur la métropole bordelaise)

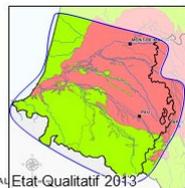
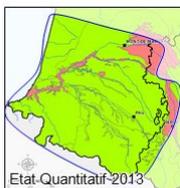
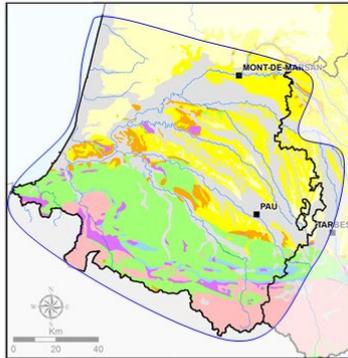
**Enjeux :**

- Sécurisation de l'alimentation en eau potable (Bordeaux, Périgueux etc.)
- Dénoyage de nappes
- Activités avals : conchyliculture
- Zones humides littoral
- Réduction des pollutions diffuses



La Région Nouvelle-Aquitaine

## Les formations sédimentaires « sud »



**Typologie des nappes :**

- Nappes profondes et nappes superficielles

**Usages :**

- Usage agricole et alimentation en eau potable

**Aléas :**

- Quantité : problématique des prélèvements en nappe profonde – renouvellement ?
- Qualité : Pollution d'origine agricole

**Enjeux :**

- Sécurisation de l'alimentation en eau potable
- Thermalisme
- Zones humides littoral
- Réduction des pollutions diffuses



La Convention Régionale sur les Eaux Souterraines

## Les modules

Axe 1 - Développement des outils de connaissance

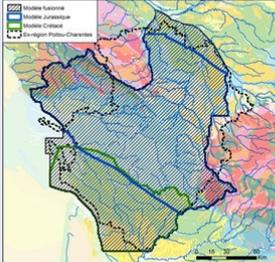
Module 1.1 - Maintenance des modèles régionaux	Module 1.2 - Développement du MONA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actualisation → prélèvements et climatologie sur l'ensemble du MONA jusqu'à 2018</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calage d'une version intermédiaire (V3.5) du MONA V4 en cohérence avec les travaux de recherche initiés dans le cadre des projets ADEQWAT (BRGM et l'ENSEGID) et POMONACC. L'obtention d'une version 4 opérationnelle du MONA reste l'objectif à long terme du projet.</li> </ul>



La Convention Régionale sur les Eaux Souterraines

## Les modules

Axe 1 - Développement des outils de connaissance

Module 1.3 - Développement du modèle Plio-quaternaire	Module 1.4 - Fusion des modèles Crétacé et Jurassique ex. POC
<ul style="list-style-type: none"> <li>Calage transitoire global de l'ensemble du modèle + calage plus fin sur 1-2 SAGE (Leyre et Born-et-Buch).</li> <li>Des premiers résultats seront proposés à l'échelle global : cartes des échanges nappes/rivières et confrontation avec les observations de terrain.</li> </ul>	<p>Fusion des 2 modèles permettant de disposer d'un modèle régional sur l'ensemble de Poitou-Charentes (maille de 500 mètres de côté).</p>
	



La Convention Régionale sur les Eaux Souterraines

## Les modules

Axe 2 - Valorisation et communication des données hydrogéologiques, alimentation et développement des SIGES

**Module 2.1 - Valorisation et connaissance hydrogéologiques sur la Nouvelle-Aquitaine**

- Contenu SIGES (actualités, rafraichissement, rattrapage ex. limousin, homogénéisation des SIGES)
- Actions rectorat
- Lithothèque
- Contribution au projet de maquette hydrogéologique
- Fiche Lisa
- Paramètres hydrogéologiques (inventaire ex. Poitou-Charentes ex. Limousin)
- Faune « eaux souterraines » (valorisation inventaire faunistique)
- Communication

**SIGES Poitou-Charentes-Limousin**

Accueil | Géologie | Hydrogéologie | Surveillance des Nappes | Usages | Faire un forage | Risques

Reglementation  
Base documentaire  
Espace cartographique  
Consultation des données

**Actualités**

- 27<sup>e</sup> édition de la conférence Near Surface Geoscience (1-2 août 2021)
- 29 août au 2 septembre 2021, se tiendra au Palais des Congrès à Bordeaux la 27<sup>e</sup> édition de la conférence internationale Near Surface Geoscience consacrée à la « En savoir plus »
- Investigation du patrimoine géologique avance en Poitou-Charentes-Limousin ! (21 janvier 2021)
- Le Ministère en charge de l'Écologie en 2020 : l'inventaire du patrimoine géologique pour objectif d'identifier l'ensemble des sites et objets. En savoir plus
- Abandonner un forage (22 décembre 2020)
- Pour diverses raisons, un forage peut être abandonné / forage non-productif avant d'activer. La procédure pour abandonner un forage est ici présentée. 1. Qu'en est-il ? En savoir plus
- Bulletin de situation hydrologique des nappes du Limousin au 1<sup>er</sup> décembre 2020 (1 novembre 2020)
- Le Bulletin de Situation des nappes du Limousin, établi à partir de données mesurées par les préfectures du Réseau Régional du Suivi Quantitatif des Nappes du Limousin. En savoir plus

**À propos du SIGES Poitou-Charentes-Limousin**

Qu'est ce que le SIGES ?  
Le SIGES (Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines) est un portail 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



La Convention Régionale sur les Eaux Souterraines

## Les modules

Axe 3 - Développement des outils de connaissance

Module 3.1- ISABEL	Module 3.2 - Appui scientifique aux SAGE	Module 3.3 - Caractérisation de l'impact du CC sur les ESO
<ul style="list-style-type: none"> <li>Projet visant à rechercher une ressource en eaux souterraines alternatives à l'eau de surface pour l'abreuvement du Bétail sur le Limousin.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Appui technique aux animateurs des SAGE (si pas de compétence en hydrogéologie)</li> <li>Accompagnement des SAGE en émergence</li> <li>Animation des SAGE</li> <li>Centralisation des données produites en hydrogéologie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Campagnes de jaugeages dans les P.A. + suivi des sources équipées.</li> <li>Réflexion pour la mise en place d'indicateurs du CC sur les ESO en :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Analyse des chroniques existantes de pluie, ETP et de pluie efficace</li> <li>✓ Analyse de chroniques de débits et niveaux piézométriques sur différents BV</li> </ul> </li> <li>Tests de modélisation sur 2 périodes distinctes 1960-1980 et 1998-2018.</li> </ul>
		

Le module d'appui aux SAGE aquitains dans la connaissance de l'aquifère plio-quaternaire

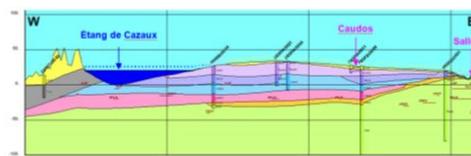
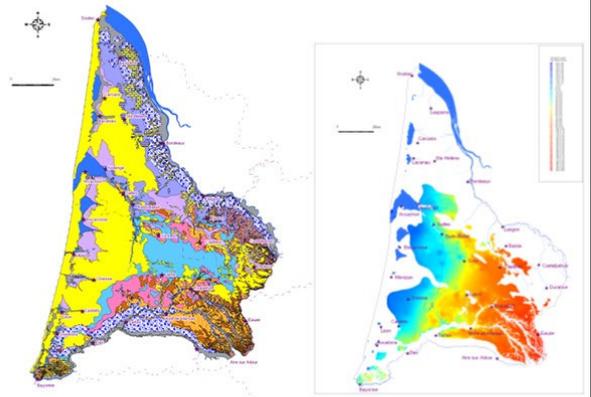
## Historique - contexte

Elaboration des SAGE : besoin de données fiables

Convention 2008-2015

Synthèse / harmonisation des connaissances à échelle régionale :

- Carte à l'échelle 1/250 000
- Modèle GDM 10 couches permettant de tracer n'importe quelle coupe
- Cartes isohypses et isopaches des 10 formations



**Le module d'appui aux SAGE aquitains dans la connaissance de l'aquifère plio-quaternaire**

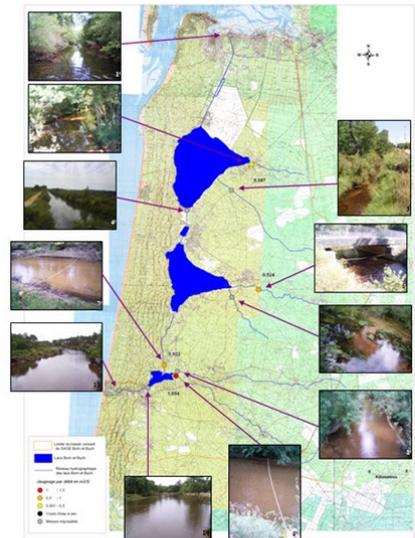
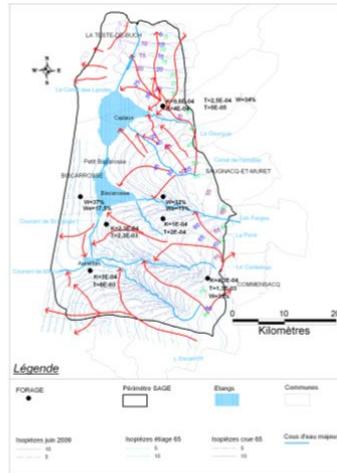
**Historique - contexte**

Elaboration des SAGE : besoin de données fiables

**Convention 2008-2015 / 2015-2020 A1&2**

Caractérisations par territoires de SAGE :

- Fonctionnement de la nappe :
  - Etablissement de cartes piézométriques et caractérisation des directions d'écoulement majeures
  - Acquisition d'éléments de quantification : pompages d'essai, jaugeages
- Qualité des eaux :
  - Mesures physico-chimiques
  - Analyses



**Le module d'appui aux SAGE aquitains dans la connaissance de l'aquifère plio-quaternaire**

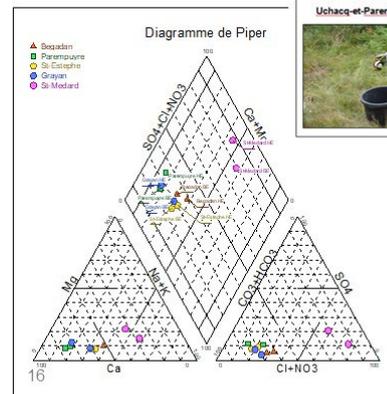
**Historique - contexte**

Elaboration des SAGE : besoin de données fiables

**Convention 2008-2015 / 2015-2020 A1&2**

Caractérisations par territoires de SAGE :

- Fonctionnement de la nappe :
  - Etablissement de cartes piézométriques et caractérisation des directions d'écoulement majeures
  - Acquisition d'éléments de quantification : pompages d'essai, jaugeages
- Qualité des eaux :
  - Mesures physico-chimiques
  - Analyses



**Le module d'appui aux SAGE aquitains dans la connaissance de l'aquifère plio-quaternaire**

**Retours d'expérience – appui**

Sollicitations ponctuelles - exemples

**Participations aux CLE sur sollicitation des SAGE**

- Sensibilisation des acteurs / décideurs : fonctionnement des eaux souterraines, relations nappes / milieux superficiels
- Avis techniques ponctuels, identification de lacunes de connaissances

**SAGE Lacs médocains**

- Accompagnement dans la mise en place d'une station hydrométrique sur le canal des étangs
- Mesure des teneurs en phosphore / azote de la nappe + comparaison eaux superficielles (travail universitaire)
- Suivi levés LIDAR autour des lacs
- Evaluation des risques de contamination de la nappe et des lacs par les rejets de STEP
- Analyse critique de la carte nationale « risque d'inondation par remontée de nappe »

**SAGE Born-et-Buch**

- Mesure des teneurs en phosphore et en azote de la nappe – pour confrontation avec celles des eaux superficielles (suivis des plans d'eau par l'AEAG et Géolandes)
- Point sur les rejets effectués au droit du wharf de la Salie
- Point sur le problème de l'érosion des berges des lacs

**Le module d'appui aux SAGE aquitains dans la connaissance de l'aquifère plio-quaternaire**

**Retours d'expérience – appui**

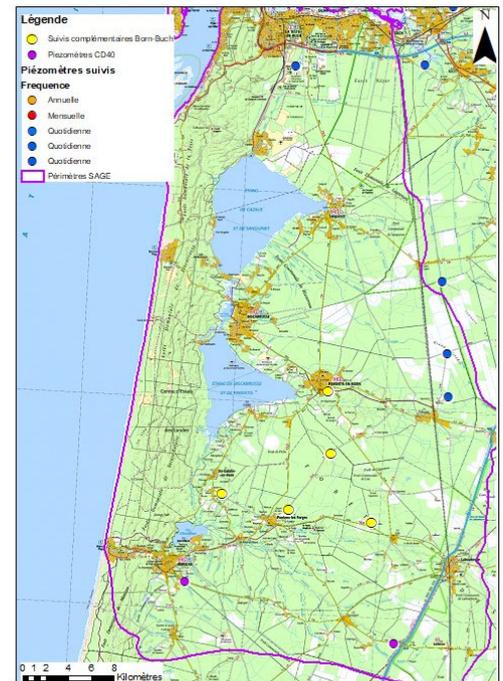
Pistes de réflexion sur les suivis piézométriques

Sur chaque territoire :

- Bilan des suivis dans le cadre des réseaux patrimoniaux
- Analyse de l'exhaustivité / représentativité globale
- Opportunités de compléments de suivi ponctuel opérables par les SAGE

Disparité par territoire

- SAGE Born-et-Buch : étude de l'intégration aux plannings
- SAGE Leyre / Ciron : attente résultats étude nappe
- SAGE Midouze : à discuter
- SAGE Estuaire / Lacs médocains : couverture déjà significative

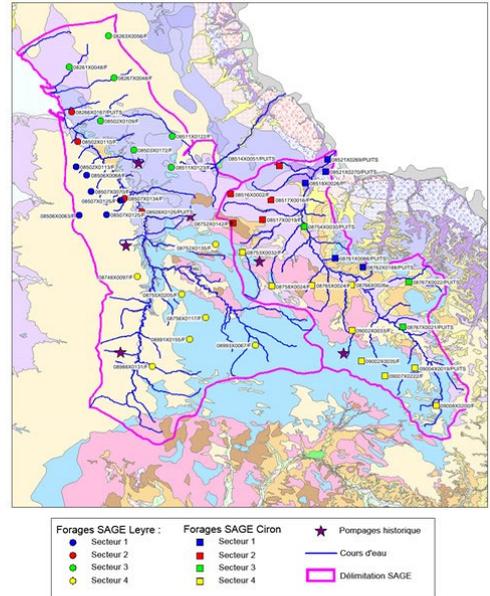


**Le module d'appui aux SAGE aquitains dans la connaissance de l'aquifère plio-quaternaire**

**Retours d'expérience – appui**

Accompagnement des SAGE Leyre et Ciron – acquisition de données sur la nappe plio-quaternaire et ses relations avec les eaux superficielles

- Concertation et contribution à :
  - la définition des acquisitions
  - la rédaction du CCTP
  - l'analyse des offres
- Appui aux SAGE pour le suivi de l'étude (3 ans) :
  - validation des sites de mesure proposés : suivi hydrométrique et courbes de tarage (jaugeages), suivi piézométrique, pompages d'essai
  - participation aux comités techniques
  - validation et recueil des interprétations
- Valorisation et intégration des connaissances dans le modèle plio-quaternaire

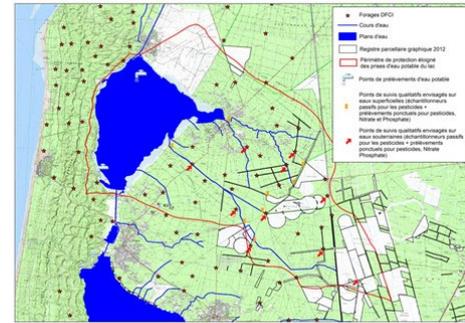


**Le module d'appui aux SAGE aquitains dans la connaissance de l'aquifère plio-quaternaire**

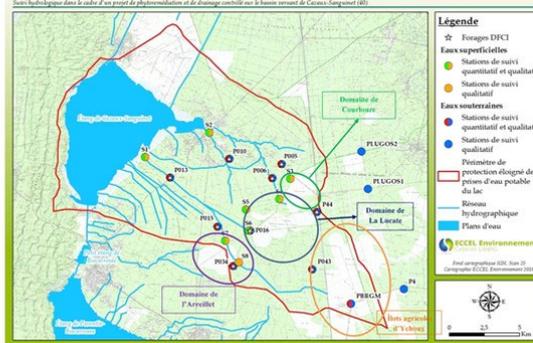
**Retours d'expérience – appui**

Accompagnement du SAGE Born-et-Buch – projet de mise en place de démonstrateurs de phytoremédiation et drainage contrôlé

- Contexte :
  - Pesticides dans les eaux brutes dans les prises d'eau potable (superficielles), nécessité d'abattre ces concentrations
  - Projet porté par le SAGE Born-et-Buch, en partenariat avec l'Université Bordeaux 1 et l'IRSTEA
  - Complémentaire d'une démarche d'amélioration des pratiques agricoles
  - Objectif initial de connaissance du fonctionnement du système (flux, variations de la nappe, transport des molécules), préalable à l'aménagement des sites : mise en place de suivis qualitatifs et quantitatifs sur 2 ans, sur les eaux souterraines et superficielles
- Appui au SAGE :
  - choix des points de suivi
  - modalités de suivi : fréquences, positionnements
  - participation aux réunions techniques



Localisation des stations de suivi quantitatif et qualitatif sur eaux superficielles et souterraines



**Le module d'appui aux SAGE aquitains dans la connaissance de l'aquifère plio-quaternaire**

**Retours d'expérience – appui**

Suspicion d'intrusion d'eau salée dans des forages ?

**Concertation à l'amont**

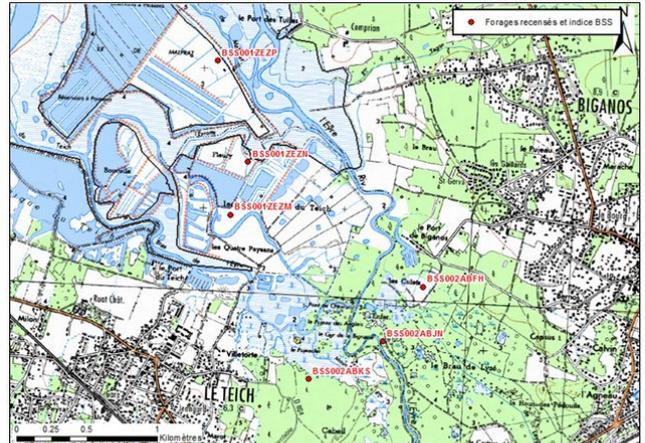
Participation aux groupes de travail du PCG Delta de la Leyre  
Intégration des investigations au programme  
Prises de contact gestionnaires / propriétaires  
Concertation planning commun d'intervention

**Investigations sur site**

Recherche des forages  
Concertation gestionnaires / usagers  
Premières mesures

**Concertation sur la poursuite**

Pas d'indice probant



BRGM – SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL – WWW.BRGM.FR



**Le module d'appui aux SAGE aquitains dans la connaissance de l'aquifère plio-quaternaire**

**Actions prévues sur l'Année 3**

A définir / prioriser en fonction des concertations avec les structures porteuses de SAGE

- Accompagnement des SAGE en émergence (ex. Creuse/Gartempe) pour l'identification des enjeux relatifs aux eaux souterraines ;
- Appui technique aux animateurs des SAGE :
  - Identification des ressources bibliographiques et état des connaissances,
  - Identification des lacunes de connaissance et des besoins d'acquisition de données,
  - Etablissement de programmes d'acquisition de données,
  - Réponses à des questionnements sur des phénomènes localisés liés aux relations entre eaux souterraines et superficielles,
  - Sensibilisation sur les enjeux relatifs aux eaux souterraines en commissions locales de l'eau ;
- Animation inter SAGE dans le domaine des eaux souterraines – réunions techniques entre animateurs des SAGE Nouvelle-Aquitaine – retour d'expériences / mutualisation (selon les compétences et l'avancement des SAGE) ;
- Centralisation des données produites en hydrogéologie par les différents SAGE et mise en ligne sur les SIGES (par exemple).

BRGM – SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL – WWW.BRGM.FR





## **Annexe 2 Diaporamas présentés par le BRGM lors du webinaire thématique**





## La Convention Régionale sur les Eaux Souterraines

Un projet multi-partenarial à visée opérationnelle qui s'inscrit sur le long terme



- ✓ Le Programme Régional pour la Gestion des Eaux Souterraines en Aquitaine puis Nouvelle-Aquitaine (suite à la réforme territoriale) existe depuis **1996**.
- ✓ **4 conventions cadre successives** : 1996-2001, 2002-2008, 2008-2013 et 2015-2020 signées avec la Région et l'Etat.
- ✓ L'**Agence de l'Eau Adour-Garonne** est un partenaire financeur associé à la convention depuis 1996 et l'**Agence de l'Eau Loire-Bretagne** depuis 2021.
- ✓ Des **Départements** : **Gironde, Dordogne, Landes, Pyrénées-Atlantiques** - partenaires financiers associés en fonction des années et des actions.
- ✓ Le **FEDER** mobilisé sur certaines actions.
- ✓ Le **COPIL**, qui réunit le BRGM, la Région, l'Etat et les Agences, arbitre les priorités en fonction des remontées du terrain (consultation).
- ✓ **En cours** : discussions avec les partenaires pour une prochaine convention **Cadre 2022-2027**.



## La Convention Régionale sur les Eaux Souterraines

### La mise en œuvre de la convention

Un programme qui se décline en différents **axes** et qui intègre **les remontées de terrain après « tri »** - fonction des catégories suivantes :

- « Portée régionale »
  - « intérêt important (multi-acteurs) »
  - « Portée locale » (Maîtrise d'Ouvrage locale)
  - « Autres sujets »
- } Sujets écartés de la convention régionale

### Les axes

- **Axe 1 - Contribuer à la préservation et à la gestion des ressources en eau - recherche et développement de méthodes, d'outils de connaissances et/ou opérationnels** : Maintenance et développement des modèles Régionaux (Modèles MONA, Jurassique, Crétacé et Plio-Quaternaire) ; Référentiel géologique de Nouvelle-Aquitaine (carte géologique) ; Développement d'outils en temps réels & prospectifs (avec lien MétéEau Nappes par ex.) ; Méthodologie pour l'utilisation de données sur le changement climatique ; etc.
- **Axe 2 - Partager et valoriser la connaissance sur les eaux souterraines – sensibiliser sur les enjeux et les risques** : Transfert et valorisation des connaissances des données hydrogéologiques, sensibilisation du public aux problématiques liées aux eaux souterraines ; **Accompagner et animer un réseau d'acteurs territoriaux sur la thématique de la ressource en eaux souterraines pour les appuyer dans leurs missions locales** ; etc.
- **Axe 3 - Eaux souterraines et milieux superficiels (rivières, littoral, zones humides) - comprendre pour agir afin de préserver les milieux aquatiques associés** : relations nappes-rivières et évolutions, pressions exercées ; milieux superficiels et ressources en eau sur le littoral ; solution en domaine de socle (ISABEL) ; Impact de l'évolution de l'occupation des sols sur les hydrosystèmes, nappes profondes et relations avec les milieux superficiel ; etc.
- **Axe 4 - Concourir à la préservation et à l'amélioration de la qualité des eaux souterraines - vulnérabilité aux pressions diffuses et ponctuelles** : nappes profondes (zone d'alimentation) ; qualité des eaux et nitrates/pesticides ; ouvrages abandonnés ; etc.

Changement global :  
axe « transversal »

## Le Module d'appui aux acteurs territoriaux

### Historique : module "Plio-Quaternaire" de la Convention régionale

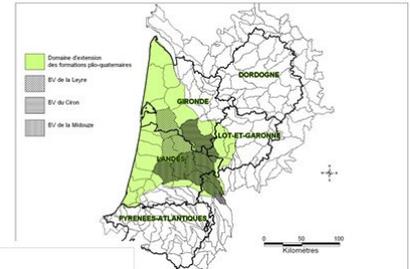
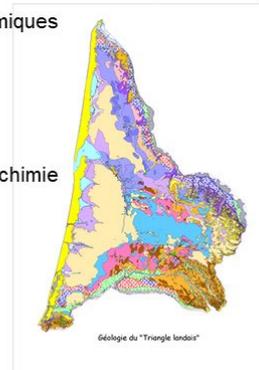
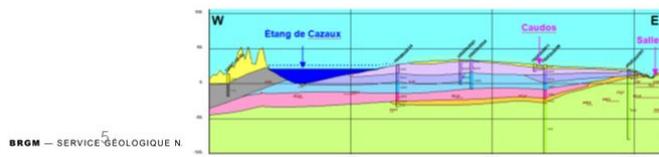
D'une fourniture de données à un appui en forte interaction

#### Genèse

- Plusieurs SAGE en émergence
- Nappes du Mio-Plio-Quaternaire en relation hydraulique marquée avec les eaux superficielles (zones humides, cours d'eau, "crastes")
- Enjeux de gestion appropriée et raisonnée
- Ressource souterraine mal connue, car peu d'enjeux AEP ou économiques

#### Etape initiale (2007-2011) : connaissance globale du système

- Connaître l'agencement des formations géologiques : modèle 3D
- Propriétés aquifères des formations, compartiments
- Recueil des caractéristiques connues : propriétés réservoir, physico-chimie



## Le Module d'appui aux acteurs territoriaux

### Historique : module "Plio-Quaternaire" de la Convention régionale

D'une fourniture de données à un appui en forte interaction

#### Etape suivante : investigations ciblées par territoires de SAGE (2011-2018)

- Cartes piézométriques (directions d'écoulement majeures)
- Caractérisations hydrauliques
- Campagnes physico-chimiques

#### Progressivement : interactions, appui sur la thématique des eaux souterraines et de leurs interactions avec les milieux superficiels

- Acquisitions de connaissances :
  - Ciblage et planification des acquisitions
  - Montage / mise en place de campagnes
- Appui pour des études spécifiques :
  - SAGE Leyre et Ciron : acquisitions de données sur les eaux souterraines et les interactions nappes / rivières
  - SAGE Born-et-Buch : projet phytoremédiation et drainage contrôlé
- Sollicitations d'avis : interactions eaux souterraines / eaux de surface
- Interventions en CLE : communication, sensibilisation
- Journée technique eaux souterraines

BRGM — SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL — WWW.BRGM.FR



## Le Module d'appui aux acteurs territoriaux

### Module d'accompagnement des acteurs territoriaux sur la thématique de la ressource en eaux souterraines

Plusieurs actions pour favoriser la prise en compte adéquate des eaux souterraines et de leurs relations avec le milieu superficiel

#### Evolution 2021

- Elargissement au territoire de la Nouvelle-Aquitaine
- Recentrage vers un accompagnement : pas d'acquisitions directes dans le cadre de ce module

#### Accompagnement pour l'identification des enjeux relatifs aux eaux souterraines

- Prioritairement SAGE en émergence
- Assurer la pertinence du volet "eaux souterraines" lors de l'élaboration de l'état des lieux
- Orienter et faciliter les actions liées à la gestion des eaux souterraines

#### Appui technique aux acteurs territoriaux

- Etat des connaissances, identification des lacunes et des besoins d'acquisitions de données
- Etablissement et suivi de programmes d'acquisition de données
- Compréhension de phénomènes localisés, d'observations
- Participations en CLE pour appui ou sensibilisation

#### Animation inter-SAGE sur la thématique eaux souterraines

- Réunions techniques
- Mise à disposition de données / informations / documents de référence

BRGM – SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL – WWW.BRGM.FR



## Le Module d'appui aux acteurs territoriaux

### Première réunion technique

	Session	Présentation	Intervenant	
09:00 - 09:15	Introduction	La Convention Régionale Eaux Souterraines en Nouvelle Aquitaine : contenu et perspectives Module d'accompagnement des acteurs territoriaux sur la thématique de la ressource en eaux souterraines	Conseil Régional Nouvelle-Aquitaine BRGM	A confirmer Jérôme Barrière
09:15 - 10:00	Contexte hydrogéologique en Nouvelle-Aquitaine	Contexte hydrogéologique régional : principaux aquifères, enjeux et problématiques associés	BRGM	Murielle Thinon-Larminach Jérôme Barrière
		Témoignage d'un territoire de SAGE en domaine de socle : appréhender le contexte hydrogéologique et les enjeux associés	EPTB Vienne (SAGE Vienne / SAGE Creuse) BRGM	Hélène Thuret Fabrice Compère
		Témoignage d'un territoire de SAGE en domaine sédimentaire : appréhender le contexte hydrogéologique et les enjeux associés	EPIDOR (SAGE Dordogne Atlantique)	Christine Guerin
10:00 - 10:30	Modélisation des eaux souterraines	Principes, outils existants en Nouvelle-Aquitaine Applications et prospective	BRGM	Olivier Douez Fabrice Compère
10:40 - 11:45	Echanges et retours d'expériences sur les actions portées par les SAGE	Intégration des eaux souterraines dans les études HMLUC (Hydrologie, Milieux, Usages, Climats)	Institution Interdépartementale du Bassin de la Sèvre Niortaise (SAGE Sèvre Niortaise et Marais Poitevin)	Caroline Sandner
		Acquisitions de données pour la caractérisation du fonctionnement des aquifères et des relations nappes / milieu superficiel à échelle de territoires de SAGE	Parc Naturel Régional des Landes de Gascogne (SAGE Leyre, cours d'eau côtiers et milieux associés) Syndicat Mixte d'Aménagement du Bassin Versant du Ciron (SAGE Ciron)	Cathy Navrot Sébastien Irola
		Etudes focalisées sur les relations entre nappes et réseau superficiel	Syndicat Intercommunal d'Aménagement des Eaux du Bassin Versant des Etangs du Littoral Girondin (SAGE Lacs médocains)	Franck Quenault
11:45 - 12:00	Accès aux informations sur les eaux souterraines, communication et valorisation	Principaux outils à disposition Introduction aux ateliers de travail à venir sur la communication et valorisation des connaissances sur les eaux souterraines auprès des acteurs des territoires	BRGM	Murielle Thinon-Larminach

BRGM – SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL – WWW.BRGM.FR





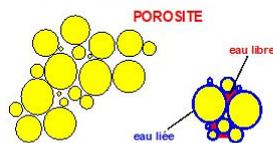
## CONTEXTE GÉOLOGIQUE / HYDROGÉOLOGIQUE GÉNÉRAL

Session technique eaux souterraines en Nouvelle-Aquitaine à destination des animateurs de SAGE

Murielle Thinon-Laminach – Jérôme Barrière  
07/01/2022

Quelques définitions (d'après Dictionnaire français d'hydrogéologie, Castany & Margat, 1977)

De l'eau sous terre... Dans les "vides" disponibles



- **Aquifère**

Ensemble de roches perméables permettant l'écoulement significatif d'une nappe souterraine et le captage de quantités d'eau appréciables.

Aquifère = milieu solide (contenant) + l'eau souterraine (contenu = nappe)

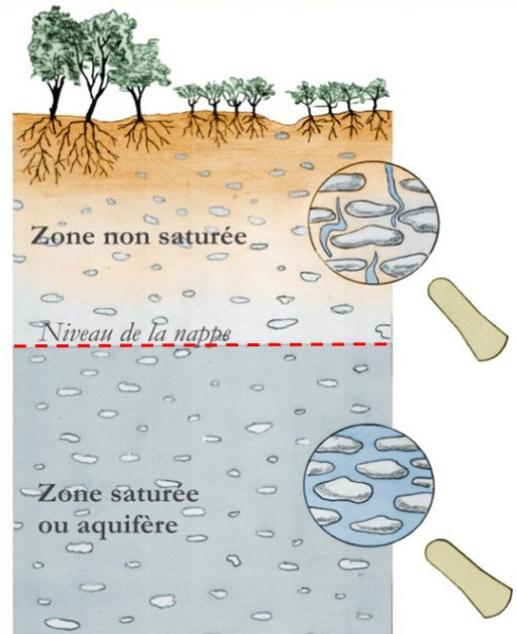
- **Nappe**

Eaux souterraines situées dans la zone saturée dont toutes les parties sont en liaison hydraulique

- **Niveau piézométrique**

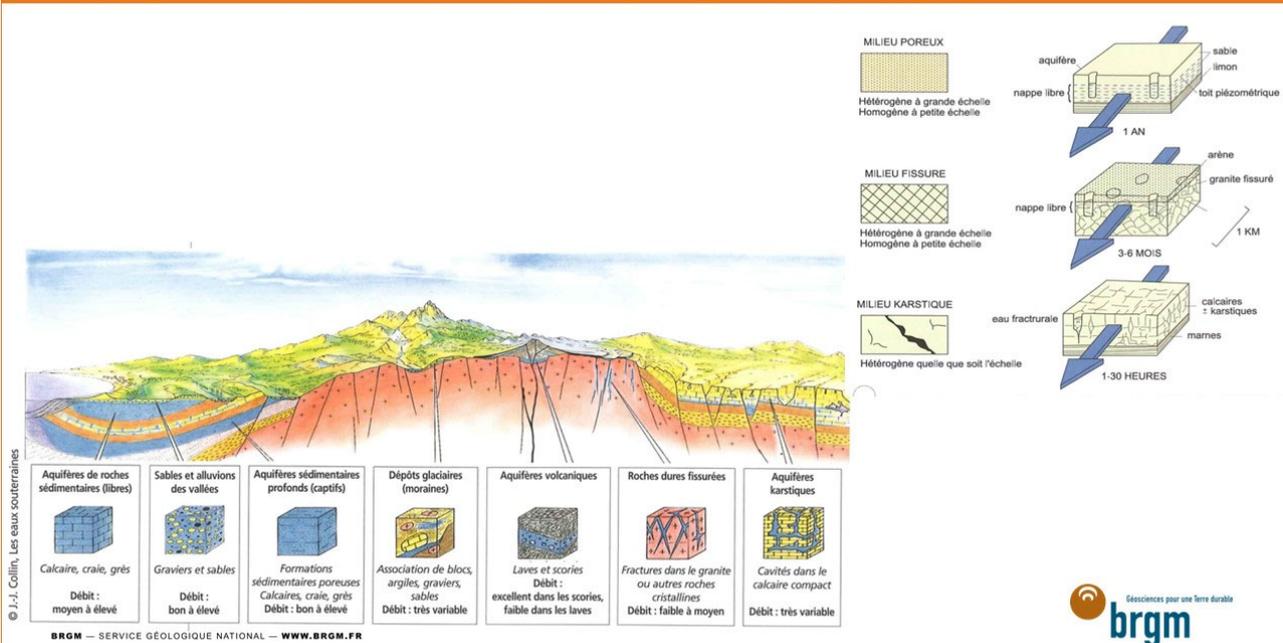
Limite entre la zone non saturée et la zone saturée (pour une nappe libre).

BRGM – SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL – WWW.BRGM.FR



BRGM, 2013 d'après JJ. Collin, 2004

## Classification des aquifères : gouvernée par la nature des terrains



## Quelques définitions (d'après Dictionnaire français d'hydrogéologie, Castany & Margat, 1977)

### • Nappe libre

Nappe à surface libre contenue dans un aquifère qui comporte une zone non saturée.

### • Nappe captive

Nappe sans surface libre, donc soumise à une pression supérieure à la pression atmosphérique, donc la surface piézométrique est supérieure au toit de l'aquifère.

L'aquifère est entièrement saturé, est délimité notamment au toit par des formations à perméabilité très faible faisant obstacle à tout flux appréciable.

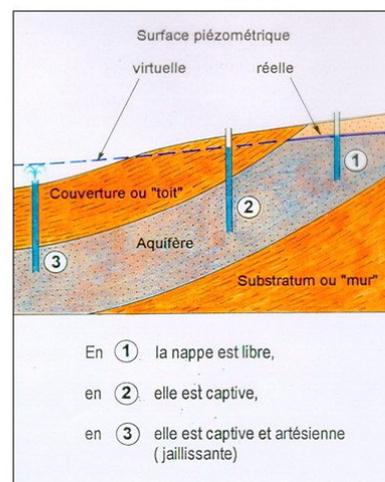
Nappe éventuellement artésienne.

### • Système multicouche

Aquifères se superposant et séparés par des épontes (couches imperméables à pseudo-perméables), on distingue :

- ✓ les aquifères libres
- ✓ les aquifères captifs

BRGM — SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL — WWW.BRGM.FR

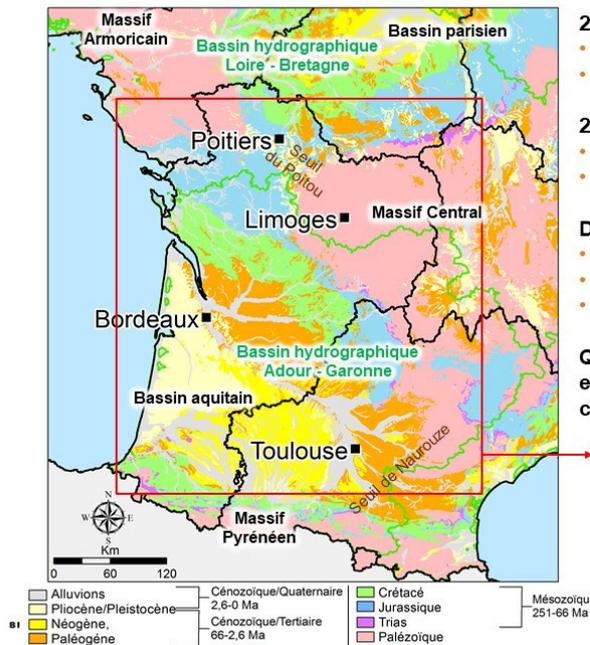


Source : Bardeau M., Allier D. Formation à l'hydrogéologie pour les services de l'Etat. Toulouse, 2014.

BRGM — Service géologique national — www.brgm.fr

Brgm, 2013

## Contexte global



### 2 grands bassins géologiques :

- Bassin aquitain
- Bassin parisien

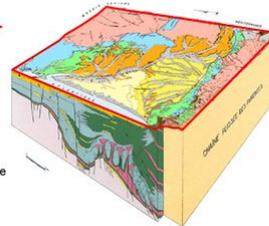
### 2 grands bassins hydrographiques :

- Adour-Garonne (71%)
- Loire-Bretagne (29 %)

### Des contextes géologiques variés :

- formations de socle
- formations alluviales
- formations sédimentaires

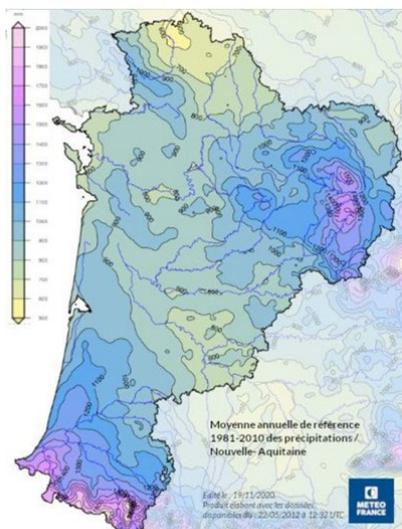
Qui conditionnent la répartition géographique des ressources en eaux souterraines sur le territoire Nouvelle Aquitaine que ce soit surface ou en profondeur



## Les ressources en eau – Nouvelle-Aquitaine

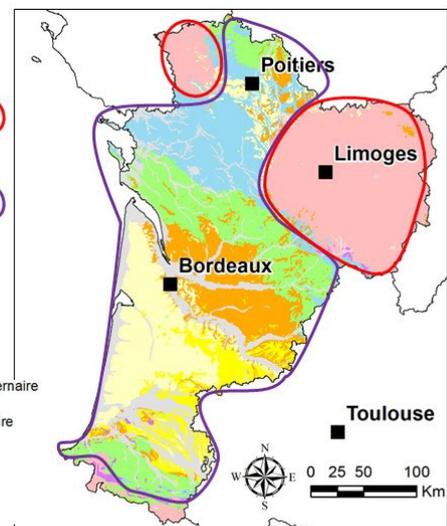
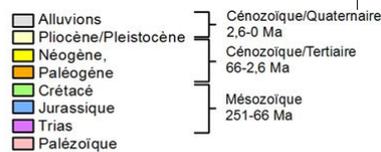
### Quelques éléments d'informations

➔ Un contexte climatique contrasté...



➔ ... Et des contextes géologiques variés

- formations de socle (granite, gneiss, etc.)
- formations sédimentaires (calcaires, sables, grès, craie..., etc)

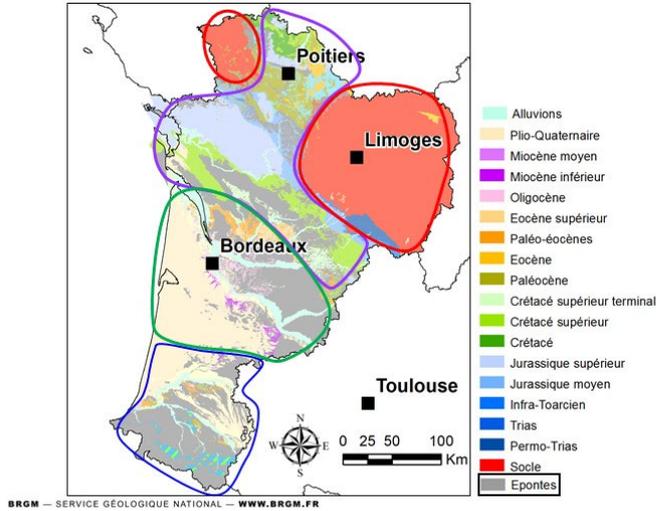


## Les ressources en eau – exemple de la Nouvelle-Aquitaine

### Quelques éléments d'informations

#### → De la géologie à l'hydrogéologie...

Des aquifères, libres ou captifs et variés (roches sédimentaires et roches cristallines)



#### → Géologie qui contraint en partie le réseau hydrographique



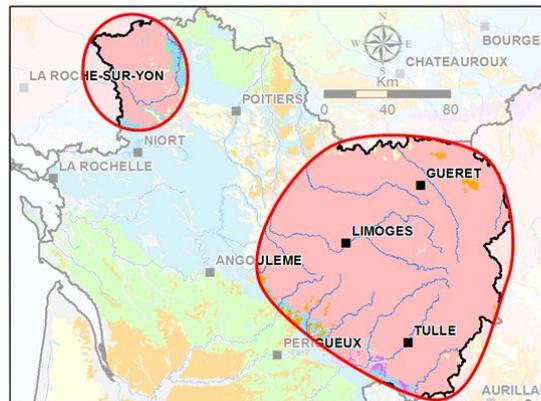
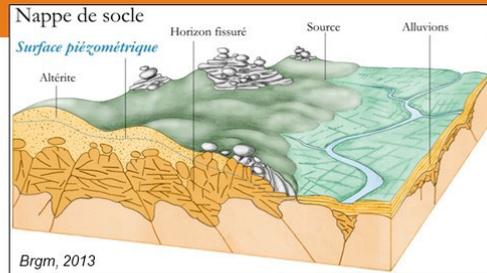
## Socle du nord de la Nouvelle-Aquitaine

### Typologie des nappes :

- Nappes développées essentiellement dans une frange d'altération et de fracturation de quelques dizaines de mètres d'épaisseur.
- Nappes en général peu productives et en relation directe avec les cours d'eau

**Peu de ressources souterraines (quantité), Réseau hydrographique dense**

BRGM – SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL – WWW.BRGM.FR

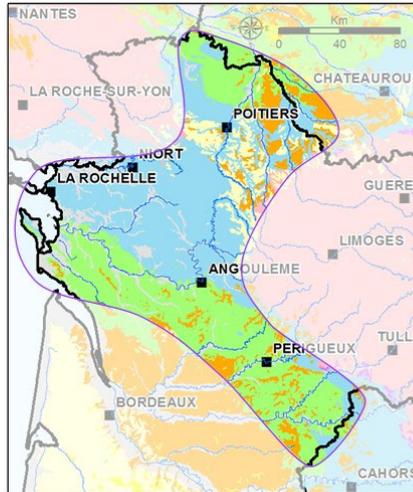


## Sédimentaire du nord de la Nouvelle-Aquitaine

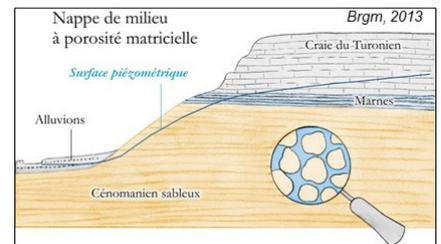
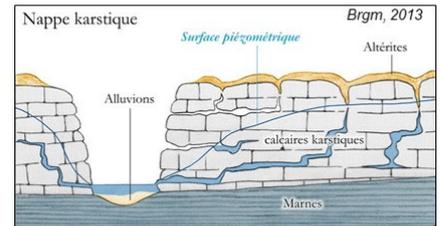
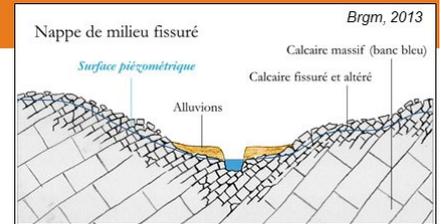
### Typologie des nappes :

- Nappes en fortes relations avec les cours d'eau.  
Quelques nappes profondes

Problématiques de nappes libres peu profondes (qualité/quantité)  
+ relations nappes rivières



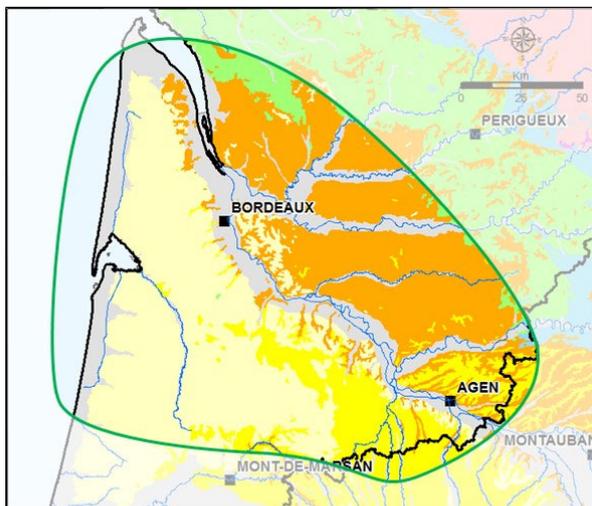
BRGM – SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL – WWW.BRGM.FR



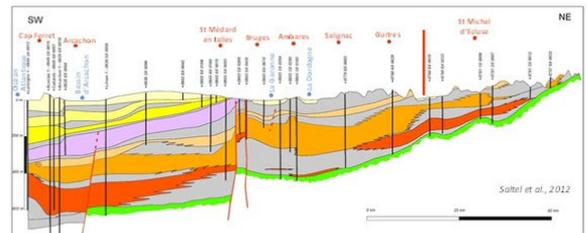
## Sédimentaire du centre de la Nouvelle-Aquitaine

### Typologie des nappes :

- Nappes profondes et nappes superficielles



BRGM – SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL – WWW.BRGM.FR



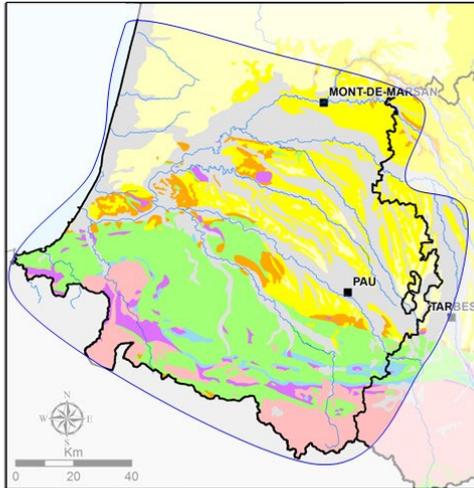
Problématiques d'aquifères profonds (quantité)  
+ quelques problématiques de nappes de surface (qualité)



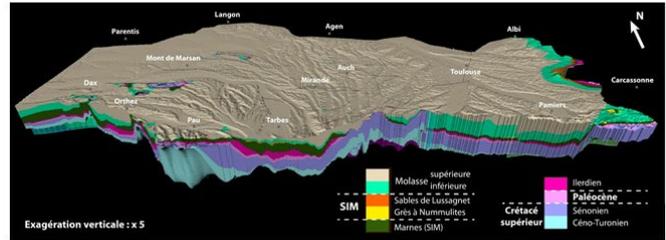
## Sédimentaire du sud de la Nouvelle-Aquitaine

### Typologie des nappes :

- Nappes profondes et nappes superficielles



BRGM – SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL – WWW.BRGM.FR



Lasseur et al., 2021 (BRGM/RP-70569-FR)

Problématiques d'aquifères profonds (quantité)  
+ Ressources souterraines faibles en surface (quantité/qualité)



## Les ressources en eau – usages en Nouvelle-Aquitaine

### Quelques éléments d'informations

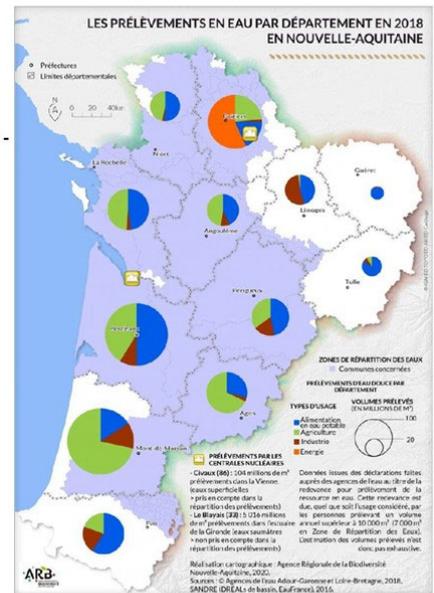
➔ De multiples usages

- AEP, agriculture, industrie, thermalisme, géothermie, conchyliculture, énergie...
- Consommation : ~ 1,46 milliards de m<sup>3</sup> /an sur 2003-2018 (source ARBNA) prise en compte de la Centrale de Civaux ~ 100 millions de m<sup>3</sup> (centrale du Blayais non prise en compte - eaux saumâtres : 4,7 milliards).
- Part des prélèvements : usage agricole : 44% ; 35% : AEP , 14% pour les besoins industriels + autres usages (source ARBNA)



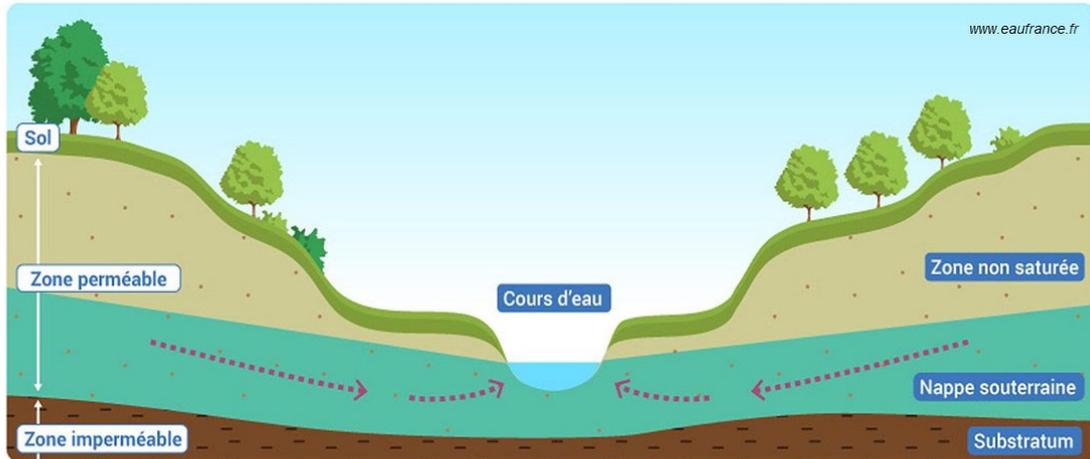
L'agriculture en Nouvelle-Aquitaine (source Région et CA-NA):

- 1<sup>ère</sup> région agricole de France et d'Europe,
- 1<sup>ère</sup> économie de notre région (180 000 emplois,
- Le chiffre d'affaires agricole ~ 10 milliards d'€ (1<sup>er</sup> rang français, 15 % du chiffre national).



## Les eaux souterraines et les eaux de surface sont généralement connectées...

- Des eaux souterraines et des eaux de surface généralement connectées : « eaux souterraines et eaux de surface sont deux états de la ressource en eau, deux phases du cycle de l'eau. Elles présentent des relations et une interdépendance hydrologique si étroite qu'en fait toutes deux constituent une ressource unique (Castany, 1965). »



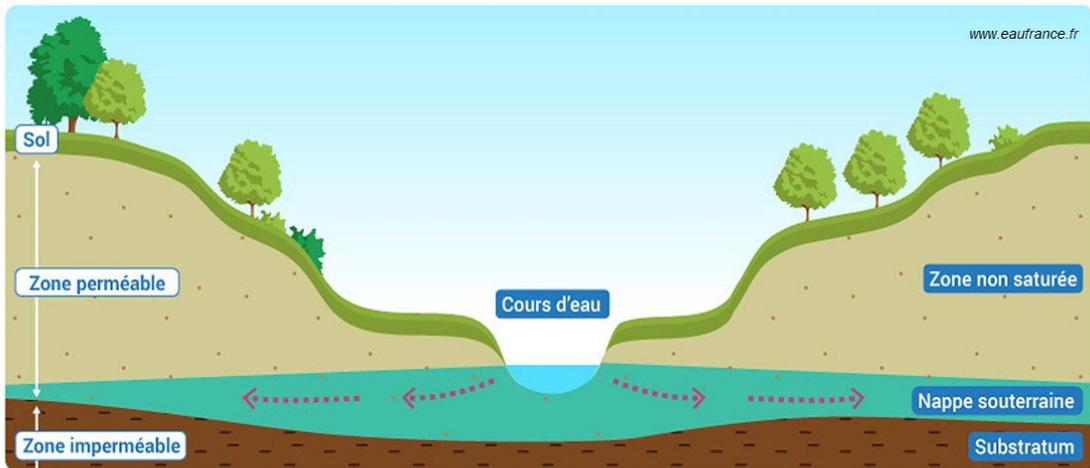
Relations nappe-rivière = échange d'eau, dans un sens ou dans l'autre entre eau souterraine et cours d'eau.

BRGM — SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL — WWW.BRGM.FR



## Les eaux souterraines et les eaux de surface sont généralement connectées...

- Des eaux souterraines et des eaux de surface généralement connectées : « eaux souterraines et eaux de surface sont deux états de la ressource en eau, deux phases du cycle de l'eau. Elles présentent des relations et une interdépendance hydrologique si étroite qu'en fait toutes deux constituent une ressource unique (Castany, 1965). »



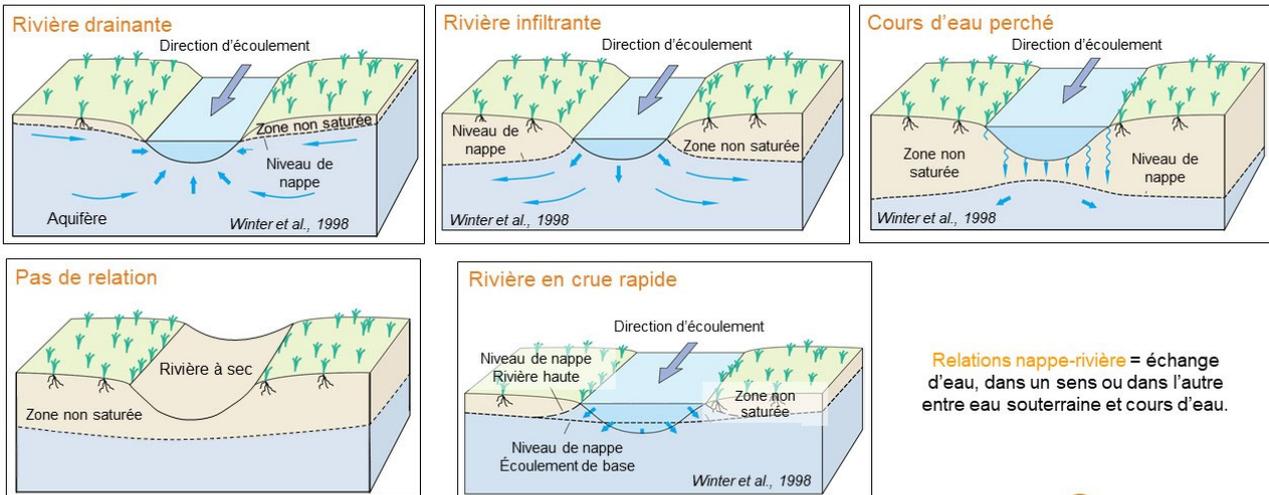
Relations nappe-rivière = échange d'eau, dans un sens ou dans l'autre entre eau souterraine et cours d'eau.

BRGM — SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL — WWW.BRGM.FR



## Les relations eaux souterraines / eaux de surface : quelques notions

→ Les différents types de relations (échanges) : fonction des niveaux de nappes et du cours d'eau (+cote du fond du lit du cours d'eau)



Relations nappe-rivière = échange d'eau, dans un sens ou dans l'autre entre eau souterraine et cours d'eau.



BRGM — SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL — WWW.BRGM.FR

## Les relations eaux souterraines / eaux de surface : quelques notions

### Quelques définitions

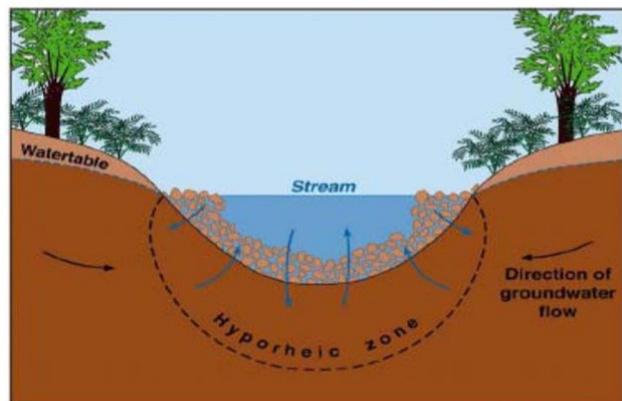
→ **Nappe d'accompagnement** : nappe ou partie de nappe souterraine qui est en forte liaison hydraulique avec un cours d'eau permanent et dont l'exploitation peut avoir un effet préjudiciable (supérieur à un seuil à définir) sur le débit d'étiage du cours d'eau (<https://hydrologie.org/>).

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 que la notion de nappe d'accompagnement dépend du régime de prélèvement*

→ **Zone hyporhéique** : interface eaux superficielles et souterraines.

- Fonctionnement très dynamique, dans ses dimensions verticales, 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).



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



BRGM — SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL — WWW.BRGM.FR

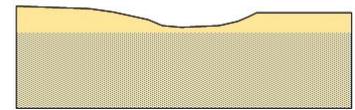
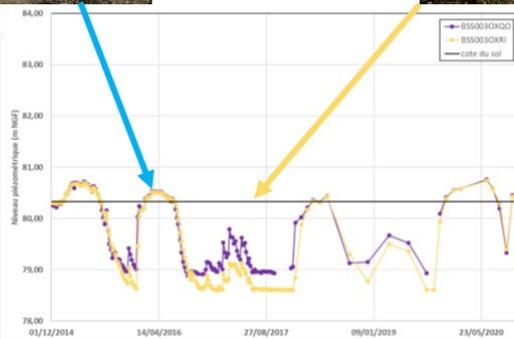
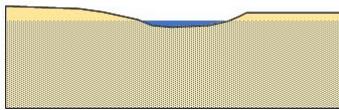
## Les relations eaux souterraines / eaux de surface : quelques notions

### Un exemple de relations nappes / zones humides

#### → Lagunes landaises :



Source : Conseil Départemental des Landes, Les lagunes, le trésor caché de la forêt landaise  
[https://www.youtube.com/watch?v=\\_6LYhMZ4ps&t=254s](https://www.youtube.com/watch?v=_6LYhMZ4ps&t=254s)



BRGM — SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL — WWW.BRGM.FR

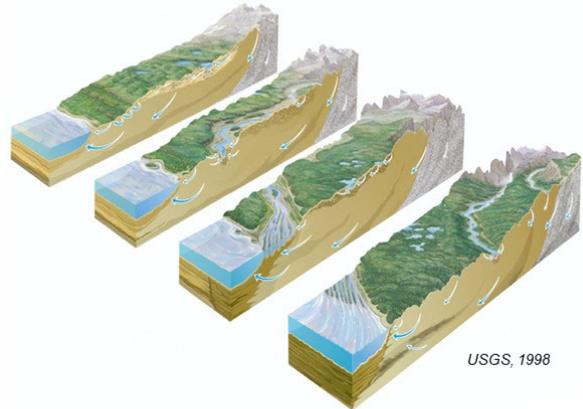
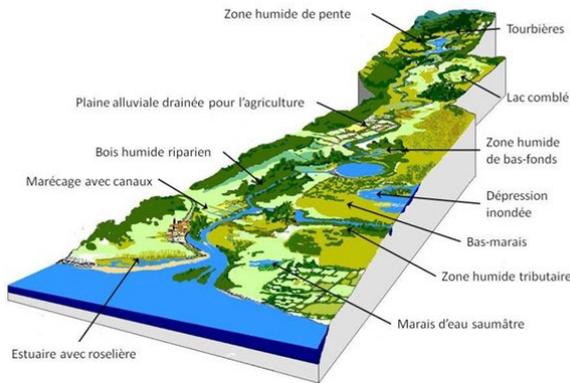
Source : Auterives et al., 2021, rapport BRGM RP-70676-FR



## Les relations eaux souterraines / eaux de surface : quelques notions

Ces relations sont susceptibles d'entrer en jeu sur les principaux types de zones humides rencontrés sur un bassin versant

→ Préférer les schémas figurant une continuité dans les écoulements souterrains, et entre écoulements souterrains et superficiels



USGS, 1998

Source : Adapté d'Aidoud in E. Maltby et al., 2009)

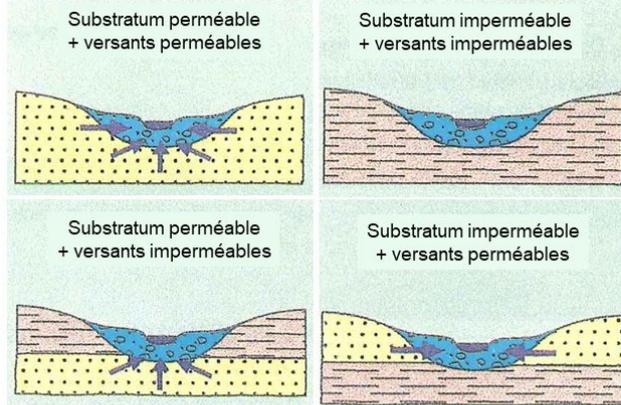
BRGM — SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL — WWW.BRGM.FR



## Les relations eaux souterraines / eaux de surface : quelques notions

→ Les facteurs géologiques et morphologiques : différents facteurs de nature morphologique (terrasses alluviales) et géologique (lithologie des alluvions et des terrains encaissants) interviennent dans les relations

### Relation d'une nappe alluviale avec les terrains encaissants

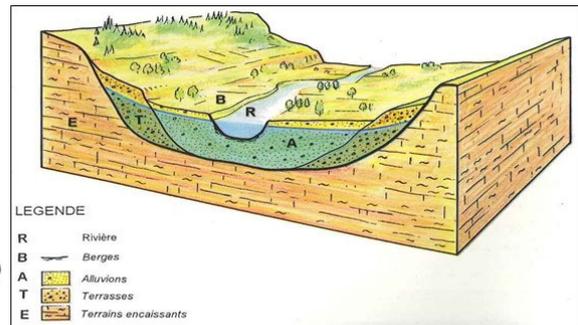


Source : Daum et al., 1997, dans Vernoux et al., 2010)

BRGM — SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL — WWW.BRGM.FR

### Différents cas fonction des éléments B (berges), A (alluvions), T (terrasses) et E (terrains encaissants) :

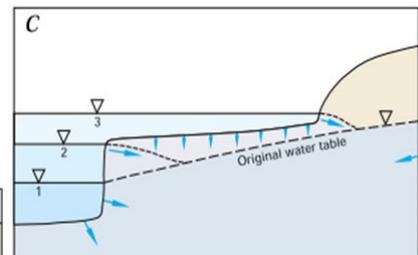
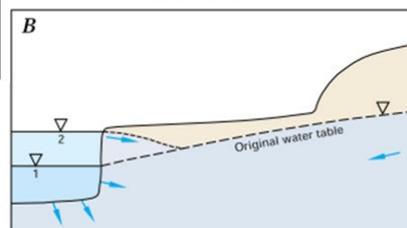
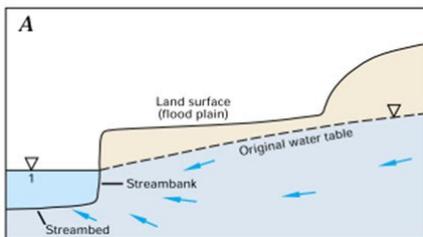
- Existents ou non ou que sur une rive
- Sont représentés par des formations perméables ou non,
- Ou sont eux-mêmes composés de formations lithologiques distinctes.



## Les relations eaux souterraines / eaux de surface : quelques notions

→ Les différents types de relations (échanges) : fonction des niveaux de nappes et du cours d'eau (+cote du fond du lit du cours d'eau

- L'ensemble des cas peuvent se rencontrer le long d'un même cours d'eau
- Pour un même tronçon de cours d'eau, 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.



Winter et al., 1998

BRGM — SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL — WWW.BRGM.FR

Sciences pour une Terre durable  
brgm

## Les relations nappes/rivières : enjeux associés

### Apport de la nappe à la rivière (ou à des eaux superficielles)

#### Enjeux de gestion

##### Apports de nappe aux chenaux actifs d'un cours d'eau

Soutien du débit d'étiage  
 Tamponnage thermique et maintien d'une faune et d'une flore d'eau froide  
 En cas de pollution des nappes, risque de dégradation de la qualité des eaux superficielles  
 En cas de surexploitation de la nappe, risque d'assez sévère, de réchauffement des cours d'eau

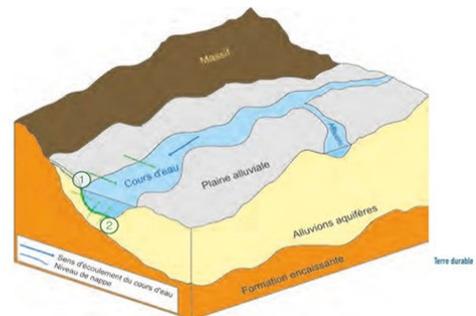
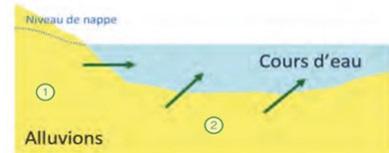
##### Apports de nappe aux zones humides associées à un cours d'eau

Maintien des zones humides lors d'assèchements estivaux prolongés  
 Maintien d'un faune et d'une flore d'eau froide à forte valeur patrimoniale (tamponnage thermique, limitation désoxygénation, maintien oligotrophie)  
 En cas de pollution des nappes, risque de dégradation de la qualité de la zone humide  
 En cas de surexploitation de la nappe, risque d'eutrophisation et de bloom algaux de la zone humide



BRGM – Guide technique interactions nappe/rivière, AFB 2017

- ① apport latéral
- ② apport par le fond



## Les relations nappes/rivières : enjeux associés

### Apport de la rivière (ou d'eaux superficielles) à la nappe

#### Enjeux de gestion

##### Ouvrages de captage d'eau

Délimitation de zone de captage potentiellement favorable  
 Risque de pollution de nappe par les eaux superficielles  
 Recherche d'une barrière hydraulique (artificielle) pour protéger une nappe de contaminations provenant du cours d'eau principal

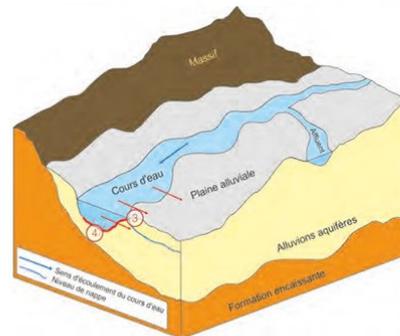
##### Débit de la rivière

Pertes en eau sur certains linéaires de cours d'eau



BRGM – SERVI Guide technique interactions nappe/rivière, AFB 2017

- ③ apport latéral
- ④ apport par le fond

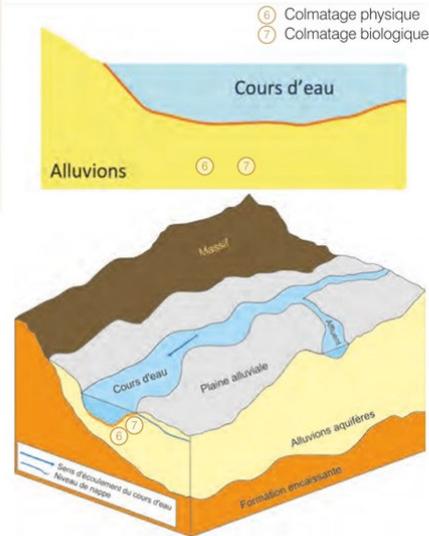


## Les relations nappes/rivières : enjeux associés

### Colmatage entre la nappe et la rivière

#### Enjeux de gestion

Zone peu favorable à l'implantation de captages pouvant utiliser les ressources souterraines et de surface  
 Zone peu vulnérable à la pollution (dégradation d'une masse d'eau par l'autre)  
 Anoxie des sédiments, forme réduite de l'azote et de certains polluants  
 Si le colmatage est d'origine anthropique, perte de biodiversité et de capacité d'autoépuration, réchauffement excessif du cours d'eau en été par rapport à l'état naturel



BRGM – SE Guide technique interactions nappe/rivière, AFB 2017



## Les relations nappes/rivières : enjeux associés

### Circulations complexes du cheminement de l'eau

#### Enjeux de gestion

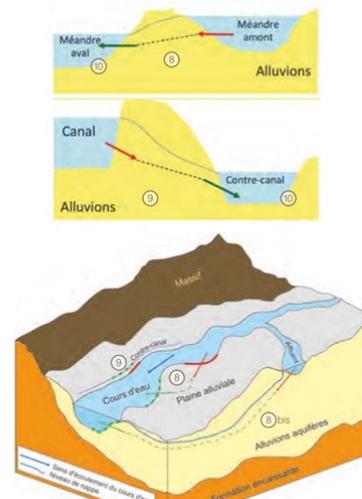
##### Sous-écoulement-méandre

Implantation de captages utilisant les ressources souterraines et de surface  
 Auto-épuration du cours d'eau via les zones humides alluviales

##### Sous-écoulement-digue

Quantification des pertes d'eau d'un canal

- ⑥ Sous-écoulement d'eau superficielle via le milieu souterrain vers une rivière
- ⑦ Sous-écoulement d'eau superficielle via le milieu souterrain vers un canal
- ⑩ Exemple de quantification de mélange



BRGM – SERI Guide technique interactions nappe/rivière, AFB 2017



## Les relations nappes/rivières : enjeux associés

### Recyclage d'eau superficielle dans le cours d'eau par exfiltration/infiltration ou échanges hyporhéiques

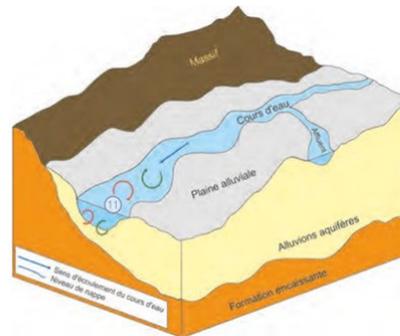
#### Enjeux de gestion

Fonctionnalité d'autoépuration favorisée  
 Maintien d'une haute disponibilité en nutriments et du soutien de la productivité de l'écosystème  
 Apport d'eau froide à l'aval des bancs de graviers des cours d'eau  
 Risques d'exportation de polluants vers les interstices  
 Assèchement facilité lors des étiages sévères

① recyclage



BRGM – SERVICI Guide technique interactions nappe/rivière, AFB 2017



Géosciences pour une terre durable  
**brgm**

## Perspectives d'évolution des ressources dans un contexte de changement global

- **Evolution climatique** : Augmentation des températures, changement du régime des précipitations et de l'évapotranspiration (hivers plus humides et étés plus secs, augmentation du nombre de phénomènes extrêmes...), remontée océanique.
- **Une dynamique démographique forte en Nouvelle-Aquitaine.**
  - ➔ **Diminution des ressources en eaux souterraines** (moins recharge, reports de prélèvements du superficiel vers le milieu souterrain (libre et captif),
  - ➔ **Augmentation des besoins en eau** (eau potable, irrigation),

#### Et des conséquences attendues :

- Risques de tension/conflit entre usagers des nappes (AEP, agricole, industriel, thermalisme...)
- Diminution du soutien d'étiage aux cours d'eau et impacts associés pour les milieux superficiels (Zones humides, lagunes, pêche, conchyliculture/ostréiculture,...),
- Dégradation de la qualité des eaux souterraines (dénoyage de réservoir, risque de salinisation des nappes superficielles littorales par des intrusions d'eaux saumâtres en lien avec la remontée du niveau marin)
- ....

BRGM – SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL – WWW.BRGM.FR

**brgm**



# SÉMINAIRE BRGM « MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE OUTILS, USAGES, PERSPECTIVES »

Fabrice Compère – Olivier Douez  
07/01/2022

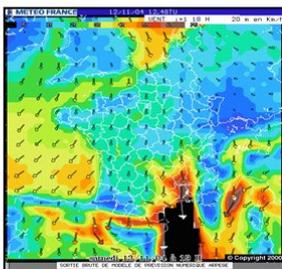


## Qu'est-ce qu'un modèle en hydrogéologie ?

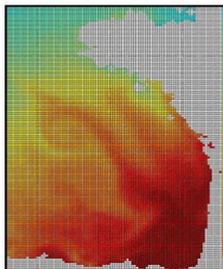
**Objectif :** représentation schématique, simplifiée et relativement abstraite d'un objet (ou d'un processus) qui permet de substituer un système plus simple au système naturel en vue de le décrire, de l'expliquer ou de le prévoir (S.Guinand, in Encyclopédie Universalis + Dictionnaire de l'environnement)

### Quelques exemples de modèles...

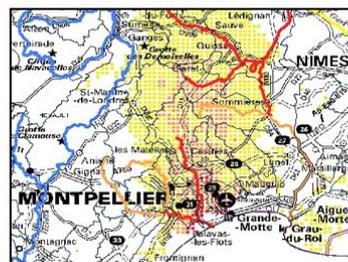
Circulations atmosphériques (Météo-France,...)



Circulations océaniques (Ifremer,...)

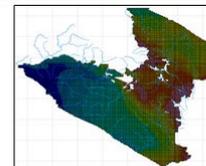
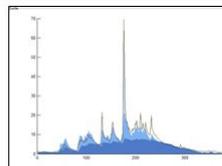


Prévision des crues (IRSTEA,...)



... et les **modèles hydrogéologiques numériques** qui permettent par exemple de simuler les écoulements souterrains, les niveaux de nappes, les débits des cours d'eau...

BRGM — SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL — WWW.BRGM.FR



## Différents types de modèles numériques

### Modèles globaux

(Modèles "pluies-débits" ou "pluies-niveaux »)

#### « Boîte noire »

Une "sortie" du système est reliée à une ou plusieurs entrées par des fonctions de transferts (ou réponses impulsionnelles).

#### Pas de lois « physiques »

Entrée  
(Pluie, ETP)



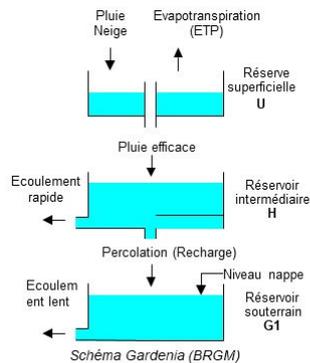
Sortie  
(niveau de nappe,  
débit à un exutoire)

\* Autres modèles de type boîte noire :  
Réseaux de neurones artificiels (RNA)

BRGM — SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL — WWW.BRGM.FR

#### Type « Conceptuel »

Pas (ou peu) de découpage de l'espace en plan horizontal. Tout en ayant un sens physique (des réservoirs et, pour certains, des lois de remplissage et de vidange) ils ne prennent cependant pas en compte les équations physiques réelles.



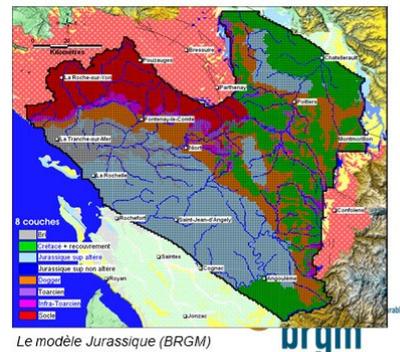
### Modèles basés physiquement (mécanistes)

Modèles spatialisés

#### Résolution de l'équation générale des écoulements souterrains.

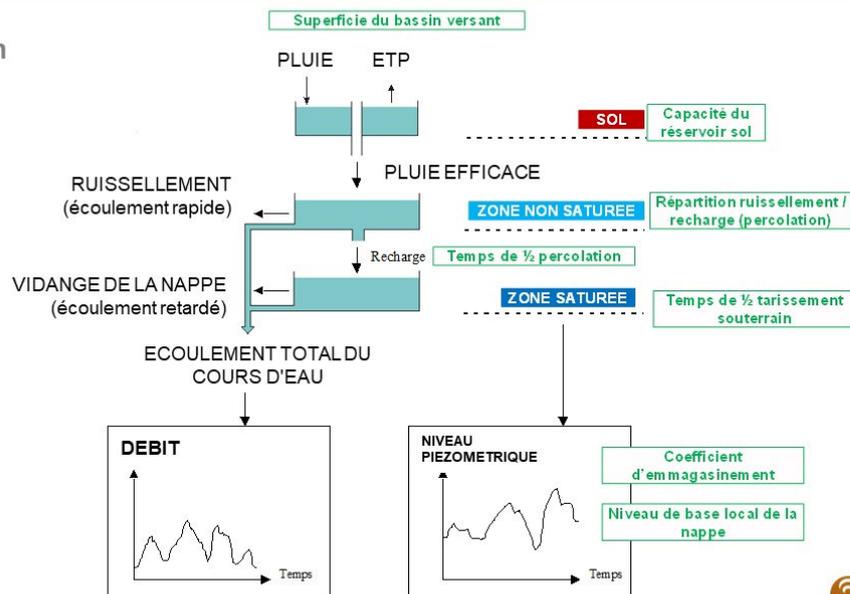
Tentent de représenter le système physique dans sa réalité.

→ modèles spatialisés ou modèles maillés



## Modélisations GARDENIA

### Paramétrisation de GARDENIA



BRGM — SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL — WWW.BRGM.FR

+ 3 paramètres liés aux pompages (impacts sur nappe et/ou rivière) :  
coefficient d'influence, temps de 1/2 montée et temps de 1/2 stabilisation

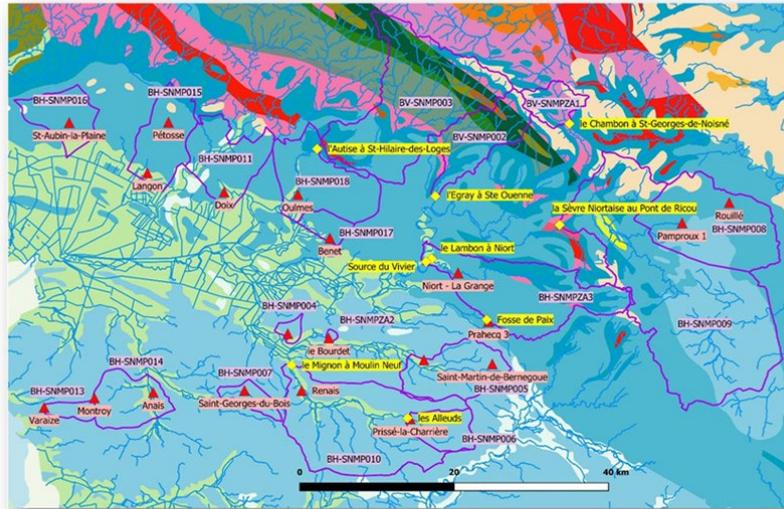


12

## Modélisations GARDENIA : exemple de l'IIBSN

### Contexte / Objectif / Enjeux

- Etude visant à reconstituer par modélisation globale des régimes hydrologiques influencés et naturels (débits et piézométries)
- Contextes variés : socle et sédimentaire
- Utilisation de l'outil **GARDENIA**



□ Limite de bassin    ▲ Piézomètres (20)    ◆ Débit sur cours d'eau (9)

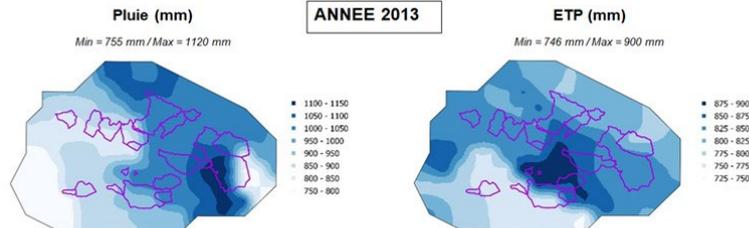


BRGM — SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL — WWW.BRGM.FR

## Modélisations GARDENIA

### Paramétrisation

- **Données météorologiques**
  - utilisation des chroniques météorologiques calculées par Météo-France sur le réseau de mailles SAFRAN (maillage de 8 km x 8 km), disponibles au pas de temps journalier depuis le 1<sup>er</sup> août 1958
  - sur chaque bassin étudié : calcul de chroniques moyennes de précipitations (pluie + neige) et évapotranspiration potentielle (ETP)



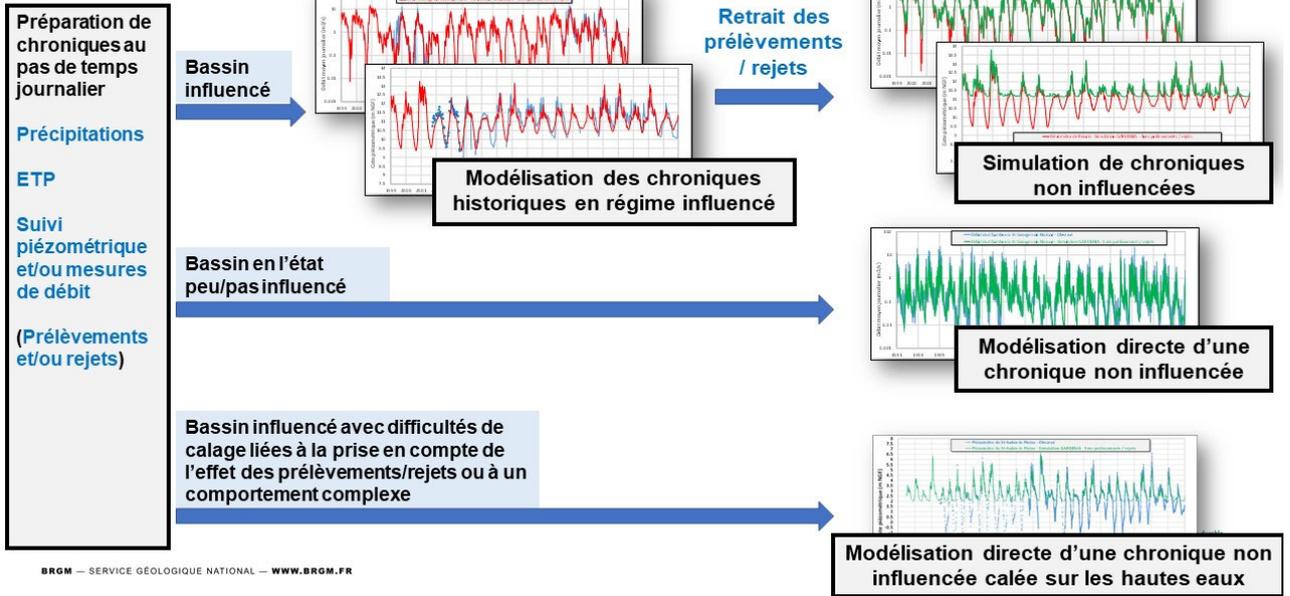
- **Prélèvements**
  - usages : AEP, industriel et agricole
  - sources : Agence de l'Eau Loire-Bretagne, IIBSN, OUGC (EPMP), SIEMP (données sur le remplissage des réserves de substitution), producteurs (AEP)
- **Rejets** : inventaire Agence de l'Eau Loire-Bretagne



BRGM — SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL — WWW.BRGM.FR

## Modélisations GARDENIA

### Mise en œuvre des modélisations



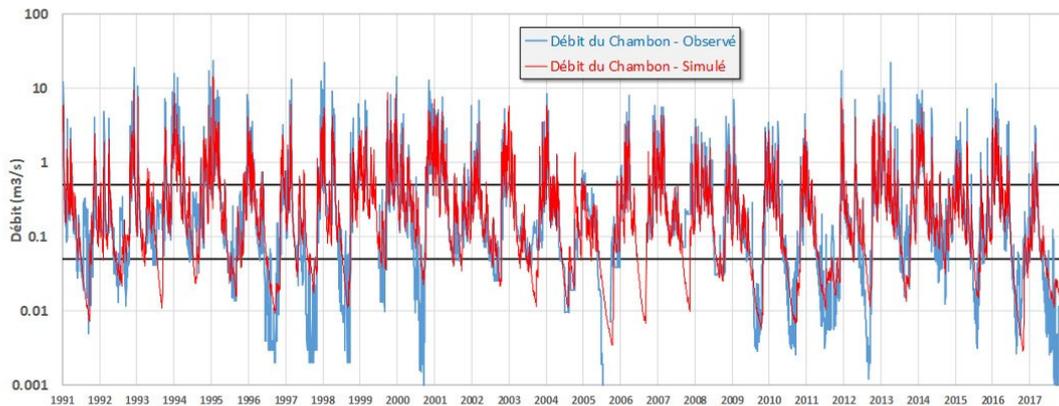
## Modélisations GARDENIA

### Exemples de modélisations

**Bassin topographique du Chambon à Saint-Georges-de-Noisné.** Bassin d'environ 31 km<sup>2</sup> très peu influencé où le contexte géologique favorise le ruissellement au détriment de l'infiltration.

**Débits observés et simulés sur échelle logarithmique**

Retour du Service de Préviation des Crues : données jugées très fiables entre 50 L/s et 500 L/s

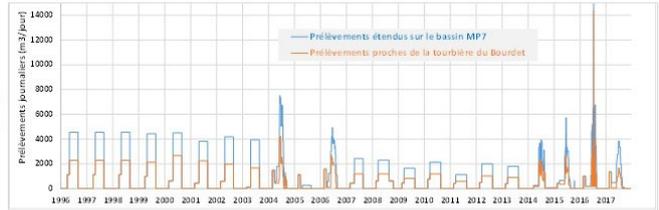


## Modélisations GARDENIA

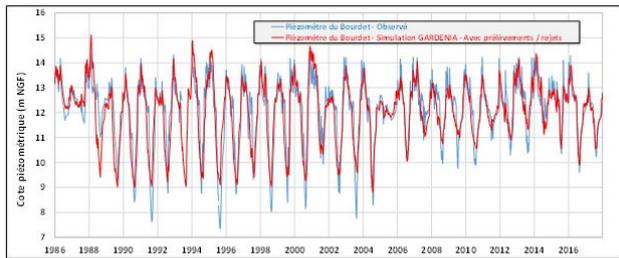
### Exemples de modélisations

**Bassin versant du Bourdet (1,8 km<sup>2</sup>) en domaine sédimentaire. Simulation du piézomètre du Bourdet fortement influencé par des prélèvements sur et en dehors du bassin hydrogéologique associé.**

### Chronique de prélèvements

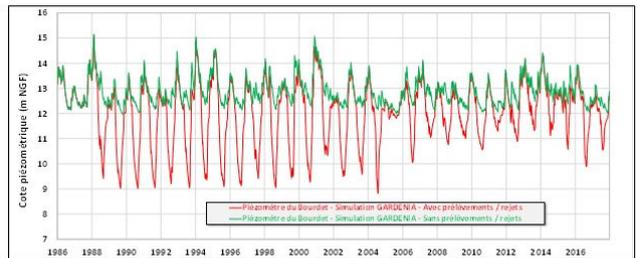


### Calage de la chronique historique



BRGM — SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL — WWW.BRGM.FR

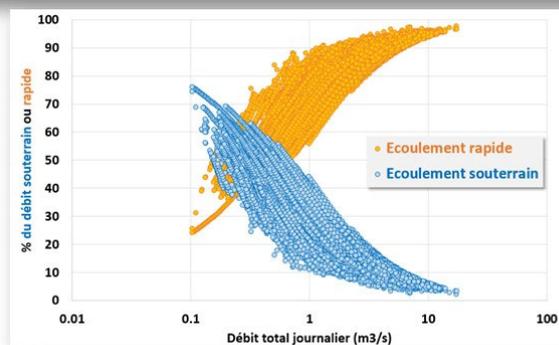
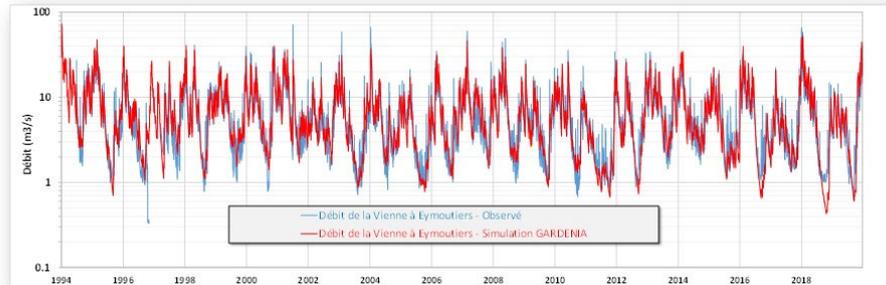
### Simulation GARDENIA avec et sans prélèvements / rejets



brgm

## Modélisations GARDENIA

### Exemple de modélisation GARDENIA du débit de la Vienne à Eymoutiers



BRGM — SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL — WWW.BRGM.FR

Géosciences pour une Terre durable  
brgm

## Modélisations GARDENIA

L'approche par modélisation globale permet :

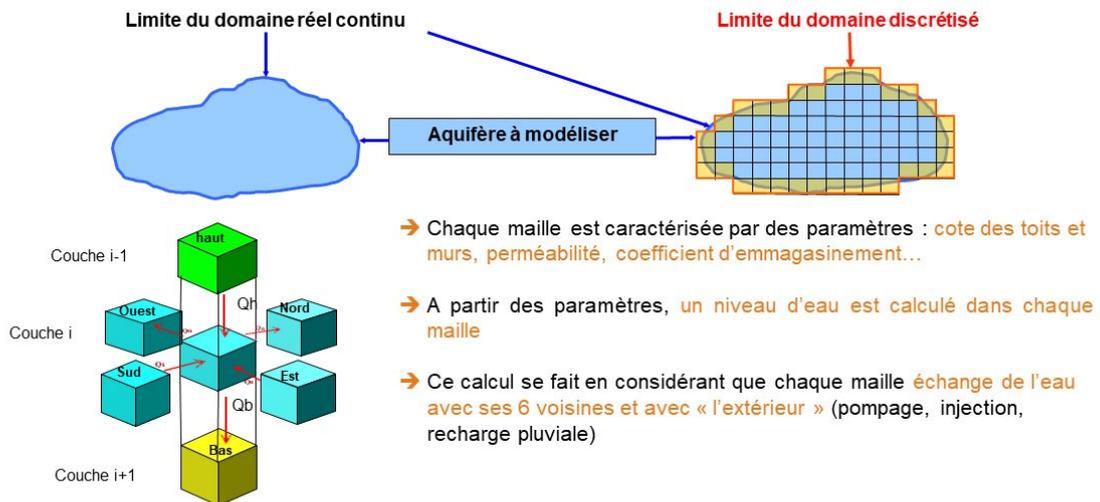
- d'analyser la cohérence entre observations climatiques et observations de débits ou de niveaux piézométriques
- d'analyser les différents termes du cycle hydrologique (infiltration, évapotranspiration, écoulements)
- de reconstituer des chroniques sur une période pendant laquelle on ne possède pas de mesures
- de reconstituer des chroniques non influencées (en retirant l'impact de prélèvements)
- de générer de longues séries de débits ou de niveaux piézométriques, après calibration préalable sur une période historique :
  - possibilité de prévision à 6 mois en fonction de scénarios de conditions climatiques :  
exemple outil BRGM MétéEAU Nappes (outil de suivi en temps réel et de prévision du niveau des nappes)
  - calcul de chroniques à long terme (échéance 2100) en utilisant les chroniques climatiques élaborées dans le cadre des travaux du GIEC

Exemple de prévision de l'évolution du niveau piézométrique avec l'outil MétéEAU Nappes (piézomètre de Couzeix)



## Modèles spatialisés

Le principe : la discrétisation spatiale - subdivision de l'espace en sous-domaines



+ discrétisation temporelle : pas de temps → mensuel, journalier etc...

BRGM — SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL — WWW.BRGM.FR



## Modélisation hydrogéologique spatialisée – quelques concepts

### Un modèle hydrogéologique spatialisé

#### Un outil de compréhension du fonctionnement d'un système aquifère qui permet :

- D'organiser, comparer, confronter et exploiter numériquement les données collectées sur un site d'étude, dans le but de comprendre
- D'identifier les secteurs en déficit d'informations
- De restituer des niveaux de nappes, des circulations des eaux (+ possibilité d'intégration des principaux cours d'eau : prise en compte des échanges nappes rivières)
- D'estimer des volumes d'eau transitant par les nappes (ou par les cours d'eau) : stockage/déstockage des nappes, bilan hydrogéologique par bassin versant, volume échangé entre les nappes et les cours d'eau, débits des cours d'eau

#### Un outil de gestion, d'aide à la décision et de prédiction des ressources et/ou de la qualité des eaux qui permet :

- De gérer de façon globale les ressources en eau en tenant compte des prélèvements, des rejets
- D'aider à la détermination volumes disponibles, en lien ou non avec les débits des cours d'eau et/ou des indicateurs piézométriques, voire d'indicateurs de débit de cours d'eau
- D'aider à valider ou non des stratégies d'exploitation
- D'estimer/de prédire l'impact de la réduction ou de l'augmentation des prélèvements, l'influence de nouveaux pompages, la mise en place d'aménagements souterrains (drains, excavation etc...)
- D'optimiser l'implantation d'ouvrages
- D'évaluer l'impact du changement global sur la ressource eau
- De prévoir la migration de pollutions (trajectoires, temps de transfert, concentrations)

BRGM – SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL – WWW.BRGM.FR



## Modélisation hydrogéologique spatialisée – quelques concepts

### Les étapes de la modélisation

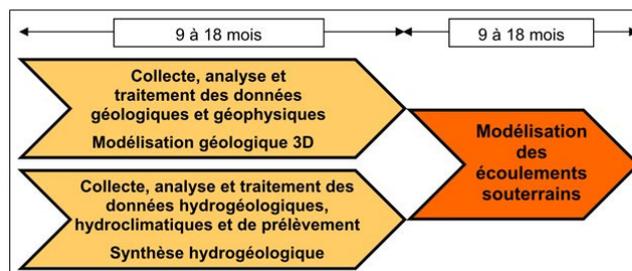
- 1 - Définition du cadre de la modélisation** : une modélisation pour quoi faire ? Les objectifs conditionnent le type de modèle à mettre en œuvre : extension, nature des phénomènes à simuler, pas d'espace et de temps, etc.
- 2 - Collecte, analyse et synthèse des données (+ modèle conceptuel)** : hydrogéologiques, géologiques, météorologiques, etc.
- 3 - Construction optionnelle d'un modèle géologique 3D**, fonction de la complexité, de l'étendue de la zone à modéliser
- 4 - Construction du modèle d'écoulement** : création du maillage et renseignement de chaque maille par les données (géométrie du système aquifère, propriétés hydrogéologiques, conditions aux limites, entrées/sorties hydrauliques,...)
- 5 - Calage du modèle (ou calibration)** recherche des « meilleures » valeurs de paramètres permettant d'obtenir une bonne adéquation entre observations et valeurs calculées par le modèle : niveaux piézométriques, débits des cours d'eau etc.

#### 6 - Validation du modèle

#### 7 - Exploitation du modèle calé

Chronogramme indicatif des grandes étapes d'une modélisation hydrogéologique régionale (Barthélemy et Seguin, 2016)

BRGM – SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL – WWW.BRGM.FR



## Modèles spatialisés

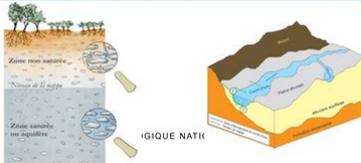
### Les données (modèle hydrodynamique simple)

#### Géologie

- Surface topographique : Modèle Numérique de Terrain
- Limites/Substratum des formations:
- Cartes géologiques
- Coupes de forage
- Linéaments structuraux
- Harmonisation cartes et coupes
- Coupes sismiques et électriques
- Pendages (affleurements, forages)
- Avis d'experts

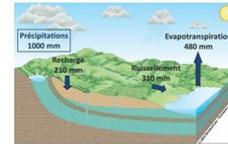
#### Propriétés hydrogéologiques

- Perméabilité, anisotropie
- Emmagasinement libre/captif
- Conditions aux limites
- Observations piézométriques : mesures synchrones / chroniques



#### Prélèvements en nappes et en cours d'eau

- Chroniques de pompage
- Règles de distribution temporelle
- Distribution en aquifère pour les prélèvements en nappe



#### Recharge de nappe

- Chroniques pluviométriques
- Zones de Pluie (AURELHY, SAFRAN)
- Zones d'évapotranspiration (ETP)
- Capacité de stockage du sol
- Ruissellement vs. infiltration
- Déphasage induit par la ZNS

#### Réseau hydrographique

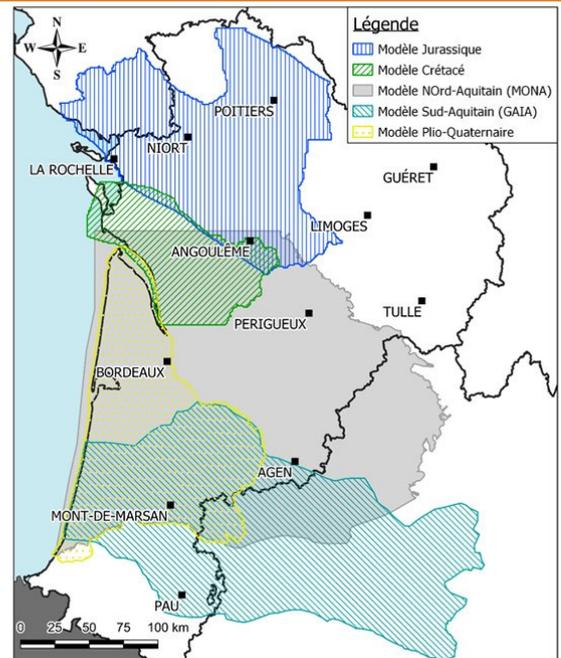
- Arborescence du réseau
- Longueur des tronçons
- Largeur des tronçons
- Pompages en rivière
- Épaisseur de colmatage
- Perméabilité de colmatage
- Observations hydrométriques : chroniques de débits/hauteur des cours d'eau

- ✓ Travail important de collecte, traitement, analyse, interprétation et synthèse de multiples données
- ✓ La synthèse du fonctionnement hydrogéologique qui en résulte débouche sur le modèle conceptuel d'écoulement.
- ✓ Peut s'ajouter, en particulier si le contexte géologique est complexe, la construction d'un « Modèle géologique 3D »

## La cartographie des modèles spatialisés en Nouvelle-Aquitaine

De nombreux outils de modélisations développés en Nouvelle-Aquitaine :

- Des modèles Régionaux (du nord au sud) :
  - ✓ Le modèle Jurassique
  - ✓ Le modèle Crétacé,
  - ✓ Le modèle Plio-Quaternaire
  - ✓ Le modèle GAIA



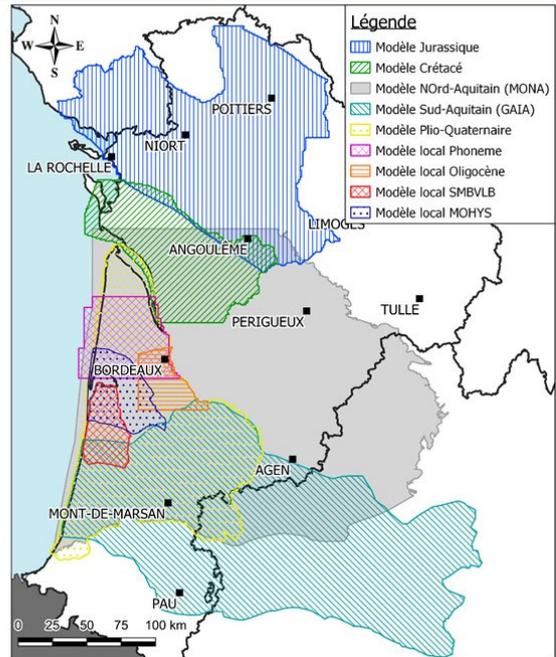
## La cartographie des modèles spatialisés en Nouvelle-Aquitaine

De nombreux outils de modélisations développés en Nouvelle-Aquitaine :

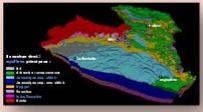
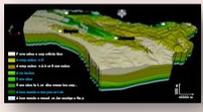
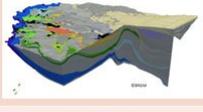
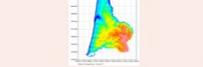
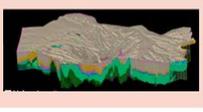
- Des modèles Régionaux (du nord au sud) :
  - ✓ Le modèle Jurassique
  - ✓ Le modèle Crétacé,
  - ✓ Le MONA (MODèle Nord-Aquitain)
  - ✓ Le modèle Plio-Quaternaire
  - ✓ Le modèle GAIA
- Des modèles locaux issus de ces modèles régionaux :
  - ✓ Le modèle Oligocène
  - ✓ Le modèle PHONEME
  - ✓ Le futur modèle MOHYS
  - ✓ Le futur modèle SMBVLB

 Développés en réponses à des problématiques différentes (et des contextes variés)

BRGM – SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL – WWW.BRGM.FR



## Les modèles « régionaux » en Nouvelle-Aquitaine

	Commentaires	Principales utilisations	Quelques caractéristiques	
<b>Modèle Jurassique</b> (Région, AE, Etat, EPMP, BRGM)	Modèle de gestion des nappes / relations nappes rivières	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bilan par bassins versants</li> <li>▪ Aide à la détermination des volumes prélevables / en lien avec les débits des cours d'eau.</li> <li>▪ Impact de projets de retenues de substitution</li> <li>▪ Changement Global</li> <li>▪ Etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2000-2011 (mensuel à hebdomadaire)</li> <li>▪ 8 couches / ~ 20 195 km<sup>2</sup></li> <li>▪ Maillage : 1 km</li> <li>▪ couplage nappes/rivière</li> </ul>	
<b>Modèle Crétacé</b> (Région, AEAG, Etat, BRGM)	Modèle de gestion des nappes / relations nappes rivières	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aider à la détermination des volumes prélevables / en lien avec les débits des cours d'eau.</li> <li>▪ Changement Global</li> <li>▪ Etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2000-2018 (mensuel à hebdomadaire)</li> <li>▪ 11 couches / ~ 7 900 km<sup>2</sup></li> <li>▪ Maillage : 500 m</li> <li>▪ couplage nappes/rivière</li> </ul>	
<b>MONA (V3.3 - V3.5)</b> (Région, AEAG, Etat, BRGM)	Modèle de gestion des aquifères profonds	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Appui à la définition des volumes prélevables (SAGE Nappes profondes de Gironde)</li> <li>▪ Eocène Bergeracois : évaluation de la ressource</li> <li>▪ Etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1972-2015 (mensuel)</li> <li>▪ En cours de calage en transitoire</li> <li>▪ 30 couches / ~ 50 000 km<sup>2</sup></li> <li>▪ Maillage : 2 km</li> <li>▪ couplage nappes/rivière</li> </ul>	
<b>Modèle Plio-Quaternaire</b> (Région, AEAG, BRGM)	Modèle de compréhension / relations nappes rivières	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modèle en cours de développement qui consistera notamment à appuyer les différents SAGEs pour la gestion des eaux souterraines en lien avec les cours d'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2000-2014 (en cours d'actualisation)</li> <li>▪ 8 couches / ~ 17 800 km<sup>2</sup></li> <li>▪ Maillage : 500 m</li> <li>▪ couplage nappes/rivière</li> </ul>	
<b>Modèle GAIA</b> (AEAG, Téréga, BRGM)	Modèle de gestion des aquifères profonds	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Répond à des exigences de connaissances et de gestion des ressources en eaux souterraines profondes soumises à des prélèvements, en particulier pour le thermalisme et à des cycles d'injection et de soutirage de gaz sur 2 sites qui viennent impacter notamment les niveaux de nappes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1977-2016 (Mensuel)</li> <li>▪ 9 couches / 31 260 km<sup>2</sup></li> <li>▪ Maillage : 500 m</li> <li>▪ compte des effets densitaires liés aux différences de température</li> </ul>	

## Les modèles « locaux » en Nouvelle-Aquitaine

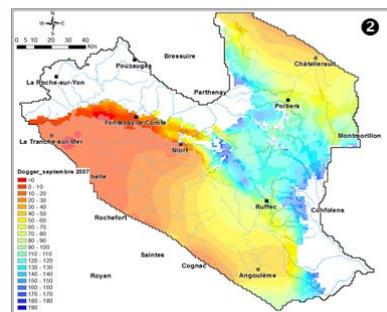
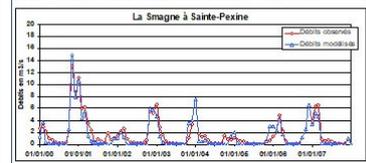
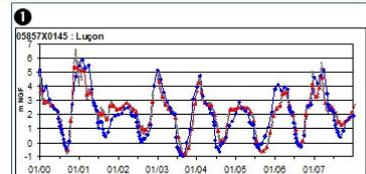
... zooms de modèles régionaux

	Problématique	Quelques caractéristiques	
<b>Modèle Oligocène (SMEGREG)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Outil qui répond à des problématiques de dénoyage d'un aquifère du fait de son exploitation pour l'Alimentation en Eau Potable, notamment pour la métropole bordelaise + baisse des débits de cours d'eau en rive gauche de la Garonne.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1972-2014 (trim. 1972 et 1999 et mens. entre 2000 et 2014)</li> <li>6 couches / 1 500 km<sup>2</sup></li> <li>Maillage : 100 m</li> <li>couplage nappes/rivière</li> </ul>	
<b>PHONEME (BM)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Outil réalisé pour évaluer l'impact que pourrait occasionner la mise en place d'un champ captant sur la nappe de l'Oligocène mais également sur les nappes sus-jacentes du Plio-Quaternaire (le maintien des niveaux de cette dernière nappe étant indispensable à l'exploitation sylvicole).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2001-2012 (mensuel)</li> <li>8 couches</li> <li>Maillage : 2 km et 100 m</li> <li>couplage nappes/rivière</li> </ul>	
<b>Modèle MOHYS (SIBA) (en cours développ.)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Outil de modélisation hydrogéologique transitoire assez fin et prenant en compte les cours d'eau/réseaux de drainage : connaissance du niveau des nappes (préalable à la mise en place de certaines solutions d'Assainissement Non Collectif), aide à l'identification des entrées d'eau parasites sur différents tronçons du réseau d'assainissement, aide à la gestion des eaux pluviales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2010-2018 (mensuel – en développ.)</li> <li>5 couches</li> <li>Maillage : 250 m + gigognes 50 m</li> <li>couplage nappes/rivière/canaux</li> </ul>	
<b>Futur Modèle (SMBVLB)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etude prospective des effets du changement climatique sur la ressource en eau sur le territoire du SMBVLB : aide à l'élaboration d'un plan d'Adaptation au CC (cadre LIFE Eau&amp;Climat)</li> <li>Réalisation d'un modèle hydrogéologique local qui sera utilisé pour : i) évaluer notamment l'impact du changement climatique sur les ressources en eau et ii) simuler différents scénarios (concertés) d'adaptation au changement climatique.</li> <li>+ En parallèle, accompagnement du BRGM sur les aspects socio-économiques pour l'établissement de scénarios d'adaptation au changement climatique et ce en concertation avec les acteurs du territoire.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2010-2019 ~ 1 500 km<sup>2</sup></li> <li>~ 5 couches</li> <li>Maillage de 250 m</li> <li>couplage nappes/rivière/canaux/lacs</li> </ul>	

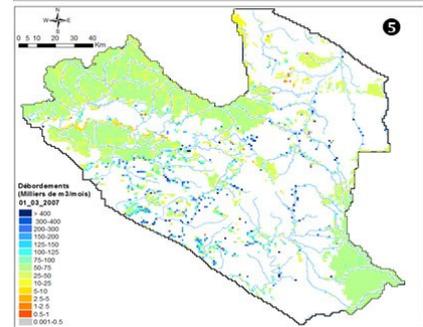
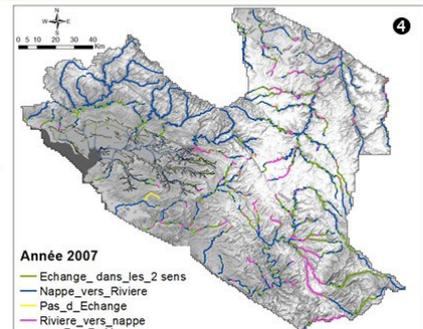
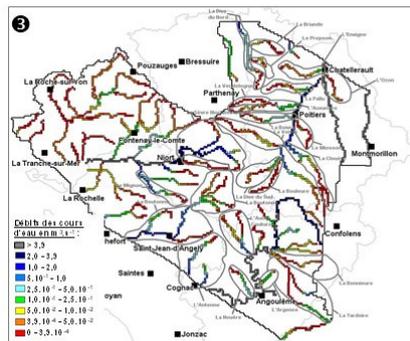
BRGM – SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL – WWW.BRGM.FR



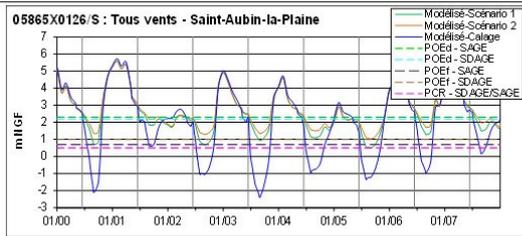
## Quelques exemples de résultats



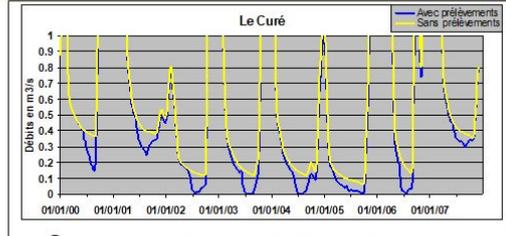
- 1 Chroniques piézométrique et de débit simulés (calage) vs. observations
- 2 Carte piézométrique issue du modèle
- 3 Carte de débits des cours d'eau (par maille)
- 4 Carte des relations nappes/rivières
- 5 Spatialisation des débordements de nappe



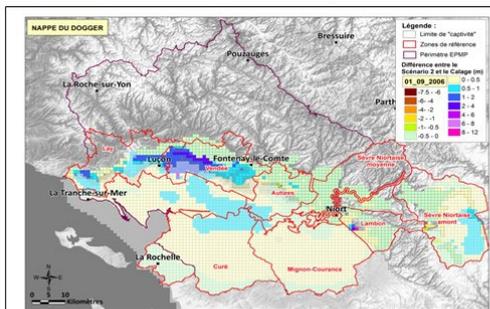
## Quelques exemples de résultats



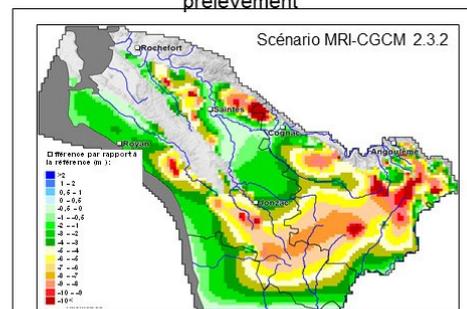
❶ Chroniques piézométriques simulées pour différents scénarios sur les prélèvements



❷ Chroniques de débits simulées « calage » (avec prélèvements) et scénario sans prélèvement



❸ Carte de différence piézométrique : entre 1 scénario de prélèvements et « calage »



❹ Test de changement climatique – différence charge actuel -

## Modélisation Hydrogéologique – des limites, ...

### → Des incertitudes et des limites

- ✓ Dans chaque mailles sont intégrées des données moyennées (à l'échelle de la maille !) → à chaque stade de construction du modèle, des approximations doivent donc être réalisées
  - ✓ Découpage en grands aquifères → simplification par rapport à une réalité complexe de terrain
  - ✓ Le pas de temps mensuel des données introduites → lissage des mesures journalières
  - ✓ Incertitudes des données d'entrées (débits mesurés / prélèvements & rejets → ventilation ?), pluie/ETP – RU, ...
- En fonction de l'**échelle de travail**, on ne pourra pas demander la même précision des résultats selon l'outil, notamment sur le calage. L'écart relatif acceptable entre le calage et la réalité sera très différent, un calage fin pourra être demandé sur un modèle très local mais ne pourra pas être exigé à une échelle régionale.
- En fonction de la **complexité hydrogéologique, géologique et structurale** de différents secteurs modélisés, les données observées peuvent être plus ou moins bien restituées.



## Différents types de modèles

	Modèles globaux		Modèles basés physiquement (mécanistes)
	« Boîte noire »	Conceptuel	Modèles spatialisés
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessitent peu de données : séries de données climatiques (pluies, ETP), de niveaux et/ou de débits</li> <li>- Temps calculs très brefs ⇒ possibilité de simuler de très nombreux scénarios climatiques par exemple.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les modèles spatialisés (maillés) offrent la plus grande gamme de possibilités</li> <li>- Permettent de prendre en compte la variabilité spatiale</li> <li>- Permettent de prévoir les effets d'un changement des caractéristiques physiques du système modélisé</li> </ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ne permettent pas de prendre en compte la variabilité spatiale (modèles globaux) ou faiblement (modèles semi-distribués)</li> <li>- Ne sont pas adaptés à la prévision des effets de changements naturels ou anthropiques des caractéristiques physiques des bassins versants</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessitent beaucoup de données</li> <li>- Mise en œuvre longue (construction, calage) ⇒ coûteux</li> <li>- temps calculs pouvant être longs ⇒ des simulations prévisionnelles limitées à quelques scénarios Modèles</li> </ul>

- **La force des outils développés par le BRGM :**

- ✓ Des outils pérennes du fait de mises à jours et d'utilisation régulière (force du BRGM). Ces outils doivent être sans cesse améliorés et alimentés avec les dernières données pour se rapprocher au plus près de la réalité,
- ✓ Des agrégateurs de données de bases validées (géologie, d'hydrogéologie, de météorologie etc.),
- ✓ Une implication des acteurs locaux,
- ✓ La possibilité de faire des zooms pour des problématiques locales (études de champs captant, problématiques locales de dénoyages etc.).



**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**Centre scientifique et technique**

3, avenue Claude-Guillemin  
BP 36009

45060 - Orléans Cedex 2 - France  
Tél. : 02 38 64 34 34

**Direction régionale Nouvelle-Aquitaine - Site de Bordeaux**

Parc technologique Europarc  
24 avenue Léonard de Vinci

33600 - Pessac - France  
Tél. : 05 57 26 52 70

[www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**