



Comment co-construire des indicateurs pour la durabilité des nappes captives ?

05 juin 2025

Présenté par Juliette Lafont (CIRAD)

Etude réalisée par Juliette Lafont, Emeline Hassenforder (CIRAD) Laura Seguin (BRGM), Jean-Daniel Rinaudo (BRGM)

DEESAC Durabilité et Exploitabilité des Eaux Souterraines des Aquifères Captifs,
piloté par l'Université Paris-Saclay

Projet financé par l'Agence Nationale de la Recherche au titre de France 2030 (ANR-22-PEXO-0010) dans le cadre du programme national de recherche OneWater - Eau Bien Commun

Sommaire

Cadre de l'étude

Enjeux spécifiques de la concertation autour des nappes captives

Des indicateurs pour suivre le bon état des nappes captives

Présentation de 3 cas d'étude

Les nappes profondes de Gironde (France)

Les nappes des sables de l'Astien (France)

Le Grand Bassin Artésien (Australie)

Synthèse générale



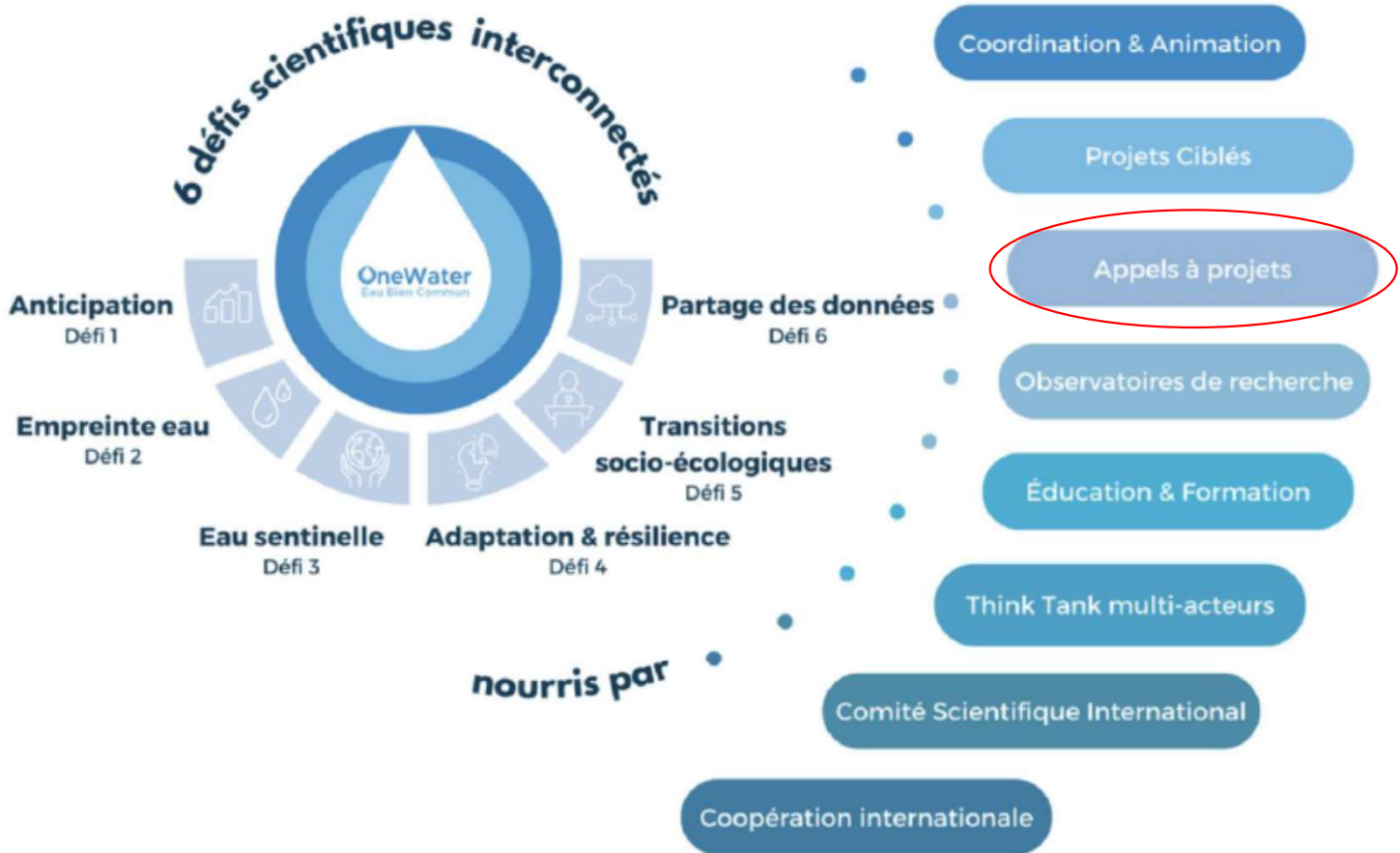
DEESAC

**Durabilité et exploitabilité des eaux souterraines des
aquifères captifs ou sous couverture**

Projet lauréat du 1^{er} appel à projets du

Programme OneWater Eau Bien Commun

PROGRAMME NATIONAL DE RECHERCHE



Comprendre et innover
pour une gestion viable,
équitable et durable de
l'eau



53 millions d'euros

10 ans

2022-2032



DEESAC

Durabilité et exploitabilité des eaux souterraines des aquifères captifs ou sous couverture

Christelle Marlin, PR à l'Université Paris-Saclay, laboratoire METIS (SU, CNRS, EPHE)
Co-coordination Julie Lions, BRGM

7 partenaires académiques



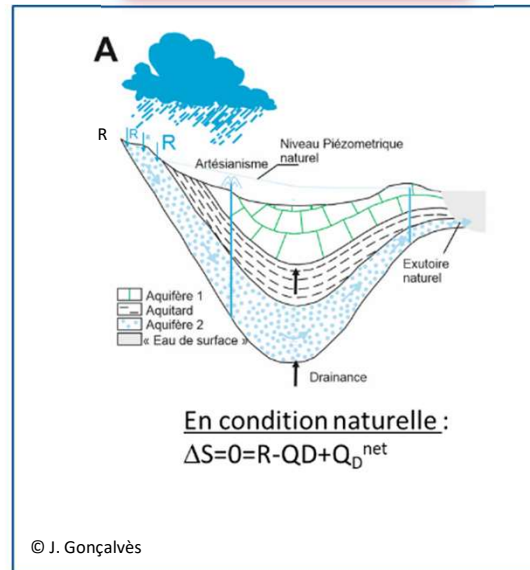
4 partenaires associés : SMEGREG, Agence de l'eau Loire-Bretagne, Institution Adour, EPTB Vitre Vistrenque Centre Science

OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

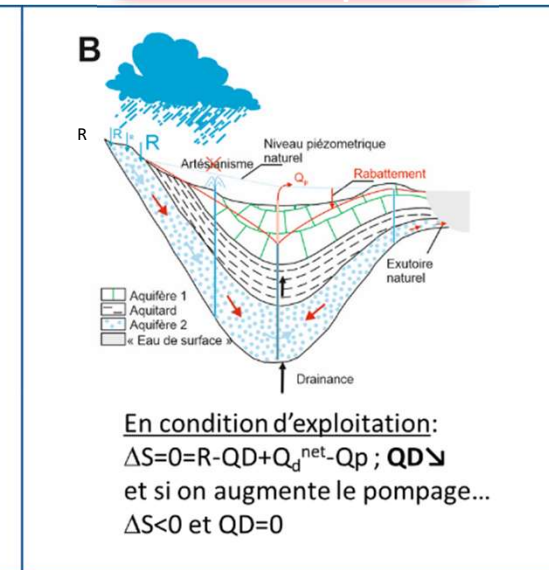
- Co-construire, sur la base d'un argumentaire scientifique, des méthodes, outils et indicateurs pour l'exploitation raisonnée et durable des **aquifères captifs (et sous couverture) en France**, basés sur un ensemble de proxies (hydrodynamiques, géochimiques, etc)
- Développer une approche multi-méthodes et multi-échelles, à travers un panel de disciplines complémentaires en géosciences, sciences humaines et sociales et éducation

4 aquifères – démonstrateurs : 1 dans le Bassin de Paris, 2 dans le Bassin d'Aquitain et 1 dans le Bassin du Sud-Est

Condition naturelle



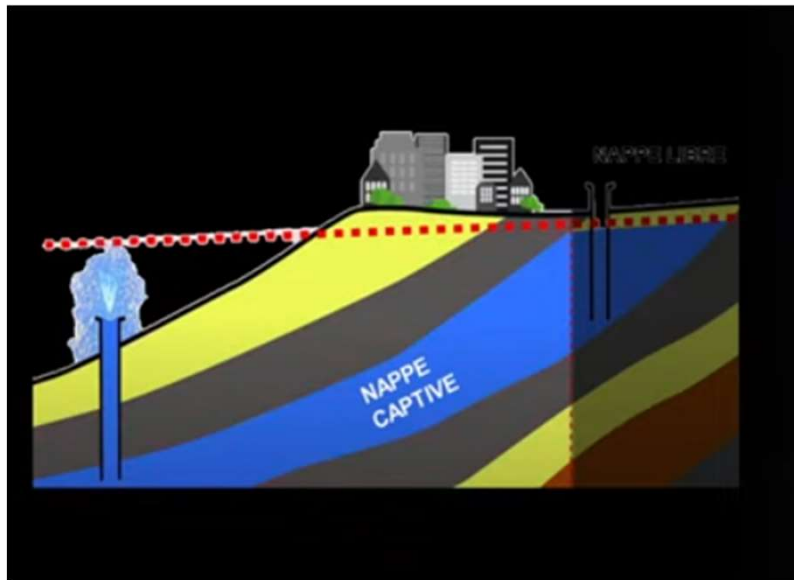
Condition exploitée



Processus pertinents \Rightarrow flux \Rightarrow Bilan d'eau \Rightarrow Durabilité de l'exploitation (selon quels critères ?)



Enjeux spécifiques de la concertation autour des nappes captives



Caractéristiques générales des nappes captives :

- Temps d'écoulement très lent (« inertie »)
- Bon état qualitatif
- Artésianisme (eau sous pression)
- Vulnérabilité des zones de recharge

1. Enjeux relatifs aux connaissances

2. Construction d'une communauté d'intérêt pour la gestion de ces ressources

3. Enjeux relatifs aux décisions

Qu'est-ce qu'un indicateur ?

Un indicateur = Un signal (une représentation) d'une réalité qui ne se laisse pas directement observer



Rôle des indicateurs pour la gestion de l'eau :

Surveillance



Détection

SÉCHERESSE LES DIFFÉRENTS NIVEAUX D'ALERTE	
<small>Seuils de déclenchement définis par les préfets. Pour une durée limitée et un périmètre déterminé.</small>	
 	Crise Arrêt total des prélèvements non-prioritaires, y compris agricoles. Seuls les prélèvements pour l'eau potable, la santé, la sécurité civile et la salubrité sont autorisés.
 	Alerte renforcée Réduction de plus de 50% des prélèvements d'eau à usage agricole. Renforcement des limitations ou interdictions de certains prélèvements non-prioritaires.
 	Alerte Réduction de moins de 50% des prélèvements d'eau à usage agricole. Restrictions concernant l'arrosage des espaces verts ou les lavages de voiture.
 	Vigilance Particuliers et professionnels sont incités à faire des économies d'eau.

Source: Propluvia

VISACTU

Objectifs de gestion

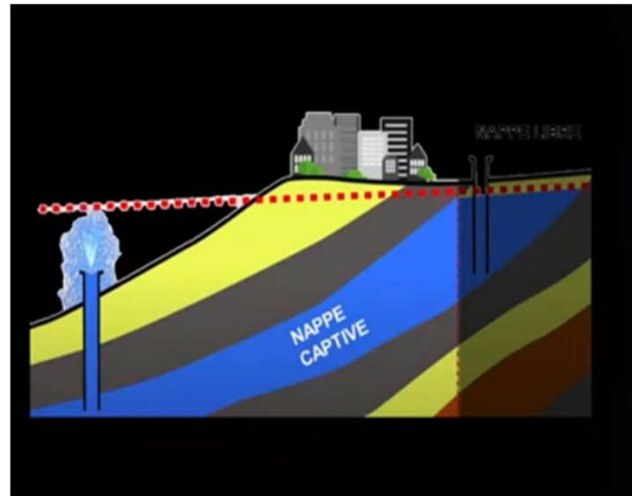


Des indicateurs de « bon état » des nappes captives ?

- Du fait des spécificités hydrogéologiques des nappes captives, il est difficile de « calquer » les objectifs et indicateurs de bon état des nappes de surface sur les nappes captives

Nappe de surface :

- Réactivité rapide
- Indicateurs annuels



Nappe captive :

- Recharge lente
- Indicateurs sur des échelles de temps longues

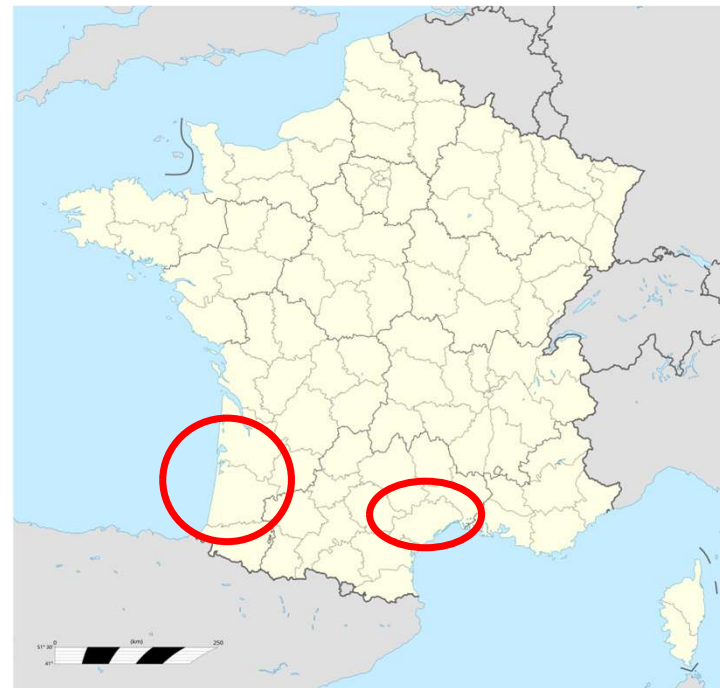
Présentation des 3 cas d'étude

- Nappes profondes de Gironde (France)
- Nappes des sables de l'Astien, Hérault (France)
- Grand Bassin Artésien (Australie)

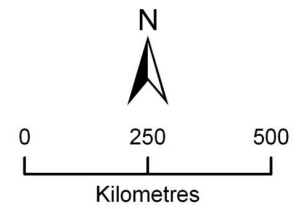
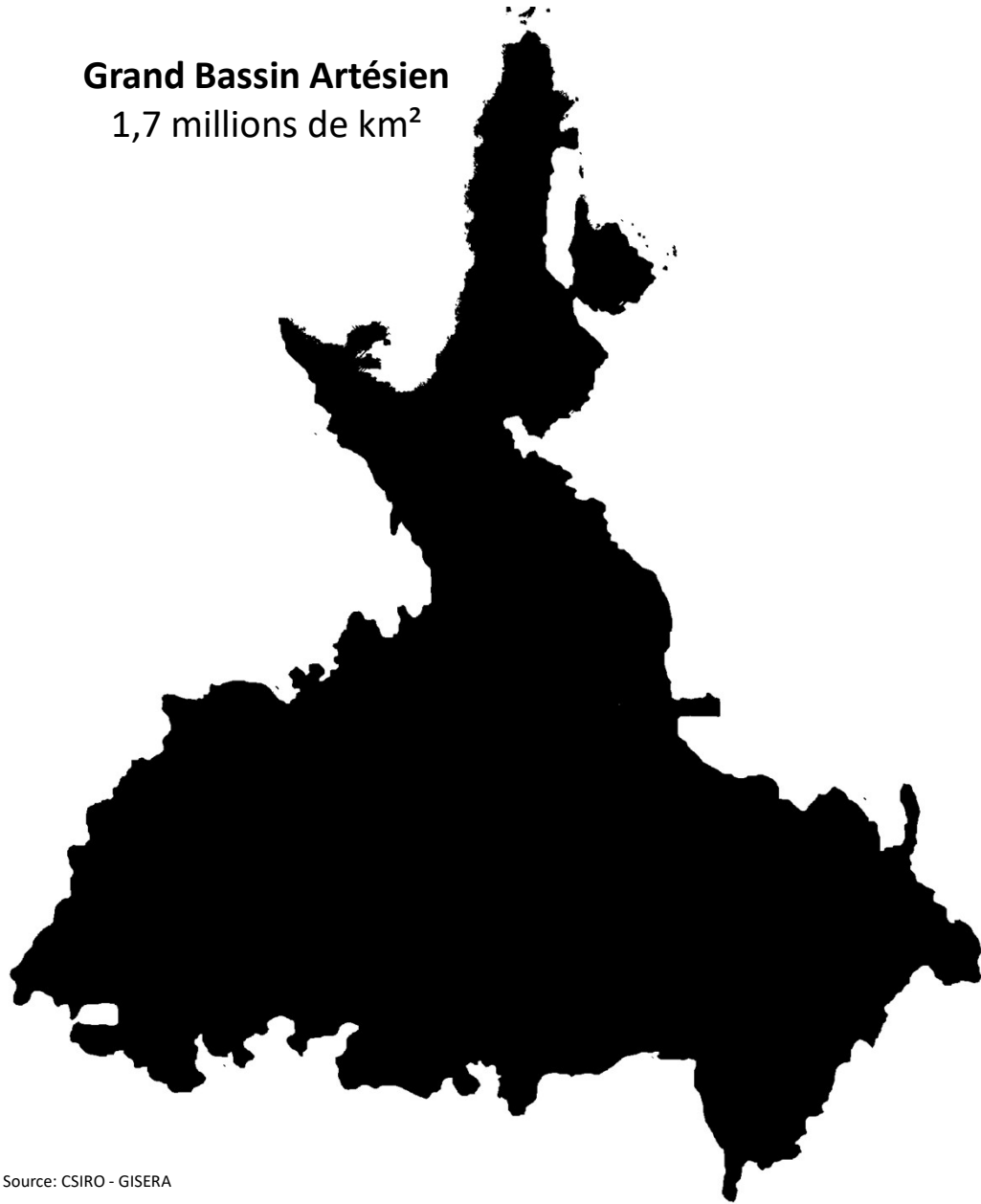


Carte de la superficie du Grand Bassin Artésien

Source : Friends of Mounds Springs



Grand Bassin Artésien
1,7 millions de km²



Nappes profondes de Gironde
10 500 km²

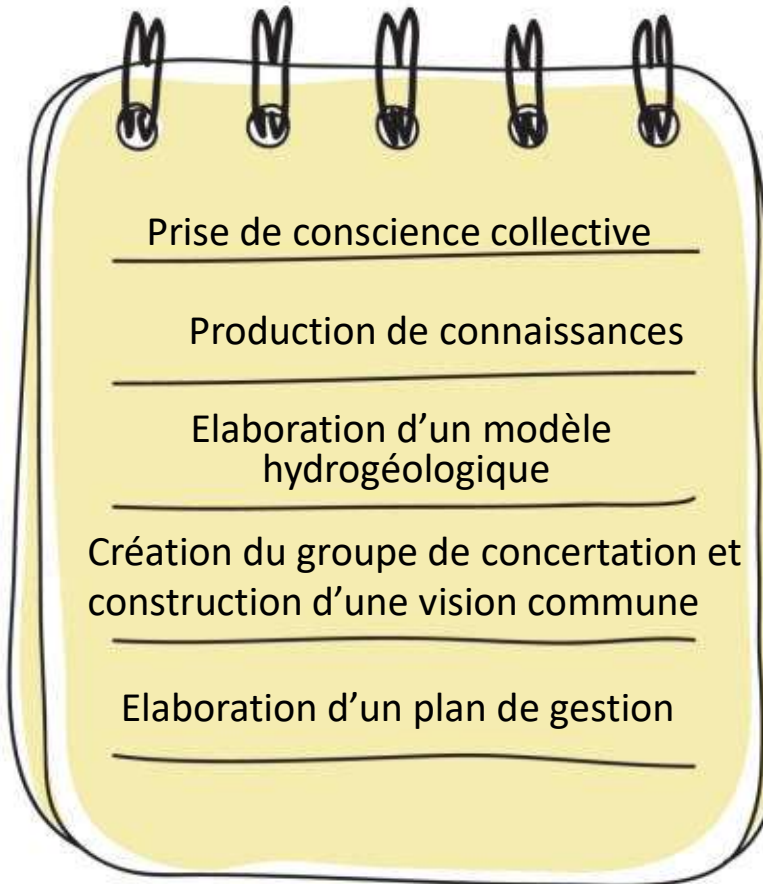


Nappes de l'Astien
450 km²

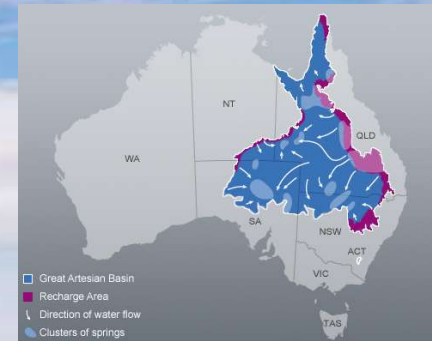


Comment parvient-on à la définition d'indicateurs pour suivre le bon état des nappes captives, dans le cadre d'une gestion concertée ?

Prérequis pour la définition d'indicateurs de bon état dans le cadre d'une gestion concertée

- 
- 1 Prise de conscience collective
 - 2 Production de connaissances
 - 3 Elaboration d'un modèle hydrogéologique
 - 4 Création du groupe de concertation et construction d'une vision commune
 - 5 Elaboration d'un plan de gestion

Le Grand Bassin Artésien



Les nappes du Grand Bassin Artésien en quelques chiffres

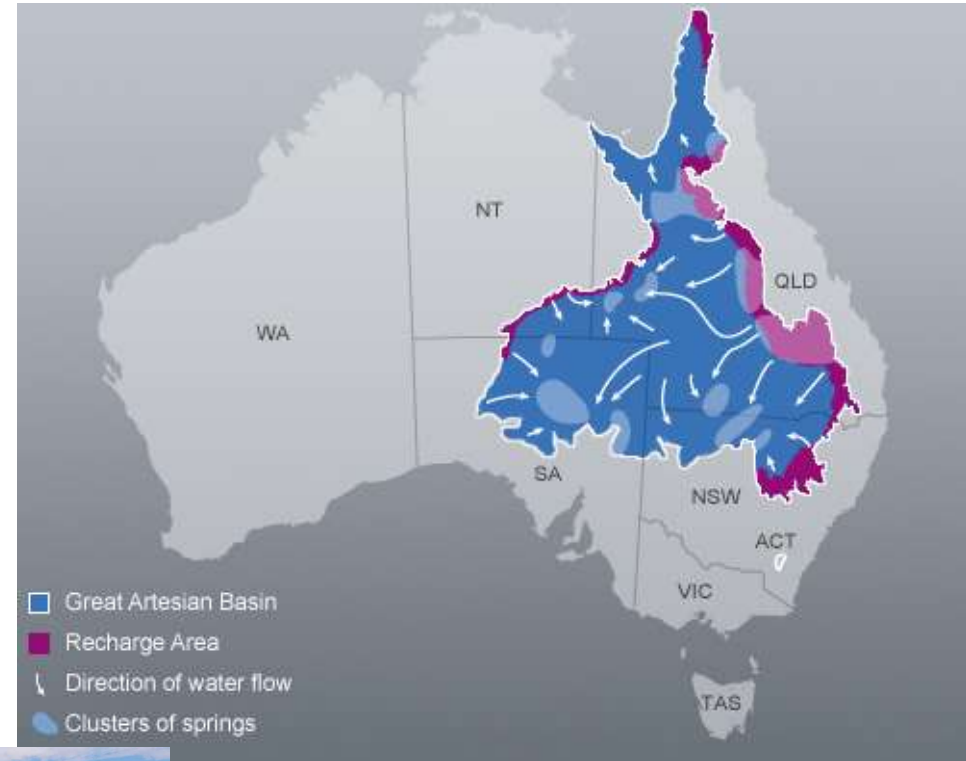
Périmètre de gestion 1,7 millions de km²

Age de l'eau Jusqu'à 2 000 000 d'années

Volume exploité annuel 451 millions de m³



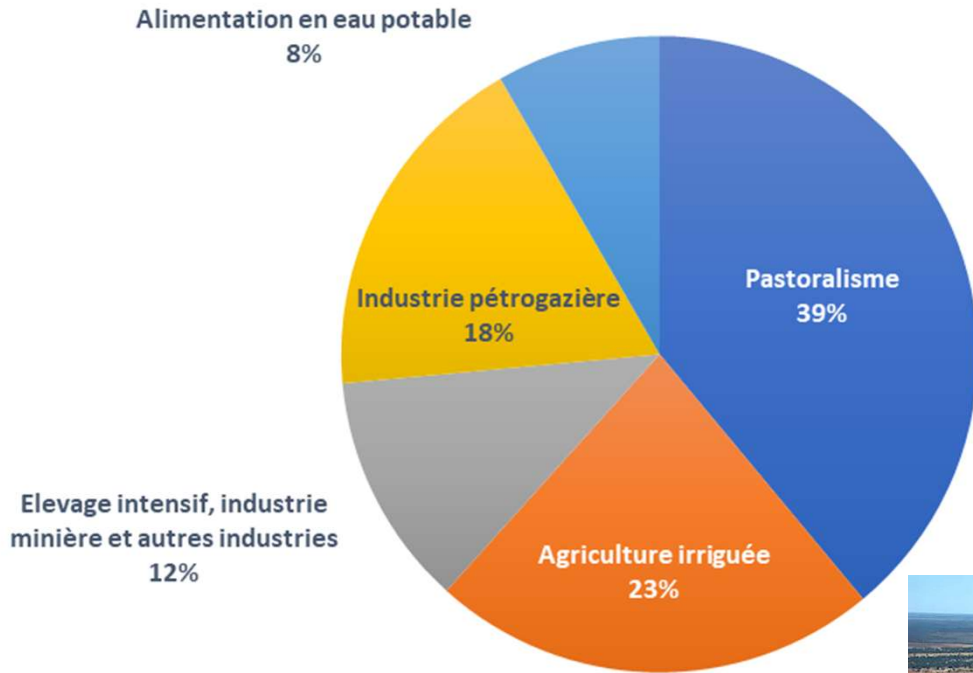
Source : Grande Cordillère australienne (zone de recharge), Wikipedia



Source : ABC



Les usages dans le GAB



GAB

Source : Farm online



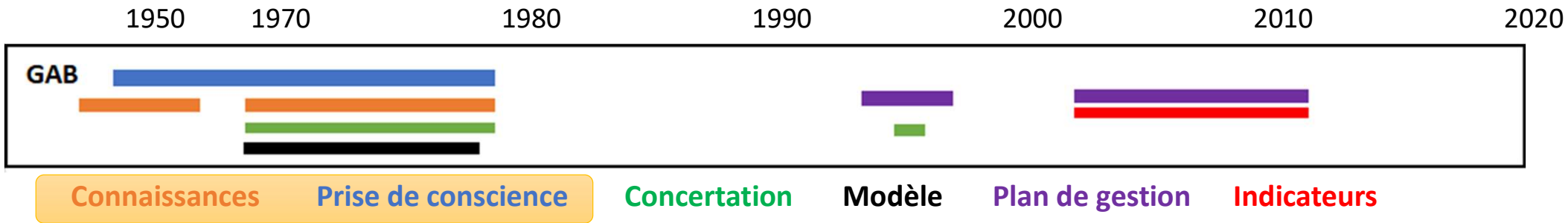
Source : Entreprise pétrolière et minière Tri-Star, Beach Energy



Source : Charleville, UltimateTravels

Histoire de l'exploitation et mise en place de la concertation

GAB



1875-1890 Développement des forages dans le GAB – puits artésiens

→ Amélioration des connaissances



Source : Cunnamulla Tourism)

XXème siècle 1ers signes de déclin de la pression artésienne



Source : tranchée d'écoulement à ciel ouvert, Queensland Government



Source : tranchée d'écoulement à ciel ouvert, Friends of Mound Springs

1912-1928 Conférences interétatiques : comprendre la baisse des débits et émergence idée d'une gestion commune

1920-1960 Création de connaissances par les Etats et débuts des politiques publiques pour la gestion de la ressource

1952-1999 Programmes de réhabilitation des forages par les Etats



Source : A capped bore in western Queensland, funded through the Great Artesian Basin Sustainability Initiative, Virginia Tapp

1970s Implication du gouvernement fédéral dans la création de connaissances

→ Développement des modèles hydrogéologiques

1980s Les acteurs de terrain continuent d'¹⁷alerte

1997 Brisbane Forum on GAB Management

- Réunions des gouvernements fédéraux, étatiques et territoriaux
- Création du Conseil Consultatif
- Elaboration d'un plan fédéral : le *GAB Strategic Management Plan*

"There's lots of water that could be obtained if we were happy to allow the pressures to reduce at surface level, but ultimately maintaining those spring artesian spring flows is one of the if not the key driver for the for the plan". Acteur 2 (17/03/2025)



2006-2015 Déclinaison du plan de gestion fédéral à l'échelle des Etats et du Territoire et définition d'indicateurs de gestion

Protéger la pression

- **Volume maximum exploitable**
- **Côte de rabattement cumulée à la frontière**
- **Rabattement maximum admissible**

Protéger les écosystèmes dépendants

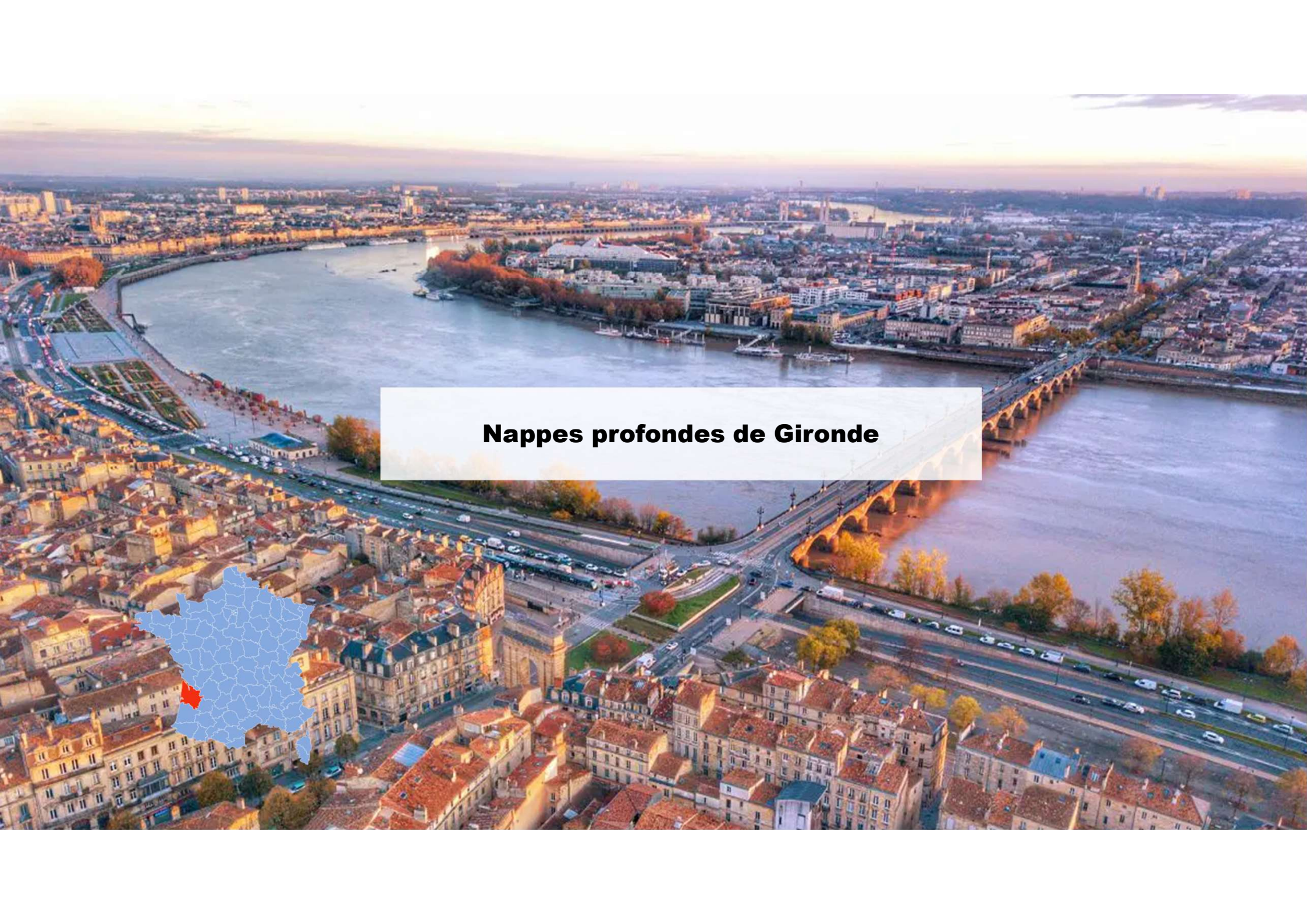
- **Volume prélevable cumulé** autour des sources (dans un rayon de 100km)
- **Rabattement cumulé de la nappe** (dans un rayon de 50 km)



Source : Identification d'une nouvelle source, ABC



Source : écosystèmes dépendant des eaux du GAB, DCCEEW



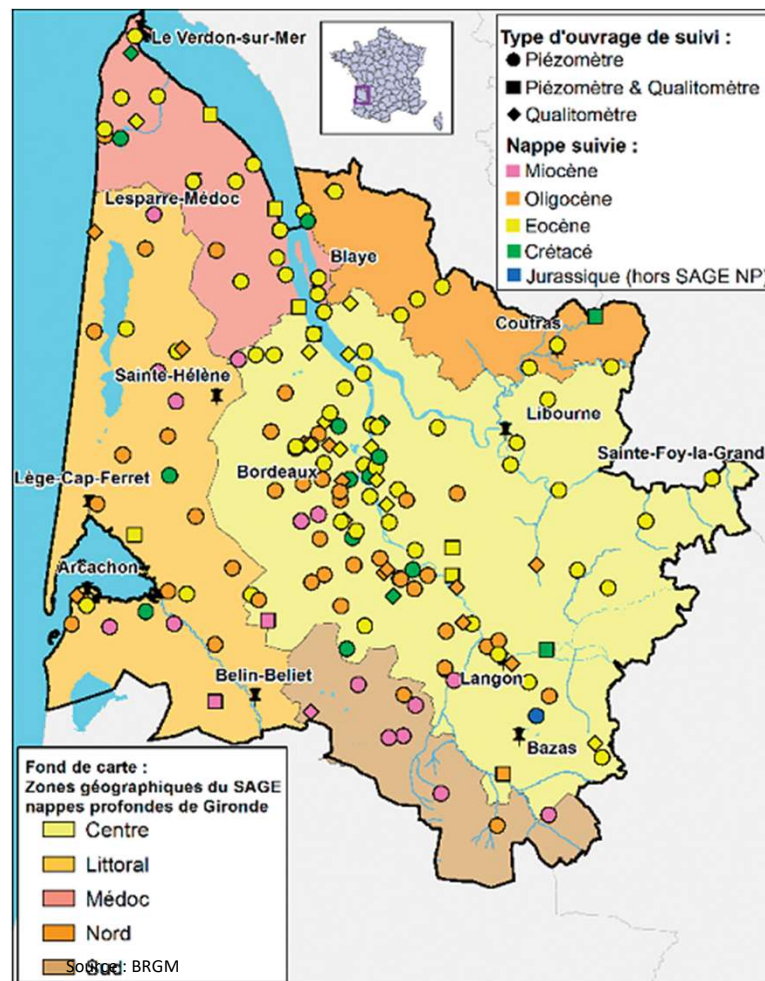
Nappes profondes de Gironde

Les nappes profondes de Gironde en quelques chiffres

Périmètre de gestion 10 500 km²

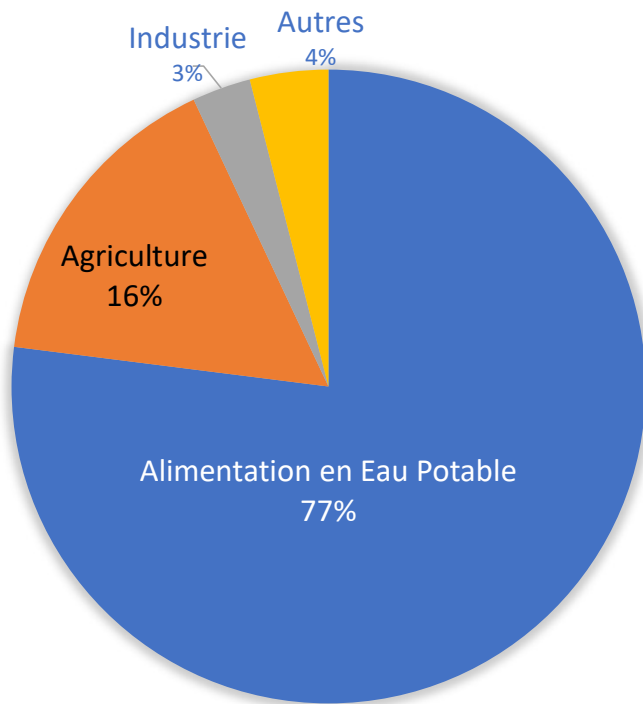
Age de l'eau Jusqu'à 30 000 ans

Volume exploité annuel 150 millions de m³



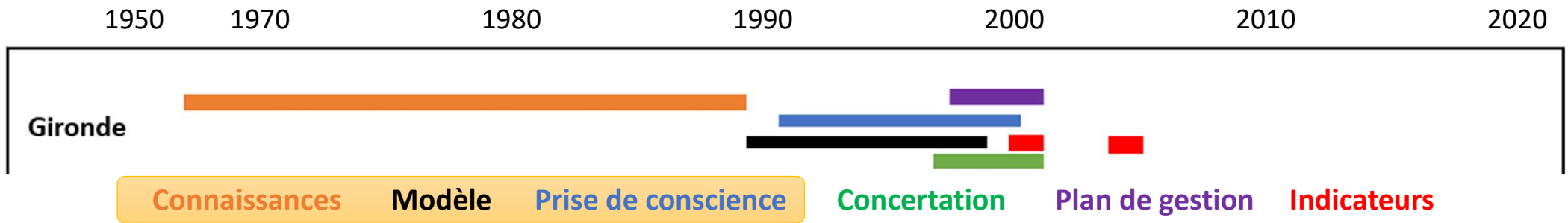
Usages

97% de l'eau potable du département
1,4 millions d'habitants en Gironde



Histoire de l'exploitation et mise en place de la concertation

Gironde



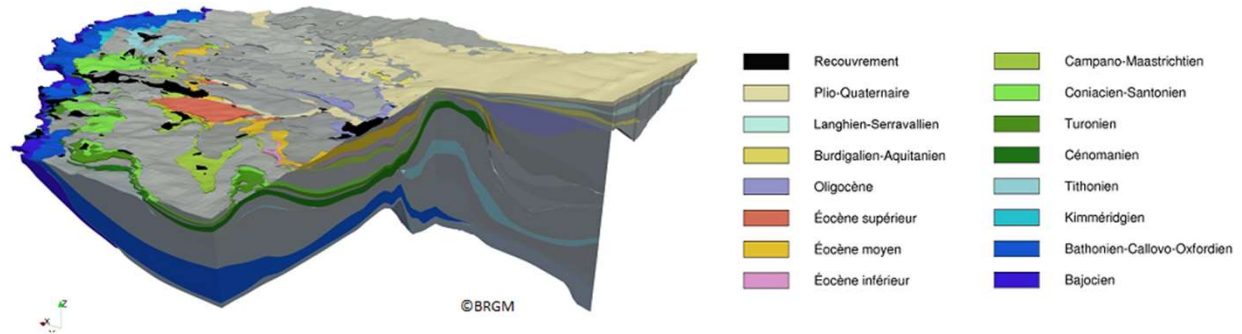
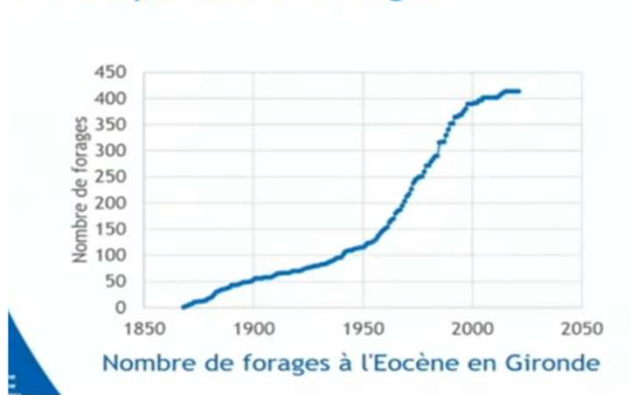
1880 Premiers forages

1945 Construction massive de forages

1960 à 1990 Production de connaissances

→Elaboration du premier modèle hydrogéologique : MONA

La multiplication des forages



1992 Surexploitation de l'Eocène et risque d'intrusion saline

« L'annonce du risque d'intrusion saline a joué un rôle clé dans la prise de conscience. On a observé une forte motivation pour éviter la catastrophe, faire bouger les lignes, [...] ce qui a mis les gens en situation de travail. »
(Acteur 8, le 15/01/2025)

Interrogation du professeur Schoeller

=> Risque de surexploitation ?

1998 Création du SMEGREG

1999-2003 Alerte dénoyage de l'Oligocène

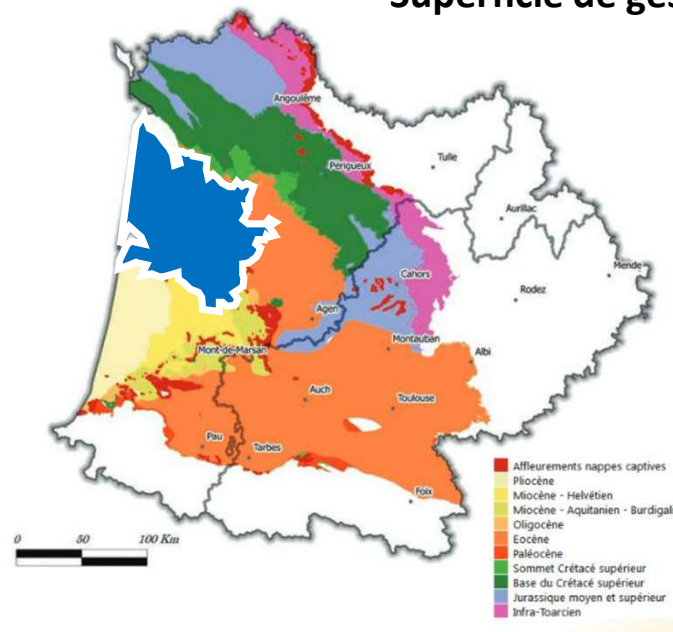


Source : Guide de présentation SAGE Nappes profondes de Gironde - CLE

1999 Création de la CLE

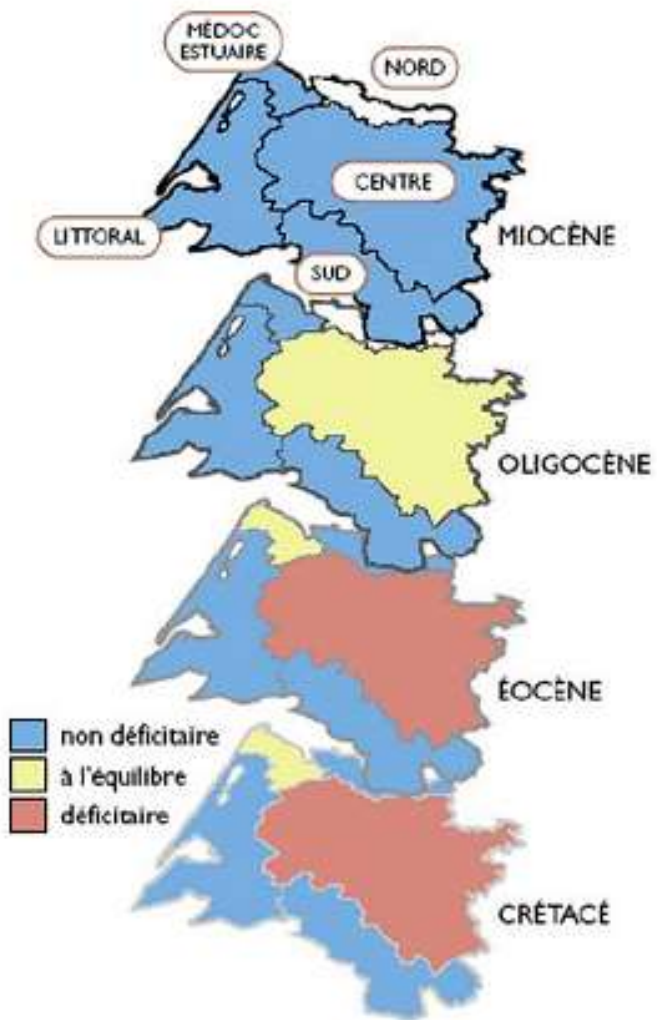
2003 Approbation SAGE Nappes Profondes (pour 5 ans)

Superficie totale des nappes : 73 500 km²
Superficie de gestion : 10 500 km²



SAGE

Source: Commission territoriale Nappes Profondes, Synthèse de l'état des lieux pour les nappes profondes 2019



Subdivision du périmètre en 5 **Unités de Gestion (UG)**.

→ Détermination des **Volumes Maximums Prélévable Objectifs (VMPO)**

VMPO en Mm ³ /an	Centre	Médoc-estuaire	Littoral	Nord	Sud	TOTAL	
Miocène	12,0	3,0	12,0	pas de réservoir miocène	12,0	39,0	
Oligocène	48,0	7,0 voire +	22,0	pas de réservoir oligocène	2,0	79,0	
Éocène	38,3	7,5	Es 1,5	6,6	7,0	non testé réservoir discontinu	59,4
			Eim 6,0				
Campano-Maastrichtien	2,5	1,0	2,5	2,0	0,5	8,5	
Cénomano-Turonien	4,0	1,0	non testé réservoir trop profond	non testé réservoir trop profond	12,0 voire 15	17,0	
Total	104,8	19,5	43,1	9,0	26,5	202,9	

Tableau 14 : VMPO en millions de m³/an

2008-2013 : 1^{ère} révision

→ Définition du bon état des nappes profondes de Gironde

Gestion en bilan à l'échelle de l'ensemble de la nappe

Gestion en pression à l'échelle locale sur des zones particulières

→ Identification des zones à risques

Mise en place d'un indicateur de gestion : les **côtes de rabattement**

« L'objectif ça a été de regarder les 18 forages de ce champ captant qui pose problème. Et ce qu'on a fait, c'est de l'optimisation, c'est-à-dire qu'on a essayé de déterminer forage à forage quel était le volume qu'on pouvait exploiter pour prévenir la problématique de dénoyage. » (Acteur 4, le 27/01/2025)

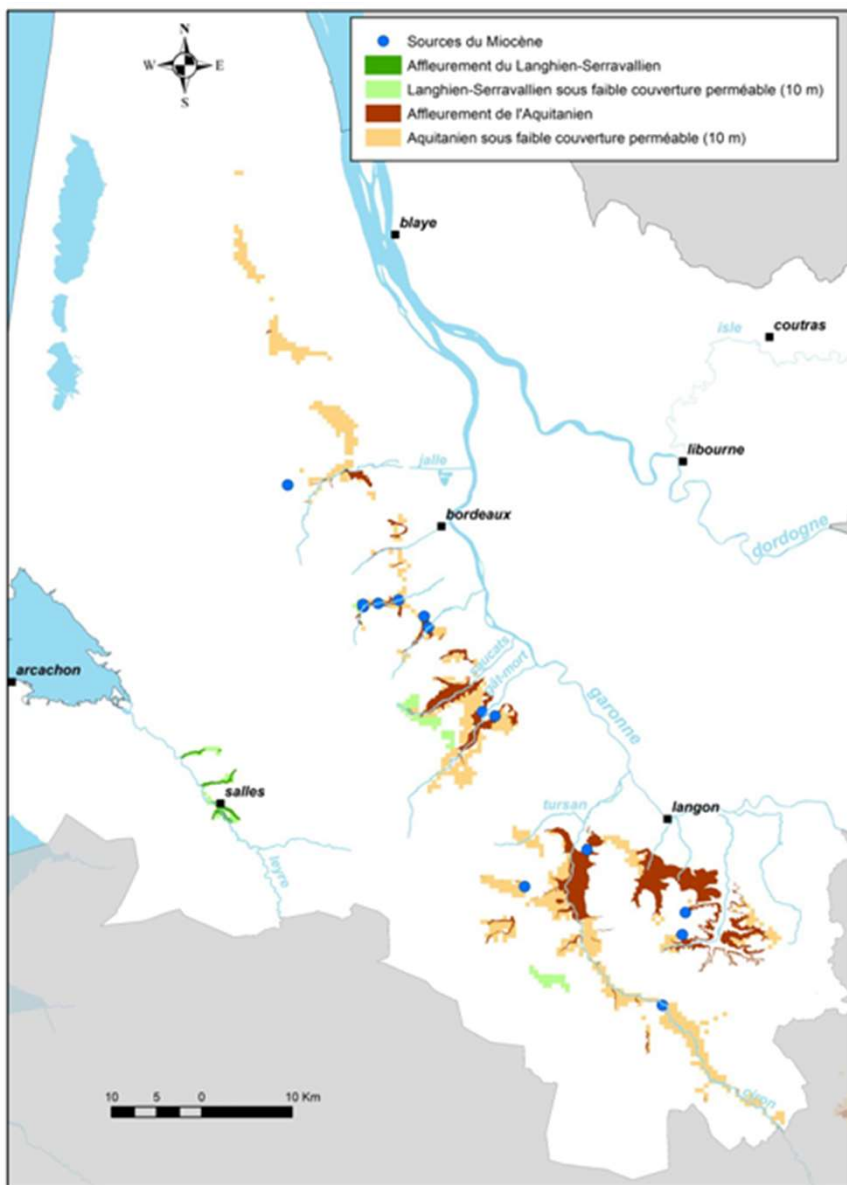


Illustration 4 - Les zones d'exutoires directs du Miocène

2012 Entrée des acteurs de l'AEP au SMEGREG

2013 : Approbation de la 2^{ème} version du SAGE

→ Identification des zones à enjeux aval

→ Révision des VMPO

2023 – 2027 Révision du SAGE

→ Influence du CC sur l'utilisation de la ressource

→ + d'économies d'eau



Nappes des sables de l'Astien

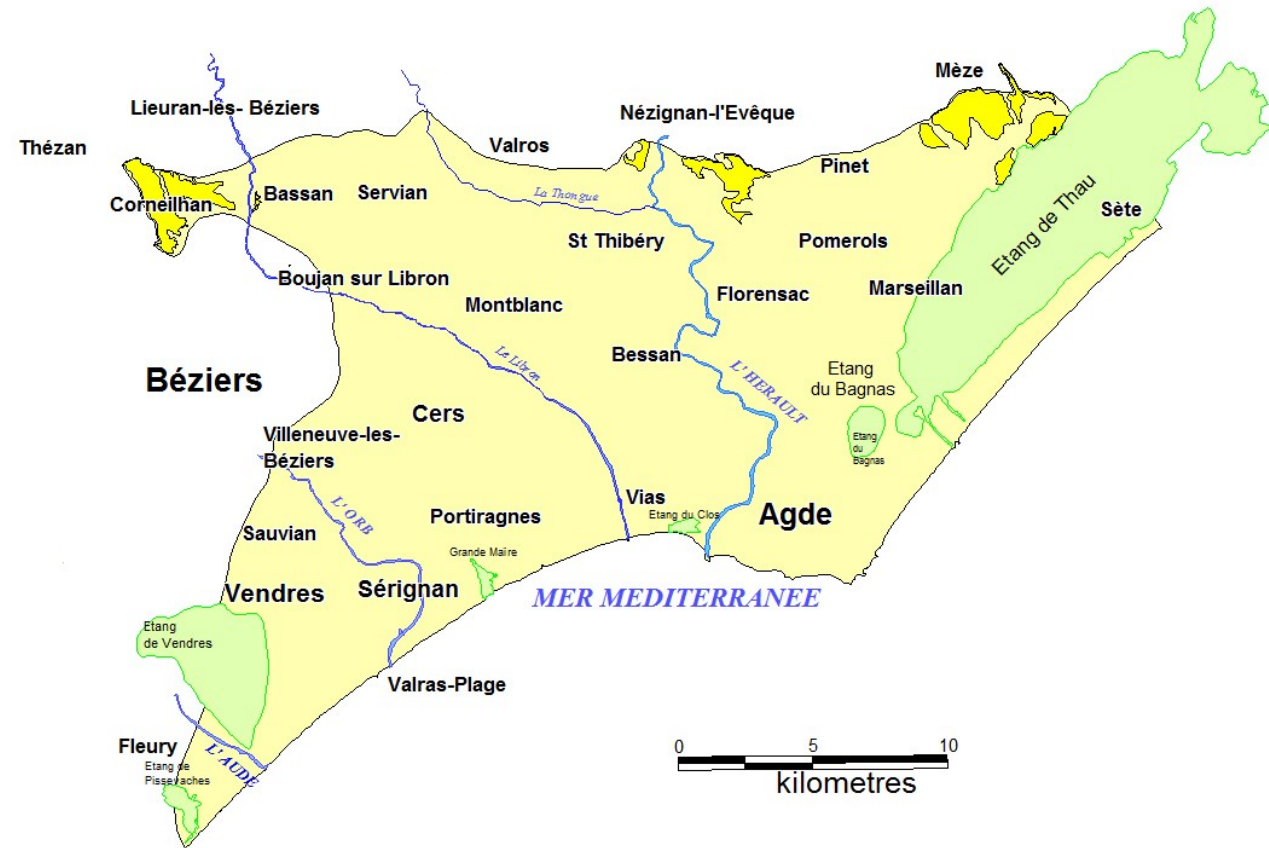


Les nappes captives de l'Astien en quelques chiffres

Périmètre de gestion
450 km²

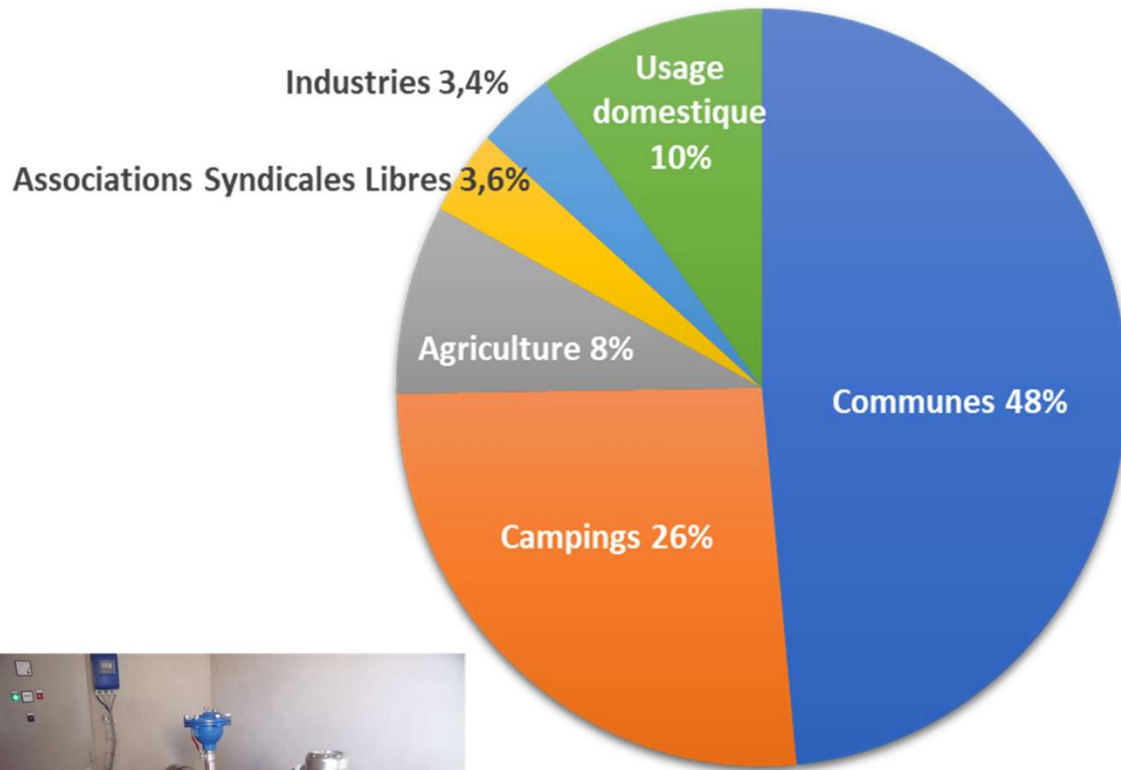
Age de l'eau
entre 3000 et 8000 ans

Volume exploité annuel
5 millions de m³



Source : SMETA, Périmètre de la nappe astienne

Les usages en Hérault



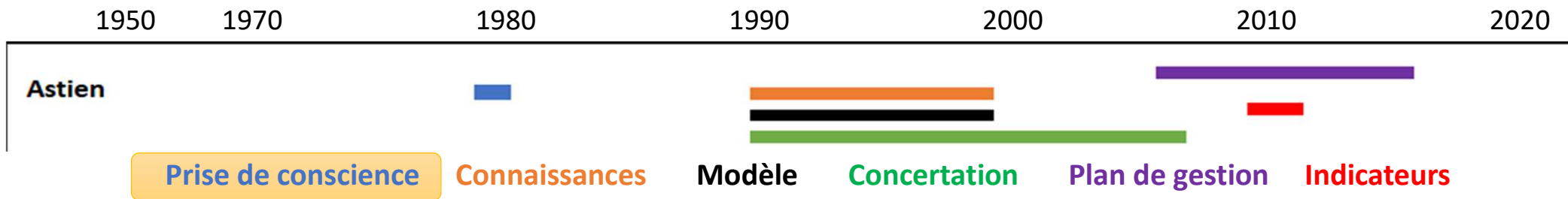
20% des
approvisionnements en
eau du territoire



Astien



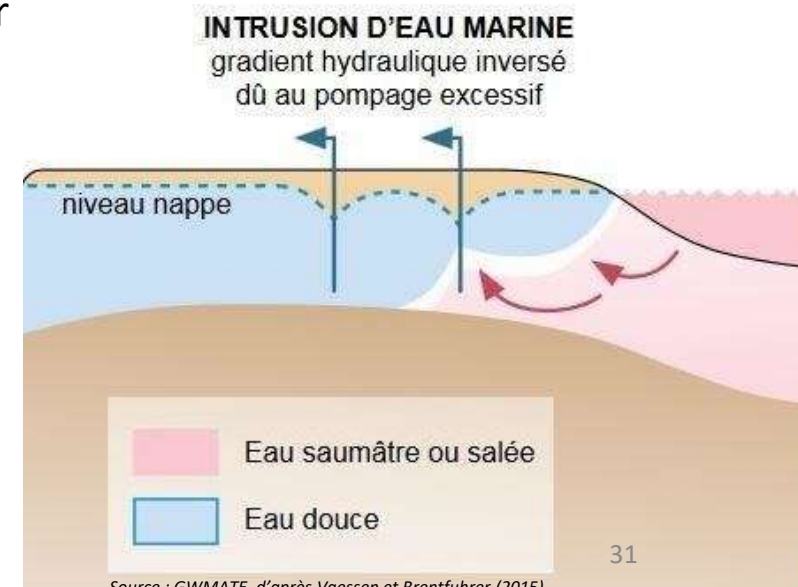
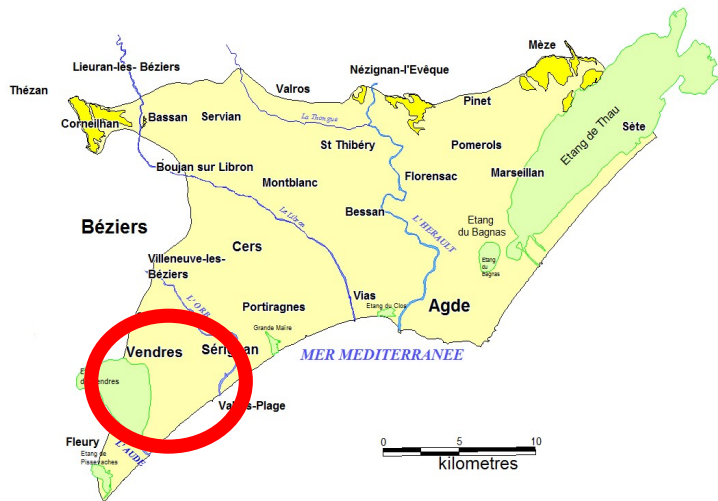
Histoire de l'exploitation et mise en place de la concertation



1898 Premiers forages

XXème siècle Développement du littoral et de l'activité touristique – Construction de forages

1980s Alerte à Valras, niveau de la nappe à -17m sous niveau de la mer



1990s Travaux scientifiques pour comprendre le fonctionnement hydrogéologique de la nappe

→ Développement du modèle hydrogéologique

→ Création du SMETA



1997-2002 1^{er} contrat de nappe

2004-2008 2^{ème} contrat de nappe

2005-2009 Initiation de la concertation au niveau du territoire de l'Hérault pour l'ensemble des masses d'eau

2009 Création de la CLE

→ Lancement de l'élaboration du SAGE jusqu'en 2017



Source : SMETA

2010 La nappe de l'Astien est classée en Zone de Répartition des Eaux (ZRE)

2010 Lancement du projet Aqua Domitia



Source : BRL Ingénierie

2011-2013 Etude de détermination des volumes prélevables

« On savait qu'il allait y avoir un certain nombre de volumes agricoles qui allaient pouvoir être substitués via Aqua Domitia donc quelque part, il n'y a pas eu besoin forcément de batailler fort pour l'agriculture sachant qu'une solution alternative arrivait. » (Acteur 6)

Volume global total 4,2 millions de m³/an

Volume prélevable mensuel/ UG

Unité de Gestion		1	2	3	4	5	6	7	volumes prélevables	
Grandes Catégories d'Usagers	Collectivités*	45	60	39	5	83	62	7	5	8
	Campings	38	40	44	94	0	0	2	5	17
	Agriculteurs	8	0	0	0	6	14	24	54	58
	Industries	0	0	0	0	4	5	52	30	5
Marges mobilisables après optimisation de tous les usages		9	0	18	1	7	19	15	5	12

Tableau 16 : Répartition du volume prélevable en % par unité de gestion et Grande Catégorie d'Usagers

Source : SAGE Nappe astienne

2013 Charte « Je ne gaspille pas l'eau »



Source : SMETA

2018-2027 Mise en œuvre du SAGE

2020-2023 3^{ème} contrat de nappe

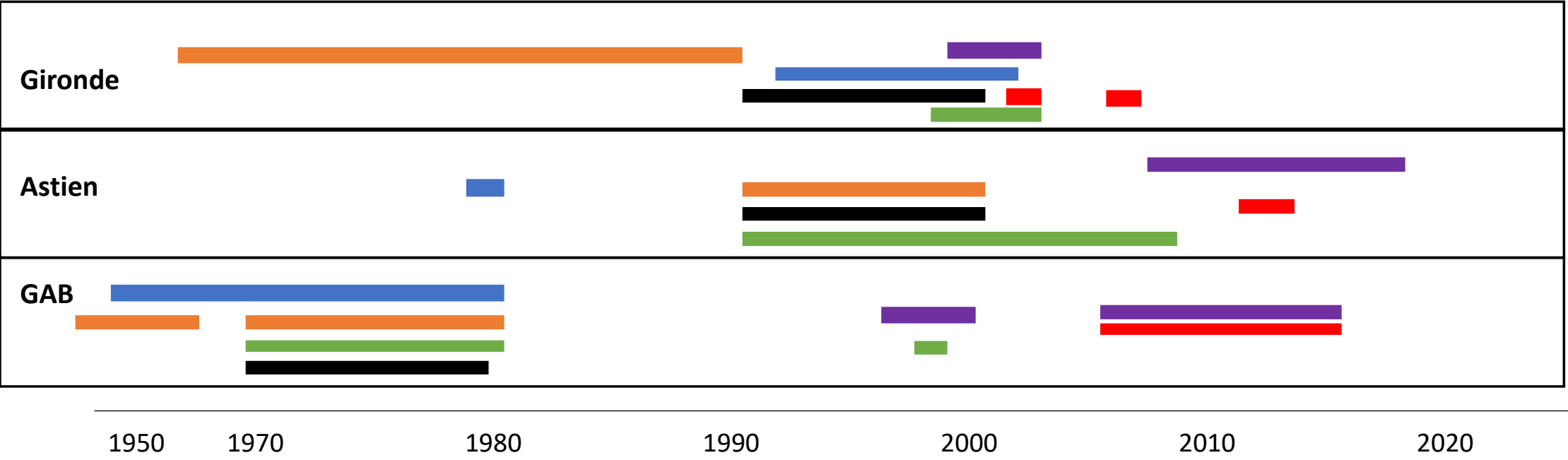
2023 Réflexion pour un plan de gestion spécifiques aux zones de vulnérabilité



Synthèse

Comment parvient-on à la définition d'indicateurs pour suivre le bon état des nappes captives, dans le cadre d'une gestion concertée ?

Analyse transversale des trajectoires de la concertation



Prise de conscience collective

Connaissances

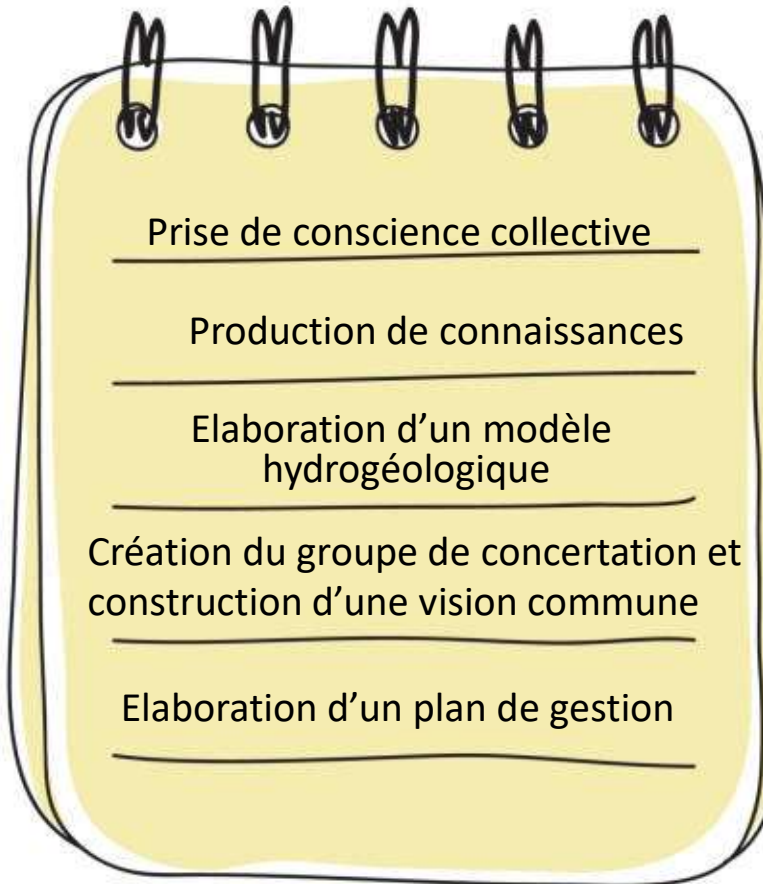
Modèle

Concertation

Elaboration plan de gestion

Création indicateurs

Prérequis pour la définition d'indicateurs de bon état dans le cadre d'une gestion concertée

- 
- 1 Prise de conscience collective
 - 2 Production de connaissances
 - 3 Elaboration d'un modèle hydrogéologique
 - 4 Création du groupe de concertation et construction d'une vision commune
 - 5 Elaboration d'un plan de gestion

Points de réflexion

- **Définition du "bon état" et des indicateurs dépend des spécificités de chaque cas d'étude :**
 - **Gironde** : défense d'une définition propre (définition de la DCE inopérante)
 - **Astien** : définition conforme à la DCE, indicateur de Volume prélevable découle du classement en ZRE
 - **GAB** : priorité à la conservation de l'artésianisme
- **En fonction de la taille de l'aquifère, concevoir des indicateurs communs à toute la nappe est une difficulté (GAB)**
- **Place prépondérante de l'expertise scientifique et technique dans l'élaboration des indicateurs**
 - Quelle ouverture possible de ces espaces de décision à des non-experts ?



Merci !

Rejoignez notre communauté de pratiques sur les aquifères captifs !

Si vous êtes intéressé.e.s, contactez:

christelle.marlin@universite-paris-saclay.fr

Juliette Lafont, Emeline Hassenforder (CIRAD)

Laura Seguin (BRGM), Jean-Daniel Rinaudo (BRGM)

emeline.hassenforder@cirad.fr

l.seguin@brgm.fr

jd.rinaudo@brgm.fr

Annexes

GAB Stakeholder Advisory Committee

- Créé en 2022, le **Great Artesian Basin Stakeholder Advisory Committee** (GABSAC) conseille les ministères du bassin, responsables des questions relatives au Grand Bassin Artésien, afin qu'ils soient pleinement informés des points de vue de l'industrie, des communautés et des parties prenantes sur une vaste gamme de sujets, notamment la durabilité des ressources en eau artésienne, l'importance environnementale, économique, sociale et culturelle de l'eau, ainsi que les politiques et initiatives mises en œuvre et développées par les gouvernements du bassin. Le *Stakeholder Advisory Committee* soutient et complète les avis formulés par les *GAB Advisory Committee* des Etats et Territoire. Le GABSAC est composé de 14 membres, incluant des représentants des *GAB Advisory Committee* de chaque juridiction du bassin, des membres autochtones experts en gestion culturelle de l'eau, et des représentants des secteurs de compétences (développement économique, environnement, politique des ressources en eau, etc.) Chacun de ces membres porte une expertise dans un de ces domaines et est nommé sur la base de ses compétences et connaissances professionnelles. Le *Stakeholder Advisory Committee* formule des recommandations aux ministères du bassin, une fois que ses membres ont atteint un consensus. Le Comité s'organise en groupes de travail lorsque des questions nécessitent un examen approfondi. Ils permettent d'étudier des options politiques à soumettre à l'examen du Comité. Un agent de soutien à la commission choisi par les représentants des gouvernements du bassin, assiste le *Stakeholder Advisory Committee* dans ses missions. Il assiste la présidence dans l'élaboration de communiqués et de rapports annuels à destination des ministères de bassin, des parties prenantes, et des membres du Comité. La présidence du Comité est assuré par un membre non-gouvernemental du Comité. Il est nommé par le gouvernement australien. Le Comité possède un Secrétariat, dont les missions sont remplies par le gouvernement australien, qui ne sont pas membres du Comité. Le Secrétariat apporte un soutien executif et administratif (DCCEW, 2025 ; Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water, 2024).

**Echelle
Fédérale**

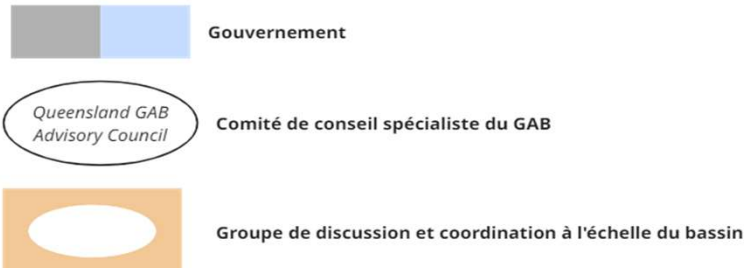
COMMONWEALTH D'AUSTRALIE
Département du Changement Climatique, de l'Energie, de l'Environnement, et de l'Eau



**Echelle
étatique &
territoriale**



Légende :



miro