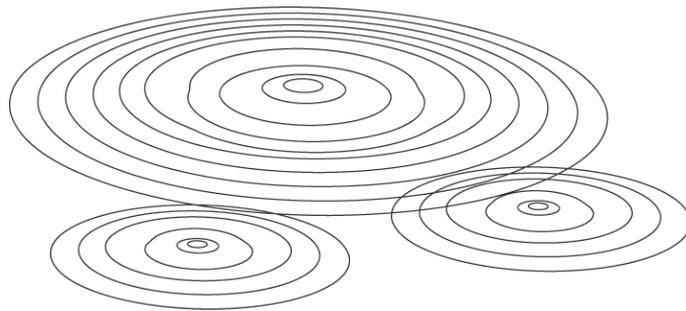




# ***SAGE Nappes profondes*** ***Atlas des zones à risques*** ***Note synthétique***

Note réalisée dans le cadre des projets de Service Public du BRGM  
05EAUF10



**06 AQI 10**

Juin 2006

**Note BRGM Aquitaine**



**Mots clés** : anticlinal Blaye-Listrac, bassin d'Arcachon, contamination, Crétacé, dénoyage, Entre-deux-Mers, Eocène, estuaire, Gironde, minéralisation, Miocène, modélisation hydrodynamique, Oligocène, paléogéographie, piézométrie, pompages, qualité, réseaux, risques, SAGE, salinisation, vulnérabilité

En bibliographie, cette note sera citée de la façon suivante : Corbier P., Capdeville J.P., Pedron N., Platel J.P., Winckel A., avec la collaboration de Lopez B. (2006) - SAGE Nappes profondes de Gironde – Atlas des zones à risques, note 06 AQI 10.

© BRGM, 2006, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## **1 - INTRODUCTION**

Les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) sont des instruments de gestion et de planification mis en place pour concilier l'utilisation des ressources en eau et la protection des milieux aquatiques.

Le SAGE "Nappes profondes de Gironde" a été approuvé par arrêté préfectoral en novembre 2003 après une phase préliminaire ayant identifié une dégradation qualitative et quantitative de la nappe éocène (évolution de la baisse piézométrique sous l'agglomération bordelaise notamment) et une dépendance du département vis-à-vis des nappes profondes pour la satisfaction de ses besoins en eau.

Les aquifères concernés par le SAGE correspondent aux nappes du Miocène, de l'Oligocène, de l'Eocène et du Crétacé qui, à elles seules, permettent de couvrir 98% des besoins en eau potable de la Gironde.

Le document « Orientations du SAGE » définit un certain nombre de mesures visant à améliorer la gestion quantitative et qualitative des ressources. La mesure 3-10 prévoyait en particulier la réalisation, dans un délai de un an après l'approbation du document, d'un atlas des zones à risques qui devait préciser pour chacune des zones identifiées :

- la description du risque et des mécanismes qui y contribuent,
- l'extension spatiale de la zone,
- les points de prélèvement concernés et les usages qui y correspondent,
- la liste des communes concernées,
- le réseau de points de contrôle de la zone,
- les valeurs de piézométrie de crise (PCR) en chacun de ces points,
- les valeurs de piézométrie objectif d'étiage (POE) déclenchant un plan d'intervention.

C'est dans ce contexte que le SMEGREG (Syndicat Mixte d'Etudes pour la Gestion de la Ressource en Eau du Département de la Gironde) a demandé au BRGM de réaliser l'atlas des zones à risques sans toutefois traiter les problèmes de piézométrie de crise et objectif d'étiage qui seront abordés plus tard.

La première phase devait permettre de caractériser 5 zones identifiées comme à risques et correspondant :

- à l'estuaire de la Gironde de la Pointe de Grave jusqu'à Lamarque (risque de contamination de l'aquifère éocène par des eaux saumâtres ou salines),
- à la zone dite de l'anticlinal de Blaye-Listrac (risque de contamination de l'aquifère éocène par des eaux saumâtres ou salines),

- à la zone dite du « domaine minéralisé » située dans l'Entre-Deux-Mers (risque d'augmentation de la minéralisation des eaux de la nappe de l'Eocène inférieur à moyen),
- au pourtour du bassin d'Arcachon (risque de contamination des aquifères profonds par des eaux salines),
- à la rive gauche de la Garonne entre Bordeaux et Langon (risque de dénoyage de l'aquifère oligocène).

Pour chaque zone précédemment citée, le BRGM a mis en œuvre un programme technique comportant :

- 1) une description de la zone d'étude et de la problématique,
- 2) une description du contexte géologique,
- 3) une description du contexte hydrogéologique (identification des réservoirs et description détaillée de l'aquifère concerné par l'aléa),
- 4) une présentation des aspects théoriques et de l'état des connaissances par rapport à la problématique,
- 5) une cartographie de la vulnérabilité de la zone,
- 6) une cartographie du risque et une estimation des délais d'apparition,
- 7) une description des points de prélèvement et des autres points de mesure.

Le présent document fait le bilan des principaux résultats obtenus.

## **2 - ZONES DE L'ESTUAIRE ET DE L'ANTICLINAL DE BLAYE-LISTRAC**

En l'état actuel des connaissances, il apparaît que la zone de l'estuaire se présente comme un secteur où :

- l'ensemble des niveaux de l'Eocène moyen (calcaires et gréseux) peuvent potentiellement être contaminés par les eaux saumâtres ou salées de l'estuaire actuel ou par celles contenues dans les terrasses sous-flandriennes (cf. illustration 1),
- une contamination par les eaux de l'estuaire n'est possible que pendant 38 à 51% du temps en fonction de l'état de la nappe,
- l'aléa d'une contamination par les eaux de l'estuaire est d'autant plus fort que l'on se déplace vers le nord,
- un certain nombre de points présente une contamination avérée mais des eaux exemptes de tritium (alors que la teneur de l'estuaire est de l'ordre de 7 UT).

Plus au sud, la zone de l'anticlinal de Blaye-Listrac se présente comme un secteur où :

- seuls les niveaux supérieurs calcaires de l'Eocène moyen peuvent potentiellement être contaminés par les eaux de l'estuaire actuel ou par les eaux saumâtres contenues dans les terrasses sous-flandriennes (cf. illustration 1),
- une contamination par les eaux de l'estuaire n'est possible que pendant 8 à 30% du temps en fonction de l'état de la nappe,
- le seul point qui présente une teneur en sel significative est situé dans un contexte où les formations de l'Eocène moyen sont en relation directe avec les alluvions sous-flandriennes.

Compte tenu de ces observations, il semble donc que dans les 2 zones étudiées, le risque de salinisation de la nappe de l'Eocène moyen soit d'avantage lié à la présence d'eaux fossiles saumâtres ou salées dans les terrasses sous-flandriennes qu'aux eaux de l'estuaire.

Les mécanismes hydrodynamiques (convection, diffusion...) qui sont à l'origine de cette contamination ne sont pour l'instant pas bien connus même s'il paraît évident que les marées jouent un rôle de moteur.

La baisse de la nappe éocène au cours de ces 50 dernières années pourrait être à l'origine de l'augmentation de la salinité observée sur quelques points du Médoc.

Dans la mesure où ce type de contamination est irréversible, il est normal que la stabilisation des niveaux observée depuis quelques années ne s'accompagne pas d'une diminution des teneurs en sel.

Au sud de Saint-Estèphe, il semble que les niveaux de pression soient suffisants pour maintenir une situation qualitative satisfaisante. Le problème réside dans le fait que le niveau de pression en dessous duquel les phénomènes de contamination pourraient devenir plus importants reste à définir.

La carte des risques de salinisation (cf. illustration 2) basée sur les teneurs en chlorures observées sur les captages AEP, les ouvrages du réseau PZEM, et sur un certain nombre de forages supplémentaires met, quant à elle, 3 zones en évidence :

- une zone de **risque fort**, constituée de 2 parties disjointes, où les teneurs en chlorures sont supérieures à 1g/l et peuvent atteindre 10 g/l (au Verdon-sur-Mer et au sud de Saint-Yzans par exemple),
- une zone de **risque moyen** qui s'étend au-delà de l'isopièze + 2,5 NGF, où les teneurs en chlorures ne dépassent pas 500 mg/l,
- une zone de **risque faible**, constituée de 2 parties disjointes, où les teneurs en chlorures sont systématiquement inférieures à 200 mg/l.

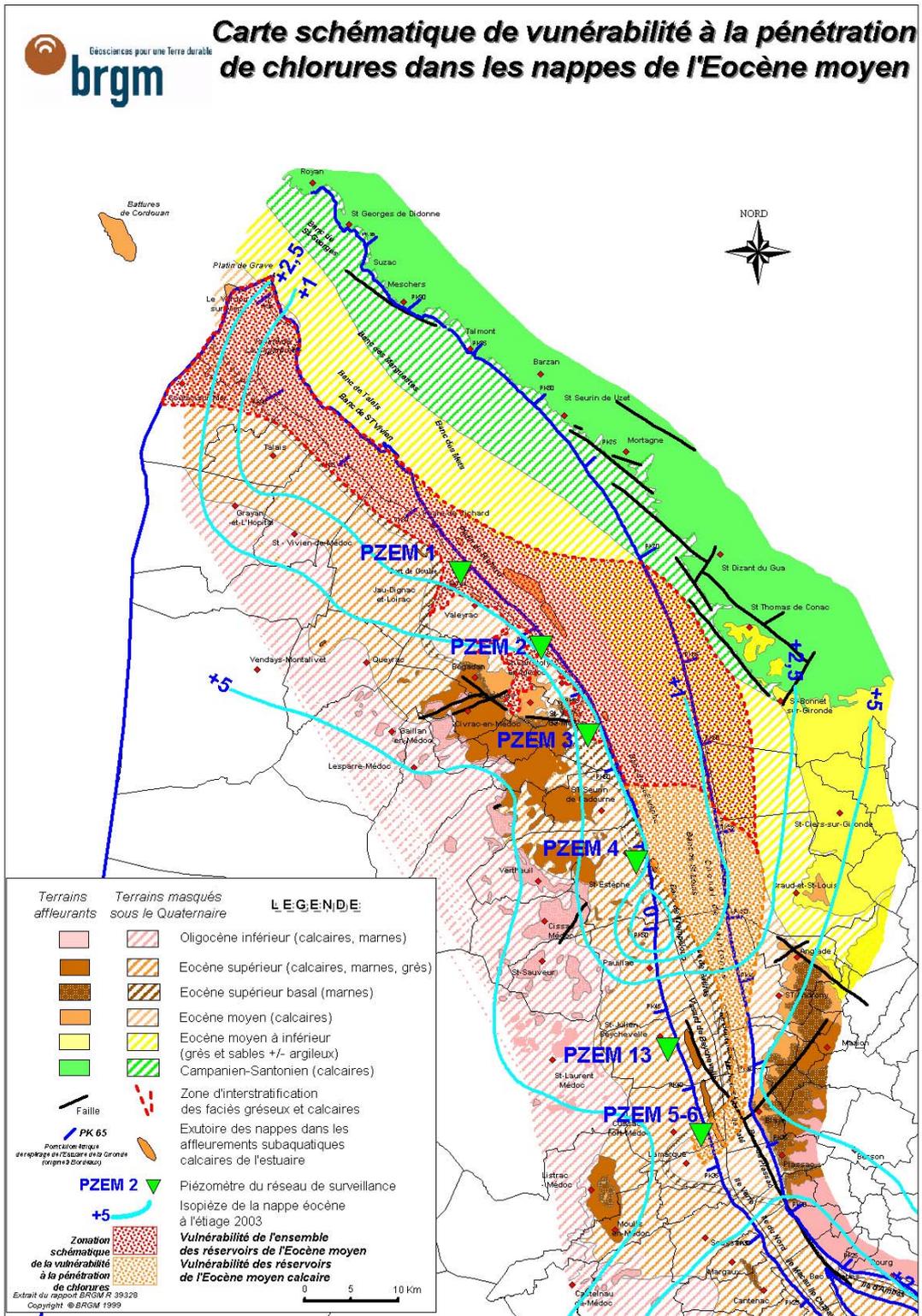


Illustration 1 : Carte de vulnérabilité à la pénétration de chlorures dans les nappes de l'Eocène moyen (d'après rapport BRGM RP-53756-FR)

## Carte schématique du risque de salinisation dans les nappes de l'Eocène moyen

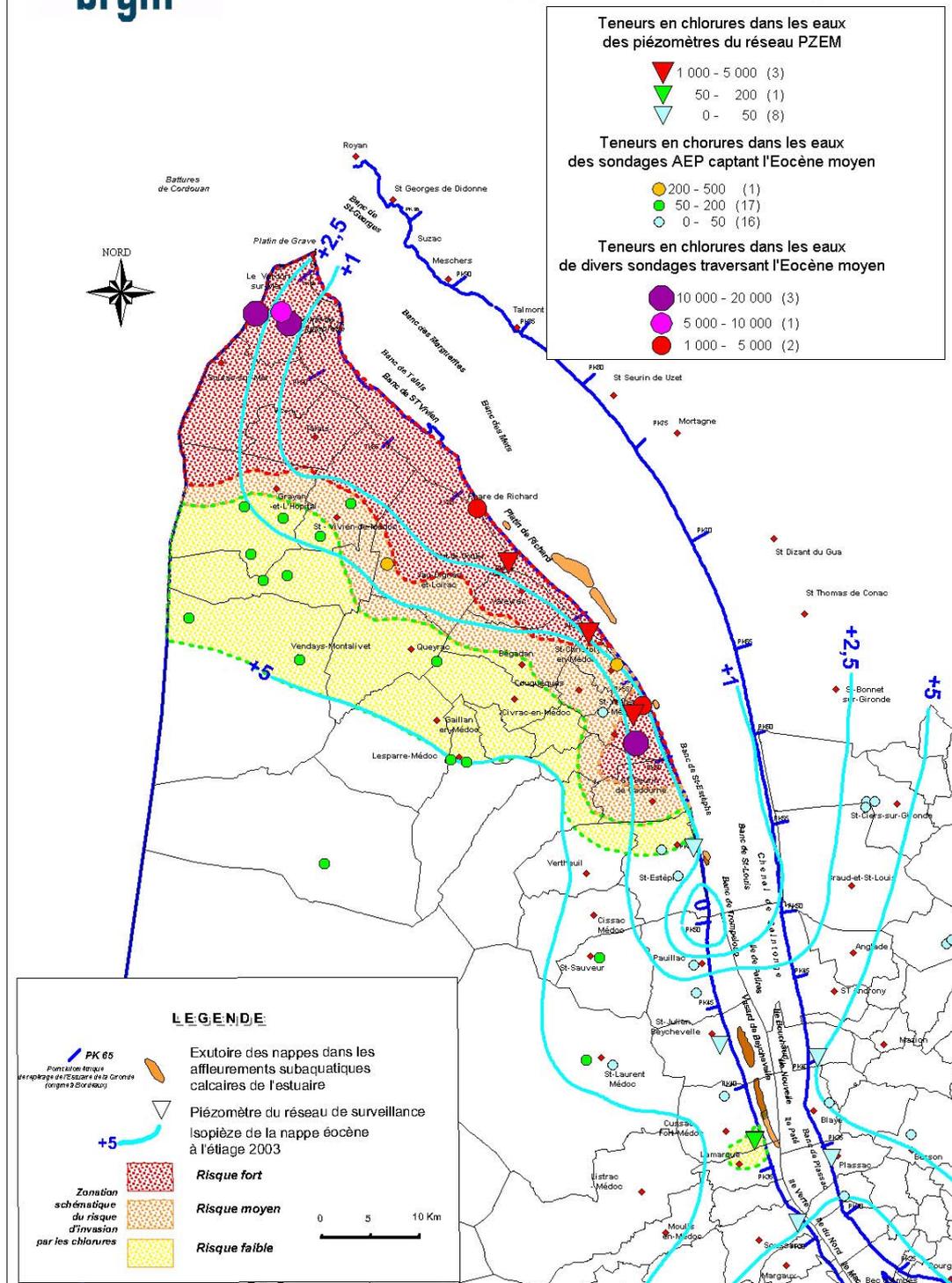


Illustration 2 : Carte schématique du risque de salinisation dans les nappes de l'Eocène moyen (d'après rapport BRGM RP-53756-FR)

### **3 - ZONE DU DOMAINE MINERALISE**

On retiendra que les faciès évaporitiques de l'Eocène moyen et/ou de l'Eocène supérieur constituent la source de contamination la plus probable des eaux souterraines du domaine minéralisé centré sur l'Entre-Deux-Mers.

Ces formations s'étant déposées de façon non homogène et pouvant passer inaperçues lors de la réalisation d'un ouvrage, aucune cartographie de leur extension n'est disponible. Dans ces conditions, il n'est pas été possible de produire de carte de vulnérabilité vis-à-vis de l'augmentation de la minéralisation.

Le fait que des forages proches les uns des autres puissent présenter une évolution des paramètres chimiques totalement différente et que la minéralisation puisse évoluer de façon différente pour une même tendance piézométrique constituent des arguments pour affirmer que le risque d'augmentation de la minéralisation des eaux de l'Eocène ne peut pas être géré de façon globale sur la zone d'étude.

Le risque de solliciter une zone fortement minéralisée à l'occasion de la réalisation d'un nouvel ouvrage pourra par contre être évalué à partir des cartes de répartition de teneurs en ions majeurs, fer et fluor établies (cf. illustration 3).

### **4 - ZONE DU BASSIN D'ARCACHON**

Compte tenu des informations géologiques disponibles, il est apparu que, parmi les aquifères profonds, seul celui de l'Helvétien (Miocène) était susceptible d'être contaminé par l'intrusion d'un biseau salé.

Le calcul de la position théorique de l'interface entre eau douce et eau salée a montré que l'extrémité du biseau devait se trouver en mer, à environ 25 km de la côte (cf. illustration 4).

Avec des hypothèses plus pessimistes (débit de la nappe diminué d'un facteur 100), le biseau se trouverait encore à une quinzaine de kilomètres de la côte (cf. illustration 4) et ne concernerait donc que la partie « marine » de l'aquifère helvétien.

Dans ces conditions, le tracé d'une carte de vulnérabilité vis à vis de phénomènes d'intrusion d'eaux salées dans l'aquifère de l'Helvétien (carte qui correspondrait à une série de bandes parallèles à la côte avec une zone de plus faible vulnérabilité n'atteignant pas le rivage) ne présente pas d'intérêt.

L'absence de contamination observée sur 2 captages AEP de la Teste-de-Buch constitue un argument supplémentaire en la faveur d'une intrusion qui ne toucherait que les formations marines. Les points d'observation n'ont toutefois pas été jugés assez nombreux pour qu'une carte de risques puisse être tracée.

En dernier lieu, il convient de préciser que les résultats ont été obtenus en faisant un grand nombre d'hypothèses difficiles à valider et qu'il conviendra donc de les utiliser avec prudence.

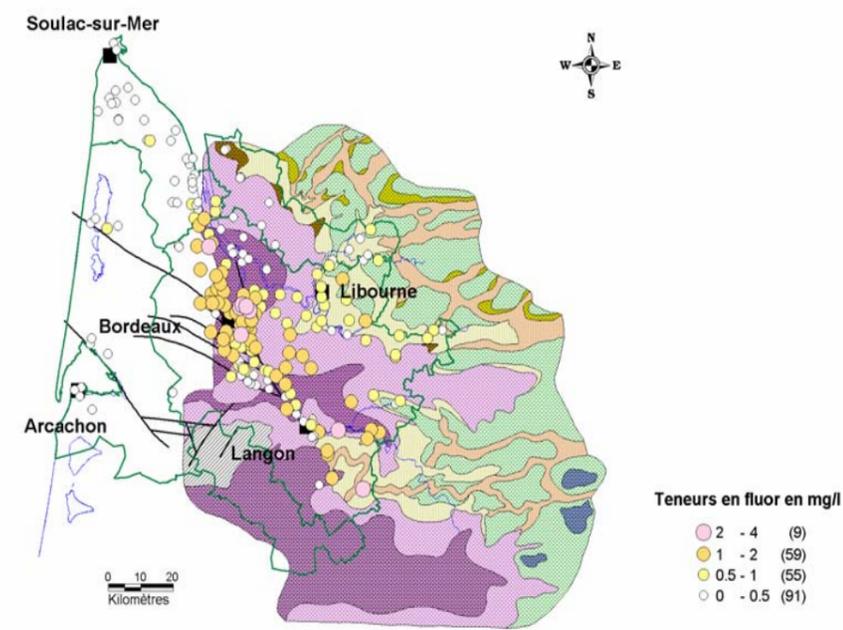
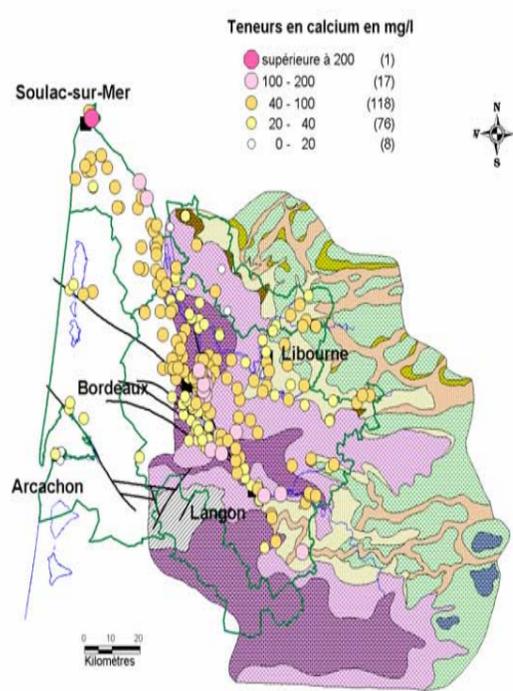
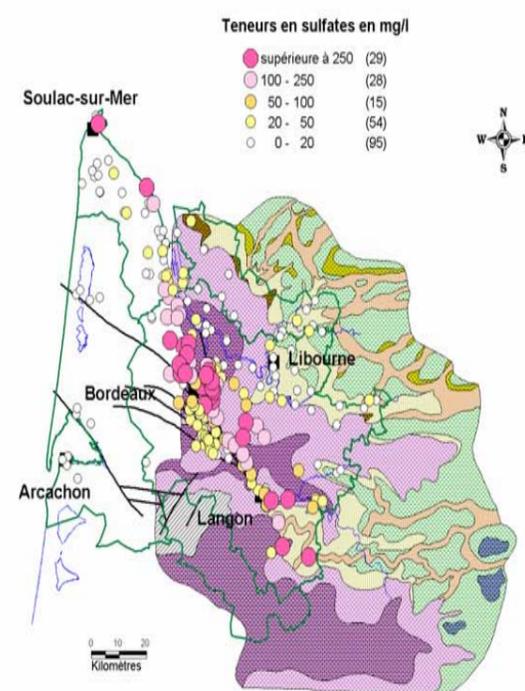
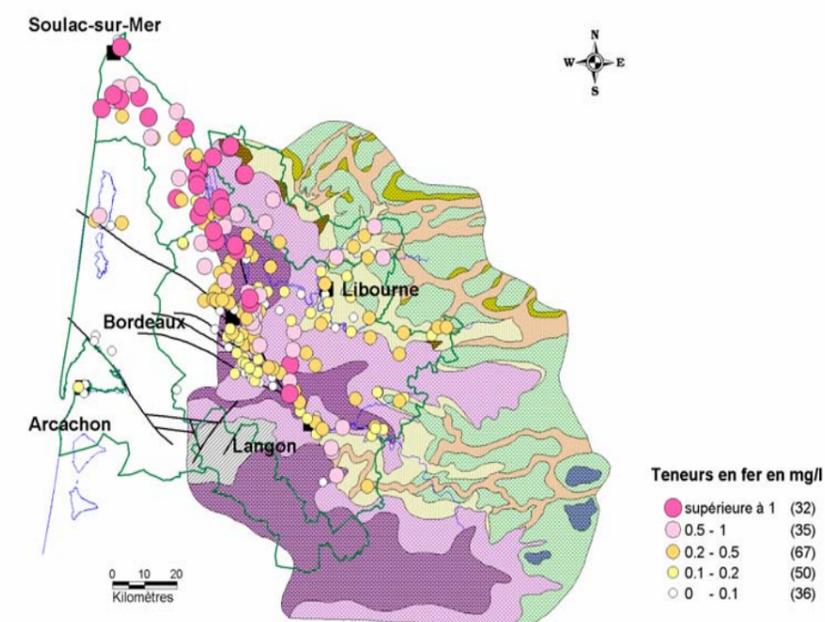
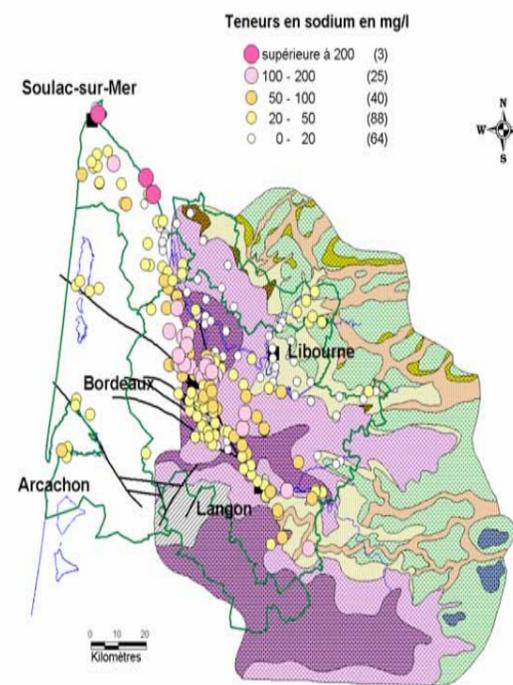
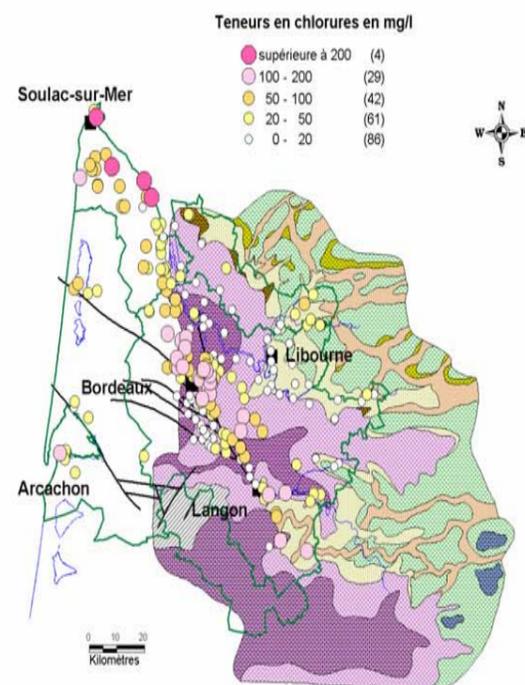


Illustration 3 : Teneurs en ions majeurs (chlorures, sodium, sulfates et calcium), fer et fluor sur fond paléogéographique à la fin du Cuisien (d'après rapport BRGM RP-53756-FR)

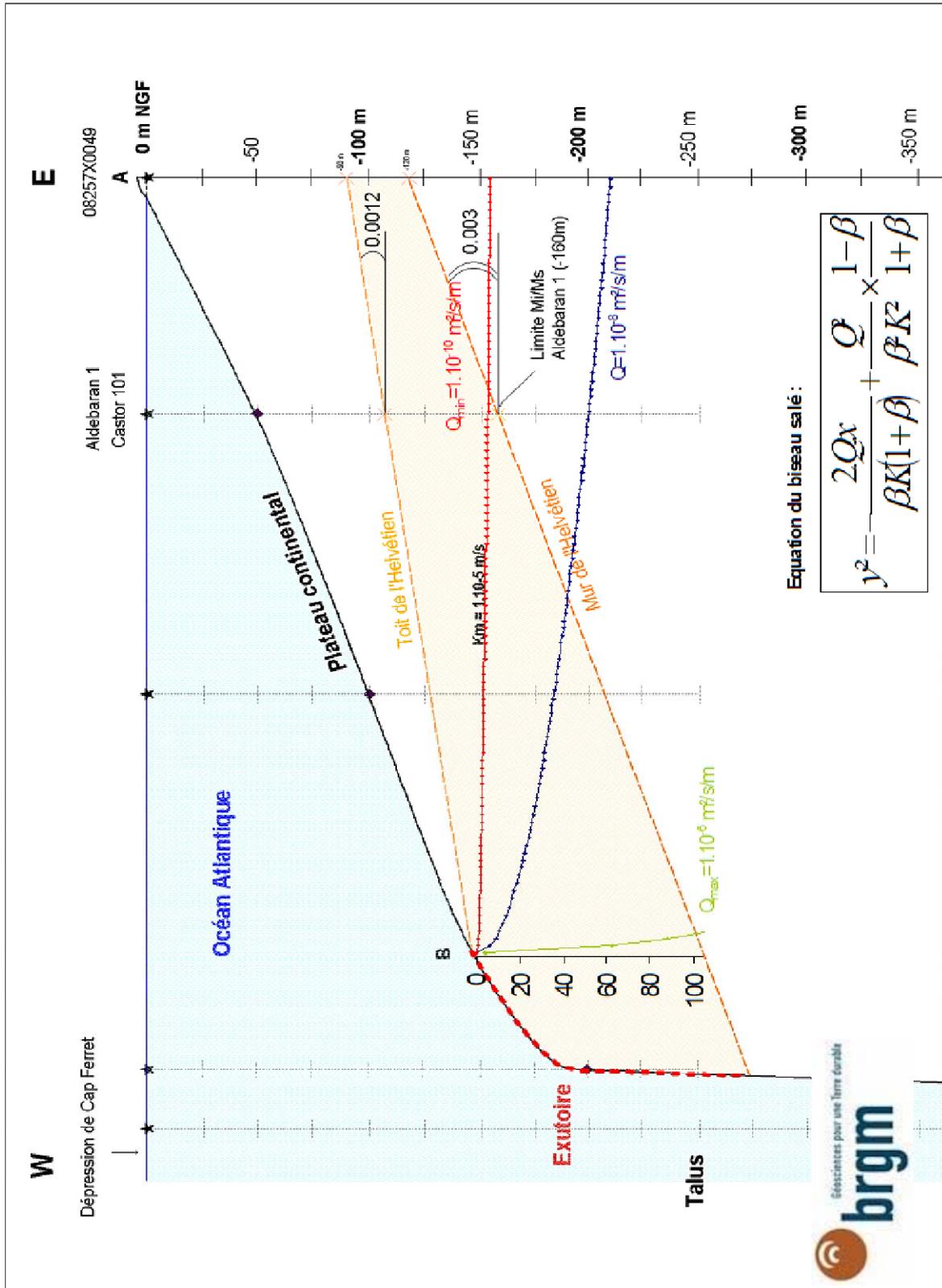


Illustration 4 : Coupe schématique est-ouest de l'aquifère helvétien (Miocène supérieur) à l'ouest du Bassin d'Arcachon et représentation des positions théoriques du biseau salé (d'après rapport BRGM RP-53756-FR)

## **5 - ZONE DE L'OLIGOCENE BORDELAIS**

L'Oligocène constitue avec l'Eocène une des principales ressources en eau potable du département de la Gironde. Sur la zone s'étendant du nord de Bordeaux à Langon en rive gauche de la Garonne, l'essentiel des prélèvements destinés à l'alimentation en eau potable provient de l'exploitation de forages sollicitant la partie captive de l'aquifère.

Cette exploitation intensive a conduit au dénoyage progressif du réservoir. La comparaison entre le toit du réservoir oligocène (issu d'un modèle géologique au pas de 200 m) et les cartes piézométriques de 1980, 1989 et 2004 a permis d'identifier deux zones concernées par ce phénomène (cf. illustration 5) :

- une première située à l'est de la ligne de forages dite des « 100 000 m<sup>3</sup>/j » entre Léognan et Saucats (+ 50 km<sup>2</sup> entre 1980 et 2004),
- une seconde, de moindre extension, située à l'est de Mérignac (+ 10 km<sup>2</sup> entre 1980 et 2004).

Au total, le dénoyage du réservoir oligocène entre 1980 et 2004 représente donc une superficie de l'ordre de 60 km<sup>2</sup>.

Dans la mesure où la vulnérabilité au dénoyage dépend des caractéristiques intrinsèques du réservoir mais aussi des conditions d'exploitation et de recharge de la nappe (donc d'un état piézométrique qui n'est pas immuable dans le temps), il n'a pas été possible de réaliser une carte de vulnérabilité.

Une carte simplifiée du risque de dénoyage a par contre pu être établie. Elle représente la différence d'altitude entre la carte piézométrique moyenne de l'année 2004 et le toit du réservoir sous forme de classes choisies arbitrairement.

Une différence inférieure à 5 m correspond à un risque de dénoyage élevé, une différence comprise entre 5 et 15 m, à un risque de dénoyage moyen et une différence supérieure à 15 m, à un risque faible (cf. illustration 6).

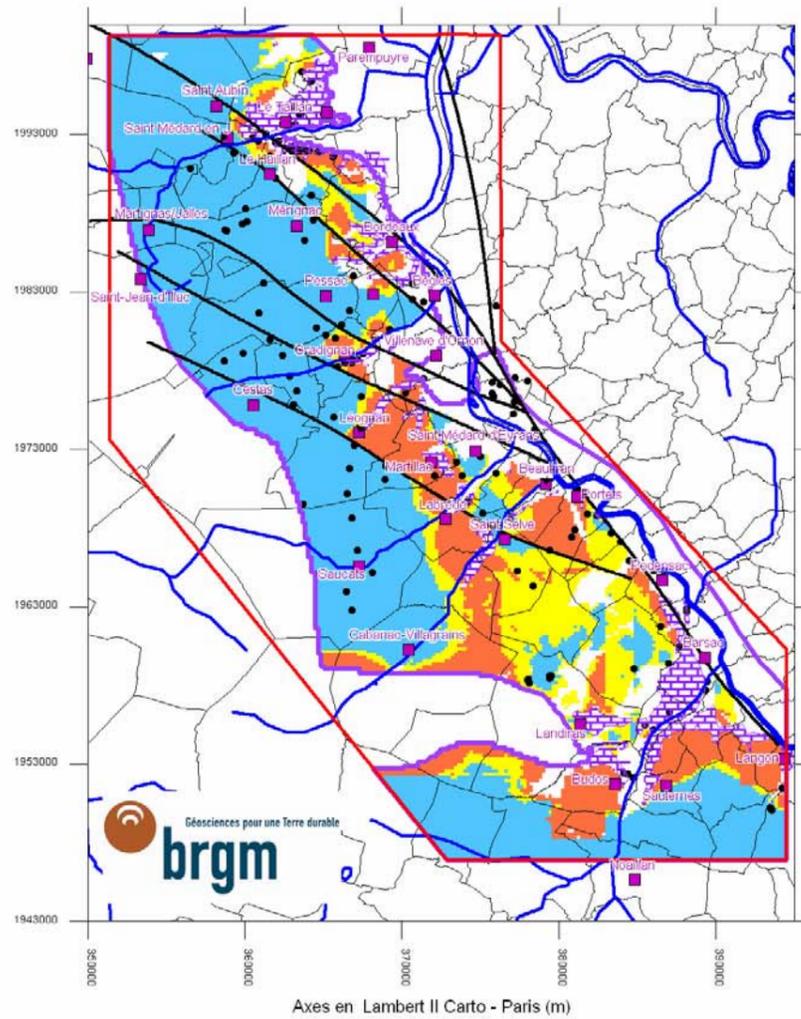
## **6 - CONCLUSION**

Les investigations menées par le BRGM ont montré que des risques existaient sur 4 des 5 zones retenues. Elles ont aussi mis en évidence un manque d'éléments de référence pour la gestion de ces risques.

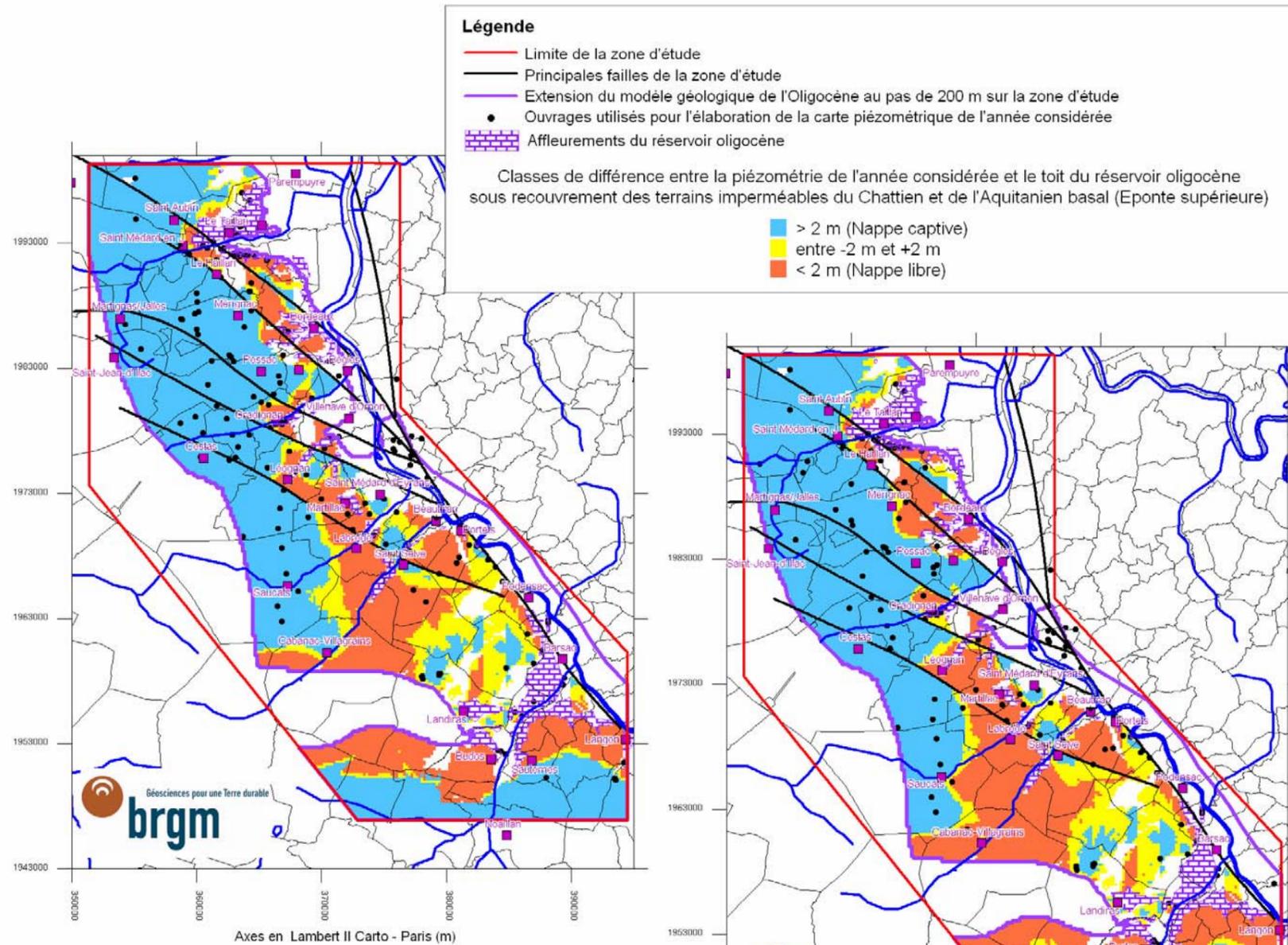
Les niveaux de pression en dessous desquels les phénomènes de salinisation de la nappe éocène par les terrasses sous-flandriennes ou l'estuaire pourraient devenir plus importants restent, par exemple, à définir.

Une meilleure connaissance de l'extension des niveaux évaporitiques de l'Eocène moyen et supérieur et des mécanismes d'échange entre les différents niveaux aquifères de l'Eocène pourrait aussi permettre de mieux expliquer l'évolution des teneurs observées sur les forages de l'Entre-Deux-Mers.

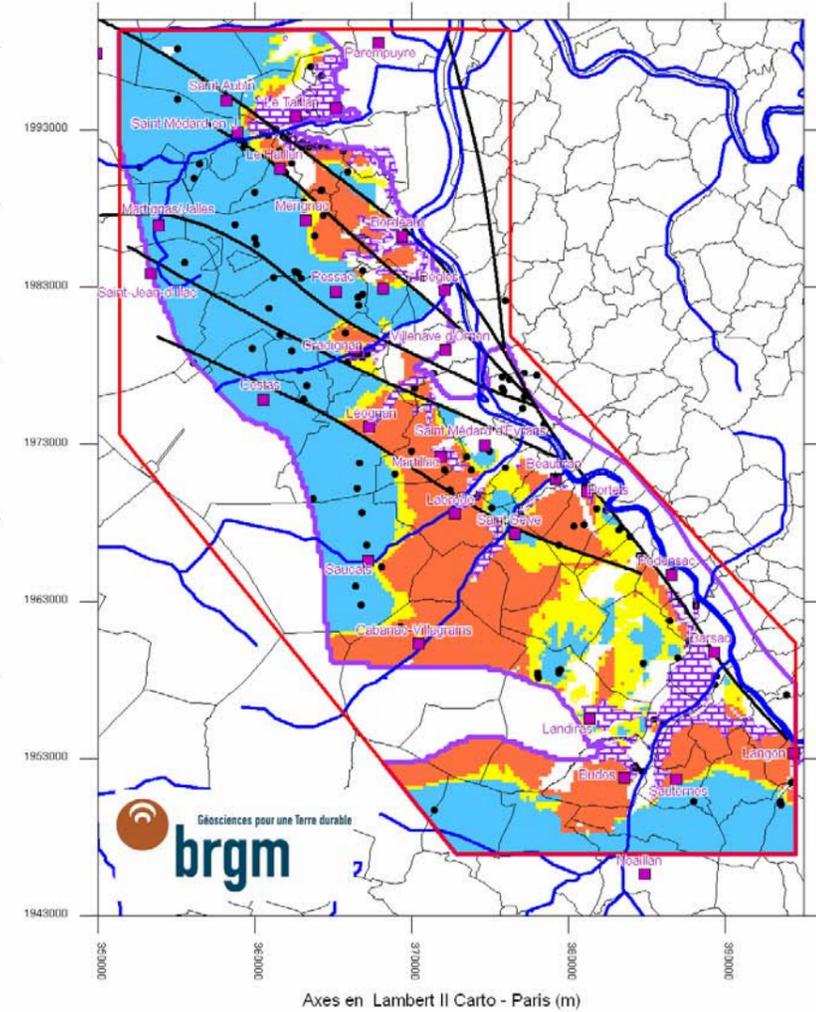
Enfin, une modélisation hydrogéologique fine de l'Oligocène dans la région bordelaise permettrait de mieux préciser les zones dénoyées et de quantifier les aspects qui en découlent (conditions d'exploitation de la nappe, drainances verticales depuis les réservoirs « encadrant » et impact sur le débit des sources et des cours d'eau).



**1980**



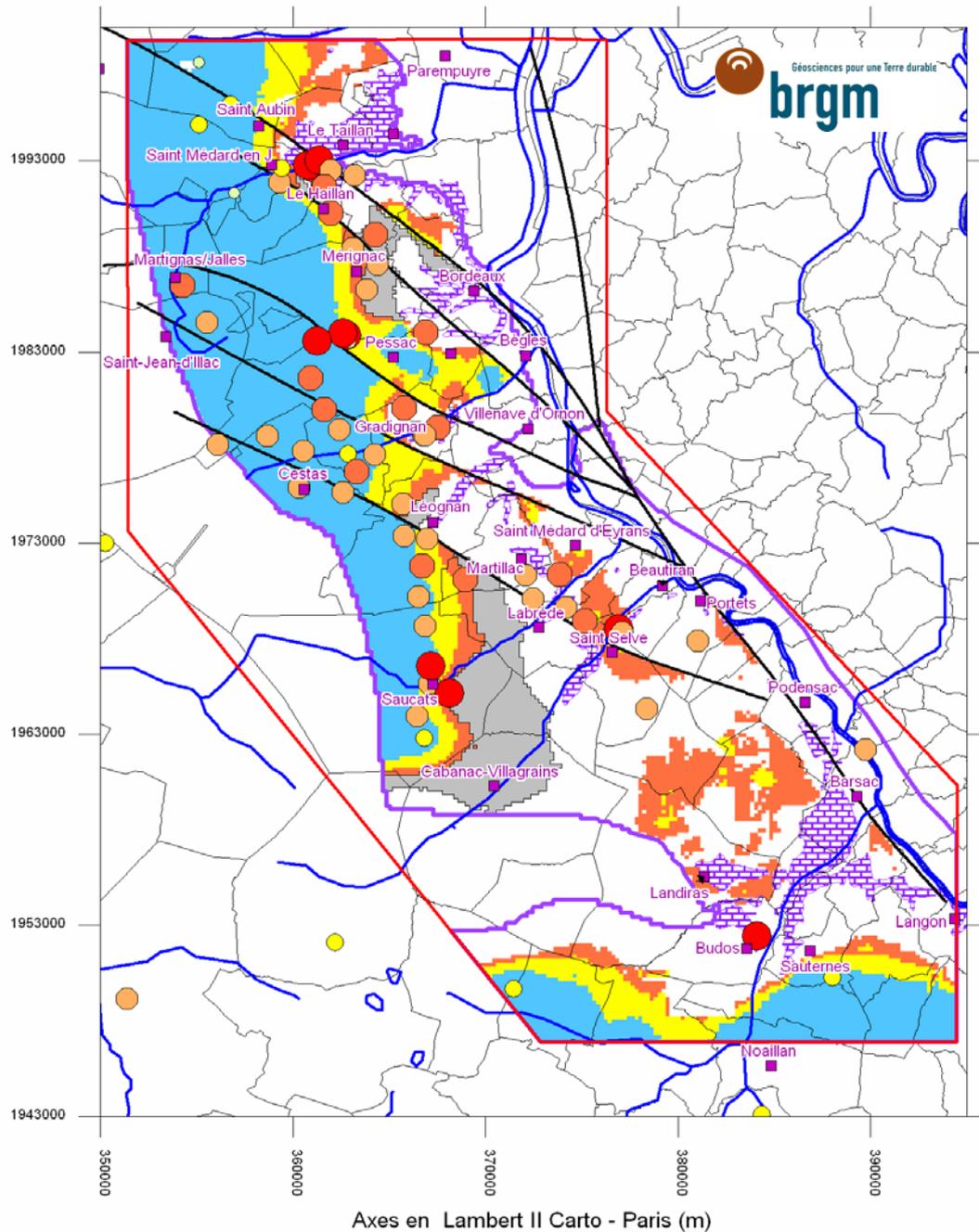
**1989**



**2004**

Copyright © BRGM 2005

Illustration 5 : Evolution du dénoyage de l'aquifère oligocène entre 1980 et 2004 (d'après rapport BRGM RP-53756-FR)



**Légende**

- Limite de la zone d'étude
- Principales failles de la zone d'étude
- Extension du modèle géologique sur la zone d'étude
- Affleurements du réservoir oligocène
- Estimation de la zone dénoyée entre 1980 et 2004

Classes de prélèvements AEP en 2004 (m<sup>3</sup>)

- 1 000 000 - 11 000 000
- 500 000 - 1 000 000
- 100 000 - 500 000
- 30 000 - 100 000
- 0 - 30 000

**Evaluation simplifiée du risque à l'aléa "dénoyage"**

- Pz - Toit > 15 m    Risque faible
- 5 m < Pz - Toit < 15 m    Risque moyen
- Pz - Toit < 5 m    Risque élevé

*Illustration 6 : Carte d'évaluation simplifiée du risque à l'aléa « dénoyage » (d'après rapport BRGM RP-53756-FR)*