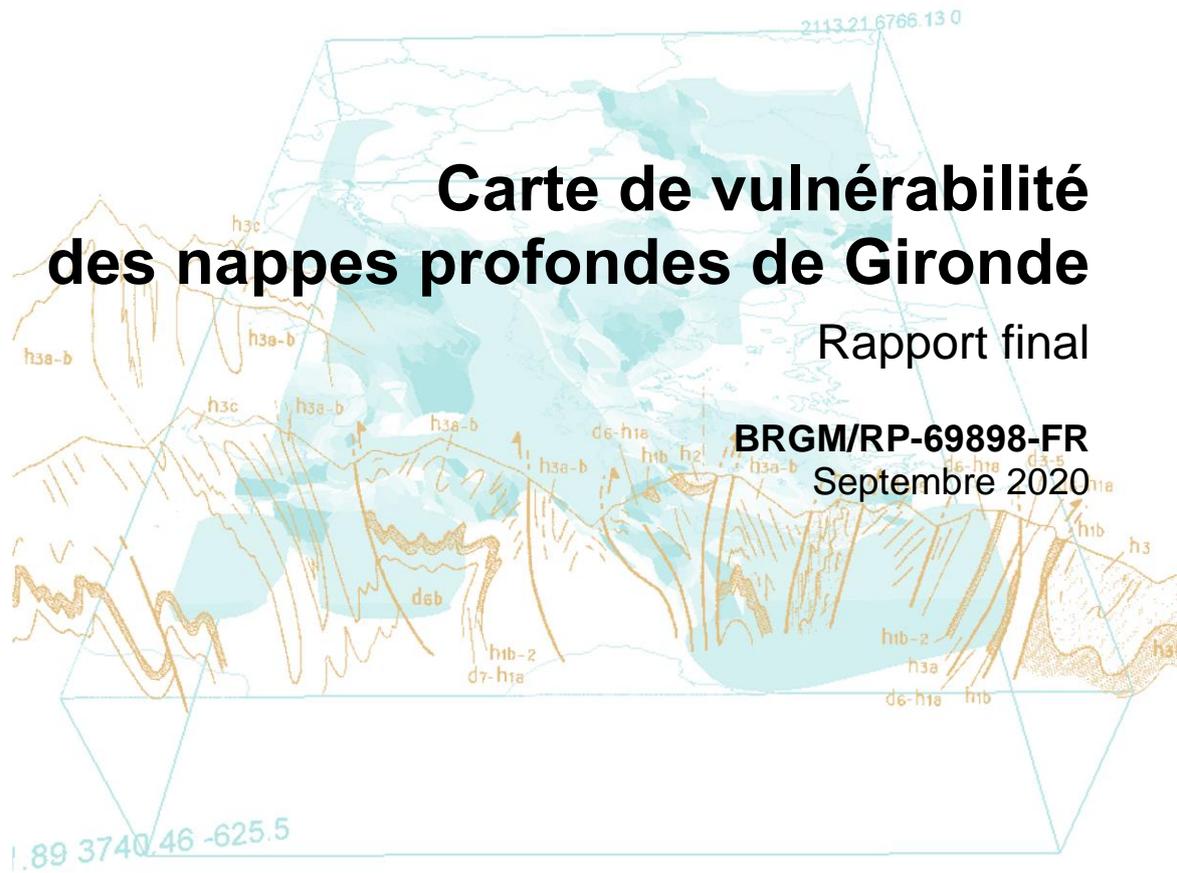


Document public



Carte de vulnérabilité des nappes profondes de Gironde

Rapport final

BRGM/RP-69898-FR
Septembre 2020

Document public

Carte de vulnérabilité des nappes profondes de Gironde

Rapport final

BRGM/RP-69898-FR

Septembre 2020

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM AP19BDX033

B. Ayache, O. Cabaret

Vérificateur :

Nom : O. DOUEZ

Fonction : Hydrogéologue

Date : 26/06/2020

Signature : 

Approbateur :

Nom : N. PEDRON

Fonction : Directeur régional du
BRGM Nouvelle-Aquitaine

Date : 30/06/2021

Signature : 
Le Directeur Régional
du BRGM Nouvelle-Aquitaine
Nicolas PEDRON

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

Contact : qualite@brgm.fr

Mots clés : Carte de vulnérabilité, sensibilité, nappes profondes, aquifères, Gironde

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

AYACHE B., CABARET O. (2020) - Carte de vulnérabilité des nappes profondes de Gironde. Rapport final BRGM/RP-69898-FR, 35 p., 15 fig.

© BRGM, 2020, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Dans le cadre d'un partenariat avec le SMEGREG (Syndicat Mixte d'Études et de Gestion de la Ressource en Eau du département de la Gironde), la Direction Régionale du BRGM Nouvelle-Aquitaine a travaillé à la réalisation de cartes de vulnérabilité des nappes du SAGE « Nappes Profondes de Gironde ».

La nouvelle version du SAGE « Nappes Profondes de Gironde », approuvée le 18 juin 2013 par arrêté préfectoral, a pour objectifs d'atteindre puis d'assurer un état des nappes souterraines permettant la coexistence normale des usages et le bon fonctionnement quantitatif et qualitatif de la ressource souterraine et des cours d'eau qu'elles alimentent.

Pour atteindre ces objectifs, différentes dispositions sont inscrites dans le Plan d'Aménagement et de Gestion Durable (PAGD) de la ressource, approuvé par la Commission Locale de l'Eau (CLE). Une des dispositions, la disposition 76, relative à la préservation de la qualité des eaux souterraines, prévoit la réalisation d'une carte de vulnérabilité des nappes du SAGE :

DISPOSITION 76 : CARTE DE VULNÉRABILITÉ

Référence : article L211-3 du Code de l'environnement et orientations C5 et C49 du SDAGE

Dans un délai de 5 ans après l'approbation du SAGE, la CLE arrêtera une carte de la vulnérabilité des nappes du SAGE.

Cette carte, établie à l'échelle appropriée, sera largement diffusée pour favoriser la prise en compte de cette vulnérabilité dans les projets d'aménagement du territoire ou d'implantation d'activités potentiellement dangereuses pour les ressources.

Cette cartographie indiquera notamment la vulnérabilité intrinsèque de la ressource et sa sensibilité :

- aux ouvrages individuels peu profonds ;
- aux extractions des matériaux et dragage et à tous les travaux et aménagements réalisés en décaissé ;
- aux activités susceptibles de générer des pollutions.

En croisant les informations cartographiées avec les bassins d'alimentation des grands pôles de production d'eau potable existants ou en projet, il devra être possible d'identifier les secteurs où se justifierait la mise en œuvre des dispositions de l'article L211-3 du Code de l'environnement, et de l'orientation C49 du SDAGE, relatives à la protection des zones stratégiques pour la gestion de l'eau et/ou des aires d'alimentation des captages.

L'élaboration de cette carte est assurée par le secrétariat technique de la CLE.

Le SMEGREG, qui assure la mission de secrétariat technique de la CLE, a sollicité le BRGM pour la réalisation de cette cartographie. Concernant la méthodologie pour aboutir à cette cartographie, il a été convenu que celle-ci ne devait pas être élaborée à partir d'une analyse complexe et inintelligible, mais proposer un outil de cartographie opérationnel, basé sur l'analyse de critères simples et compréhensibles par tous.

A noter que la notion de « nappes profondes » qui peut être utilisée dans ce travail se rapporte à l'intitulé du SAGE. Dans les faits, ces aquifères, bien que majoritairement localisés en profondeur

dans le département de la Gironde, peuvent dans certains secteurs affleurer ou bien se retrouver proches de la surface. Ainsi, dans les paragraphes suivants, la notion de « nappes profondes » se réfère aux ressources concernées par le SAGE et non à la profondeur des aquifères considérés.

Ainsi, une méthodologie, basée sur la géométrie des couches du MOdèle hydrodynamique Nord-Aquitain (MONA) (Saltel et al., 2016), complétée de critères logiques, afin de maximiser le risque de vulnérabilité et la prise en compte des simplifications liées à l'utilisation de données maillées, a été mise en place afin de définir trois cartes de vulnérabilité des nappes profondes de Gironde. Ces trois cartes permettent ainsi de répondre aux différentes typologies d'activité, telles qu'indiquées dans la disposition 76 (forages, extraction de matériaux, activité pouvant générer des pollutions de surface notamment, ...):

- vulnérabilité à l'affleurement, pour les activités de surface potentiellement polluantes, par exemple en cas d'activités industrielles ou agricoles ;
- vulnérabilité à 10 m de profondeur, pour les activités nécessitant une excavation jusqu'à 10 mètres, tels les projets d'aménagement ;
- vulnérabilité à 30 m de profondeur, pour les activités nécessitant une excavation jusqu'à 30 mètres, tels que les forages individuels peu profonds présentant souvent des malfaçons.

Les cartes de vulnérabilité réalisées dans le cadre de ce travail permettent ainsi d'identifier les secteurs à l'affleurement ou sous couverture, pour lesquels les « nappes profondes » de Gironde peuvent être considérées comme plus vulnérables à un risque de contamination par des activités anthropiques. Ces cartes constituent un outil d'orientation et d'aide à la décision, mais ne se substituent pas à une étude hydrogéologique locale.

Ces cartes nous révèlent que les formations géologiques, sièges des « nappes profondes » de Gironde, sont vulnérables à l'affleurement pour près de 20 % du territoire girondin ; pour près de 30 % de ce territoire, si l'on considère la vulnérabilité à 10 m, et de 50 % à 30 m.

Les cartes produites sont accessibles selon les standards de l'interopérabilité (WMS, WFS, ATOM) et publiées sur le SIGES Aquitaine, dans l'*Espace cartographique*. L'article, présentant l'étude et qui renvoie vers les données, se trouve ici : <http://sigesaqi.brgm.fr/Carte-de-vulnerabilite-du-SAGE-Nappes-Profondes.html>.

Sommaire

1. Introduction	7
2. Contexte hydrogéologique synthétique en Gironde.....	9
3. Méthodologie	11
3.1. Vulnérabilité des aquifères : généralités et spécificités de l'étude.....	11
3.1.1. Notions de vulnérabilité	11
3.1.2. Adaptations nécessaires en réponse aux dispositions du SAGE	12
3.2. Critères retenus dans le cadre de l'étude	12
3.3. Présentation de la version 4 du MOdèle Nord-Aquitain.....	13
3.4. Définition des classes de vulnérabilité	18
3.4.1. Classe « Très vulnérables »	18
3.4.2. Classe « Vulnérables ».....	20
3.4.3. Classe « Peu vulnérables ».....	22
3.4.4. Cas spécifique « Excavation à 10 ou 30 mètres »	22
4. Résultats	25
4.1. Carte de vulnérabilité des nappes profondes de Gironde à l'affleurement.....	26
4.2. Carte de vulnérabilité des nappes profondes de Gironde à 10 m de profondeur	28
4.3. Carte de vulnérabilité des nappes profondes de Gironde à 30 m de profondeur	30
4.4. Accès aux données	31
4.4.1. SIGES.....	31
4.4.2. La carte de vulnérabilité : un outil réglementaire.....	31
5. Conclusion.....	33
6. Bibliographie	35

Liste des illustrations

Illustration 1 - Carte hydrogéologique simplifiée de la Gironde (fond BD-LISA version 1, échelle de réalisation au 1/50 000 ^{ème} , coordonnées exprimées en Lambert 93) (Wuilleumier et al., 2019) - Position de la coupe de l'illustration 2.....	9
Illustration 2 - Coupe verticale hydrogéologique à travers la Gironde (Saltel et al., 2019)	10
Illustration 3 - Extension du Langhien-Serravallien	14
Illustration 4 - Extension de l'Aquitanién.....	15
Illustration 5 - Extension de l'Oligocène	15
Illustration 6 - Extension de l'Eocène supérieur	16
Illustration 7 - Extension de l'Eocène moyen	16
Illustration 8 - Extension de l'Eocène inférieur	17
Illustration 9 - Extension du Campanien.....	17
Illustration 10 - Notion de tolérance, pour l'élaboration de la carte de vulnérabilité à l'affleurement.....	20
Illustration 11 - Notion de tampon pour l'élaboration de la carte de vulnérabilité à l'affleurement.....	21
Illustration 12 - Notion de traverse pour l'élaboration de la carte de vulnérabilité à 30 m	23
Illustration 13 - Carte de vulnérabilité des nappes profondes de Gironde à l'affleurement	26
Illustration 14 - Carte de vulnérabilité des nappes profondes de Gironde à 10 m de profondeur.....	28
Illustration 15 - Carte de vulnérabilité des nappes profondes de Gironde à 30 m de profondeur.....	30

Liste des tableaux

Tableau 1 - Ordre stratigraphique des couches du MONA-v4	13
Tableau 2 - Répartition des classes de vulnérabilité pour la carte à l'affleurement.....	27
Tableau 3 - Répartition des classes de vulnérabilité pour la carte à 10 m de profondeur.....	29
Tableau 4 - Répartition des classes de vulnérabilité pour la carte à 30 m de profondeur.....	31

Liste des annexes

Annexe 1 - Cartes de tolérance et de tampon	37
---	----

1. Introduction

Le SAGE « Nappes Profondes de Gironde », dont la version révisée a été approuvée le 18 juin 2013 par arrêté préfectoral, a pour objectifs d'atteindre, puis d'assurer, un état des nappes souterraines permettant la coexistence normale des usages et le bon fonctionnement quantitatif et qualitatif de la ressource souterraine et des cours d'eau qu'elles alimentent.

Pour répondre à ces objectifs, différentes dispositions sont inscrites dans le Plan d'Aménagement et de Gestion Durable (PAGD) de la ressource, approuvé par la Commission Locale de l'Eau (CLE). Une des dispositions, disposition 76, prévoit la réalisation d'une carte de vulnérabilité des nappes du SAGE (détaillée ci-dessous).

DISPOSITION 76 : CARTE DE VULNÉRABILITÉ

Référence : article L211-3 du Code de l'environnement et orientations C5 et C49 du SDAGE

Dans un délai de 5 ans après l'approbation du SAGE, la CLE arrêtera une carte de la vulnérabilité des nappes du SAGE.

Cette carte, établie à l'échelle appropriée, sera largement diffusée pour favoriser la prise en compte de cette vulnérabilité dans les projets d'aménagement du territoire ou d'implantation d'activités potentiellement dangereuses pour les ressources.

Cette cartographie indiquera notamment la vulnérabilité intrinsèque de la ressource et sa sensibilité :

- aux ouvrages individuels peu profonds ;
- aux extractions des matériaux et dragage et à tous les travaux et aménagements réalisés en décaissé ;
- aux activités susceptibles de générer des pollutions.

En croisant les informations cartographiées avec les bassins d'alimentation des grands pôles de production d'eau potable existants ou en projet, il devra être possible d'identifier les secteurs où se justifierait la mise en œuvre des dispositions de l'article L211-3 du Code de l'environnement, et de l'orientation C49 du SDAGE, relatives à la protection des zones stratégiques pour la gestion de l'eau et/ou des aires d'alimentation des captages.

L'élaboration de cette carte est assurée par le secrétariat technique de la CLE.

Le SMEGREG (Syndicat Mixte d'Études et de Gestion de la Ressource en Eau du département de la Gironde), qui assure la mission de secrétariat technique de la CLE, a sollicité le BRGM pour la réalisation de cette cartographie. Il a été arrêté que l'objectif de travail n'était pas de proposer une cartographie réalisée à partir de critères complexes et inintelligibles, mais bien un outil cartographique opérationnel, généré à partir de critères simples et factuels.

Dans cette optique, une méthode simplifiée décrite dans le chapitre 3 a été mise en œuvre. Les trois cartes de vulnérabilité réalisées sont présentées dans le chapitre 4. Au préalable, le contexte hydrogéologique est présenté de manière synthétique dans le chapitre 2.

2. Contexte hydrogéologique synthétique en Gironde

En Gironde, les grands ensembles aquifères correspondent à des formations sédimentaires, généralement des sables, grès et calcaires, se superposant et séparés par des alternances de marnes et argiles, conduisant à un ensemble multicouche (Illustration 1 et illustration 2). L'ensemble montre un plongement progressif des aquifères les plus anciens vers l'océan atlantique. Au sens du SAGE, les « nappes profondes » de Gironde ne concernent que les aquifères du Miocène, de l'Oligocène, de l'Eocène et du Crétacé supérieur.

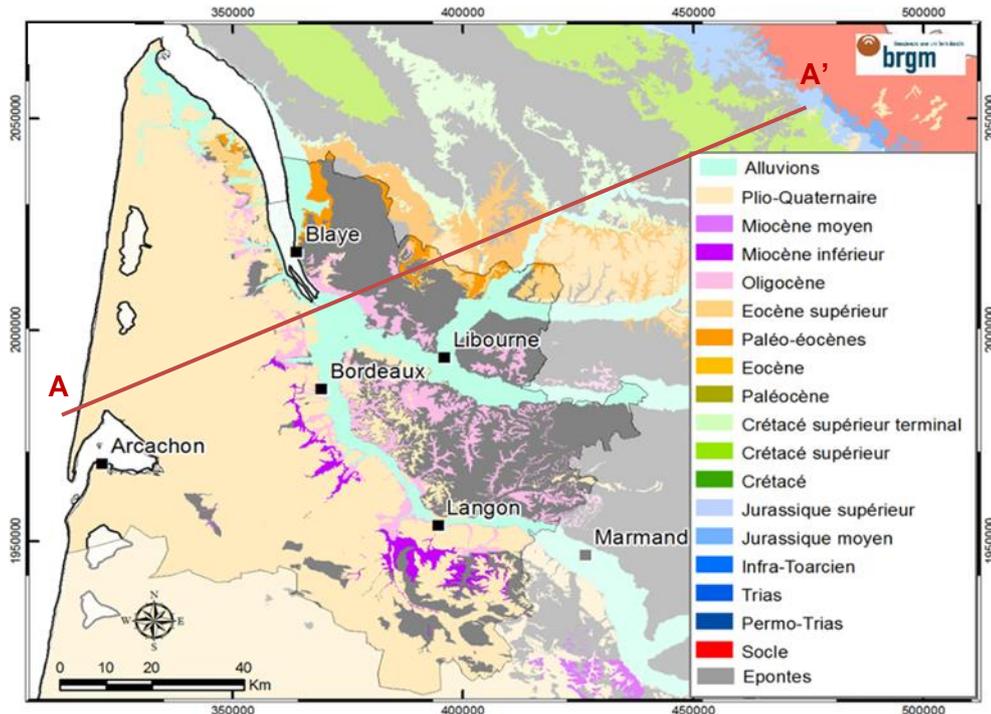


Illustration 1 - Carte hydrogéologique simplifiée de la Gironde (fond BD-LISA version 1, échelle de réalisation au 1/50 000^{ème}, coordonnées exprimées en Lambert 93) (Wuilleumier et al., 2019) - Position de la coupe de l'illustration 2

Cette architecture offre une protection naturelle relative des aquifères profonds vis-à-vis des pollutions de surface. En effet, ces aquifères se retrouvent soit à grande profondeur, soit sont surmontés par une éponte ou un aquifère superficiel épais, limitant ainsi les flux descendants directs rapides depuis la surface. Schématiquement, deux secteurs, où les nappes profondes sont relativement bien protégées en Gironde, se dégagent :

- le triangle landais, entre les rives gauches de la Gironde et de la Garonne et l'océan atlantique. En dehors des zones affleurantes ou sub-affleurantes à la faveur de l'incision par les principaux cours d'eau ou par la remontée des couches liées à des structures particulières, les réservoirs sont présents sous des formations plio-quaternaires épaisses, généralement séparées par une éponte, qui limite les échanges verticaux ;
- en rive droite de la Dordogne et de la Garonne. S'ils se trouvent à l'affleurement au nord, les réservoirs éocènes se retrouvent, vers le sud et l'ouest, surmontés par les épaisses molasses oligo-éocènes, dont la faible perméabilité globale leur confère une bonne protection.

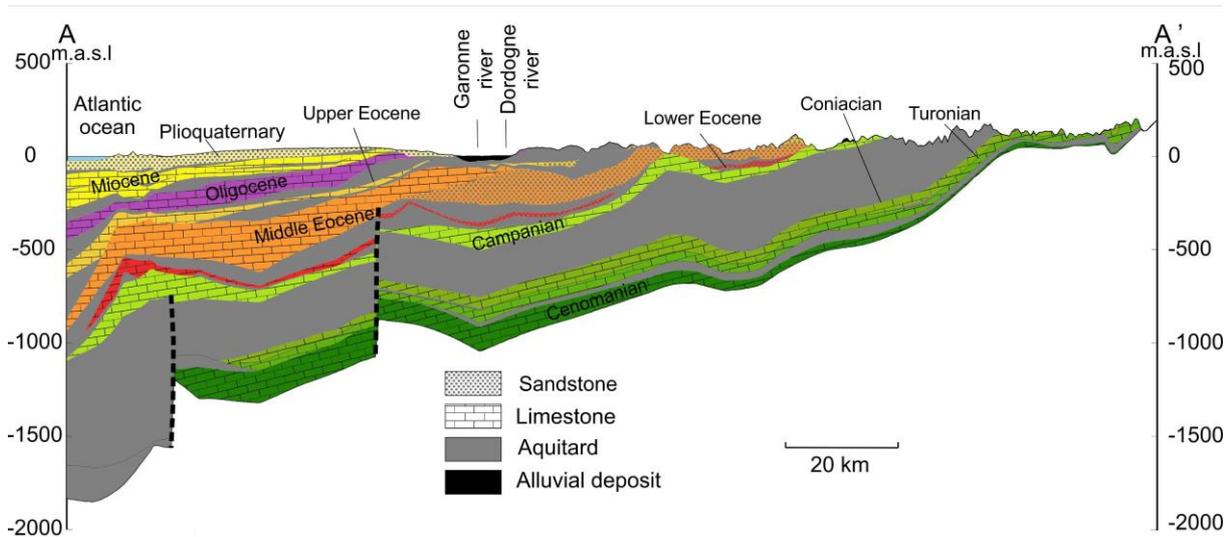


Illustration 2 - Coupe verticale hydrogéologique à travers la Gironde (Saltel et al., 2019)

Dans les autres secteurs du département de la Gironde, les « nappes profondes » se retrouvent soit à l’affleurement, soit surmontées d’alluvions ou d’épentes peu épaisses (cf. Illustration 1). Ces secteurs peuvent être synthétisés comme suit :

- dans la vallée de la Leyre, au sud du Bassin d’Arcachon, des entailles importantes font affleurer les dépôts du Langhien-Serravallien ;
- en rive gauche de la Garonne et de la Gironde, le Miocène, l’Oligocène et l’Éocène sont mis à l’affleurement notamment dans les vallées des différents affluents. Pour l’Oligocène, l’aquifère se retrouve également directement sous les alluvions quaternaires de la Garonne ;
- au sud-ouest du département, la structure anticlinale de Villagrains-Landiras fait remonter le Crétacé. Elle porte alors à l’affleurement le Campanien, qui apparaît très localement dans les vallées du Tursan et du Gât-Mort ;
- en rive droite de la Dordogne et de la Gironde, les aquifères oligocènes et éocènes sont proches de la surface ;
- dans l’Entre-Deux-Mers, les plateaux calcaires de l’Oligocène sont portés à l’affleurement.

Des informations supplémentaires sur les extensions et les modalités de fonctionnement de ces nappes peuvent être consultées dans les rapports relatifs aux travaux menés dans les projets GN33¹ (Wuilleumier et al., 2019) et AZENA² (Cabaret, 2015).

Des cartes de profondeur et de recouvrement des nappes profondes de Gironde sont présentées dans le chapitre 3.3.

¹ Gestion des Nappes de Gironde

² Atlas des Zones à Enjeux Aval (du SAGE « Nappes Profondes de Gironde »)

3. Méthodologie

3.1. Vulnérabilité des aquifères : généralités et spécificités de l'étude

3.1.1. Notions de vulnérabilité

La notion de vulnérabilité repose sur l'idée que le milieu physique, en relation avec la nappe d'eau souterraine, procure un degré plus ou moins élevé de protection vis-à-vis des pollutions, suivant les caractéristiques de ce milieu. La vulnérabilité d'un aquifère est liée à la possibilité de transferts verticaux, notamment de fluides, à travers une zone non saturée, pour rejoindre une zone saturée en eau (nappe). Dans la littérature, on distingue deux types de vulnérabilité (Schnebelen et al., 2002) :

- la vulnérabilité intrinsèque est le terme utilisé pour représenter les caractéristiques du milieu naturel qui déterminent la sensibilité des eaux souterraines à la pollution par les activités humaines ;
- la vulnérabilité spécifique est le terme utilisé pour définir la vulnérabilité d'une eau souterraine à un polluant particulier ou à un groupe de polluants. Elle prend en compte les propriétés des polluants et leurs relations avec les divers composants de la vulnérabilité intrinsèque.

La distinction des deux types de vulnérabilité est nécessaire car, d'une façon générale, elles ne se placent pas sur la même échelle d'investigation : la vulnérabilité intrinsèque peut être considérée comme invariante dans le temps, alors que la vulnérabilité spécifique (directement liée aux polluants éventuels) est évolutive.

Dans le cadre du présent travail de cartographie de la vulnérabilité, la nature du polluant n'entre pas en jeu, c'est donc la vulnérabilité intrinsèque qui doit être caractérisée. En général, la vulnérabilité d'une nappe dépendra donc de l'association des conditions hydrogéologiques naturelles, qui gouvernent l'existence du réservoir, et des phénomènes hydrodynamiques qui s'y développent. En d'autres termes, elle dépendra de son type (libre ou captive) et du mode de circulation de l'eau dans l'aquifère, mais aussi des perméabilités du sol et du sous-sol, qui jouent un rôle important dans la transmission des flux, ou encore de la forme et l'agencement des bassins versants de surface, ainsi que la distance d'un point par rapport à un axe drainant de surface.

Dans la littérature, il existe plusieurs méthodes basées sur le croisement de données spatiales pour caractériser la vulnérabilité des aquifères. Toutes nécessitent la prise en compte de différents critères et des pondérations variables. Parmi les plus connues, on peut citer les méthodes multicritères DRASTIC (Aller et al., 1987), SINTACS, ou encore EPIK ou RISKE, plus adaptées aux milieux karstiques.

La plus connue, DRASTIC, mise au point par l'EPA (Environmental Protection Agency) aux Etats Unis (Aller et al., 1987), permet d'évaluer la vulnérabilité selon les sept critères suivants :

- D : Depth to groundwater (distance à la nappe, épaisseur de la zone non saturée) ;
- R : Recharge (recharge) ;
- A : Aquifer media (nature de la zone saturée) ;
- S : Soil media (nature du sol) ;
- T : Topography (topographie, pente en %) ;
- I : Impact of the vadose zone (nature de la zone non saturée) ;
- C : Conductivity (perméabilité de l'aquifère).

Dans un premier temps, alors qu'envisagée dans le cadre de cette étude, l'application d'une analyse multicritère classique (profondeur de l'aquifère, épaisseur d'éponte au-dessus de l'aquifère, piézométrie de la nappe, lithologie de la nappe, pédologie (nature du sol) selon les données INRA InfoSol datant de 2015) a rapidement été écartée du fait de la spécificité du travail demandé.

La disposition 76 du Plan d'Aménagement et de Gestion Durable du SAGE « Nappes Profondes de Gironde » stipule que la vulnérabilité doit être évaluée au regard de « projets d'aménagements du territoire ou d'implantation d'activités potentiellement dangereuses pour les ressources en eau ». Ainsi, la notion de vulnérabilité définie ici n'est pas seulement liée au transit de l'eau dans le milieu naturel pour rejoindre la nappe, mais elle est aussi liée à une modification du milieu par des activités anthropiques. La disposition 76 implique d'adapter la notion de vulnérabilité, communément retenue, et de préciser à quelles « pressions » peuvent être soumises ces nappes, afin d'élaborer une cartographie adaptée.

3.1.2. Adaptations nécessaires en réponse aux dispositions du SAGE

Pour adapter la notion de vulnérabilité aux prescriptions de la disposition 76 du SAGE, trois types d'activités, susceptibles de dégrader la qualité des eaux souterraines, sont à considérer :

1. les activités à même de générer des pollutions en surface : notamment les activités agricoles ou industrielles utilisant des substances susceptibles de polluer les eaux.
⇒ **Pour répondre à ce premier item, il convient donc d'établir une cartographie de la vulnérabilité des nappes, liée à l'implantation d'une activité en surface : cette hypothèse d'anthropisation de la surface, quand elle conduit à une imperméabilisation, suppose que l'on ne tienne pas compte du pouvoir protecteur du sol.**
2. les extractions des matériaux et dragages et, plus globalement tous les travaux et aménagements réalisés en décaissé. Ces décaissés peuvent atteindre une dizaine de mètres et donc faciliter l'accès à des nappes généralement protégées.
⇒ **Il convient donc ici d'établir une cartographie de la vulnérabilité des nappes, liée à une activité nécessitant une excavation jusqu'à 10 mètres ; cette hypothèse implique de ne pas prendre en compte le pouvoir protecteur du sol et des 10 premiers mètres du milieu souterrain.**
3. les ouvrages individuels peu profonds, et en particulier les puits ou forages domestiques, agricoles, voire liés à des ICPE d'une profondeur fixée arbitrairement à une trentaine de mètres. Ces ouvrages présentent fréquemment des malfaçons, avec des risques de mauvaise étanchéité pouvant faciliter les écoulements le long du tubage et mettre en contact différentes nappes notamment.
⇒ **Il convient donc d'établir une cartographie de la vulnérabilité des nappes liée à une activité nécessitant une excavation jusqu'à 30 mètres ; cette hypothèse implique de ne pas prendre en compte le pouvoir protecteur du sol et des 30 premiers mètres du milieu souterrain.**

Ces profondeurs ont été considérées "à dire d'expert" et validées par un comité de pilotage.

3.2. Critères retenus dans le cadre de l'étude

L'objectif final étant de disposer d'une cartographie opérationnelle et intelligible, afin d'identifier les nappes susceptibles d'être impactées par les projets d'aménagement, il est finalement apparu

important de ne pas multiplier le nombre de critères. La cartographie doit ainsi permettre d'évaluer de manière simple et rapide les zones qui, en fonction du projet envisagé, sont à risque ou non. De ce fait, la cartographie ne peut pas se substituer à une étude plus précise qui devra prendre en compte la vulnérabilité intrinsèque de la nappe, la localisation et la typologie précise du projet, ainsi que la nature des polluants potentiels.

L'objectif est ici d'identifier les zones à enjeux et surtout d'identifier les secteurs peu vulnérables. Pour ce faire, seuls deux critères seront considérés (cf. chapitre 4) :

- la position du toit des aquifères,
- l'épaisseur des épontes.

Ces critères sont accessibles au travers du MOdèle hydrodynamique Nord-Aquitain (ou MONA) présenté dans le chapitre ci-dessous.

3.3. Présentation de la version 4 du MOdèle Nord-Aquitain

Le MOdèle Nord-Aquitain (MONA) fournit une géométrie simplifiée des formations du Bassin aquitain dans le secteur, en distinguant les grandes formations aquifères et les principales formations imperméables qui les séparent. La configuration actuelle du modèle géologique du MONA-v4 comporte 15 couches aquifères, 14 épontes et une couche de recouvrement quaternaire, dans une grille au pas de 500 mètres (Tableau 1).

Formation	N° de couche	Codification	Nombre de mailles	Superficie en km ²
		MONA		
Formations de recouvrement et alluvions flandriennes	1	RECO	8 451	2 113
Aquifère du Plio-Quaternaire	2	QUAT	66 821	16 705
Éponte au sommet du Langhien-Serravallien	3	EPLS	49 862	12 466
Aquifère du Langhien-Serravallien	4	LASE	39 857	9 964
Éponte au sommet de l'Aquitainien	5	EPAQ	59 732	14 933
Aquifère de l'Aquitainien	6	AQUI	51 643	12 911
Éponte Chattien-Miocène	7	EPCM	100 683	25 171
Aquifère de l'Oligocène	8	OLNP	58 673	14 668
Éponte à la base de l'Oligocène	9	EPOL	93 847	23 462
Aquifère de l'Éocène supérieur	10	EOCS	38 156	9 539
Éponte à la base de l'Éocène supérieur	11	EPES	88 724	22 181
Aquifère de l'Éocène moyen	12	EOCM	79 163	19 791
Éponte à la base de l'Éocène moyen	13	EPEO	81 167	20 292
Aquifère de l'Éocène inférieur	14	EOCI	62 964	15 741
Éponte au sommet du Campanien	15	EPCA	93 016	23 254
Aquifère du Campanien	16	CAMP	69 592	17 398
Éponte au sommet du Coniacien Santonien	17	EPCS	95 941	23 985
Aquifère du Coniacien-Santonien	18	COST	96 370	24 093
Éponte au sommet du Turonien	19	EPTU	71 417	17 854
Aquifère du Turonien	20	TURO	102 018	25 505
Éponte au sommet du Cénomaniens	21	EPCE	108 764	27 191
Aquifère du Cénomaniens	22	CENO	86 186	21 547
Éponte au sommet du Tithonien	23	EPTI	58 380	14 595
Aquifère du Tithonien	24	TITH	37 483	9 371
Éponte au sommet du Kimméridgien	25	EPKI	123 820	30 955
Aquifère du Kimméridgien	26	KIMM	54 756	13 689
Éponte au sommet du Bathonien-Calovo-Oxfordien	27	EPCX	118 402	29 601
Aquifère du Bathonien-Calovo-Oxfordien	28	BACX	149 946	37 487
Éponte au sommet du Bajocien	29	EPBJ	134 177	33 544
Réservoir du Bajocien	30	BAJO	102 824	25 706

Tableau 1 - Ordre stratigraphique des couches du MONA-v4

Des travaux de calage hydrodynamique sont actuellement en cours, pour cette version du modèle géologique, pour simuler les écoulements dans les aquifères du Bassin aquitain (Buscarlet et al., 2019). Une fois calée, cette version 4 se substituera à la version 3.3 du modèle, qui reste l'outil actuel d'aide à la décision.

La géométrie du MONA est interrogeable sous forme de log ou de coupe hydrogéologique depuis le SIGES Aquitaine : <http://sigesaqi.brgm.fr/Comment-interroger-le-MONA.html>.

Description des aquifères du SAGE Nappes Profondes

Le SAGE « Nappes Profondes de Gironde » ne concerne que les nappes correspondant aux formations du Miocène, de l'Oligocène, de l'Eocène et du Crétacé supérieur.

Dans le cadre de l'étude et selon la méthodologie détaillée dans le chapitre 4, à la profondeur maximale recherchée (30 m de profondeur + 10 m de tampon), la formation la plus profonde rencontrée dans le territoire girondin est l'aquifère du Campanien (Crétacé supérieur - anticlinal de Villagrains-Landiras).

À noter également que l'aquifère du Plio-Quaternaire n'est pas concerné par le SAGE « Nappes profondes ». Toutefois, la présence de la formation plio-quaternaire à l'affleurement sera prise en compte de façon spécifique dans le cadre de la méthodologie de l'étude (cf. chapitre 4).

Il est proposé ici de présenter chacun des réservoirs, suivis dans le cadre de l'étude et du SAGE « Nappes Profondes », en décrivant leur extension, leur profondeur et leur recouvrement, d'après la géométrie du MONA, éléments nécessaires à la caractérisation de leur vulnérabilité.

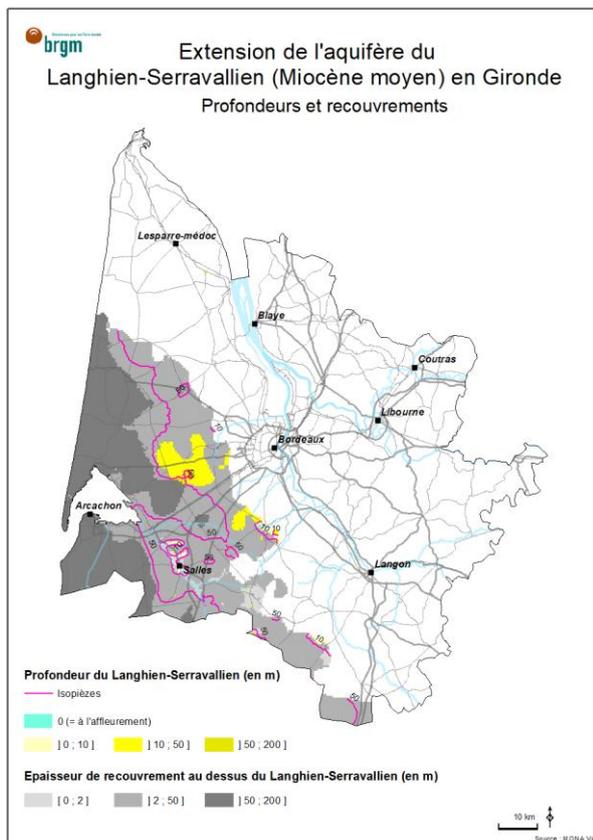


Illustration 3 - Extension du Langhien-Serravallien

Le Langhien-Serravallien (Miocène moyen) a une zone d'extension restreinte, correspondant au sud-ouest du département. Il se retrouve principalement sous recouvrement plio-quaternaire, duquel il est généralement séparé par une éponte de plus de 2 m.

Les quelques zones d'affleurement de cette formation sont localisées au niveau de la vallée de la Leyre et des affluents de la Garonne. Les zones sans formation semi-perméable, qui la sépare de l'aquifère du Plio-Quaternaire sus-jacent, sont principalement localisées près de Saint-Jean-d'Illac, à équidistance entre Arcachon et Bordeaux, où le Langhien Serravallien est rencontré à moins de 50 m de profondeur.

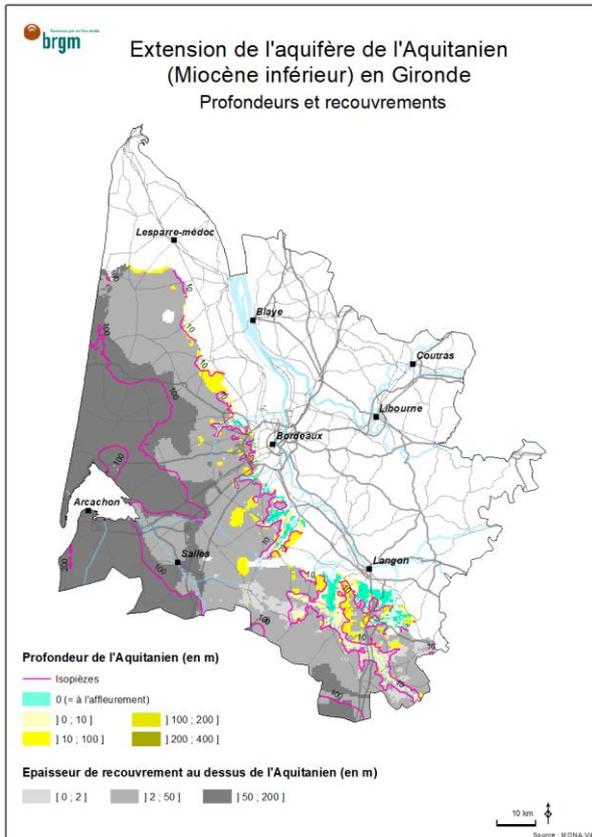


Illustration 4 - Extension de l'Aquitanien

L'aquifère de l'Aquitanien (Miocène inférieur) se retrouve à l'ouest et au sud du département et circonscrit à la rive gauche de la Garonne.

Les secteurs d'affleurement se localisent le long des affluents de la Garonne. Un peu plus à l'ouest de ces affleurements, à faible profondeur, des secteurs sous recouvrements plio-quadernaires sont directement en contact avec cet aquifère sus-jacent.

Plus à l'ouest, l'aquifère plonge et se retrouve séparé des aquifères sus-jacents par une épente relativement épaisse.

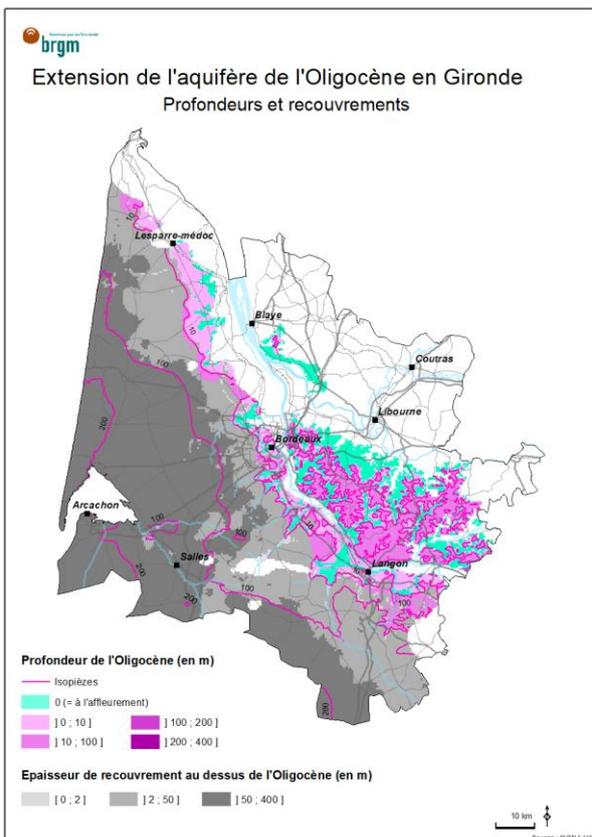


Illustration 5 - Extension de l'Oligocène

L'aquifère de l'Oligocène s'étend sur l'ensemble du triangle landais, sur les plateaux de l'Entre-Deux-Mers, ainsi qu'en rive droite de la Dordogne où il est principalement à l'affleurement.

À l'instar des aquifères du Miocène, les principaux affleurements de l'aquifère oligocène se situent en rive gauche de la Garonne et de la Gironde. Egalement présent dans l'Entre-Deux-Mers, il est par endroits recouvert de molasses, qui offrent une faible protection du fait de leur morcellement (la nappe est considérée libre dans l'ensemble de ce secteur). Il se retrouve enfin parfois en contact direct avec les alluvions de la Garonne, notamment au niveau de Langon.

Vers l'ouest, l'Oligocène est surmonté des aquifères sus-jacents desquels il est séparé par un ensemble multicouche épais.

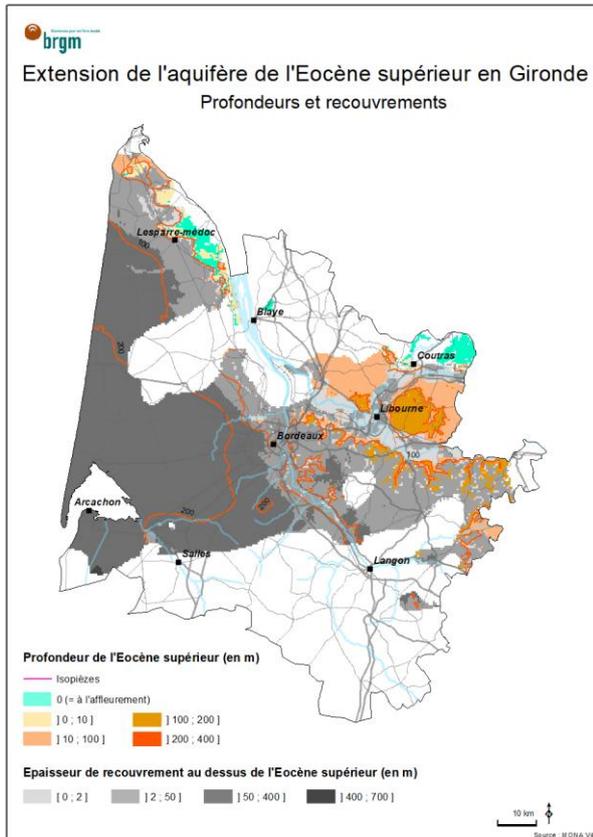


Illustration 6 - Extension de l'Éocène supérieur

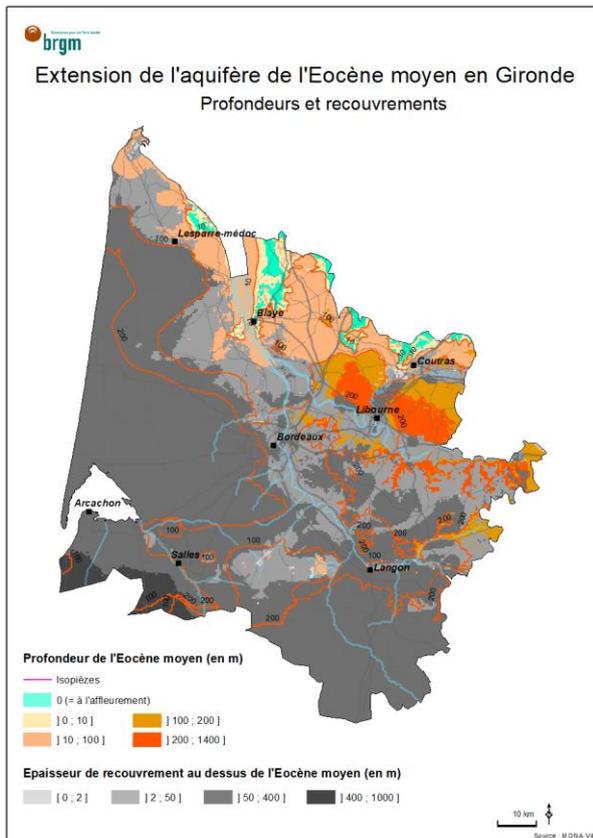


Illustration 7 - Extension de l'Éocène moyen

Les surfaces affleurantes de l'aquifère de l'Éocène supérieur se situent dans le nord du département. Il peut également être proche de la surface à proximité de ces zones d'affleurement. Ces secteurs constituent donc les zones les plus vulnérables.

Le plongement vers le sud-ouest et/ou sa séparation avec les aquifères sus-jacents, via des épontes épaisses, lui confèrent une bonne protection vis-à-vis des intrants de surface.

L'aquifère de l'Éocène moyen se retrouve davantage à l'affleurement que l'aquifère précédent, mais seulement dans le nord du département.

Cet aquifère plonge rapidement vers le centre du Bassin aquitain, se retrouve rapidement à des profondeurs importantes où il est protégé par des épontes sus-jacentes épaisses.

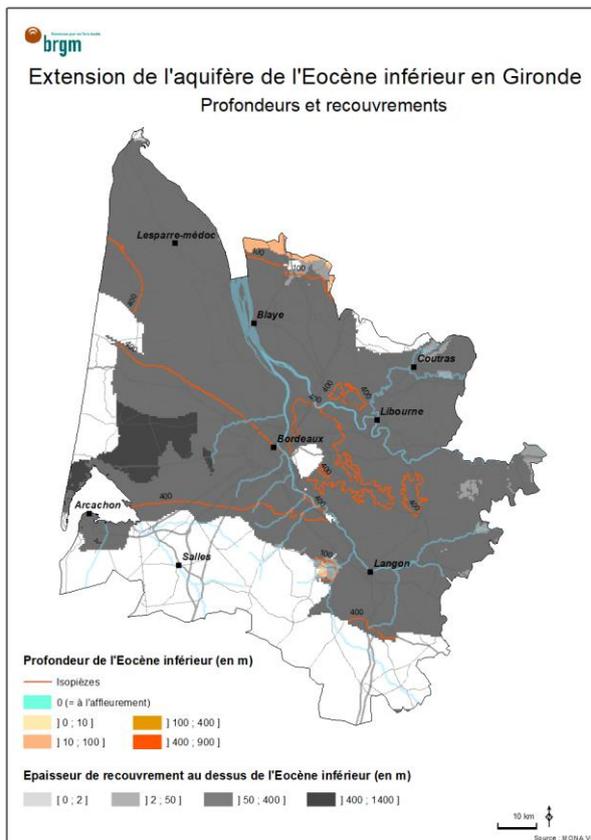


Illustration 8 - Extension de l'Eocène inférieur

L'aquifère de l'Éocène inférieur n'est pas porté à l'affleurement en Gironde. Il est toutefois proche de la surface dans les vallées du Tursan et du Gât-Mort, à la faveur de la structure anticlinale de Villagrains-Landiras, où l'Eocène inférieur se retrouve à moins de 10 m de profondeur.

Dans le nord du département l'aquifère se retrouve entre 10 m et 100 m de profondeur sans recouvrement.

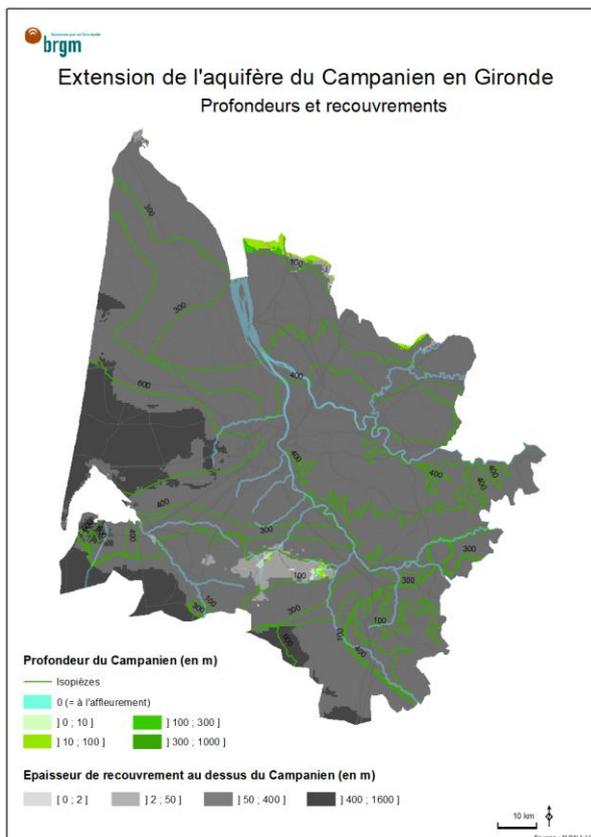


Illustration 9 - Extension du Campanien

L'aquifère du Campanien est globalement protégé de la surface, du fait de son importante profondeur.

Il se retrouve cependant à moins de 10 m de la surface, dans les vallées du Tursan et du Gât-Mort, et localement à l'affleurement à la faveur de la structure anticlinale de Villagrains-Landiras.

3.4. Définition des classes de vulnérabilité

Dans le cadre de ce travail et comme indiqué au chapitre 3.1.2, trois cartographies de vulnérabilité en fonction des profondeurs ont été réalisées : vulnérabilité à l'affleurement, déduite des zones d'affleurement et décrites au précédent chapitre 3.3 ; vulnérabilité à 10 m et vulnérabilité à 30 m, afin de traduire les notions définies dans la disposition 76 du SAGE (à 10 m de profondeur, pour les extractions de matériaux et aménagements en général amenant à un décaissement, et à 30 m pour les forages peu profonds).

Pour chacune des cartes, trois classes ont été définies pour caractériser la vulnérabilité des nappes profondes : une première « Très vulnérables », une deuxième « Vulnérables » et une troisième « Peu vulnérables ». Pour ce faire, un travail d'analyse en fonction de différents critères a été réalisé à partir de la géométrie des couches du MONA.

Le MONA (cf. chapitre 3.3) intègre la géométrie des 30 couches hydrogéologiques (réservoirs et éponges) du Bassin nord-aquitain, dans un maillage carré de 500 m de côté, distinguant les altitudes des toits et murs des couches modélisées. Au sein de chaque maille, des critères logiques ont été mis en place, afin de définir des classes de vulnérabilité et pour « maximiser » la notion de vulnérabilité. Cette « maximisation », retenue par principe de précaution, est nécessaire car elle permet de pallier l'incertitude liée aux valeurs moyennées d'altitude des toits et murs des différentes couches, intégrées dans chaque maille de 500 mètres du MONA. Les critères logiques sont obtenus en comparant, pour chaque maille du modèle, les cotes altimétriques (en m NGF) du sol et des toits des différents aquifères intégrés au MONA. À partir de ces valeurs, des épaisseurs et profondeurs sont déduites, et permettent ainsi d'évaluer la position de chacun des aquifères et éponges au droit du sol.

À noter que les cartes proposées indiquent seulement si des nappes profondes sont considérées vulnérables, sans désigner nominativement l'aquifère profond concerné. Ceci afin de rendre plus lisibles les cartes et évaluer rapidement si des nappes profondes sont considérées vulnérables (et à quel degré) en fonction des profondeurs retenues (affleurement, 10 m et 30 m). Toutefois, en annexe 1, des cartes détaillées sont proposées afin d'identifier plus explicitement quelles nappes du SAGE sont vulnérables, en fonction des profondeurs considérées.

3.4.1. Classe « Très vulnérables »

Les aquifères du SAGE sont considérés comme « très vulnérables », s'ils sont rencontrés directement aux profondeurs cibles (0 m, 10 m ou 30 m). A cette vulnérabilité "directe", vient s'ajouter une notion de tolérance.

Cette tolérance doit permettre de prendre en compte, au maximum, les écarts entre la présence ou l'absence d'une formation dans la réalité et dans le modèle. En effet, les positions des toits et murs des formations sont interpolées et moyennées dans le modèle : des incertitudes sont liées, entre autre, à la position exacte des toits et murs des formations dans les forages connus, et à la méthode d'interpolation retenue. Les positions peuvent ainsi légèrement varier de la réalité.

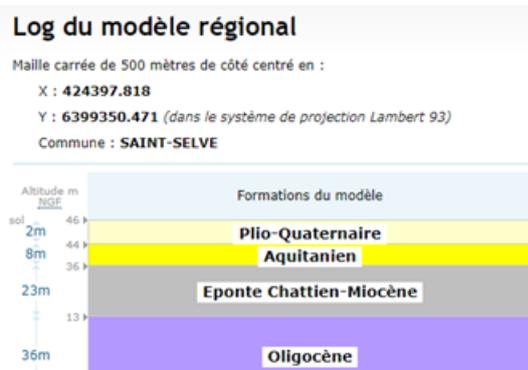
Le critère de tolérance a été fixé, à dire d'expert, à 2 m. Des tests ont été effectués pour évaluer l'écart entre une tolérance d'1 m et 2 m. Ce deuxième critère permet d'intégrer, selon la profondeur considérée, entre 5 et 15 % de mailles en plus. Le critère plus pessimiste de 2 m a été retenu.

D'autre part, ce critère permet d'intégrer le fait qu'un recouvrement de seulement 2 m de Plio-Quaternaire et/ou d'éponges ne suffisent pas à protéger efficacement le réservoir sous-jacent.

En d'autres termes, sera considéré comme très vulnérable :

- pour l'évaluation de la vulnérabilité à 0 m, tout aquifère dont le toit est identifié entre 0 (à l'affleurement) et 2 m de profondeur ;
- pour l'évaluation de la vulnérabilité à 10 m, tout aquifère dont le toit est identifié entre 0³ et 12 m de profondeur ;
- pour l'évaluation de la vulnérabilité à 30 m, tout aquifère dont le toit est identifié entre 0³ et 32 m de profondeur.

Quelques exemples permettent d'illustrer cette notion de tolérance (Illustration 10) :



À l'affleurement, le réservoir rencontré est le Plio-Quaternaire. Le critère de tolérance indique que, dans les deux mètres sous la surface, l'Aquitanien est présent.

La maille apparaîtra en « Très vulnérable ».



À l'affleurement, le réservoir rencontré est le Plio-Quaternaire. Le critère de tolérance indique que, dans les deux mètres sous la surface, le Plio-Quaternaire est toujours présent.

La maille n'apparaîtra pas en « Très vulnérable », aucune nappe du SAGE « Nappes Profondes » n'étant présente dans cet intervalle.

³ cf. 3.4.4 Cas spécifique « Excavation à 10 ou 30 mètres »

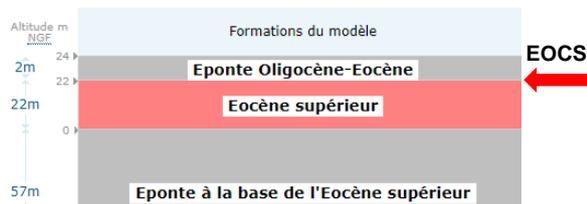
Log du modèle régional

Maille carrée de 500 mètres de côté centré en :

X : 397033.613

Y : 6473506.241 (dans le système de projection Lambert 93)

Commune : SAINT-GERMAIN-D'ESTEUIL



À l’affleurement, une éponte est rencontrée. En revanche, le critère de tolérance indique que, dans les deux mètres sous celle-ci, le réservoir de l’Eocène supérieur est présent.

La maille apparaîtra en « Très vulnérable ».

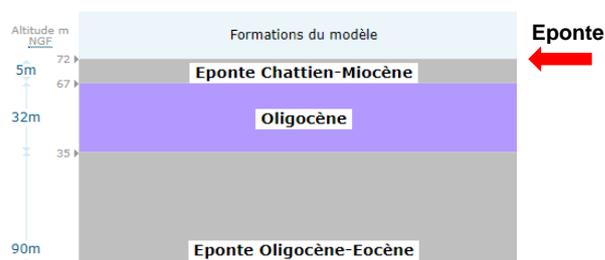
Log du modèle régional

Maille carrée de 500 mètres de côté centré en :

X : 423567.476

Y : 6419837.671 (dans le système de projection Lambert 93)

Commune : BOULIAC



À l’affleurement, l’éponte Chattien-Miocène est rencontrée. Le critère de tolérance indique que, dans les deux mètres sous la surface, l’éponte est toujours présente.

La maille n’apparaîtra pas en « Très vulnérable », aucune nappe du SAGE « Nappes Profondes » n’étant présente dans cet intervalle.

Illustration 10 - Notion de tolérance, pour l’élaboration de la carte de vulnérabilité à l’affleurement

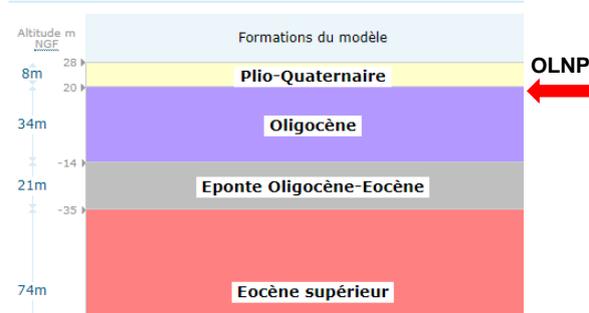
3.4.2. Classe « Vulnérables »

La deuxième classe dite « Vulnérables », selon une profondeur de 0 m, 10 m ou 30 m, introduit la notion de tampon.

Une maille sera considérée comme « vulnérable », si elle n’est pas « très vulnérable », si l’épaisseur de recouvrement d’une nappe du SAGE est inférieure ou égale à 10 m et qu’il n’y a pas plus de 2 m d’épentes. Cette classe permet essentiellement de rechercher une nappe profonde du SAGE, sous le Plio-Quaternaire. Quelques exemples permettent d’illustrer cette notion de tampon (Illustration 11).

Log du modèle régional

Maille carrée de 500 mètres de côté centré en :
 X : 393970.906
 Y : 6465538.650 (dans le système de projection Lambert 93)
 Commune : SAINT-GERMAIN-D'ESTEUIL

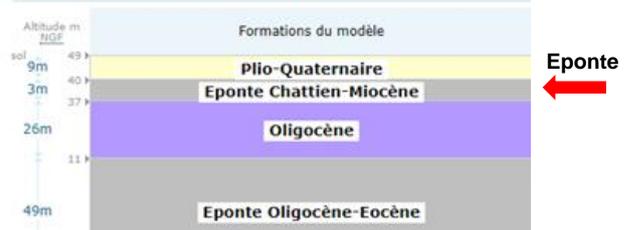


À l'affleurement, le réservoir rencontré est le Plio-Quaternaire. Le critère de tolérance indique que, dans les deux mètres sous la surface, le Plio-Quaternaire est toujours présent. Le critère de tampon permet en revanche de rencontrer le réservoir de l'Oligocène dans les 10 m.

La maille apparaîtra en « Vulnérable ».

Log du modèle régional

Maille carrée de 500 mètres de côté centré en :
 X : 446276.333
 Y : 6387181.826 (dans le système de projection Lambert 93)
 Commune : SAINT-PARDON-DE-CONQUES

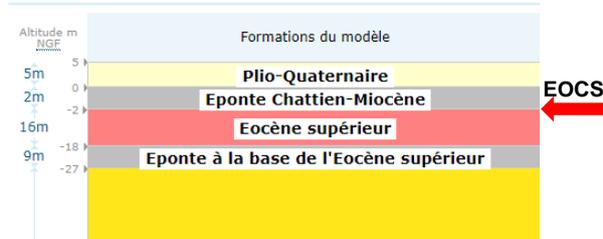


À l'affleurement, et avec le critère de tolérance, le réservoir rencontré est le Plio-Quaternaire. Le critère de tampon nous positionne à l'éponte Chattien-Miocène.

La maille n'apparaîtra pas en « Vulnérable », mais en « Peu vulnérable ».

Log du modèle régional

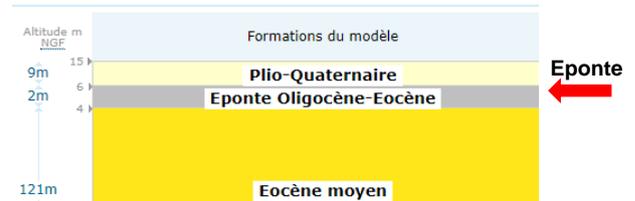
Maille carrée de 500 mètres de côté centré en :
 X : 384680.965
 Y : 6490092.592 (dans le système de projection Lambert 93)
 Commune : SAINT-VIVIEN-DE-MEDOC



À l'affleurement, le réservoir rencontré est le Plio-Quaternaire. Dans les 10 m sous l'affleurement, l'Éocène supérieur est rencontré. La présence de seulement 2 mètres d'éponte, séparant l'Éocène supérieur du Plio-Quaternaire, impose de considérer cette maille comme « Vulnérable ».

Log du modèle régional

Maille carrée de 500 mètres de côté centré en :
 X : 395117.513
 Y : 6483512.822 (dans le système de projection Lambert 93)
 Commune : VALEYRAC



À l'affleurement, le réservoir rencontré est le Plio-Quaternaire. Le critère de tolérance montre qu'à 2 mètres de profondeur le Plio-Quaternaire est toujours présent. De plus, dans les 10 m sous l'affleurement, une éponte est présente ; cette maille sera « Peu vulnérable ».

Illustration 11 - Notion de tampon pour l'élaboration de la carte de vulnérabilité à l'affleurement

3.4.3. Classe « Peu vulnérables »

Si une maille ne rentre pas dans les critères précédemment décrits, alors elle est considérée comme « Peu vulnérable » (Illustration 11 - cas n°4).

Ainsi, si à la profondeur considérée, il n'est pas rencontré une nappe profonde du SAGE, et que les critères de tolérance et de tampon ne permettent pas non plus d'en atteindre une, alors la maille apparaîtra en « Peu vulnérable ».

3.4.4. Cas spécifique « Excavation à 10 ou 30 mètres »

Afin de déterminer la vulnérabilité des nappes profondes, après une excavation de 10 ou de 30 mètres, la notion de traverse a été introduite et vient compléter les critères de tolérance et de tampon, présentés ci-dessus.

En premier lieu, la profondeur définie en entrée du test est modifiée : passant de l'altitude du sol à l'altitude du sol moins 10 mètres ou l'altitude du sol moins 30 mètres.

Ensuite, une fois à la profondeur considérée et préalablement aux critères de tolérance ou de tampon, un test complémentaire est effectué permettant de s'assurer qu'en excavant 10 ou 30 mètres à partir de la surface, une nappe profonde n'a pas été traversée. Dans ce cas, la maille est classée en « Très vulnérable ».

Voici quelques exemples pour la carte de vulnérabilité à la profondeur de 30 m :

Log du modèle régional

Maille carrée de 500 mètres de côté centré en :
 X : 446276.333
 Y : 6387181.826 (dans le système de projection Lambert 93)
 Commune : SAINT-PARDON-DE-CONQUES

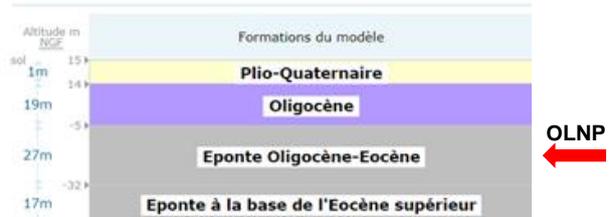


À 19 m NGF, la formation rencontrée est l'Oligocène. La maille apparaîtra en « Très vulnérable ».

À titre de comparaison, les cartes de vulnérabilité de surface et à 10 m feront apparaître cette maille comme « Peu vulnérable ».

Log du modèle régional

Maille carrée de 500 mètres de côté centré en :
 X : 397901.326
 Y : 6457513.685 (dans le système de projection Lambert 93)
 Commune : SAINT-LAURENT-MEDOC



À -15 m NGF, la formation rencontrée avec les critères de tolérance est l'éponte oligo-éocène. Au vue de l'épaisseur de l'éponte, le tampon (10 m supplémentaire) ne permet pas d'atteindre l'aquifère sous-jacent. En revanche l'aquifère de l'Oligocène, présent entre la surface du sol et la profondeur de 30 m, a été traversé. La maille apparaîtra en « Très vulnérable ».

On notera, dans cet exemple, que quelle que soit la carte considérée (0 m, 10 m et 30 m), la maille apparaîtra en « Très vulnérable ».

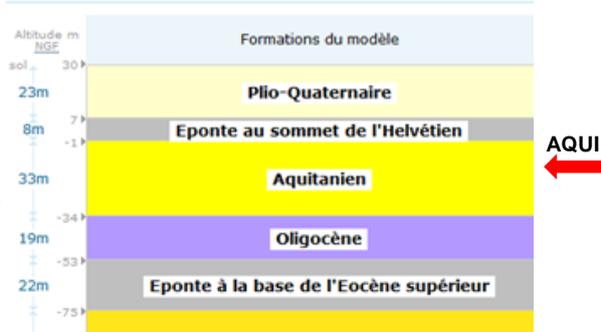
Log du modèle régional

Maille carrée de 500 mètres de côté centré en :

X : 387313.366

Y : 6445611.625 (dans le système de projection Lambert 93)

Commune : BRACH



À 0 m NGF, la formation rencontrée avec les critères de tolérance est l'Aquitaniens. En effet, à 0 m NGF, bien qu'arrivant dans l'éponte au sommet de l'Helvétien, il ne reste plus qu'un mètre d'épaisseur, soit moins que les 2 m maximum acceptés par le critère de tolérance.

La maille apparaîtra en « Très vulnérable ».

Dans les autres cartes de vulnérabilité, la maille apparaîtra « Peu vulnérable ».

Log du modèle régional

Maille carrée de 500 mètres de côté centré en :

X : 394752.594

Y : 6439056.659 (dans le système de projection Lambert 93)

Commune : SAINTE-HELENE



À 12 m NGF, la formation rencontrée avec les critères de tolérance et de tampon est l'éponte au sommet de l'Helvétien.

À 12 m NGF, aucune nappe profonde n'a été traversée. La maille apparaîtra en « Peu vulnérable ».

Dans les autres cartes de vulnérabilité, la maille apparaîtra « Peu vulnérable ».

Illustration 12 - Notion de traverse pour l'élaboration de la carte de vulnérabilité à 30 m

4. Résultats

Les 3 cartes de vulnérabilité réalisées sont présentées ci-après. Les cartes présentant les formations rencontrées selon les critères de tolérance et de tampon sont présentées en Annexe 1.

Compte tenu des modalités de leur construction, les cartes finales n'ont volontairement pas été lissées ou « nettoyées » des pixels isolés, afin qu'en tout point de la grille, les résultats soient facilement reproductibles. De plus, l'interrogation du MONA depuis le SIGES (<http://sigesaqi.brgm.fr/Comment-interroger-le-MONA.html>) reste ainsi cohérente avec les cartes produites.

4.1. Carte de vulnérabilité des nappes profondes de Gironde à l’affleurement

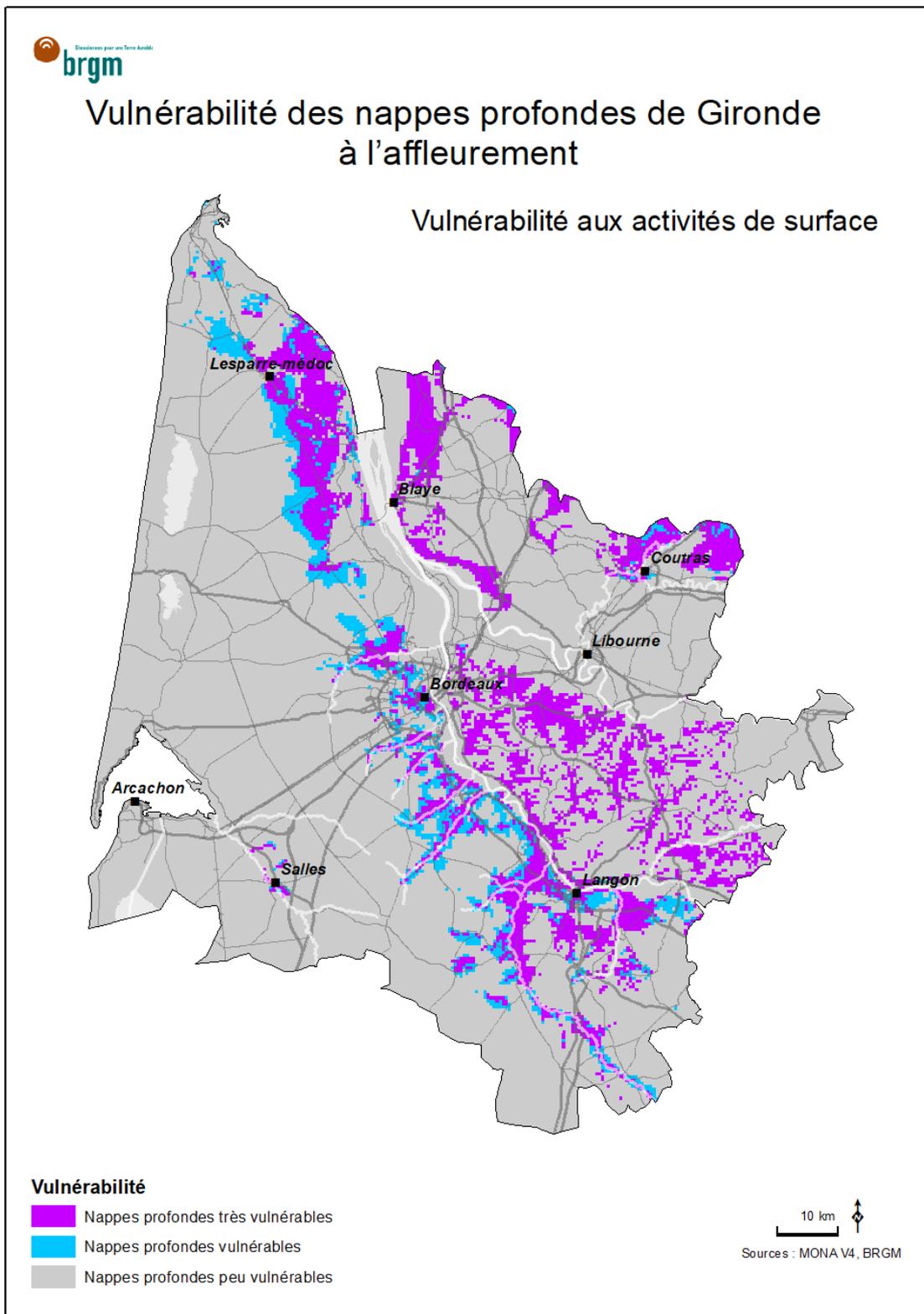


Illustration 13 - Carte de vulnérabilité des nappes profondes de Gironde à l’affleurement

		Nombre de mailles	Surface en km ²	Pourcentage
Vulnérabilité des NP à l'affleurement	Nappes profondes très vulnérables	5783	1446	13,9
	Nappes profondes vulnérables	1941	485	4,7
	Nappes profondes peu vulnérables	33845	8461	81,4

Tableau 2 - Répartition des classes de vulnérabilité pour la carte à l'affleurement

La première carte de vulnérabilité à l'affleurement retranscrit les secteurs déjà préalablement identifiés (cf. chapitres 2 et 3.3) et correspond aux zones d'affleurements dans la vallée de la Leyre, à l'ouest de la Garonne et de la Gironde, en rive droite de Dordogne et Gironde ainsi qu'au niveau du plateau de l'Entre-Deux-Mers. Ces secteurs apparaissent comme « nappes profondes très vulnérables ».

La classe intermédiaire « vulnérable » est particulièrement représentée sur cette première carte, à l'ouest de la Garonne, du fait de la présence à l'affleurement de la formation aquifère plio-quaternaire, qui n'est pas considérée comme étant une nappe profonde par le SAGE « Nappes Profondes ». Le critère tampon, qui permet de maximiser la vulnérabilité, permet d'identifier la présence d'aquifères à 10 m maximum sous la surface. Ces zones bleues correspondent ainsi généralement à la présence de nappes profondes sous 10 m de recouvrement plio-quaternaire.

4.2. Carte de vulnérabilité des nappes profondes de Gironde à 10 m de profondeur

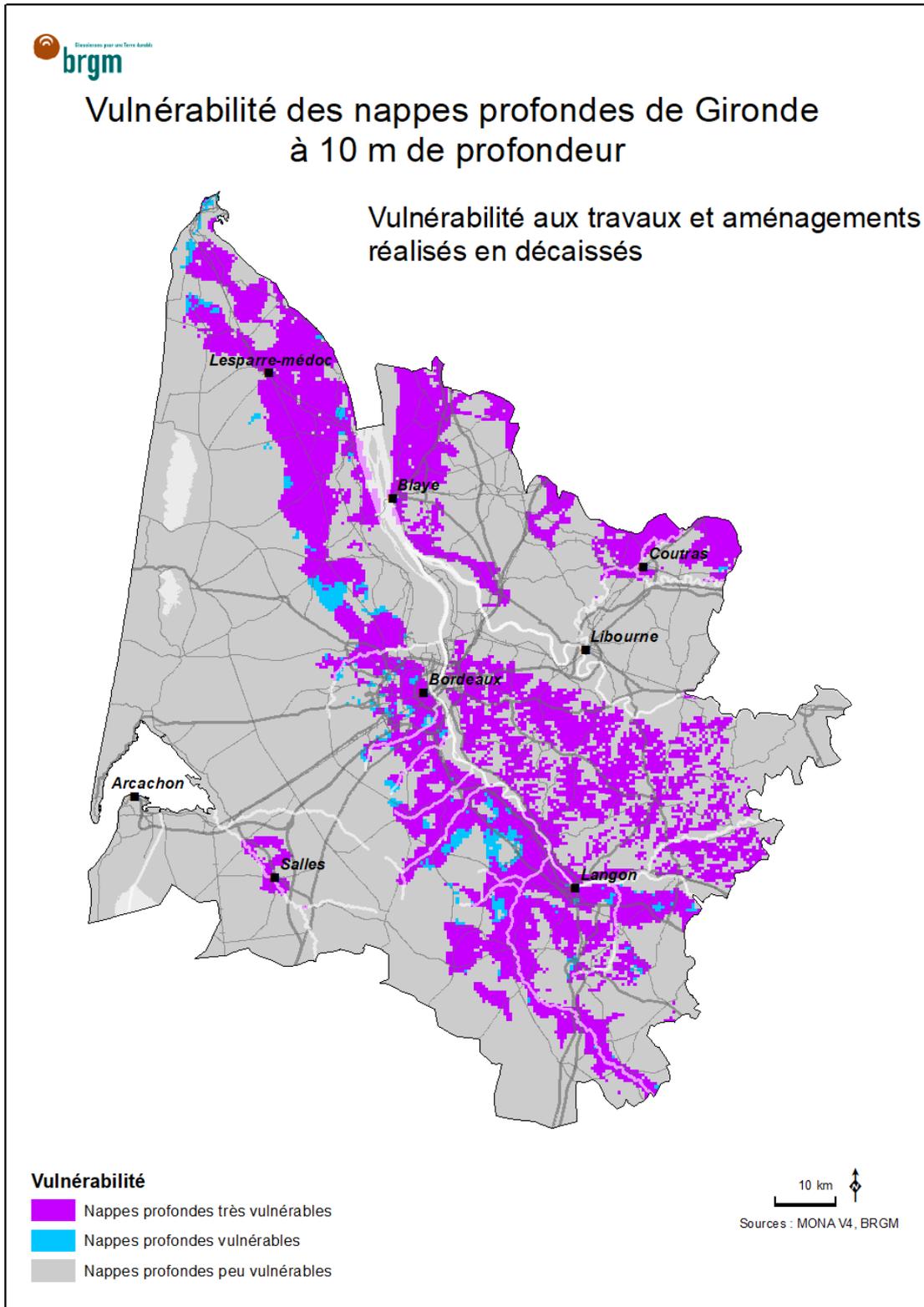


Illustration 14 - Carte de vulnérabilité des nappes profondes de Gironde à 10 m de profondeur

		Nombre de mailles	Surface en km ²	Pourcentage
Vulnérabilité des NP à Z-10m	Nappes profondes très vulnérables	11051	2763	26,6
	Nappes profondes vulnérables	609	152	1,5
	Nappes profondes peu vulnérables	29909	7477	72,0

Tableau 3 - Répartition des classes de vulnérabilité pour la carte à 10 m de profondeur

À 10 m de profondeur, la présence de nappes profondes augmente naturellement. La vulnérabilité des nappes profondes croit ainsi de plus de 50 % : passant de 18,6 % à 28,1 % du territoire girondin.

Les secteurs vulnérables restent bien entendu les mêmes, mais les zones les plus concernées par cet accroissement se trouvent dans le plateau de l'Entre-Deux-Mers, où les molasses de recouvrement sont peu épaisses et morcelées, et la rive gauche de la Garonne et de la Gironde, où les aquifères aquitainien et oligocène se retrouvent à proximité de la surface et ne sont pas particulièrement protégés par des formations plio-quadernaires ou des éponges sus-jacentes épaisses.

4.3. Carte de vulnérabilité des nappes profondes de Gironde à 30 m de profondeur

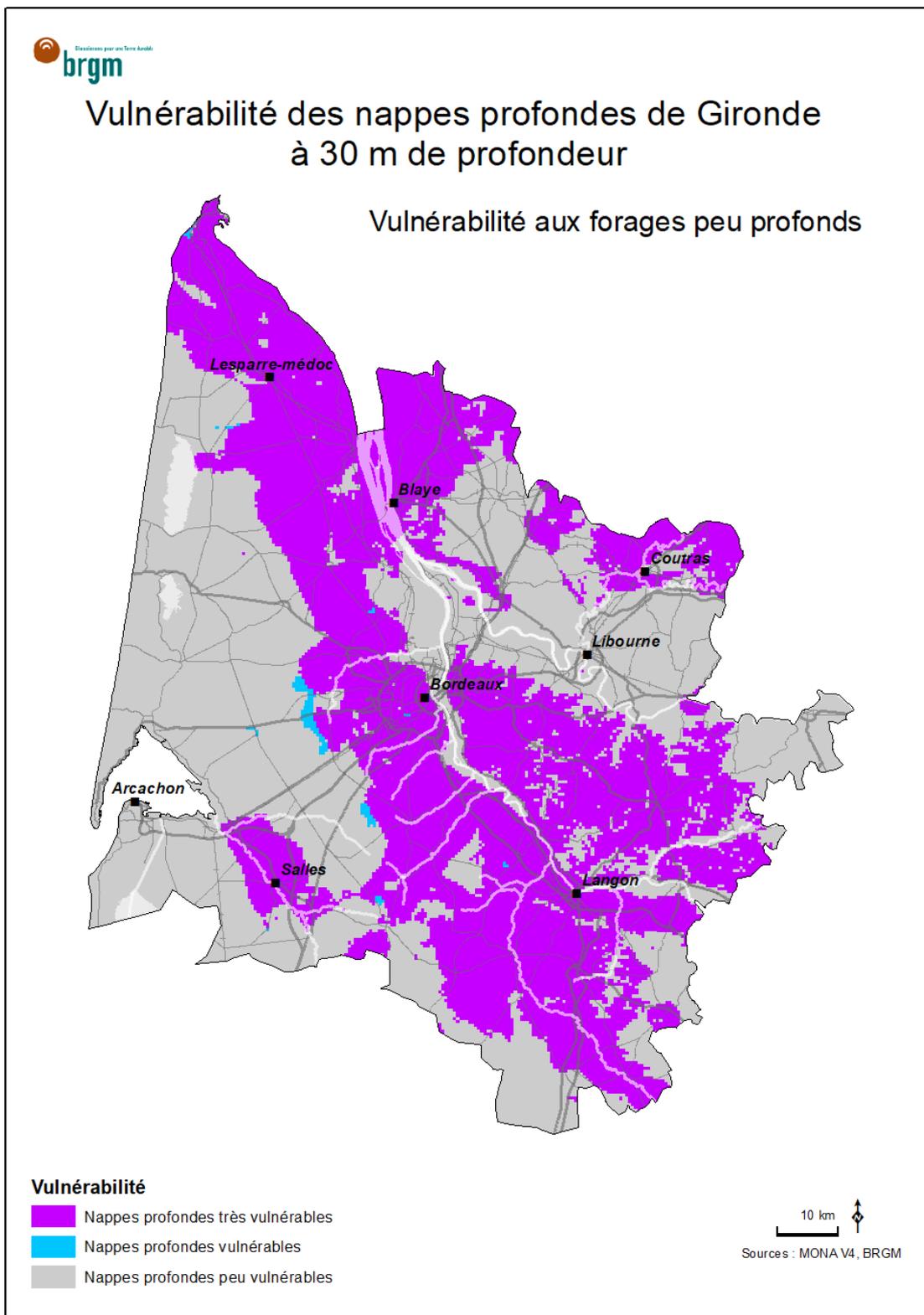


Illustration 15 - Carte de vulnérabilité des nappes profondes de Gironde à 30 m de profondeur

		Nombre de mailles	Surface en km ²	Pourcentage
Vulnérabilité des NP à Z-30m	Nappes profondes très vulnérables	20109	5027	48,4
	Nappes profondes vulnérables	136	34	0,3
	Nappes profondes peu vulnérables	21324	5331	51,3

Tableau 4 - Répartition des classes de vulnérabilité pour la carte à 30 m de profondeur

À 30 m de profondeur, la présence de nappes profondes augmente encore plus qu'à 10 m. La vulnérabilité des nappes profondes représente ici près de 50 % du territoire.

Les secteurs épargnés restent l'ouest du triangle landais où, à quelques exceptions près, les nappes profondes sont sous recouvrement plio-quadernaire épais, et la vallée de la Dordogne et l'aval de la Garonne, du fait de molasses épaisses en surface.

4.4. Accès aux données

Après validation des cartes de vulnérabilité par la Commission Locale de l'Eau (CLE), la couche de données SIG a été publiée sur le SIGES Aquitaine, et diffusée selon les standards de l'interopérabilité. Voici les différentes URL des services web cartographiques proposés :

- au format WMS : <http://ws.carmencarto.fr/WMS/120/SageNP?>
- au format WFS : <http://ws.carmencarto.fr/WFS/120/SageNP?>
- au format ATOM : <http://ws.carmencarto.fr/ATOM/120/SageNP.atom>

En complément, la fiche de métadonnées est disponible à l'URL suivante :

<http://metadata.carmencarto.fr/geonetwork/120/fre/catalog.search#/metadata/4bab9521-76a3-4274-b512-9fd8c824a8f1>.

4.4.1. SIGES

Un article a été rédigé, au sein de la rubrique sur le SAGE « Nappes Profondes » :

<http://sigesaqi.brgm.fr/Carte-de-vulnerabilite-du-SAGE-Nappes-Profondes.html>

Les 3 cartes de vulnérabilité réalisées sont diffusées, au format WMS, dans l'Espace cartographique du SIGES, en accès libre : <http://sigesaqi.brgm.fr/?page=carto>

4.4.2. La carte de vulnérabilité : un outil réglementaire

L'approche considérée ici est volontairement simplifiée, afin que les résultats soient reproductibles et que les cartes soient compréhensibles et opérationnelles. Ces cartes ont l'intérêt de cibler les secteurs, pour lesquels le projet d'aménagement ou l'activité prévus peuvent représenter un risque d'impact ou non sur la ressource en eau souterraine.

À ce titre, ces cartes se veulent être un outil d'orientation d'aide à la décision, mais ne peuvent en aucun cas se substituer à une étude hydrogéologique spécifique, prenant en compte la nature du projet d'aménagement ou de l'activité envisagés.

En cas de doute ou d'interrogation, il sera préférable d'interroger le SMEGREG. La fiche de métadonnée précise les points de contact.

5. Conclusion

Une méthode simple, utilisant la géométrie des réservoirs présente dans le MOdèle Nord-Aquitain (MONA), a permis d'élaborer trois cartes de vulnérabilité des nappes du SAGE « Nappes Profondes de Gironde », répondant aux attentes de sa disposition 76.

Cette méthode repose sur des critères logiques, qui maximisent la vulnérabilité et prend en compte les simplifications liées au maillage du modèle numérique.

Les trois cartes produites rendent compte de la vulnérabilité des nappes profondes de Gironde :

- à l'affleurement, pour les activités de surface,
- à 10 m de profondeur, pour les risques liés aux activités et aménagements réalisés en décaissé jusqu'à 10 mètres,
- à 30 m de profondeur, pour les risques liés aux forages peu profonds qui présentent fréquemment des malfaçons.

Les cartes de vulnérabilité constituent ainsi un outil d'orientation et d'aide à la décision, pour l'aménagement du territoire et l'implantation d'activité. Elles ne peuvent en aucun cas se substituer à une étude hydrogéologique spécifique, qui prendrait en compte la nature du projet d'aménagement, ou de l'activité envisagés et sa localisation précise.

Ces cartes révèlent que les aquifères des nappes profondes de Gironde sont vulnérables à l'affleurement pour près de 20 % du territoire girondin ; pour près de 30 %, si l'on considère la vulnérabilité à 10 m et de 50 % pour une vulnérabilité à 30 m.

Les cartes produites sont accessibles selon les standards de l'interopérabilité (WMS, WFS, ATOM) et publiées sur le SIGES Aquitaine dans l'*Espace cartographique*.

Un article, résumant le présent travail et renvoyant vers les données, est accessible à l'adresse : <http://sigesaqi.brgm.fr/Carte-de-vulnerabilite-du-SAGE-Nappes-Profondes.html>.

6. Bibliographie

Aller L., Bennet T., Lehr JH., Petty RJ. et Hackett G. (1987) – DRASTIC : a standardized system for evaluating ground water pollution potential using hydrogeological settings. US Environmental Protection Agency. EPA/600/2-87-036.

BRGM (1996) - Contribution à une normalisation des critères d'établissement des cartes de vulnérabilité aux pollutions des eaux souterraines. BRGM/RR-38846-FR.

Buscarlet E., Cabaret O., Saltel M. (2019) - Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine - Développements et maintenance du Modèle Nord-Aquitain de gestion des nappes - Modules 1.1 & 1.2 - Année 2. Rapport final. BRGM/RP-68863-FR.

Cabaret O. avec la collaboration de Ayache B., Hoareau A. et Mazurier C. (2015) - Projet AZENA - Atlas des Zones à ENjeux Aval du SAGE Nappes profondes de Gironde - Phase 1. Rapport final. BRGM/RP-64318-FR.

Mardhel V. (2006) - Carte de vulnérabilité intrinsèque simplifiée des eaux souterraines de la région Aquitaine. BRGM/RP-55311-FR.

Saltel M., Rebeix R., Thomas B., Franceschi M., Lavielle B. et Bertran P. (2019) - Paleoclimate variations and impact on groundwater recharge in multi-layer aquifer systems using a multi-tracer approach (northern Aquitaine basin, France). Hydrogeology Journal.

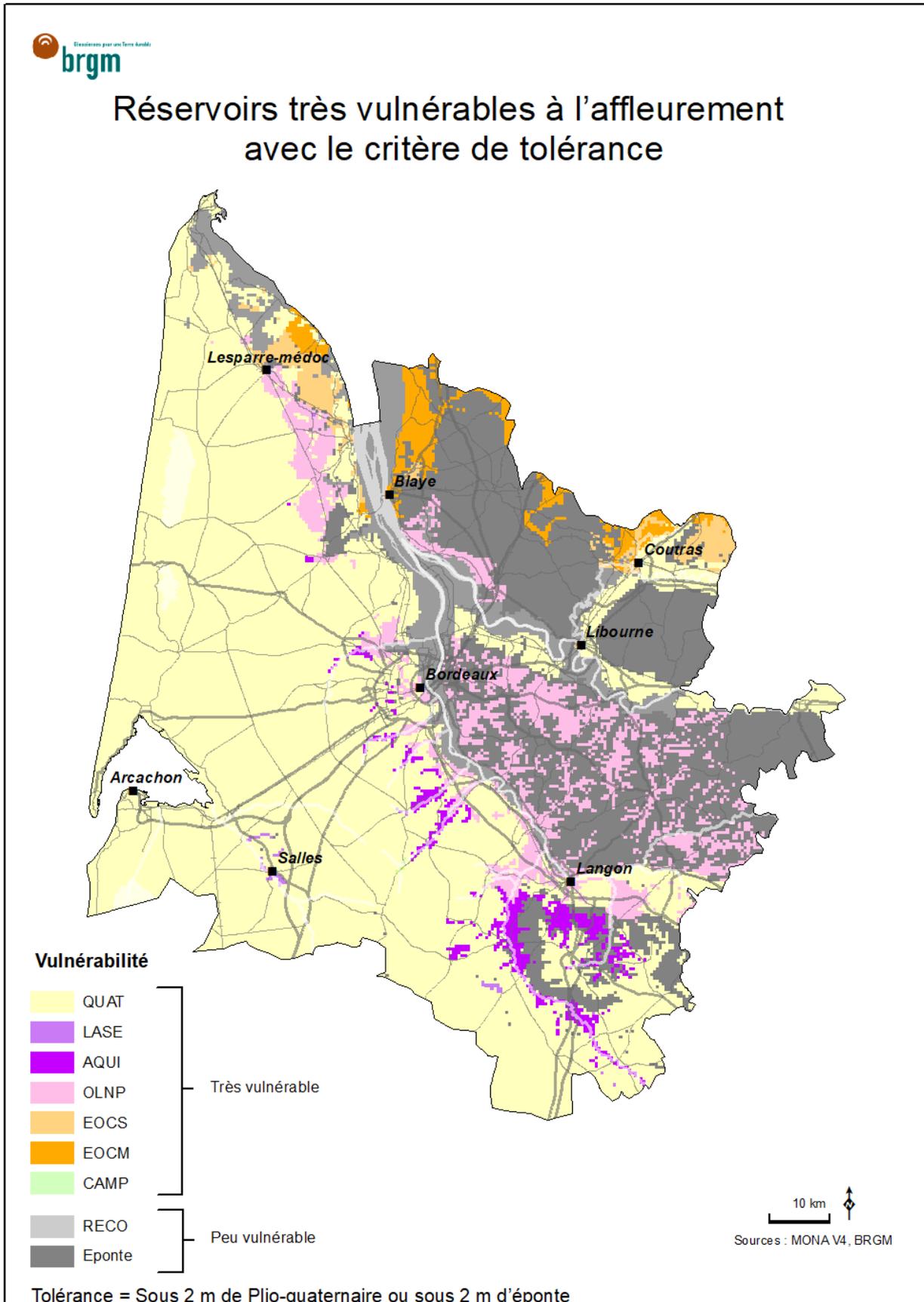
Saltel M., Wuilleumier A. et Cabaret O. (2016) - Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine - Développements et maintenance du Modèle Nord-Aquitain de gestion des nappes. Module 1 - Année 5 - Convention 2008-2013. Rapport final BRGM/RP-65039-FR.

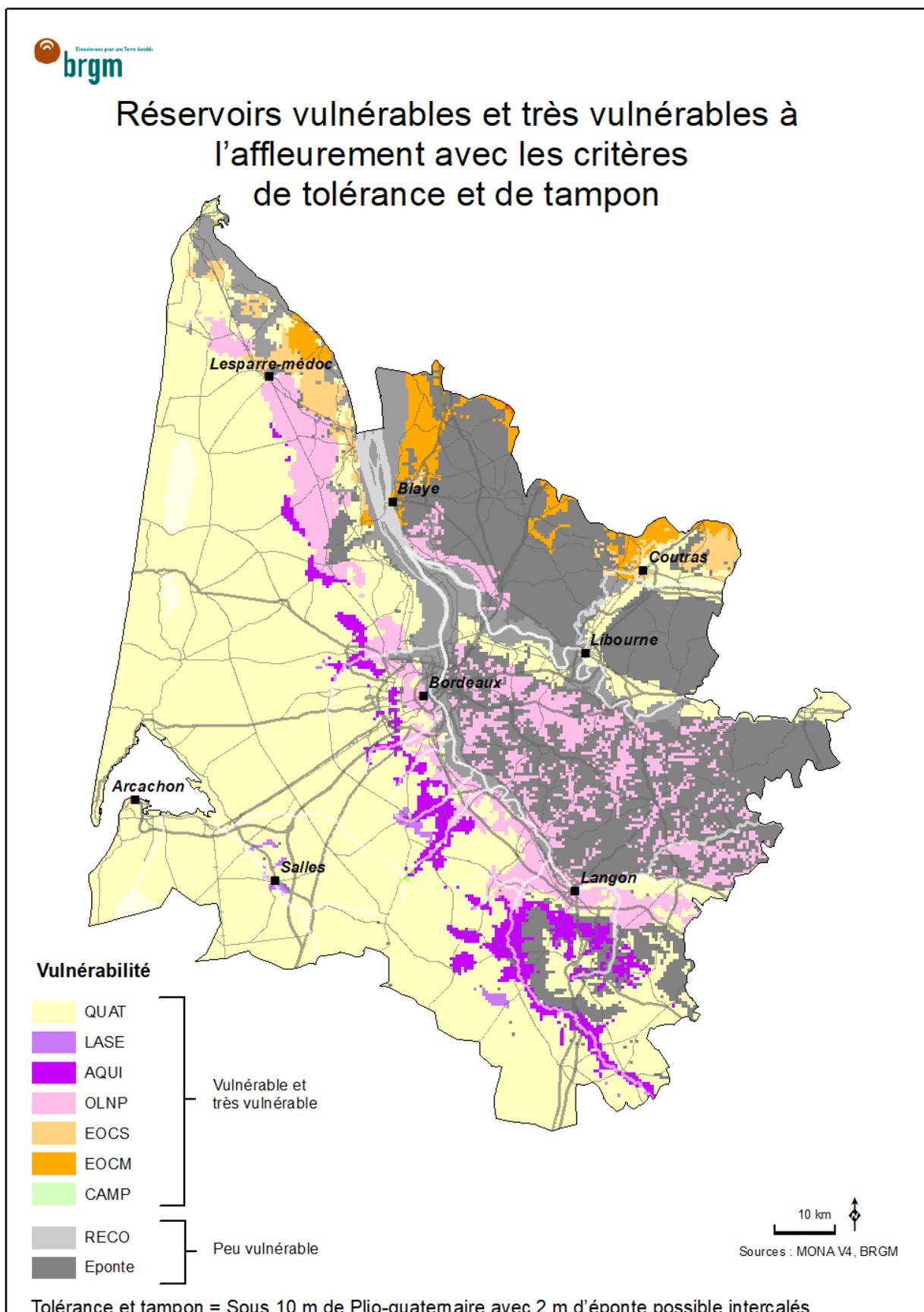
Seguin JJ. avec la collaboration de **Baudry D. et Platel JPP.** (2002) - Cartographie de la vulnérabilité des systèmes aquifères de l'Aquitaine. Rapport BRGM/RP-52042-FR.

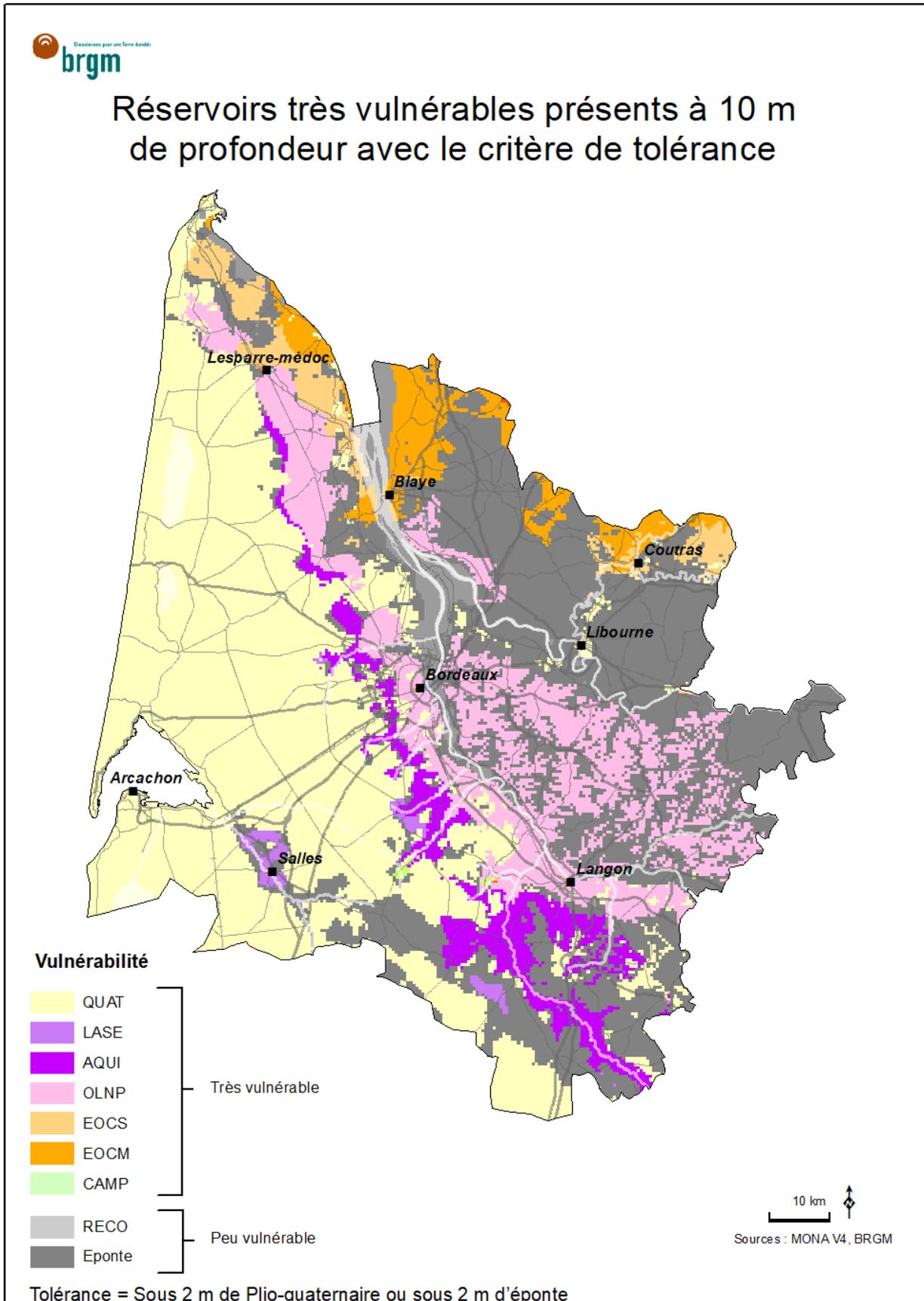
Wuilleumier A., Abou Akar A., Baudement C. et Douez O. avec la collaboration de **F. Capéran, M. Branellec, A. Fondin, C. Mazurier, B. Ayache et V. Bault** (2019) - Réseau départemental de suivi des nappes de Gironde - Bilan de l'état des nappes en 2018. Rapport final BRGM/RP-69564-FR.

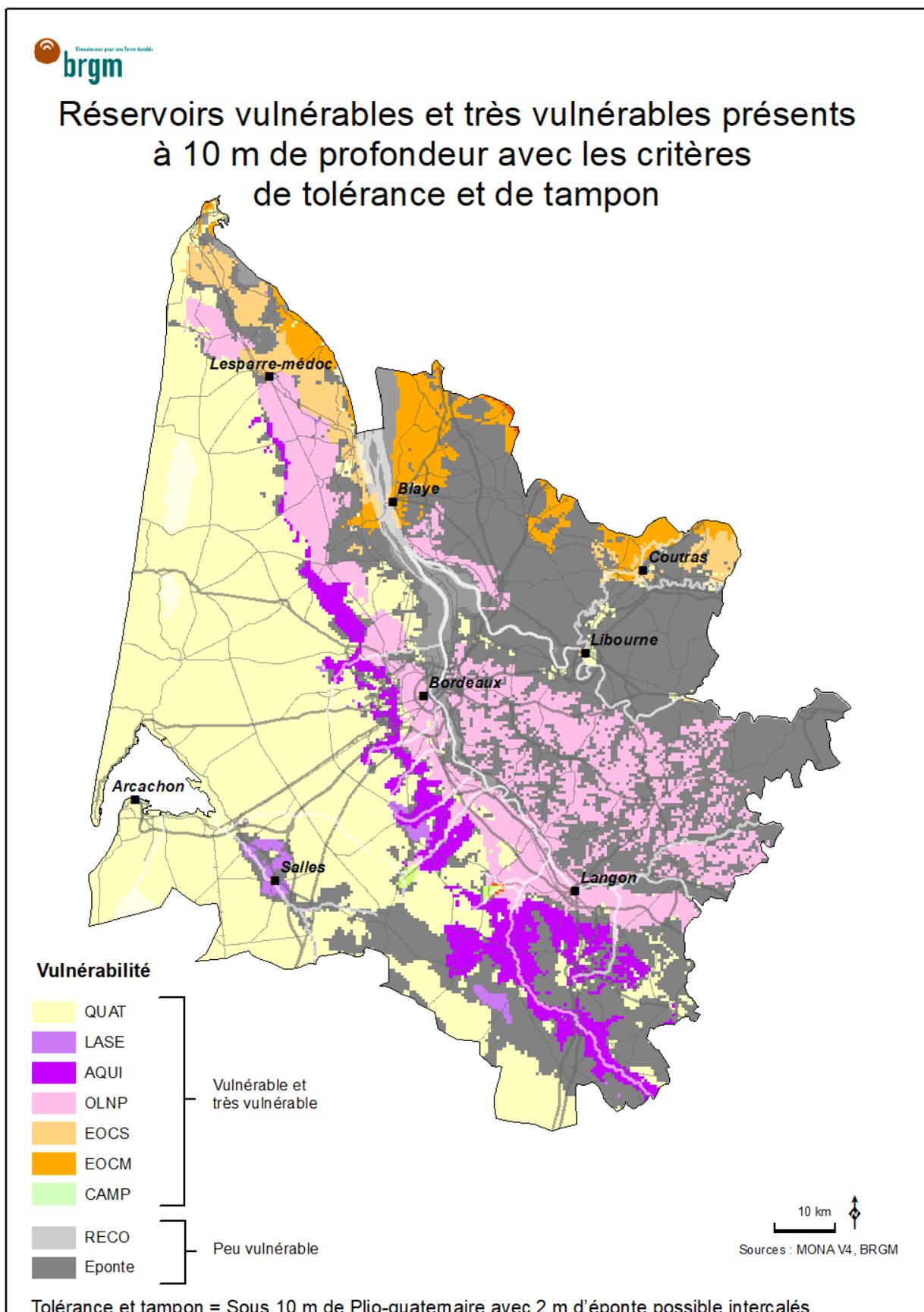
Annexe 1

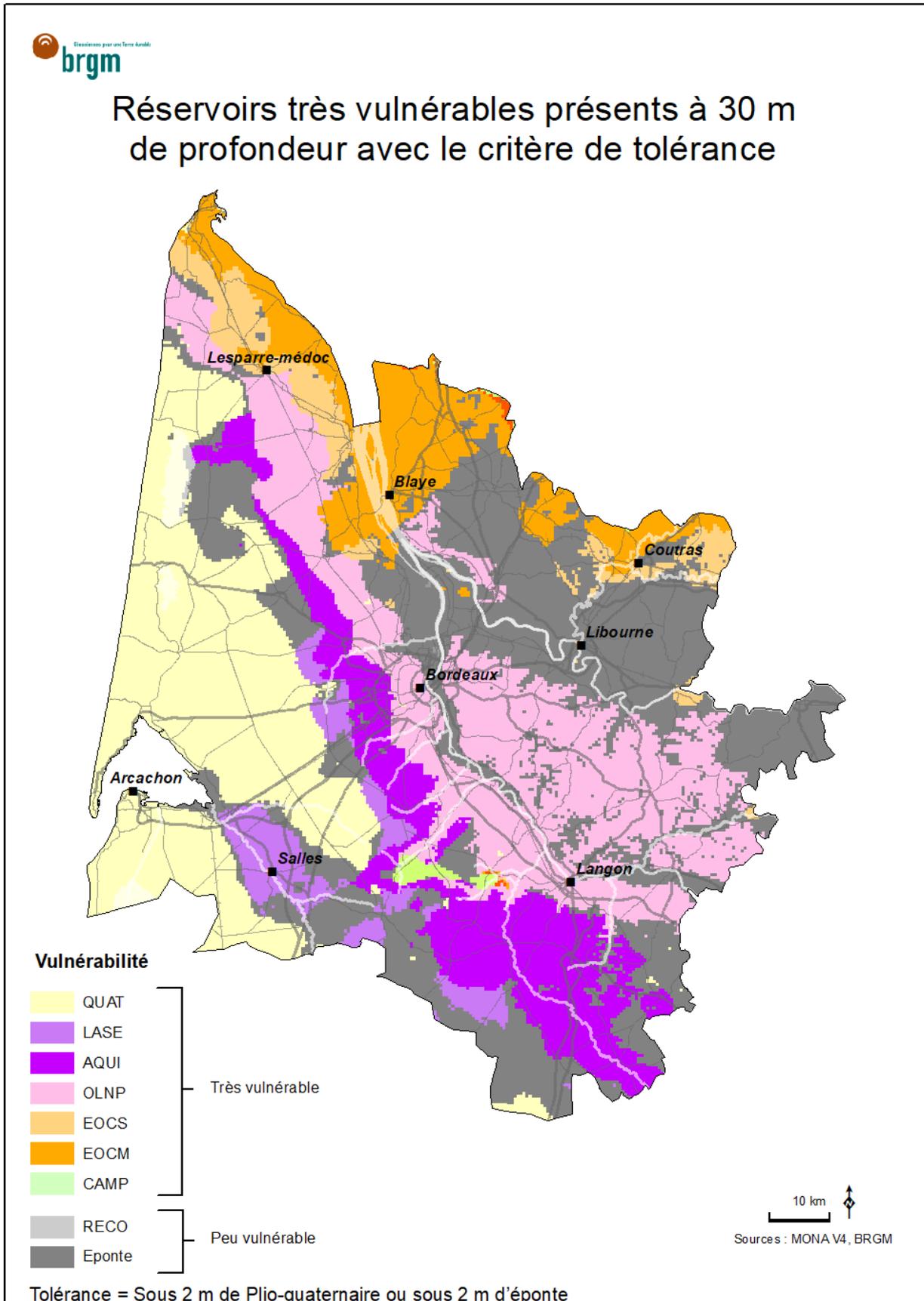
Cartes de tolérance et de tampon

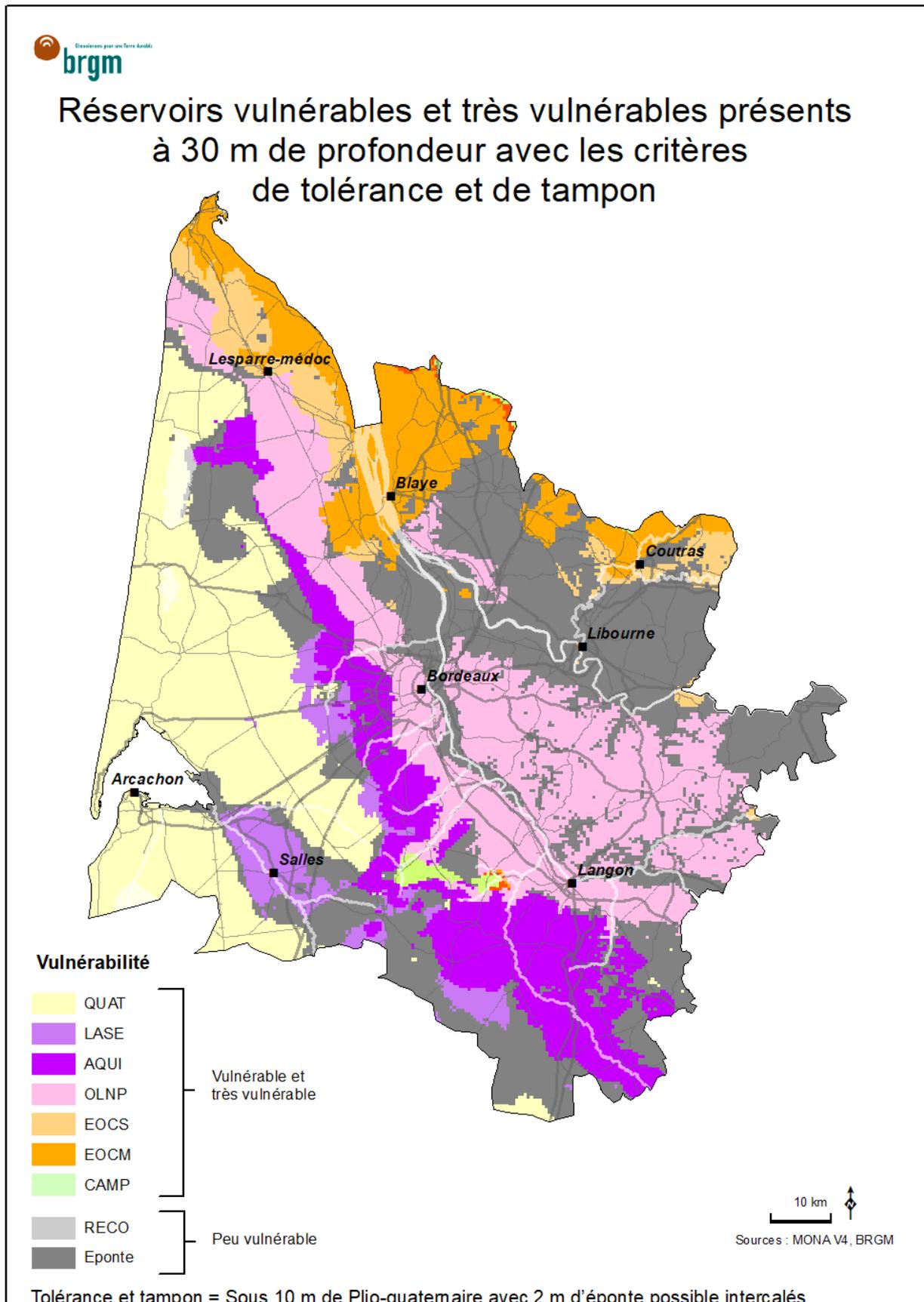














Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009

45060 - Orléans Cedex 2 - France

Tél. : 02 38 64 34 34 - www.brgm.fr

Direction régionale Nouvelle-Aquitaine

Parc Technologique Europarc
24, Avenue Léonard de Vinci

33600 - Pessac - France

Tél. : 05 57 26 52 70