



SAGE Nappes profondes de Gironde

Plan d'aménagement et de gestion durable de la ressource

Approuvé par la CLE le 19 mars 2012

TOME I

Synthèse de l'état de lieux et de l'analyse économique
Exposé des enjeux
Synthèse des orientations de gestion



Sommaire

1	Le SAGE Nappes profondes de Gironde	5
2	Périmètre du SAGE Nappes profondes de Gironde et relation avec les autres SAGE.....	6
2.1	Ressources concernées	6
2.1.1	Contexte géologique	6
2.1.2	Les principaux aquifères en Gironde	6
2.2	Territoire du SAGE.....	7
2.3	Ressources hors périmètre : sur le territoire du SAGE / hors territoire du SAGE	8
2.3.1	Ressources visées par le SAGE mais hors du territoire du SAGE :	8
2.3.2	Ressources non concernées par le SAGE :	8
3	Spécificités de la gestion des nappes captives – Définition du bon état	11
3.1	L'eau dans le sous-sol.....	11
3.2	Conditions d'existence d'une nappe - nappes libres – nappes captives	11
3.3	Dynamique des nappes captives – évolution des stocks et des flux.....	14
3.4	Les enjeux de la gestion	17
3.5	Les spécificités de la gestion.....	19
4	Etat des lieux des ressources (synthèse).....	21
4.1	Description et usages des principales nappes du département de la Gironde.....	21
4.1.1	Le Jurassique (non concerné par le SAGE).....	21
4.1.2	Le Crétacé.....	21
4.1.3	L'Eocène	22
4.1.4	L'Oligocène	24
4.1.5	Le Miocène.....	25
4.1.6	Le Plio-Quaternaire (non concerné par le SAGE)	26
4.2	Bilan des nappes du SAGE – évolution des réserves	28
4.3	Piézométrie des nappes du SAGE – variation des pressions.....	30
4.3.1	Nappes du Crétacé	31
4.3.2	Nappes de l'Eocène.....	32
4.3.3	Nappe de l'Oligocène	33
4.3.4	Nappes du Miocène	34
4.4	Bilan diagnostic global	35
5	Potentiel géothermique	37
5.1	Géothermie basse énergie.....	37
5.2	Géothermie très basse énergie	38
5.3	Conditions d'accès aux nappes du SAGE à des fins géothermiques	38
6	Orientations du SAGE approuvé en 2003 – Etat de sa mise en œuvre et évolutions proposées	39
6.1	Portée du SAGE.....	39
6.2	Organisation territoriale.....	39
6.3	Gestion quantitative.....	40
6.4	Gestion des prélèvements et des ouvrages	41
6.5	Economies d'eau et maîtrise de la consommation	42
6.6	Ressources de substitution.....	43
6.7	Qualité des eaux souterraines	44
6.8	Mesures d'accompagnement économique.....	44
6.9	Mise en œuvre, évaluation et révision du SAGE.....	45
7	Analyse économique de la mise en œuvre du SAGE Nappes profondes sur la période 2003-2008.....	47
7.1	Synthèse des dépenses et des aides pour la gestion de la ressource en eau des nappes profondes de Gironde ...	47
7.1.1	Dépenses réalisées dans le cadre du SAGE Nappes profondes de Gironde	47
7.1.2	Subventions accordées sur le territoire du SAGE	48
7.2	Analyses de récupération des coûts et de coût-efficacité.....	49
7.2.1	Analyse de récupération des coûts	49
7.2.2	Analyse coût-efficacité (ACE)	50

8	Exposé des enjeux - Perspective de mise en valeur des ressources	55
8.1	Enjeux de préservation.....	55
8.2	Enjeux de valorisation.....	57
8.2.1	Modèle d'approvisionnement en eau potable – sécurité sanitaire	57
8.2.2	Accompagnement des changements démographiques et adaptation aux changements climatiques	57
8.2.3	Accompagnement du développement économique.....	58
8.2.4	Politique de développement des énergies renouvelables	58
8.2.5	Cohérence avec les politiques de gestion des ressources hors périmètre du SAGE.....	59
9	Tendances et scénarios – Orientations de gestion – Objectifs et moyens pour les atteindre	61
9.1	Variables et tendances pour la construction des scénarios.....	61
9.1.1	Les conditions climatiques :.....	61
9.1.2	Les prélèvements :	61
9.1.3	Description des scénarios simulés dans le MONA.....	63
9.2	Enseignements essentiels des simulations	66
9.2.1	Cénomaniens :	66
9.2.2	Campano-Maastrichtien :	67
9.2.3	Eocène :	69
9.2.4	Oligocène :	71
9.2.5	Miocène :	72
9.2.6	En synthèse	73
10	Orientations de gestion – Objectifs du SAGE et moyens pour les atteindre	75
10.1	Objectifs de la gestion	75
10.1.1	Les objectifs généraux.....	75
10.1.2	Gestion en bilan : unités de gestions et volumes maximum prélevables objectifs (VMPO).....	75
10.1.3	Classement des unités de gestion :	78
10.1.4	Gestion en pression.....	79
10.1.5	Réduction des prélèvements pour atteindre le "bon état" des nappes.....	80
10.2	Economies d'eau et besoins en ressources nouvelles à 2021	81
10.2.1	Estimation des besoins en prélèvements à 2021 (étape 1).....	83
10.2.2	Besoins tendanciels en prélèvements dans les nappes profondes à 2021 tous usages confondus	89
10.2.3	Estimation des besoins en prélèvements optimisés à 2021 (étape 2)	89
10.2.4	Estimation des besoins en prélèvements optimisés sur les nappes du SAGE à 2021 (étape 3)	90
10.2.5	Répartition des prélèvements projetés à 2021 sur les Unités de gestion du SAGE (étape 4)	91
10.2.6	Identification des dépassements des VMPO (étape 5).....	92
10.2.7	Besoins global en ressources nouvelles à 2021 (étape 6)	92
10.3	Capacité à atteindre les objectifs – Actions à mettre en oeuvre.....	95
10.3.1	Politique d'économie d'optimisation des usages de l'eau.....	96
10.3.2	Mise en œuvre de projets structurants de substitutions de ressources	97
10.3.3	En synthèse	97

Liste des tableaux

Tableau 1	: Population nombre d'emploi et valeur ajoutée brute en Aquitaine.....	8
Tableau 2	: Etat d'avancement des SAGE qui concernent le département de la Gironde.....	10
Tableau 3	: Répartition des points de mesures piézométriques en 2008 (BRGM).....	30
Tableau 4	: Total des aides accordées entre 2003 et 2008.....	48
Tableau 5	: Synthèse des subventions par financeur 2003-2008.....	48
Tableau 6	: Montant des aides 2003-2008	49
Tableau 7	: Tableau de récupération des coûts sur la période 2003-2008 pour le SAGE Nappes profondes	49
Tableau 8	: Récupération des coûts : décomposition de la catégorie "Collectivités et SPIC" sur le périmètre du SAGE.....	50
Tableau 9	: Comparaison de taux de récupération : SDAGE Adour Garonne / SAGE Nappes profondes.....	50
Tableau 10	: Tableau de calcul des ratios coût-efficacité complets (RCEc)	51
Tableau 11	: Liste des grands projets de substitution comparés sur 1 an.....	52
Tableau 12	: Eléments susceptibles de remettre en cause le bon état des nappes du SAGE.....	56
Tableau 13	: Les unités de gestion du SAGE	75
Tableau 14	: VMPO en millions de m ³ /an.....	77
Tableau 15	: Mode de fixation des valeurs des VMPO.....	78
Tableau 16	: Classement des unités de gestion	79
Tableau 17	: Récapitulatif des prélèvements projetés à 2021	89
Tableau 18	: Récapitulatif des prélèvements dans les nappes du SAGE projetés à 2021	90
Tableau 19	: Prélèvements tous usages confondus à 2021 dans les unités de gestion selon les scénarios.....	91
Tableau 20	: Synthèse et cumul des dépassements de VMPO à 2021 selon les scénarios.....	92
Tableau 21	: Besoins en ressources nouvelles selon les scénarios.....	93

Liste des figures

Figure 1 : Territoire des SAGE qui recoupent le territoire du SAGE Nappes profondes de Gironde.....	9
Figure 2 : Nappe libre – nappe captive, au repos et sous l'influence d'un pompage.....	12
Figure 3 : Extension du cône de dépression sous l'influence d'un pompage à débit constant (SMEGREG)	13
Figure 4 : Dénoyage d'une nappe captive.....	14
Figure 5 : Pompage constant dans une nappe captive : évolution du bilan et variation des réserves.....	16
Figure 6 : Extension du réservoir du Crétacé supérieur en Gironde.....	22
Figure 7 : Extension du réservoir de l'Eocène en Gironde.....	23
Figure 8 : Extension du réservoir de l'Oligocène en Gironde.....	24
Figure 9 : Extension du réservoir du Miocène en Gironde.....	25
Figure 10 : Extrait de la carte de localisation du Plio-quaternaire du Bassin aquitain [BRGM, 2010].....	26
Figure 11 : Evolution des prélèvements (en m ³ /an) dans les différentes nappes du SAGE à l'échelle du Modèle mathématique nord Aquitain.....	28
Figure 12 : Variations des réserves depuis 1972 à l'échelle du Modèle mathématique nord Aquitain.....	29
Figure 13 : Variations cumulées des réserves depuis 1972 à l'échelle du MONA.....	29
Figure 14 : Carte piézométrique 2008 de la nappe du Campano-Maastrichtien (BRGM).....	31
Figure 15 : Carte piézométrique 2008 de la nappe de l'Eocène inférieur à moyen (BRGM)	32
Figure 16 : Carte piézométrique 2008 de la nappe de l'Oligocène (BRGM)	33
Figure 17 : Carte piézométrique 2008 de la nappe de l'Aquitainien (Miocène) (BRGM).....	34
Figure 18 : Répartition des investissements par type de dépenses.....	47
Figure 19 : Répartition des investissements par bénéficiaires	47
Figure 20 : Classement des RCE ^c au m ³ économisé (du meilleur au moins bon).....	52
Figure 21 : Evolution du RCE ^c (en €/m ³ /an) sur une durée de 50 ans	53
Figure 22 : Exemple des variations de stock calculées pour un même réservoir et différentes zones.....	64
Figure 23 : Variation (en m ³) des réserves du Cénomanien selon les scénarios	67
Figure 24 : Impact piézométrique sur le Cénomanien : scénario 4.....	67
Figure 25 : Variation (en m ³) des réserves sur le Campano-Maastrichtien selon les scénarios.....	68
Figure 26 : Impact piézométrique sur l'Eocène inférieur à moyen : scénario 1	69
Figure 27 : Variation (en m ³) des réserves de l'Eocène en cumulé depuis 1972 selon les scénarios.....	69
Figure 28 : Effet de la politique d'économie d'eau sur l'impact piézométrique de l'Eocène (à gauche avec économies d'eau : scénario 4 et à droite sans économies d'eau : scénario 5).....	70
Figure 29 : Impact piézométrique sur l'Eocène avec le scénario climatique n°6	70
Figure 30 : Variation (en m ³) des réserves de l'Oligocène en cumulé depuis 1972 selon les scénarios	71
Figure 31 : Impact piézométrique sur l'Oligocène : scénario 4 et 6.....	72
Figure 32 : Variation (en m ³) des réserves du Miocène pour le scénario 1- tendanciel en Gironde.....	72
Figure 33 : Impact piézométrique sur le Miocène (Aquitainien) : scénario 1 et 6.....	73
Figure 34 : Méthodologie pour l'estimation des besoins en ressources nouvelles.....	83
Figure 35 : Evolution des prélèvements pour l'industrie dans les nappes du SAGE.....	84
Figure 36 : Evolution des prélèvements pour l'agriculture dans les nappes du SAGE.....	85
Figure 37 : Evolution des prélèvements pour l'AEP toutes ressources confondues.....	85
Figure 38 : Evolutions de population projetées par l'INSEE.....	86
Figure 39 : Evolution du prélèvement par habitant pour l'AEP toutes ressources confondues depuis 1968.....	87
Figure 40 : Evolution du prélèvement par habitant pour l'AEP toutes ressources confondues depuis 1990.....	87
Figure 41 : Projection des besoins en prélèvements pour l'AEP toutes ressources confondues	88
Figure 42 : Evolution des prélèvements dans les nappes du SAGE pour tous les autres usages	89
Figure 43 : Evolution du prélèvement par habitant pour l'AEP toutes ressources confondues depuis 1990 et objectifs de la politique d'optimisation des usages de l'eau.....	96

I Le SAGE Nappes profondes de Gironde

Une commission locale de l'eau (CLE) est une instance de concertation prévue par la Loi sur l'eau du 3 janvier 1992. Créée par arrêté préfectoral, cette commission a en charge sur un territoire donné l'élaboration et le suivi de la mise en œuvre d'un Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) d'une ou plusieurs ressources en eau.

Un SAGE est un document de planification à portée réglementaire, opposable non seulement aux administrations mais aussi au tiers, qui définit les objectifs et les principes d'une gestion équilibrée de la ressource en eau. Il existe plusieurs SAGE approuvés ou en cours d'élaboration qui concernent le département de la Gironde (nappes profondes, lacs médocains, Leyre et milieux associés, estuaire de la Gironde, Garonne, Ciron, etc.).

Installée en 1998, la CLE du SAGE Nappes profondes de Gironde compte 24 membres :

- 12 élus locaux ;
- 7 représentants des usagers de l'eau (Chambres de commerce et d'industrie de Bordeaux et de Libourne, Chambre de l'agriculture de la Gironde, CLCV, SEPANSO, CREPAQ, Fédération départementale de la pêche) ;
- 5 représentants de l'Etat.

Elle a élaboré la version du SAGE Nappes profondes approuvée par arrêté préfectoral en novembre 2003 et procède actuellement à la révision de ce schéma, dont elle assure par ailleurs le suivi de la mise en œuvre.

Le SAGE nappes profondes de Gironde a pour périmètre le département de la Gironde (10 000 Km² environ). Il concerne les ressources en eaux souterraines profondes du Miocène, de l'Oligocène, de l'Eocène et du Crétacé qui permettent notamment de produire près de 99% de l'eau potable qui alimente 1 400 000 girondins.

Ces nappes profondes nous offrent à tous une eau naturellement d'excellente qualité, mais nos prélèvements, en grande majorité pour l'eau potable, se traduisent par la surexploitation de certaines nappes avec un risque d'altération de leur qualité (les agriculteurs et activités économiques n'utilisent que marginalement les nappes profondes).

2 Périmètre du SAGE Nappes profondes de Gironde et relation avec les autres SAGE

2.1 Ressources concernées

2.1.1 Contexte géologique

Depuis les contreforts du Massif Central et des Pyrénées, jusqu'à l'Atlantique, le Bassin Aquitain est constitué d'empilements de couches perméables de sables, de grès ou de calcaires alternant avec des argiles ou des marnes imperméables. Dans ce système d'extension inter-régionale, les couches les plus anciennes affleurent à l'est et au nord et sont recouvertes par les couches plus récentes qui s'épaississent et s'approfondissent vers l'ouest pour s'étendre largement sous le plateau continental à plus de 50 kilomètres au large de la côte girondine.

Ces terrains appartiennent à des formations géologiques allant du secondaire (250 millions d'années) au Pliocène (1 million d'années). Pendant ces 250 millions d'années les conditions physiques, climatiques et les reliefs du bassin ont évolué, modifiant sans cesse la nature des dépôts de sédiments qui constituent aujourd'hui le sous-sol aquitain. Le fait le plus notable est sans doute lié aux cycles des transgressions et de régressions marines qui déterminaient au même moment et selon les secteurs, des conditions de dépôt continentales, côtières ou océaniques. Dans ce contexte, la nature imperméable des formations littorales a contribué à individualiser des compartiments hydrauliques indépendants au sein de la pile sédimentaire.

L'âge de l'étage géologique concerné permet de baptiser d'un seul et même nom des ensembles parfois fort complexes dans le détail quant à la nature des roches et à leurs propriétés physiques vis à vis des eaux souterraines. Cette dénomination est cohérente.

Si les couches géologiques sont tabulaires, elles n'en sont pas moins affectées de déformations de type plis ou failles qui expliquent leur remontée à l'affleurement ou leur enfoncement en profondeur. Ces déformations sont à l'origine de nombreuses irrégularités géométriques dont certaines sont importantes pour le SAGE compte tenu de leurs effets sur le fonctionnement des ressources. C'est ainsi que le département de la Gironde se trouve encadré par deux structures anticlinales qui font remonter l'ensemble des couches et amènent le Crétacé à l'affleurement : il s'agit du seuil charentais de Jonzac au nord et, au sud, de l'anticlinal de Villagrains - Landiras. De petits plis affectent également le détail des couches, décrivant des seuils et des bassins. Ces structures ont joué pendant le dépôt des couches et confèrent très grossièrement à chaque couche une forme en cuillère axée plus ou moins approximativement sur l'estuaire.

L'architecture du sous-sol est connue par de multiples sondages et décrite dans de nombreuses études de synthèse qui ne peuvent toutefois prétendre à une exhaustivité parfaite. Il faut donc accepter une certaine imprécision dans le détail de la connaissance et définir par convention les ensembles sur lesquels sera appliqué le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux des Nappes profondes de Gironde.

La connaissance de ces milieux ne pouvant être exhaustive, le cadre physique de l'état des lieux des nappes profondes ne peut être figé définitivement et l'on doit accepter une part d'arbitraire dans la définition des limites des principaux sous ensembles.

2.1.2 Les principaux aquifères en Gironde

Les grands systèmes aquifères profonds du département de la Gironde ont une extension inter-régionale. En bordure du bassin Aquitain, ils sont libres et deviennent captifs par enfouissement sous des formations semi-perméables à imperméables plus récentes.

Les nappes superficielles libres en relation avec le réseau hydrographique ne rentrent pas dans le cadre du SAGE Nappes Profondes. Sont exclues précisément les nappes contenues dans les terrains Plio-quaternaires, sables et graviers pliocènes, alluvions des rivières et sables éoliens des Landes. En revanche, la partie libre des nappes profondes, qui constitue aussi leur zone d'alimentation, entre dans le cadre du SAGE.

Les principaux systèmes aquifères girondins sont au nombre de six, chacun d'entre eux pouvant renfermer plusieurs réservoirs distincts :

- le Pliocène ;
- le Miocène ;
- l'Oligocène ;
- l'Eocène ;
- le Crétacé ;
- le Jurassique.

Le SAGE Nappes Profondes ne concerne que les réservoirs inclus au sein des formations du Miocène, de l'Oligocène, de l'Eocène et du Crétacé supérieur.

Les systèmes aquifères du Pliocène et du Jurassique encadrent les nappes du SAGE avec lesquelles ils peuvent interférer.

2.2 Territoire du SAGE

Bien que les réservoirs et les ressources concernées par le SAGE s'étendent au-delà du département de la Gironde, le territoire de ce schéma est limité à ce département.

Approuvée par arrêté préfectoral le 6 août 1996, la précédente version du Schéma directeur d'aménagement et de gestions des eaux (SDAGE) du bassin Adour Garonne :

- recommandait une gestion globale des aquifères captifs ;
- identifiait la problématique de gestion de l'Eocène de l'Aquitaine nord ;
- recommandait que les services de l'Etat et les collectivités concernées, avec l'appui de l'Agence de l'eau, recherchent des ressources alternatives à celle de l'Eocène pour la région de Bordeaux.

En l'absence de préconisation impérative quant à l'extension spatiale d'une gestion des aquifères captifs, et en réponse aux recommandations du SDAGE, le périmètre du SAGE Nappes profondes, porté par les acteurs girondins, a été limité au territoire du département de la Gironde.

La justification d'un périmètre inférieur à l'aire d'extension des nappes captives concernées reposait sur des critères de cohérence hydro-géographiques et socioéconomiques, étant entendu que le délai imposé par le SDAGE nécessitait une organisation faisant primer le pragmatisme et l'efficacité sur la cohérence hydrogéologique. On notera que l'état des lieux établi pour la révision du SAGE (cf. résumé ci-après) ainsi que les résultats obtenus depuis 2003 ne remettent pas en cause cet argumentaire qui apparaît conforté par les résultats de l'analyse économique.

Cohérence hydro-géographique :

Gage de rapidité d'élaboration, de facilité de mise en œuvre et d'efficacité, le périmètre du SAGE limité au département de la Gironde se justifie notamment par :

- le recul du département en matière de données et de connaissance des usages de l'eau et du comportement des nappes, fruit notamment d'un suivi réalisé par le BRGM pour le Département depuis plus de 50 ans et d'un savoir faire aussi ancien au sein des universités bordelaises ;
- la concentration en Gironde de l'essentiel des prélèvements réalisés dans la partie captive des nappes concernées. Pour le réservoir éocène par exemple, qui est accessible dans tous les départements périphériques à la Gironde, les prélèvements cumulés s'établissent à environ 64 millions de m³ par an dont 59,2 en Gironde (92,5 %) et 43,1 en zone centre du SAGE (67,3 %) ;
- la localisation sur le département des principaux impacts, et des risques associés, générés par ces prélèvements.

Cohérence socioéconomique :

La pression des prélèvements sur les ressources en eau dépend, notamment pour les ressources destinées à l'alimentation en eau potable, et entre autres éléments, de la densité démographique et de l'activité économique.

Il apparaît donc intéressant de mettre en perspective les éléments présentés dans le tableau qui suit.

Territoire	Population (2009)	En %	Nombre d'employés (2007)	En %	VAB (M€) (2005)	En %
Dordogne	409 000	13%	150 720	12 %	6 842	10 %
Gironde	1 421 000	45 %	598 611	47 %	34 094	49 %
Dont CUB	720 000	23 %	389 097	30 %	22 502	33%
Landes	373 000	12 %	139 155	11 %	7 343	11 %
Lot-et-Garonne	326 000	10 %	125 342	10 %	5 991	9 %
Pyrénées atlantiques	647 000	20 %	262 719	21 %	14 501	21 %
Aquitaine (total)	3 178 000	100 %	1 276 547	100 %	68 771	100 %

Tableau I : Population nombre d'emploi et valeur ajoutée brute en Aquitaine

Le département de la Gironde représente près de 50% de la population, du nombre d'employés et de la valeur ajoutée dégagée en Aquitaine. Quant à la Communauté urbaine de Bordeaux (CUB), elle représente 50% de la population, 60% de la population active, 61,5% des emplois et 65% des services administrés du département de Gironde.

2.3 Ressources hors périmètre : sur le territoire du SAGE / hors territoire du SAGE

2.3.1 Ressources visées par le SAGE mais hors du territoire du SAGE :

Le SAGE s'applique donc sur un territoire inférieur à l'aire d'extension des ressources qu'il concerne. La question de la gestion de ces ressources hors du département de la Gironde peut donc légitimement se poser.

Le SDAGE Adour-Garonne, dans sa version approuvée en 1996, confie à sa Commission territoriale Nappes profondes le soin d'assurer la cohérence des actions à l'échelle des nappes profondes, ce dont cette commission s'acquitte toujours.

Par ailleurs, des contacts et échanges réguliers sont assurés avec les collectivités et services de l'Etat des départements voisins dont certains sont systématiquement invités aux réunions de la Commission locale de l'eau.

Enfin, des approches communes à l'échelle des nappes ont récemment été engagées, notamment en vue de la détermination des volumes maximums prélevables dans les nappes profondes (démarche conjointe DREAL Agence de l'eau Adour Garonne).

Si les préconisations du SAGE Nappes profondes de Gironde ne s'appliquent pas au delà du territoire départemental, ou tout au moins ne constituent pas une obligation pour les acteurs de l'eau, la gestion des nappes profondes hors territoire du SAGE girondin n'entrave pas l'atteinte des objectifs fixés par celui-ci.

2.3.2 Ressources non concernées par le SAGE :

Son périmètre étant limité à certaines nappes souterraines qualifiées de profondes, le SAGE Nappes profondes de Gironde, ne traite pas des ressources suivantes :

- nappes profondes infra-Crétacé ;
- nappe supra-Miocène, au premier rang desquelles la nappe plioquaternaire ;
- plans d'eau et cours d'eau.

En revanche, le SAGE Nappes profondes de Gironde est bien entendu intéressé par la gestion de ces ressources dans la mesure où :

- l'atteinte ou le maintien de ces ressources en bon état peut, dans certains cas, dépendre de l'état des nappes profondes concernées par le SAGE ;
- ces ressources constituent des alternatives aux prélèvements dans les nappes profondes ;
- ces ressources peuvent localement alimenter les nappes profondes ;
- la dégradation de ces ressources, qu'elle soit quantitative ou qualitative, pourrait dans certains cas se traduire par la volonté de transférer certains prélèvements sur les nappes profondes.

Certaines de ces ressources sont concernées par des SAGE en émergence, en cours d'élaboration ou de révision (cf. carte) :

- SAGE Leyre cours d'eau côtiers et milieux associés ;
- SAGE des Lacs Médocains ;
- SAGE Estuaire de la Gironde et milieux associés ;
- SAGE des Etangs de Born et Buch ;
- SAGE Ciron ;
- SAGE de la Vallée de la Garonne ;
- SAGE Isle-Dronne.

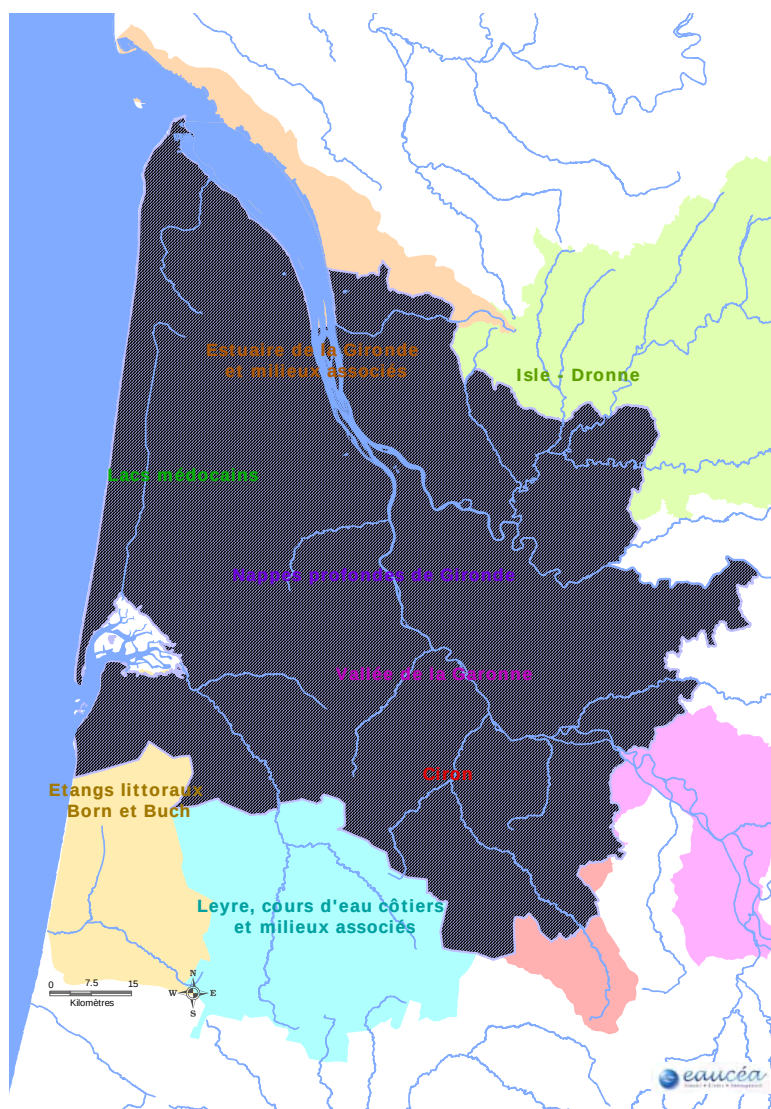


Figure 1 : Territoire des SAGE qui recoupent le territoire du SAGE Nappes profondes de Gironde

Des contacts et des échanges sont assurés en tant que de besoin avec les structures porteuses de ces différents schémas.

SAGE	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Nappes profondes de Gironde														
Lacs médocains														
Leyre, cours d'eau côtiers et milieux associés														
Estuaire de la Gironde et milieux associés														
Vallée de la Garonne														
Etangs littoraux Born et Buch														
Ciron														
Isle - Dronne														

ARRETE PERIMETRE	
ARRETE CLE	
ARRETE SAGE ET MISE EN ŒUVRE	

Tableau 2 : Etat d'avancement des SAGE qui concernent le département de la Gironde

Extrait de l'évaluation environnementale (EAUCEA)

Le SAGE Nappes profondes est le premier engagé et finalisé sur le territoire, créant ainsi un précédent théoriquement pris en compte dans les autres SAGE. Il est effectivement visé dans la plupart des travaux préparatoires ou les documents finalisés. Cette situation est largement légitimée par le caractère très majoritaire voire exclusif de la ressource profonde pour la fourniture d'eau brute pour l'eau potable.

3 Spécificités de la gestion des nappes captives – Définition du bon état

3.1 L'eau dans le sous-sol

L'eau est un constituant naturellement présent dans le sous-sol qui occupe la porosité et les fissures de la roche en profondeur. Le stock d'eau représente une proportion notable du volume de la roche (quelques % à plus de 20%). Cette eau est toujours tombée à la surface sous forme de précipitations avant de percoler plus ou moins rapidement en profondeur. La roche réservoir qui stocke l'eau est un aquifère que l'on désigne généralement par le nom de la série ou de l'étage géologique au cours duquel la roche s'est constituée (exemple : aquifère de l'Eocène).

La nappe phréatique est la première nappe rencontrée dans le sous-sol. C'est une nappe généralement libre alimentée par la pluviométrie et les eaux superficielles : elle est sujette aux infiltrations directes et aux pollutions de surface.

Les nappes captives sont isolées de la nappe phréatique (ou des pollutions de surface lorsque cette dernière n'existe pas) par des couches intercalaires moins perméables, appelées épontes, qui maintiennent ces nappes en pression (éventuellement différentes). Certaines d'entre elles peuvent même être jaillissantes.

Leur alimentation s'effectue notamment sur des zones d'affleurement des réservoirs et la circulation et le renouvellement de l'eau y sont généralement très lents.

L'existence d'écrans d'argiles ou de marnes semi-perméables limitant les aquifères n'empêche pas des transferts d'eau entre aquifères sous l'effet de différences de pression. Ces échanges, appelés "flux de drainance", contribuent de manière significative à l'alimentation des nappes captives étant donné la taille des surfaces d'échange disponibles.

Si l'eau peut être ancienne (de l'ordre de 20 000 ans dans l'Eocène au droit de Bordeaux), son âge est toujours sans commune mesure avec celui du réservoir (33 millions d'années pour l'Eocène).

Hormis dans les systèmes karstiques, où l'eau circule dans des fissures ou des conduits, l'eau se déplace au sein d'un réservoir aquifère à la vitesse de quelques mètres par an (et parfois moins).

Un aquifère a une double fonction de stockage et de transport qui peuvent se trouver conjointement modifiées par l'action de l'homme.

Ce sont les forces de gravité qui constituent le moteur de la circulation des eaux. Entre deux points d'une nappe d'eau souterraine, le débit d'eau est proportionnel à la fois à la perméabilité de la roche et à la différence de pression (piézométrie) entre ces points.

Enfin, la notion de régime naturel des eaux souterraines est délicate à manier dans la mesure où toutes les nappes que nous observons sont influencées par des prélèvements.

3.2 Conditions d'existence d'une nappe - nappes libres – nappes captives

Pour qu'une nappe d'eau existe, il faut :

- une roche réservoir dans laquelle l'eau peut s'écouler,
- un obstacle, telle qu'une couche imperméable, s'opposant à l'écoulement et se traduisant par une accumulation d'eau ;
- une entrée d'eau, ponctuelle ou continue.

Les nappes d'eau sont classées en deux grandes catégories en fonction de la pression qui s'exerce à la surface de l'eau dans le réservoir :

- si cette pression est égale à la pression atmosphérique, on parle de nappe libre. La surface de l'eau et la surface piézométrique sont confondues. C'est le cas par exemple lorsque la roche réservoir affleure à la surface, et que l'eau peut s'y accumuler sans contrainte jusqu'à déborder ;

- si cette pression est supérieure à la pression atmosphérique, on parle de nappe captive. La surface de l'eau dans le réservoir et la surface piézométrique sont distinctes, la deuxième se situant au dessus de la première. C'est le cas lorsque la roche réservoir est surmontée d'une couche imperméable et que l'eau ne pouvant déborder verticalement se met en pression sous cette éponte.

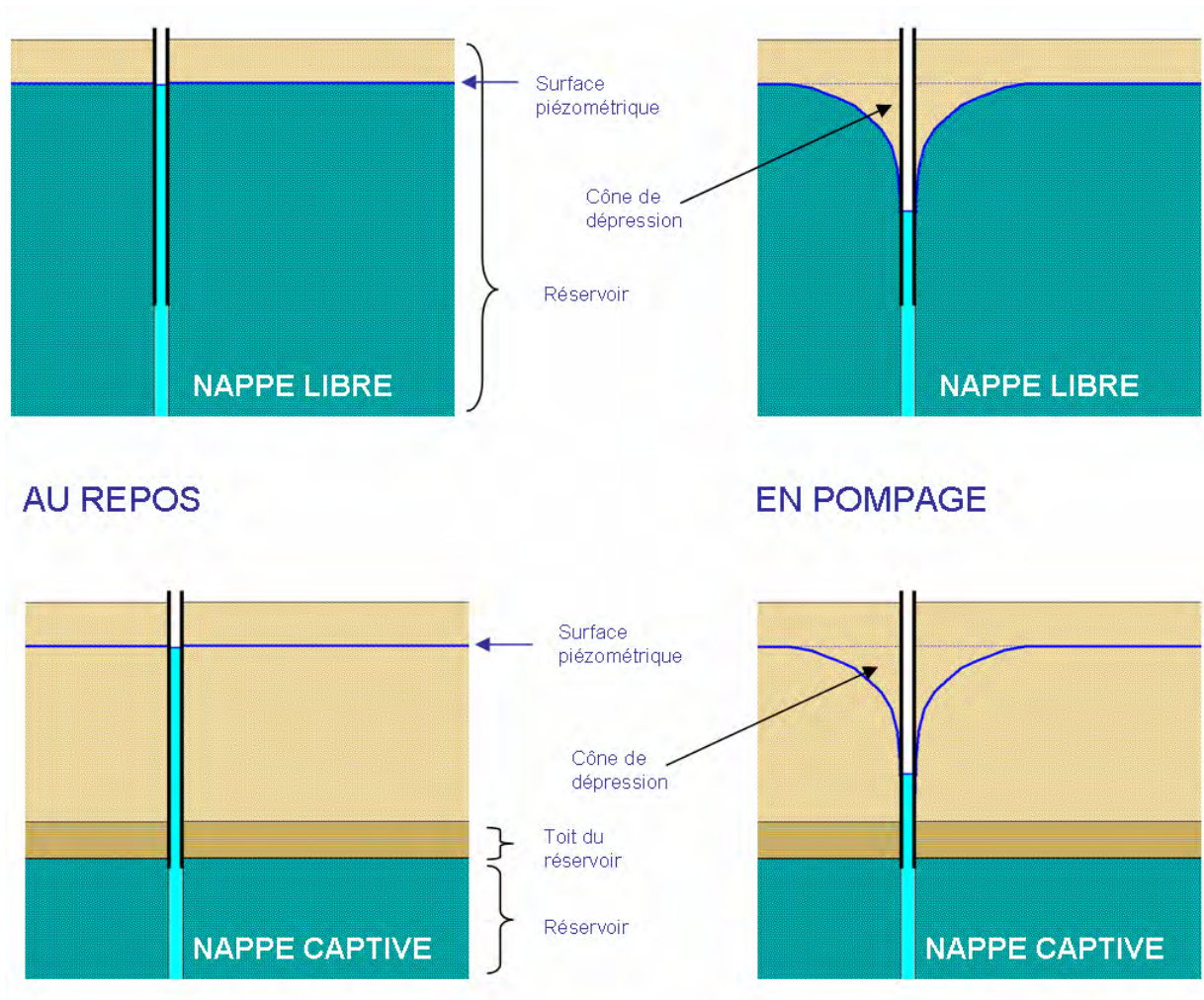


Figure 2 : Nappe libre – nappe captive, au repos et sous l'influence d'un pompage

Les modalités de fonctionnement des nappes d'eau dépendent de leur caractère libre ou captif, notamment sous l'effet d'un pompage :

- nappe libre : sous l'effet d'un pompage, de l'eau est libérée par désaturation du réservoir dans le cône de dépression engendré par le pompage. Dans ce cône, il n'y a plus d'eau dans la roche. Le volume d'eau libéré est égal au volume de roche désaturé multiplié par la porosité efficace de la roche (jusqu'à 20 % du volume de roche),
- nappe captive : sous l'effet d'un pompage, et dans des conditions normales d'exploitation (pas de dénoyage), toute la roche réservoir reste saturée en eau. Au droit du cône de dépression, il y a toujours de l'eau dans la roche mais à une pression plus faible qu'auparavant. L'eau est libérée par décompression de l'eau et des terrains dans la zone d'influence du pompage. Comparé à une nappe libre, le volume d'eau libéré est bien plus faible, de 100 à 1 000 fois moins pour une même dépression. Le paramètre utilisé pour les calculs n'est plus la porosité mais le coefficient d'emmagasinement.

Lors d'un pompage dans une nappe libre, l'eau est libérée par désaturation de la roche réservoir.

Lors d'un pompage dans une nappe captive, l'eau est libérée par décompression de l'eau et de la roche réservoir.

Cône de dépression :

Un pompage dans une nappe génère toujours un cône de dépression. Pour une même nappe, le cône de dépression :

- est d'autant plus profond que le débit de pompage est important ;
- est d'autant plus étendu que le pompage dure longtemps.

Pour un pompage de même débit et de même durée, le cône de dépression est toujours plus étendu dans une nappe captive.

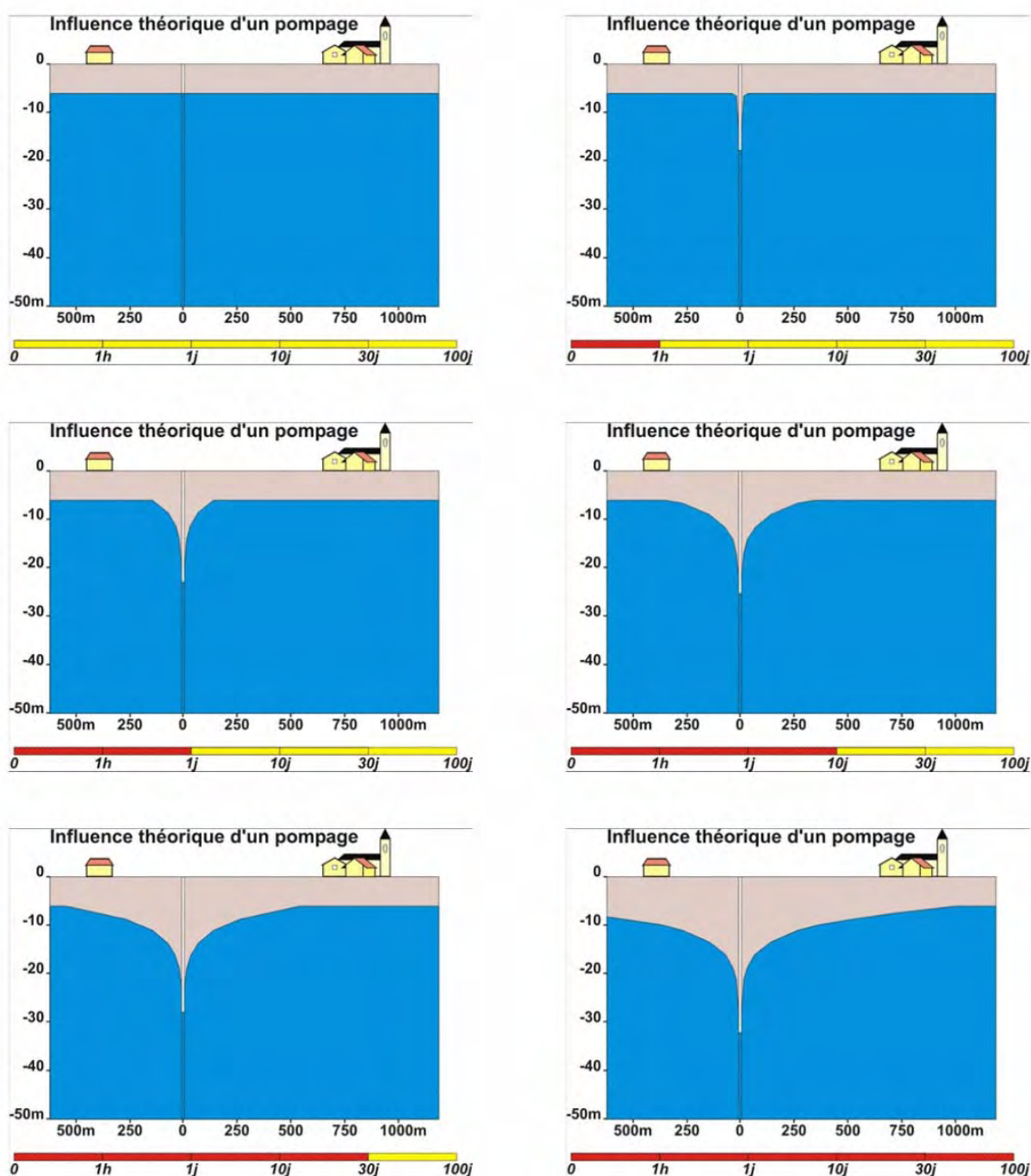


Figure 3 : Extension du cône de dépression sous l'influence d'un pompage à débit constant (SMEGREG)

Dénoyage d'une nappe captive :

Le dénoyage d'une nappe captive consiste à désaturer le réservoir par abaissement de la surface piézométrique de la nappe sous l'éponte imperméable qui constitue le toit du réservoir.

Le dénoyage est une opération qui met en péril la conservation des propriétés physico-chimiques, microbiologiques et hydrauliques de la ressource. Lors du dénoyage, la nappe captive devient libre ce qui se traduit immédiatement par une modification du comportement hydraulique de la nappe et par une modification de la productivité de l'ouvrage.

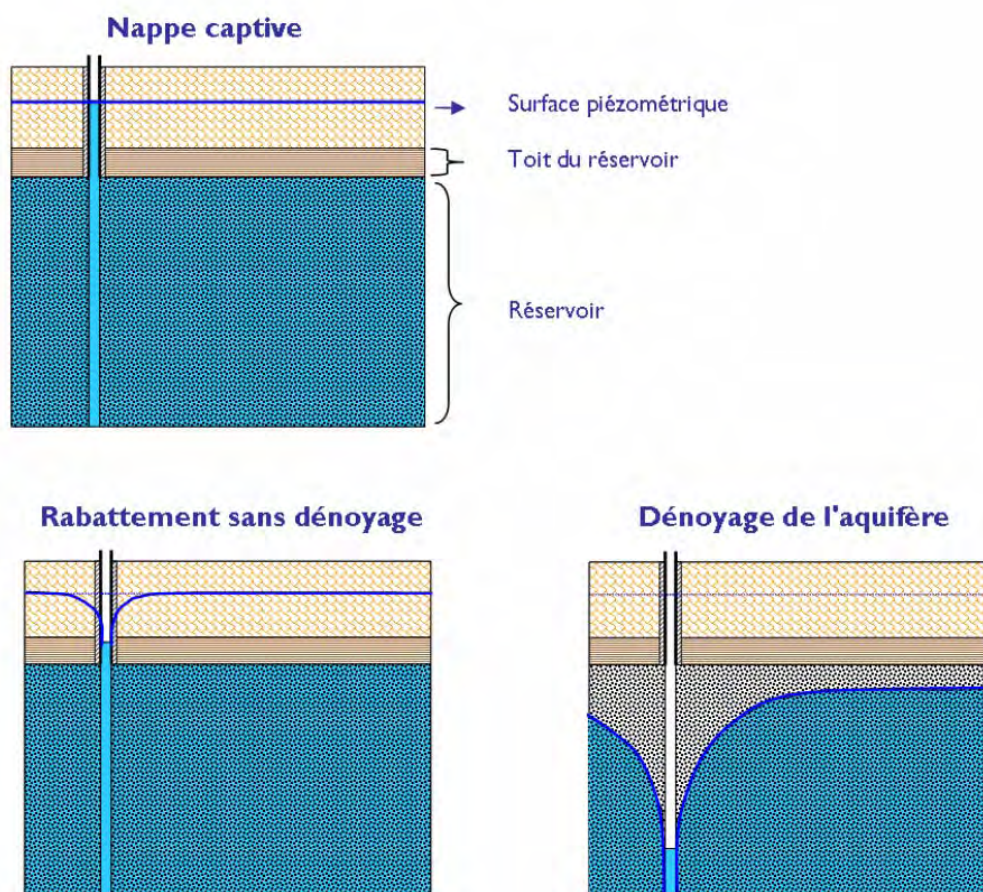


Figure 4 : Dénoyage d'une nappe captive

3.3 Dynamique des nappes captives – évolution des stocks et des flux

Comme c'est généralement le cas pour les nappes captives, les nappes profondes girondines se caractérisent par des réserves excessivement importantes en regard des volumes renouvelés chaque année (pour l'Eocène, le stock s'exprime en centaines de milliards de mètres cube alors que le volume renouvelé chaque année s'exprime en centaines de millions de mètres cube).

Le faible flux entrant en regard de la réserve immobilisée s'explique par les modalités propres de fonctionnement de ces ressources.

En effet, comme indiqué dans les paragraphes précédents, le débit entre deux points au sein d'une nappe est proportionnel, notamment, à la différence de pression entre ces deux points. En dehors de toute exploitation, les différences de pression sont relativement faibles, aussi bien :

- dans les zones d'alimentation directe par infiltration des précipitations sur les zones d'affleurement du réservoir ;
- entre les nappes profondes ce qui limite les échanges par drainance.

Dans ces conditions, les flux naturels sont limités.

Dans le cas d'un pompage, un cône de dépression se développe au sein de la nappe et les différences de potentiel ainsi créées génèrent un déplacement de l'eau vers le forage. Bien entendu, cela se traduit par un déstockage de l'eau dans la portion de réservoir concernée. Pour que ce pompage se traduise par une modification significative des flux entrants dans la nappe, il faut que cette onde de dépression ait une extension spatiale et une intensité suffisantes pour que :

- des transferts de masse au travers des formations peu perméables représentent des flux significatifs ;
- les flux entrants par les zones d'alimentation directe soient augmentés.

L'aire d'influence d'un pompage étant directement proportionnelle à la durée du pompage, les volumes prélevés ne sont jamais compensés par des entrées d'eau supplémentaires dans le réservoir en début de pompage. Il en résulte donc toujours une diminution des réserves (déstockage).

En revanche, lorsque le pompage dure suffisamment longtemps, l'augmentation des flux entrants du fait de l'extension du cône de dépression peut conduire à un équilibre entre les prélèvements et les entrées dans le réservoir.

Dès que cet équilibre est atteint, ce qui peut demander plusieurs décennies, voire plusieurs siècles, pour les grands réservoirs profonds, le déstockage devient nul.

Dans certains cas, les prélèvements peuvent être trop importants pour qu'ils soient compensés par des entrées et ce quel que soit la durée du pompage. On peut alors parler de déséquilibre structurel et de surexploitation globale de la ressource (à différencier d'une surexploitation locale décrite ci après).

L'exploitation des eaux souterraines se traduit obligatoirement par une baisse des pressions qui sera le moteur du renouvellement de l'eau. Cette exploitation se traduit toujours par une diminution des réserves (déstockage) même si, à terme, les sorties et les entrées s'équilibrent.

Pour que les volumes extraits soient compatibles avec une gestion durable de la ressource, la diminution des réserves qu'ils engendrent ne doit pas remettre en cause la pérennité de la ressource quelle que soit l'échelle de temps considérée.

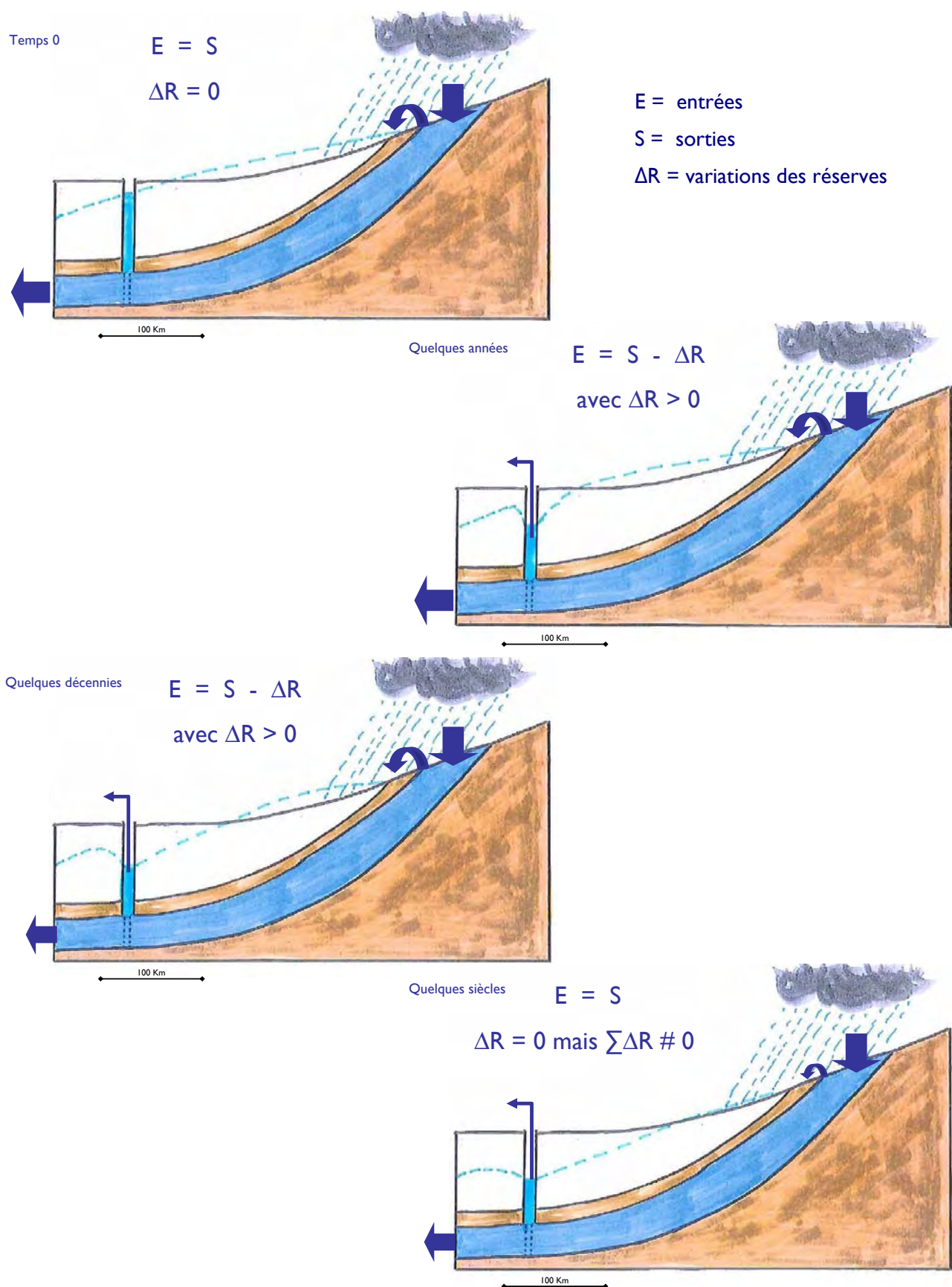


Figure 5 : Pompage constant dans une nappe captive : évolution du bilan et variation des réserves

3.4 Les enjeux de la gestion

La dépression générée par l'exploitation d'un ou plusieurs forages se traduit par une modification des conditions d'écoulement dans l'aire d'influence des pompages. Dans certains cas, on peut aboutir à des inversions locales des directions d'écoulement qui sont à l'origine de désordres susceptibles d'affecter la qualité des eaux.

En effet, en cas d'inversion des sens d'écoulement à proximité des exutoires naturels de la nappe, c'est l'eau de ces exutoires (mer ou estuaire par exemple) qui pénétrera dans le réservoir, affectant durablement la qualité des eaux.

De même, dans le cas d'une nappe captive protégée des pollutions de surface, la diminution de pression peut permettre aux eaux de surface d'y pénétrer et au delà, peut conduire au dénoyage local, voire plus général, du réservoir (cf. supra).

Pour se prémunir de ces risques, la gestion visera à maintenir dans les réservoirs des pressions qui n'affectent pas les directions d'écoulement dans les zones à enjeux identifiées.

Pour ce faire, il convient de fixer des règles de gestion à deux échelles :

- une gestion en bilan à grande échelle pour garantir la pérennité globale de la ressource ;
- une gestion en pression à l'échelle locale : même si les bilans sont respectés à grande échelle, un seul pompage peut générer localement les inversions d'écoulement dont on veut se prémunir. Il convient de fixer des pressions minimales à respecter sur des zones à enjeux identifiées.

La préservation des qualités de la ressource des nappes captives impose que les directions et sens d'écoulement ne soient pas modifiées dans des zones à enjeux identifiées.

Pour ce faire, les règles de gestion doivent préciser :

- à grande échelle et pour chaque unité de gestion, un volume maximum prélevable en vue de maîtriser le déstockage ;
- à une échelle locale, les pressions à respecter pour ne pas générer d'inversion d'écoulement ou de dénoyage.

Enfin, l'enjeu de la gestion des nappes profondes pour les milieux aval ne doit pas être oublié. En effet, dans certains cas, les flux sortants des nappes, qu'ils soient ponctuels ou diffus, conditionnent l'état des milieux aquatiques aval (autre nappe, cours d'eau, plan d'eau, zone humide, etc.).

Il convient donc également de maintenir sur les zones concernées des pressions permettant de garantir un flux sortant suffisant au profit de ces milieux, voire d'un usage (sources captées pour l'alimentation en eau potable par exemple).

Par ailleurs, il convient de garder à l'esprit que, dans le cas des nappes profondes de Gironde, l'identification des milieux dont l'état dépend de celui des nappes profondes est délicate et loin d'être exhaustive. De plus, pour les milieux identifiés, les données permettant de juger de leur état ne sont pas toujours disponibles.

Avis du groupe d'experts hydrogéologues auprès de la CLE du SAGE Nappes profondes de Gironde formulé le 4 juillet 2011 : Proposition de définition du bon état quantitatif pour les nappes captives :

L'analyse de l'état d'une nappe captive combine une approche globale en bilan et des approches locales en pression. Une nappe captive est en bon état quantitatif lorsque à la fois :

- *la diminution de la réserve que peut faire apparaître le calcul des bilans annuels à moyen et long termes (plusieurs décennies à minima) ne remet pas en cause la pérennité de la ressource ;*
- *les niveaux piézométriques sur les zones à enjeux identifiés permettent de garantir :*
 - ✓ *l'absence de dénoyage permanent et étendu du réservoir ;*
 - ✓ *des directions et sens d'écoulement interdisant l'entrée d'eaux parasites ;*
 - ✓ *des débits sortants au profit des milieux aval suffisants pour ne pas empêcher l'atteinte ou le maintien du bon état pour ces milieux.*

Définition du bon état des nappes captives, adoptée par la CLE lors de sa réunion du 11 juillet 2011, à l'unanimité des membres présents :

"Considérant :

- les principes définis dans les textes de référence, au premier rang desquels la Directive 2000/60/CE du parlement européen et du conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire de l'eau directive cadre ;
- l'absence de définition précise et surtout satisfaisante du "bon état quantitatif" des eaux souterraines, et plus encore des nappes captives ;
- les spécificités des nappes captives ;
- la proposition de définition formulée par le Groupe d'experts hydrogéologues lors de sa réunion du 4 juillet 2011 ;

la Commission locale de l'eau du SAGE Nappes profondes de Gironde approuve la définition du bon état quantitatif qui lui a été proposée, à savoir :

"L'analyse de l'état d'une nappe captive combine une approche globale en bilan et des approches locales en pression.

Une nappe captive est en bon état quantitatif lorsque à la fois :

- la diminution de la réserve que peut faire apparaître le calcul des bilans annuels à moyen et long termes (plusieurs décennies a minima) ne remet pas en cause la pérennité de la ressource ;
- les niveaux piézométriques sur les zones à enjeux identifiés permettent de garantir :
 - l'absence de dénoyage permanent et étendu du réservoir ;
 - des directions et sens d'écoulement interdisant l'entrée d'eaux parasites ;
 - des débits sortants au profit des milieux aval suffisants pour ne pas empêcher

l'atteinte ou le maintien du bon état pour ces milieux."

3.5 Les spécificités de la gestion

Une gestion à dire d'experts ...

Une des spécificités de la gestion des eaux souterraines tient aux modalités pratiques d'observation du milieu. En effet, il n'est pas possible, contrairement à ce qui est le cas pour les eaux superficielles, de procéder à une observation directe de la ressource en tout point de son étendue. Cette observation se fait par l'intermédiaire d'ouvrages, dédiés ou non à cet usage (piézomètres ou forages d'exploitation), et n'est jamais directe. Les mesures réalisées (niveau d'eau, température, qualité, etc.) doivent être traitées et interprétées pour permettre de poser un avis sur l'état de la ressource.

Pour être caricatural, dans le cas d'une rivière dans un contexte simple, nul besoin d'être expert pour constater qu'elle est en crue, ou à sec, et dans certains cas polluée. Le débat porte plus sur les causes à l'origine de l'état constaté que sur l'état lui-même.

Sauf à voir une source se tarir par exemple, l'observation directe de l'état d'une nappe est rarement possible. La gestion des eaux souterraines ne peut s'affranchir du "dire d'expert" toujours sujet à débat, en premier lieu entre experts.

Dans le cas des eaux souterraines, le débat peut donc débuter sur la question de l'état de la ressource, et avant même sur l'interprétation que l'on a fait d'une observation de terrain et le poids qui lui a été donné en matière de représentation de l'état de la ressource.

Cette particularité de la gestion des nappes, ajoutée à la plus grande complexité du fonctionnement des nappes profondes, explique le choix de la Commission locale de l'eau du SAGE Nappes profondes de Gironde qui s'est dotée d'un Groupe d'experts hydrogéologues dont le rôle est d'éclairer ses décisions.

... basée sur des outils d'analyse et simulations spécifiques

L'aire d'extension des réservoirs, leurs interactions, les échelles d'analyse, aussi bien spatiales que temporelles, justifient que la gestion des nappes profondes s'appuie sur des outils spécifiques au premier rang desquels les modèles mathématiques de simulation.

Aussi bien en termes de bilan que de piézométrie, si les ordres de grandeur des phénomènes peuvent être approchés par le calcul, les exigences de la gestion imposent une approche plus fine, spatialisée, sur des échéances plus ou moins lointaines, que seuls ces outils permettent.

Le SAGE Nappes profondes de Gironde s'appuie sur le Modèle mathématique nord aquitain (MONA) développé par le BRGM et sur des modèles locaux développés pour traiter de sujets spécifiques ou de problématiques limitées dans l'espace. L'existence de modèles de recherche à l'université, notamment à l'échelle du nord de l'Aquitaine, permet également de faire évoluer les concepts de gestion.

4 Etat des lieux des ressources (synthèse)

En lisant ce résumé de l'état des lieux des ressources, on gardera à l'esprit que les réserves des nappes les plus profondes diminuent naturellement, certes très lentement, depuis leur apogée qui correspond à la fin des dernières glaciations. Depuis près de 20 000 ans, les niveaux piézométriques baissent donc naturellement, localement parfois de manière quasi imperceptible, et il est illusoire de vouloir les maintenir constants.

4.1 Description et usages des principales nappes du département de la Gironde

Géographiquement les eaux souterraines sont diversement réparties dans le sous-sol de la Gironde sachant que :

- certains réservoirs ne sont pas présents sur la totalité du territoire girondin,
- quelle que soit leur extension, les réservoirs présentent des caractéristiques variables dans l'espace.

La présence simultanée de tous les réservoirs du Miocène, de l'Oligocène, de l'Eocène et du Crétacé, tous concernés par le SAGE, ne s'observe réellement qu'à l'ouest du Médoc, autour du bassin d'Arcachon et dans le sud ouest du département.

Par ailleurs, on ne peut évoquer ces réservoirs concernés par le SAGE Nappes profondes sans citer :

- le réservoir profond du Jurassique,
- les systèmes aquifères plus superficiels du Plio-Quaternaire.

Ces réservoirs seront décrits ci-après avec les nappes du SAGE.

4.1.1 Le Jurassique (non concerné par le SAGE)

Ce système complexe est relativement bien connu dans les départements de la Charente-Maritime, de la Charente, de la Dordogne et, dans une moindre mesure, du Lot-et-Garonne. En Gironde, il serait a priori présent en tout point du département de la Gironde entre 800 m et plus de 1 500 m de profondeur.

Là où il a été reconnu, il est constitué de calcaires et de dolomies qui peuvent fournir des débits très importants et des eaux chaudes souvent très minéralisées.

4.1.2 Le Crétacé

Bien que très développées, les formations du Crétacé inférieur ne présentent pas de niveaux productifs notables et ne sont a priori pas exploitables en Gironde.

En revanche, le Crétacé supérieur correspond à deux grands sous-systèmes aquifères (la base et le sommet du Crétacé supérieur) qui s'étendent sous la totalité du sous-sol du département.

La base du Crétacé supérieur (Cénomanien à Santonien), située entre 50 et 1 100 mètres de profondeur, est constituée de calcaires, de sables et de dolomies. Ces formations peuvent fournir des débits importants allant de 100 à 200 m³/h par forage et une eau généralement de bonne qualité. Des teneurs en fer, en fluor, en sulfates et en potassium supérieures aux limites de qualité pour l'eau potable ont néanmoins été observées localement.

Les eaux sont principalement utilisées pour la géothermie dans la région bordelaise (eaux à environ 50°C) et pour l'eau potable dans le sud Gironde ou, malgré des excès en fluor, dans le Nord-Médoc

Le sommet du Crétacé supérieur (Campano-Maastrichien), situé entre 0 et 700 mètres de profondeur, est constitué de calcaires qui peuvent fournir des débits compris entre 50 et 200 m³/h par forage. Les eaux y sont généralement de bonne qualité malgré des teneurs en fer, en fluor, en sulfates et en potassium qui peuvent être supérieures aux limites de qualité pour l'eau potable.

Exutoires – milieux aval

Il n'existe pas d'exutoire superficiel pour le réservoir de la base du Crétacé supérieur, les écoulements se font au profit de l'océan ou d'autres réservoirs profonds.

La piézométrie du réservoir du sommet du Crétacé supérieur se calque sur celle de la nappe Eocène inférieur à moyen (cf. infra) et elle révèle des écoulements d'une part vers l'océan et d'autre part vers l'estuaire. Il n'existe qu'un seul exutoire connu du Campano-Maastrichtien au profit d'un cours d'eau : il correspond aux affleurements de ces formations dans le lit du Gât Mort dans sa traversée de Villagrains (commune de Cabanac et Villagrains) au nord de la structure anticlinale de Villagrains Landiras.

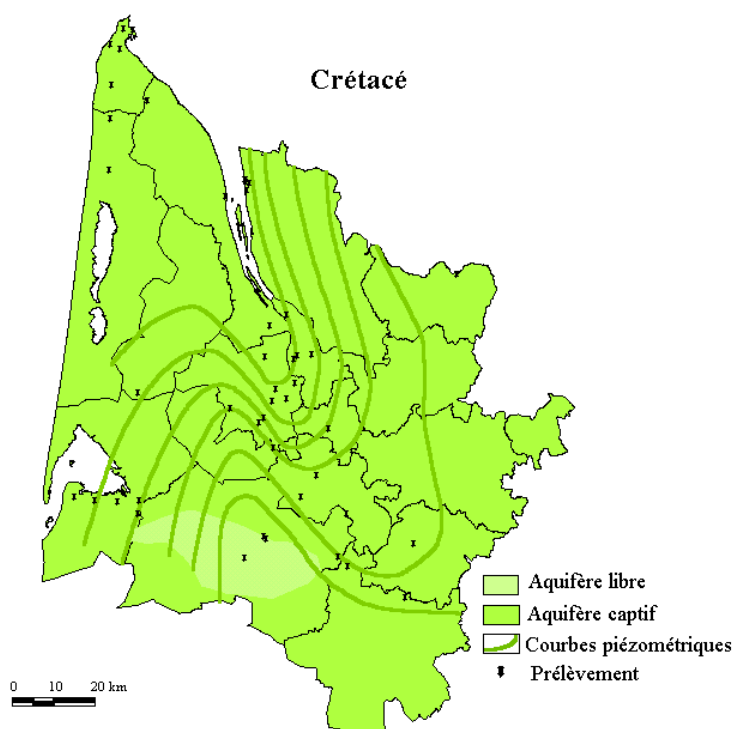


Figure 6 : Extension du réservoir du Crétacé supérieur en Gironde

Prélèvements et usages :

En 2008, on dénombrait une cinquantaine de forages dans les nappes du Crétacé pour un prélèvement cumulé de 5,5 millions de m³ (3,3 millions de m³ au Campano-Maastrichtien et 2,2 au Cénomanien à Santonien).

L'usage prédominant était la production d'eau potable (46%) suivi de la géothermie (41%).

4.1.3 L'Eocène

Les formations de l'Eocène s'étendent sous la totalité du département de la Gironde à l'exception de zone axiale de l'anticlinal de Villagrains-Landiras. Elles se rencontrent entre la surface et plus de 500 mètres de profondeur et sont constituées de plusieurs niveaux superposés de sables, de graviers, d'argiles, de marnes et de calcaires allant de l'Eocène inférieur à l'Eocène supérieur. Les forages peuvent fournir des débits de l'ordre de 100 à 200 m³/h.

Deux aquifères principaux peuvent être distingués au sein des formations de l'Eocène :

- l'Eocène inférieur à moyen, principal complexe aquifère et présent sous tout le département ;
- l'Eocène supérieur qui n'existe pas partout et n'est pas toujours aquifère.

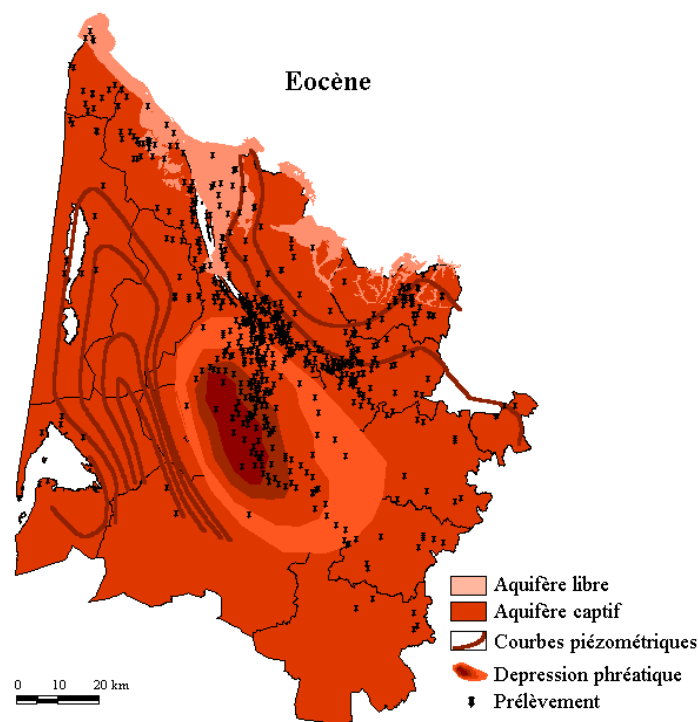


Figure 7 : Extension du réservoir de l'Eocène en Gironde

Les eaux sont généralement d'excellente qualité, à l'exception des teneurs en fer qui, souvent élevées, imposent presque toujours un traitement des eaux lorsqu'elles sont destinées à l'alimentation en eau potable.

Au droit d'un domaine dit "minéralisé" situé entre la Garonne et la Dordogne, de Grignols dans le Bazadais à Lamarque dans le Médoc, les eaux présentent des teneurs en fer et en fluor supérieures aux limites de potabilité ainsi que de fortes concentrations en calcium, chlorures, sodium et sulfates.

Exutoires – milieux aval

L'océan Atlantique et l'estuaire de la Gironde constituent les exutoires majeurs de la nappe éocène. Les reconnaissances géologiques sous-marines effectuées au large de la côte du Médoc montrent l'existence d'affleurements calcaires qui s'étendent sur plus de 25 km le long du rivage et sur 4 à 8 km de large.

L'analyse du modèle piézométrique révèle nettement l'existence d'une zone d'exutoire localisée sous la Gironde à l'aval de Blaye. Les formations calcaires de l'Éocène moyen et de l'Éocène supérieur ont été reconnues par l'intermédiaire de nombreux carottages dans le lit de l'estuaire de la Gironde.

A noter que la zone de contact entre les formations éocènes et le système estuarien est complexe, des nappes d'eaux souterraines fortement minéralisées piégées sous les argiles du Flandrien pouvant s'intercaler dans cette zone de contact. Des invasions par des eaux saumâtres à salées sont ainsi observées dans le secteur de la Pointe de Grave et en bordure de l'estuaire, dans sa partie aval.

Prélèvements et usages :

L'Eocène inférieur à moyen :

En 2008, on dénombrait 495 forages à l'Eocène inférieur à moyen pour un prélèvement de près de 56 millions de m³. Les principaux usages sont la production d'eau potable (93%), loin devant l'industrie (2,6%) et l'agriculture (2%, essentiellement pour des activités nécessitant une eau de qualité potable tel que le lavage des légumes). A noter une activité d'embouteillage en tant qu'eau minérale naturelle à Arcachon.

L'Eocène supérieur :

En 2008, l'Eocène supérieur comptait 186 forages pour un prélèvement de 3,3 millions de m³. Le principal usage de l'eau est l'alimentation en eau potable (43%) suivi par l'agriculture (36%) et l'industrie (15%).

4.1.4 L'Oligocène

Les systèmes aquifères de l'Oligocène sont essentiellement formés de calcaires et de calcaires gréseux et s'étendent :

- d'une part, sur toute la partie du département située à l'ouest de la Garonne, entre 0 et 500 mètres de profondeur,
- d'autre part sur les plateaux calcaires de l'Entre-deux-Mers qui ne constituent pas une masse d'eau au sens du SDAGE et sont différenciés, en tant qu'aquifère, du reste des formations oligocènes précitées.

Les forages implantés à l'ouest de la Garonne permettent d'exhauser des débits de l'ordre de 100 à 200 m³/h. Le système aquifère se caractérise aussi par l'existence de sources de trop-plein qui sont captées pour l'alimentation en eau potable de la région bordelaise et qui présentent des débits très importants (100 à plus de 1 000 m³/h). La productivité des calcaires de l'Entre-deux-Mers est moindre : 30 à 50 m³/h dans les meilleurs cas.

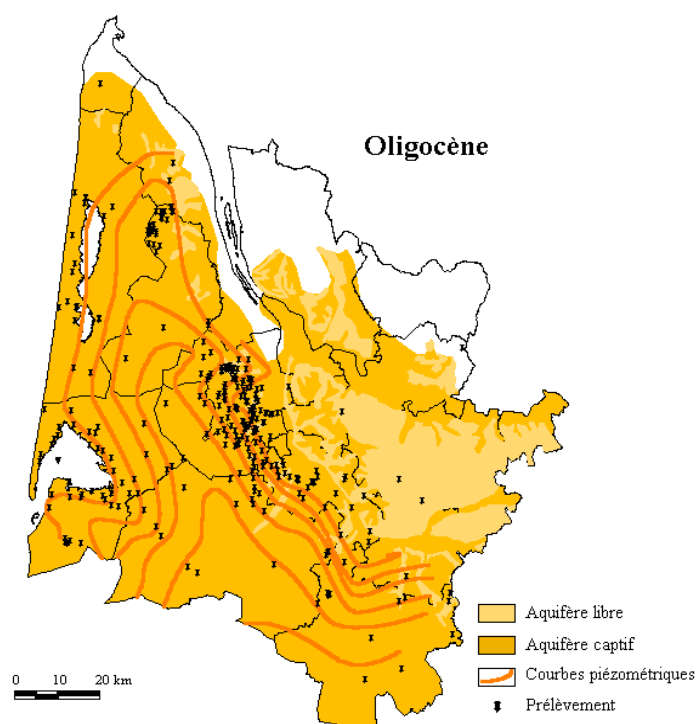


Figure 8 : Extension du réservoir de l'Oligocène en Gironde

Les eaux sont généralement d'excellente qualité. Dans les zones proches des affleurements, en bordure de la Garonne, la nappe est libre, sensible aux pollutions de surface et peut drainer des aquifères sus-jacents chargés en fer. Dans le sud-est du département, des concentrations naturellement élevées en fluor et en sulfates peuvent aussi être rencontrées.

Exutoires – milieux aval

A l'ouest, la Garonne et ses affluents (jalles, Saucats, Ciron) drainent la nappe oligocène qui émerge en de nombreuses aires d'exutoire le long de ces cours d'eau.

Par ailleurs, près de 116 sources ont été recensées en rive gauche de Garonne et de Gironde entre Langon et Lesparre-Médoc. Présentant des débits variables, ces émergences constituent une forme majeure d'exutoire pour la nappe oligocène.

Les sources les plus importantes sont celles de Budos, de Gamarde, de Thil, de Bussaguet et de Bellefond. Les débits naturels de ces sources restent difficilement quantifiables du fait des aménagements effectués pour l'alimentation en eau potable de l'agglomération bordelaise. Les débits mesurés aux sources non exploitées pour l'alimentation en eau potable sont particulièrement hétérogènes (de 3 à 600 m³/h).

Les sources de Budos, localisées au sud-est de Bordeaux en rive gauche du Ciron drainent l'aquifère des calcaires karstifiés de l'Oligocène affleurant au sud-est de la structure de Villagrains-Landiras à cœur crétacé. Un jaugeage effectué en période d'étiage en 1884 avait mis en évidence un débit supérieur à 1 100 m³/h. En 2001, les sources de Budos ont fourni un débit moyen de 28 800 m³/jour.

Le débit de ces sources, et notamment celles de Budos, est influencé par les fluctuations climatiques.

L'océan Atlantique, niveau de base actuel, constitue pour l'ensemble des aquifères tertiaires une zone d'exutoire diffuse directe ou indirecte. Au sud de la presqu'île du Cap-Ferret, les sédiments argilo-marneux créent une barrière à l'écoulement et la différence de charge entre les nappes oligocène et miocène induit une drainance ascendante à proximité de l'océan. L'aquifère du Miocène constitue ici un exutoire pour la nappe de l'Oligocène.

Au nord-ouest, les eaux souterraines émergent probablement plus directement par l'intermédiaire de karsts sous-marins localisés au large entre Soulac et Montalivet. Les affleurements calcaires s'étendent ici sur plus de 25 km de long et sur 4 à 8 km de large.

Prélèvements et usages :

La nappe est principalement utilisée pour l'eau potable et, dans une moindre mesure, pour l'irrigation, notamment dans le Médoc.

En 2008, 475 forages captaient l'Oligocène pour un prélèvement de 64 millions de m³ destinés principalement à l'alimentation en eau potable (80%) et à l'agriculture (16%).

A noter que 17 de ces 64 millions de m³ étaient issus des sources utilisées pour l'alimentation en eau potable (les volumes s'écoulant des sources vers d'autres milieux ne sont pas comptabilisés).

4.1.5 Le Miocène

Le système aquifère Miocène est un multicouche. Deux aquifères principaux peuvent être distingués : celui de l'Aquitarien-Burdigalien rencontré dans l'ouest et le sud du département, au-delà d'une ligne Naujac-sur-Mer/Langon et celui du Langhien-Serravallien (anciennement Helvétien) qui surmonte le précédent et qui se développe dans le sud-ouest du département.

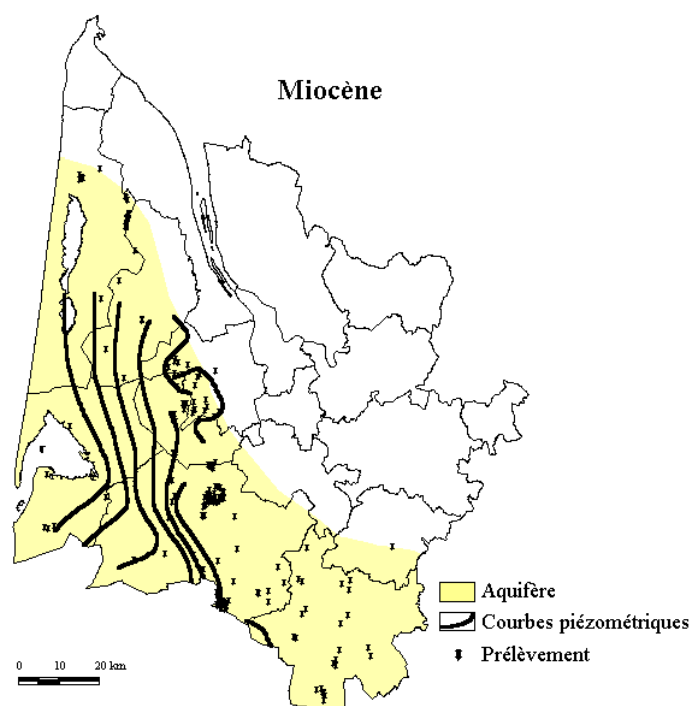


Figure 9 : Extension du réservoir du Miocène en Gironde

L'aquifère se situe entre 0 et 150 mètres de profondeur. Il est constitué de plusieurs niveaux de sables et de calcaires (faluns) et de sables verts à proximité du littoral. Les forages peuvent fournir des débits moyens, de l'ordre de 50 à 80 m³/h par forage.

Les eaux sont généralement de bonne qualité. Toutefois, dans les secteurs où l'aquifère est en liaison hydraulique avec la nappe sus-jacente du "Sable des Landes", les teneurs en fer peuvent être élevées. De l'arsenic, a priori d'origine naturelle, a été identifié dans le secteur de Captieux et des nitrates ont été détectés dans les eaux des sources du Sauternais et du Bazadais. A proximité du littoral atlantique, la qualité des eaux est généralement excellente.

Exutoires – milieux aval

Comme pour les réservoirs tertiaires, l'océan constitue aussi un exutoire de la nappe.

Quant aux affleurements du réservoir miocène, ils constituent bien souvent des exutoires importants par l'intermédiaire de sources (Cap de Bos à St Médard en Jalles par exemple qui peut donner plus de 200 m³/h) ou du drainage par le réseau hydrographique.

Prélèvements et usages :

Pour le Miocène, 260 forages étaient comptabilisés en 2008 pour un prélèvement de 16 millions de m³ principalement pour l'agriculture (65%) et l'alimentation en eau potable (29%).

A noter que 2,6 de ces 16 millions de m³ étaient issus de la source de Cap de Bos (St Médard en Jalles) qui est utilisée pour l'alimentation en eau potable de la Communauté urbaine de Bordeaux (les volumes s'écoulant des sources vers d'autres milieux ne sont pas comptabilisés).

4.1.6 Le Plio-Quaternaire (non concerné par le SAGE)

Bien que non concernées par le SAGE, les formations plio-quaternaires aquifères ont une grande importance car elles participent à l'alimentation des nappes sous jacentes qui nous intéressent. Elles sont représentées par :

- la "nappe des graviers de base" qui correspond au système aquifère captif du Pliocène ;
- la nappe sus-jacente dite du "Sable des Landes" qui correspond à une succession de réservoirs interconnectés ;
- les différents systèmes alluviaux (Garonne, Dordogne, Leyre, etc.).

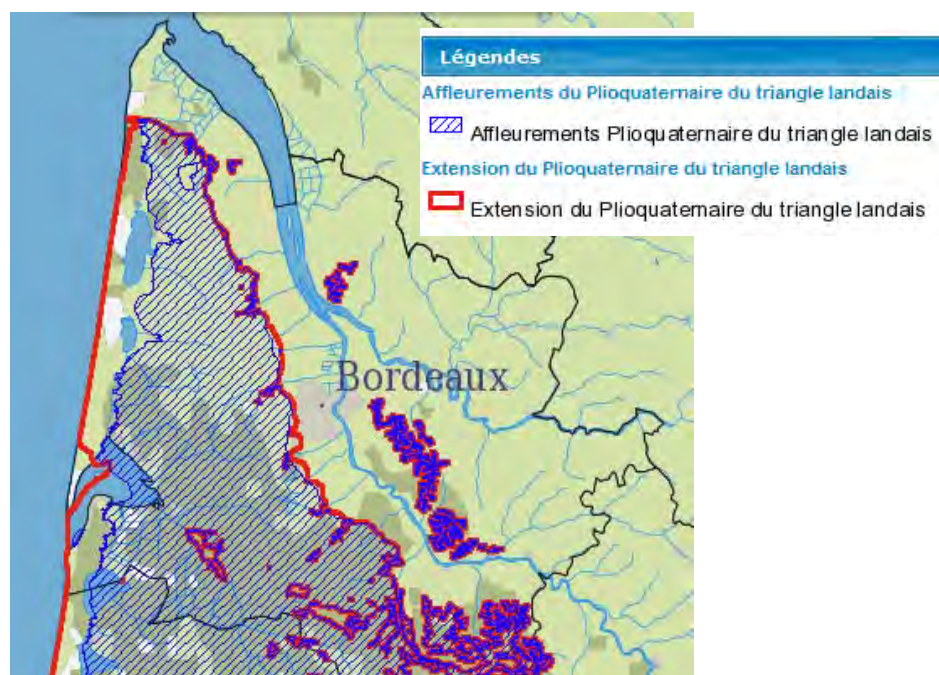


Figure 10 : Extrait de la carte de localisation du Plio-quaternaire du Bassin aquitain [BRGM, 2010]

Les sables et graviers du Pliocène fournissent des débits importants (de 50 à 100 m³/h) et renferment des eaux qui peuvent être acides et riches en fer.

Ces caractéristiques chimiques se retrouvent également fréquemment dans la nappe sus-jacente du Sable des Landes qui est parfois en connexion avec l'aquifère pliocène.

En règle générale, les eaux issues des formations pliocènes et du Sable des Landes sont utilisées pour l'irrigation et l'injection d'eau douce dans les réservoirs pétroliers.

Les formations alluviales renferment, quant à elles, des eaux qui peuvent être très vulnérables vis-à-vis des pollutions anthropiques et se caractérisent souvent par la présence de nitrates et de pesticides, en particulier dans les secteurs agricoles. Ces ressources sont généralement utilisées pour l'irrigation, l'arrosage des espaces verts et l'industrie.

4.2 Bilan des nappes du SAGE – évolution des réserves

L'analyse des bilans présentée ici est réalisée à l'échelle de l'emprise du Modèle mathématique nord aquitain (MONA). Sont donc pris en compte les prélèvements et les variations des réserves sur l'aire d'extension des réservoirs concernés par le SAGE hors du territoire girondin.

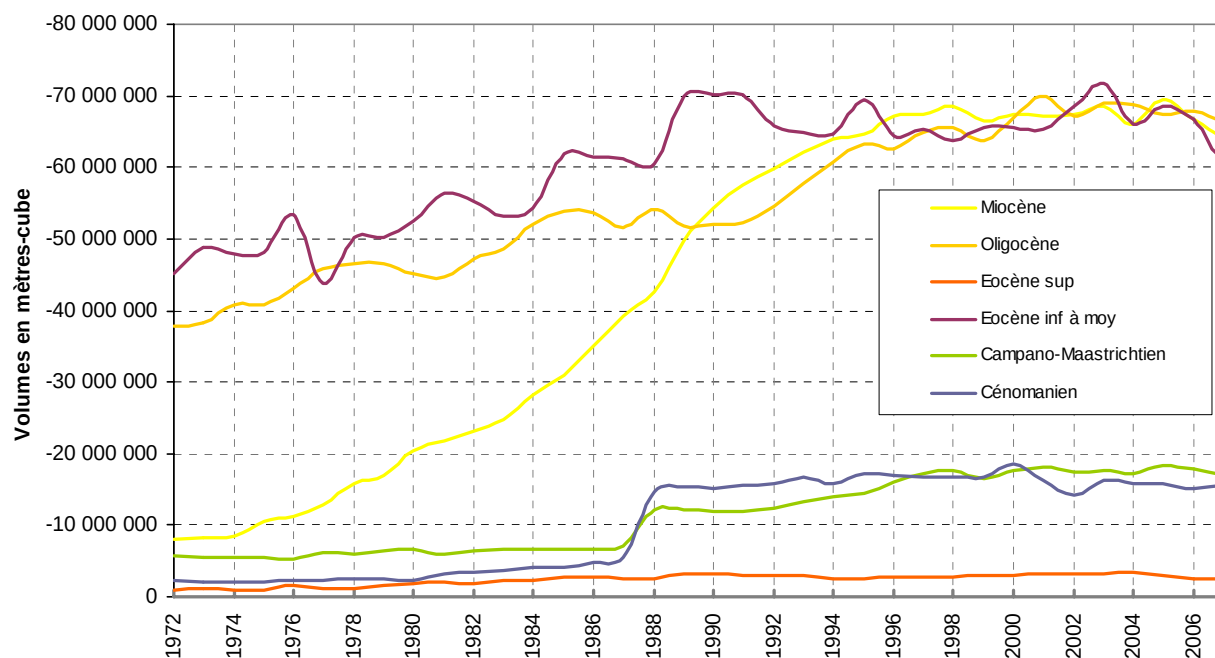


Figure 11 : Evolution des prélèvements (en m³/an) dans les différentes nappes du SAGE à l'échelle du Modèle mathématique nord Aquitain

L'historique de la variation des réserves des aquifères révèle :

- que tous les réservoirs sont affectés par les grands déficits pluviométriques intervenus après 1976 (1989-91, 2003, 2005) ou les bilans climatologiques positifs (2000-2001) sans qu'il soit possible de différencier les causes, parfois combinées, pour chaque réservoir :
 - modification des conditions d'alimentation ;
 - augmentation des prélèvements ;
 - impact indirect par drainance.
- que différentes périodes peuvent être identifiées :
 - de 1972 à 1988 : stabilité relative des réserves ;
 - en 1989 et 1991 : forts déstockages qui affectent toutes les nappes ;
 - de 1992 à 1999 : une phase de reconstitution des réserves suivie d'une phase de déstockage ;
 - de 2001 à 2006 : 6 années de soldes négatifs, voire plus pour certains réservoirs.

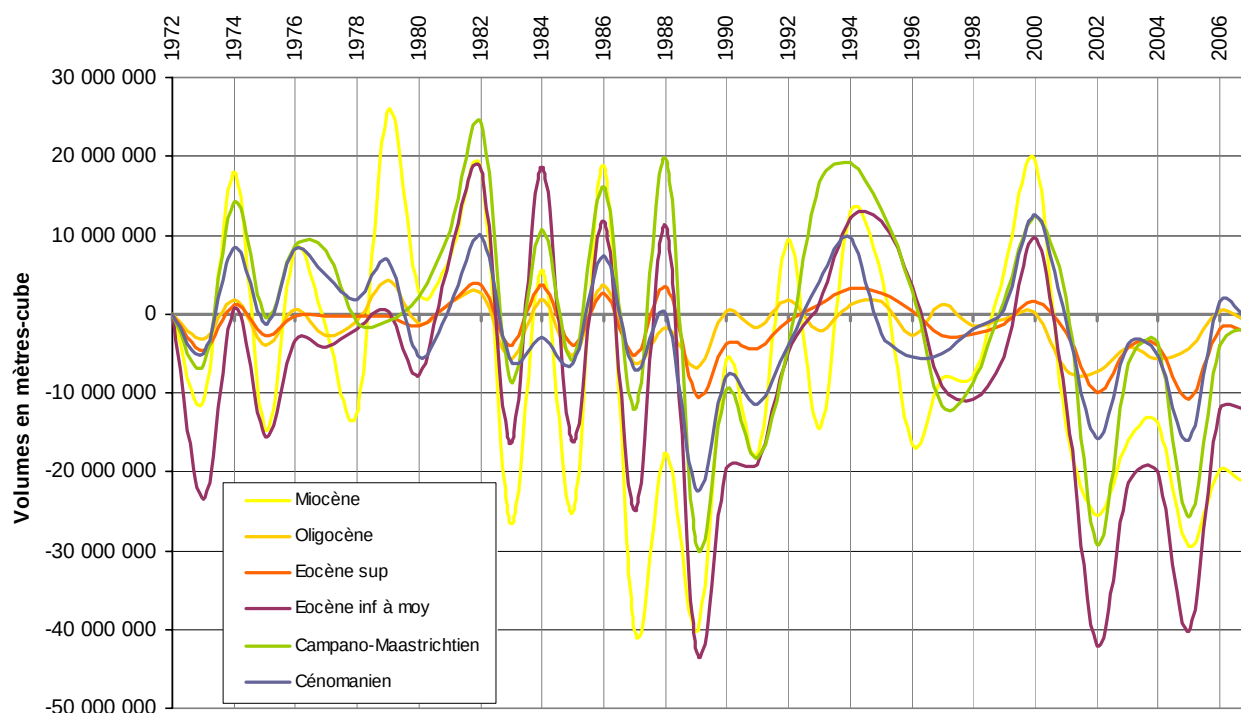


Figure 12 : Variations des réserves depuis 1972 à l'échelle du Modèle mathématique nord Aquitain

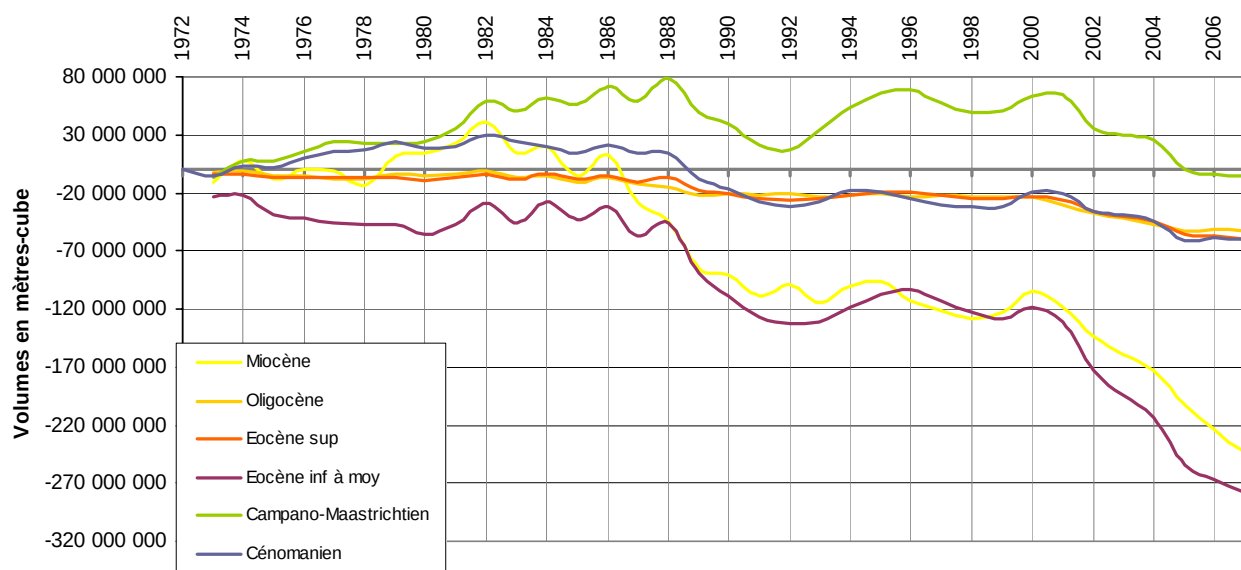


Figure 13 : Variations cumulées des réserves depuis 1972 à l'échelle du MONA

A l'examen des variations, tous les réservoirs présentent une diminution notable de leurs réserves entre 1972 et 2007 pour un total proche de 880 Mm³.

On peut néanmoins distinguer des comportements différents :

- solde toujours positif pour le Campano-Maastrichtien depuis 1972 ;
- solde toujours négatif pour l'Eocène depuis 1972 ;
- solde négatif pour le Miocène depuis 1987 et pour l'Oligocène et le Cénomanien depuis 1989.

Si l'on excepte le Campano-Maastrichtien au comportement atypique, après plus d'une décennie durant laquelle les réserves sont restées relativement stables, l'entrée dans le XXI^e siècle est marquée par une diminution des réserves pour toutes les autres ressources.

Comme cela a été expliqué aux paragraphes 3.3 et 3.4, une diminution des réserves n'est pas en soit révélateur de la dégradation ou de la mise en péril de la ressource.

Ceci étant, sans entrer dans le détail de l'analyse menée par le Groupe d'experts hydrogéologues auprès de la CLE, il convient de retenir qu'à grande échelle, les modalités actuelles de l'exploitation (intensité et répartition spatiale des prélèvements) sont jugées incompatibles avec une gestion durable de la ressource uniquement pour la nappe Eocène inférieur à moyen.

Pour la nappe de L'Eocène inférieur à moyen, le régime d'exploitation actuel est à l'origine d'une diminution annuelle des réserves incompatible avec une gestion durable de cette ressource.

Pour les autres réservoirs concernés par le SAGE, les bilans calculés sont compatibles avec le maintien du bon état des ressources correspondantes.

Remarque : à l'échelle du Modèle mathématique nord aquitain (MONA), les calculs relatifs à la nappe du Miocène sont entachés d'erreurs liées au calage du modèle dans le département des Landes (connaissance insuffisante des prélèvements). A l'échelle du territoire girondin, les résultats sont validés et le bilan du Miocène ne montre pas de déséquilibre.

4.3 Piézométrie des nappes du SAGE – variation des pressions

Dès 1955, les premiers constats et les travaux universitaires avaient attiré l'attention des autorités sur la nécessité de contrôler les effets des prélèvements sur l'évolution piézométrique de la nappe captive des sables de l'Eocène moyen. Un suivi piézométrique s'organisait très rapidement.

En 2012, ce suivi s'appuie sur différents réseaux de mesure :

- le réseau de contrôle de surveillance (RCS) est destiné à une connaissance de l'état général des masses d'eau souterraines au titre de la Directive cadre européenne sur l'eau. Il est opérationnel depuis 2008, défini à partir des points des réseaux initiaux (réseau patrimonial et réseaux départementaux) ;
- le réseau complémentaire départemental (RCD) est destiné à une connaissance plus locale des nappes avec des points choisis en fonction de problématiques spécifiques (surexploitation de l'Oligocène au sud de Bordeaux, domaine minéralisé, etc.). Opérationnel depuis 2008, il se compose des points des réseaux initiaux non retenus dans le RCS ;
- le réseau complémentaire permet, quant à lui, de densifier l'information piézométrique par le biais de mesures annuelles réalisées sur des points qui ne sont pas tous systématiquement les mêmes d'une année sur l'autre.

2008 bis	Réseau patrimonial			Réseau départemental			Réseau complémentaire
	C*	M*	T*	C*	M*	T*	Annuels
Plio-Quaternaire	12	4	1	5	1	1	
Miocène	1	4	0	3	1	6	
Oligocène	3	6	0	13	4	17	
Eoc. supérieur	0	6	0	0	0	0	
Eoc. moy. à inf.	8	3	0	20	8	33	
Crét. Sup. et Jur.	4	7	1	1	0	6	
Total	28	30	2	42	14	63	236

* : C : suivi continu, M : mesures manuelles mensuelles, T : mesures manuelles trimestrielles

Tableau 3 : Répartition des points de mesures piézométriques en 2008 (BRGM)

4.3.1 Nappes du Crétacé

Nappe du Cénomanien

Compte tenu du faible nombre de point d'observation de cette nappe, il n'est pas possible de tracer de carte piézométrique. Cette piézométrie est localement influencée par les prélèvements réalisés pour la géothermie au droit de l'agglomération bordelaise, avec des variations de pression corrélées avec celles des volumes prélevés.

Nappe du Campano-Maastrichtien

Bien que peu exploitée, la nappe du Campano-Maastrichtien présente une dépression centrée sur l'agglomération bordelaise qui s'explique essentiellement par l'influence des prélèvements dans la nappe sus-jacente de l'Eocène inférieur à moyen avec laquelle il existe des liens de drainance forts.

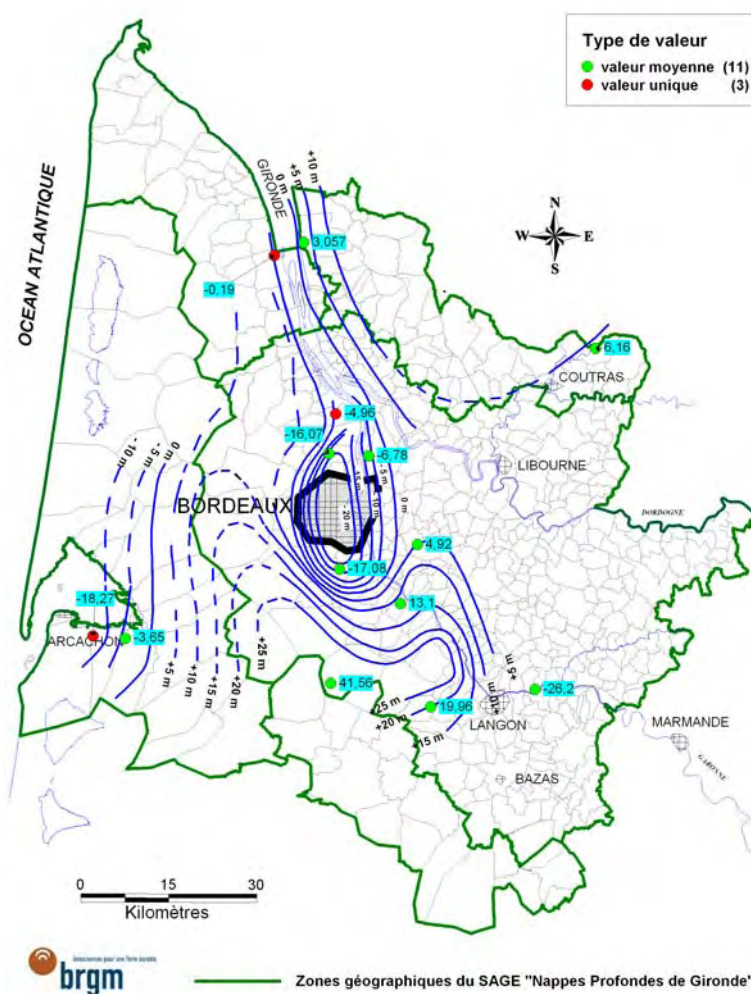


Figure I4 : Carte piézométrique 2008 de la nappe du Campano-Maastrichtien (BRGM)

4.3.2 Nappes de l'Eocène

Nappe de l'Eocène inférieur à moyen :

La nappe du complexe aquifère de l'Eocène inférieur à moyen présente une dépression piézométrique sous l'agglomération bordelaise au droit ou à proximité de laquelle se concentrent d'importants prélèvements réalisés à 93 % pour l'eau potable. Les niveaux piézométriques ont baissé ici de plus de 35 m en l'espace de 60 ans et d'environ 5 m sur les 15 dernières années. La cote du point bas de la dépression varie en fonction de l'intensité des prélèvements.

Cette dépression piézométrique se propage latéralement, d'autant plus loin que les pompages perdurent. Ce phénomène d'extension est accéléré par les prélèvements effectués sur le reste du territoire.

Cette tendance générale à la baisse des pressions est le reflet du bilan "déséquilibré" évoqué ci-avant.

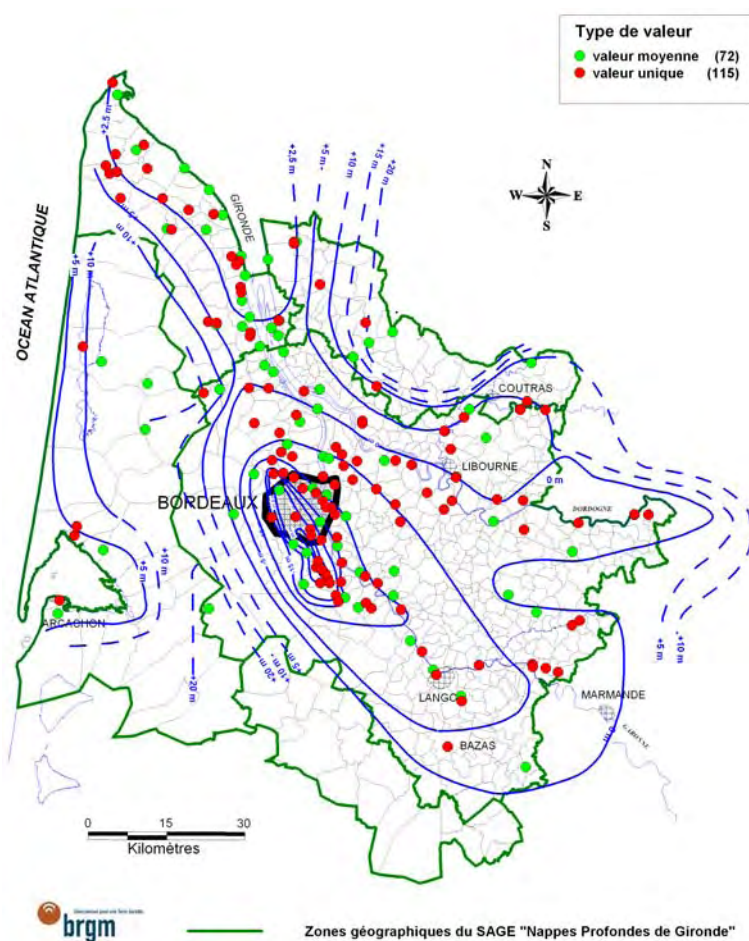


Figure 15 : Carte piézométrique 2008 de la nappe de l'Eocène inférieur à moyen (BRGM)

Nappe de l'Eocène supérieur calcaire et des sables fluviatiles du Libournais :

Excepté dans des secteurs d'extension limitée aux sables fluviatiles du Libournais (Nord Est du département) et dans le Médoc où la nappe est réellement présente, individualisée et ne présente pas de problème particulier, la nappe de l'Eocène supérieur présente une surface piézométrique comparable, si ce n'est confondue, avec celle de l'Eocène moyen et suit donc la même tendance.

4.3.3 Nappe de l'Oligocène

Pour sa partie située en rive gauche de la Garonne, la nappe de l'Oligocène :

- est captive excepté à proximité de la Garonne qui constitue un de ses exutoires naturels ;
- a été dénoyée dans les secteurs de Mérignac et entre Léoignan et Saucats entre 1980 et 2004 sous l'influence des prélèvements qui font varier la position de la limite de captivité.

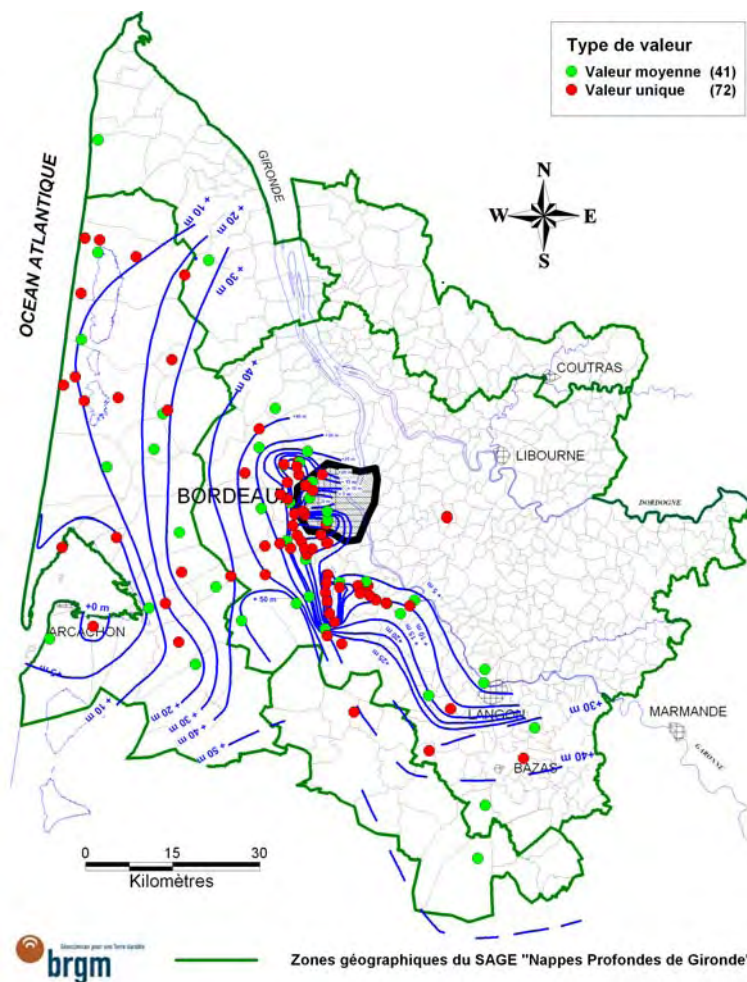


Figure 16 : Carte piézométrique 2008 de la nappe de l'Oligocène (BRGM)

4.3.4 Nappes du Miocène

D'une extension limitée sur le département, les nappes du Miocène sont libres ou captives selon les secteurs. Moins profondes que les autres nappes concernées par le SAGE, et elles sont logiquement plus sensibles au contexte climatique.

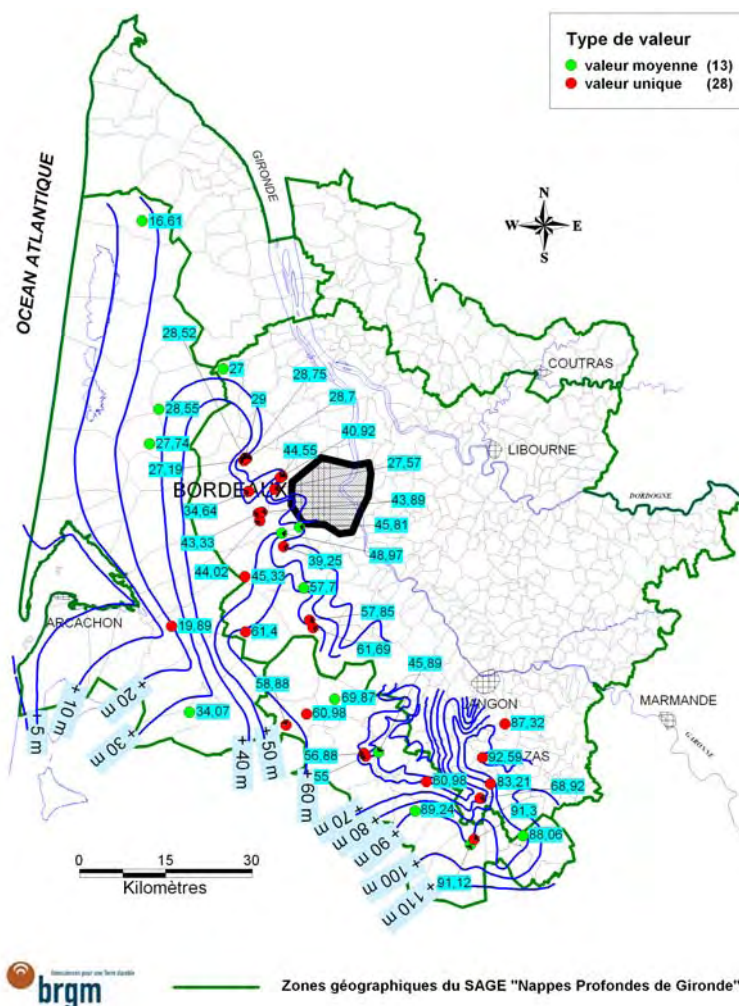


Figure 17 : Carte piézométrique 2008 de la nappe de l'Aquitainien (Miocène) (BRGM)

4.4 Bilan diagnostic global

L'état des lieux mis à jour des nappes profondes, leurs réponses aux prélèvements réalisés et l'Atlas des zones à risque élaboré en application de la mesure 3-10 du SAGE approuvé en 2003, font apparaître, pour le territoire du département de la Gironde :

- une surexploitation globale de la nappe de l'Eocène inférieur à moyen qui se traduit par une baisse généralisée de la piézométrie avec une dépression sur la partie centrale du département et particulièrement marquée au droit de l'agglomération bordelaise ;
- un risque, limité à l'extrême pointe du Médoc et aux environs de Pauillac, de salinisation de la nappe Eocène inférieur à moyen, par des eaux fossiles confinées sous les argiles flandriennes en bordure estuarienne limitée ;
- l'absence de risque d'intrusion salien sur la façade océanique ;
- un comportement de la nappe du Campano-Maastrichtien calqué sur celui de la nappe de l'Eocène inférieur à moyen qui justifie que ces deux ressources soient couplées pour leur gestion ;
- une exploitation de la nappe oligocène qui, si elle ne met pas en péril la ressource à grande échelle, se traduit, par un dénoyage du réservoir à proximité de l'agglomération bordelaise où se concentrent d'importants prélèvements (Atlas des zones à risque) ;
- une dynamique des autres nappes qui ne révèle pas de risque particulier de dégradation, aussi bien en bilan à grande échelle qu'en pression à l'échelle locale.

Les problématiques identifiées à ce stade sont analysées plus en détail dans la phase tendances et scénarios du SAGE où la simulation du comportement des nappes dans le modèle mathématique nord aquitain (MONA) du BRGM permet d'affiner le diagnostic, de préciser la sensibilité des ressources à différents paramètres et de proposer des règles de gestion au premier rang desquelles des limites à l'exploitation.

5 Potentiel géothermique

Dans la mesure où les eaux superficielles sont exclues de son périmètre, le SAGE Nappes profondes de Gironde n'est pas concerné par la nécessité de prendre en compte l'évaluation du potentiel hydroélectrique.

En revanche, la Commission locale de l'eau a jugé pertinent d'aborder dans le SAGE la question du potentiel géothermique.

En effet, tout le département de la Gironde présente un fort potentiel géothermique, aussi bien en basse énergie qu'en très basse énergie.

5.1 Géothermie basse énergie

La géothermie basse énergie correspond à l'utilisation des ressources thermiques dont la température est comprise entre 30 et 90°C. Ces ressources sont exploitables soit par échange direct de chaleur, soit par l'intermédiaire d'une pompe à chaleur.

Avec des températures d'eau de l'ordre de 50°C à environ 1 000 m de profondeur, les réservoirs du Crétacé supérieur sont des cibles intéressantes pour la géothermie basse énergie. Il convient donc de prévoir dans le SAGE la possibilité de mobiliser ce gisement d'énergie renouvelable tout en limitant l'impact quantitatif et précisant les conditions de sa durabilité.

La Gironde compte une dizaine de forages profonds (principalement dans les nappes du Crétacé) réalisés dans les années 80 et dédiés à un usage géothermique.

Sur et dans les environs de l'agglomération bordelaise, on recense ainsi sept forages réalisés pour lesquels un permis de recherche a été délivré au titre du Code Minier :

- un forage au Campano-Maastrichtien (700 m – 35°C) exploité ,
- six forages au Turono-Cénomaniens (950 à 1150 m – 44 à 54 °C) dont 4 exploités (pour un prélèvement de 2 400 000 m³ en cumulé en 1995).

Les installations existantes fonctionnent en circuit ouvert avec rejet des eaux, après extraction des calories, vers le milieu naturel ou un réseau d'eaux pluviales. Alors que théoriquement le Code minier l'impose, l'absence de réinjection dans la nappe des volumes extraits s'explique à la fois par :

- la bonne qualité des eaux (pas de pollution du milieu par les eaux rejetées) ;
- les coûts évités (forage de réinjection).

L'énergie thermique récupérée est estimée à 2 000 TEP/an mais la valorisation de l'eau extraite ne serait pas optimale si l'on prend en considération la température des rejets, pour un potentiel estimé à près de 15 fois plus sur la seule agglomération bordelaise (estimation ALE pour le Plan climat énergie de la CUB).

Ces installations géothermiques sur forage profond en activité ont fait l'objet d'une attention particulière de la part de la Commission locale de l'eau dans la mesure où l'eau est extraite des nappes profondes puis rejetée sans autre valorisation que l'extraction de calories. De plus, la perspective du renouvellement des autorisations d'exploiter ces ouvrages posait la question de la compatibilité de ces installations avec le SAGE Nappes profondes

A la demande de la CLE et sous l'impulsion des services de l'Etat en charge de la police de ces installations, les propriétaires et exploitants de ces ouvrages ont amélioré les conditions d'exploitation des nappes profondes pour la géothermie en :

- améliorant l'efficacité de leurs installations (remplacement des échangeurs par des pompes à chaleur par exemple) ;
- valorisant tout ou partie de l'eau extraite.

Enfin, la CLE a émis, le 4 mai 2010, un avis relatif au recours aux nappes profondes à des fins de géothermie de basse énergie (cf. infra).

5.2 Géothermie très basse énergie

La géothermie très basse énergie correspond à l'utilisation des ressources thermiques dont la température est inférieure à 30°C. A cette température, une pompe à chaleur est indispensable pour extraire l'énergie de la source de chaleur (roche, nappe aquifère).

La ressource géothermique de très basse énergie correspond à l'énergie naturellement présente dans le proche sous-sol, ou dans les aquifères peu profonds. Toutes les nappes du SAGE sont susceptibles d'être concernées par la géothermie très basse énergie :

- soit par forage avec prélèvement d'eau (avec un impact quantitatif éventuel en cas de non réinjection de l'eau extraite) ;
- soit par sonde géothermique (avec risque qualitatif en cas de réalisation d'un ouvrage non-conforme aux règles de l'art qui mélangerait les nappes ou en cas de fuite de fluide caloporteur).

5.3 Conditions d'accès aux nappes du SAGE à des fins géothermiques

Avis de la CLE relatif au recours aux nappes profondes à des fins de géothermie de basse énergie émis le 4 mai 2010 :

"Pour les installations existantes et déjà en service, pour lesquelles une régularisation ou un renouvellement d'autorisation sont envisagés, et sous réserve que :

- la filière géothermale soit optimisée (température de rejet la plus basse possible) ;*
- les choix en matière de valorisation des eaux soient étayés par une étude technico économique (il pourrait être admis que toute l'eau ne soit pas valorisée) ;*
- les autorisations soient révisées conformément aux principes définis dans le SAGE ;*
- ces régularisations ou renouvellements des autorisations d'exploitation pourront être jugés compatibles avec le SAGE Nappes profondes de Gironde.*

Pour les installations futures, y compris les puits existants qui n'ont jamais été mis en service, le développement de la géothermie basse énergie sur les réservoirs concernés par le SAGE Nappes profondes pourra être jugée compatible avec le SAGE sous réserve que :

- les projets soient systématiquement étudiés avec une réinjection dans le réservoir d'origine en solution de base, ce fonctionnement en circuit fermé devant être privilégié ;*
- en cas de projet envisageant un fonctionnement en circuit ouvert, l'intérêt de cette option soit démontrée et les choix en matière de valorisation des eaux soient étayés par une étude technico économique démontrant l'intérêt du projet pour les ressources concernées par le SAGE et quantifiant les impacts sur l'environnement.*

Quelle que soit l'option choisie, la compatibilité avec le SAGE sera examinée au cas par cas par la CLE.

Ces principes sont également valables pour les projets relevant de la géothermie de très basse énergie avec prélèvements d'eau qui concerneraient une des nappes visées par le SAGE "

6 Orientations du SAGE approuvé en 2003 – Etat de sa mise en œuvre et évolutions proposées

Le présent chapitre fait l'analyse du contenu et de la mise en œuvre du SAGE approuvé en 2003 en respectant l'organisation du document "Orientations de gestion" qui regroupait les objectifs de la gestion et les moyens de les atteindre.

6.1 Portée du SAGE

L'évolution de la législation est venue combler un vide que la première mesure du SAGE visait à combler. En effet, depuis la Loi N°2004-338 du 21 avril 2004, les documents d'urbanisme doivent désormais être compatibles ou rendus compatibles avec les SAGE.

Dès lors s'est posée la question de la compatibilité qui, malgré les nouveaux outils méthodologiques proposés (et notamment le guide technique "L'eau dans les documents d'urbanisme" de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne), reste délicate à aborder.

Pour faciliter la prise en compte du SAGE dans les documents d'urbanisme, la CLE a demandé par un avis de juillet 2008 à être associée, comme le prévoit la Circulaire du 21 avril 2008, à l'élaboration des SCOT mais pas des PLU, compte tenu des moyens qu'il serait nécessaire de mobiliser pour ce faire.

Dans sa version révisée, le SAGE propose une grille d'analyse de la compatibilité des documents d'urbanisme avec son contenu.

6.2 Organisation territoriale

Les questions relatives au périmètre du SAGE qui est limité au département de la Gironde et aux relations avec les acteurs de la gestion des ressources hors SAGE (sur le territoire du SAGE ou hors de ce territoire) sont abordées dans le chapitre 2.

Pour ce qui est de l'organisation territoriale, qui repose sur un découpage en unités de gestion, elle s'est avérée dans la pratique bien adaptée aux objectifs et aux enjeux, en offrant notamment une souplesse que n'auraient pas permise des règles de gestion uniformes.

Ni les progrès dans les connaissances hydrogéologiques, ni la pratique, n'ont remis en question ce découpage.

Celui-ci sera néanmoins modifié dans la nouvelle version du SAGE, pour répondre aux attentes de certains acteurs (gestion différenciée pour les deux grands réservoirs de l'Eocène sur certaines zones) et surtout prendre en considération les enjeux liés aux ressources du Crétacé qui s'organisent en deux grands réservoirs distincts.

6.3 Gestion quantitative

L'objectif de la gestion était bien entendu d'atteindre et de garantir le "bon état" des nappes du SAGE prôné par la Directive 2000/60/CE dite "Directive cadre sur l'eau".

A défaut d'une définition précise du "bon état quantitatif" pour les nappes souterraines, et en particulier les nappes captives profondes, la version de 2003 du SAGE s'articulait autour de concepts complémentaires :

- une gestion globale en bilan à l'échelle des unités de gestion visant à respecter, pour chacune d'entre elles, un volume maximum prélevable objectif (VMPO) ;
- une gestion locale en pression sur des zones délimitées dites zones à risque.

Gestion globale en bilan :

Pour la gestion globale en bilan, les valeurs arrêtées pour les VMPO n'ont pas été remises en cause même si certaines d'entre elles apparaissent trop faibles en regard des capacités, désormais mieux connues, de certaines unités de gestion.

La nouvelle version du SAGE proposera bien entendu des valeurs de VMPO pour les nouvelles unités de gestion issues des subdivisions proposées.

Pour toutes les unités de gestion, les valeurs des VMPO seront toujours issues de propositions formulées à dire d'expert et basées sur une approche en essai-erreur, mais selon une méthodologique précise et encadrée par le Groupe d'experts hydrogéologues auprès de la CLE.

Gestion en pression et Atlas des zones à risques :

L'exercice d'élaboration d'un Atlas des zones à risques, abouti bien au-delà des délais imposés par le SAGE, a permis d'éliminer nombre des risques supposés et de confirmer deux d'entre eux :

- la zone à risque d'intrusion d'eau salée dans l'Eocène en zone estuarienne a été circonscrite, ses mécanismes précisés et des règles de gestion du risque arrêtées (avis du 9 mars 2009) ;
- la zone à risque de dénoyage de l'Oligocène en périphérie de l'agglomération bordelaise est circonscrite et des rabattements maximums admissibles sont désormais imposés dans les nouveaux actes administratifs, dans l'attente d'une réduction des prélèvements sur quelques ouvrages identifiés (un modèle mathématique spécifique a été développé par le BRGM pour le SMEGREG).

Ces concepts complémentaires de gestion en bilan et en pression se sont avérés adaptés à la problématique mais insuffisants pour le futur au regard de la définition du "bon état quantitatif" arrêtée par la CLE le 4 juillet 2011 pour combler le vide lié à l'absence de définition dans les réglementations européennes ou nationales.

La principale évolution de la nouvelle version du SAGE est l'extension du principe de la gestion en pression, qui jusqu'ici visait à se prémunir des risques pour les nappes profondes, à la préservation des milieux aval dont l'état dépend pour partie des apports des nappes profondes. La gestion en pression est désormais déclinée non seulement sur des zones à risques mais aussi sur des zones à enjeux, et les notions de piézométries objectifs d'étiage et de crise (POE et PCR) imposées par le précédent SDAGE Adour Garonne, abandonnées au profits d'objectifs locaux adaptés aux cas d'espèce.

Pour la gestion globale en bilan, la nouvelle version du SAGE proposera bien entendu des valeurs de VMPO pour les nouvelles unités de gestion issues des subdivisions proposées.

Pour toutes les unités de gestion, les valeurs des VMPO seront toujours issues de propositions formulées à dire d'expert et issues d'une approche en essai-erreur, mais dans une approche méthodologique précise et encadrée par le Groupe d'experts hydrogéologues auprès de la CLE.

Bien entendu, la hiérarchisation des usages, qui a été renforcée par la réglementation et la nouvelle version du SDAGE Adour Garonne, est précisée et confirmée, la place de la géothermie étant mieux prise en compte.

6.4 Gestion des prélèvements et des ouvrages

Destiné essentiellement aux services de l'Etat en charge des polices de l'eau ou des installations classées, ce chapitre préfigurait ce qui sera le Règlement du SAGE dans sa version révisée.

Outre un rappel aux principes (imposés par la réglementation juste avant l'approbation du SAGE avec l'arrêté du 11 septembre 2003) des règles de l'art pour la réalisation des ouvrages (forages ou puits), ou de l'obligation de comptage des volumes prélevés, ce chapitre :

- définissait des éco-conditions à remplir pour obtenir un acte administratif et des critères de compatibilité des projets avec le SAGE (démonstration de l'absence de ressource alternative et de l'optimisation des usages préexistants ou prévus) ;
- instaurait des obligations nouvelles pour les détenteurs d'autorisation de prélèvement (relève régulière des volumes prélevés et transmission du cumul annuel au représentant de l'Etat) ;
- demandait à l'Etat de réviser les autorisations de prélèvements existantes pour les ramener, en priorité dans les zones déficitaires, aux volumes effectivement prélevés ;
- prévoyait la révision à la baisse des autorisations en contrepartie d'aides publiques pour des opérations d'économies d'eau ou de substitution de ressource ;
- instaurait des modalités d'information ou de consultation de la CLE allant au-delà de la réglementation en vigueur, qu'il s'agisse aussi bien des opérations relevant des procédures "Loi sur l'eau" que des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).

Pour ce dernier point, s'agissant des dossiers de demande d'autorisation au titre de la Loi sur l'eau, la simple information du Président de la CLE a été remplacée, avec la Loi sur l'eau de décembre 2006, par une demande d'avis.

En revanche, s'agissant des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), le parallélisme des formes demandé par le SAGE n'a pas toujours été suivi dans les faits, loin de là. Ceci étant, les services instructeurs ont généralement bien pris en considération les exigences du SAGE et les ont retranscrites dans leurs prescriptions, notamment du fait d'échanges très réguliers avec le secrétariat technique de la CLE

Le secrétariat technique de la CLE a néanmoins assuré, à l'attention des membres de la CLE siégeant également au Conseil départemental des risques sanitaires et technologiques (CODERST, ex Conseil départemental d'hygiène) une veille sur le contenu des dossiers présentés chaque mois au Conseil et sur la compatibilité des projets avec le SAGE.

Pour les autres dispositions de ce chapitre listées ci-avant, leur contenu s'est avéré adapté aux enjeux et objectifs et leur déclinaison opérationnelle n'appelle pas de remarque importante excepté pour la transmission au représentant de l'Etat des volumes annuels prélevés.

Compte tenu de l'importance de la connaissance des volumes prélevés pour non seulement comprendre le fonctionnement des ressources et évaluer l'efficacité de la gestion, la nouvelle version du SAGE renforcera cette obligation, notamment par l'intermédiaire du Règlement du SAGE.

6.5 Economies d'eau et maîtrise de la consommation

Les économies d'eau constituent à la première des priorités d'action du SAGE. Les mesures correspondantes portent sur la connaissance préalable indispensable à l'action, l'objectif à atteindre, et les moyens d'actions eux-mêmes.

Sans que l'on puisse affirmer que tous les forages en nappe profonde sont équipés de compteurs, la situation s'est nettement améliorée, en premier lieu pour l'eau potable. En revanche, les cumuls annuels des volumes prélevés comptabilisés ne sont pas transmis au représentant de l'Etat, et diverses sources de données coexistent (Etat, BRGM pour le compte du Conseil Général, Agence de l'eau et ARS) et présentent encore des divergences.

Par ailleurs, la connaissance des usages de l'eau distribuée s'est faite au travers d'une étude ponctuelle très lourde, menée en 2006 sur des données 2004 et 2005, qui devra être actualisée. Elle a permis à la CLE d'adopter une stratégie, qui donne la priorité :

- à la réduction des pertes en distribution ;
- à l'optimisation des usages domestiques, largement majoritaires (85% des consommations) ;
- à l'optimisation des usages collectifs, les acteurs publics se devant d'être exemplaires pour pouvoir mobiliser le grand public.

Pour les services de l'eau potable, des indicateurs de performance ont été définis, anticipant l'évolution de la réglementation intervenue en 2007. Un site de télé-déclaration dédié a été développé : opérationnel en 2007, il est en passe d'être remplacé par un outil national (Système d'information des services publics de l'eau et de l'assainissement - SISPEA). Par ailleurs, la CLE a arrêté une méthodologie pour les diagnostics de réseau et fait de ces diagnostics une obligation pour les collectivités qui exploitent une ressource déficitaire ou à risque. Ce programme de diagnostics, qui bénéficie d'outils dédiés (CCTP type, guide techniques, étude des indicateurs par le CEMAGREF, etc.) se déroule conformément aux échéances prévues, avec un soutien financier spécifique (Agence de l'eau et Conseil général) et un accompagnement technique (SMEGREG et Conseil général).

S'agissant des installations collectives, l'optimisation de la gestion de l'eau n'a pas été systématisée, mais mériterait de l'être étant donné les bons résultats obtenus ponctuellement. Pour ce faire, on pourra s'appuyer sur les outils mis en place (guides techniques et conseils assurés par le SMEGREG ou le Conseil Général).

L'attention particulière souhaitée pour les logements collectifs, et notamment sociaux, est effective chez les bailleurs sociaux pour leurs logements neufs et commence à l'être pour le parc existant. Il faut noter que ces opérations n'ont bénéficié d'aucune aide financière.

Enfin, la CLE a adopté et mis en œuvre une stratégie de sensibilisation pour les économies d'eau. La plupart des actions correspondantes (programme pédagogique "l'Eau, un enjeu majeur pour le département de la Gironde", baromètre annuel "les Girondins et l'eau", sites Internet www.sage-nappes33.org et www.jeconomiseleau.org, campagnes d'affichage, plaquettes, Espaces info économie d'eau, etc.) méritent d'être poursuivies.

Quant aux résultats obtenus, on constate que l'obligation de travaux après diagnostic n'est vérifiée ni pour les réseaux d'eau potable, ni pour les installations collectives. Pour les secondes, aucune évaluation globale n'a été réalisée. Toutefois, quelques résultats ponctuels témoignent de progrès très significatifs.

Pour les réseaux de distribution d'eau potable, on dispose seulement de deux bilans ponctuels sur les réseaux ruraux (études patrimoniales menées par le Conseil général sur des données de 1996 et 2005), et des bilans annuels sur la CUB. On peut néanmoins en déduire que les pertes sur les réseaux ont diminué de l'ordre de 2,5 Mm³/an entre 2003 et 2008, principalement sur les réseaux ruraux.

Cet ordre de grandeur de la réduction des pertes en distribution correspond à celui de l'évaluation qui peut être faite de l'efficacité de la politique d'économie d'eau sur la base de l'indicateur jugé le plus pertinent, à savoir le volume prélevé par an par habitant (entre d'une part la moyenne 2000-2002 et d'autre part 2006). Les économies réalisées par certains usagers (publics notamment) seraient donc masquées par l'augmentation de consommation d'autres usagers. Qui plus est, ce résultat ne peut être attribué que partiellement au SAGE puisqu'une tendance globale à la baisse des prélèvements pour l'eau potable par habitant est observée en France. Sur les 2,5 Mm³/an environ d'économie d'eau, 1 Mm³/an seulement semble pouvoir être directement attribué au SAGE.

Quant aux économies d'eau sur les autres usages que l'eau potable, elles ont été évaluées par différence entre les prélèvements 2004 (données composites Chambre d'Agriculture pour l'agriculture et BRGM pour tous les autres usages) et 2009 (données composites BRGM/Etat) à environ 5 Mm³/an.

En conclusion, les économies réalisées entre 2003 et 2008 sont conformes à l'objectif (50% de l'objectif atteint à mi-parcours). Les économies potentielles sont importantes, accessibles et leur rapport coût/efficacité est, pour une grande partie des actions envisageables, nettement meilleur que celui des substitutions. La politique d'économie d'eau doit donc rester une priorité mais, pour garantir sa mise en œuvre, disposer des mesures plus incitatives (accompagnement économique et non pas seulement sensibilisation) privilégiant les actions présentant le meilleur rapport coût/efficacité, sans négliger l'indispensable suivi régulier des volumes en jeu. Pour atteindre les objectifs d'économies d'eau de sa version approuvée en 2003, et plus encore si des objectifs plus ambitieux sont arrêtés, le SAGE devra prévoir des moyens spécifiques plus conséquents, notamment financiers, pour atteindre ses objectifs.

6.6 Ressources de substitution

Sous cet intitulé, il faut entendre les ressources structurantes pour l'alimentation en eau potable ou les activités économiques, les petits projets de substitution locale (à l'échelle d'un terrain de sport) étant rattachés aux économies d'eau.

Ce chapitre comprend trois parties : les principes pour la recherche de ressources de substitution, puis l'objectif quantitatif à atteindre et à mettre en œuvre et enfin les mesures de financement.

Le SAGE approuvé en 2003 faisait état d'un besoin en ressources de substitution qui peut être satisfait à partir des projets dont la faisabilité a été étudiée, notamment par le SMEGREG. Comme le prévoyait la mesure 6.8, la recherche de ressources de substitution a été élargie au-delà des ressources envisagées initialement. Et le SMEGREG a établi et présenté des bilans annuels à la CLE pour ces recherches, qui ont été retranscrits dans le tableau de bord du SAGE.

En revanche, aucun des grands projets identifiés et validés par la CLE n'a été mis en œuvre depuis l'approbation du SAGE.

Proposées et étudiées par le SMEGREG, les seules substitutions structurantes pour l'alimentation en eau potable mises en œuvre à ce jour concernent les syndicats des eaux du Nord-Libournais (ex syndicat du canton de Guîtres) et du Cubzadai-Fronsadais. Elle repose chacune sur le transfert d'un million de m³ par an de prélèvements de l'Eocène centre déficitaire vers l'Eocène centre non déficitaire.

Toujours en matière de substitution, il convient de noter la mise en service, en 2004 de l'usine et du réseau d'alimentation en eau industrielle de la Presqu'île d'Ambès, infrastructures dont la réalisation avait été décidée par la CUB avant l'approbation du SAGE. Pour un objectif de substitution de 2,3 millions de m³ par an, seul la moitié était substituée en 2010 du fait de difficultés techniques en passe d'être résolues.

Qu'il s'agisse d'études visant à l'identification des ressources ou de création des infrastructures, les projets ont fait l'objet d'un accompagnement financier privilégié comme le souhaitait le SAGE.

La nouvelle version du SAGE, après avoir révisé les besoins en nouvelles ressources en intégrant notamment les risques de défaillance des ressources existantes ou les impacts du changement climatique, s'attache à faciliter la mise en service des nouveaux pôles de production.

6.7 Qualité des eaux souterraines

Dans le cas des nappes captives profondes, le "bon état qualitatif" est le résultat d'une bonne gestion quantitative. Peu développé dans le SAGE approuvé en 2003, ce chapitre est plus développé dans la version révisée.

Pour les actions concrètes prévues dans ce chapitre :

- le réseau de contrôle qualitatif s'est développé sans intervention de la CLE du fait de l'existence du réseau de suivi sanitaire et de l'obligation de création de réseaux dédiés pour satisfaire aux obligations de la "Directive cadre européenne sur l'eau" ;
- des échanges réguliers entre l'ARS et le secrétariat technique de la CLE se sont substitués, dans la pratique, à l'exigence de veille réglementaire formalisée dans le SAGE ;
- la carte de vulnérabilité des nappes du SAGE n'a pas été élaborée. A défaut, une veille sur les projets a été assurée par le secrétariat technique. Elle a pu se traduire, à l'occasion de procédures d'enquêtes publiques, par des interventions de la CLE auprès des commissaires enquêteurs ou de commissions d'enquête.

S'agissant du cas particulier des dragages, la CLE a été associée très à l'amont au projet d'approfondissement du chenal de navigation du Grand Port de Bordeaux, permettant ainsi une prise en compte des contraintes et exigences du SAGE dans l'élaboration et la mise en œuvre du projet.

6.8 Mesures d'accompagnement économique

Le SAGE approuvé en 2003 posait comme intangible le principe de solidarité et de partage des coûts de sa mise en œuvre entre les différents usagers des nappes profondes. Pour cela il instaurait un mécanisme de redevance, inspiré de l'esprit de l'article L 211-7 du code de l'environnement, et précisait les modalités de redistribution de son produit.

Le partage des coûts est assuré par le biais d'une majoration des redevances pour prélèvement de l'Agence de l'eau avec une modulation de cette majoration en fonction de l'état de l'unité de gestion concernée (majoration de 8%, 16 ou 32%). Le produit des majorations de redevances est de l'ordre d'un million d'euros par an, et la décision de redistribution de ce produit reste du ressort de l'Agence de l'eau.

Outre l'animation de la mise en œuvre du SAGE, la majorité des aides accordées ont concerné les substitutions, et notamment la première d'entre elle, l'usine d'eau industrielle mise en place par la Communauté urbaine sur la presqu'île d'Ambès, tant en matière d'aide à l'investissement que de compensation des surcoûts d'accès à l'eau pour les usagers de ce service.

Pour les économies d'eau, l'essentiel des aides apportées a concerné l'alimentation en eau potable au travers des diagnostics de réseau, et dans une moindre mesure de la sectorisation, avec des résultats notables en matière de réduction des pertes. En revanche, très peu d'opérations de maîtrise des consommations ont bénéficié d'aides financières. Globalement, les investissements réalisés et les aides apportées pour les économies d'eau sont faibles et surtout disproportionnées en regard de l'objectif fixé à cette politique, à savoir au moins la moitié des réductions des prélèvements nécessaires à l'atteinte des objectifs du SAGE.

Dans la mesure où le SAGE révisé donne toujours une place aussi importante à l'optimisation des usages, il propose de renforcer la promotion des actions visant à ces économies par une politique d'aides ciblées, en particulier vers les actions les plus efficaces à court terme, et d'assurer leur mise en œuvre opérationnelle par des moyens budgétaires plus significatifs.

Pour le volet recettes de cet accompagnement économique, la version révisée du SAGE fait le constat :

- d'un besoin plus important en financements spécifiques,
- d'un produit limité de la majoration de la redevance pour prélèvement de l'Agence du fait du plafond des redevances arrêté par le parlement ;
- et pose la question, sans la trancher, de l'intérêt de remplacer le dispositif actuel par la mise en œuvre des dispositions réglementaires préexistantes ou nouvelles.

6.9 Mise en œuvre, évaluation et révision du SAGE

Conformément aux dispositions de ce chapitre, la CLE s'est appuyée, pour la mise en œuvre du SAGE, sur deux secrétariats : un secrétariat administratif assuré par le Conseil général de la Gironde, et un secrétariat technique assuré, avec le soutien financier de l'Agence de l'eau Adour-Garonne, par le Syndicat mixte d'études pour la gestion de la ressource en eau du département de la Gironde (SMEGREG).

La nouvelle version du SAGE ne remet pas en cause cette organisation qui a permis à la CLE et à son bureau d'accompagner, ou plutôt de piloter, la mise en œuvre du SAGE. Cette activité peut se mesurer au nombre de réunions tenues entre 2004 et 2010, à savoir 50 réunions, et au nombre d'avis émis sur cette même période, soit 154.

Comme exigé par le SAGE, un tableau de bord a été créé et fait l'objet d'une actualisation annuelle, tout au moins pour les indicateurs qu'il est possible de renseigner sans trop de difficultés.

Ce tableau de bord, pour lequel une optimisation est proposée, permet une évaluation contrastée de la mise en œuvre du SAGE avec :

- un état des ressources qui a peu évolué (l'état non déficitaire, à l'équilibre ou déficitaire des unités de gestion est identique) ;
- une politique d'économie d'eau et de maîtrise des ouvrages qui a donné, dans un contexte général de baisse des consommations, des résultats et a permis d'accueillir de nouveaux habitants sans augmentation des prélèvements, sans pour autant que les objectifs fixés soient atteints ;
- des pré-requis aux grandes substitutions de ressources assurés : révision des autorisations existantes, identification des nouveaux pôles de production, etc. ;

Face à ce constat, la nouvelle version du SAGE s'attache à rendre plus efficace la politique d'économie d'eau et à faciliter la mise en œuvre des projets structurants de substitution.

7 Analyse économique de la mise en œuvre du SAGE Nappes profondes sur la période 2003-2008

Le présent chapitre synthétise les résultats de l'analyse économique du SAGE (période 2003-2008).

7.1 Synthèse des dépenses et des aides pour la gestion de la ressource en eau des nappes profondes de Gironde

7.1.1 Dépenses réalisées dans le cadre du SAGE Nappes profondes de Gironde

Les dépenses concernent :

- les coûts de fonctionnement liés à la promotion du SAGE ;
- les investissements liés à la mise en œuvre du SAGE ;
- les dépenses de fonctionnement liées à la compensation des surcoûts d'accès à l'eau supportées par les industriels alimentés par le service public d'eau industrielle (SPEI) de la CUB en lieu et place de leurs forages.

Ne sont donc pas pris en compte ici les coûts de fonctionnement liés à l'animation de la CLE et à la mise en œuvre du SAGE estimés à 1 000 000 €/an.

en €

	Montant
Formation, sensibilisation, communication	141 178
Equipement matériel	832 489
Travaux	23 621 917
Etudes	4 711 391
Etudes pilotes, diagnostics	4 178 801
Total	33 485 776

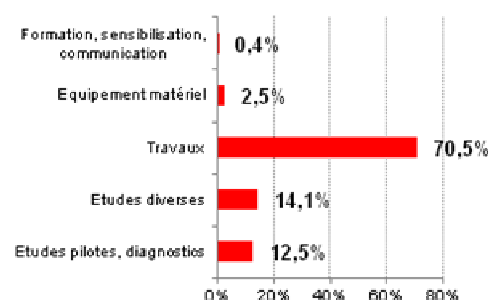


Figure 18 : Répartition des investissements par type de dépenses

Le montant total des dépenses réalisées sur la période 2003-2008 sur le territoire du SAGE pour sa mise en œuvre s'élève à un peu moins de 33,5 millions d'€.

Ces dépenses sont ventilées entre les différentes catégories d'usagers.

On identifie cinq catégories:

- agriculture ;
- industries ;
- service public d'eau industrielle (SPEI) ;
- collectivités ;
- alimentation en eau potable (AEP).

en €

	Montant
Agriculture	404 954
Industrie	8 282 559
SPEI	13 918 998
Collectivités	7 097 750
AEP	3 781 515
Total	33 485 776

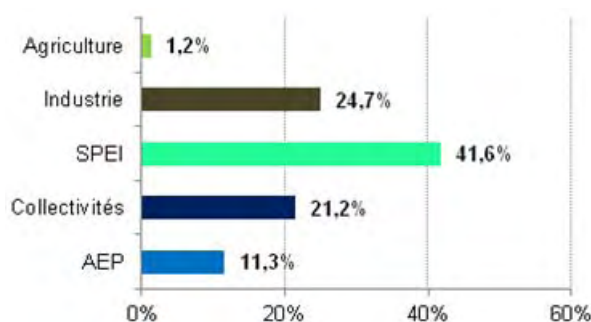


Figure 19 : Répartition des investissements par bénéficiaires

Cette répartition fait apparaître la concentration par le service public d'eau industrielle de plus de 40% des investissements effectués entre 2003 et 2008.

Remarque : Ne sont pris en compte ici que les dépenses ayant bénéficiées d'une aide. Il faut préciser que, chaque année, un certain nombre de dépenses sont réalisées sans donner lieu à une demande de subvention, et que toutes les demandes n'obtiennent pas de suites favorables. Le montant présenté ici est donc inférieur au montant des dépenses réelles.

7.1.2 Subventions accordées sur le territoire du SAGE

Quatre organismes sont les principaux pourvoyeurs de subventions pour le SAGE Nappes profondes de Gironde : l'Agence de l'Eau Adour Garonne (AEAG), l'Union Européenne (UE), le Conseil Général (CG) et le Conseil Régional (CR).

en €

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Total	Répartition
AEAG	4 509 015	185 860	5 671 001	1 042 585	2 215 544	933 121	14 557 126	68%
CG	1 076 877	16343	179 608	96 600	225 732	466 308	2 061 468	9%
CR	1 000 000	0	0	0	0	0	1 000 000	5%
UE	3 900 000	0	0	0	0	0	3 900 000	18%
Total	10 485 892	202 203	5 850 609	1 139 185	2 441 276	1 399 429	21 518 594	100%

Tableau 4 : Total des aides accordées entre 2003 et 2008

Le montant total des subventions accordées dans le cadre de la mise en œuvre du SAGE Nappes profondes de Gironde est ainsi évalué à 21 500 000 €.

Les aides apportées par l'Agence de l'eau doivent être distinguées de celles issues de l'Union Européenne, du Conseil Général, et du Conseil Régional. En effet, l'apport de ces dernières catégories est financé directement par le contribuable (Européen, régional et local) sous la forme d'imposition, alors que le budget de l'Agence de l'eau est abondé uniquement par des redevances versées par les usagers de la ressource.

en millions d'€

	Montant des subventions sur la période considérée
Agence de l'Eau Adour-Garonne	14,5
Contribuable local (Conseil Général de Gironde)	2
Contribuable régional (Conseil Régional d'Aquitaine)	1
Contribuable européen (Union Européenne)	3,9
Total	21,4

Tableau 5 : Synthèse des subventions par financeur 2003-2008

Dans le cadre de l'analyse de récupération des coûts on fait figurer ci-dessous le tableau récapitulatif des aides accordées sur la période 2003-2008 en fonction du financeur et du bénéficiaire :

en €

	Collectivité et SPIC			Industrie	Agriculture
	Total	Collectivité hors AEP	AEP	Service public d'eau industrielle	
Agence de l'Eau Adour-Garonne	8 881 061	3 881 041	609 448	4 390 572	5 565 814
Conseil Général de Gironde	2 061 468	51 427	1 095 077	914 964	€
Conseil Régional d'Aquitaine	1 000 000	€	€	1 000 000	€
Union Européenne	3 900 000	€	€	3 900 000	€
Total	15 842 529	3 932 468	1 704 525	10 205 536	5 565 814
					110 252

Tableau 6 : Montant des aides 2003-2008

7.2 Analyses de récupération des coûts et de coût-efficacité

7.2.1 Analyse de récupération des coûts

La récupération des coûts est un principe promu par la directive du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, plus communément appelée Directive cadre sur l'eau (DCE), et qui tend à ce que les utilisateurs de l'eau supportent autant que possible les coûts induits par l'utilisation de la ressource.

Elle s'inscrit donc dans une optique de transparence en matière de financement de la politique de l'eau, en mettant en avant les montants d'investissements, les origines des subventions et en détaillant le principe du pollueur-payeur.

en €

	Dépenses par usagers		
	Collectivités et SPIC	Industrie	Agriculture
Coût pris en charge par			
Contribuable	6 961 468	€	€
Aides de l'AEAG sur contribution de tiers	504 988	5 367 898	107 903
Aides de l'AEAG sur contribution propre	8 376 073	197 916	2 349
Collectivités et SPIC	8 955 735	-	-
Industrie	-	2716745	-
Agriculture	-	-	294 702
Total des investissements	24 798 264	8 282 559	404 954
Total des transferts	7 466 456	5 367 898	107 903
Taux de transfert	30%	65%	27%
Taux de récupération des coûts sur les investissements	70%	35%	73%

* Les zones grisées correspondent à l'autofinancement.

** (€) pour « non significatif ».

Tableau 7 : Tableau de récupération des coûts sur la période 2003-2008 pour le SAGE Nappes profondes

en €

		Dépenses par usagers		
		Collectivités hors AEP	AEP	Service public d'eau Industrielle (SPEI)
Coût pris en charge par	Contribuable	51 427	1 095 077	5 814 964
	Aides de l'AEAG sur contribution de tiers	221 219	34 739	250 263
	Aides de l'AEAG sur contribution propre	3 659 822	574 709	4 140 309
	Collectivités hors AEP	3 165 283	-	-
	AEP	-	2 076 990	-
	SPEI	-	-	3 713 462
	Total des investissements	7 097 751	3 781 515	13 918 998
	Total des transferts	272 646	1 129 816	6 065 227
	Taux de transfert	4%	30%	44%
Taux de récupération des coûts sur les investissements		96%	70%	56%

Tableau 8 : Récupération des coûts : décomposition de la catégorie "Collectivités et SPIC" sur le périmètre du SAGE

Le tableau met en évidence :

- le taux élevé de récupération des coûts de l'agriculture (73%), mais ce résultat doit être relativisé du fait des faibles investissements engagés ;
- le taux de récupération fort de la catégorie « Collectivité et SPIC », auquel il faut ajouter une participation très importante aux transferts inter catégories (sous la forme d'aides de l'Agence de l'eau sur contribution de tiers) ;
- le taux faible de la catégorie « industrie » qui prend en charge moins de 50% des coûts qu'elle génère.

Il est possible de comparer ces taux de récupération à ceux présentés dans l'analyse économique du SDAGE Adour-Garonne 2010-2015.

en %

		Collectivités	Industrie	Agriculture
SDAGE Adour-Garonne 2010-2015	Taux de transfert	16%	16%	36%
	Taux de récupération	84%	84%	64%
SAGE Nappes profondes 2003-2008	Taux de transfert	30%	65%	27%
	Taux de récupération	70%	35%	73%

Tableau 9 : Comparaison de taux de récupération : SDAGE Adour Garonne / SAGE Nappes profondes

La principale conclusion que l'on peut tirer d'une telle comparaison est la présence, dans les deux cas, d'une catégorie au taux de récupération élevé (ici, les collectivités), opposée à une catégorie au taux de récupération moins performant (l'industrie pour les nappes profondes de Gironde, l'agriculture à l'échelle du bassin Adour-Garonne).

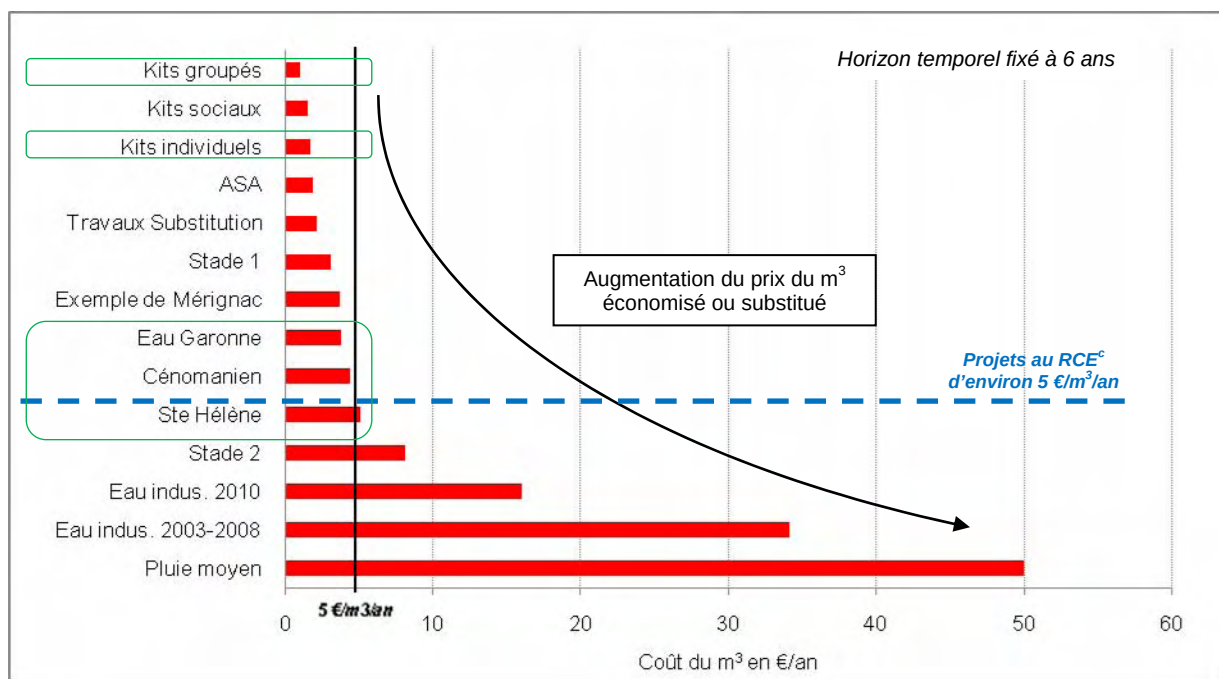
7.2.2 Analyse coût-efficacité (ACE)

L'analyse coût-efficacité (ACE) est définie comme une « technique d'aide au jugement basée sur la comparaison de plusieurs interventions en termes d'effet obtenu et de coût de mise en œuvre ». C'est un outil d'aide à la décision qui a pour but d'identifier, d'un point de vue économique et financier, la voie la plus efficace pour atteindre un objectif prédéterminé. L'intégration de cette évaluation à l'analyse économique permet de discuter l'efficacité économique d'un projet, d'un programme ou d'une mesure.

Cette analyse comporte cinq étapes. Le calcul du ratio coût-efficacité et le classement des projets seront présentés ici.

Type de mesure	Projets retenus	Coûts d'investissements (1)	Coûts de fonctionnement (2)	Coûts complets = (1) + (2)	Résultats (m³/an)	RCE ^c
Economie d'eau	▪ Kits d'économie d'eau pour les logements	500 000 €	500 000 €	1 000 000 €	1 000 000	1
	▪ Achats de kits d'économie d'eau par les particuliers	50 €	€	50 €	30	1,7
	▪ Kits d'économie d'eau pour 1 800 logements sociaux (fournis, posés)	55 000 €	€	55 000 €	35 000	1,6
	▪ Mesures d'économie d'eau des collectivités (exemple de la ville de Mérignac)	50 000 €	210 000 €	260 000 €	70 000	3,7
Substitution	▪ Usine d'eau industrielle de la presqu'île d'Ambes et surcoûts de l'usine de prétraitements (2003-2008)	22 170 000 €	600 000 €	22 770 000 €	650 000	35
	▪ Usine d'eau industrielle de la presqu'île d'Ambes et surcoûts de l'usine de prétraitements (2010)	22 170 000 €	600 000 €	22 770 000 €	1 400 000	16
	▪ Travaux de substitution (Bayas et Salignac)	4 063 790 €	300 000 €	4 363 790 €	2 000 000	2,2
	▪ Récupération d'eau de pluie 1 (Stade Artigues)	91 040 €	9 100 €	100 140 €	6 000	17
	▪ Récupération d'eau de pluie 2 (logement standard)	5 000 €	500 €	5 500 €	30	183
	▪ Récupération d'eau de pluie 3 (individuelle)	40 €	€	40 €	1,5	27
	▪ Récupération d'eau de pluie moyenne	50 000 €	5 000 €	55 000 €	1 100	50
	▪ Substitution d'arrosage pour stade 1 (La Réole)	16 000 €	1 600 €	17 600 €	5 700	3,1
	▪ Substitution d'arrosage pour stade 2 (forage de Quinsac)	249 545 €	25 000 €	274 545 €	34 000	8,1
	▪ Substitution par extension de réseau (ASA Civrac de Blaye)	75 827 €	€	€	40 000	1,9
	▪ Grands projets : Cénomaniens Oligocène Saint... Eau de Garonne	38 000 000 € 22 000 000 30 000 000	5 900 000 € 3 300 000 € 8 000 000 €	43 900 000 € 25 300 000 € 38 000 000 €	9 500 000 4 750 000 9 500 000	4,6 5,3 4

Tableau 10 : Tableau de calcul des ratios coût-efficacité complets (RCE^c)



Actions en projet, non encore réalisées

Figure 20 : Classement des RCE^c au m³ économisé (du meilleur au moins bon)

L'analyse coût-efficacité souligne :

- la performance des projets d'économie d'eau (notamment les kits hydroéconomiques) ;
- la cohérence des choix effectués par la CLE concernant les grandes infrastructures de substitution ;
- les enseignements des réalisations passées au travers de l'efficacité théorique des actions à venir ;
- l'efficacité limitée de la récupération d'eau de pluie.

Comparaison des grands projets de substitution envisageables sur une période d'étude de 50 ans

Les différents projets de substitution présentés dans l'analyse (Cénomaniens, Oligocène Sainte Hélène et Eau de Garonne) sont comparés sur une période d'analyse fixée à 50 ans. Les projets qui ont été écartés, comme l'Entre deux Mers (hypothèse basse et haute) et le projet de substitution de prélèvements à partir de la prise d'eau de Galgon (hypothèse basse et haute), sont également pris en compte.

Projets	Coût d'investissement (en €)	Coût de fonctionnement annuel (en €)	Coûts complets (en €)	Résultat attendu (en m ³ /an)	RCE ^c (€/m ³ /an)
Galgon (hyp. basse)	9 300 000	800 000	10 100 000	3 135 000	3,2
Eau de Garonne	30 000 000	1 330 000	31 330 000	9 500 000	3,3
Galgon (hyp. haute)	10 900 000	830 000	11 730 000	3 135 000	3,7
Cénomaniens	38 000 000	983 000	38 983 000	9 500 000	4,1
Oligocène Ste Hélène	22 000 000	551 000	22 551 000	4 750 000	4,7
Entre deux Mers (hyp. basse)	15 000 000	611 000	15 611 000	1 900 000	8,2
Entre deux Mers (hyp. haute)	23 000 000	920 000	23 920 000	2 850 000	8,4

Tableau 11 : Liste des grands projets de substitution comparés sur 1 an

Au vu de la comparaison initiale pratiquée sur un an, les projets Galgon (hypothèse basse) et Eau de Garonne semblent les plus performants. Mais, pour que l'analyse soit pertinente, ces projets doivent être évalués sur une durée plus longue, soit une période d'étude fixée à 50 ans.

L'intérêt de cette représentation réside dans la vision à long terme qu'elle apporte des projets analysés. La diminution du ratio coût-efficacité au fil des ans est logique, celui-ci prenant en compte, après la première année, uniquement les coûts de fonctionnement pour un volume annuel substitué identique.

La comparaison des projets permet de mettre en évidence l'évolution de leur classement en termes de performance. Ainsi, le projet Cénomaniens, intéressant dès son lancement car présentant un RCE inférieur à 5 €/m³/an, devient, au bout d'un peu plus de 20 ans, le projet le plus rentable. A l'inverse, le projet Galgon (que ce soit en hypothèse basse ou haute), particulièrement efficace la première année, va devenir beaucoup moins performant sur une durée supérieure à 10 ans.

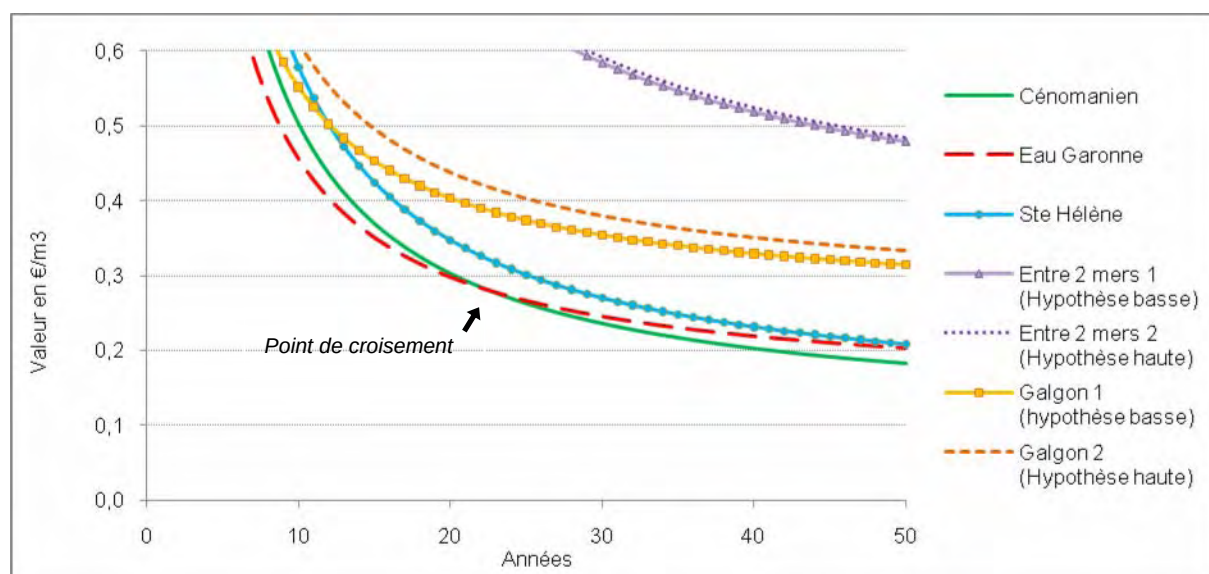


Figure 21 : Evolution du RCE^c (en €/m³/an) sur une durée de 50 ans

Le prix du m³ substitué va baisser d'année en année. A la cinquantième année de mise en fonctionnement des actions, le projet Cénomaniens affichera le rapport coût-efficacité le plus intéressant, avec un prix du m³ substitué qui s'élève à 20,3 c€.

8 Exposé des enjeux - Perspective de mise en valeur des ressources

Les enjeux du SAGE Nappes profondes de Gironde sont la préservation et la valorisation des ressources concernées.

Par préservation, il faut entendre le maintien du "bon état", voire la restauration du "bon état", pour certaines de ces ressources.

Par valorisation, il faut entendre le maintien, après optimisation et parfois arbitrage, des usages de ces ressources, voire le développement de certains de ces usages.

8.1 Enjeux de préservation

La directive* européenne établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, dite "directive cadre sur l'eau" fixe l'objectif d'atteindre le "bon état" des eaux, notamment souterraines. Les objectifs et les échéances de cette directive sont déclinés dans les textes législatifs et réglementaires français, et de manière plus précise pour une déclinaison sur le terrain, dans le SDAGE Adour Garonne.

Pour être jugée en bon état, une masse d'eau souterraine doit être à la fois en bon état chimique et en bon état quantitatif.

La notion de **"bon état chimique"** est clairement définie dans la "Directive cadre sur l'eau" et précisée dans la "Directive fille" sur les eaux souterraines" (Directive 2000/60/CE du parlement européen et du conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire de l'eau et Directive 2006/118/CE du parlement européen et du conseil du 12 décembre 2006 sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration). Elle repose sur une liste de substances polluantes et des valeurs limites.

Lorsque l'on aborde la question de l'état chimique, il convient de garder à l'esprit que, pour les nappes souterraines, le bon état chimique est pour partie directement lié à l'état quantitatif.

Pour les nappes captives, et en particulier les nappes concernées par le SAGE Nappes profondes de Gironde, ce lien est très fort. La version du SAGE approuvé en 2003, qui fixe des objectifs quantitatifs visant tous à la préservation de la qualité, en est l'illustration.

En revanche, la notion de **"bon état quantitatif"** n'est définie que de manière très sommaire dans la directive cadre sur l'eau et les textes plus récents, quelle qu'en soit la portée, restent très évasifs sur le sujet.

En l'absence de définition précise et surtout satisfaisante du "bon état quantitatif" des eaux souterraines, et plus encore des nappes captives, la CLE du SAGE Nappes profondes de Gironde a adopté, lors de sa réunion du 4 juillet 2011, et sur proposition de son Groupe d'experts hydrogéologues, une définition de ce bon état quantitatif conforme aux principes et aux objectifs de la "Directive cadre sur l'eau".

"L'analyse de l'état d'une nappe captive combine une approche globale en bilan et des approches locales en pression.

Une nappe captive est en bon état quantitatif lorsque à la fois :

- la diminution de la réserve que peut faire apparaître le calcul des bilans annuels à moyen et long termes (plusieurs décennies à minima) ne remet pas en cause la pérennité de la ressource ;
- les niveaux piézométriques sur les zones à enjeux identifiés permettent de garantir ;
- l'absence de dénoyage permanent et étendu du réservoir ;
- des directions et sens d'écoulement interdisant l'entrée d'eaux parasites ;
- des débits sortants au profit des milieux aval suffisants pour ne pas empêcher l'atteinte ou le maintien du bon état pour ces milieux."

Proposer une gestion des nappes profondes garantissant le "bon état quantitatif" revient à répondre à deux questions :

- combien peut on prélever dans cette ressource ?
- comment (où et selon quelle intensité) peut on prélever ces volumes ?

Du point de vue opérationnel, le bon état des nappes du SAGE repose donc sur :

- à grande échelle, un cumul des volumes prélevés chaque année dont l'impact sur les réserves ne mette pas en cause la pérennité de la ressource (notion de Volume maximum prélevable) ;
- à une échelle locale, un régime d'exploitation dont l'impact en piézométrie (pression) ne se traduise pas :
 - en tout lieu par un dénoyage du réservoir ;
 - à proximité des exutoires :
 - par une modification des écoulements permettant l'entrée d'eaux parasites ;
 - par une diminution des écoulements au profit des milieux empêchant le maintien du bon état pour ces milieux.

A noter que ce dernier aspect, relatif au bon état des milieux aval, n'était pas pris en considération dans la version du SAGE approuvée en 2003.

Les nappes du SAGE Nappes profondes de Gironde sont ainsi concernées :

- par un dépassement du volume maximum prélevable (VMPO) : l'Eocène en zone centre du département ;
- par un dénoyage : l'Oligocène en périphérie de l'agglomération bordelaise ;
- par un risque d'entrée d'eaux parasites : l'Eocène en bordure estuarienne ;
- par des flux sortants au profit des milieux aval éventuellement trop faibles : à étudier pour chacune des nappes.

	Volume maximum prélevable	Dénoyage	Entrées d'eaux parasites	Flux sortant vers milieux aval
Miocène	Non dépassé	Pas de risque identifié	Pas de risque identifié	A préciser
Oligocène	Non dépassé	Effectif	Pas de risque identifié	A préciser
Eocène	Dépassé (zone centre)	Pas de risque identifié	Risque quantifié	A préciser
Crétacé	Non dépassé	Pas de risque identifié	Pas de risque identifié	A préciser

Tableau 12 : Eléments susceptibles de remettre en cause le bon état des nappes du SAGE

8.2 Enjeux de valorisation

Au-delà de la restauration ou du maintien en bon état de la ressource, le SAGE vise bien entendu à garantir une valorisation durable des ressources des nappes profondes en réponse à différents enjeux.

8.2.1 Modèle d'approvisionnement en eau potable – sécurité sanitaire

Le premier enjeu est la consolidation et la pérennisation d'un mode d'approvisionnement en eau potable, conforme aux exigences du SDAGE Adour-Garonne, qui garantit à moindre coût une sécurité sanitaire en privilégiant le recours aux eaux souterraines profondes pour cet usage.

Ce premier enjeu est en effet à rapprocher :

- des orientations du SDAGE Adour-Garonne qui demande de privilégier les eaux souterraines pour les usages les plus exigeants (orientation C4) ;
- de son programme de mesure qui demande de privilégier l'usage eau potable sur les autres usages (Code mesure Qua-I-03).

L'eau souterraine, et plus encore l'eau souterraine issue des nappes profondes, présente des avantages importants pour la production d'eau potable aux premiers rangs desquels la très bonne protection contre les pollutions anthropiques (très faible vulnérabilité du milieu) et la stabilité de la composition chimique.

Dans la plupart des cas, pour être mises en distribution pour l'alimentation en eau potable, les eaux issues des nappes profondes ne nécessitent qu'une simple déferrisation, ce qui se traduit par une facilité d'exploitation et des coûts de production limités et stables.

Du point de vue sanitaire, l'âge des eaux des nappes profondes, tout au moins dans la partie où ces nappes sont captives, garantit l'absence de substances polluantes liées aux activités humaines, que celles-ci soient visées par la réglementation ou pas encore.

A noter que cette sécurité n'est pas toujours garantie dans les secteurs où les nappes "profondes" sont à l'affleurement car leurs eaux peuvent être dégradées soit par introduction directe de substances polluantes, soit par mélanges d'eau avec d'autres ressources (exemple de la pollution des sources de la périphérie ouest de l'agglomération bordelaise).

8.2.2 Accompagnement des changements démographiques et adaptation aux changements climatiques

Les prévisions d'accroissement de la population du département arrêtées par l'INSEE, et au-delà les ambitions de développement de l'agglomération bordelaise, posent les questions de l'accroissement des besoins, notamment en eau potable, et des modalités pratiques de satisfaction de la demande.

Ces questions sont d'autant plus prégnantes que les perspectives du changement climatique laissent envisager des impacts non négligeables sur les eaux souterraines :

- impacts directs - détérioration des conditions d'alimentation des nappes :
 - des précipitations hivernales plus courtes et plus intenses, qui favorisent le ruissellement au détriment de l'infiltration ; des périodes sèches estivales plus longues (durée de vidange naturelle des nappes plus longue, à une période où il n'existe déjà pas naturellement de recharge) ;
 - avec des nappes libres moins rechargées, leur contribution à l'alimentation des nappes captives, directement ou par drainance (eau qui percole à travers des couches semi-perméables), sera moindre ;
 - l'évolution à la hausse du niveau de l'océan (et de l'estuaire) pourrait augmenter les risques d'intrusion d'eau saline dans les nappes ;
- impacts indirects - augmentation de la pression des prélèvements sur les nappes :
 - la moindre disponibilité des eaux superficielles se traduira, à besoin constant, par un transfert des prélèvements vers les eaux souterraines, réduisant encore les possibilités d'apport de ces dernières aux milieux superficiels ;

- o les nappes libres étant moins aptes à satisfaire les usages, certains se reporteront sur les nappes captives ;
- o toutes choses étant égales par ailleurs, certains besoins augmenteront (besoins agricoles a priori mais aussi en eau potable, au moins pour la pointe, comme l'a montré la canicule de 2003), accentuant encore la pression sur les eaux souterraines du fait d'une moindre disponibilité des eaux de surface.

8.2.3 Accompagnement du développement économique

Le développement de l'activité du territoire dépend, pour certaines activités, de sa capacité à fournir de l'eau, et donc pour partie à accepter de nouveaux prélèvements, pour satisfaire aux besoins de ces activités.

Pour l'industrie, il convient de prévoir une possibilité d'accès aux nappes profondes pour les activités exigeantes en matière de qualité d'eau (qualité dans l'absolu ou stabilité de la composition de l'eau).

Pour l'agriculture, moins exigeante en termes de qualité d'eau, l'accès à des ressources disponibles en période d'étiage peut aussi être un atout.

8.2.4 Politique de développement des énergies renouvelables

Les nappes souterraines en général et les nappes profondes en particulier, représentent un potentiel important en matière d'énergie renouvelable par le biais de la géothermie.

En Gironde, les techniques géothermiques utilisables sont les suivantes :

- pompe à chaleur sur sonde géothermique : cette technique, lorsqu'elle est mise en œuvre dans les règles de l'art, est parfaitement compatible avec la préservation des eaux souterraines. Sans impact quantitatif puisqu'il n'y pas de prélèvement, cette technique peut être à l'origine d'une dégradation de la qualité des eaux souterraines :
 - o soit par mélange de nappes ou introduction d'eau superficielle du fait d'une mauvaise cimentation du forage qui accueille la sonde ;
 - o soit par fuite du fluide caloporteur que l'on fait circuler dans l'épingle installée dans le forage pour transporter les calories ;
 - o soit par refroidissement et surtout réchauffement anormal de l'eau qui modifierait sa composition ou la rendrait impropre à certains usages ;
- pompe à chaleur sur prélèvement d'eau avec réinjection de l'eau refroidie (ou réchauffée) dans le réservoir d'origine (à privilégier) ou en circuit ouvert (cas du parc d'ouvrages existants en géothermie profonde) :
 - o en circuit fermé se pose la question du recyclage de la bulle d'eau froide qui peut remettre en cause l'intérêt de la technique ;
 - o en circuit ouvert, pas de problème de bulle froide mais un impact quantitatif à prendre en considération, en particulier si l'eau ne fait pas l'objet d'une valorisation secondaire après extraction des calories.

Le SAGE devra veiller à garantir qu'un espace reste disponible pour le développement de la géothermie et que ce développement ne se fasse pas au détriment de l'état des nappes du SAGE, aussi bien du point de vue quantitatif que qualitatif.

8.2.5 Cohérence avec les politiques de gestion des ressources hors périmètre du SAGE

Pour être efficace, la gestion des ressources des nappes profondes à l'échelle du département de la Gironde ne peut être détachée de celle :

- des nappes profondes concernées par le SAGE mais hors du périmètre du SAGE Nappes profondes ;
- des ressources non concernées par le SAGE Nappes profondes, qu'il s'agisse des ressources superficielles ou d'une nappe profonde non concernée par le SAGE comme celle du Jurassique.

Gestion des nappes profondes hors du périmètre du SAGE :

Même en cas d'application stricte des mesures du SAGE sur le département de la Gironde, l'atteinte des objectifs fixés par celui-ci pourrait être compromise, au moins localement, par la gestion des nappes profondes mise en œuvre sur les territoires voisins.

Une cohérence des actions doit donc être recherchée avec les territoires périphériques au département, ce qui passe notamment par des indicateurs partagés, en premier lieu en termes de prélèvements.

Gestion des ressources non concernées par le SAGE :

S'agissant des ressources superficielles (nappes phréatiques, cours d'eau ou plans d'eau), dans la mesure où :

- elles constituent d'éventuelles ressources alternatives aux nappes profondes trop sollicitées ;
- elles font déjà l'objet d'usages et dans bien des cas de règles de partage ;
- leur état peut dans certaines configurations dépendre de celui des nappes profondes (flux sortants) ;
- elles seront en toute probabilité très impactées par les changements climatiques, soit directement, soit par modification de l'occupation du sol, en particulier pour le couvert forestier ;
- une interdépendance s'impose entre leur gestion et celle des nappes profondes.

S'agissant de la nappe profonde du Jurassique, elle est a priori indépendante des nappes profondes concernées par le SAGE et utilisable pour un usage géothermique uniquement.

9 Tendances et scénarios – Orientations de gestion – Objectifs et moyens pour les atteindre

9.1 Variables et tendances pour la construction des scénarios

Dans la phase "Tendances et scénarios", après avoir étudié les paramètres susceptibles d'influencer l'état des nappes profondes, différents scénarios ont été simulés dans le Modèle Nord Aquitain (MONA) du BRGM pour identifier ceux qui permettent d'atteindre ou de garantir le bon état de des nappes profondes, sur la base de la définition arrêtée par la CLE.

Les scénarios simulés débutent en 2008 et se projettent à l'horizon 2030. Pour la construction de ces scénarios, différents paramètres peuvent être modifiés, qu'ils influencent les prélèvements ou les conditions d'alimentation des nappes. Ces différents paramètres, leurs variations et leur influence potentielle sur l'état des ressources sont examinés ci-après.

9.1.1 Les conditions climatiques :

Pour les conditions climatiques, plusieurs hypothèses ont été retenues pour la période 2008-2030 :

- prise en compte d'une recharge moyenne calculée sur les 30 dernières années (de 1977 à 2007) qui correspond a priori à des conditions favorables ;
- utilisation d'une recharge plus sèche déterminée à partir de la moyenne calculée sur les 10 dernières années (de 1997 à 2007), qui correspond à une période moins favorable.

On notera que ces conditions plus sèches sont comparables, en terme d'impact sur la ressource, à celles du scénario du changement climatique A1b du GIEC.

9.1.2 Les prélèvements :

Les prélèvements constituent le facteur qui influence le plus l'état des nappes. L'estimation de leur évolution future, tant en intensité qu'en répartition spatiale, est indispensable pour l'élaboration du SAGE.

Sur le principe, l'estimation des besoins futurs en prélèvements repose sur l'analyse de différentes variables qui entrent dans l'équation simplifiée ci-dessous :

$$\begin{aligned} \text{besoin futur} &= ? \\ &= \underbrace{\text{eau potable (majoritaire)}} + \text{autres usages} \\ &= \frac{(\text{nombre d'habitants futurs} \times \text{besoin unitaire})}{\text{rendement}} \end{aligned}$$

Illustration 1 : Principes de l'estimation des besoins futurs en prélèvements

Chaque variable peut donc faire l'objet de scénarios prospectifs et les différentes hypothèses retenues sont justifiées dans le document "Tendances et scénarios" approuvé par le CLE le 14 novembre 2011. Ces hypothèses concernent :

- les perspectives de population ;
- les perspectives d'économies d'eau sur les usages de l'eau potable ;
- les perspectives des économies d'eau sur les réseaux d'eau potable (réduction des pertes) ;
- les perspectives de besoins pour l'AEP ;
- l'évaluation des besoins futurs pour les autres usages que l'alimentation en eau potable (en particulier agriculture et industrie) ;
- la mise en service de grands pôles de production venant se substituer à des prélèvements dans les nappes surexploitées.

9.1.3 Description des scénarios simulés dans le MONA

Objectifs des simulations, échéances et rendus :

Dans le détail, l'objectif des simulations est multiple :

1) confirmer les valeurs des Volumes maximum prélevables objectifs (VMPO) arrêtées en 2003 ou proposer des valeurs actualisées compte tenu à la fois :

- des actualisations et améliorations du modèle de simulation, de la meilleure connaissance des prélèvements et de leur affectation aux différentes ressources, etc. ;
- de la définition précise du bon état quantitatif des nappes souterraines adoptée par la Commission locale de l'eau lors de sa réunion du 11 juillet 2011 ;
- de la vision plus précise des projets de grandes infrastructures de substitution envisageables ;

2) vérifier que certains scénarios imaginés et jugés faisables conduisent au "bon état" des ressources et pourront être utilisés pour l'élaboration de la stratégie du SAGE pour atteindre ses objectifs.

En matière de durée, les simulations sont menées jusqu'en 2030 ce qui permet à la fois de dépasser les échéances fixées par le SDAGE à savoir 2021 et 2027, et d'observer dans tous ses aspects l'impact de la mise en œuvre des ressources de substitution. En effet, il convient de noter qu'en matière de nappes captives profondes, compte tenu de la grande inertie de ces systèmes, il s'agit d'échéances à court terme. Par ailleurs, pour observer et surtout différencier les impacts des différentes substitutions, les dates de mise en service des projets dans les différents scénarios ne sont pas toujours justifiées par un besoin effectif et certaines dates peuvent être très proches.

Quant aux rendus, ils doivent permettre de juger de l'état de la ressource et il faut donc se référer à la définition du "bon état quantitatif" arrêté par la CLE.

Approche en bilan :

La première analyse porte donc sur le bilan des entrées et des sorties dans le réservoir considéré et de la variation des réserves qui en découle. La conservation de la matière est un principe de base dans les modèles hydrodynamiques. Pour chaque système aquifère considéré, les entrées sont donc toujours égales aux sorties augmentées ou diminuées de la variation des réserves. Ce principe s'applique aussi bien à l'échelle de l'aquifère pris dans sa globalité que de la maille de calcul.

Dans le cas du SAGE Nappes profondes de Gironde, la variation des réserves (ou du stock) doit être examinée, pour chaque réservoir, à l'échelle :

- du réservoir dans sa globalité ;
- du territoire du SAGE (c'est-à-dire le département de la Gironde) ;
- des unités de gestion délimitées dans le SAGE (zones nord, Médoc-estuaire, littoral, sud et centre).

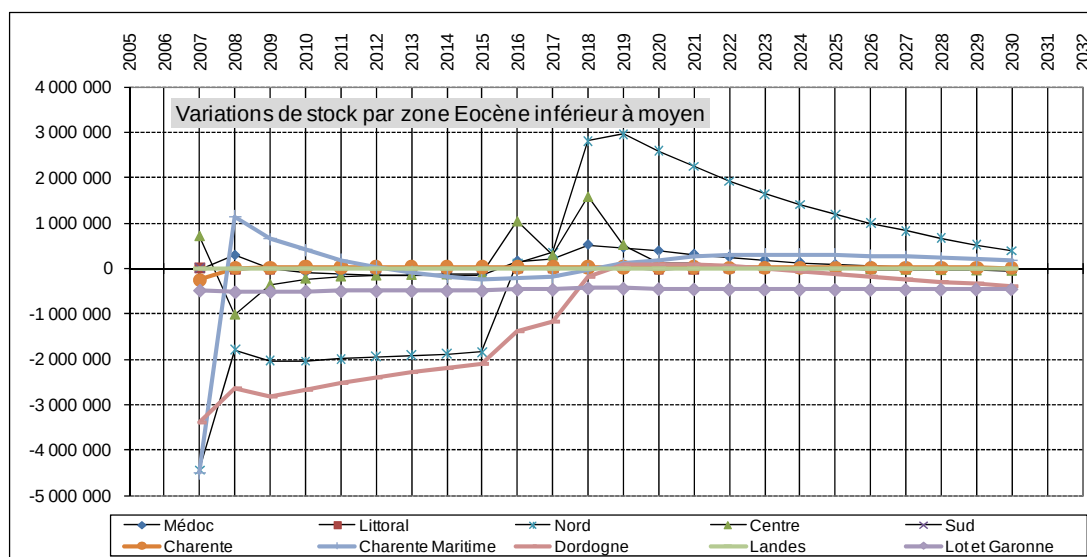


Figure 22 : Exemple des variations de stock calculées pour un même réservoir et différentes zones

Approche en pression :

Le niveau piézométrique est l'altitude à laquelle s'établit la surface de la nappe dans un forage (piézomètre). Il se mesure sur le terrain en profondeur sous le sol (ou en pression au dessus du sol en cas de forage jaillissant) et s'exprime, pour permettre comparaisons et calculs, en altitude (par référence au système NGF : nivellement général de la France).

La différence de pression entre des points d'un même réservoir conditionne la direction et le sens d'écoulement de l'eau.

Une carte piézométrique renseigne :

- sur la répartition des réserves et leur état à un instant donné ;
- sur les directions et sens de l'eau au sein de cette nappe ;
- sur l'intensité de ces écoulements.

Enfin, en comparant deux cartes piézométriques établies pour des dates différentes (sur la base de données mesurées sur le terrain ou calculées par un modèle), il est possible d'étudier la variation spatialisée des réserves et d'identifier les zones où celles-ci restent stables, augmentent ou diminuent.

Dans le cas d'un modèle mathématique, la comparaison ne se fait pas à l'échelle des cartes piézométriques tracées en fonction des résultats des calculs mais se fait maille par maille.

Description des scénarios

Les scénarios simulés sont présentés ci après. Leur description détaillée (ainsi que celle du Modèle mathématique nord aquitain - MONA) figure dans le rapport du BRGM relatif à la réalisation de simulations pour le SAGE Nappes profondes-2011 (BRGM/RP-60416-FR).

Ce sont huit scénarios, élaborés en concertation avec le groupe de travail "Ressources – usages et règles de gestion" de la CLE et le groupe d'Experts hydrogéologues, qui ont fait l'objet de simulations. Les résultats de ces simulations, et l'interprétation qui en est faite, ont été présentés pour validation à la CLE lors de sa réunion du 15 juin 2011.

Pour une bonne compréhension de la démarche, on retiendra que les scénarios 2 et 3 sont des scénarios destinés à tester la réaction des nappes aux prélèvements et aux substitutions prévues par le SAGE actuel, alors que le scénario technique de substitution opérationnel (scénario 4) n'était pas encore connu.

Scénario 1 (Tendanciel) :

Correspondant à une politique théorique du "laisser faire", le scénario 1 constitue une référence puisque seule l'augmentation de la population selon le tendanciel INSEE est utilisée pour définir l'évolution des prélèvements à l'horizon 2030. Aucune économie d'eau n'est prise en compte que ce soit en matière de performance des réseaux d'eau potable ou de consommation des usagers. Par ailleurs, aucune solution de substitution n'est mise en place. La recharge prise en compte correspond à la moyenne calculée à partir des données disponibles sur les 30 dernières années (de 1977-2007) ce qui constitue une hypothèse a priori optimiste.

Scénario 2 (Economies d'eau et substitutions à plein) :

Ici, l'évolution des prélèvements prend en considération à la fois l'augmentation de la demande liée à la hausse de la population définie par l'INSEE et la totalité des économies d'eau potentielles identifiées.

En parallèle, plusieurs solutions de substitutions sont mises en œuvre, en prenant des fourchettes hautes (mais réalistes) pour leurs capacités (pour les volumes substitués, on se référera au document "Tendances et scénarios" approuvé par la CLE le 14 novembre 2011) :

- un champ captant au Cénomanien en sud Gironde est mis en service en 2013 pour un prélèvement de 12 millions de m³/an ;
- un champ captant à l'Oligocène dans les environs de Sainte-Hélène est mis en service en 2016 près de 6 millions de m³/an ;
- le projet "Eau de Garonne – ré-infiltration et reprise" dimensionné à près de 12 millions de m³/an est mis en service en 2019.

La recharge prise en compte correspond à la moyenne calculée à partir des données disponibles sur les 30 dernières années (de 1977-2007) ce qui constitue une hypothèse a priori optimiste.

Scénario 3 (Economies d'eau et substitutions plus faibles) :

Tout comme le scénario précédent, l'évolution des prélèvements prend en considération à la fois l'augmentation de la demande liée à la hausse de la population définie par l'INSEE et la moitié du potentiel d'économies d'eau identifié.

Les solutions de substitution mises en œuvre présentent des capacités plus faibles que dans le scénario 2.

La recharge prise en compte correspond à la moyenne calculée à partir des données disponibles sur les 30 dernières années (de 1977-2007) ce qui constitue une hypothèse a priori optimiste.

Scénario 4 (Economies d'eau à plein et substitutions optimisées) :

Dans ce scénario, l'évolution des prélèvements prend en considération à la fois l'augmentation de la demande liée à la hausse de la population définie par l'INSEE et la totalité du potentiel d'économies d'eau identifié.

Les solutions de substitution mises en œuvre sont les suivantes :

- un champ captant au Cénomanien en sud Gironde est mis en service en 2016 pour un prélèvement de 10 millions de m³/an ;
- le projet "Eau de Garonne – ré-infiltration et reprise" dimensionné à près de 10 millions de m³/an est mis en service en 2018 ;
- un champ captant à l'Oligocène dans les environs de Sainte-Hélène est mis en service en 2020 près de 5 millions de m³/an.

La recharge prise en compte correspond à la moyenne calculée à partir des données disponibles sur les 30 dernières années (de 1977-2007) ce qui constitue une hypothèse a priori optimiste.

Scénario 5 (Pas d'économies d'eau et substitutions optimisées) :

Ce scénario correspond au scénario 4 pour les substitutions et les conditions climatiques mais il diffère car aucune économie d'eau n'est prise en compte que ce soit en matière de performance des réseaux d'eau potable ou de consommation des usagers.

Scénario 6 (Impact de la modification des conditions d'alimentation sur le scénario 4) :

Ce scénario correspond au scénario 4 pour les substitutions et l'évolution des prélèvements il diffère car il utilise une recharge plus sèche déterminée à partir de la moyenne calculée sur les 10 dernières années (de 1997 à 2007), qui correspond à une période moins favorable.

Scénario 7 (Augmentations de prélèvements ciblées) :

Le scénario 7 est un scénario particulier peu réaliste en matière de besoins en prélèvements identifiés. Il a pour but de tester les résultats du modèle avec des volumes prélevés supérieurs aux attentes pour certaines unités de gestion, afin de préciser les VMPO de certaines unités de gestion pour lesquelles des degrés de liberté semblent exister. Les prélèvements supplémentaires sont donc été testés dans ce scénario.

Scénario 8 (Arrêt des prélèvements en Gironde) :

Le scénario 8 est également un scénario irréaliste, essentiellement à vocation pédagogique et informative. Il prévoit l'arrêt total des prélèvements dans les nappes profondes de Gironde. Ceci permet :

- de mieux cerner le fonctionnement des aquifères ;
- de tester les limites de la modélisation ;
- de contribuer à la fixation d'objectifs réalistes ;
- d'apprécier la capacité du milieu à restaurer un état antérieur.

9.2 Enseignements essentiels des simulations

9.2.1 Cénomanién :

Le premier élément à retenir concernant le Cénomanién est que, comme illustré ci-après, la diminution des réserves à 2030 est faible et équivalente dans tous les scénarios, que ceux-ci intègrent ou non la mise en service du champ captant au Cénomanién du sud Gironde (10 à 12 Mm³/an) ou une modification climatique. Quant à l'impact piézométrique des différents scénarios (voir celui du scénario 4 ci-dessous), il ne remet pas lui non plus en cause le bon état quantitatif de la ressource cénomaniénne à grand échelle. Il restera néanmoins à vérifier que l'impact du champ captant est compatible avec le bon état quantitatif des ressources à une échelle beaucoup plus locale là où des mesures compensatoires sont envisageables (rappelons que le dimensionnement et la localisation exacts du projet, dont dépendra l'impact, ne sont pas arrêtés à l'heure où ce document est rédigé).

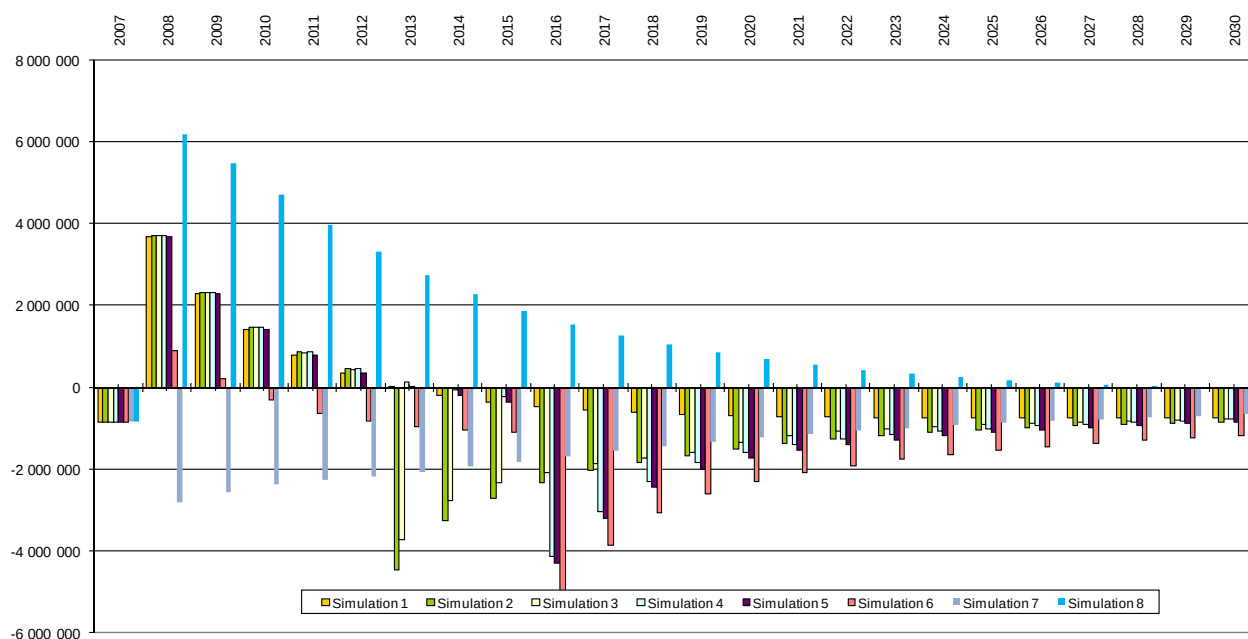


Figure 23 : Variation (en m³) des réserves du Cénomanien selon les scénarios

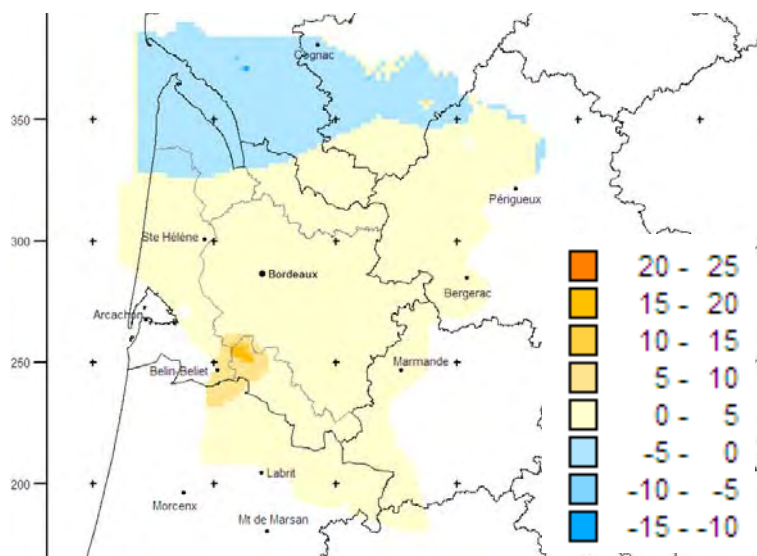


Figure 24 : Impact piézométrique sur le Cénomanien : scénario 4

9.2.2 Campano-Maastrichtien :

Le réservoir du Campano-Maastrichtien présente un bilan (graphique ci-dessous) que l'on peut qualifier d'équilibré : le déstockage calculé est inférieur à 1 million de m³/an ce qui est faible, et légèrement supérieur en cas de changement climatique. Néanmoins sa piézométrie est liée intimement à celle de l'Eocène. On s'en remettra donc, pour la gestion de ce réservoir, aux objectifs et règles arrêtés pour le réservoir Eocène.

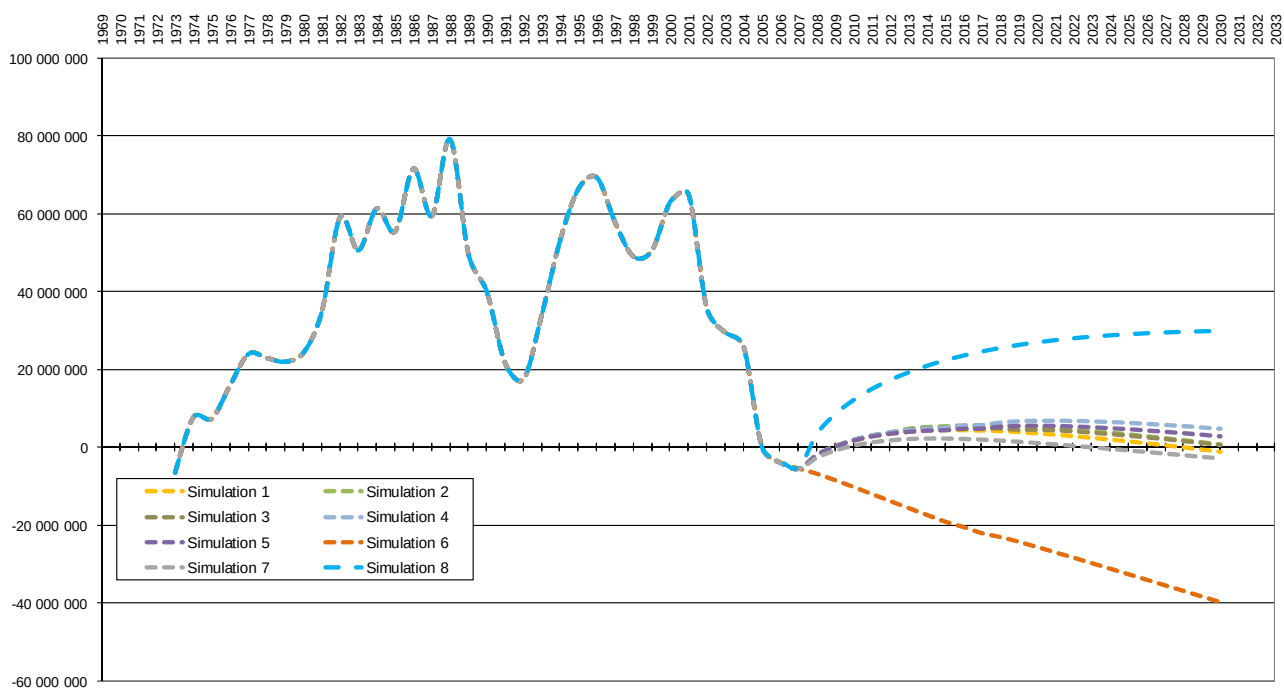


Figure 25 : Variation (en m^3) des réserves sur le Campano-Maastrichtien selon les scénarios

9.2.3 Eocène :

Le scénario tendanciel (carte ci dessous) correspond à une forte augmentation des prélèvements : de 64 Mm³/an en 2007 à 84 Mm³/an en 2030 pour tout l'Eocène, ce qui génère un déstockage permanent de l'ordre de -9,5 Mm³/an et une piézométrie en chute importante : entre 15 et 20 mètres au droit de l'agglomération et entre 10 et 15 mètres sur une large zone en Gironde.

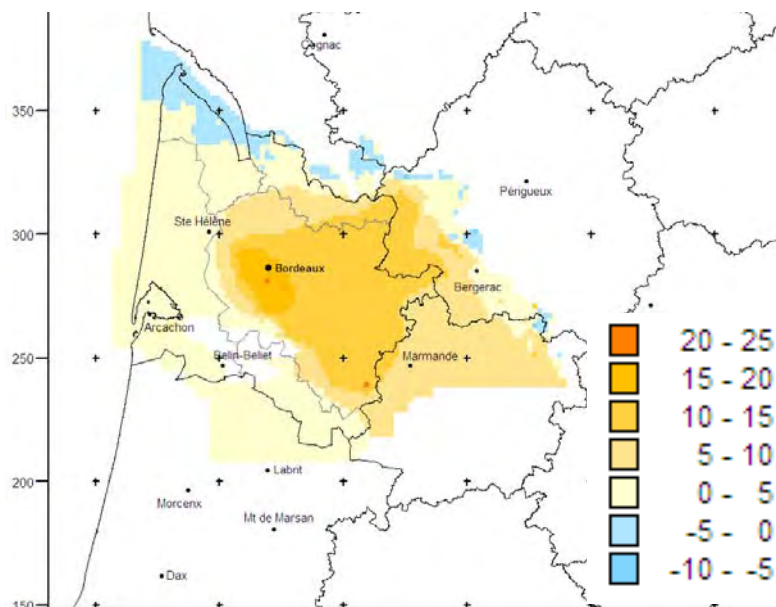


Figure 26 : Impact piézométrique sur l'Eocène inférieur à moyen : scénario I

Les substitutions envisagées dans les différents scénarios permettent :

- de ramener la baisse des réserves de -1,4 à -2,5 Mm³/an, ce qui peut être jugé acceptable en matière de bilan (voir l'illustration **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) ;
- d'inverser la tendance en faisant remonter les piézométries sur les zones les plus déprimées (voir ci-dessous).

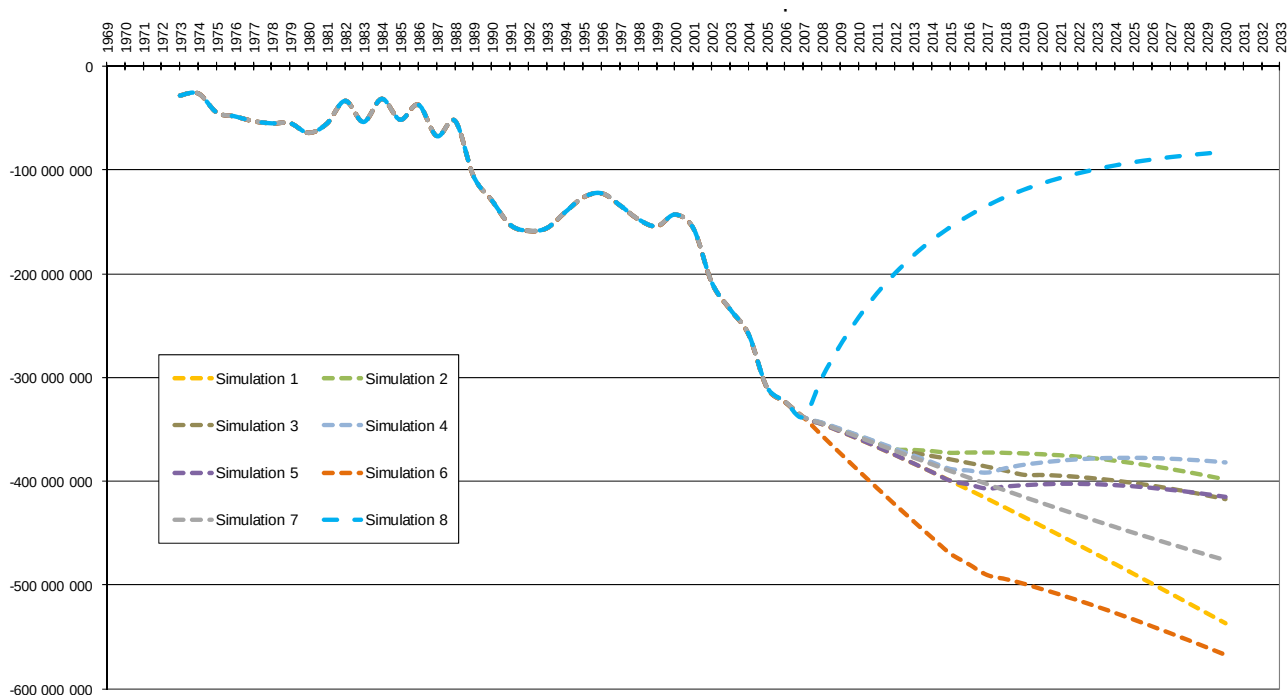


Figure 27 : Variation (en m³) des réserves de l'Eocène en cumulé depuis 1972 selon les scénarios

Que ce soit pour la variation des réserves ou la variation des pressions, le scénario technique optimisé dit scénario 4 est celui qui a la meilleure efficacité parmi ceux testés. On note l'impact significatif de la politique d'économie d'eau sur l'Eocène en comparant les scénarios 4 et 5 : s'il n'y a pas d'économies d'eau, la remontée est plus restreinte au centre du cône de dépression et les piézométries chutent vers le Lot et Garonne.

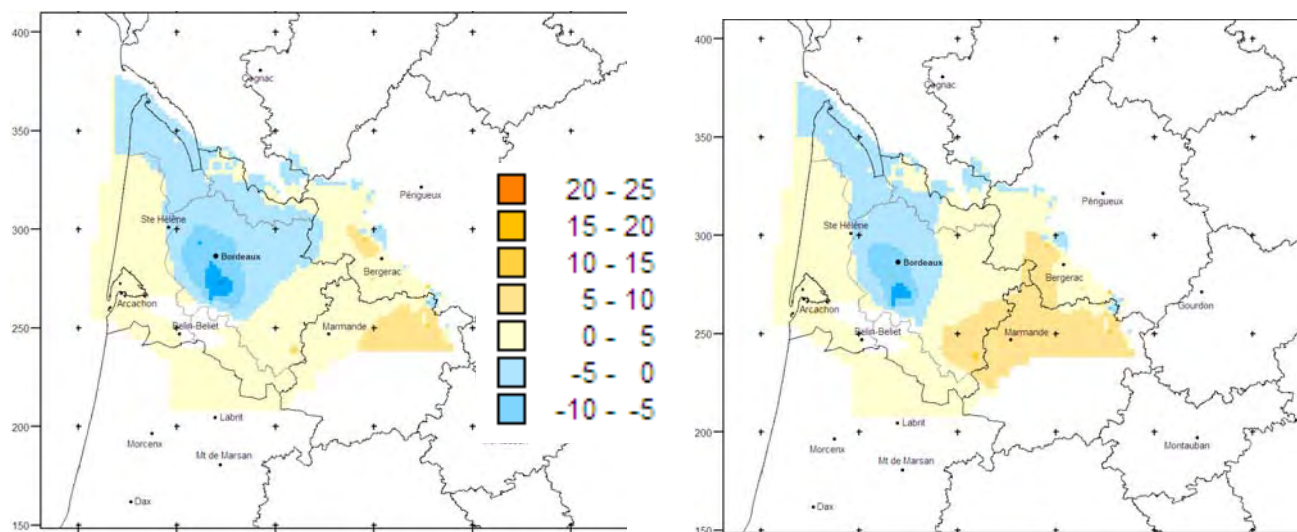


Figure 28 : Effet de la politique d'économie d'eau sur l'impact piézométrique de l'Eocène (à gauche avec économies d'eau : scénario 4 et à droite sans économies d'eau : scénario 5).

On retiendra que le scénario 4 permet de parfaitement garantir, et avec une marge de sécurité, le retour au "bon état quantitatif" pour l'Eocène. Il est possible de s'interroger, sous réserve d'une vérification des perspectives des besoins, sur la possibilité de restaurer ce bon état avec moins d'efforts de substitution, ou tout au moins un étalement de la mise en œuvre des projets sur un délai plus long. A noter qu'une chute piézométrique faible est observée en Lot et Garonne.

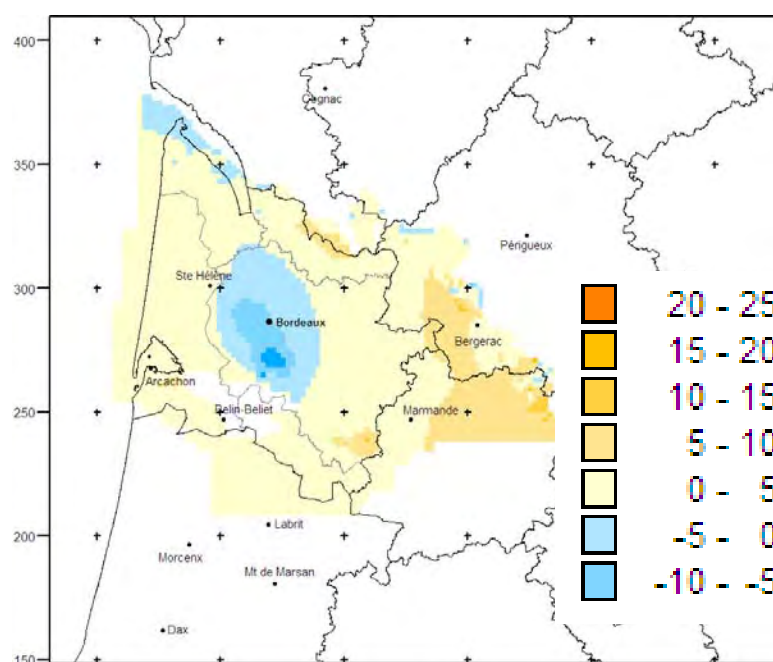


Figure 29 : Impact piézométrique sur l'Eocène avec le scénario climatique n°6

Le scénario 5 est lui aussi capable de garantir ce bon état (stabilisation des déstockages et piézométrie satisfaisante). Quant au scénario 6, il améliore la situation sur les zones à risques du Médoc et en zone centre mais on observe toujours, comme pour les scénarios 4 et 5, une légère baisse piézométrique en Lot et Garonne, tout comme les scénarios 4 et 5. En revanche, les déstockages ne sont pas stabilisés du fait du déficit de recharge (rappelons que les prélèvements sont identiques en scénario 4 et 6, ce sont les conditions climatiques qui changent).

9.2.4 Oligocène :

Les simulations réalisées ici n'apportent que peu d'informations nouvelles par rapport à celles réalisées pour l'élaboration de la phase 2 de l'Atlas des zones à risques ou l'évaluation de l'impact du champ captant de Sainte Hélène.

La stabilisation du stock (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) montre que le VMPO n'est pas atteint pour l'Oligocène et que des prélèvements plus importants pourraient être supportés sans mis en péril du bon état de cette ressource sous réserve d'une meilleure répartition des prélèvements compatible avec le bon état pour son volet piézométrique.

Le scénario climatique 6 se traduit quant à lui par une diminution des réserves et une baisse des niveaux assez généralisée entre deux et cinq mètres excepté dans les secteurs où les prélèvements sont réduits du fait des substitutions. L'Oligocène est nettement plus influencé par un changement climatique, et l'alimentation en eau potable pourrait l'être par baisse du débit des sources.

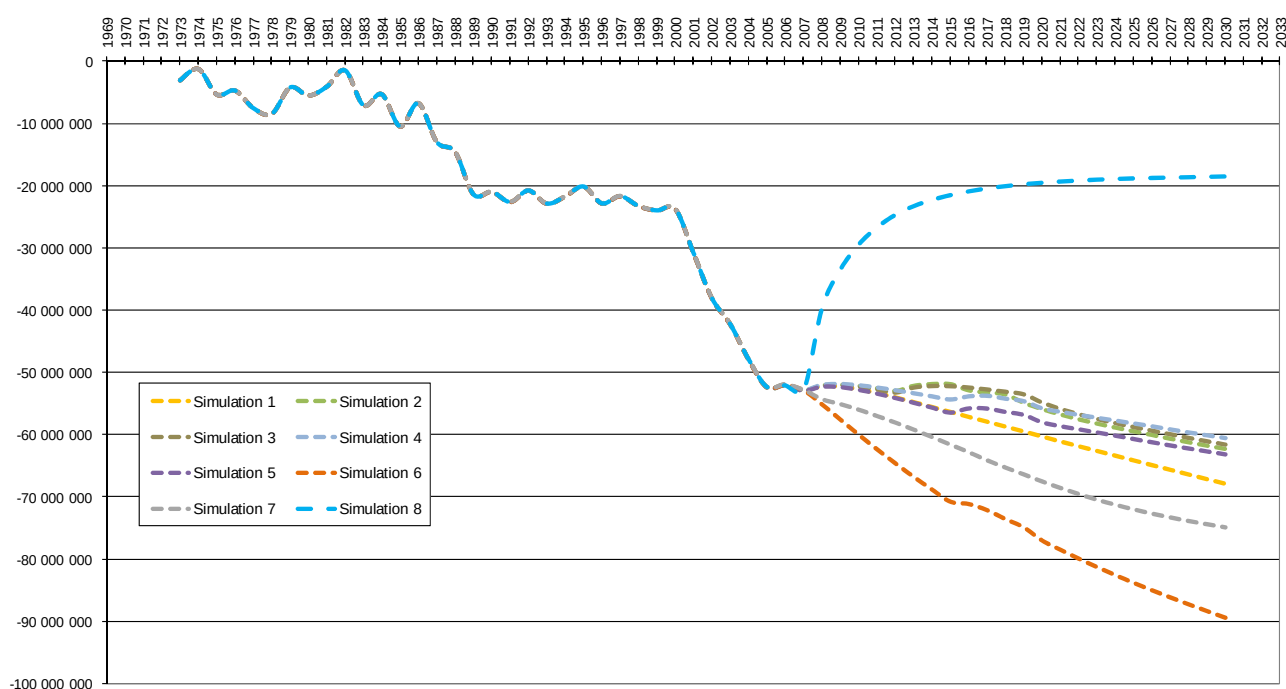


Figure 30 : Variation (en m³) des réserves de l'Oligocène en cumulé depuis 1972 selon les scénarios

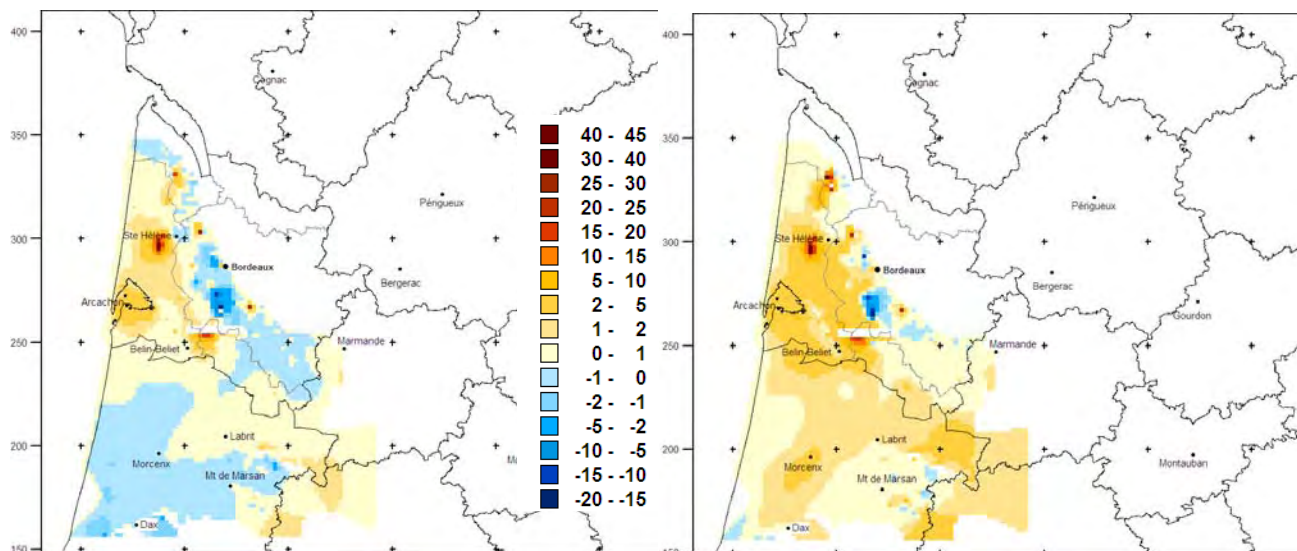


Figure 31 : Impact piézométrique sur l'Oligocène : scénario 4 et 6

9.2.5 Miocène :

Les problèmes de calage et de volumes prélevés sur le Miocène imposent d'être prudent si l'on porte l'analyse sur toute l'aire d'extension du modèle.

En revanche, si l'analyse est limitée au département de la Gironde, où l'on sait que le modèle et les données sont fiables, les simulations réalisées révèlent que le Miocène est en bon état et devrait le rester, ce qui est notamment illustré par la stabilité des piézométries calculées pour les différents scénarios (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Les variations de réserve à long terme restent négligeables, bien que très influencées par les conditions climatiques (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

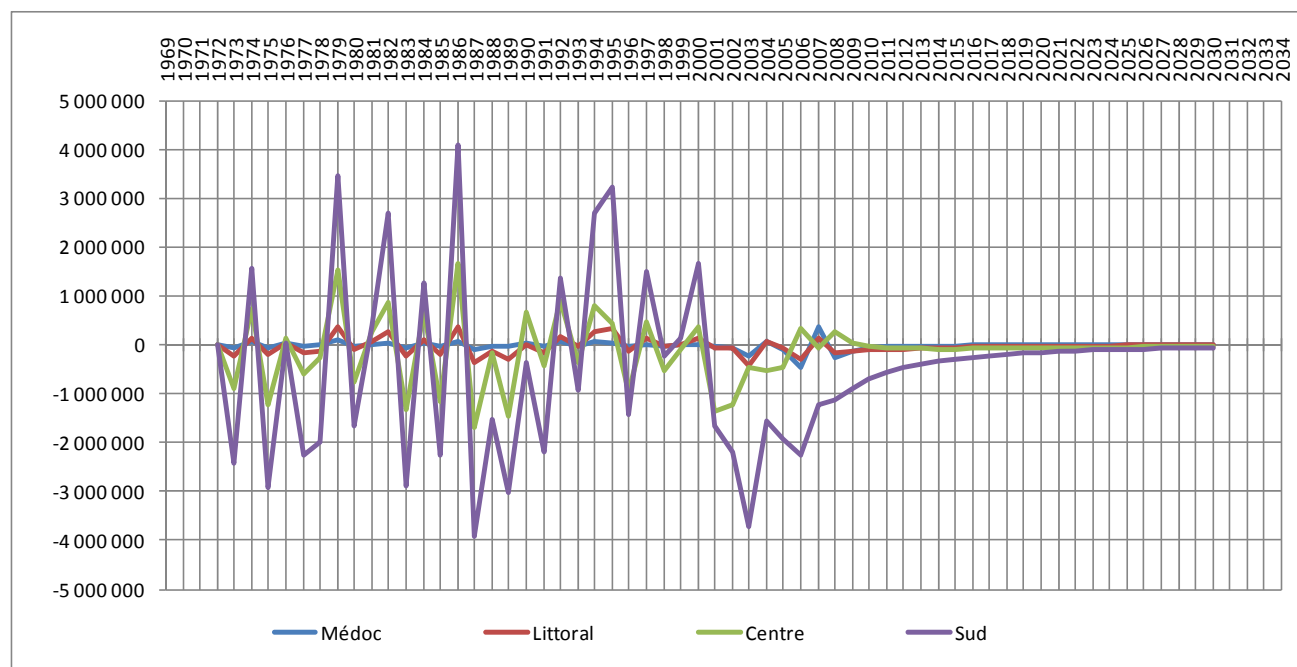


Figure 32 : Variation (en m³) des réserves du Miocène pour le scénario I- tendanciel en Gironde

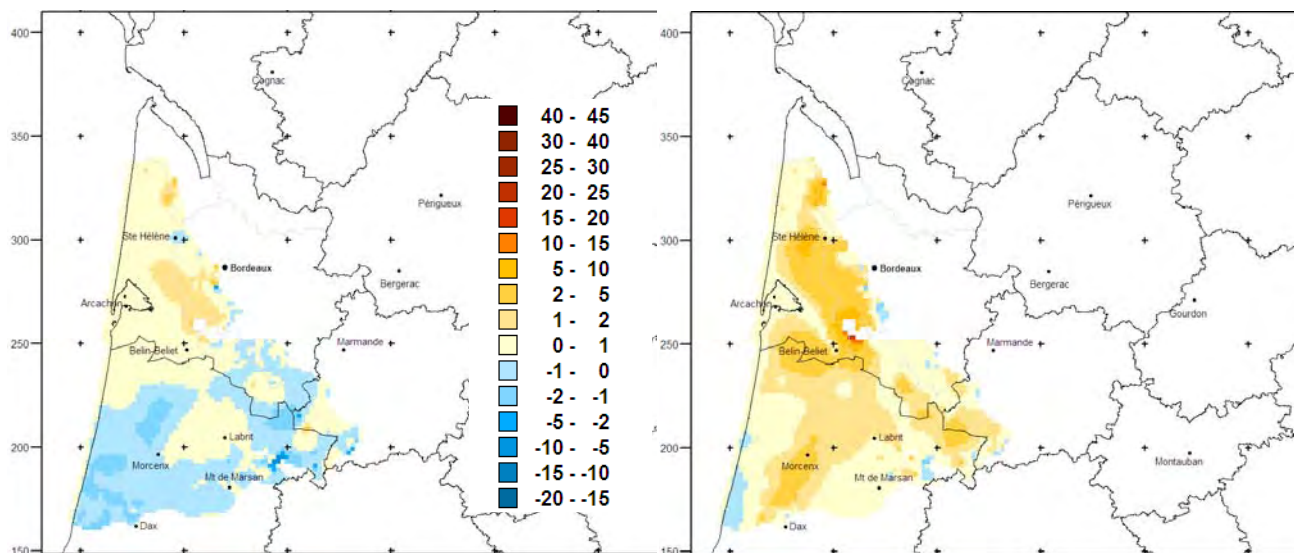


Figure 33 : Impact piézométrique sur le Miocène (Aquitainien) : scénario 1 et 6

9.2.6 En synthèse

Les simulations réalisées ici s'appuient sur des scénarios d'évolution de consommation réalistes destinés à cerner les potentialités des aquifères du SAGE Nappes profondes de Gironde en fonction de l'évolution de différents paramètres (prélèvements, climatologie).

Sur la base de la définition du bon état des nappes profondes arrêtée par la CLE, une interprétation des résultats de ces simulations permet de déterminer si, pour une nappe donnée, le résultat est acceptable ou non et par essai-erreur de cerner un volume maximum prélevable objectif.

Néanmoins, il faut garder à l'esprit que compte tenu du nombre fini de simulations réalisées versus le nombre conséquent d'unités de gestion (20) et de scénarios possibles de prélèvement (intensité, localisation) toutes les configurations ne peuvent être testées.

10 Orientations de gestion – Objectifs du SAGE et moyens pour les atteindre

10.1 Objectifs de la gestion

10.1.1 Les objectifs généraux

L'objectif du SAGE est de garantir, le cas échéant après l'avoir restauré, le "bon état" des ressources de son périmètre, ce qui renvoie :

- pour le "bon état qualitatif", aux directives 2000/60/CE et 2006/118/CE du parlement européen et du conseil, qui arrêtent une liste de substances polluantes à rechercher et des valeurs limites ;
- pour le "bon état quantitatif", à la définition adoptée par la CLE lors de sa réunion du 4 juillet 2011, qui combine une approche globale en bilan et des approches locales en pression.

La gestion des nappes profondes se décline donc à deux échelles spatiales différentes :

- une gestion en bilan à grande échelle pour garantir la pérennité globale de la ressource ;
- une gestion en pression à l'échelle locale : même si les bilans sont respectés à grande échelle, un seul pompage peut générer localement un dénoyage et/ou une inversion d'écoulement dont on veut se prémunir. Il convient de fixer des pressions minimales à respecter sur des zones à enjeux identifiées.

Des règles de gestion doivent donc être définies à ces deux échelles.

10.1.2 Gestion en bilan : unités de gestions et volumes maximum prélevables objectifs (VMPO)

Dans sa version approuvée en 2003, le SAGE Nappes profondes de Gironde arrêta les concepts d'unités de gestion et de volumes maximum prélevables pour chacune de ces unités.

Rien ne justifie aujourd'hui que le périmètre des différentes unités de gestion définies en 2003 soit modifié. En revanche :

- des subdivisions entre Eocène inférieur à moyen et Eocène supérieur peuvent être identifiées au sein de trois des cinq unités de gestion de l'Eocène,
- de nouvelles unités de gestion sont identifiées pour le Cénomaniens au sein de la série du Crétacé (les unités de gestion relatives au Crétacé se limitaient au réservoir du Campano-Maastrichtien dans la précédente version du SAGE).

	Centre	Médoc- estuaire	Littoral	Nord	Sud
Miocène	UG	UG	UG	pas de réservoir miocène	UG
Oligocène	UG	UG	UG	pas de réservoir oligocène	UG
Eocène	UG	UG*	UG*	UG*	UG
Campano- Maastrichtien	UG	UG	UG	UG	UG
Cénomano- Turonien	UG	UG	UG	UG	UG

* localement subdivisée en sous unités de gestion "Eocène supérieur" et "Eocène inférieur à moyen"

Tableau 13 : Les unités de gestion du SAGE

Pour ce qui est des volumes maximum prélevables objectifs (VMPO), il convient de rappeler que les propositions de valeurs sont arrêtées après examen des résultats des simulations à long terme réalisées dans le modèle mathématique nord aquitain (MONA).

Pour juger de l'état d'une nappe dans son ensemble, ou d'une unité de gestion, l'expert examine d'une part les variations de la réserve en eau souterraine au sein du réservoir (approche en bilan) et, d'autre part, la piézométrie résultante.

Globalement, la méthodologie aboutissant à proposer des valeurs pour les VMPO consiste à retenir comme acceptables les scénarios qui garantissent le « bon état quantitatif à grande échelle » de la nappe considérée (au sens défini par la CLE) et ne modifient pas de manière trop importante la piézométrie en comparaison à l'existant.

Ce dernier aspect :

- est un facteur de sécurité par rapport à la définition stricte du "bon état" des nappes profondes car une modification importante de la piézométrie n'est pas synonyme d'une dégradation du milieu ,
- se justifie par la volonté de rester, pour les simulations, dans les domaines de validité des modèles utilisés, et en premier lieu du modèle mathématique nord aquitain (MONA).

Parfois complexe à l'échelle de la ressource, l'exercice est encore plus délicat à l'échelle de l'unité de gestion. En effet, ces unités de gestion ne sont pas indépendantes ; il existe des échanges latéraux entre unités de gestion au sein d'un même réservoir et verticaux entre différents réservoirs sur une zone donnée.

Le jugement porté sur l'état d'une unité de gestion ne peut s'affranchir de l'examen de l'état des unités de gestions encadrantes.

Si les propositions de valeurs pour les VMPO s'appuient sur des outils robustes et une méthode explicite, il n'en reste pas moins que la part d'interprétation par l'expert (ou par le groupe d'experts hydrogéologues en l'occurrence), pourra toujours donner lieu à débat. De plus, le nombre de scénarios simulés ne pouvant pas être multiplié à loisir, les valeurs des VMPO sont révisables, et notamment à la hausse, pour de nouvelles répartitions spatiales des prélèvements.

Pour chaque scénario simulé (combinant une hypothèse de prélèvement et un contexte climatique), l'état de l'unité de gestion a donc été examiné par le groupe d'experts hydrogéologues (analyse à dire d'expert) :

- lorsque l'état constaté a été qualifié d'acceptable, il a été considéré que le VMPO n'était pas atteint ;
- lorsque cet état a été jugé inacceptable, il a été considéré que le VMPO était dépassé.

La valeur proposée pour le VMPO d'une unité de gestion est ainsi approchée par essais-erreurs (cf. document « Tendances et scénarios »).

Remarque : le respect du VMPO n'est pas suffisant pour que l'on puisse qualifier une unité de gestion comme étant en bon état. En effet, comme l'indique la définition du bon état quantitatif arrêté par le CLE, le bon état est la combinaison d'un bilan acceptable à grande échelle et de pressions minimales garanties sur des zones (à risques pour les nappes profondes ou à enjeux pour les milieux aval).

Les valeurs de VMPO présentées ci-après ont été arrêtées par la CLE sur la base des propositions formulées par son groupe d'experts hydrogéologues.

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
Eocène	38,3	7,5 Es 1,5 Eim 6,0	6,6 Es 1,8 Eim 4,8	7,0 Es 1,0 Eim 6,0	non testé réservoir discontinu	59,4
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

Par rapport à la version du SAGE approuvée en 2003, les évolutions essentielles sont :

- la création d'unités de gestion et la fixation de VMPO associés pour le Cénomano-Turonien ;
- l'augmentation des VMPO pour le Campano-Maastrichtien en zones nord et sud ;
- l'augmentation des VMPO pour l'Eocène de 8,3 millions de m³/an en zone centre et de près de 14,9 au total avec une augmentation sur le Médoc et le Littoral, une légère baisse en zone Nord ;
- la répartition des VMPO entre l'Eocène supérieur et l'Eocène inférieur à moyen dans les zones Médoc-estuaire, littoral et nord ;
- des VMPO reconduits pour l'Oligocène excepté pour la zone littorale qui gagne 4 millions de m³/an et la zone sud 1 million ;
- la forte augmentation des VMPO du Miocène sur la zone littorale (+7 millions de m³/an) et pour la zone Centre (+2 millions de m³/an).

Remarque :

Approchée par "essais-erreurs", la valeur d'un VMPO peut être issue :

- soit de simulations de scénarios dans lesquels cette valeur a été encadrée. Il existe dans ce cas des simulations pour des prélèvements supérieurs au VMPO proposé et dont les résultats ont été jugés comme ne garantissant pas le bon état quantitatif de la nappe concernée. Dans ce cas la valeur du VMPO a été fixée dans l'absolu ;
- soit de simulations de scénarios dans lesquels les prélèvements sont toujours restés inférieurs ou égaux à cette valeur. Dans ce cas, la valeur du VMPO est fixée par défaut et la possibilité d'une augmentation ultérieure de cette valeur ne peut pas être exclue.

VMPO en Mm³/an	Centre	Médoc- estuaire	Littoral	Nord	Sud
Miocène				pas de réservoir miocène	
Oligocène				pas de réservoir oligocène	
Eocène		sup	sup	sup	non testé
		moy à inf	moy à inf	moy à inf	réservoir discontinu
Campano- Maastrichtien					
Cénomano- Turonien			non testé réservoir trop profond	non testé réservoir trop profond	

Valeur fixée par défaut au prélèvement maximum testé	VMPO fixé dans l'absolu par essais-erreurs
---	---

Tableau 15 : Mode de fixation des valeurs des VMPO

10.1.3 Classement des unités de gestion :

Pour chaque unité de gestion, l'écart entre le prélèvement constaté sur plusieurs années significatives et le Volume maximum prélevable objectif (VMPO) permet de classer les ressources souterraines en trois catégories :

- unité de gestion déficitaire : les prélèvements sont largement supérieurs au VMPO. L'unité est considérée comme étant en "mauvais état" à grande échelle. Le retour à une situation plus équilibrée est prioritaire (échéance 2021 ou à défaut 2027) ;
- unité de gestion à l'équilibre : les prélèvements sont voisins du VMPO. Le bilan est globalement équilibré et l'unité de gestion est considérée comme "en bon état" à grande échelle. Si les contraintes de gestion en pression qui peuvent exister par ailleurs sont respectées, l'unité de gestion peut être considérée comme étant "en bon état quantitatif" ;
- unité de gestion non déficitaire : les prélèvements sont inférieurs au VMPO. De nouveaux prélèvements peuvent y être autorisés, sans remise en cause des objectifs globaux de gestion des nappes. L'état de l'unité de gestion est bon à grande échelle (ce qui n'exclut pas qu'il puisse être considéré comme mauvais du fait de problèmes locaux de gestion en pression).

Sur ces principes, la CLE a arrêté le classement des unités de gestion présenté ci après.

	Centre	Médoc-estuaire	Littoral		Nord		Sud
Miocène	Non déficitaire	Non déficitaire	Non déficitaire		pas de réservoir miocène		Non déficitaire
Oligocène	A l'équilibre	Non déficitaire	Non déficitaire		pas de réservoir oligocène		Non déficitaire
Eocène sup inf à moy	Déficitaire	A l'équilibre	Non déficitaire	Non déficitaire	Non déficitaire	Non déficitaire	non testé pas de valeur de VMPO
Campano-Maastrichtien	Déficitaire	A l'équilibre	Non déficitaire		Non déficitaire		Non déficitaire
Cénomano-Turonien	Non déficitaire	Non déficitaire	non testé pas de valeur de VMPO		non testé pas de valeur de VMPO		Non déficitaire

Tableau 16 : Classement des unités de gestion

Bien que la situation en matière de dépassement des VMPO soit meilleure que lors de l'élaboration de la version du SAGE approuvée en 2003, on retrouve un classement comparable des unités de gestion avec :

- l'Eocène centre classé déficitaire,
- l'Oligocène centre, l'Eocène Médoc-estuaire et Campano-Maastrichtien Médoc-estuaire classés à l'équilibre.

10.1.4 Gestion en pression

D'après la définition du "bon état quantitatif" arrêtée par la CLE, même si les VMPO sont respectés à l'échelle des unités de gestion, un seul pompage peut générer localement un dénoyage ou des inversions d'écoulement dont le SAGE vise à se prémunir. Il convient donc de fixer des règles de gestion en pressions minimales à respecter sur des zones clairement identifiées.

La version du SAGE approuvée en 2003 posait le concept de zones à risque, c'est-à-dire de territoires où l'enjeu était de se prémunir contre des entrées d'eaux parasites dans le réservoir considéré. L'élaboration de l'Atlas des zones à risque exigé par cette version initiale du SAGE (mesure 3-10) a ainsi permis d'identifier, parmi les risques supposés :

- un risque de propagation d'eau saumâtre (d'origine fossile) sur la bordure estuarienne à la pointe du Médoc et dans les environs de Pauillac,
- un risque lié au dénoyage de la nappe de l'Oligocène en périphérie de l'agglomération bordelaise.

Pour le nord Médoc et les environs de Pauillac, la gestion du risque ne nécessite pas que soient fixées des cotes piézométriques à respecter impérativement et la gestion du risque s'appuie sur des principes de répartition des prélèvements définis dans un Schéma d'alimentation en eau du nord Médoc approuvé par la CLE le 9 mars 2009.

Pour le dénoyage de l'Oligocène, les études ont amené la CLE à demander que soit imposée, pour chaque forage du secteur à risque de dénoyage, une cote de rabattement maximal admissible pour empêcher les dénoyages locaux. Qui plus est, les études menées sur ce secteur ont démontré la nécessité de réduire les prélèvements sur certains forages pour enrayer le phénomène de dénoyage généralisé, dans l'attente d'un dispositif permettant d'adapter les prélèvements à l'état piézométrique de la nappe.

Remarque : il convient de garder à l'esprit l'existence de mesures dérogatoires temporaires arrêtées par la CLE (avis du 5 octobre 2007) concernant le rabattement maximal admissible sur les forages utilisés pour l'alimentation en eau potable et situés en zone à risque de dénoyage de l'Oligocène. Pour ces ouvrages, la CLE a en effet retenu un rabattement maximal admissible fixé non pas au toit du réservoir mais, à titre dérogatoire, à la cote de la première arrivée d'eau augmentée d'un mètre. La levée de cette dérogation et l'application stricte du principe de non dénoyage du toit du réservoir peut se traduire par une perte de productivité sur les ouvrages concernés.

Par ailleurs, compte tenu de la définition du "bon état" des nappes évoquée ci-avant, l'enjeu de la gestion locale en pression n'est plus seulement de se prémunir contre l'intrusion d'eaux parasites mais aussi de garantir, lorsque cela est nécessaire, un flux sortant au profit des milieux aval (source, cours d'eau, zone humide, autre nappe, etc.) suffisant pour que ne soit pas remis en cause la possibilité de maintenir ou d'atteindre le "bon état" pour ces milieux.

Bien entendu, un concept nouveau comparable à la notion de zones à risques, mais concernant des zones à enjeux pour les milieux aval (zones à enjeux aval), sera développé dans le cadre de la mise en œuvre du SAGE révisé. A ce jour, ces zones à enjeux aval n'ont pas encore été étudiées, ni même certainement toutes identifiées, il n'existe donc pas de contraintes de gestion en pression arrêtées au titre de ces enjeux.

10.1.5 Réduction des prélèvements pour atteindre le "bon état" des nappes

Dans l'état actuel des contraintes de gestion des nappes profondes, c'est-à-dire en l'absence de contraintes liées au "bon état" des milieux aval (zones à enjeux aval), la restauration du "bon état quantitatif" des nappes du SAGE impose une réduction des prélèvements :

- d'une part sur Eocène centre de manière à respecter le VMPO de cette unité de gestion,
- d'autre part sur quelques ouvrages captant l'Oligocène en périphérie de l'agglomération bordelaise pour enrayer le phénomène de dénoyage du réservoir.

Réductions nécessaires pour réparation de l'Oligocène dénoyé

L'Atlas des zones à risque a précisé les besoins en réduction de prélèvements sur l'Oligocène en périphérie de l'agglomération bordelaise pour réparer la nappe de l'Oligocène localement dénoyée. Ciblée sur quelques ouvrages clairement identifiés, cette réduction des prélèvements s'établit à :

- 1 million de m³/an sur le secteur de Mérignac,
- 3 millions de m³/an sur le secteur de Saucats.

Par ailleurs, la mise en service d'un pôle de production structurant dédié aux substitutions se traduira par la levée des mesures dérogatoires relatives au rabattement maximum admissible sur les forages situés dans la zone à risque de dénoyage de l'Oligocène (avis de la CLE du 5 octobre 2007). La disparition de cette dérogation se traduira, pour la seule communauté urbaine de Bordeaux, par une perte de productivité de 2,2 millions de m³/an (à confirmer).

Il convient donc de retenir l'ordre de grandeur de 6,2 millions de m³/an (4 + 2,2 à confirmer) de réduction de prélèvement nécessaire pour restaurer le "bon état quantitatif" de l'Oligocène dans sa zone à risque de dénoyage.

10.2 Economies d'eau et besoins en ressources nouvelles à 2021

Les objectifs du SAGE étant arrêtés, au moins pour ce qui concerne les VMPO et la réparation de l'Oligocène dénoyé, les moyens à mettre en œuvre pour atteindre ces objectifs doivent être définis et quantifiés.

La stratégie qui résultera des choix opérés et des orientations fixées devra permettre à la fois :

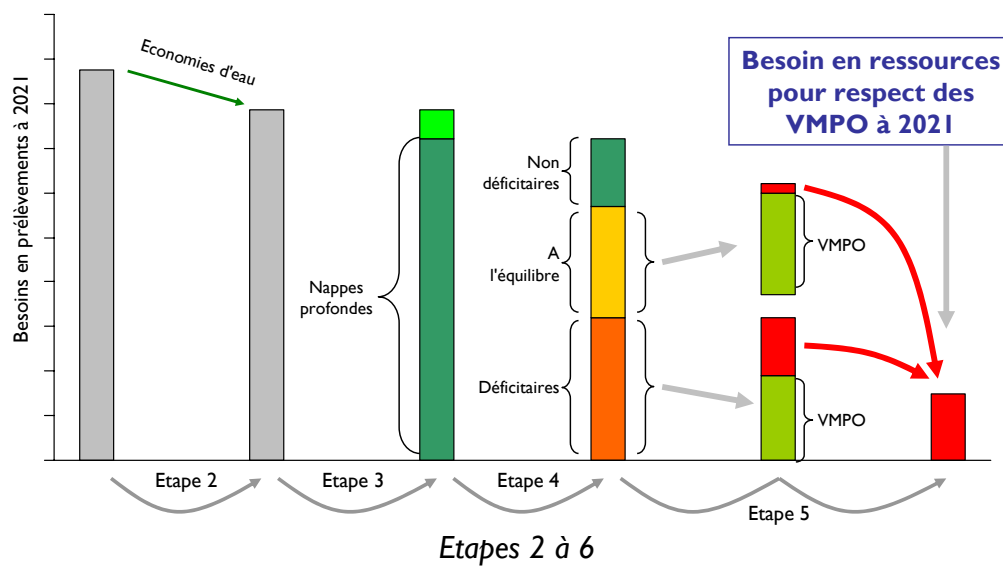
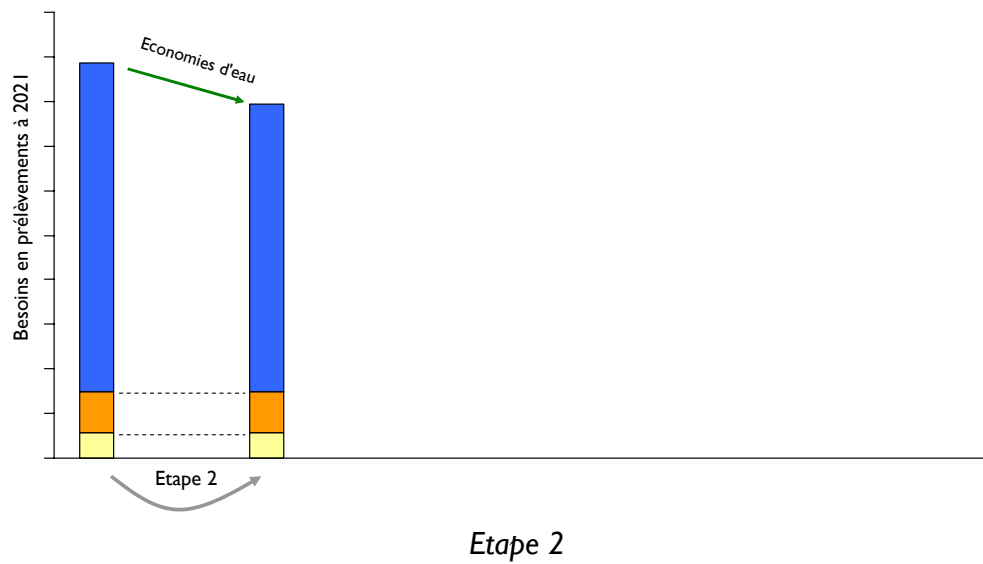
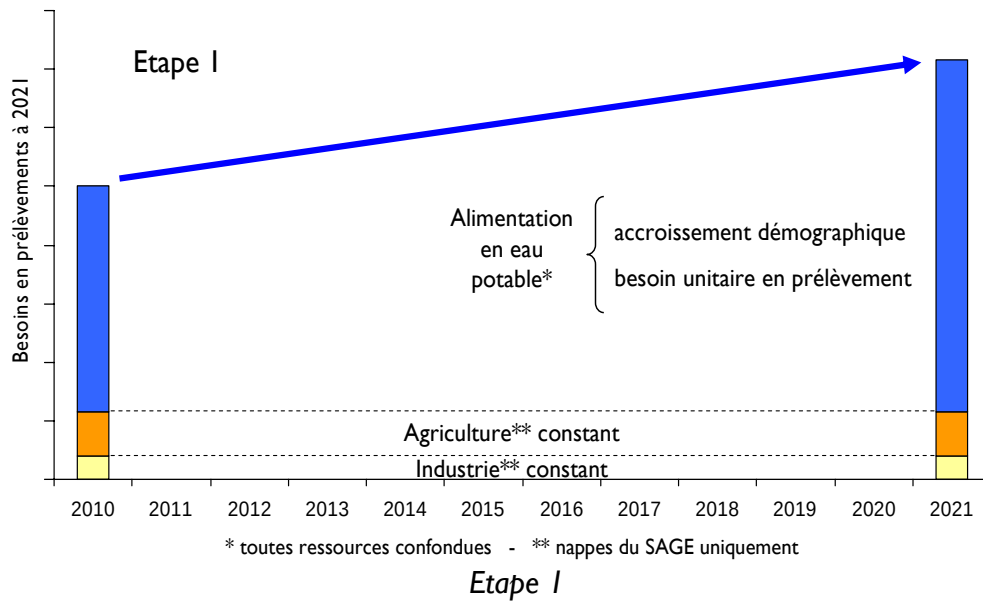
- non seulement d'atteindre et de maintenir le bon état quantitatif des nappes profondes (respect des VMPO, réparation des zones dénoyées, levée des dérogations relatives au rabattement maximal admissible sur les forages en zone à risque de dénoyage) ;
- mais aussi de garantir la satisfaction des besoins en eau du territoire, après optimisation et le cas échéant arbitrages entre différents usages, et en priorité pour l'alimentation en eau potable.

La définition de cette stratégie nécessite impérativement une réflexion à long terme (2030 a minima), ne serait ce que du fait de l'inertie des nappes profondes et de la durée d'amortissement de certains investissements nécessaires.

La déclinaison opérationnelle de cette stratégie doit bien entendu s'organiser dans le cadre du SAGE et de ses échéances, c'est-à-dire 2021 (objectif d'atteinte du "bon état" pour la Directive cadre sur l'eau). Le choix du chemin qui sera suivi pour atteindre cet objectif, chemin dont le (ou les) tracé(s) sera retranscrit dans le SAGE, impose que soient successivement estimés, à cette échéance de 2021 :

- les besoins tendanciels en prélèvements pour tous les usages dans les nappes du SAGE (toutes ressources confondues pour l'alimentation en eau potable) le cas échéant selon plusieurs hypothèses (étape 1 dans les illustrations qui suivent) ;
- ces besoins en prélèvements réduits par une politique volontariste d'optimisation des usages de l'eau (étape 2) ;
- la répartition de ces prélèvements projetés entre les différentes ressources (hors SAGE et unités de gestion du SAGE) en considérant que les modes d'approvisionnement en eau actuels ne sont pas modifiés (pas de nouveaux captages) (étapes 3 et 4) ;
- les dépassements des VMPO et les besoins en ressources nouvelles pour les respecter par substitution (étape 5) ;
- les besoins globaux en ressources nouvelles (substitutions) pour à la fois (étape 6) :
 - ✓ garantir le respect des VMPO ;
 - ✓ satisfaire aux exigences de réparation de l'Oligocène dénoyé (réductions ciblées identifiées dans l'Atlas des zones à risques et respect de la règle de non rabattement de la nappe au dessous du toit du réservoir) ;
 - ✓ satisfaire les besoins nouveaux ;
 - ✓ suppléer à la défaillance d'une ressource (continuité du service de l'eau potable).

Ces différentes étapes sont illustrées ci-après et décrites dans les paragraphes qui suivent.



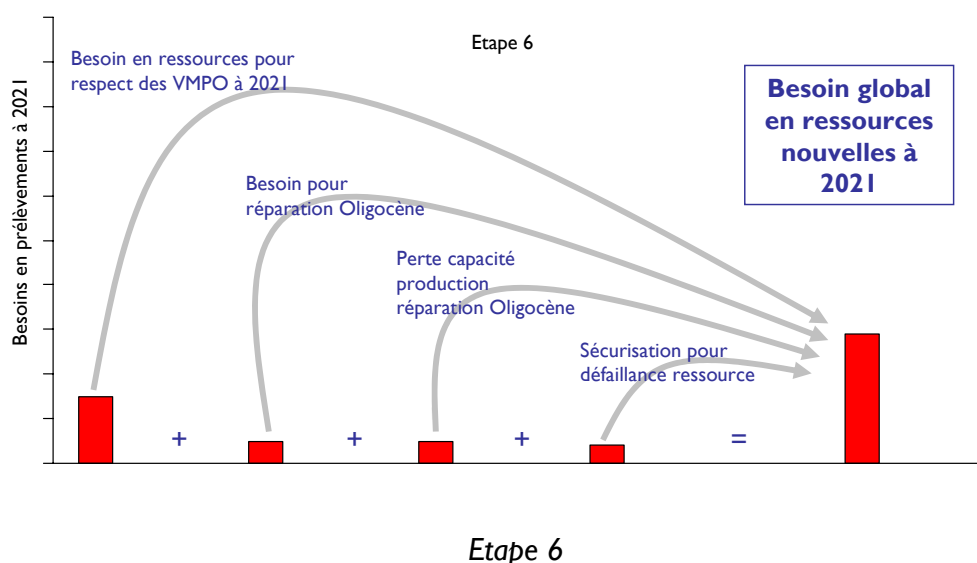


Figure 34 : Méthodologie pour l'estimation des besoins en ressources nouvelles

10.2.1 Estimation des besoins en prélèvements à 2021 (étape 1)

Le besoin global en prélèvements dans les nappes profondes à 2021 est calculé en additionnant les estimations des besoins en prélèvements dans ces nappes à 2021 pour les grandes catégories d'usages, à savoir l'industrie, l'agriculture et l'alimentation en eau potable.

Si les besoins en prélèvements dans les nappes profondes peuvent être estimés directement pour les usages industriels et agricoles, il n'en est pas de même pour l'alimentation en eau potable (AEP). En effet, l'analyse de variations des prélèvements pour l'AEP ne peut se faire, dans un premier temps, que sur la base de tous les prélèvements quelle que soit la ressource considérée, ceci afin de tenter de distinguer :

- ce qui relève des résultats de la politique d'économies d'eau (qui doit théoriquement influencer tous les prélèvements sans distinction de l'origine de l'eau) ;
- de ce qui relève de substitutions locales au sein d'un service de l'eau (remise en service ou montée en régime de l'exploitation d'un captage hors nappes du SAGE par exemple).

De ce fait, pour l'eau potable, la distinction entre les prélèvements dans et hors des nappes du SAGE se fait ultérieurement, à l'étape 3 en l'occurrence.

Besoins en prélèvements à 2021 pour l'industrie

Les prélèvements réalisés par l'industrie dans les nappes profondes de Gironde diminuent régulièrement depuis plusieurs années. Une partie de cette baisse s'explique, depuis 2003, par des substitutions permises par le service d'eau industrielle de la CUB sur la Presqu'île d'Ambès.

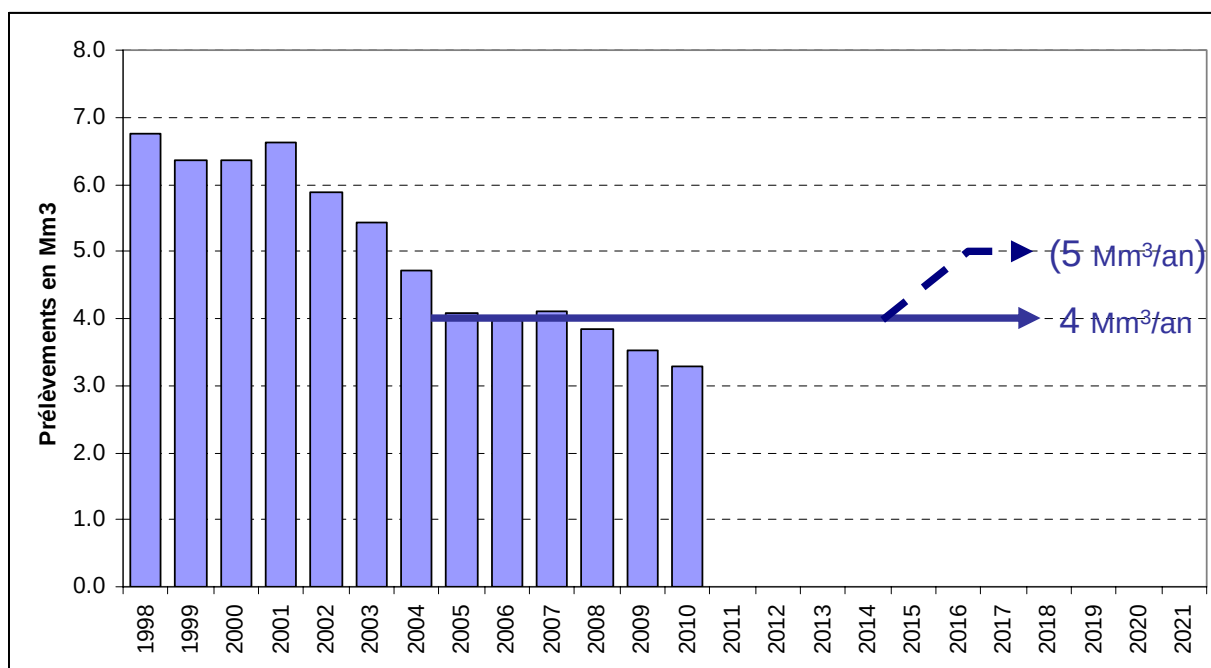


Figure 35 : Evolution des prélèvements pour l'industrie dans les nappes du SAGE

Pour les projections, la CLE a retenu les principes :

- d'un report des prélèvements industriels à concurrence de 4 millions de m³/an,
- de prévoir la possibilité d'accepter de nouveaux prélèvements dans les nappes profondes, à concurrence d'un million de m³/an, dans le cas où une industrie exigeante en matière de qualité d'eau souhaiterait s'installer sur l'agglomération bordelaise. La possibilité d'accepter ce prélèvement nouveau éventuel devra être prise en considération dans le dimensionnement des infrastructures visant à réduire les prélèvements à l'Eocène centre.

Besoins en prélèvements à 2021 pour l'agriculture

Les prélèvements agricoles fluctuent bien entendu en fonction des conditions météorologiques de l'année considérée. Ils ne sont connus avec précision que depuis 2004 (grâce au travail de la Chambre d'Agriculture de la Gironde) et les valeurs des prélèvements des années 2007 à 2010 sont relativement faibles, influencées par des conditions climatologiques favorables.

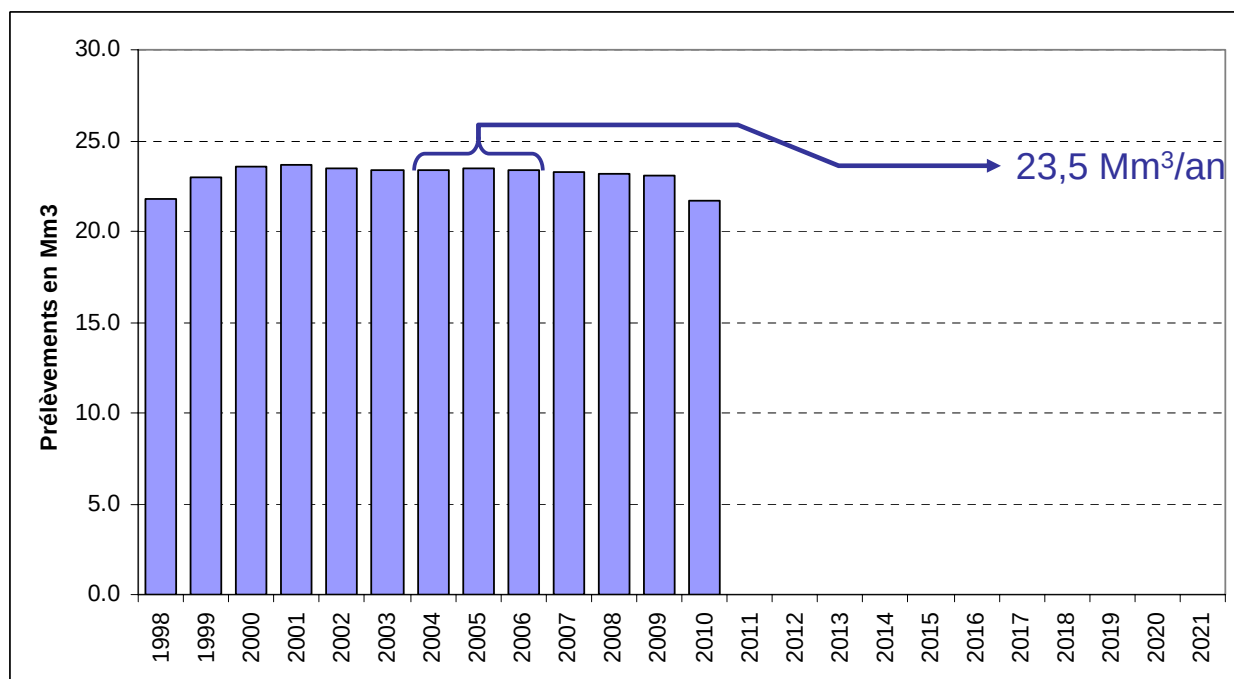


Figure 36 : Evolution des prélèvements pour l'agriculture dans les nappes du SAGE

Dans ces conditions, la CLE a retenu les principes :

- d'un report des prélèvements agricoles à concurrence de la moyenne 2004-2006, soit 23,5 millions de m³/an ;
- d'une possibilité d'augmentation de ces prélèvements d'environ 10% dans les unités de gestion non déficitaires.

Besoins en prélèvements à 2021 pour l'alimentation en eau potable

Comme cela a déjà été dit précédemment, les besoins en prélèvements sur les nappes profondes pour l'alimentation en eau potable ne peuvent pas être estimés directement, notamment parce que la politique volontariste d'économie d'eau touche tous les prélèvements, que les ressources utilisées soient ou non concernées par le SAGE.

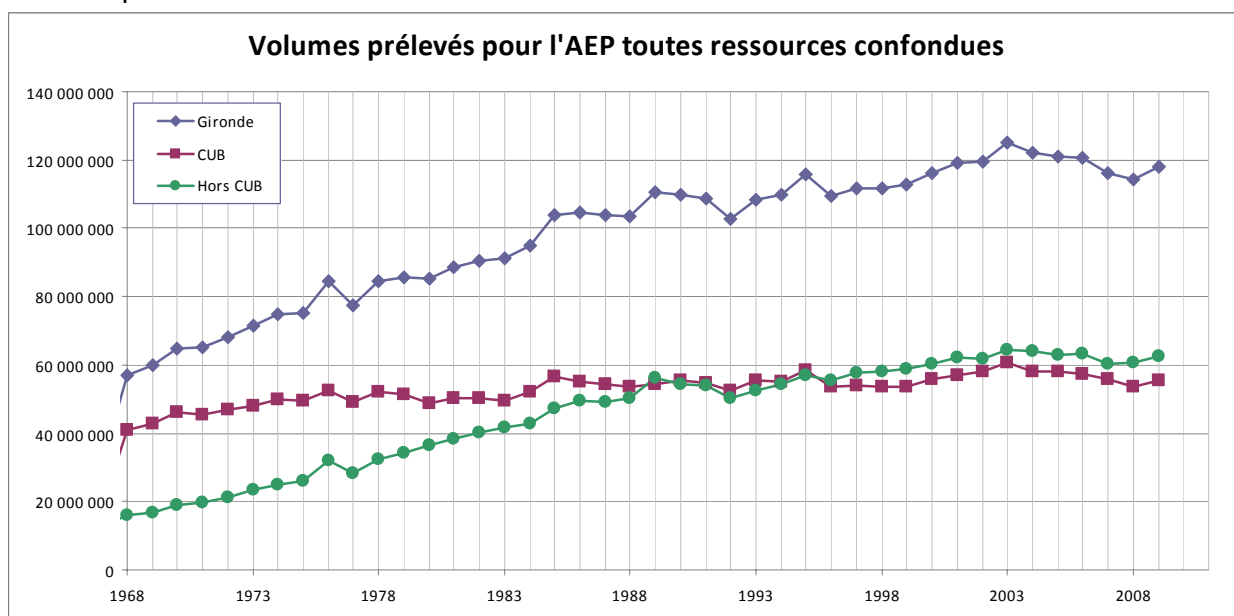


Figure 37 : Evolution des prélèvements pour l'AEP toutes ressources confondues

Pour l'alimentation en eau potable, l'étape I consiste donc à estimer les besoins tendanciels en prélèvements pour l'eau potable toutes ressources confondues.

Cette estimation s'appuie sur la formule :

$$(\text{nombre d'habitants}) \times (\text{prélèvement unitaire en m}^3/\text{an par habitant}),$$

Les paramètres à prendre en considération pour l'estimation des besoins futurs en prélèvement sur la ressource sont donc :

- le nombre d'habitants projeté,
- le prélèvement unitaire par habitant.

Evolution démographique :

Pour estimer le nombre d'habitant, la CLE a retenu deux hypothèses :

- une évolution de population basée sur les projections calculée par l'INSEE dans le cadre d'une étude spécifique réalisée pour la révision du SAGE : cette étude fournit des pourcentages d'augmentation de population par secteur géographique (hypothèse basse) ;
- une évolution de population conforme à l'ambition d'une "CUB millionnaire" (hypothèse haute).

A noter que, pour ce deuxième scénario, la cohérence voudrait que l'augmentation de la population de la CUB, plus forte que les projections de l'INSEE, soit compensée par des ratios d'accroissement plus faibles dans les zones rurales. Se pose alors la question des zones rurales concernées et des taux à appliquer. A défaut de pouvoir trancher cette question, l'hypothèse haute sera construite avec une "CUB millionnaire" sans réduction de l'accroissement démographique issu des projections INSEE pour les territoires hors CUB (ce qui justifie la qualification d'hypothèse haute).

Les évolutions démographiques projetées selon le découpage de l'étude de l'INSEE et ces deux hypothèses sont présentées dans la figure suivante.

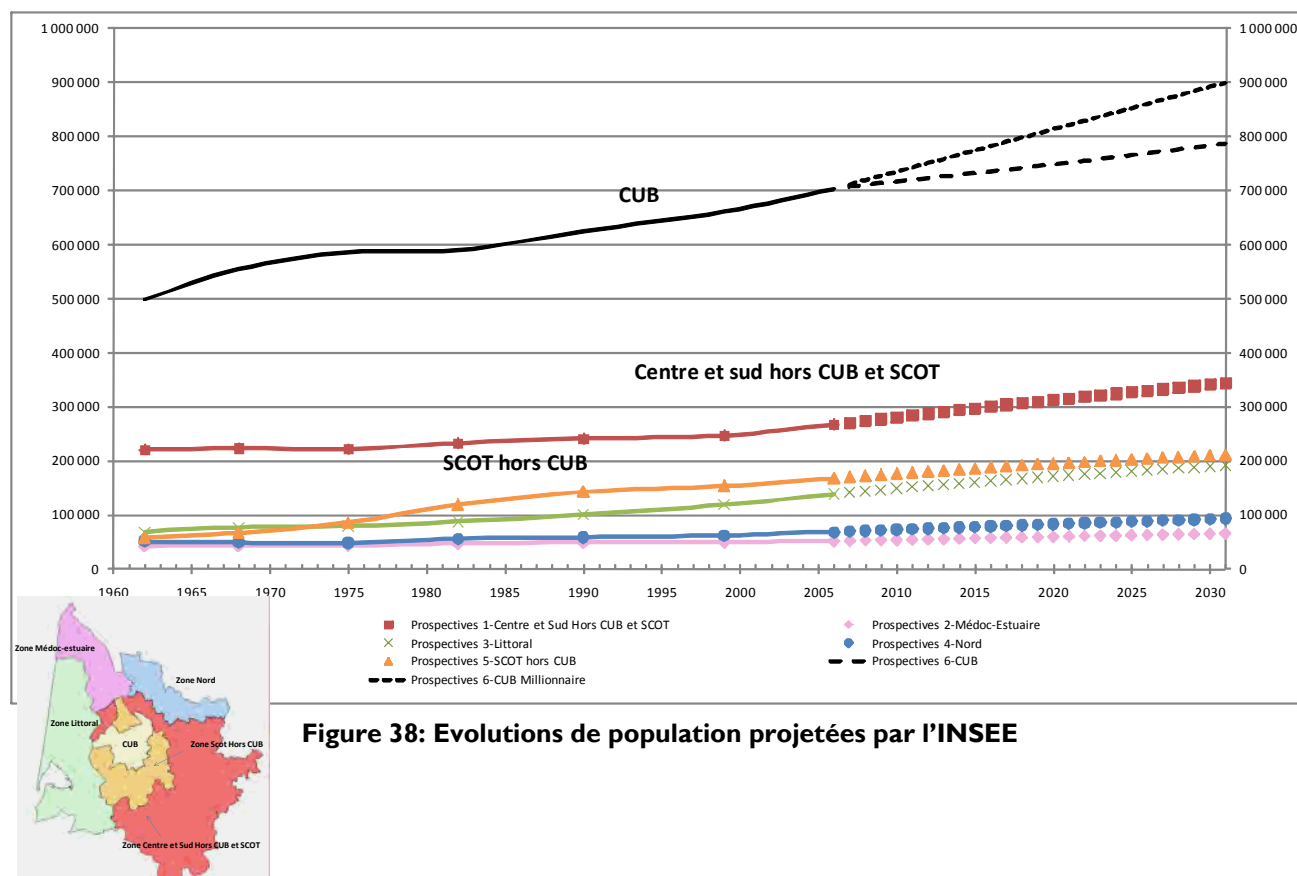


Figure 38: Evolutions de population projetées par l'INSEE

Ces projections nous donnent les populations départementales suivantes :

- projection INSEE : | 578 675 hab. à 2021 | 678 799 hab. à 2030
- projection "CUB millionnaire" : | 647 959 hab. à 2021 | 786 533 hab. à 2030.

Prélèvement unitaire pour l'alimentation en eau potable :

Les projections s'appuient sur l'évolution constatée du prélèvement par habitant depuis 1968 et plus particulièrement sur les deux dernières décennies.

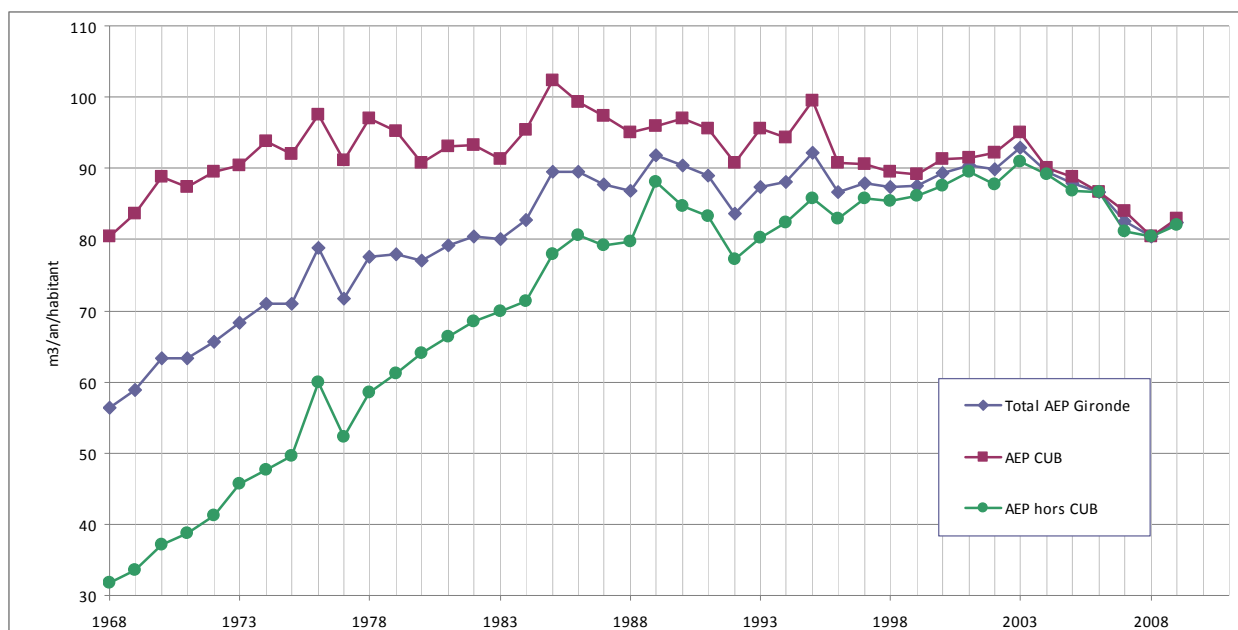


Figure 39 : Evolution du prélèvement par habitant pour l'AEP toutes ressources confondues depuis 1968

Alors que le prélèvement par habitant est supérieur à 80 m³/hab/an pour le service de l'eau de la CUB depuis 1968, celui calculé pour le reste de département n'a dépassé cette valeur qu'en 1986.

Sur toute la période, les ratios calculés pour les services de l'eau autres que la CUB se rapprochent progressivement des valeurs calculées pour la CUB.

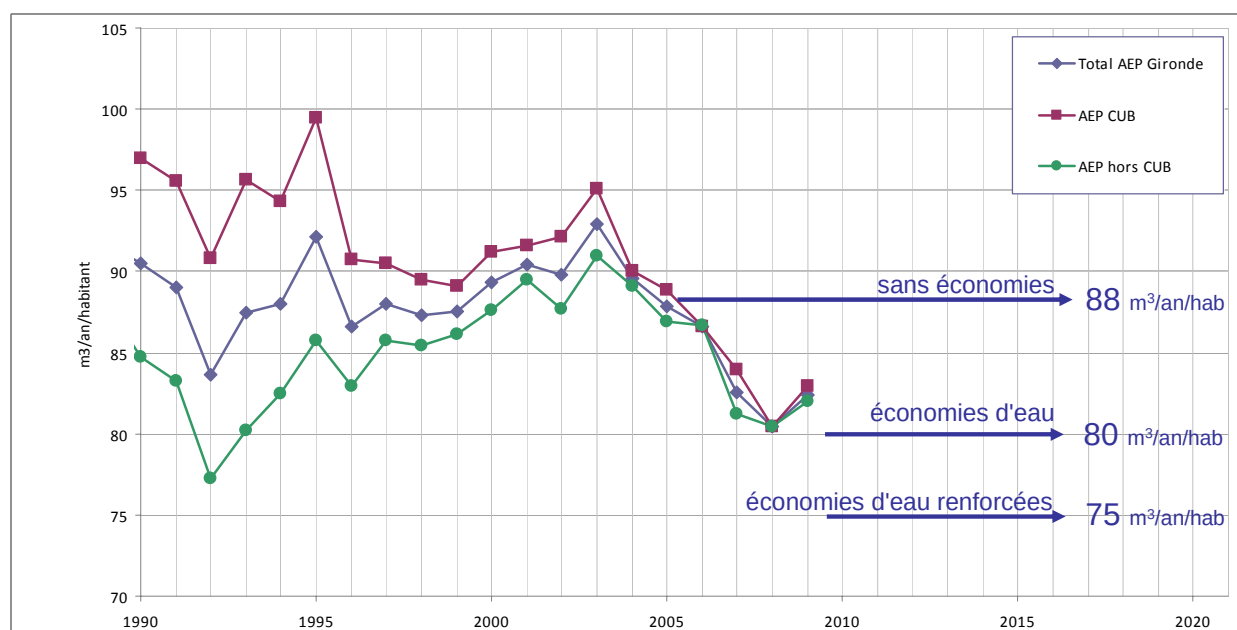


Figure 40 : Evolution du prélèvement par habitant pour l'AEP toutes ressources confondues depuis 1990

Sur la base de l'évolution de ces ratios sur la période 1990-2009, la CLE a décidé de retenir les valeurs suivantes pour les projections à 2021 :

- en tendanciel, une valeur de 88 m³/hab/an qui correspond à la valeur médiane sur cette période, valeur proche de celles calculées pour l'année 2005, année jugée représentative d'une situation moyenne ;
- en matière d'optimisation des usages, deux hypothèses :
 - ✓ 80 m³/hab/an en hypothèse basse ;
 - ✓ 75 m³/hab/an dans l'hypothèse d'une politique d'économie d'eau renforcée.

Ces hypothèses de besoins unitaires en prélèvements sont supposées être effectives en 2021. Avant cette échéance, les besoins seront influencés par la politique d'économies d'eau dont les résultats sont considérés progressifs sur la période 2005-2021 (action du SAGE Nappes profondes version 1 et 2).

Le croisement de ces hypothèses d'évolution démographiques et de besoins unitaires en prélèvements donne les projections suivantes (usage AEP et toutes ressources confondues).

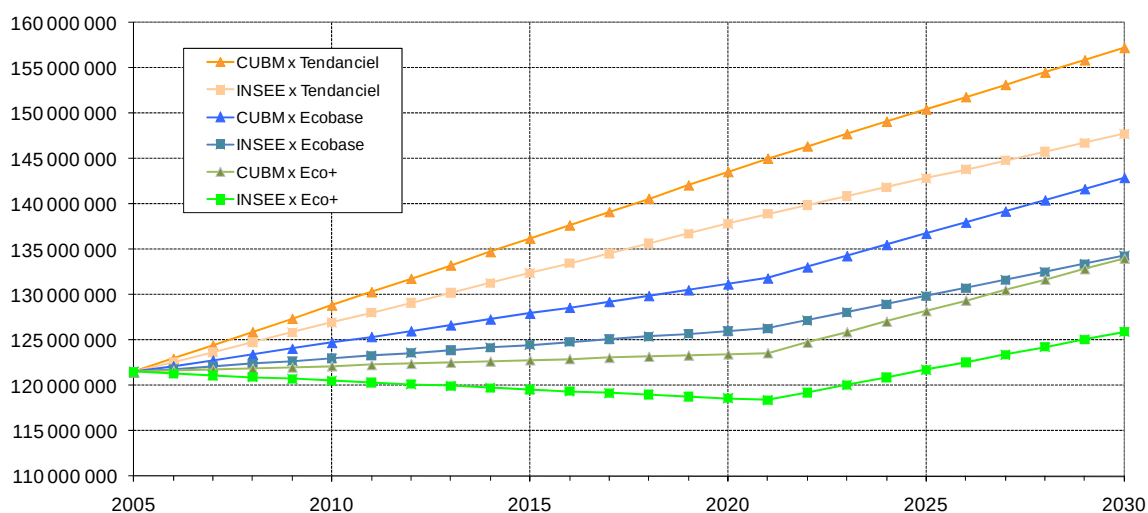


Figure 41 : Projection des besoins en prélèvements pour l'AEP toutes ressources confondues

Besoins en prélèvements à 2021 pour tous les autres usages

Les autres usages représentent 3,7 % des prélèvements de 2008 dans les unités de gestion déficitaires et 2,6 % dans les unités de gestion à l'équilibre.

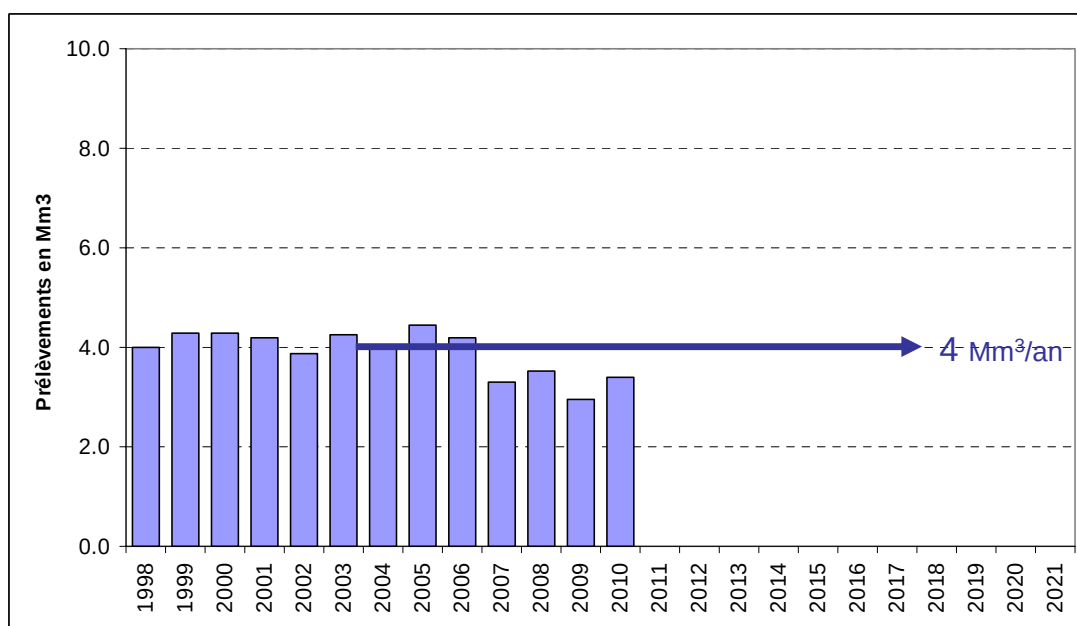


Figure 42 : Evolution des prélèvements dans les nappes du SAGE pour tous les autres usages

Relativement constants jusqu'en 2006, le cumul des prélèvements réalisés pour tous les autres usages a diminué ces dernières années.

Pour les projections, la CLE a retenu le principe d'un report de ces prélèvements à concurrence de 4 millions de m³/an.

10.2.2 Besoins tendanciels en prélèvements dans les nappes profondes à 2021 tous usages confondus

Pour un besoin unitaire en prélèvement pour l'alimentation en eau potable de 88 m³/an/habitant (besoin considéré comme représentatif de l'historique récent), les projections en matière de prélèvements à 2021 s'établissent donc comme suit :

- industrie :4 millions de m³ ;
- agriculture :23,5 millions de m³ ;
- autres usages :4 millions de m³ ;
- alimentation en eau potable :
 - ✓ 139 millions de m³ pour les projections démographiques INSEE ;
 - ✓ 145 millions de m³ pour le scénario "CUB millionnaire" ;

soit un total cumulé compris entre 170,5 et 176,5 millions de m³.

10.2.3 Estimation des besoins en prélèvements optimisés à 2021 (étape 2)

La CLE a retenu deux hypothèses en matière d'économies d'eau pour l'usage alimentation en eau potable :

- une hypothèse jugée accessible sur la base des moyens engagés : 80 m³/hab/an à 2021 ;
- un scénario d'économies renforcées nécessitant une augmentation des moyens dédiés à cette politique avec 75 m³/hab/an à 2021.

En combinant ces hypothèses aux variantes en matière d'évolution démographique, on obtient donc les prélèvements suivants à 2021 :

- industrie :4 millions de m³ ;
- agriculture :23,5 millions de m³ ;
- autres usages :4 millions de m³ ;
- alimentation en eau potable :
 - ✓ 118 millions de m³ pour les projections démographiques INSEE économies renforcées ;
 - ✓ 124 millions de m³ pour le scénario "CUB millionnaire" et économies renforcées ;
 - ✓ 126 millions de m³ pour les projections démographiques INSEE économies de base ;
 - ✓ 132 millions de m³ pour le scénario "CUB millionnaire" et économies de base ;

soit un total cumulé compris entre 149,5 et 163,5 millions de m³.

millions de m ³	Tendanciel		Economies de base		Economies renforcées	
	INSEE	CUB Million	INSEE	CUB Million	INSEE	CUB Million
Industrie*	4	4	4	4	4	4
Agriculture*	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5
Autres* usages	4	4	4	4	4	4
AEP**	139	145	126	132	118	124
TOTAL	170,5	176,5	157,5	163,5	149,5	155,5

* dans les nappes du SAGE - ** toutes ressources confondues

Tableau 17 : Récapitulatif des prélèvements projetés à 2021

10.2.4 Estimation des besoins en prélèvements optimisés sur les nappes du SAGE à 2021 (étape 3)

Comme cela a déjà été indiqué, les projections relatives aux besoins en prélèvements pour l'alimentation en eau potable ont été construites dans un premier temps sans distinction de l'origine de l'eau (toutes ressources confondues).

Pour estimer les besoins en prélèvements optimisés sur les nappes du SAGE à 2021, il convient de distinguer dans les besoins projetés en prélèvements pour l'AEP ceux qui concernent les nappes du SAGE de ceux qui sollicitent d'autres ressources.

Pour ce faire, les hypothèses utilisées sont les suivantes :

- maintien constant à la valeur de 2005 des prélèvements réalisés dans les captages d'eau souterraines dans les nappes du Plio-Quaternaire, soit 0,6 millions de m³/an ;
- maintien constant à la valeur de 2005 soit 5,3 millions de m³/an des prélèvements de la COBAS dans les nappes du SAGE et augmentation des prélèvements dans le lac de Cazaux à concurrence de l'augmentation des besoins de la COBAS.

Sur la base de ces hypothèses, les besoins en prélèvements dans les nappes du SAGE à 2021 s'établissent comme suit.

<i>millions de m³</i>	Tendanciel		Economies de base		Economies renforcées	
	INSEE	CUB Million	INSEE	CUB Million	INSEE	CUB Million
Industrie	4	4	4	4	4	4
Agriculture	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5
Autres usages	4	4	4	4	4	4
AEP	137	143	124	129,5	116	121,5
TOTAL	168,5	174,5	155,5	160,5	147,5	153

Tableau 18 : Récapitulatif des prélèvements dans les nappes du SAGE projetés à 2021

10.2.5 Répartition des prélèvements projetés à 2021 sur les Unités de gestion du SAGE (étape 4)

Pour le détail de cette étape, on se reportera au document "Orientations de gestion" approuvé par la CLE le 19 mars 2012. Les résultats en cumulé de cette répartition sont données dans le tableau suivant.

BESOINS TOTAUX

<i>millions de m³ /an</i>	Scénario	Centre	Médoc- estuaire	Littoral	Nord	Sud
Miocène	1	9.7	0.0	3.0	sans objet réservoir absent	5.5
	2	9.7	0.0	3.0		5.5
	3	9.6	0.0	3.0		5.4
	4	9.6	0.0	3.0		5.4
	5	9.5	0.0	3.0		5.4
	6	9.5	0.0	3.0		5.4
Oligocène	1	51.2	5.7	12.2	sans objet réservoir absent	0.3
	2	50.9	5.7	12.2		0.3
	3	50.5	5.7	11.8		0.3
	4	50.2	5.7	11.7		0.3
	5	50.0	5.7	11.4		0.3
	6	49.7	5.7	11.4		0.3
Eocène	1	62.3	6.9	6.6	4.9	pas de prélèvement
	2	56.9	6.8	6.6	4.8	
	3	52.2	6.5	6.4	4.5	
	4	47.2	6.5	6.4	4.5	
	5	46.2	6.2	6.2	4.3	
	6	41.4	6.2	6.2	4.3	
Campano- Maastrichtien	1	2.6	pas de prélèvement	0.9	0.2	pas de prélèvement
	2	2.5		0.9	0.2	
	3	2.4		0.9	0.2	
	4	2.4		0.9	0.2	
	5	2.3		0.9	0.2	
	6	2.2		0.9	0.2	
Cénomano- Turonien	1	1.1	0.3	pas de prélèvement	pas de prélèvement	pas de prélèvement
	2	1.1	0.3			
	3	1.1	0.3			
	4	1.1	0.3			
	5	1.1	0.3			
	6	1.1	0.3			

Scénario 1 : CUB millionnaire sans économies d'eau

Scénario 2 : INSEE sans économies d'eau

Scénario 3 : CUB millionnaire avec économies de base

Scénario 4 : INSEE avec économies de base

Scénario 5 : CUB millionnaire avec économies renforcées

Scénario 6 : INSEE avec économies renforcées

Tableau 19 : Prélèvements tous usages confondus à 2021 dans les unités de gestion selon les scénarios

10.2.6 Identification des dépassements des VMPO (étape 5)

A cette étape, l'exercice consiste à comparer, pour chaque unité de gestion, les prélèvements projetés pour chaque scénario au VMPO. Il est ainsi possible d'identifier les dépassements de VMPO et les besoins en ressources de substitutions nécessaires pour respecter ces valeurs maximales.

Les dépassements de VMPO concernent :

- d'une part l'unité de gestion Eocène centre, déjà classée déficitaire dans la version du SAGE approuvée en 2003 ;
- d'autre part l'unité de gestion Oligocène centre, classée à l'équilibre pour les prélèvements 2005.

Pour l'Oligocène centre, il convient de garder à l'esprit que le dépassement du VMPO de cette unité de gestion reste inférieur, quel que soit le scénario, à la réduction des prélèvements qui sera imposée pour réparer la nappe oligocène dans sa partie dénoyée.

En synthèse les dépassements de VMPO à 2021 selon les différents scénarios utilisés sont repris dans le tableau suivant.

Dépassement des VMPO en 2021 en Mm ³ /an	Eocène centre	Oligocène centre	Total
1. CUB millionnaire sans économies d'eau	24,0	3,2	27,2
2. INSEE sans économies d'eau	18,6	2,9	21,5
3. CUB millionnaire avec économies de base	13,9	2,5	16,4
4. INSEE avec économies de base	8,9	2,2	11,1
5. CUB millionnaire avec économies renforcées	7,9	2,0	9,9
6. INSEE avec économies renforcées	3,1	1,7	4,8

Tableau 20 : Synthèse et cumul des dépassements de VMPO à 2021 selon les scénarios

10.2.7 Besoins global en ressources nouvelles à 2021 (étape 6)

La comparaison entre les prélèvements projetés à 2021 pour chaque unité de gestion et le VMPO arrêté pour chacune d'entre elles fait apparaître, selon les scénarios, un besoin en ressources nouvelles pour respecter ces VMPO.

Pour l'Eocène centre, selon le scénario considéré, le besoin en substitution à 2021 est compris entre 3,1 et 23,1 millions de m³/an.

Pour l'Oligocène centre, il convient ce besoin en réduction des prélèvements pour respecter le VMPO s'établit entre 1,7 et 3,2 millions de m³/an. Il reste donc inférieur aux réductions de prélèvements à opérer sur des ouvrages ciblés pour réparer l'Oligocène dénoyé. En effet, l'Atlas des zones à risque a précisé les besoins en réduction de prélèvements sur l'Oligocène en périphérie de l'agglomération bordelaise pour réparer la nappe de l'Oligocène localement dénoyée. Ciblée sur quelques ouvrages clairement identifiés, cette réduction des prélèvements s'établit à 4 millions de m³/an (1 million de m³/an sur Mérignac et 3 millions de m³/an sur Saucats).

En conséquence, la réduction des prélèvements qui sera réalisée au titre de la réparation de l'Oligocène dénoyé permet, quelque que soit le scénario, de respecter le VMPO de l'Oligocène centre.

De plus, la mise en service d'un pôle de production structurant dédié aux substitutions se traduira par la levée des mesures dérogoires relatives au rabattement maximum admissible sur les forages situés dans la

zone à risque de dénoyage de l'Oligocène (avis de la CLE du 5 octobre 2007). La disparition de cette dérogation se traduira, pour la seule communauté urbaine de Bordeaux, par une perte de productivité 2,2 millions de m³/an (à confirmer).

Il convient donc de retenir l'ordre de grandeur de 6,2 millions de m³/an (4 + 2,2 à confirmer) de réduction de prélèvement nécessaire pour restaurer le "bon état quantitatif" de l'Oligocène dans sa zone à risque de dénoyage, cette réduction ciblée permettant de respecter le VMPO de l'Oligocène centre, et même d'éventuellement augmenter les prélèvements par ailleurs, sur des ouvrages existants ou à créer.

Enfin, la sécurisation de l'approvisionnement en eau potable pour garantir la continuité du service amène à prendre en considération les risques de défaillance des captages et infrastructures utilisés en 2011 pour l'alimentation en eau potable.

A ce stade, une capacité de production pour sécurisation est mentionnée seulement, notamment pour la CUB, mais sa valeur est fixée à zéro faute de précision.

En synthèse, le besoin cumulé en ressources nouvelles pour atteindre les objectifs du SAGE selon les différents scénarios est présenté dans le tableau suivant.

Besoins en ressources nouvelles en 2021 en Mm ³ /an	Respect VMPO Eocène centre	Réparation Oligocène centre	Sécurisation AEP	Total
1. CUB millionnaire sans économies d'eau	24,0	6,2	0 par défaut à préciser	30,2
2. INSEE sans économies d'eau	18,6	6,2	0 par défaut à préciser	24,8
3. CUB millionnaire avec économies de base	13,9	6,2	0 par défaut à préciser	20,1
4. INSEE avec économies de base	8,9	6,2	0 par défaut à préciser	15,1
5. CUB millionnaire avec économies renforcées	7,9	6,2	0 par défaut à préciser	14,1
6. INSEE avec économies renforcées	3,1	6,2	0 par défaut à préciser	9,5

Tableau 21 : Besoins en ressources nouvelles selon les scénarios

Hors besoins en sécurisation des services de l'eau, et hors besoins éventuels liés à des zones à enjeux aval, le besoin en ressources nouvelles à 2021 est estimé entre 9,5 et 30,2 millions de m³/an selon le scénario considéré.

Compte tenu des capacités de production des projets structurants étudiés et retenus, soit 10 millions de m³/an en dimensionnement de base par projet, il apparaît que, dans les meilleurs des cas, a minima un projet doit être mis en service avant 2021.

Le risque de défaillance d'une ressource n'étant pas pris en compte dans ces calculs, ni les besoins éventuels pour des enjeux aval, et le scénario la plus favorable n'étant pas conforme aux ambitions du territoire, notamment en matière de démographie, il apparaît nécessaire de prévoir la mise en service de deux projets avant 2021 pour décrire le chemin qui nous amènera au bon état des nappes profondes dans le délai imparti.

10.3 Capacité à atteindre les objectifs – Actions à mettre en oeuvre

Ce chapitre a pour objectif de préciser le chemin, éventuellement assorti de variantes, qui permettra d'atteindre les objectifs du SAGE Nappes profondes de Gironde à l'échéance imposée, c'est-à-dire 2021. L'exercice consiste à démontrer que les dispositions du SAGE sont à même de garantir l'atteinte de ces objectifs quel que soit l'hypothèse d'évolution des paramètres de croissance démographique et de consommation. Ce chemin est donc décrit sur la base d'un scénario médian à la fois réaliste et sécuritaire, ce qui amène à retenir les hypothèses les plus défavorables, à savoir une croissance démographique importante et une ambition modérée en matière d'optimisation des usages de l'eau. Dans ces conditions, toute évolution de ces paramètres plus favorable que l'hypothèse retenue permettra de fait d'atteindre les objectifs dans un délai plus court, voire d'étaler sur un temps plus long la mise en œuvre de certaines actions (telles que les substitutions).

Par scénario médian, il faut entendre la combinaison d'une évolution démographique conforme à la projection "CUB millionnaire" tel que décrite ci-avant et d'une politique d'optimisation des usages dite "économies de base" qui a pour résultat, à 2021, un besoin stabilisé en prélèvement par habitant pour l'alimentation en eau potable de 80 m³/hab/an (toutes ressources confondues).

L'atteinte, dans le délai imparti, des objectifs du SAGE tels qu'ils sont décrits ci-avant nécessite que soient mises en œuvre des actions relevant :

- d'une part de la politique prioritaire d'optimisation des usages ;
- d'autre part des substitutions de ressources.

Le scénario médian retenu, qui correspond à un besoin en ressources nouvelles de 20,1 Mm³/an (non compris un éventuel besoin pour une zone à enjeu aval ou pour la sécurisation d'un service de l'eau), peut être considéré comme sécuritaire dans la mesure où il combine :

- la croissance démographique la plus forte envisagée ;
- l'objectif modéré pour la politique d'optimisation des usages ;

ce qui a pour effet de majorer le besoin en nouvelles ressources.

Il fera l'objet de simulations dans le modèle mathématique nord aquitain (MONA) pour démontrer qu'il permet bien, dans le délai imposé, d'atteindre le bon état pour les nappes du SAGE. Les résultats de ces simulations seront exposés et analysés dans le dossier soumis à enquête publique dans le cadre de l'approbation du SAGE.

Il convient de noter que dans la mesure où les dispositions mises en œuvre permettent d'atteindre les objectifs du SAGE pour ce scénario médian, elle le permettra a fortiori pour les scénarios plus favorables combinant une évolution démographique plus faible (projections INSEE) et/ou un meilleur résultat de la politique d'optimisation des usages (dit économies renforcées avec un poids en prélèvements pour l'alimentation en eau potable de 75 m³/hab/an toutes ressources confondues à 2021).

Ce scénario médian nécessite une capacité de production en ressources de substitution de 20,1 Mm³/an ce qui correspond à la mise en service de deux projets structurants parmi les trois étudiés par le SMEGREG et retenus par la CLE (chacun présentant une capacité de production d'une dizaine de Mm³/an). Dans le cas où l'évolution réelle des paramètres démographiques et des besoins en prélèvements pour l'alimentation en eau potable suivait un scénario plus favorable que ce scénario médian, l'ajustement se ferait bien entendu en retardant la date en mise en service du deuxième projet de substitution.

Par ailleurs, le choix du scénario médian est le plus exigeant en matière d'investissement dans de nouvelles infrastructures mutualisées. Il sera donc utilisé comme borne haute pour l'analyse économique de la mise en œuvre du SAGE.

10.3.1 Politique d'économie d'optimisation des usages de l'eau

Comme le montre la figure 8 ci après, l'hypothèse du scénario médian en matière d'optimisation des usages, soit un besoin en prélèvements pour l'alimentation en eau potable de 80 m³/hab/an toutes ressources confondues à 2021, correspond approximativement aux valeurs constatées pour l'année 2008.

L'objectif fixé dans ce scénario peut apparaître peu ambitieux mais il faut garder à l'esprit que la baisse constatée de ce ratio de référence depuis 2003 est le fruit de la combinaison :

- de la politique d'économie d'eau voulue par le SAGE dans sa version approuvée en 2003,
- d'une série d'années au contexte climatologique atypique et favorable à la baisse des consommations.

Si l'on considère l'année 2009, qui marque une remontée des prélèvements par habitant, on constate qu'elle contraste avec les trois années qui la précèdent. Selon Météo France, 2009 est caractérisée notamment par un mois de mars printanier et sec, un mois de mai chaud et sec et un mois de juin considéré comme un mois d'été.

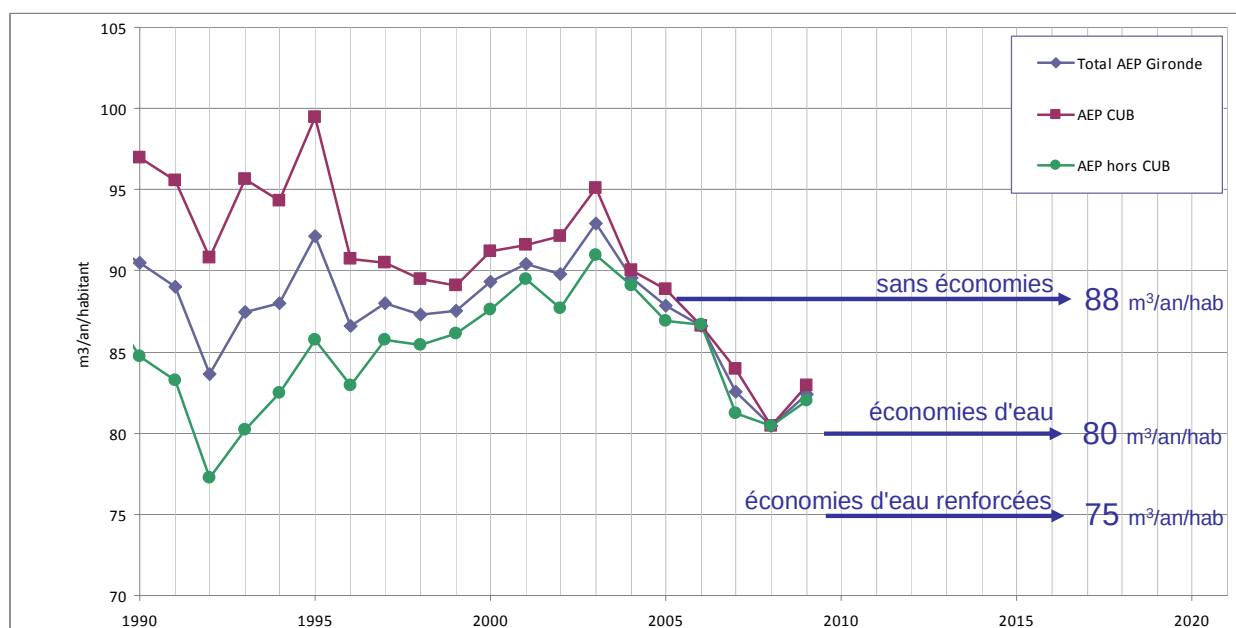


Figure 43 : Evolution du prélèvement par habitant pour l'AEP toutes ressources confondues depuis 1990 et objectifs de la politique d'optimisation des usages de l'eau

Pour l'alimentation en eau potable, les économies d'eau relèvent :

- d'une part de la réduction des pertes en distribution,
- d'autre part de la maîtrise des consommations.

L'objectif 80 m³/hab/an peut être atteint sans effort supplémentaire, c'est-à-dire :

- en réduisant les pertes annuelles en distribution de 5 Mm³ (2,5 sur le réseau de la CUB et 2,5 sur les réseaux hors CUB), soit une réduction équivalente à celle constatée depuis l'approbation du SAGE en 2003. Pour les réseaux hors CUB, ce résultat peut être obtenu en amenant les performances des services les moins efficaces à la moyenne départementale et en maintenant les performances des autres à leur niveau actuel. La poursuite du développement de la sectorisation et du ciblage des actions correctives doit permettre d'atteindre ce résultat. Pour la CUB, ce résultat est conforme aux objectifs assignés au délégataire en 2007,
- en poursuivant, avec les moyens actuels, la politique d'incitation à la maîtrise des consommations (diagnostics des équipements publics, micro-substitutions, équipement en matériels hydro-économiques, etc.).

Bien entendu, le besoin en nouvelles ressources pour des substitutions sera d'autant moins prégnant que la politique d'optimisation des usages sera efficace.

10.3.2 Mise en œuvre de projets structurants de substitutions de ressources

Le scénario médian correspond à un besoin en nouvelles capacités de production pour substitution de 20,1 Mm³/an disponibles en 2021.

En matière de substitutions structurantes, trois projets parmi les possibilités envisageables étudiées par le SMEGREG ont été retenus par la CLE :

- "Oligocène de Sainte Hélène", implanté à l'ouest de l'agglomération bordelaise, pour une capacité initiale étudiée de 5 Mm³/an et portée récemment à 10 Mm³/an ;
- "Cénomaniens sud Gironde", implanté au sud de l'agglomération, pour une capacité initiale étudiée de 10 à 12 Mm³/an ;
- "Eau de Garonne – ré-infiltration et reprise", implanté au sud de l'agglomération, pour une capacité initiale étudiée de 10 à 12 Mm³/an.

Pour un besoin en capacités de substitution de 20,1 Mm³/an à 2021, deux de ces projets doivent successivement être mis en service.

L'hypothèse retenue ici combine la mise en service :

- de l'un des deux projets localisés au sud de l'agglomération,
- et du projet localisé à l'ouest.

L'identification des pôles de production à créer pour fournir cette capacité de substitution n'est pas suffisante pour atteindre les objectifs du SAGE. Il faut en effet que les volumes produits permettent effectivement de réduire les prélèvements dans les nappes trop sollicitées (Eocène centre et zone dénoyée de l'Oligocène), ce qui nécessite que soit :

- précisé quels sont les services de l'eau approvisionnés en ressources de substitution,
- quelles sont les réductions de prélèvements réalisées par chacun de ces services.

Pour la description détaillée des hypothèses de desserte retenues, on se rapportera au document "Orientations de gestion" approuvé par la CLE le 19 mars 2012.

La combinaison de deux projets permet de procéder aux réductions de prélèvements suivantes :

- 14,4 Mm³/an à l'Eocène pour un besoin estimé à 13,9 dans le scénario médian ;
- 6,2 Mm³/an pour un besoin estimé à 6,2 Mm³/an dans ce même scénario ;

et donc d'atteindre, même pour le scénario médian sécuritaire, les objectifs du SAGE.

Dans le cas d'un SAGE révisé approuvé fin 2012 et pour respecter l'échéance 2021, compte tenu des délais de réalisation des infrastructures correspondantes, il apparaît raisonnable d'envisager une mise en service des deux projets en 2018 pour le premier et en 2021 pour le second.

Bien entendu, un résultat de la politique d'optimisation des usages meilleur que celui retenu dans le scénario médian, ou une évolution démographique plus faible, permettrait d'envisager :

- soit le report à une date ultérieure de la mise en service du deuxième projet ,
- soit une capacité de production disponible pour venir palier la défaillance de captages existants.

10.3.3 En synthèse

Pour le scénario médian (CUB millionnaire et économies de base), considéré comme réaliste mais sécuritaire, les objectifs du SAGE peuvent être atteints à 2021 avec :

- la poursuite au rythme actuel de la politique d'économie d'eau et de maîtrise des consommations,
- la mise en service de deux projets structurants de substitution de ressource, (le premier en 2018 et le second en 2021).

Quant à l'estimation des moyens financiers nécessaires à l'atteinte des objectifs du SAGE selon le chemin décrit ci-avant, qui s'appuie sur un scénario réaliste mais sécuritaire, elle figure au 3 du tome 2 du Plan d'aménagement et de gestion durable de la ressource.

GLOSSAIRE

aquifère : Formation géologique constituée de roches perméables (formation poreuse et/ou fissurée) contenant de façon temporaire ou permanente de l'eau mobilisable, et capable de la restituer naturellement et/ou par exploitation (drainage, pompage...).

bassin hydrogéologique : Territoire sur lequel les eaux d'un même aquifère sont drainées dans une même direction ou un même point.

Crétacé : dernière période de l'ère secondaire (-135 à -65 millions d'années).

crête piézométrique : par analogie avec les eaux superficielles, ligne de partage des eaux entre des bassins hydrogéologiques correspondant aux points hauts des surfaces piézométriques.

eaux destinées à la consommation humaine :

- 1° Toutes les eaux qui, soit en l'état, soit après traitement, sont destinées à la boisson, à la cuisson, à la préparation d'aliments ou à d'autres usages domestiques, qu'elles soient fournies par un réseau de distribution, à partir d'une citerne, d'un camion-citerne ou d'un bateau-citerne, en bouteilles ou en conteneurs, y compris les eaux de source ;
- 2° Toutes les eaux utilisées dans les entreprises alimentaires pour la fabrication, la transformation, la conservation ou la commercialisation de produits ou de substances, destinés à la consommation humaine, qui peuvent affecter la salubrité de la denrée alimentaire finale, y compris la glace alimentaire d'origine hydrique.

Eocène : division stratigraphique de l'ère tertiaire (période de -53 à -33,7 millions d'années), on la subdivise généralement en Éocène inférieur, moyen et supérieur.

EPTB : établissement public territorial de bassin

étiage : notion généralement réservée aux eaux superficielles et désignant le plus bas niveau des eaux.

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement.

indicateur : ensemble d'informations permettant de renseigner sur l'état d'avancement d'un des volets du SAGE.

micro-substitution : changement de source d'approvisionnement pour un besoin préexistant et qui ne donne pas lieu à la diminution ou au retrait d'une autorisation de prélèvement relative à une unité de gestion du SAGE. Exemple : arrosage d'un terrain de sport à partir d'un puits au Plio-Quaternaire en lieu et place du réseau d'alimentation en eau potable.

Miocène : division stratigraphique de l'ère tertiaire (période de -23,5 à -5,3 millions d'années).

modélisation : représentation mathématique virtuelle d'un ou plusieurs aquifères permettant de reproduire le fonctionnement des ressources et de simuler des fonctionnements dans des conditions non observées. Ces conditions sont regroupées dans des scénarios.

niveau dynamique - niveau statique : le niveau dynamique représente la pression en un point d'une nappe influencée par un pompage ; il est différent du niveau statique qui est une pression en un point d'une nappe au repos, en dehors de toute sollicitation.

Oligocène : division stratigraphique de l'ère tertiaire (période de -33,7 à -22,5 millions d'années).

optimisation des usages : actions d'économie d'eau, de maîtrise des consommations et de micro-substitution.

Plio-Quaternaire : expression désignant l'ensemble du Pliocène qui correspond à la dernière division de l'ère tertiaire et du Quaternaire (de -5,3 millions d'années à nos jours).

prélèvement : quantité d'eau que l'on prélève, s'exprimant en unité de volume ou de débit.

procédure d'abandon : procédure réglementaire pour l'abandon d'un ouvrage ou d'un usage dans les mêmes formes que celles qui ont prévalu pour leur autorisation.

réseau piézométrique : ensemble des stations de mesure permettant de suivre la pression de l'eau dans les nappes et faisant l'objet d'un suivi régulier.

réserve : la réserve d'eau d'une nappe représente la quantité d'eau contenue dans les terrains aquifères qui la composent à une date donnée.

ressource : c'est le volume d'eau maximal qu'il est possible d'extraire d'un aquifère sur une période donnée, compte tenu de contrainte d'ordre écologique, technique, socio-économique et politique. La ressource s'exprime en unités de volume rapportées au temps.

scénario : ensemble des hypothèses retenues pour la réalisation d'une simulation à l'aide d'un modèle mathématique.

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux prévu par la loi sur l'eau du 3 janvier 1992. Elaboré dans chacun des six bassins du territoire métropolitain, il fixe les grandes orientations d'une gestion équilibrée et globale des milieux aquatiques et de leurs usages. Toutes les décisions publiques dans le domaine de l'eau que l'Etat, les collectivités et l'Agence de l'eau prennent, soit au plan réglementaire, soit pour des aménagements ou des programmes, doivent être compatibles avec les orientations et les priorités du SDAGE. Le SDAGE du bassin Adour-Garonne en vigueur en 2012 a été officiellement approuvé le 1^{er} décembre 2009 par le Préfet coordonnateur de bassin.

substitution de ressource (généralement structurante) : changement de source d'approvisionnement pour un besoin préexistant et optimisé qui donne lieu à la diminution ou au retrait d'une autorisation de prélèvement relative à une unité de gestion du SAGE. Exemple : alimentation en eau potable à partir d'une unité de gestion non déficitaire en lieu et place d'un captage dans une unité de gestion déficitaire avec diminution de l'autorisation de prélèvement dans le captage préexistant.

tableau de bord du SAGE : regroupement de tous les indicateurs permettant d'évaluer globalement l'état d'avancement du SAGE.

vulnérabilité : fragilité ou susceptibilité d'un milieu ou d'un système face à un aléa donné (pollution par exemple).