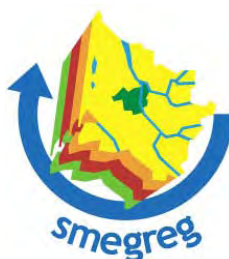




SAGE Nappes profondes de Gironde

Tendances et scénarios

Approuvé par la CLE le 14 novembre 2011



Sommaire

I	Variables et tendances pour la construction des scénarios	9
I.1	Les conditions climatiques :	9
I.2	Les prélèvements :	9
I.2.1	Prospective de population.....	9
	Historique :	9
	Prospectives :	9
	Prospective INSEE :	10
	Orientations urbanistiques :	12
I.2.2	Prospective d'économies d'eau sur les usages AEP	13
	Historique et analyse :	13
	Hypothèses retenues pour les scénarios simulés	13
I.2.3	Prospective des économies d'eau sur les réseaux d'eau potable	15
	Historique :	15
	Hypothèses retenues :	15
I.2.4	Besoins futurs pour l'AEP.....	18
	Débit des sources :	18
	Besoins en prélèvement :	19
	Besoins supplémentaires pour une « Agglomération millionnaire »	21
I.2.5	Evaluation des besoins futurs pour les autres usages.....	22
	Historique des prélèvements pour les autres usages	22
	Prospectives des prélèvements pour les autres usages.....	22
	Prélèvements agricoles.....	22
	Industriels et autres :	22
I.3	Réductions des prélèvements pas substitutions de ressources.....	23
I.3.1	Possibilités de substitution en fonction des contraintes de desserte	23
2	Description des scénarios simulés dans le MONA	27
2.1	Objectifs des simulations, échéances et rendus :	27
2.2	Description des scénarios.....	30
2.2.1	Scénario 1 (scénario tendanciel) :	30
2.2.2	Scénario 2 :	30
2.2.3	Scénario 3 :	31
2.2.4	Scénario 4 :	32
2.2.5	Scénario 5 :	33
2.2.6	Scénario 6 :	33
2.2.7	Scénario 7 :	33
2.2.8	Scénario 8.....	33
2.2.9	Taux d'utilisation des projets de substitutions selon les scénarios :	33
3	Résultats et analyse des simulations	37
3.1	Analyse générale de la variation des réserves.....	37
3.1.1	Analyse générale de l'historique de la variation des réserves	37
3.1.2	Analyse de l'historique de la variation des réserves pour chaque aquifère.....	38
3.1.3	Analyse de la variation des réserves dans le scénario 1 (scénario tendanciel)	47
3.2	Résultats des simulations pour le Cénomaniens	48
3.2.1	Analyse du scénario 1 (Tendanciel - climatologie moyenne 30 ans).....	50
3.2.2	Analyse du scénario 2 (Economies d'eau et substitutions à plein)	50
3.2.3	Analyse du scénario 3 (Economies d'eau et substitutions plus faibles)	50
3.2.4	Analyse du scénario 4 (Economies d'eau à plein et substitutions optimisées)	50
3.2.5	Analyse du scénario 5 (Pas d'économies d'eau et substitutions optimisées).....	50
3.2.6	Analyse du scénario 6 (Impact de la modification des conditions d'alimentation sur le scénario 4)	50
3.2.7	Analyse du scénario 7 (Augmentation de prélèvements ciblés)	50
3.2.8	Analyse du scénario 8 (Arrêt des prélèvements en Gironde).....	51
3.2.9	Conclusions.....	51

3.3	Résultats des simulations pour le Campano-Maastrichtien	51
3.3.1	Analyse du scénario 1 (Tendanciel).....	53
3.3.2	Analyse du scénario 2 (Economies d'eau et substitutions à plein)	53
3.3.3	Analyse du scénario 3 (Economies d'eau et substitutions plus faibles)	53
3.3.4	Analyse du scénario 4 (Economies d'eau à plein et substitutions optimisées)	54
3.3.5	Analyse du scénario 5 (Pas d'économies d'eau et substitutions optimisées).....	54
3.3.6	Analyse du scénario 6 (Impact de la modification des conditions d'alimentation sur le scénario 4)	54
3.3.7	Analyse du scénario 7 (Augmentation de prélèvements ciblées)	54
3.3.8	Analyse du scénario 8 (Arrêt des prélèvements en Gironde).....	54
3.3.9	Conclusions.....	54
3.4	Résultats des simulations pour l'Eocène.....	55
3.4.1	Analyse du scénario 1 (Tendanciel).....	57
3.4.2	Analyse du scénario 2 (Economies d'eau et substitutions à plein)	58
3.4.3	Analyse du scénario 3 (Economies d'eau et substitutions plus faibles)	58
3.4.4	Analyse du scénario 4 (Economies d'eau à plein et substitutions optimisées)	58
3.4.5	Analyse du scénario 5 (Pas d'économies d'eau et substitutions optimisées).....	60
3.4.6	Analyse du scénario 6 (Impact de la modification des conditions d'alimentation sur le scénario 4)	60
3.4.7	Analyse du scénario 7 (Augmentation de prélèvements ciblées)	60
3.4.8	Analyse du scénario 8 (Arrêt des prélèvements en Gironde).....	60
3.4.9	Conclusions.....	60
3.5	Résultats des simulations pour l'Oligocène	61
3.5.1	Analyse du scénario 1 (Tendanciel).....	63
3.5.2	Analyse du scénario 2 (Economies d'eau et substitutions à plein)	63
3.5.3	Analyse du scénario 3 (Economies d'eau et substitutions plus faibles)	63
3.5.4	Analyse du scénario 4 (Economies d'eau à plein et substitutions optimisées)	63
3.5.5	Analyse du scénario 5 (Pas d'économies d'eau et substitutions optimisées).....	63
3.5.6	Analyse du scénario 6 (Impact de la modification des conditions d'alimentation sur le scénario 4)	63
3.5.7	Analyse du scénario 7 (Augmentation de prélèvements ciblées)	64
3.5.8	Analyse du scénario 8 (Arrêt des prélèvements en Gironde).....	64
3.5.9	Conclusions.....	64
3.6	Résultats des simulations pour le Miocène.....	64
3.6.1	Analyse du scénario 1 (Tendanciel).....	66
3.6.2	Analyse du scénario 2 (Economies d'eau et substitutions à plein)	66
3.6.3	Analyse du scénario 3 (Economies d'eau et substitutions plus faibles)	66
3.6.4	Analyse du scénario 4 (Economies d'eau à plein et substitutions optimisées)	66
3.6.5	Analyse du scénario 5 (Pas d'économies d'eau et substitutions optimisées).....	66
3.6.6	Analyse du scénario 6 (Impact de la modification des conditions d'alimentation sur le scénario 4)	67
3.6.7	Conclusions.....	67
4	Enseignements essentiels des simulations	69
4.1.1	Cénomanien :	69
4.1.2	Campano-Maastrichtien :	70
4.1.3	Eocène :	70
4.1.4	Oligocène :	72
4.1.5	Miocène :	73
5	Conclusion.....	75

Annexes

Résultats des simulations	76
Approbation de la définition du bon état par la CLE	93

Table des illustrations

Illustration 1 : Principes de l'estimation des besoins futurs en prélèvements.....	9
Illustration 2 : Historique de population en Gironde (INSEE)	9
Illustration 3 : Zones de prospective INSEE (SMEGREG).....	10
Illustration 4 : Historique et prospective des populations selon l'INSEE	12
Illustration 5 : Historique et prospective de la population de la CUB selon le scénario INSEE et « Agglomération-millonnaire »	12
Illustration 6 : Evolution des prélèvements dans les nappes profondes pour l'eau potable en m ³ /an par habitant (source Tableau de bord du SAGE)	13
Illustration 7 : Hypothèse d'évolution des prélèvements unitaires dans les nappes profondes de Gironde pour l'usage eau potable (m ³ /an/habitant) (SMEGREG).....	13
Illustration 8 : Volume prélevé pour l'AEP sur la CUB (à gauche) et pour la Gironde, en m ³ /an/habitant (SMEGREG).....	14
Illustration 9 : Hypothèse de prospective des performances des réseaux d'eau potable hors CUB (SMEGREG)	15
Illustration 10 : Principes de calcul des pertes futures pour la CUB (SMEGREG)	16
Illustration 11 : Gains relatifs à l'amélioration des rendements de réseau retenus (SMEGREG)	18
Illustration 12 : Hypothèses d'économie d'eau pour l'AEP (SMEGREG)	20
Illustration 13 : Prélèvements AEP à 2030 selon différents scénarios d'économies d'eau (en m ³) (SMEGREG).....	20
Illustration 14 : Hypothèses de prélèvements pour l'AEP (SMEGREG).....	20
Illustration 15 : Evaluation des besoins supplémentaires au scénario « Agglomération millonnaire » par rapport au scénario INSEE (SMEGREG)	21
Illustration 16 : Evolution des prélèvements dans les nappes profondes pour les usages autres que l'eau potable : en m ³ /an par habitant (source BRGM) et en m ³ /an (sources : BRGM, Etat, composite Etat/BRGM, AEAG).....	22
Illustration 17 : Volumes produits (VI) et livrés aux collectivités dans le scénario technique retenu (SMEGREG)	25
Illustration 18 : Volumes substitués au sens du SAGE par le scénario de substitution (en m ³ /an) (SMEGREG).....	25
Illustration 19 : Cartographie des solutions et collectivités concernées par les substitutions.	26
Illustration 20 : Exemple des variations de stock calculées pour un même réservoir et différentes zones.....	28
Illustration 21 : Surface piézométrique d'une nappe libre ou captive (Pelissier-Hermitte).....	28
Illustration 22 : Exemple de carte piézométrique et courbes isopièzes pour l'Eocène.....	29
Illustration 23 : Impact piézométrique d'un scénario sur l'Eocène : en couleur chaude les zones de baisse piézométrique, en couleurs froides les zones de remontée (en m)	30
Illustration 24 : Reliquat des capacités de substitution non utilisés selon les scénarios (SMEGREG)	34
Illustration 25 : Récapitulatif des caractéristiques des différents scénarios.....	35
Illustration 26 : Historique de la variation des réserves des principaux aquifères du nord de l'Aquitaine.....	37
Illustration 27 : Variation cumulée des réserves des aquifères depuis 1972	38
Illustration 28 : Historique de la variation des réserves du Cénomanien.....	39
Illustration 29 : Variation cumulée des réserves depuis 1972 pour le Cénomanien.....	39
Illustration 30 : Historique de la variation des réserves du Campano-Maastrichtien.....	40
Illustration 31 : Variation cumulée des réserves depuis 1972 pour le Campano-Maastrichtien.....	40
Illustration 32 : Historique de la variation des réserves de l'Eocène.....	41
Illustration 33 : Variation cumulée des réserves depuis 1972 pour l'Eocène sup. et l'Eocène inférieur à moyen.....	42
Illustration 34 : Historique de la variation des réserves de l'Oligocène	43
Illustration 35 : Variation cumulée des réserves depuis 1972 pour l'Oligocène.....	43
Illustration 36 : Historique de la variation des réserves du Miocène	44
Illustration 37 : Variation cumulée des réserves depuis 1972 pour le Miocène.....	44
Illustration 38 : Historique des prélèvements	45
Illustration 39 : Analyse des variations des réserves pour les aquifères (SMEGREG-BRGM).	46
Illustration 40 : variation des réserves du scénario 1 :.....	47
Illustration 41 : Variation des réserves en cumulé depuis 1972 du scénario 1	48
Illustration 42 : Scénarios de prélèvement au Cénomanien.....	48
Illustration 43 : Variation des réserves du Cénomanien selon les scénarios.....	49
Illustration 44 : Variation des réserves du Cénomanien en cumulé depuis 1972 selon les scénarios	49
Illustration 45 : Scénarios de prélèvement au Campano-Maastrichtien.....	52
Illustration 46 : Variation des réserves du Campano-Maastrichtien selon les scénarios.....	52
Illustration 47 : Variation des réserves du Campano-Maastrichtien en cumulé depuis 1972 selon les scénarios	53

<i>Illustration 48 : Scénarios de prélèvement à l’Eocène.....</i>	<i>55</i>
<i>Illustration 49 : Variation des réserves de l’Eocène selon les scénarios.....</i>	<i>56</i>
<i>Illustration 50 : Variation des réserves de l’Eocène en cumulé depuis 1972 selon les scénarios.....</i>	<i>57</i>
<i>Illustration 51 : Variation des réserves de l’Eocène inférieur à moyen par zone pour le scénario 1.....</i>	<i>57</i>
<i>Illustration 52 : Variation des réserves de l’Eocène supérieur par zone pour le scénario 1.....</i>	<i>58</i>
<i>Illustration 53 : Variation des réserves de l’Eocène inférieur à moyen par zone pour le scénario 4.....</i>	<i>59</i>
<i>Illustration 54 : Prélèvements dans l’Eocène supérieur par zone pour le scénario 4.....</i>	<i>59</i>
<i>Illustration 55 : Scénarios de prélèvement à l’Oligocène.....</i>	<i>61</i>
<i>Illustration 56 : Variation des réserves de l’Oligocène en cumulé depuis 1972 selon les scénarios.....</i>	<i>62</i>
<i>Illustration 57 : Variation des réserves de l’Oligocène selon les scénarios.....</i>	<i>62</i>
<i>Illustration 58 : Scénarios de prélèvement au Miocène.....</i>	<i>65</i>
<i>Illustration 59 : Variation des réserves du Miocène selon les scénarios.....</i>	<i>65</i>
<i>Illustration 60 : Variation des réserves de l’Oligocène en cumulé depuis 1972 selon les scénarios.....</i>	<i>66</i>
<i>Illustration 61 : Variation des réserves du Cénomanien selon les scénarios.....</i>	<i>69</i>
<i>Illustration 62 : Impact piézométrique sur le Cénomanien : scénario 4.....</i>	<i>69</i>
<i>Illustration 63 : Variation des réserves sur le Campano-Maastrichtien selon les scénarios.....</i>	<i>70</i>
<i>Illustration 64 : Impact piézométrique sur l’Eocène inférieur à moyen : scénario 1.....</i>	<i>70</i>
<i>Illustration 65 : Variation des réserves de l’Eocène en cumulé depuis 1972 selon les scénarios.....</i>	<i>71</i>
<i>Illustration 66 : 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).....</i>	<i>71</i>
<i>Illustration 67 : impact piézométrique sur l’Eocène avec le scénario climatique n°6.....</i>	<i>72</i>
<i>Illustration 68 : Variation des réserves de l’Oligocène en cumulé depuis 1972 selon les scénarios.....</i>	<i>73</i>
<i>Illustration 69 : Impact piézométrique sur l’Oligocène : scénario 4 et 6.....</i>	<i>73</i>
<i>Illustration 70 : Variation des réserves du Miocène pour le scénario 1- tendanciel en Gironde (SMEGREG).....</i>	<i>74</i>
<i>Illustration 71 : Impact piézométrique sur le Miocène (Aquitainen) : scénario 1 et 6.....</i>	<i>74</i>

Préambule

Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) des Nappes profondes de Gironde a été approuvé par arrêté préfectoral le 25 novembre 2003. Pour sa mise en œuvre, la Commission Locale de l'Eau (CLE) s'est appuyée sur :

- un secrétariat administratif assuré par du Conseil général de la Gironde ;
- un secrétariat technique confié au Syndicat Mixte d'études pour la Gestion de la Ressource en Eau de la Gironde (SMEGREG).

La loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 a modifié le contenu et la portée des SAGE et impose une révision des schémas déjà approuvés avant le 31 décembre 2011 (cette échéance a été reportée au 31 décembre 2012). Cette révision doit aussi être l'occasion de vérifier la compatibilité des SAGE déjà approuvés avec les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) arrêtés en 2009 (SDAGE Adour-Garonne dans le cas présent).

L'élaboration ou la révision d'un SAGE comprend plusieurs étapes :

- élaboration de l'état des lieux initial et établissement du diagnostic ;
- élaboration des tendances et scénarios ;
- choix des orientations de gestion et de la stratégie ;
- rédaction du Plan d'Aménagement et de Gestion Durables (PAGD) ;
- rédaction du Règlement du SAGE ;
- évaluation environnementale (menée en parallèle des étapes précédentes) ;
- évaluation économique (intégrée aux autres étapes) ;
- adoption du projet de SAGE, consultation et approbation.

Le présent document correspond à la deuxième étape relative au volet "Tendances et scénarios". L'exercice consiste à comparer l'impact sur la ressource d'un scénario tendanciel à l'horizon 2030, c'est-à-dire sans politique volontariste en matière de gestion de la ressource, à différents scénarios d'action, de manière à permettre à la CLE de construire un scénario et d'arrêter, lors de l'étape suivante, une stratégie.

Bien entendu, le scénario retenu par la CLE devra garantir l'atteinte et le maintien du "bon état" des ressources, ce qui pose la question de la définition de ce "bon état".

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". Si 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 définit clairement le "bon état chimique", il n'en est pas de même pour le "bon état quantitatif".

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 le 11 juillet 2011, sur la base d'une proposition formulée par son Groupe d'experts hydrogéologues, la définition suivante (l'avis du Groupe d'experts hydrogéologues et de la CLE figure en annexe) :

"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 avals suffisants pour ne pas empêcher l'atteinte ou le maintien du bon état pour ces milieux."*

Dans le présent document, après avoir étudié les paramètres susceptibles d'influencer l'état des nappes profondes, différents scénarios sont présentés. Les résultats des simulations de ces scénarios dans le Modèle Nord Aquitain (MONA) sont ensuite examinés pour identifier ceux qui permettent d'atteindre ou de garantir le bon état de ces nappes profondes, sur la base de la définition arrêtée ci dessus.

I Variables et tendances pour la construction des scénarios

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.

I.1 Les conditions climatiques :

Pour les conditions climatiques, plusieurs hypothèses peuvent être 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.

I.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.

I.2.1 Prospective de population

Historique :

L'historique de population est issu des recensements réalisés par l'INSEE.

Zone	1962	1968	1975	1982	1990	1999	2006
1-Centre et Sud Hors CUB et SCOT	220 424	222 707	221 492	232 148	240 535	246 274	266 828
2-Médoc-Estuaire	41 249	41 793	42 451	45 886	47 715	48 320	51 186
3-Littoral	68 164	76 301	78 954	86 853	100 113	118 216	138 194
4-Nord	50 510	49 001	48 011	55 637	58 483	61 497	67 996
5-SCOT hors CUB	57 294	65 652	85 096	118 275	142 367	153 029	167 028
6-CUB	497 807	553 936	585 476	588 747	624 286	659 998	702 522
Total	935 448	1 009 390	1 061 480	1 127 546	1 213 499	1 287 334	1 393 754

Illustration 2 : Historique de population en Gironde (INSEE)

Prospectives :

L'évaluation de la population future a été approchée en tenant compte de deux sources : l'INSEE et les documents de planification girondins, en particulier pour l'urbanisme (SCOT de l'aire métropolitaine bordelaise, du Médoc, du bassin d'Arcachon).

Prospective INSEE :

Un travail spécifique a été réalisé par l'INSEE pour les besoins du SAGE et à la demande du SMEGREG. En effet, il n'est pas possible de se contenter d'une prolongation des tendances historiquement constatées via les recensements et une simulation spécifique a donc été réalisée par l'INSEE à l'aide de son modèle OMPHALE 2010. Ce modèle interne à l'INSEE intègre le vieillissement de la population, les flux migratoires, les taux de natalité etc. Un découpage en zones, cohérentes avec celles du SAGE, a été effectué. Certaines zones du SAGE ont dû être agglomérées afin de permettre une utilisation sur une population supérieure à 50 000 habitants, seuil de validité des résultats du modèle. La zone centre a quant à elle été découpée afin de permettre des distinctions entre la Communauté urbaine de Bordeaux (CUB) et le territoire du SCOT de l'aire urbaine hors CUB.

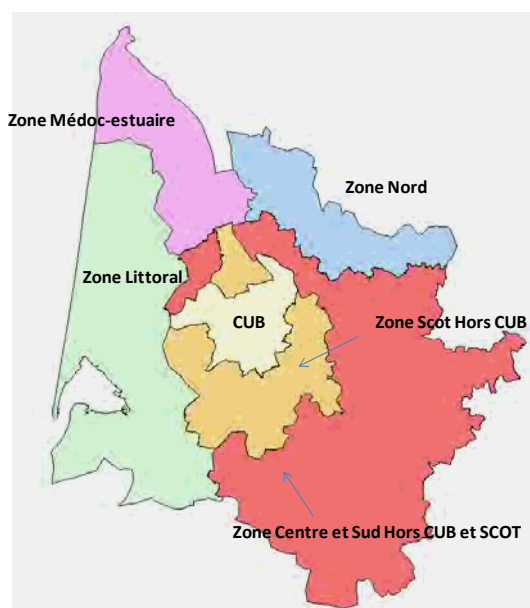


Illustration 3 : Zones de prospective INSEE (SMEGREG)

Les principes du modèle sont les suivants :

- Les populations régionales au 1^{er} janvier 2007 sont issues du recensement de la population. À partir de ces données par sexe et âge, l'INSEE a réalisé de nouvelles projections de population régionales à l'aide du modèle "Omphale 2010", qui applique, avec un pas quinquennal, pour chaque sexe et âge, des quotients d'émigration bilocalisés, et des quotients de fécondité et de mortalité, propres aux populations correspondantes. Ces projections à pas quinquennal sont ensuite annualisées. Les divers quotients sont déterminés en prenant uniquement en compte les tendances de fécondité, de mortalité et de migrations régionales observées par le passé, sans intégrer les réactions complexes qu'elles peuvent susciter (effet sur le marché foncier, impact des politiques publiques territoriales, etc.) ni les facteurs exogènes. Ces projections ne peuvent donc s'assimiler à des prévisions : il n'est pas affecté a priori de probabilité aux hypothèses retenues.
- Par rapport à l'ancien modèle "Omphale 2000", le modèle "Omphale 2010" permet de mieux appréhender les spécificités locales en termes de fécondité et de mortalité. Les profils par âge de la fécondité et de la mortalité sont désormais spécifiques à chaque département et non plus reproduits d'après les profils nationaux. Le nouveau modèle permet donc de prendre en compte non seulement des différences globales de fécondité (par exemple, si les femmes d'un département ont en moyenne moins d'enfants qu'au niveau national), mais également des différences en termes de structure par âge (par exemple, si les femmes d'un département ont autant d'enfants qu'au niveau national, mais deviennent mères à un âge plus avancé).
- Les migrations sont également mieux modélisées. Auparavant, seul le solde des départs et des arrivées était estimé, en proportion de la seule population de la zone d'étude. Le modèle "Omphale 2010" estime séparément les départs en fonction de la population de la zone d'étude et les arrivées

en fonction de celle de la zone d'échange. Ainsi une zone en déclin démographique n'est pas toujours, par exemple, une zone de départs.

- Le scénario "central" : les projections utilisées dans l'étude BRGM/SMEGREG sont élaborées avec les hypothèses du scénario dit "central" :
 - ✓ la fécondité de chaque zone est maintenue à son niveau de 2007, qu'il s'agisse de l'indice conjoncturel de fécondité (ICF) global ou des quotients de référence par âge de la mère ;
 - ✓ la mortalité de chaque zone baisse au même rythme que sur le territoire national métropolitain où l'espérance de vie atteindrait 83,1 ans pour les hommes et 88,8 ans pour les femmes en 2040 ;
 - ✓ les quotients migratoires entre zones, calculés entre 2000 et 2008, sont maintenus constants sur toute la période de projection. Ils reflètent les échanges de population entre une région et chacune des autres, y compris celles d'outre-mer.

Ces projections sont ensuite calées sur les projections régionales et celle obtenue au niveau métropolitain et publiée par l'Insee en octobre 2010.

Les résultats sont les suivants (en habitants) :

Zones	2006	2011	2016	2021	2027	2030
CUB	702 522	718 972	734 168	750 899	772 090	783 045
Médoc Estuaire	51 186	54 217	57 217	60 061	63 261	64 803
Nord	67 996	73 606	78 876	83 781	89 326	92 011
SCOT Hors CUB	167 028	177 421	187 043	195 706	204 696	208 821
Littoral	138 194	150 723	162 251	172 715	183 959	189 203
Centre et sud hors CUB + SCOT	266 828	284 026	300 351	315 513	332 578	340 916
Total général	1 393 753	1 458 965	1 519 906	1 578 675	1 645 910	1 678 799

Qui se traduit par :

Zones	Différentiel entre 2006 et 2030	Taux d'accroissement entre 2006 et 2030	Taux moyen annuel
CUB	80 523	11,46%	0,48%
Médoc Estuaire	13 617	26,60%	1,11%
Nord	24 015	35,32%	1,47%
SCOT Hors CUB	41 793	25,02%	1,04%
Littoral	51 009	36,91%	1,54%
Centre et sud hors CUB et SCOT	74 088	27,77%	1,16%
Total général	285 045	20,45%	0,85%

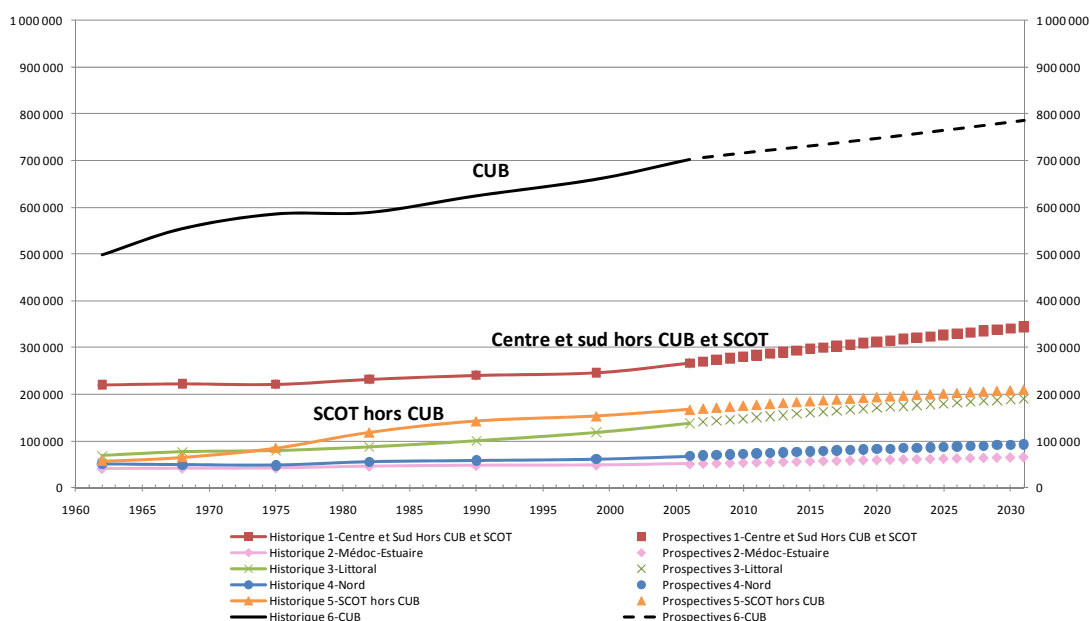


Illustration 4 : Historique et prospective des populations selon l'INSEE

Orientations urbanistiques :

A l'échelle de la Communauté urbaine de Bordeaux, le document « Bordeaux Métropole en 2030 - analyses et projections – décembre 2010 » fait état d'une prospective de population volontariste retenue de 930 000 habitants sur le périmètre actuel de la CUB à l'horizon 2035.

Ce scénario est considéré par les auteurs comme correspondant à l'objectif communautaire (900 000 à 1 000 000 d'habitants en 2030) : c'est le scénario dit « Agglomération Millionnaire ». Ce scénario correspond à une vision politique volontariste de recentrage de la croissance girondine vers l'agglomération, ce que ne peut prévoir un modèle de type INSEE qui travaille sur les tendances passées.

On obtient alors la comparaison avec le scénario INSEE suivante :

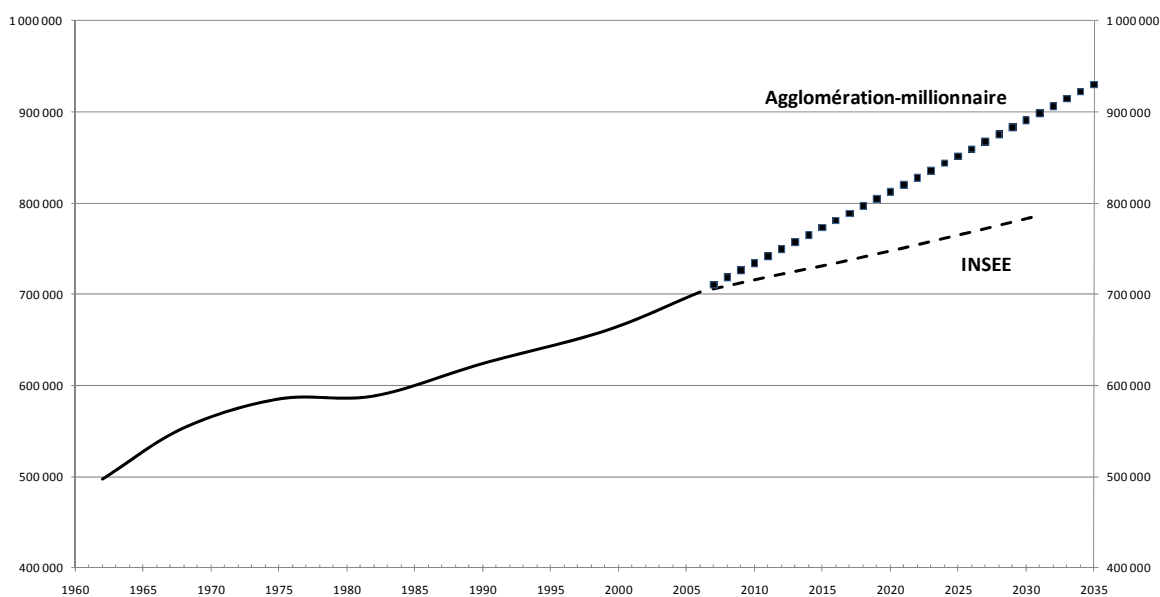


Illustration 5 : Historique et prospective de la population de la CUB selon le scénario INSEE et « Agglomération-millonnaire »

Scénario	2006	2011	2016	2021	2027	2030
INSEE	702 522	718 972	734 168	750 899	772 090	783 045
AGGLO MILLIONNAIRE	702 522	741 742	780 963	820 183	867 247	890 780
Différence		22 770	46 795	69 284	95 157	107 735

Le scénario « Agglomération millionnaire » représente 188 258 habitants supplémentaires entre 2006 et 2030 contre 80 523 pour le scénario INSEE. Cela correspond à un taux d'accroissement entre 2006 et 2030 de 26,81 % contre 11,46 % et un taux moyen annuel de 1,12 % contre 0,48 %.

I.2.2 Prospective d'économies d'eau sur les usages AEP

Historique et analyse :

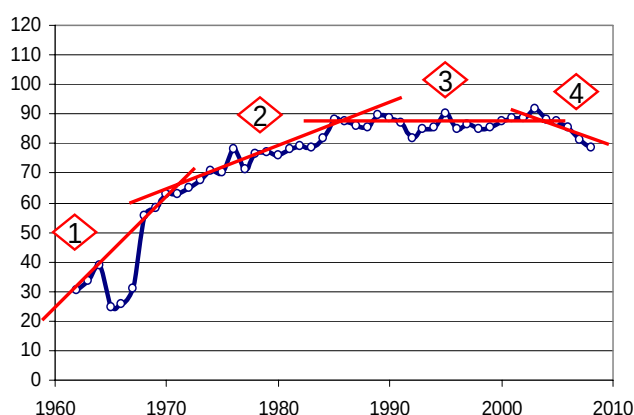


Illustration 6 : Evolution des prélèvements dans les nappes profondes pour l'eau potable en m³/an par habitant (source Tableau de bord du SAGE)

Pour l'eau potable, entre 1960 et 2010, on constate quatre phases différentes d'évolution du volume prélevé par habitant :

1. 1960 à 1975 : augmentation initiale, correspondant d'une part à la fin de l'équipement du département en réseaux d'alimentation en eau potable et, d'autre part, à une première phase d'amélioration de l'équipement des logements ;
2. 1975 à 1985-1990 : augmentation plus limitée, correspondant à une seconde phase d'amélioration de l'équipement des logements ;
3. 1985-1990 à 2003 : relative stagnation ;
4. 2003 à 2010 : diminution liée aux politiques d'économie d'eau locales et nationales et à l'amélioration des performances de certains équipements (lave-linge et lave-vaisselle plus économes, WC 3/6 litres, etc.). On observe une forte baisse entre 2003 et 2007, puis une relative stagnation entre 2007 et 2010.

Hypothèses retenues pour les scénarios simulés

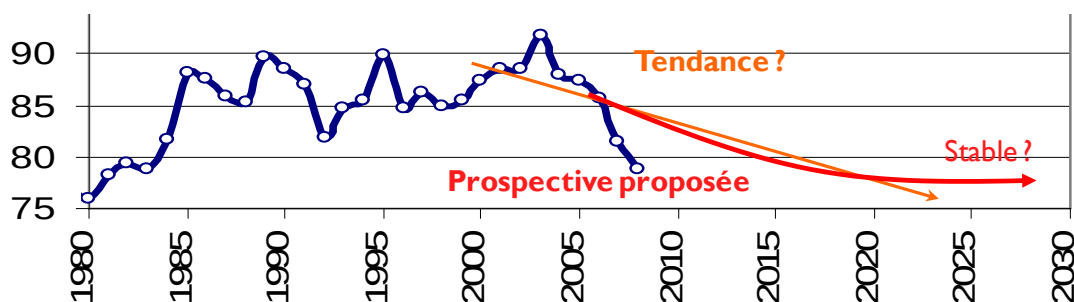


Illustration 7 : Hypothèse d'évolution des prélèvements unitaires dans les nappes profondes de Gironde pour l'usage eau potable (m³/an/habitant) (SMEGREG)

Remarque : pour permettre de retenir une hypothèse pour l'évolution des consommations, le graphique ci-dessus représentant les prélèvements a été utilisé et présenté au groupe de travail de la CLE en 2010. En effet, dans l'attente de données de l'Observatoire national des services d'eau et d'assainissement (SISPEA), aucune donnée de consommation agglomérée n'est disponible à l'échelle du département. En effet, seuls les prélèvements sont disponibles chaque année et les rendements ne sont connus que ponctuellement (lors des études diagnostics de réseau, ou des études patrimoniales du Conseil Général en 1996 et 2005). Par ailleurs, en 2010, on disposait au mieux des données 2008. Or les étés 2007 et 2008 ont été particulièrement pluvieux, ce qui incitait à une interprétation prudente des tendances. Depuis, les données AEP 2009 et 2010 (étés également assez frais et humides) révèlent des volumes prélevés par habitant du même ordre de grandeur qu'en 2008.

Il est très délicat de réaliser un exercice de prospective sur la base des données figurant sur le graphique ci-dessus. Nous ne disposons en effet que de 5 données annuelles, ce qui n'a pas de sens statistique, et celles-ci incluent par ailleurs un maximum lié à la canicule de 2003 (qui constitue par ailleurs le point d'inversion des tendances) et deux minima liés à des étés frais et humides.

Il semble donc plus réaliste de retenir une hypothèse pessimiste pour l'évolution des consommations d'eau potable pour les scénarios simulés dans le modèle hydrogéologique, et basée sur :

- une tendance correspondant à la tendance moyenne des années 2000 à 2006 (2003 exclue) ;
- un volume prélevé pour l'eau potable par habitant d'environ 78,7 m³/an/habitant à l'horizon 2021 (ce qui revient à consolider à cet horizon les résultats exceptionnels obtenus en 2007 et 2008 du fait des étés humides) ;
- un volume prélevé pour l'eau potable par habitant stable entre 2021 et 2030, pour tenir compte de l'influence à la hausse sur les consommations unitaires des équipements consommateurs (piscine, douche « pluie »,...) et du changement climatique. Il faut noter qu'à ce jour aucune donnée ne permet de préciser l'asymptote basse vers laquelle tendraient les consommations, ni au bout de combien de temps les valeurs s'en approcheraient.

On passerait donc à minima d'un prélèvement unitaire de 88,1 m³/an/habitant à 78,7 m³/an/habitant en 2021. Cette hypothèse, qui a servi de base pour l'élaboration des scénarios simulés dans le modèle mathématique nord aquitain, **correspond au minimum qu'on est assuré d'atteindre** en poursuivant la politique actuelle d'économie d'eau sur les usages, qui se limite à quelques actions de sensibilisation. Le scénario qui sera retenu pour le futur SAGE pourrait être beaucoup plus ambitieux.

En effet, comme le montre les graphiques ci-dessous, les dernières données sont très encourageantes (en 2010 sur la CUB, le ratio est de 75 m³/an/habitant). Les dernières années sont des années favorables du point de vue climatique, ce qui peut expliquer une part du décrochage des consommations par rapport aux années précédentes. Elles présentent cependant des profils climatologiques proches or les prélèvements baissent au-delà des impacts liés à l'amélioration des réseaux. Cela pourrait indiquer que la baisse actuelle des consommations n'est pas seulement liée à des conditions climatiques favorables : elle pourrait se poursuivre, même sans politique plus volontariste. Et bien entendu, en y consacrant plus de moyens, on pourrait être plus ambitieux sur les économies d'eau réalisables sur les usages.

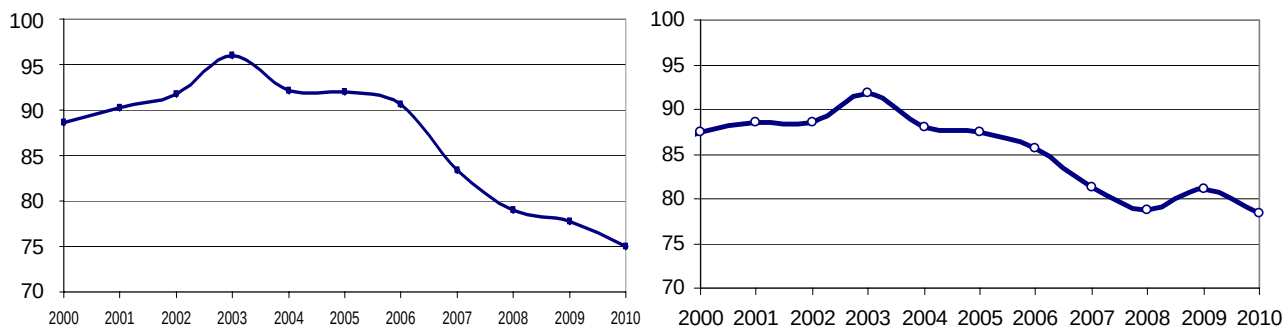


Illustration 8 : Volume prélevé pour l'AEP sur la CUB (à gauche) et pour la Gironde, en m³/an/habitant (SMEGREG)

I.2.3 Prospective des économies d'eau sur les réseaux d'eau potable

Historique :

Faute de système d'information sur le sujet, l'historique de la performance des réseaux d'eau potable est difficile d'accès. Seules des analyses ponctuelles ont pu être réalisées dans le cadre du programme d'études diagnostiques des réseaux d'eau potable mené conformément aux prescriptions du SAGE depuis 2004. Les seules photographies quasi exhaustives disponibles sont celles de 1996 (élaboration du schéma directeur AEP) et celles de 2005 (actualisation par le Conseil général de ces données). Compte tenu du choix de se référer à l'année 2005 pour les raisons climatiques évoquées ci avant, ces données, bien qu'anciennes, sont cohérentes avec le reste des projections.

Hypothèses retenues :

Les principes retenus pour les prospectives sur la performance des réseaux d'eau potable sont les suivants :

- une amenée progressive, à échéance 2021, des performances des réseaux à la moyenne départementale 2005 (Indice de pertes par abonnés de 0,11 m³/j/ab) pour tous les services dont les performances étaient moins bonnes que cette moyenne en 2005,
- une performance maintenue aux valeurs de 2005 pour les services dont les performances sont meilleures que la moyenne 2005.

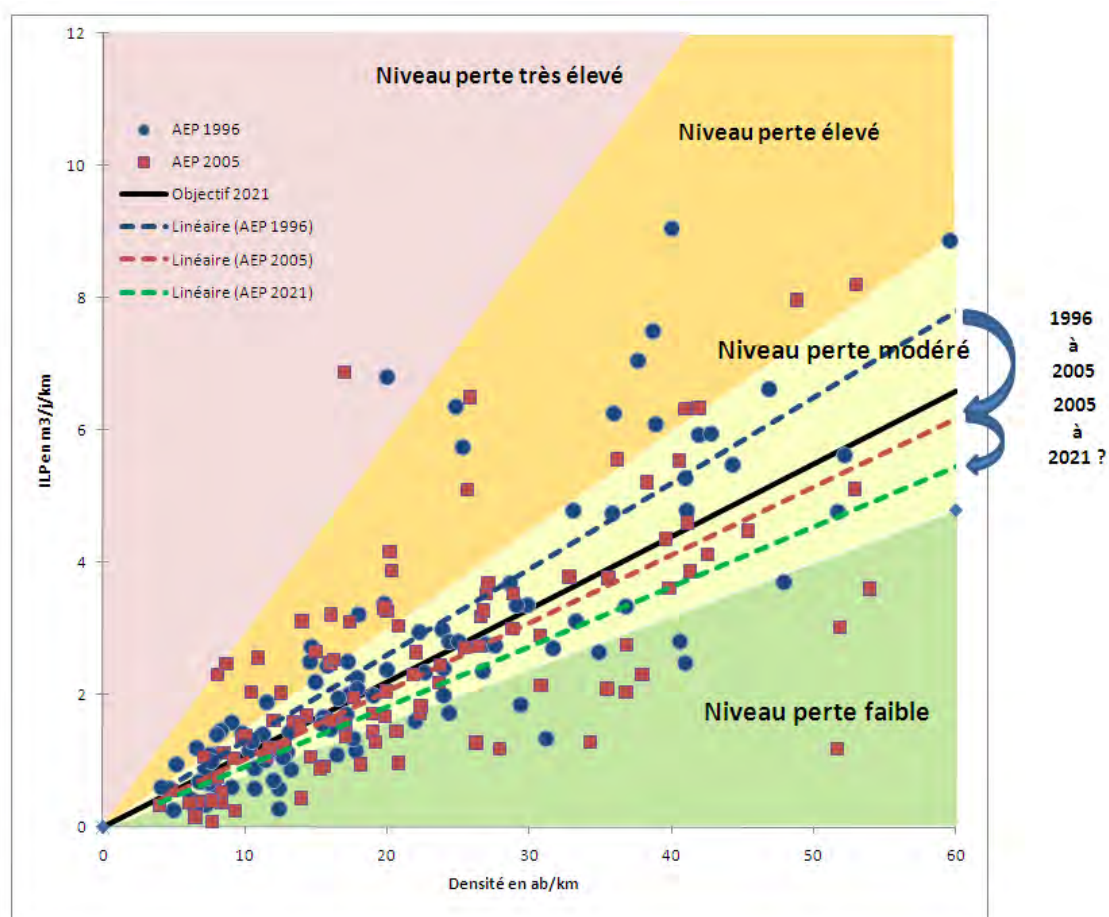


Illustration 9 : Hypothèse de prospective des performances des réseaux d'eau potable hors CUB (SMEGREG)

Pour la CUB, on retiendra les engagements du délégataire sur les rendements de réseau à savoir 87 % de rendement réseau à 2021. Compte tenu de l'évolution de la population, cela conduit à l'estimation des pertes suivantes :

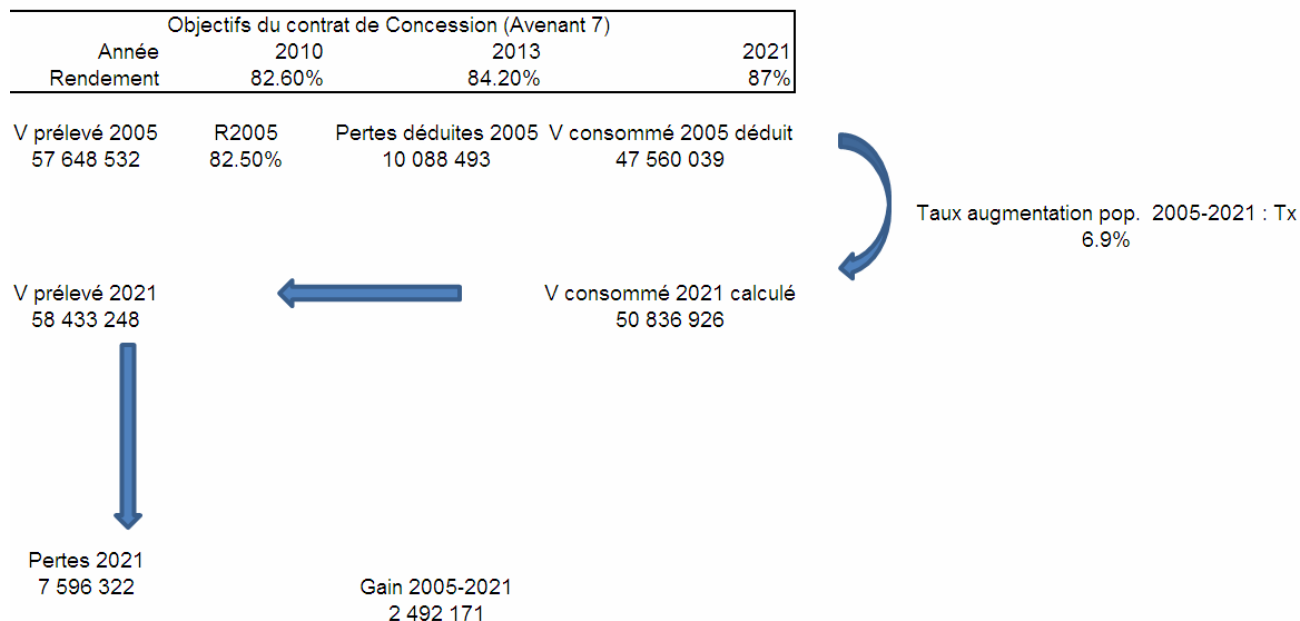


Illustration 10 : Principes de calcul des pertes futures pour la CUB (SMEGREG)

Au total, le futur gain sur les pertes estimé est de :

- 2,38 millions de m³ hors CUB,
- 2,9 millions de m³ pour la CUB.

Sur des pertes en 2005 de :

- 14,4 millions de m³ hors CUB,
- 10 millions de m³ pour la CUB.

Les gains possibles sur les pertes des réseaux hors CUB ainsi calculés sont présentés en détail dans les tableaux suivants :

CodePartenaire	Libellé	Volume prélevé 2005 en m3	Volume pertes 2005 en m3	Volume économisé réseau si IPA à 0.11 en m3/an 2005-2021 (Stab ensuite)
	2 BLAYE	375 977	76 917	0
	61 ARES	515 486	86 994	0
	62 AUDENGE	355 650	53 662	0
	64 LANTON	522 828	78 816	0
	65 LEGE CAP FERRET	1 483 817	328 347	0
	66 MARCHEPRIME	245 306	79 317	22 826
	69 LE BARP	314 605	74 324	689
	70 BELIN BELIET	302 313	105 802	30 722
	71 LUGOS	49 241	8 562	0
	78 LE PIAN MEDOC	370 748	75 753	0
	90 CADILLAC	235 098	54 382	10 619
	101 PAILLET	65 983	16 043	0
	115 BRACH	40 029	16 744	10 280
	117 LACANAU	1 085 757	153 445	0
	120 LE PORGE	245 744	49 132	0
	121 STE HELENE	125 462	34 939	0
	127 CABANAC ET VILLAGRAINS	116 009		0
	134 SAUCATS	139 191	39 690	7 128
	145 CREON	265 280	15 519	0
	148 HAUX	50 340	3 710	0
	169 CANEJAN	414 380	111 816	36 495
	170 CESTAS	1 451 756	306 284	30 132
	175 CERONS	103 406	29 847	0
	272 BOURIDEYS	7 001	1 823	0
	273 CAZALIS	14 242	1 051	0
	274 LUCMAU	20 475	5 926	225
	277 PRECHAC	77 149	6 081	0
	279 VILLANDRAUT	65 186	15 424	0
	285 LESPARRE	378 008	36 704	0
	286 NAUJAC SUR MER	87 027	24 730	4 053
	294 VENDAYS MONTALIVET	560 004	39 826	0
	296 PAUILLAC	627 040	97 365	0
	298 ST JULIEN BEYCHEVELLE	91 630	6 977	0
	302 CARCANS	395 438	86 216	0
	303 HOURTIN	306 264	57 582	0
	304 ST LAURENT MEDOC	320 139	56 789	0
	308 SOULAC	637 241	212 846	57 947
	311 LE VERDON	195 817	52 065	

CodePartenaire	Libellé	Volume prélevé 2005 en m3	Volume pertes 2005 en m3	Volume économisé réseau si IPA à 0.11 en m3/an 2005-2021 (Stab ensuite)
9913	BOURGEAIS	1 099 249	333 339	114 843
9914	BUDOS	496 319	154 305	69 589
9915	CAMBLANES QUINSAC	385 097	134 638	60 200
9916	SEPANC du DROPT	808 594	326 409	237 637
9918	CARBON BLANC	4 646 849	843 249	179
9921	CASTETS EN DORTHE	590 061	249 861	126 159
9932	EST DU LIBOURNAIS	2 423 163	745 304	286 149
9934	GENSAC PESSAC	237 306	48 929	0
9936	CANTON DE GUITRES	1 028 740	237 743	0
9939	LA BREDE	820 798	152 551	0
9940	LAMARQUE CUSSAC ARCINS	177 295	54 399	4 372
9941	LANGOIRAN	394 122	116 231	22 441
9943	LATRESNE	950 676	206 792	26 599
9944	LEOGNAN CADAUJAC	982 610	121 518	0
9945	LERM ET MUSSET	93 653	14 908	0
9946	LES BILLAUX LALANDE DE POMEROL	113 914	21 564	0
9949	LOUCHATS	89 025	8 528	0
9950	LUDON MACAU LABARDE	654 325	109 407	0
9952	MARGAUX ARSAC CANTENAC SOUSSANS	492 821	120 222	0
9953	MONGAUZY	283 766	58 263	0
9998	PODENSAC VIRELADE	280 024	70 617	13 564
9999	RAUZAN	866 254	159 094	0
10000	RIONS	372 784	141 331	60 108
10003	ST YZANS DE MEDOC	327 261	108 596	41 385
10004	SALLES MIOS	772 825	186 021	0
10007	SAUMOS LE TEMPLE	54 367	9 777	0
10008	SAUTERNAIS	357 812	94 192	6 264
10019	GRIGNOLS	359 712	167 576	102 774
10021	MONSEGUR	390 094	104 993	21 722
10025	ST ESTEPHE	594 257	137 292	0
10026	ST GENES DE LOMBAUD MADIRAC	43 622	22 408	11 929
10029	ST SELVE	315 805	44 018	0
10030	ST VIVIN DE MEDOC	464 810	98 895	0
10032	STE FOY LA GRANDE	1 050 088	334 872	82 650
10050	TARGON	445 425	124 120	39 925
10054	VALLEE DE L'ISLE	897 977	256 392	21 354
10056	VERDELAIS	304 901	40 817	0
10057	VILLAGRAINS CABANAC ST MAGNE	161 738	22 163	

Illustration 11 : Gains relatifs à l'amélioration des rendements de réseau retenus (SMEGREG)

On notera que ces volumes sont des gains de volume sur la ressource en eau, y compris les ressources non concernées par le SAGE Nappes profondes. Par ailleurs, l'hypothèse prise ici pour les collectivités hors CUB est qu'une amélioration des rendements se traduit directement sur les volumes prélevés : on ne prend pas en compte les améliorations possibles sur les systèmes de traitement et les adductions primaires compte tenu de la nature du traitement (simple déferrisation en général) et des faibles longueurs, en général, des canalisations d'adduction.

1.2.4 Besoins futurs pour l'AEP

Débit des sources :

Il faut garder à l'esprit que, compte tenu des caractéristiques actuelles du modèle mathématique nord aquitain utilisé (maillage de 2 km x 2 km), les sources ne peuvent pas être simulées comme un débordement et sont donc considérées comme un prélèvement. Il a toutefois bien été pris en compte que l'on ne pouvait pas faire varier le débit des principales sources en fonction de l'augmentation de la population et le volume

soutiré sur ces sources est maintenu constant. Les valeurs retenues pour le débit des sources dans les simulations sont les suivantes :

Nom	X en m (Lambert II)	Y en m (Lambert II)	Commune	Volume (m³/an)
08518X0017	384095	1952447	BUDOS	9 400 000
08035X0298	362074	1992456	LE HAILLAN	360 000
08035X0281	360750	1992809	SAINT-MEDARD-EN-JALLES	700 000
08035X0006	360866	1992641	SAINT-MEDARD-EN-JALLES	3 500 000
08277X0002	376915.7	1968539.2	CASTRES-GIRONDE	1 600 000
08028X0006	352290.2	1990633.5	SAINT-MEDARD-EN-JALLES	2 400 000
08035X0300	363173	1992253	EYSINES	240 000
08035X0286	361354	1993049	LE TAILLAN-MEDOC	3 600 000

Remarque : découverte en 2011, la pollution de certaines sources utilisées par la Communauté urbaine de Bordeaux par du perchlorate d'ammonium pose la question de la nécessité d'intégrer, dans les scénarios du SAGE, un besoin en capacité de production supplémentaire pour faire face à l'aléa et garantir la continuité du service de l'eau potable.

Besoins en prélèvement :

Les besoins futurs en prélèvement à prendre en considération dans les scénarios (y compris les ressources non concernées par le SAGE) :

- différent bien entendu selon la politique d'économie d'eau prise en compte,
- intègrent la prospective d'augmentation de population réalisée par l'INSEE,
- ne prennent pas en compte le scénario particulier de l'« agglomération millionnaire » qui sera traité plus loin.

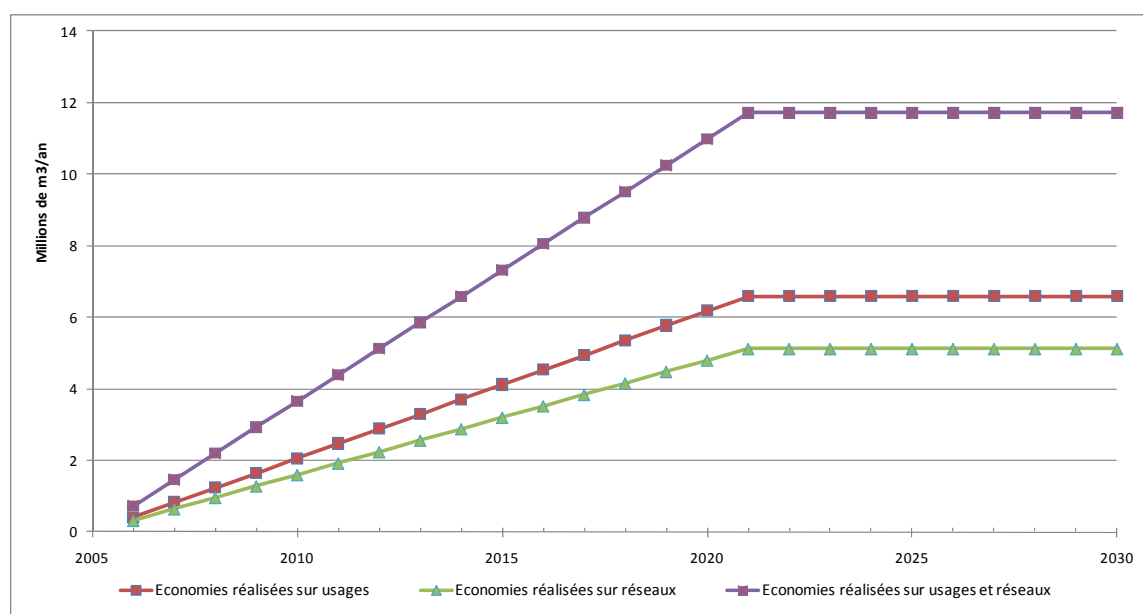


Illustration 12 : Hypothèses d'économie d'eau pour l'AEP (SMEGREG)

Ces hypothèses amènent aux résultats suivants :

	Volume 2005	Volume 2021	Volume 2030	Différentiel 2005-2021	Différentiel 2005 et 2030
Hypothèse 1 : tendanciel	123 194 157	136 464 813	143 596 705	13 270 656	20 402 548
Hypothèse 2 : tendanciel avec économies d'eau sur usages	123 194 157	129 871 546	137 003 438	6 677 389	13 809 281
Hypothèse 3 : tendanciel avec économies d'eau sur réseaux	123 194 157	131 345 740	138 477 631	8 151 583	15 283 474
Hypothèse 4 : tendanciel avec économies d'eau usages et réseau	123 194 157	124 752 473	131 884 364	1 558 316	8 690 207
Economies réalisées sur réseaux		5 119 073	5 119 073	5 119 073	5 119 073
Economies réalisées sur usages		6 593 267	6 593 267	6 593 267	6 593 267
Economies réalisées sur usages et réseaux		11 712 340	11 712 340	11 712 340	11 712 340

Illustration 13 : Prélèvements AEP à 2030 selon différents scénarios d'économies d'eau (en m³) (SMEGREG)

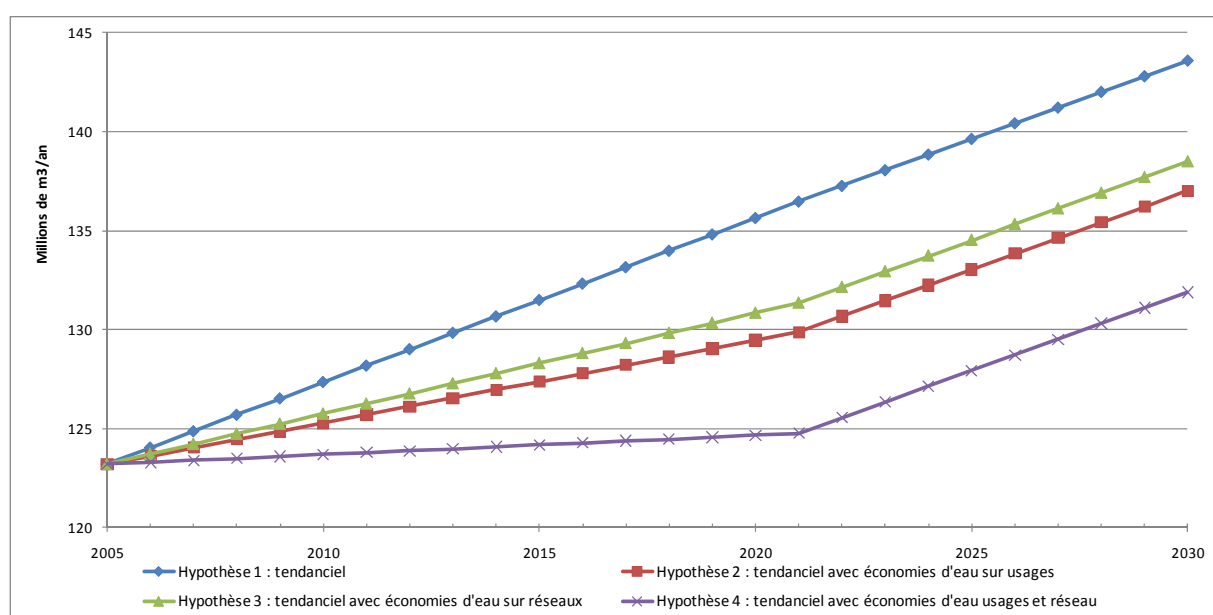


Illustration 14: Hypothèses de prélèvements pour l'AEP (SMEGREG)

La cassure de pente de l'illustration 15 dans l'évolution des prélèvements pour les hypothèses 2, 3 et 4 s'explique par le fait que les objectifs d'économie d'eau ont été considérés comme atteints en 2021 et ne produisent plus d'effet par la suite alors que l'augmentation de population continue.

D'ici à 2030, les estimations faites conduisent aux chiffres clefs suivants :

- les besoins supplémentaires liés à l'évolution de la population prévisible de l'INSEE entre 2005 et 2030 seraient de 20,4 millions de m³/an;
- 5,1 millions de m³/an de prélèvements en moins pourraient être obtenus par réduction des pertes sur les réseaux AEP (dont la moitié pour la CUB) ;
- à minima 6,6 millions de m³/an de prélèvements en moins pourraient être obtenus par économie d'eau sur les usages ;
- et donc si l'on réalise des économies d'eau sur les usages et réseaux, les besoins supplémentaires sont de 11,7 millions de m³/an.

Il faut noter qu'en retenant ces hypothèses, le groupe de travail de la CLE a retenu une baisse réaliste, et qu'on est quasiment certain d'atteindre (baisse de 0,8 % par an entre 2008 et 2021 des consommations d'eau).

Besoins supplémentaires pour une « Agglomération millionnaire »

Nous avons vu au chapitre 1.2.1 que le scénario dit « Agglomération millionnaire » représente sur le territoire de la CUB et par rapport aux prévisions INSEE, un différentiel de 107 735 habitants entre 2006 et 2030, soit 69 284 habitants entre 2006 et 2021.

Cette population majorée représente un besoin nouveau à 2021 :

- de $69\,284 \times 88,1 = 6,1$ millions de m³/an en supposant que les nouveaux arrivants ne réalisent pas d'économies d'eau,
- de $69\,284 \times 78,7 = 5,4$ millions sinon (cas le plus probable car la croissance de la CUB se ferait par des logements neufs et plutôt en collectif).

Et un besoin nouveau à 2030 :

- de $107\,735 \times 88,1 = 9,5$ millions de m³/an en supposant que les nouveaux arrivants ne réalisent pas d'économies d'eau,
- de $107\,735 \times 78,7 = 8,5$ millions sinon.

Toute la question est de savoir dans quelle mesure cette croissance de l'agglomération se fera, au moins pour partie, au détriment de sa périphérie. Il n'existe pas d'élément permettant de quantifier ce phénomène, qui ne s'observe pas, bien au contraire, pour l'instant.

On retiendra donc un besoin nouveau en prélèvement d'environ 9 millions de m³/an supplémentaire pour un scénario dit « Agglomération millionnaire » tel que défini précédemment.

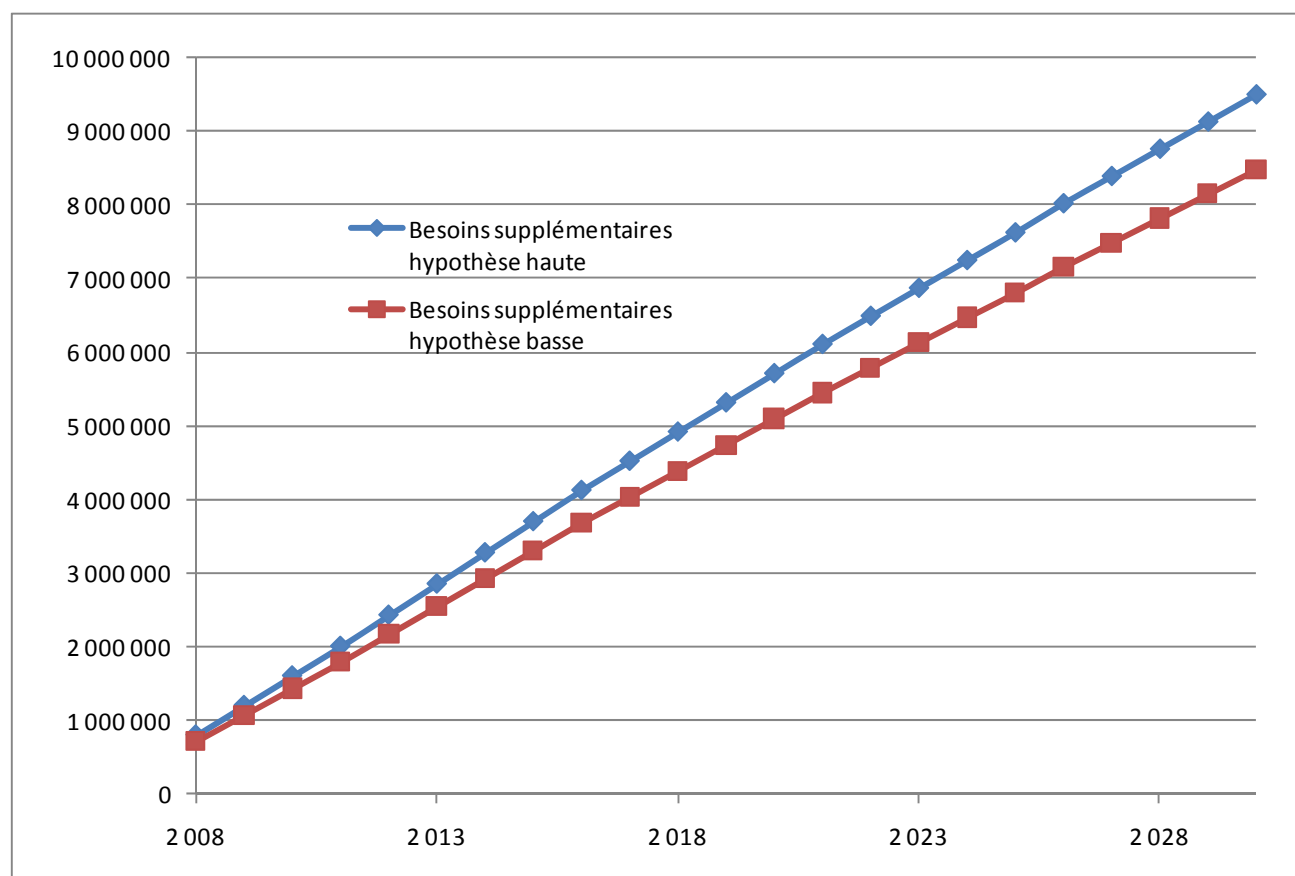


Illustration 15: Evaluation des besoins supplémentaires au scénario « Agglomération millionnaire » par rapport au scénario INSEE (SMEGREG)

I.2.5 Evaluation des besoins futurs pour les autres usages

Historique des prélèvements pour les autres usages

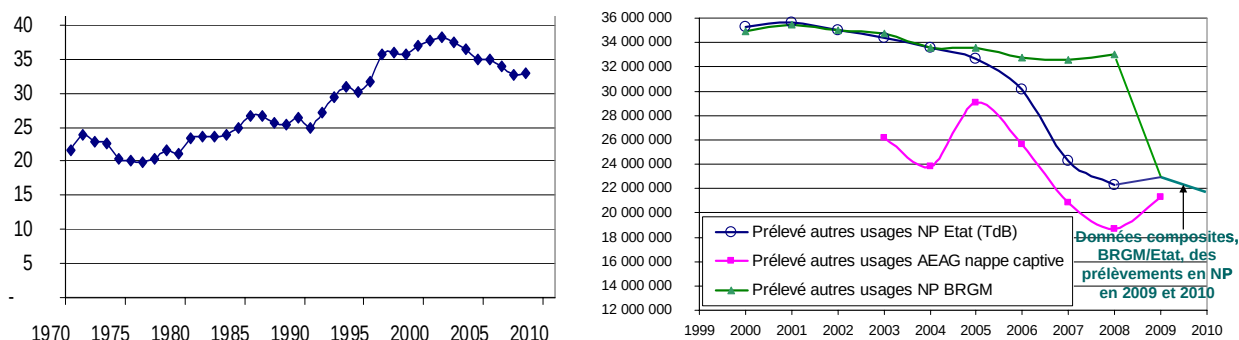


Illustration 16 : Evolution des prélèvements dans les nappes profondes pour les usages autres que l'eau potable : en m³/an par habitant (source BRGM) et en m³/an (sources : BRGM, Etat, composite Etat/BRGM, AEAG)

Ce sont les données du BRGM qui fournissent la plus longue chronique de données de prélèvements. Sur la base de ces données, il apparaît que, pour les usages autres que l'eau potable, l'évolution des prélèvements ont connu trois phases d'évolution :

1. légère augmentation voire stagnation entre 1970 et 1990 ;
2. augmentation plus importante entre 1990 et 2001 ;
3. baisse depuis 2001.

Pour la période 2000 à 2008 au moins, les volumes agricoles représentent environ 70% des volumes des « autres usages ». Jusqu'en 2004, à défaut de données, c'étaient les volumes figurant dans les autorisations de prélèvement qui étaient pris en compte par le BRGM pour estimer les prélèvements agricoles. Depuis, la Chambre d'Agriculture a procédé à une enquête détaillée sur les données 2004 à 2006. Puis suite à une campagne de recueil de données, de nombreux agriculteurs ont déclarés à l'Etat leurs volumes prélevés en 2009 et 2010. Comme l'illustre les données « composites Etat/BRGM » du graphique précédent, les volumes effectivement prélevés au cours de ces années sont inférieurs aux valeurs utilisées auparavant. Pour les autres usages, l'ensemble des données converge pour les années 2009 et 2010. Cette convergence repose cependant sur une campagne de recueil de données ponctuelle.

Dans ce contexte, et compte tenu du faible nombre de données a priori fiables, il est plus difficile d'appréhender la baisse récente des prélèvements pour autres usages :

- une part de cette baisse (environ 1 Mm³/an en 2008) est liée aux substitutions rendues possibles par le service d'eau industrielle de la CUB sur la Presqu'île d'Ambès mis en service en 2003 ;
- une autre part de cette baisse est liée à l'impact sur les prélèvements agricoles des conditions climatologiques favorables des années 2007 à 2010.

Prospectives des prélèvements pour les autres usages

Prélèvements agricoles

Compte tenu de ce qui précède, de la connaissance précise des volumes effectivement prélevés de 2004 à 2006 (étude Chambre d'Agriculture) et du fait que les années 2005 et 2006 étaient relativement chaudes, il a été considéré comme pertinent de reporter la moyenne des prélèvements agricoles 2004-2005-2006.

Industriels et autres :

Compte tenu du fait que les prélèvements sont restés sensiblement stables entre ces deux dates, il a été considéré comme pertinent de reporter la moyenne 2002-2007.

1.3 Réductions des prélèvements pas substitutions de ressources

La substitution consiste à produire de l'eau pour à la fois satisfaire des besoins nouveaux et, en priorité, réduire les prélèvements dans une ressource dont le bon état n'est pas garanti (déficit global ou mauvais état piézométrique local).

L'étude menée par le BRGM pour le SMEGREG intitulée « Atlas des zones à risques-phase 2 » a montré qu'il était nécessaire, pour maîtriser le phénomène de dénoyage qui affecte la nappe de l'Oligocène en périphérie de l'agglomération, de diminuer de 4 millions de m³/an les prélèvements réalisés dans les environs de Saucats et de Mérignac.

L'objectif de réduction des prélèvements étant déjà fixé pour l'Oligocène, la question principale porte sur le volume de substitution nécessaire pour garantir un bon état de l'Eocène.

La question est délicate car les modèles hydrogéologiques ne sont pas en mesure d'apporter directement la réponse à la question « Quel est le volume maximum prélevable dans un aquifère ? ».

En effet, l'état d'une nappe dépend non seulement des volumes qu'on y prélève mais aussi de la répartition spatiale des prélèvements.

En revanche, les modèles mathématiques permettent de calculer des flux et des piézométries sur la base de scénarios dans lesquels on peut faire varier, entre autres, les conditions climatiques, les volumes prélevés et la localisation des points de prélèvement.

La détermination de volumes maximum prélevables n'est donc pas directe mais se fait par tâtonnement (essais erreurs) sur la base des résultats de simulations de scénarios.

Dans ces scénarios, les volumes prélevés et leur répartition spatiale dépendront bien entendu des substitutions de ressources qu'il convient de préalablement dimensionner.

1.3.1 Possibilités de substitution en fonction des contraintes de desserte

Dans la mesure où il est illusoire de penser que toutes les collectivités qui prélèvent à l'Eocène centre vont pouvoir être approvisionnées en eau de substitution, le choix des solutions de substitution repose sur une analyse technico-économique qui a démontré que la concentration des moyens sur quelques collectivités présentait, à résultat égal pour la ressource, un meilleur rapport coût efficacité.

Le SMEGREG a proposé un scénario technique repris ci-après, qui tient compte de la nécessité, pour respecter le VMPO, de substituer des volumes prélevés à l'Eocène non seulement sur la Communauté urbaine de Bordeaux, mais aussi hors CUB (avec 11 millions de m³/an, la CUB prélève en effet moins que l'objectif de réduction pour l'Eocène).

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Volume prélevé Eocène CUB	9 889 000	12 497 000	10 504 000	8 942 000	12 537 000	14 304 000	10 686 000	13 882 000	11 583 000	9 237 000	9 872 000

Ce scénario technique est un scénario où les trois solutions de substitution connues (Cénomanien Sud Gironde, Eau de Garonne - ré-infiltration et reprise et Oligocène de Sainte Hélène) et validées par la CLE lors de sa réunion du 29 juin 2009 sont mises en service en deux temps.

Etape I : « Cénomanien sud Gironde » :

La mise en service du champ captant doit s'accompagner immédiatement de la connexion de Saint Magne et Cabanac et Villagrains compte tenu de l'impact potentiel du champ captant sur leurs captages.

La canalisation de transfert vers la CUB traversant la commune de Saucats, un piquage alimentera celle-ci. Quant au syndicat de Léognan-Cadaujac, déjà raccordé à l'axe des 100 000 sur lequel aboutira la canalisation amenant les eaux du Cénomanien sud Gironde, il pourra faire l'objet d'une substitution également.

Les syndicats de Carbon-Blanc et de Bouliac pourront ensuite bénéficier d'eau en provenance de la CUB par des interconnexions existantes renforcées.

La commune du Pian Médoc pourra également être alimentée par la CUB afin de lui permettre de respecter les limites de qualité pour le fluor en distribution.

Avec une production du champ captant de 10 millions de m³/an, 95% de rendement, l'étape 1 se traduit par :

- des substitutions à concurrence de 685 000 m³ sur l'Oligocène et 1 738 000 m³ sur l'Eocène hors CUB auxquelles il faut rajouter pour la CUB 2 000 000 m³ sur l'Oligocène et 4 841 000 m³ sur l'Eocène (total 9 264 000 m³) ;
- un coût des aménagements connexes au projet (travaux nécessaires sur les réseaux existants des services de l'eau concernés) de 1,5 M€ HT en enveloppe maximale (estimation 2010) ;
- un coût total de 39,5 M€ HT (estimation 2010).

Etape 2 : « Eau de Garonne, réalimentation et reprise » et « Oligocène de Sainte Hélène » :

La géométrie de mise en œuvre de cette étape (volumes produits, ordre de mise en œuvre des deux solutions) et son échancier ne sont pas précisés dans la mesure où la nécessité de le faire dépendra des résultats de la politique d'optimisation des usages et de l'évolution démographique réelle. Ainsi, sauf en cas d'une croissance très forte des besoins, il apparaît que le premier projet de l'étape 2 ne sera utile qu'à partir de 2022.

Toutefois, pour ce qui est de l'étude des volumes maximum prélevables, une mise en œuvre anticipée dans les scénarios simulés permet de mieux apprécier l'impact de ces projets de substitution au terme des simulations.

Compte tenu de l'arrivée d'eau de substitution supplémentaire sur la CUB, celle-ci pourra comme en étape 1 faire transiter cette eau jusqu'à Carbon-Blanc mais ceci nécessitera cette fois-ci la création de nouvelles infrastructures. Il deviendra alors possible d'alimenter le syndicat de Bonnetan par ses interconnexions actuelles et prévues avec Carbon-Blanc.

Du point de vue pratique, la mise en service du projet « Eau de Garonne, ré-infiltration et reprise » permettrait de desservir les syndicats sur le trajet de la canalisation de transfert : SIAEP AR.PO.CA.BE. et SIAEA de Saint Selve. Quant au syndicat de la Brède, il pourrait être desservi par une interconnexion sur la ligne des 100 000, en aval de sa connexion avec la canalisation de transfert.

Pour champ captant "Oligocène de Saint Hélène" est d'emblée prévue, au titre des mesures compensatoires, la desserte des services dont les captages seraient impactés (Saint Hélène et SIAEP de Saumos-Le Temple). La canalisation de transfert vers la CUB traversant son territoire, le syndicat de Castelnau-Médoc serait également desservi, au moins pour alimenter la commune de Salaunes.

Avec une production des champs captant de 15 millions de m³/an et 95% de rendement, l'étape 2 se traduit par :

- des substitutions annuelles à concurrence de 900 000 m³ sur l'Oligocène, 200 000 m³ au Crétacé et 2 600 000 m³ sur l'Eocène hors CUB auxquelles il faut rajouter pour la CUB 1 000 000 m³ sur l'Oligocène et 9 470 000 m³ sur l'Eocène (total 14 170 000 m³) ;
- un coût des aménagements connexes au projet de 3,7 M€ HT au maximum (estimation 2010) ;
- un coût total de 56,5 M€ HT (estimation 2010).

Le tableau récapitulatif est le suivant :

volumes annuels couverts en m3					
Collectivité	Volume produit en 2005 (m ³)	Etape 1		Etape 2	
		% des besoins 2005	soit en m ³	% des besoins 2005	soit en m ³
Saint Magne	50 738	154%	78 000	0%	
Cabanac Villagrains	111 000	142%	158 000	0%	
Saucats	139 191	133%	185 000	0%	
Léognan Cadaujac	982 610	51%	500 000	0%	
Carbon Blanc	4 646 849	23%	1 050 000	22%	1 000 000
Bouliac	950 676	46%	438 000	0%	
Le Pian	370 748	67%	250 000	0%	
CUB	57 650 737	12%	6 841 000	18%	10 470 000
Bonnetan	1 368 000	0%		58%	800 000
ArPoCaBe	461 469	0%		130%	600 000
La Brède	820 798	0%		110%	900 000
Saint Selve	315 805	0%		63%	200 000
Saumos le Temple	54 367	0%		55%	30 000
Sainte Hélène	125 462	0%		40%	50 000
Castelnau Médoc	693 766	0%		29%	200 000
Total	68 742 216		9 500 000		14 250 000

Illustration 17 : Volumes produits (VI) et livrés aux collectivités dans le scénario technique retenu (SMEGREG)

Ce scénario prévoit donc :

- de prélever 25 Mm³/an avec trois nouveaux pôles de production dimensionnés à minima : 10 Mm³/an pour le Cénomaniens sud Gironde, 10 Mm³/an pour Eau de Garonne - ré-infiltration reprise et 5 Mm³/an pour l'Oligocène de Saint Hélène ;
- de fournir pour 23,75 Mm³/an d'eau aux collectivités ;
- de substituer 23,2 Mm³/an selon le tableau récapitulatif suivant (certains volumes ne correspondent pas à des substitutions au sens du SAGE car la ressource qu'ils soulagent n'est pas déficitaire).

Etape 1		Eocène	Oligocène	Somme
	CUB	4 841 000	2 000 000	6 841 000
	Hors CUB	1 738 000	685 000	2 423 000
Etape 2				
	CUB	9 470 000	1 000 000	10 470 000
	Hors CUB	2 600 000	900 000	3 500 000
Total				
	CUB	14 311 000	3 000 000	17 311 000
	Hors CUB	4 338 000	1 585 000	5 923 000
	Somme	18 649 000	4 585 000	23 234 000

Illustration 18 : Volumes substitués au sens du SAGE par le scénario de substitution (en m³/an) (SMEGREG)

Le scénario technique décrit ci avant permet donc plus de substitutions qu'inscrit dans le SAGE approuvé en 2003 (23,2 Mm³/an contre 15 Mm³/an) mais les références temporelles sont totalement différentes :

- la première version du SAGE fixait des volumes à économiser et à substituer en prenant en compte une croissance de population modérée entre 1996 et 2013,
- le document présent travaille sur des tendances entre 2005 et 2030.

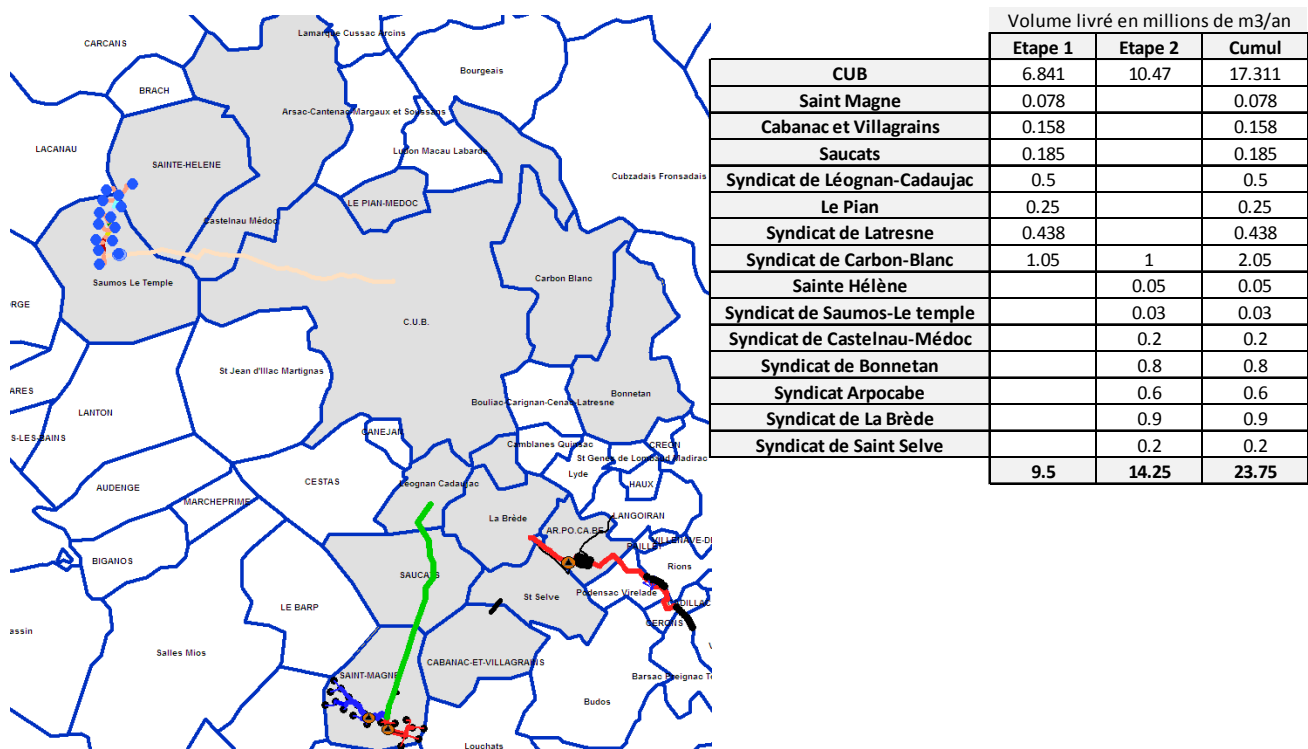


Illustration 19 : Cartographie des solutions et collectivités concernées par les substitutions.

Par ailleurs, ce scénario ne prévoit pas de résoudre les problèmes identifiés suivants :

- excès de Fluor sur le syndicat de Margaux ;
- problèmes de quantité sur le syndicat de Saint Jean d'Ilac-Martignas ;
- l'utilisation par dilution éventuelle du forage de Bouliac gendarmerie ;

A noter que la mise en œuvre de ce scénario repose sur une optimisation générale à l'échelle de la Gironde de la mise en œuvre de nouvelles ressources. Ainsi il est économiquement plus intéressant d'utiliser les capacités de transfert de la communauté urbaine que de multiplier les substitutions de faible importance, ce qui signifie que bon nombre de services pourront continuer à s'approvisionner sur leurs forages (et les refaire à l'identique si nécessaire).

2 Description des scénarios simulés dans le MONA

Comme cela a déjà été indiqué, la détermination de volumes maximum prélevables n'est pas directe mais se fait par tâtonnement sur la base des résultats de simulations de scénarios.

Ces simulations permettent de juger de l'impact du scénario considéré sur les deux dimensions à prendre en considération pour juger de l'état d'une ressource en eau souterraine captive, à savoir d'une part le bilan, et en particulier la variation des réserves, et d'autre part la piézométrie notamment sur les zones à enjeux.

2.1 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" adoptée par la CLE, 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 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 avals suffisants pour ne pas empêcher l'atteinte ou le maintien du bon état pour ces milieux."*

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.

Le calcul étant bien entendu réalisé maille par maille, la variation des réserves sur une partie du réservoir correspond donc à la somme des variations unitaires sur chacune des mailles concernées. De ce fait, l'aire d'extension sur laquelle porte l'analyse est déterminante, notamment lorsque, comme c'est le cas pour le SAGE Nappes profondes de Gironde, certains réservoirs s'étendent bien au-delà du territoire sur lequel s'applique le SAGE.

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).

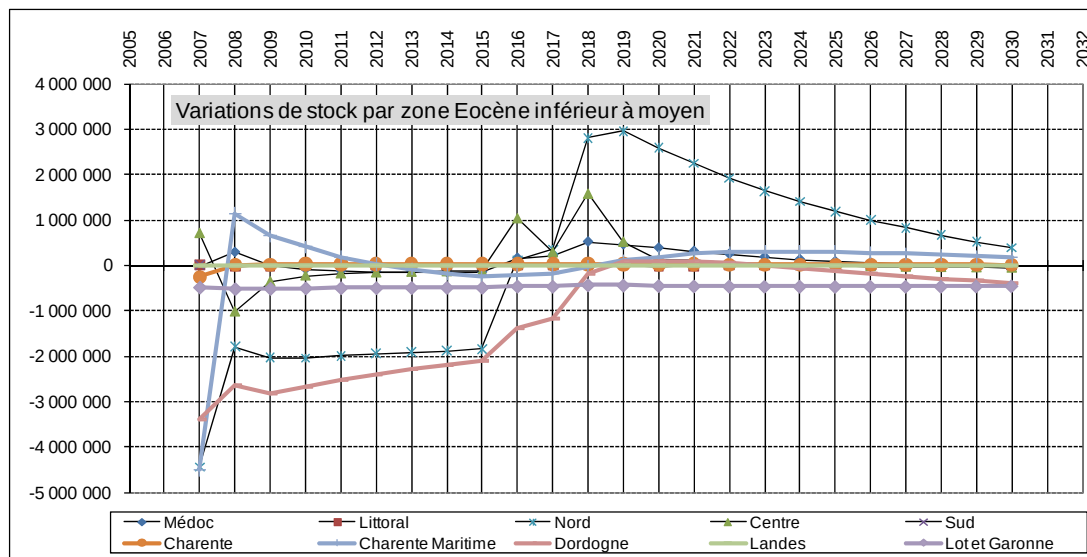


Illustration 20 : Exemple des variations de stock calculées pour un même réservoir et différentes zones

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.

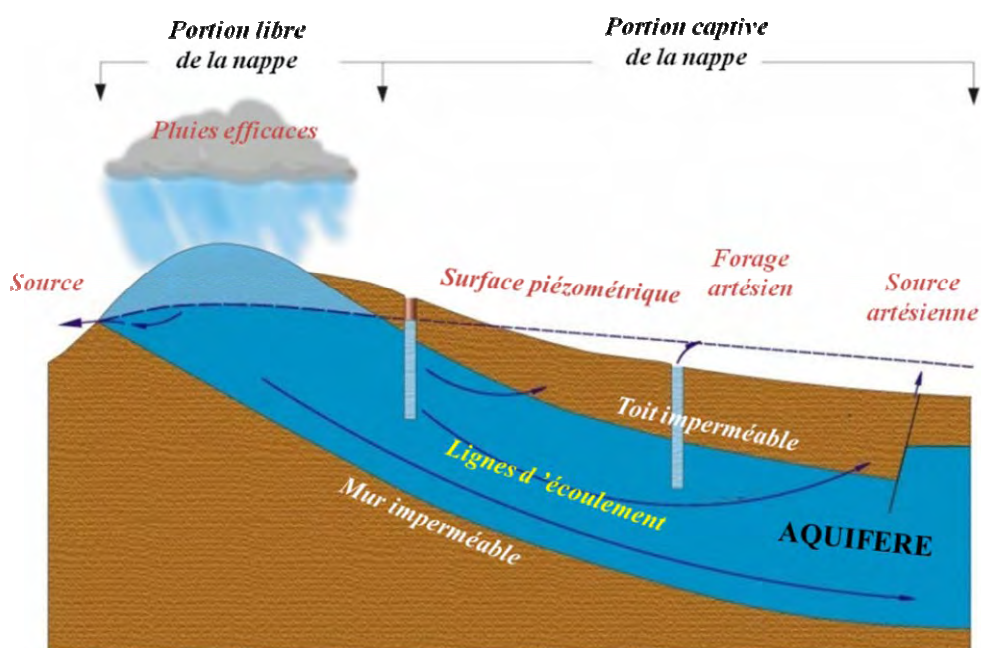


Illustration 21 : Surface piézométrique d'une nappe libre ou captive (Pelissier-Hermitte)

Comme en matière de topographie, il est possible de dresser des cartes d'égale pression au sein de la nappe. Les courbes isopièzes ainsi tracées sont aux cartes piézométriques ce que les courbes de niveau sont aux cartes topographiques, l'eau s'écoulant toujours selon la ligne de plus grande pente des points d'altitudes les plus élevées vers les points bas.

Compte tenu de la variabilité dans le temps des niveaux d'eau dans les nappes, une carte piézométrique est toujours tracée pour une date donnée à partir de mesures réalisées sur une brève période de temps ou, dans le cas d'un modèle, calculée à une échéance précise.

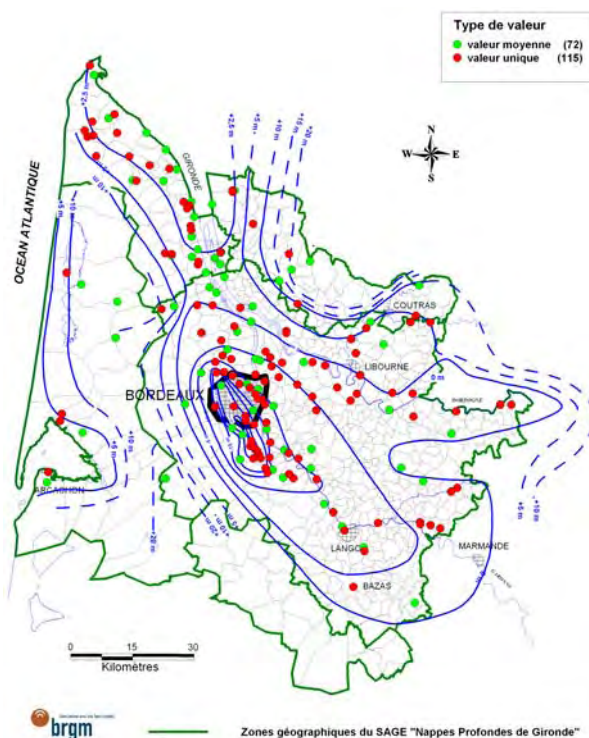


Illustration 22 : Exemple de carte piézométrique et courbes isopièzes pour l'Eocène

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.

Dans l'illustration ci-après, cette comparaison entre les niveaux piézométriques calculés en 2007 et 2030 permet de distinguer :

- en couleurs chaudes les zones où la piézométrie s'est abaissée entre ces deux années (diminution de la réserve dans chaque maille) ;
- en couleurs froides, les zones où les pressions ont augmentées (augmentation du stock dans chaque maille).

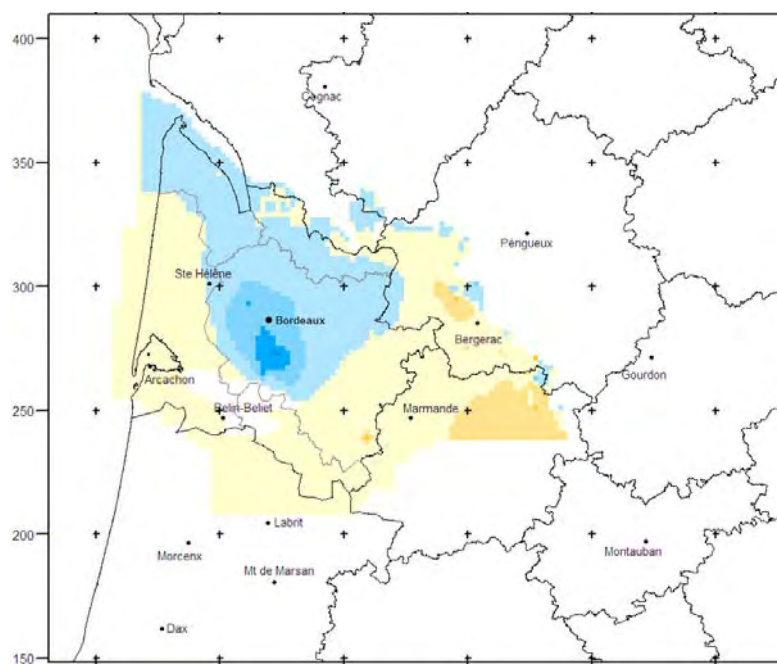


Illustration 23 : Impact piézométrique d'un scénario sur l'Eocène : en couleur chaude les zones de baisse piézométrique, en couleurs froides les zones de remontée (en m)

2.2 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 six 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 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.

2.2.1 Scénario 1 (scénario 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.

2.2.2 Scénario 2 :

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 les économies d'eau réalisées sur les usages (-6,7 %) et les

réseaux (cf. 1.2.3.). En parallèle, plusieurs solutions de substitutions sont mises en œuvre, en prenant des fourchettes hautes (mais réalistes) pour leurs capacités :

Dans le sud Gironde la réalisation d'un parc de 20 forages, opérationnels en 2013, exploitant l'aquifère du Cénomaniens à hauteur de 12 millions de m³/an, permettait par des substitutions de :

- 4 millions de m³/an à l'Oligocène sur les secteurs à risque de dénoyage (cf. travaux réalisés pour l'élaboration de l'Atlas des zones à risques - phase 2) ;
- 6 millions de m³/an à l'Éocène sur les forages de la CUB (diminutions appliquées de manière homogène) ;
- 2 millions de m³/an à l'Éocène dans des forages des syndicats de Carbon-Blanc , de Bouliac-Carignan-Cénac-Latresne et de Bonnetan.

Pour Sainte-Hélène, la mise en œuvre en 2016 d'un parc de 8 forages, captant l'aquifère de l'Oligocène à près de 6 millions de m³/an permettrait les substitutions suivantes :

- 2 millions de m³/an à l'Éocène sur les forages de la CUB (diminutions appliquées de manière homogène qui s'ajoutent aux substitutions appliquées en 2013) ;
- 2 millions de m³/an à l'Éocène dans des forages du syndicat de Carbon-Blanc ;

et laisserait un reliquat de 2 millions non affectés qui pourraient permettre de faire face à une croissance démographique supérieure à la tendance INSEE ou à compenser des économies d'eau non réalisées.

La dernière solution de substitution prise en compte correspond au projet "Eau de Garonne – ré-infiltration et reprise". Cette solution permettrait de produire près de 12 millions de m³/an à partir de 2019. Toutefois, ce volume ne se traduit pas par des substitutions et serait disponible pour une croissance supérieure à la tendance INSEE ou des économies d'eau non réalisées.

L'introduction dans les scénarios d'infrastructures "de substitution" qui ne se traduisent pas par des substitutions effectives mérite une explication. En effet, ces simulations permettent aussi d'analyser la réponse du milieu à ces sollicitations. Dans le cas de "Eau de Garonne – ré-infiltration et reprise" par exemple, la reprise dans l'aquifère oligocène est supérieure de 1,5 millions de m³/an à la quantité d'eau qui y serait infiltrée et l'impact doit en être quantifié.

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.

2.2.3 Scénario 3 :

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 les économies d'eau réalisées sur les usages (mais à 50 % seulement soit -3,3 %) et les réseaux (cf. 1.2.3.). Les solutions de substitution mises en œuvre présentent des capacités plus faibles que dans le scénario 2.

Le champ captant "sud Gironde", opérationnel en 2013, permettrait de prélever près de 10 millions de m³/an. Les substitutions seraient réparties de la manière suivante :

- 4 millions de m³/an à l'Oligocène sur les secteurs à risque de dénoyage (cf. travaux réalisés pour l'élaboration de l'Atlas des zones à risques - phase 2) ;
- 5 millions de m³/an à l'Éocène sur les forages de la CUB (diminutions appliquées de manière homogène) ;
- 1 million de m³/an à l'Éocène dans des forages du syndicat de Carbon-Blanc.

Le projet "Eau de Garonne – ré-infiltration et reprise", mis en œuvre en 2020, est dimensionné dans ce scénario à près de 10 millions de m³/an ce qui permettrait de diminuer les prélèvements dans d'autres nappes de la façon suivante :

- 3 millions de m³/an à l'Éocène sur les forages de la CUB (diminutions appliquées de manière homogène) ;
- 3 millions de m³/an à l'Éocène dans des forages des syndicats de Carbon-Blanc, de Bouliac-Carignan-Cénac-Latresne et de Bonnetan ;

et laisserait un reliquat de 4 millions non affectés qui pourraient permettre de faire face à une croissance démographique supérieure à la tendance INSEE ou à compensation des économies d'eau non réalisées.

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.

2.2.4 Scénario 4 :

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 les économies d'eau réalisées sur les usages (-6,7 %) et les réseaux (cf. 1.2.3.). Les solutions de substitution mises en œuvre sont les suivantes :

Le champ captant au Cénomani en sud Gironde, opérationnel en 2016, permettrait de prélever près de 10 millions de m³/an. Les substitutions seraient réparties de la manière suivante :

- 2 millions de m³/an à l'Oligocène sur les secteurs à risque de dénoyage (cf. travaux réalisés pour l'élaboration de l'Atlas des zones à risques - phase 2) ;
- 4,8 millions de m³/an à l'Éocène sur les forages de la CUB (diminutions appliquées de manière homogène) ;
- 265 000 m³/an dans le sud Gironde, dans le secteur de Saint-Magne, Cabanac-et-Villagrains et Saucats (08515X0049, 08512X0026 et 08276X0001) ;
- 500 000 m³/an à l'Oligocène sur le syndicat de Léognan-Cadaujac (08276X0098) ;
- 1 million de m³/an à l'Éocène dans un forage du syndicat de Carbon-Blanc (08037X0453) ;
- 500 000 m³/an à l'Éocène dans un forage du syndicat de Bouliac-Latresne (08273X0262) ;
- 250 000 m³/an à l'Éocène sur deux forages de la collectivité du Pian (08031X0199 et 08032X0331).

Le projet "Eau de Garonne – ré-infiltration et reprise" est dimensionné dans ce scénario à près de 10 millions de m³/an et serait opérationnel en 2018. Il permettrait de diminuer les prélèvements dans d'autres nappes de la façon suivante :

- 850 000 m³/an à l'Oligocène sur les secteurs à risque de dénoyage (cf. travaux réalisés pour l'élaboration de l'Atlas des zones à risques - phase 2) ;
- 6,3 millions de m³/an à l'Éocène sur les forages de la CUB (diminutions appliquées de manière homogène) ;
- 830 000 m³/an à l'Éocène sur deux forages du syndicat de La Brède (08277X0170 et 08277X0215) ;
- 1,3 millions de m³/an à l'Éocène dans des forages du syndicat de Carbon-Blanc (08037X0565 et 0807X0396) ;
- 600 000 m³/an à l'Éocène dans des forages du syndicat de Bonnetan (08034X0031 et 08281X0022) ;
- 150 000 m³/an au Crétacé supérieur dans un forage du syndicat de Saint-Selve (08277X0223) ;

Pour Sainte-Hélène, la mise en œuvre en 2020 d'un parc de 8 forages, captant l'aquifère de l'Oligocène à près de 5 millions de m³/an permettrait les substitutions suivantes :

- 90 000 m³/an à l'Oligocène sur les secteurs à risque de dénoyage (cf. travaux réalisés pour l'élaboration de l'Atlas des zones à risques - phase 2) ;
- 245 000 de m³/an à l'Éocène dans un forage du syndicat de Castelnau-Médoc (07788X0037) ;
- 55 000 m³/an dans un forage oligocène du syndicat de Saumos-Le Temple (08026X0034) ;
- 125 000 m³/an dans un forage oligocène de Sainte-Hélène (08023X0039).

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.

2.2.5 Scénario 5 :

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.

2.2.6 Scénario 6 :

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.

2.2.7 Scénario 7 :

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 suivants sont ainsi été testés dans ce scénario :

- géothermie sur Bordeaux et dans le Médoc pour le Cénomaniens ;
- dans le Médoc, en zone Nord et Sud pour le Campano-Maastrichtien ;
- dans le Médoc et en zone Nord pour l'Eocène ;
- dans la zone Sud et Littoral pour l'Oligocène ;
- Centre et Littoral pour le Miocène.

2.2.8 Scénario 8

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.

2.2.9 Taux d'utilisation des projets de substitutions selon les scénarios :

L'originalité et la complexité des simulations réalisées dans le cadre de la révision du SAGE est qu'elles visent à évaluer l'impact à la fois :

- de variations tendancielle des prélèvements ;
- d'augmentations locales et durables des prélèvements (effet de marche) du fait de la mise en œuvre de nouveaux pôles de production ;
- de réductions localisées des prélèvements par substitution.

Pour évaluer l'impact des mises en service des nouveaux pôles de production et des substitutions qu'elles permettent, il est nécessaire de disposer de durées de simulation suffisamment longues. Cette obligation technique a pour conséquence que dans les scénarios simulés, certaines infrastructures sont mises en service alors que l'accroissement des besoins ne le justifierait pas (dans l'hypothèse d'évolution tendancielle de la population évaluée par l'INSEE).

En conséquence, les capacités de production cumulées des infrastructures mises en service selon des échéanciers propres à chaque scénario ne sont pas toutes utilisées pour des substitutions lors de leur mise en œuvre et même au terme des simulations.

Dans la pratique, compte tenu des enjeux économiques et de l'impact sur le prix de l'eau des projets, une telle anticipation de la mise en service des grands pôles de production sur les besoins n'apporterait rien en matière d'état quantitatif de la ressource.

Ce décalage entre les capacités de production mises en service dans les différents scénarios et les besoins réels en matière de substitution est illustré ci après (pour mémoire, le scénario 1 est un scénario tendanciel sans substitution et le scénario 5 est équivalent au scénario 4 mais avec un contexte climatique plus défavorable).

Il est utile de conserver à l'esprit les dates et volumes simulés, pour l'interprétation des résultats des simulations des différents scénarios.

Remarque : cette surcapacité de substitution pourrait se justifier, le cas échéant, pour sécuriser l'approvisionnement en eau potable dans l'hypothèse d'une défaillance d'un ou plusieurs captages existants (pour cause de pollution durable par exemple).

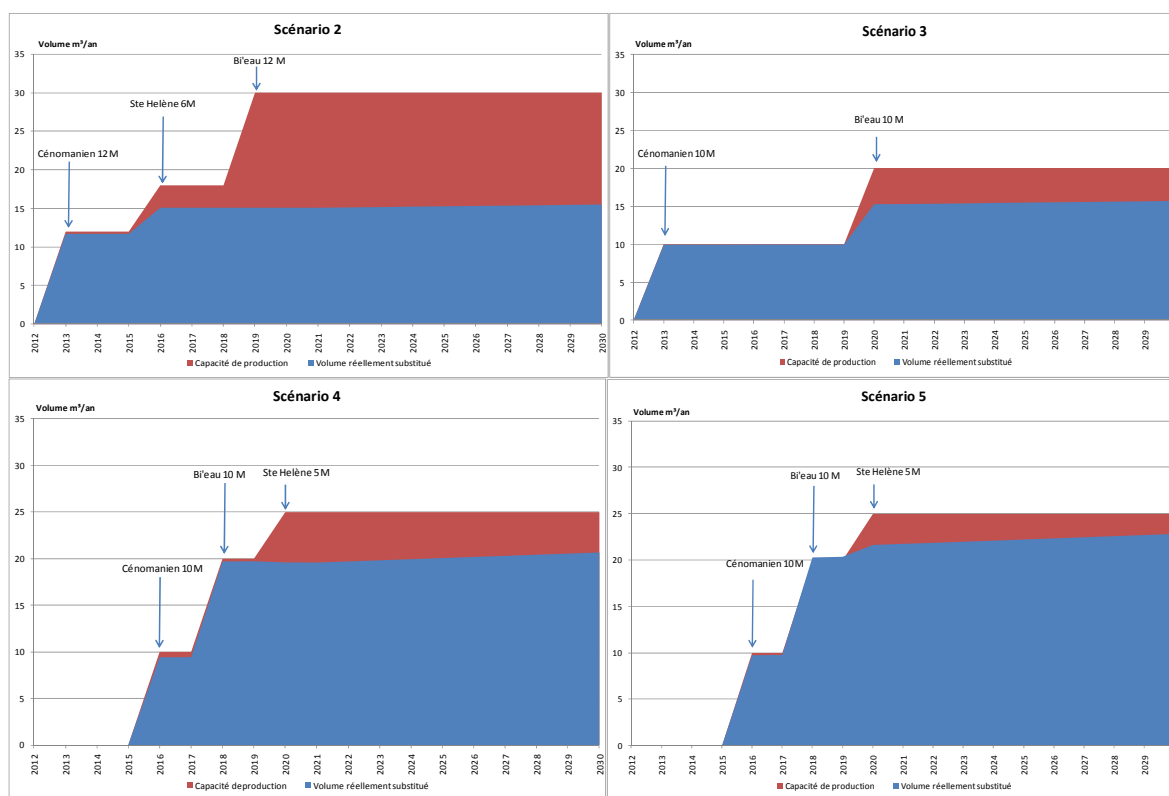


Illustration 24 : Reliquat des capacités de substitution non utilisés selon les scénarios (SMEGREG)

		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5	Scénario 6	Scénario 7
Données de base	Recharge	moyenne 1977-2007	moyenne 1977-2007	moyenne 1977-2007	moyenne 1977-2007	moyenne 1977-2007	moyenne 1997-2007	moyenne 1977-2007
	Économie d'eau sur usages	non	6,7 %	3,3 %	6,7 %	non	6,7 %	6,7 %
	Économie d'eau sur réseau	non	oui	oui	oui	non	oui	oui
Nouvelles ressources	Sud Gironde (Cénomanien)	-	12 000 000 m³/an en 2013	10 000 000 m³/an en 2013	10 000 000 m³/an en 2016	10 000 000 m³/an en 2016	10 000 000 m³/an en 2016	10 000 000 m³/an en 2016
	Sainte-Hélène (Oligocène)	-	6 000 000 m³/an en 2016	-	5 000 000 m³/an en 2018	5 000 000 m³/an en 2018	5 000 000 m³/an en 2018	5 000 000 m³/an en 2018
	Eau de Garonne /Réinfiltration	-	12 000 000 m³/an en 2019	10 000 000 m³/an en 2020	10 000 000 m³/an en 2020	10 000 000 m³/an en 2020	10 000 000 m³/an en 2020	10 000 000 m³/an en 2020
Destinations Substitutions	Éocène CUB	-	6 000 000 m³/an en 2013 et 2 000 000 m³/an en 2016	5 000 000 m³/an en 2013 et 3 000 000 m³/an en 2020	4 800 000 m³/an en 2016 et 6 300 000 m³/an en 2018	4 800 000 m³/an en 2016 et 6 300 000 m³/an en 2018	4 800 000 m³/an en 2016 et 6 300 000 m³/an en 2018	4 800 000 m³/an en 2016 et 6 300 000 m³/an en 2018
	Oligocène CUB	-	4 000 000 m³/an en 2013	4 000 000 m³/an en 2013	2 000 000 m³/an en 2016, 850 000 m³/an en 2018 et 90 000 en 2020	2 000 000 m³/an en 2016, 850 000 m³/an en 2018 et 90 000 en 2020	2 000 000 m³/an en 2016, 850 000 m³/an en 2018 et 90 000 en 2020	2 000 000 m³/an en 2016, 850 000 m³/an en 2018 et 90 000 en 2020
	Carbon-Blanc	-	1 000 000 m³/an en 2013 et 2 000 000 m³/an en 2016	1 000 000 m³/an en 2013 et 2 000 000 m³/an en 2020	1 000 000 m³/an en 2016 et 1 300 000 m³/an en 2018	1 000 000 m³/an en 2016 et 1 300 000 m³/an en 2018	1 000 000 m³/an en 2016 et 1 300 000 m³/an en 2018	1 000 000 m³/an en 2016 et 1 300 000 m³/an en 2018
	Bonnetan	-	500 000 m³/an en 2013	500 000 m³/an en 2020	600 000 m³/an en 2018	600 000 m³/an en 2018	600 000 m³/an en 2018	600 000 m³/an en 2018
	Bouliac -Lastresne	-	500 000 m³/an en 2013	500 000 m³/an en 2020	500 000 m³/an en 2016	500 000 m³/an en 2016	500 000 m³/an en 2016	500 000 m³/an en 2016
	Saint-Magne	-	-	-	30 000 m³/an en 2016	30 000 m³/an en 2016	30 000 m³/an en 2016	30 000 m³/an en 2016
	Cabanac et Villagrains	-	-	-	115 000 m³/an en 2016	115 000 m³/an en 2016	115 000 m³/an en 2016	115 000 m³/an en 2016
	Saucats	-	-	-	120 000 m³/an en 2016	120 000 m³/an en 2016	120 000 m³/an en 2016	120 000 m³/an en 2016
	Le Pian	-	-	-	230 000 m³/an en 2016	230 000 m³/an en 2016	230 000 m³/an en 2016	230 000 m³/an en 2016
	Léognan-Cadaujac	-	-	-	500 000 m³/an en 2016	500 000 m³/an en 2016	500 000 m³/an en 2016	500 000 m³/an en 2016
	Labrède	-	-	-	830 000 m³/an en 2018	830 000 m³/an en 2018	830 000 m³/an en 2018	830 000 m³/an en 2018
	Saint-Selve	-	-	-	150 000 m³/an en 2018	150 000 m³/an en 2018	150 000 m³/an en 2018	150 000 m³/an en 2018
	Saumos-Le Temple	-	-	-	55 000 m³/an en 2020	55 000 m³/an en 2020	55 000 m³/an en 2020	55 000 m³/an en 2020
	Sainte-Hélène	-	-	-	125 000 m³/an en 2020	125 000 m³/an en 2020	125 000 m³/an en 2020	125 000 m³/an en 2020
	Castelnaud-Médoc	-	-	-	245 000 m³/an en 2020	245 000 m³/an en 2020	245 000 m³/an en 2020	245 000 m³/an en 2020

Illustration 25 : Récapitulatif des caractéristiques des différents scénarios

3 Résultats et analyse des simulations

Compte tenu de la technicité du sujet, les conclusions issues de l'analyse des simulations ont été élaborées en concertation avec le groupe d'Experts hydrogéologues auprès de la CLE. Le détail de cette analyse est présenté ici et une synthèse au chapitre 4.

3.1 Analyse générale de la variation des réserves

Remarque : l'analyse se fait ici par défaut à l'échelle de l'emprise du MONA. La première année simulée correspond à 2007 et la simulation est menée jusqu'en 2030.

3.1.1 Analyse générale de l'historique de la variation des réserves

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 ;
 - variation des prélèvements ;
 - impact indirect par drainance.
- que différentes périodes peuvent être identifiées :
 - de 1972 à 1988 : stabilité relative des réserves ;
 - en 1989 et 1991 : diminution des réserves qui affecte 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 longtemps pour certains réservoirs.

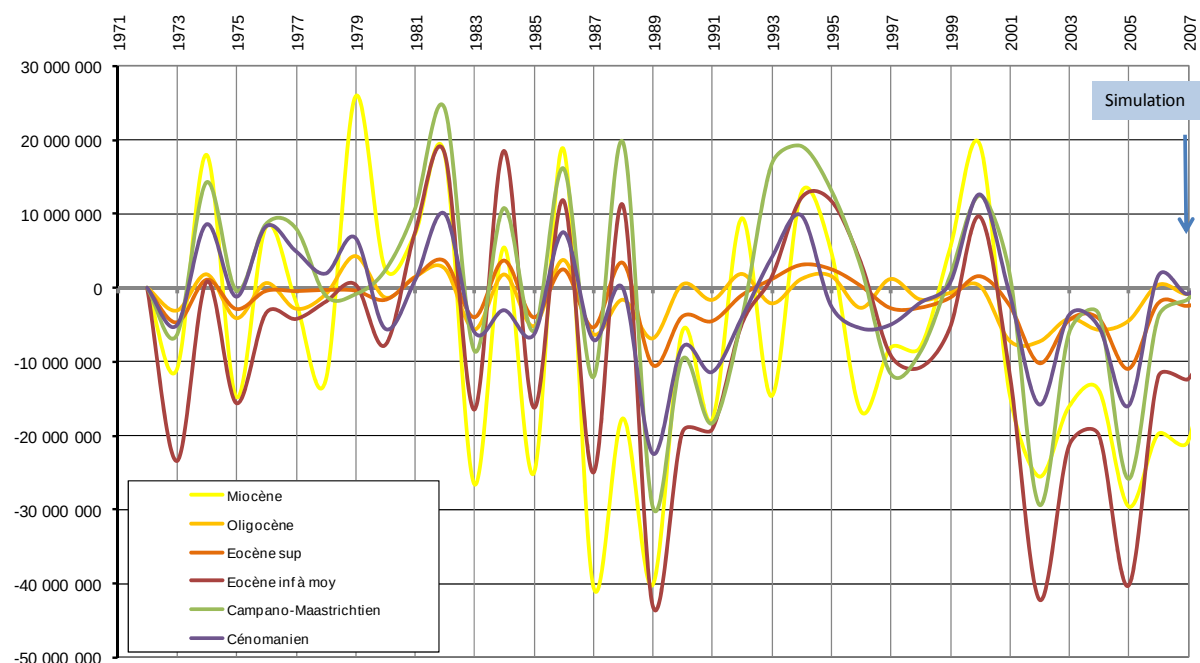


Illustration 26 : Historique de la variation des réserves des principaux aquifères du nord de l'Aquitaine

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.

Néanmoins, des comportements différents apparaissent :

- solde négatif pour le Miocène depuis 1987 et pour l'Oligocène depuis 1989 ;
- solde toujours négatif pour l'Eocène depuis 1972 ;
- solde toujours positif pour le Campano-Maastrichtien depuis 1972 ;
- solde négatif pour 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 (qui ne peut pas s'expliquer par une augmentation des prélèvements - cf. infra).

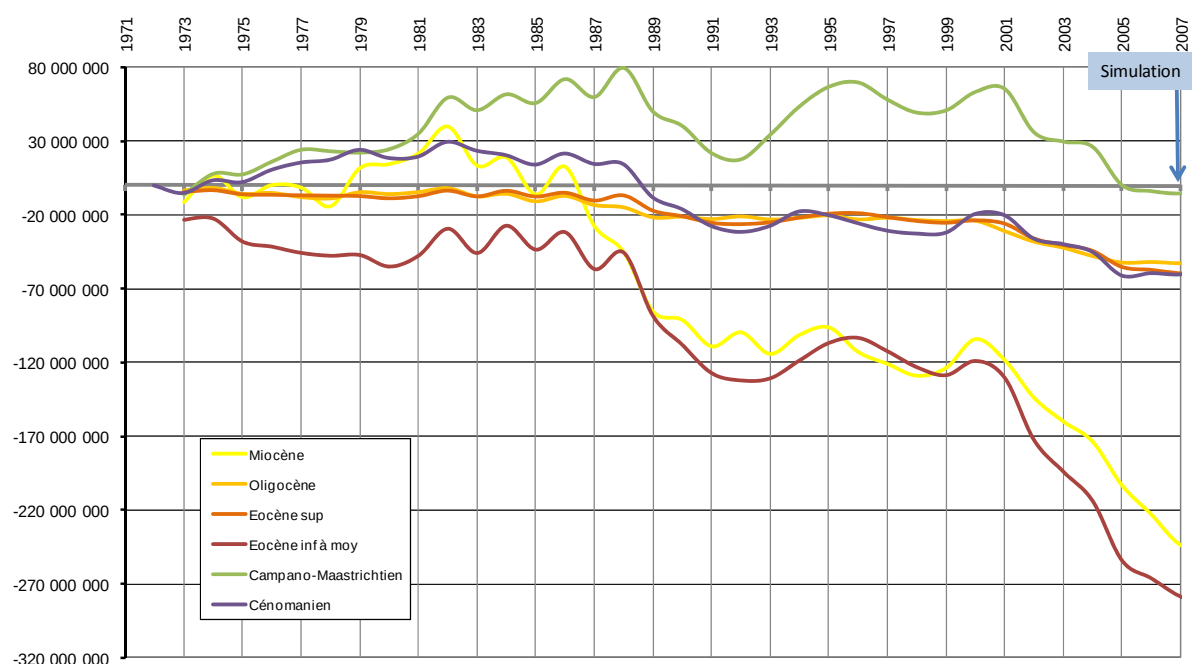


Illustration 27 : Variation cumulée des réserves des aquifères depuis 1972

3.1.2 Analyse de l'historique de la variation des réserves pour chaque aquifère

Aquifère du Cénomanien :

Le solde en cumulé des variations des réserves du Cénomanien est positif de 1974 à 1988. Il devient négatif par la suite mais reste relativement stable de 1991 à 2000 avant de diminuer considérablement de 2001 à 2005 puis de se stabiliser à nouveau.

En 2007, la variation cumulée des réserves s'élevait à :

- -60 Mm³ depuis 1972,
- -40,7 Mm³ depuis 2000.

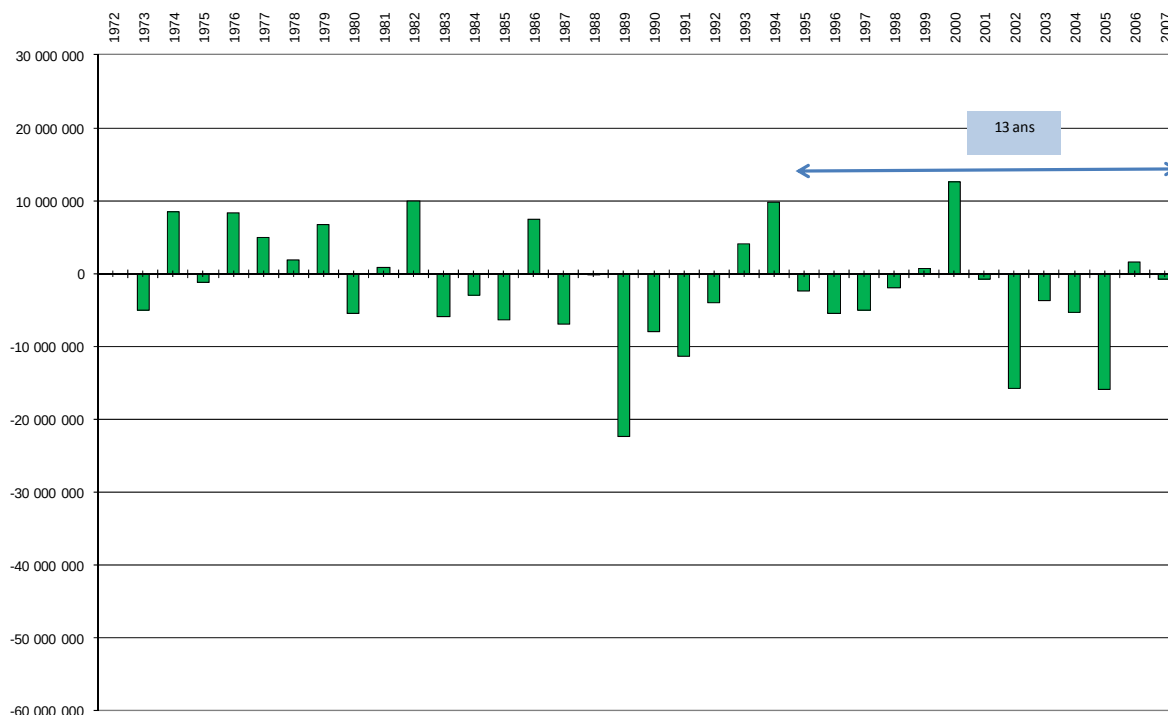


Illustration 28 : Historique de la variation des réserves du Cénomanien

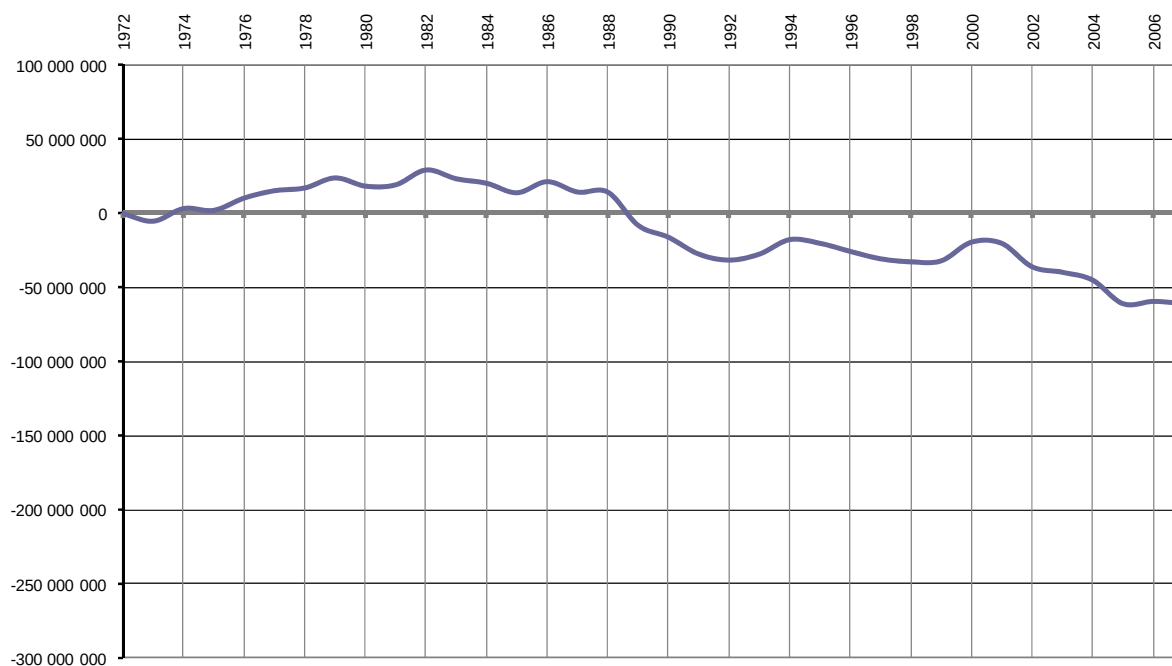


Illustration 29 : Variation cumulée des réserves depuis 1972 pour le Cénomanien

Aquifère du Campano-Maastrichtien :

L'amplitude des variations interannuelles est importante pour le réservoir du Campano-Maastrichtien : de +24,3 à -29,5 Mm³/an.

Ce réservoir présente un comportement atypique dans la mesure où le solde en cumulé des variations de ses réserves est positif de 1974 à 2005.

Comme pour les autres réservoirs, on observe une baisse continue des réserves depuis 2001.

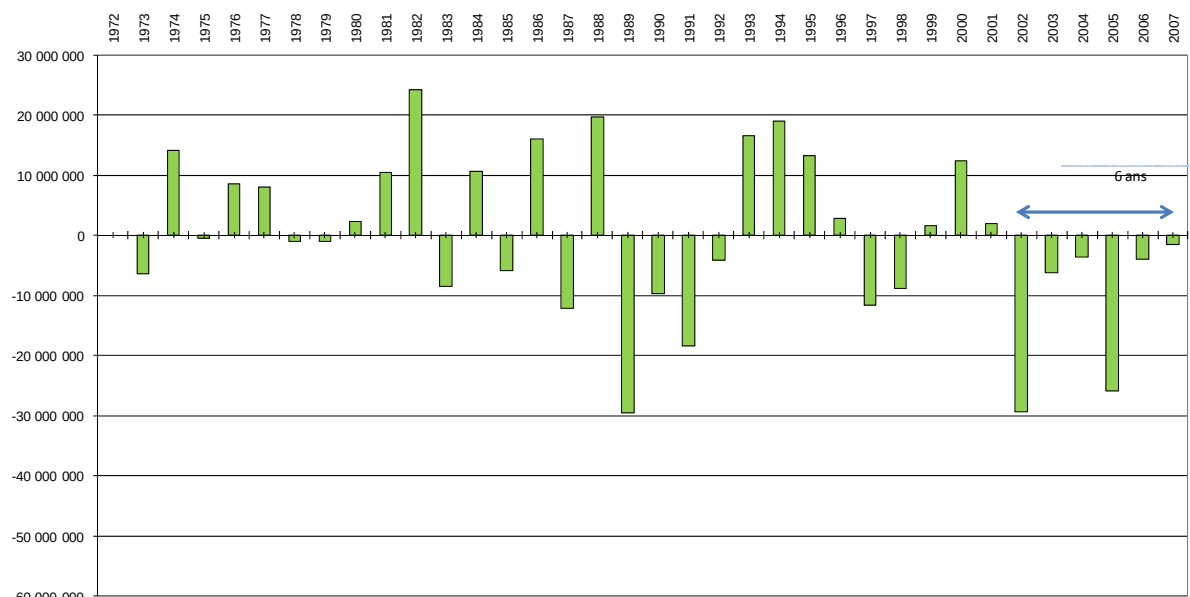


Illustration 30 : Historique de la variation des réserves du Campano-Maastrichtien

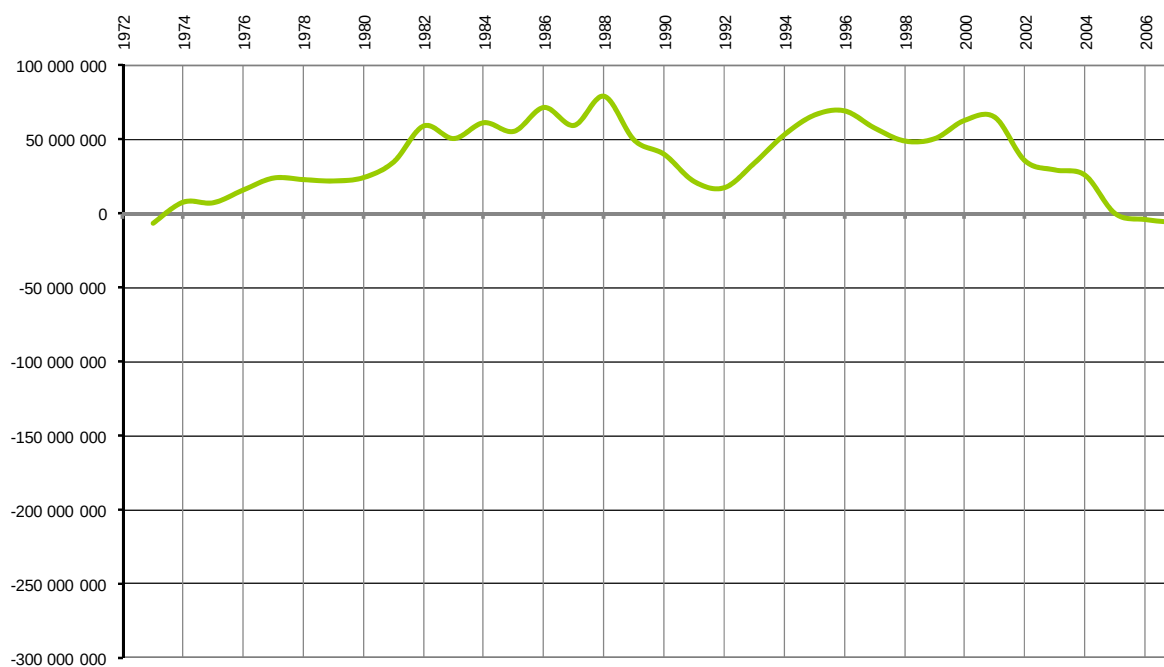


Illustration 31 : Variation cumulée des réserves depuis 1972 pour le Campano-Maastrichtien

Comparativement aux autres nappes, l'amplitude de la variation interannuelle des réserves est la plus faible après celle de l'Oligocène : de +12,6 à -22,3 Mm³/an.

Aquifères de l'Eocène :

C'est le réservoir éocène (inférieur à supérieur) qui présente les plus fortes amplitudes de variation interannuelle des réserves : de +22,3 à -52,3 Mm³/an.

Si l'on excepte l'année 2000, le bilan de l'Eocène présente un solde négatif tous les ans depuis 1997 avec un déstockage moyen 16 Mm³/an (moyenne de 9,4 Mm³/an sur la période 1973-2007).

Les prélèvements se font essentiellement en zone centre, les déstockages sur la périphérie, en Charente maritime, en zone Nord et en Dordogne.

Comme sur les réservoirs précédents, on constate une relative stabilité de la réserve sur la période 1991-2000 puis un déstockage continu et important depuis 2001 malgré une relative stabilité des prélèvements sur cette période.

En 2007, la variation cumulée des réserves pour l'Eocène inférieur à moyen s'élevait à :

- -279 Mm³ depuis 1972,
- -160 Mm³ depuis 2000.

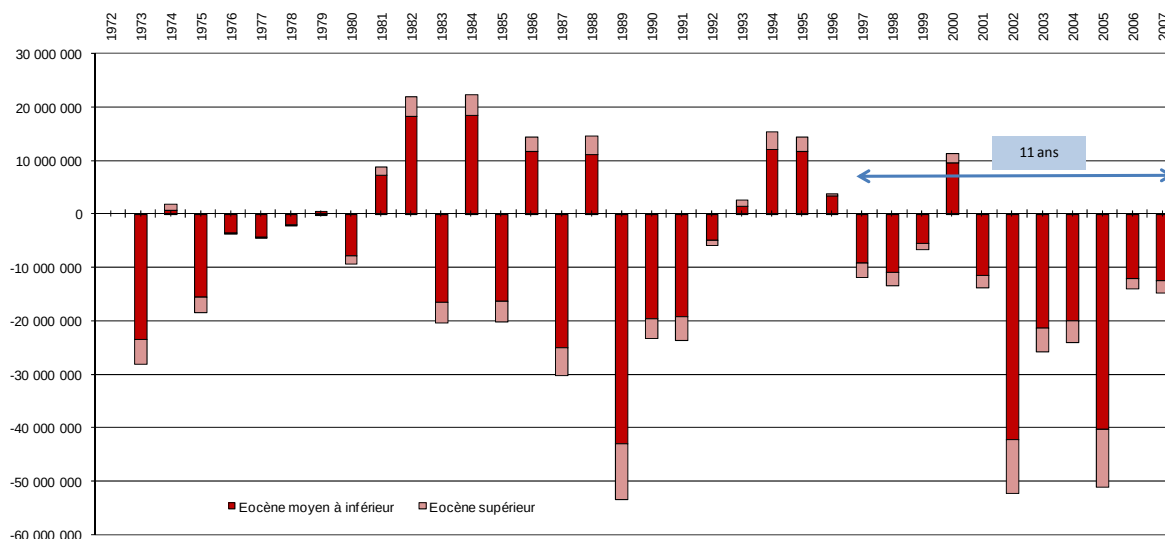


Illustration 32 : Historique de la variation des réserves de l'Eocène

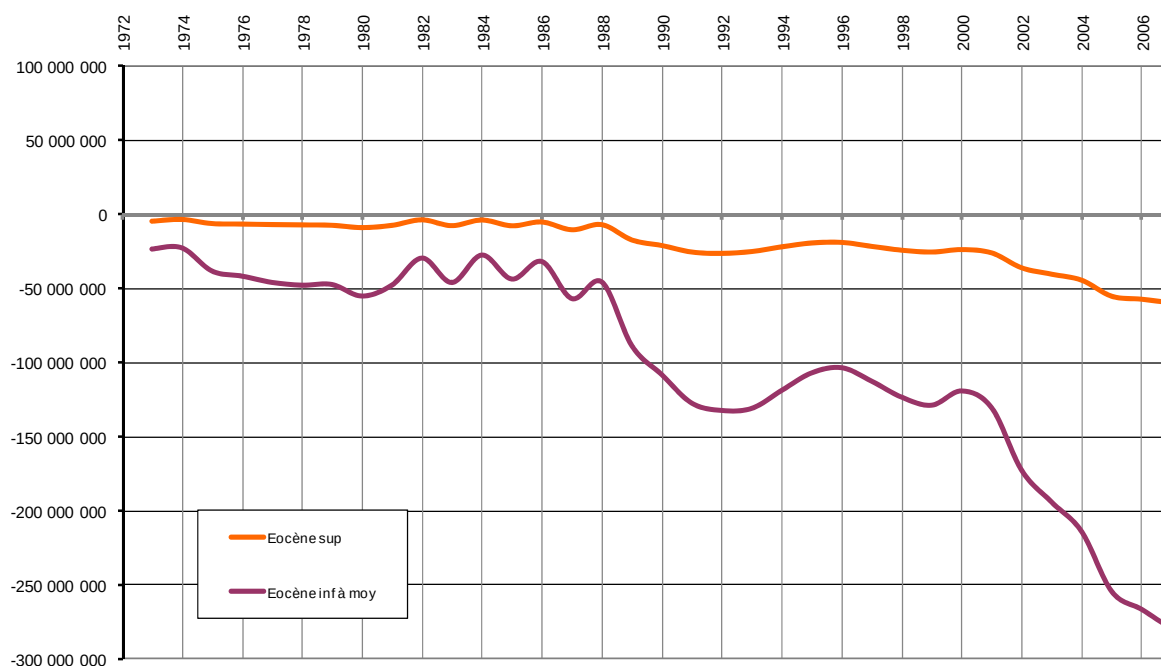


Illustration 33 : Variation cumulée des réserves depuis 1972 pour l'Eocène sup. et l'Eocène inférieur à moyen

Pour l'Eocène supérieur, malgré des prélèvements concentrés pour l'essentiel sur le littoral, les variations de stock se font surtout sur la Dordogne et la zone Nord. Les baisses des réserves peuvent être importantes surtout lorsque l'Eocène inférieur à moyen déstocke lui aussi (1989, 2002, 2005).

Aquifère de l'Oligocène :

A l'inverse, le réservoir de l'Oligocène présente la plus faible amplitude de variation interannuelle des réserves : +4,7 à -7,2 Mm³/an. Cette très faible amplitude traduit une fonction capacitive limitée et une fonction conductrice très élevée.

Après une décennie 1990-2000 globalement équilibrée (solde de -2,3 Mm³), l'Oligocène a connu une période de six années (2000 à 2005) marquée par un déstockage continu de 5,7 Mm³/an (sur la même période -20 Mm³/an pour le Miocène et -33 Mm³/an pour l'Eocène).

Les réserves ne varient que très peu en 2006 et 2007.

En 2007, la variation cumulée des réserves s'élevait à :

- -52,9 Mm³ depuis 1972,
- -29,2 Mm³ depuis 2000.

Avec des prélèvements réalisés principalement en zone centre, les déstockages se font à part égale entre la zone centre et le département des Landes.

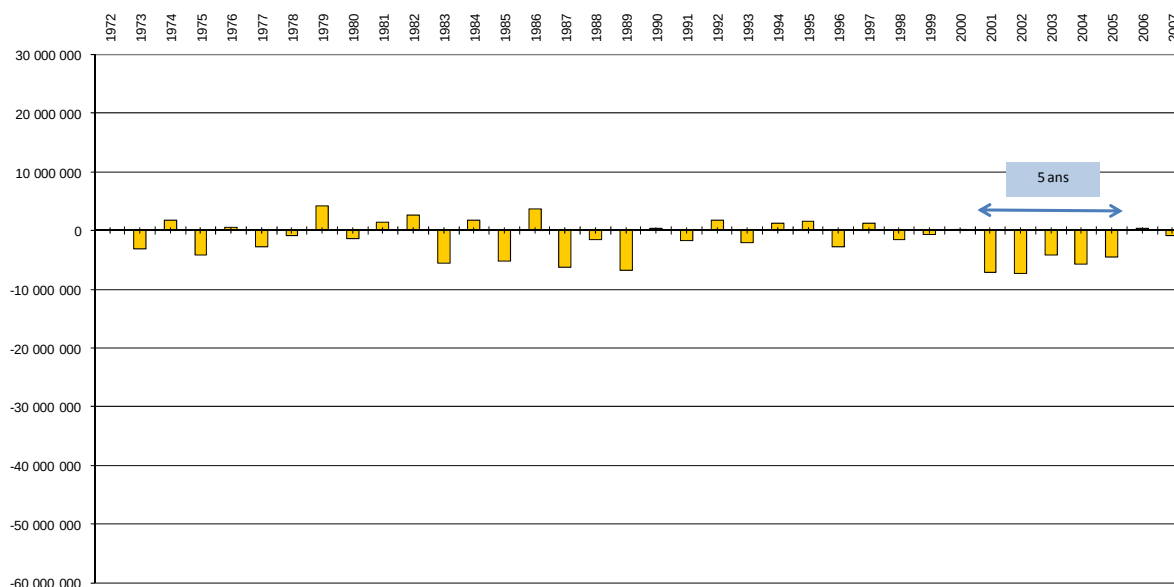


Illustration 34 : Historique de la variation des réserves de l'Oligocène

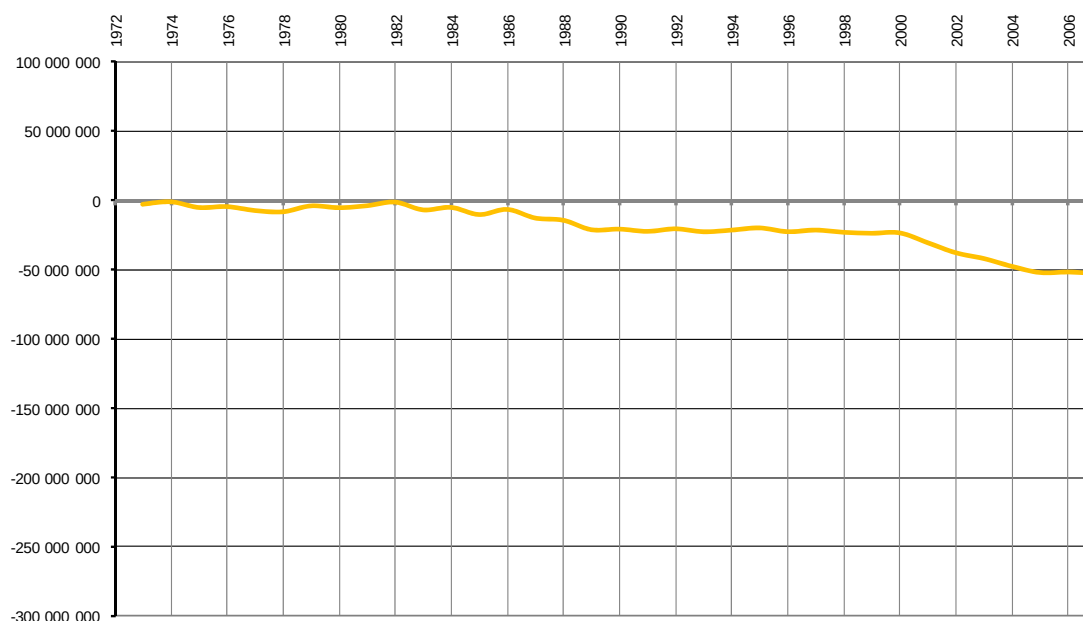


Illustration 35 : Variation cumulée des réserves depuis 1972 pour l'Oligocène

Aquifère du Miocène :

Le réservoir du Miocène présente une large amplitude de variation interannuelle des réserves : de +25,8 à -40 Mm³/an.

Il a connu trois périodes de baisse continue et importante des ses réserves : 1987 à 1991, 1996 à 1998 et 2000 à 2007. Ce phénomène s'explique essentiellement par l'augmentation des prélèvements sur le département des Landes où ils sont plus importants.

A noter :

- des restockages ponctuels et un déstockage continu sur les 7 dernières années de près de 18 Mm³/an (inconnu jusqu'alors) ;
- que sur les 20 dernières années, 5 années se sont soldées par une augmentation moyenne des réserves (+19,4 Mm³ en 2000).

En 2007, la variation cumulée des réserves s'élevait à :

- -244 Mm³ depuis 1972,
- -140 Mm³ depuis 2000.

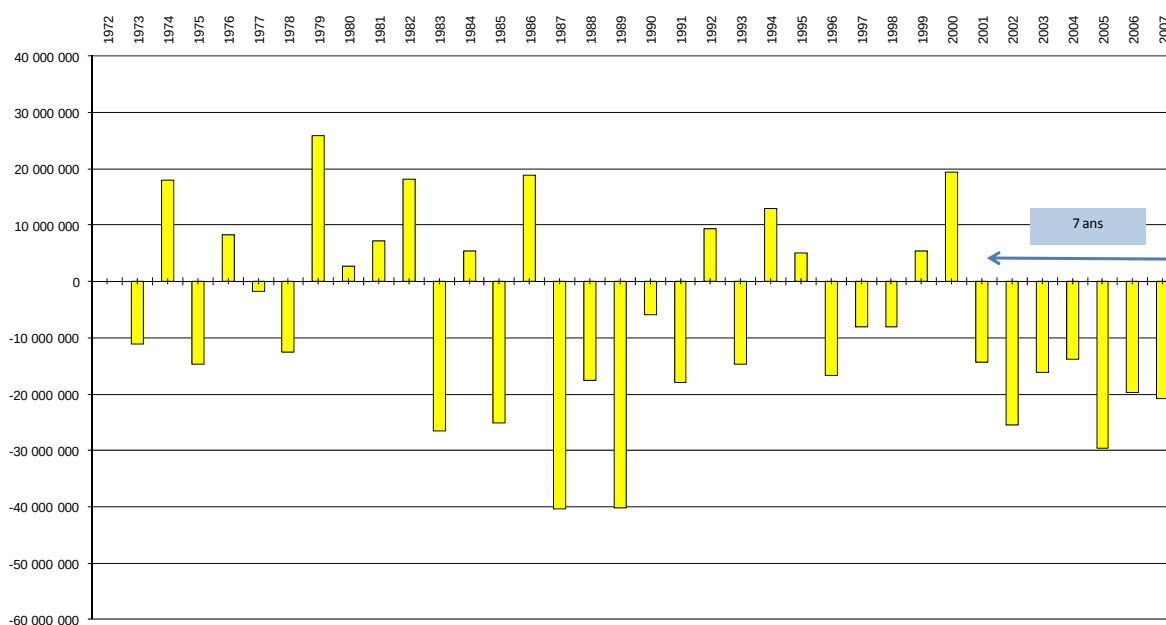


Illustration 36 : Historique de la variation des réserves du Miocène

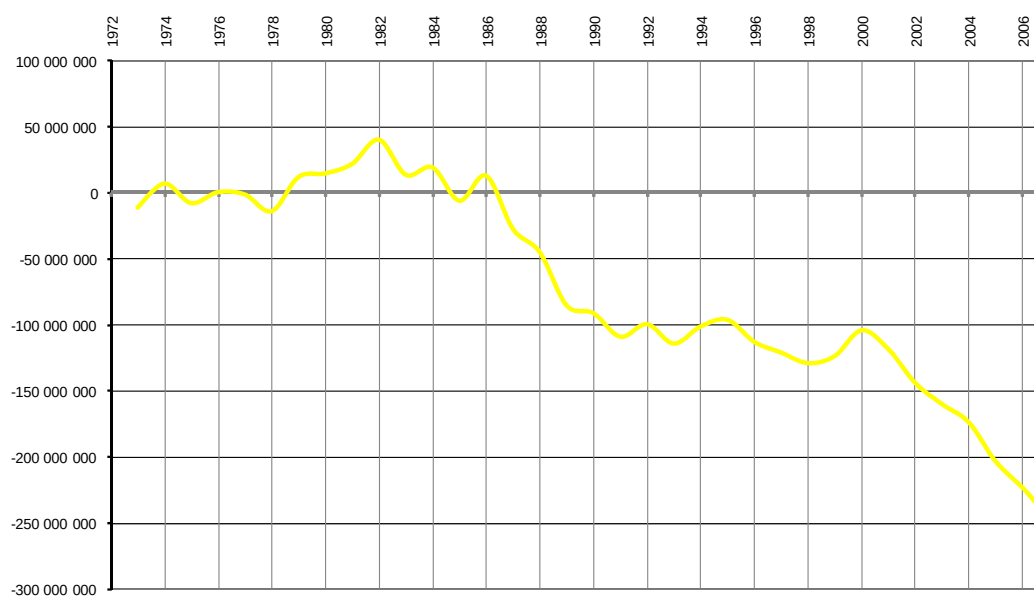


Illustration 37 : Variation cumulée des réserves depuis 1972 pour le Miocène

Tous ces éléments sont à mettre en relation avec l'augmentation des prélèvements dans les nappes profondes :

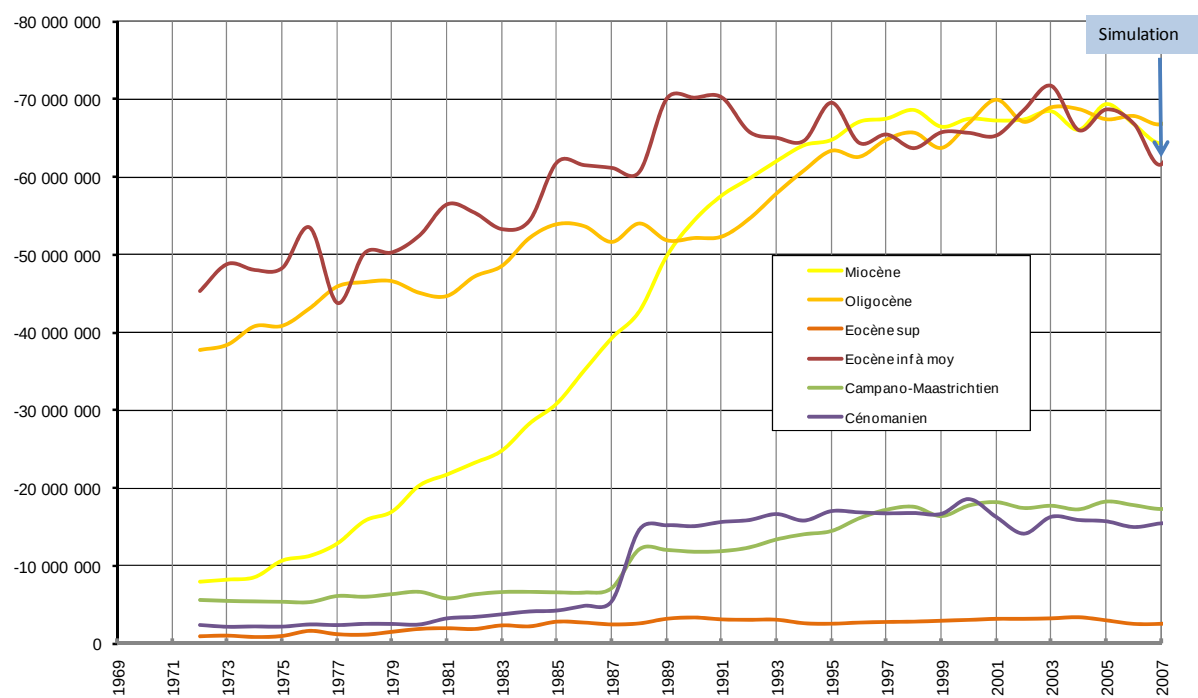


Illustration 38 : Historique des prélèvements

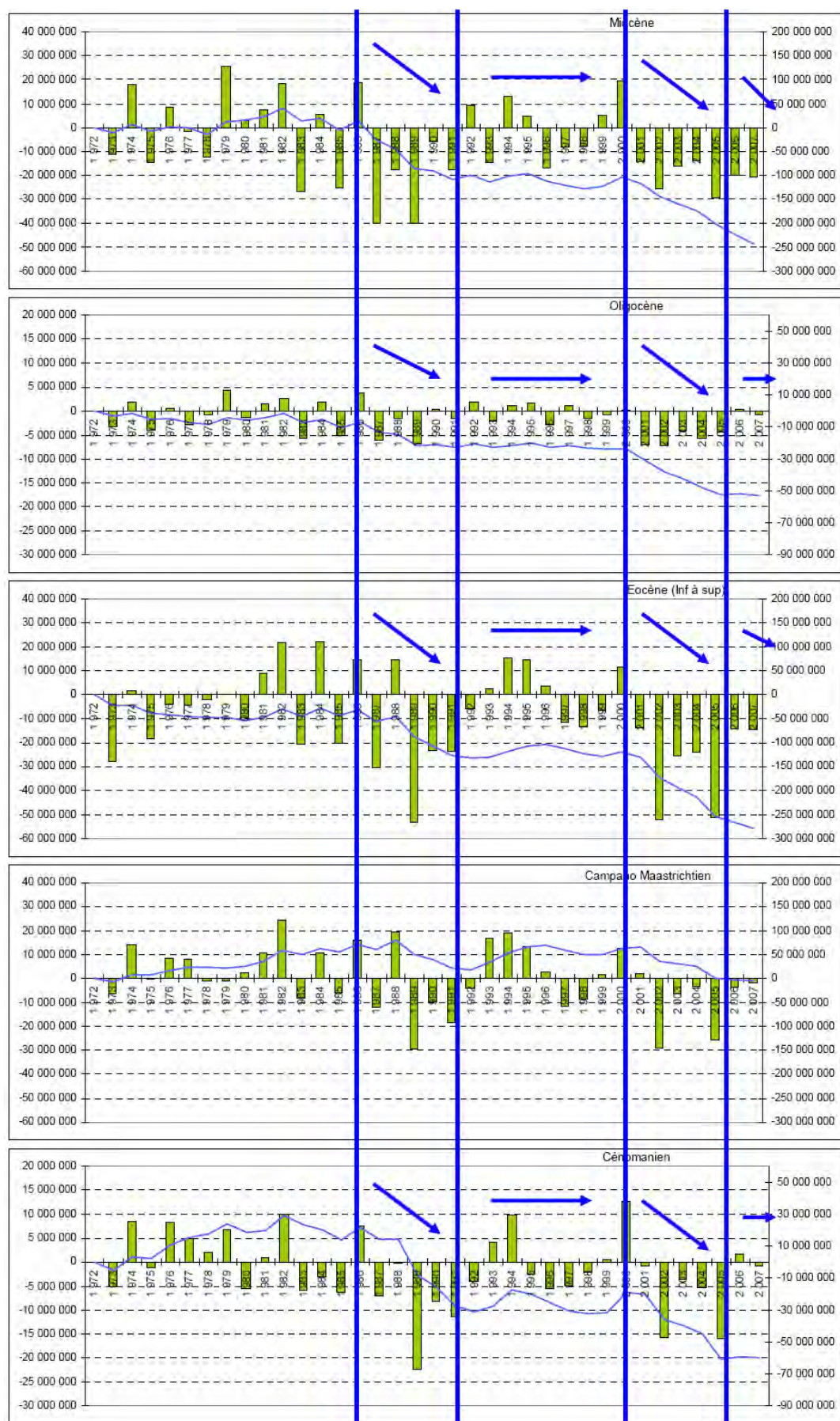


Illustration 39 : Analyse des variations des réserves pour les aquifères (SMEGREG-BRGM).

3.1.3 Analyse de la variation des réserves dans le scénario I (scénario tendanciel)

Remarque préliminaire : dans tous les scénarios, la climatologie est reconduite d'année en année sans variation interannuelle. De même, hormis lorsqu'une solution de substitution est mise en œuvre, les prélèvements sont peu modifiés d'une année sur l'autre. Ce lissage des paramètres qui influencent le bilan explique que le signal restitué soit lui aussi lissé.

A l'examen des résultats de la simulation jusqu'en 2030 du scénario I, il s'avère que :

- les réserves Miocène, de l'Oligocène, du Campano-Maastrichtien et du Cénomanien diminuent de moins de 1 Mm³/an ;
- l'Eocène supérieur déstocke à terme près de 2 Mm³/an ;
- l'Eocène inférieur à moyen voit sa réserve diminuer de près de 7 Mm³/an.

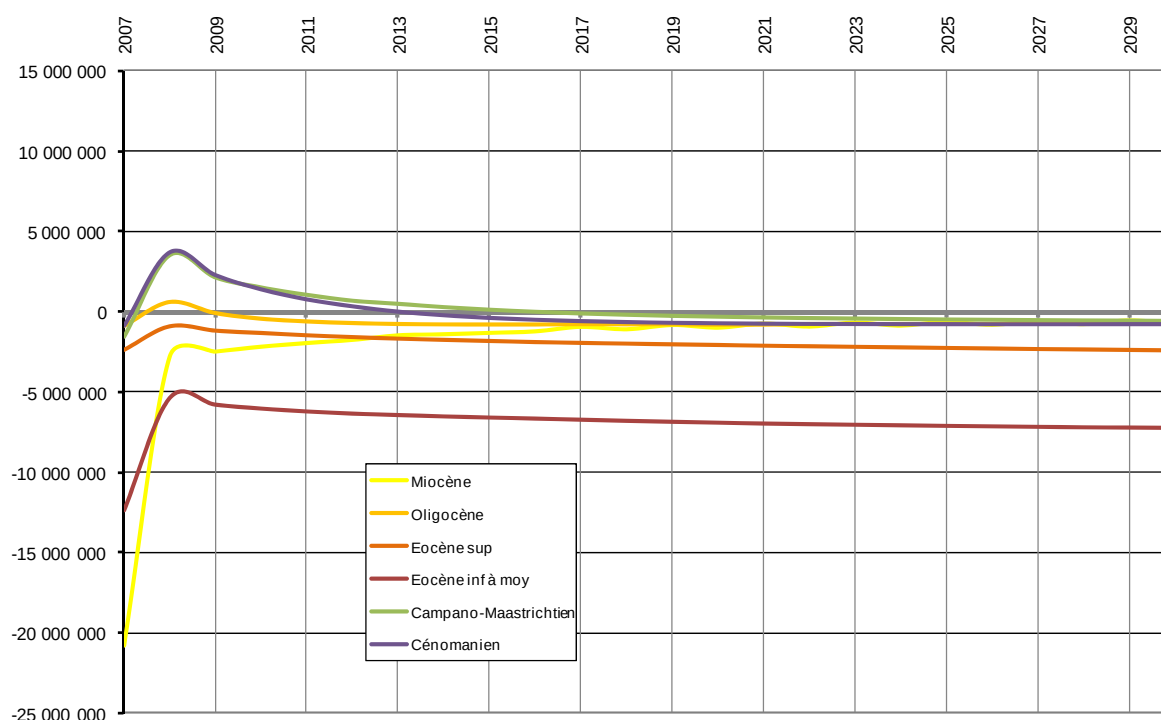


Illustration 40 : variation des réserves du scénario I :

L'analyse de la variation cumulée des réserves depuis 1972 révèle pour les extrêmes :

- des réserves quasi constantes pour le Campano-Maastrichtien ;
- une baisse importante des réserves pour l'Eocène inférieur à moyen.

Ces différents comportements sont explicités plus loin, dans le cadre de l'analyse des résultats des simulations aquifère par aquifère.

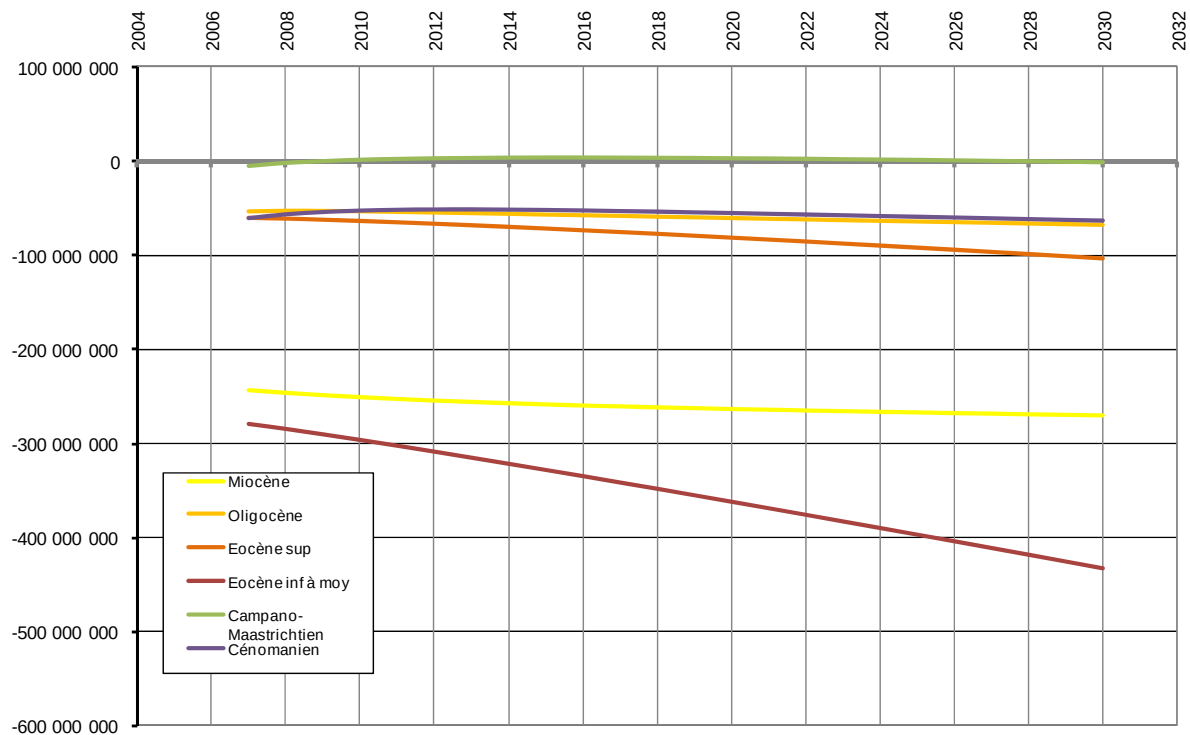


Illustration 41 : Variation des réserves en cumulé depuis 1972 du scénario I

3.2 Résultats des simulations pour le Cénomanien

Prélèvements :

Dans toutes les simulations, les prélèvements au Cénomanien sont de l'ordre de 16 Mm³/an (à l'échelle de l'aire d'extension du modèle) auxquels viennent s'ajouter pour les scénarios 2 à 5 les volumes relatifs à la mise en service du champ captant sud Gironde et 4,6 millions de m³/an pour le scénario 7.

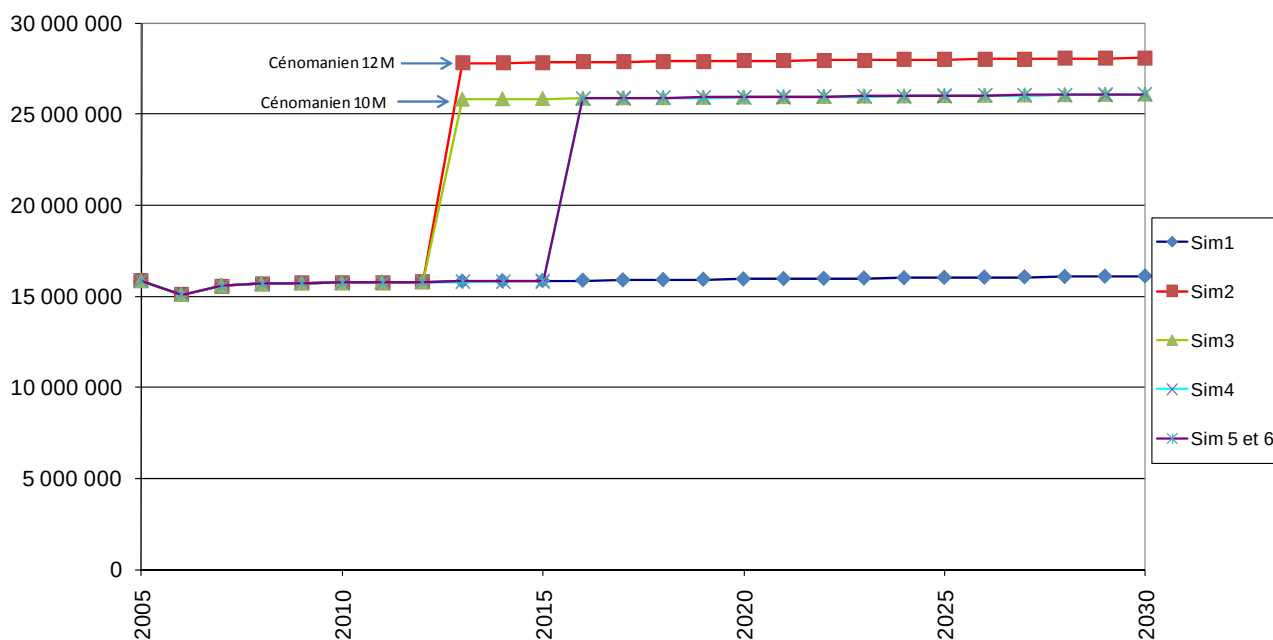


Illustration 42 : Scénarios de prélèvement au Cénomanien

Variation des réserves :

En comparaison au scénario tendanciel, la mise en service du champ captant se traduit par une augmentation du déstockage annuel de 13 à 5% (5% pour le scénario 4 optimisé).
La modification des conditions d'alimentation dans le scénario 6 se traduit par une majoration du déstockage de 60%, le portant à 1,2 Mm³/an en fin de simulation.

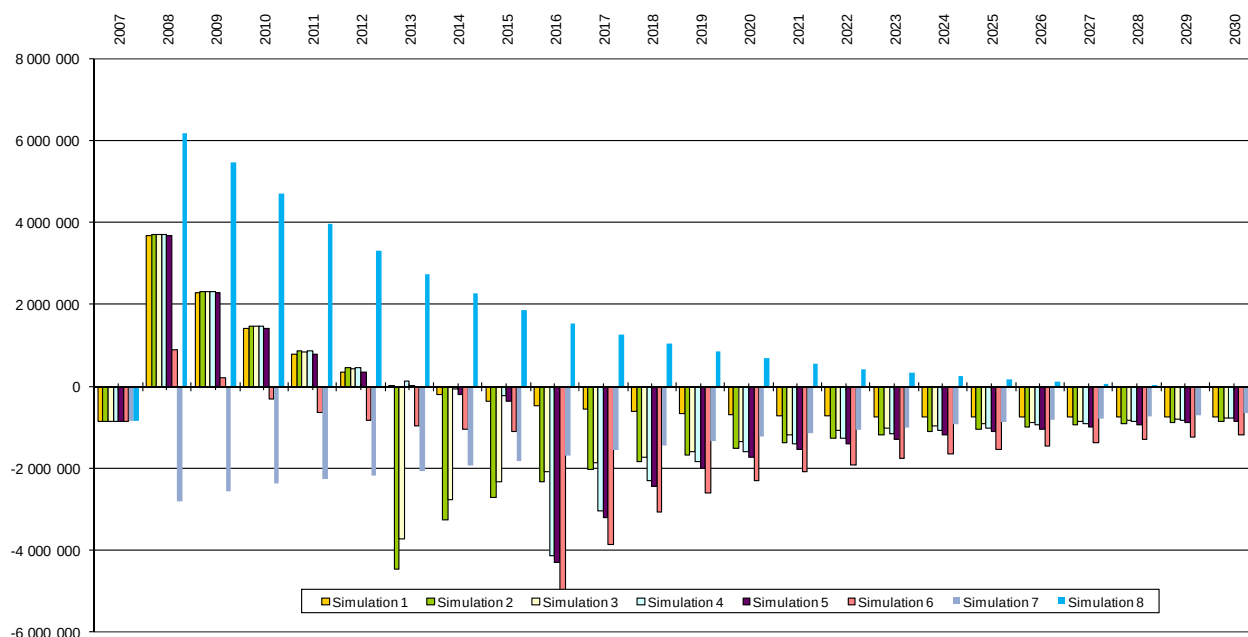


Illustration 43 : Variation des réserves du Cénomaniens selon les scénarios

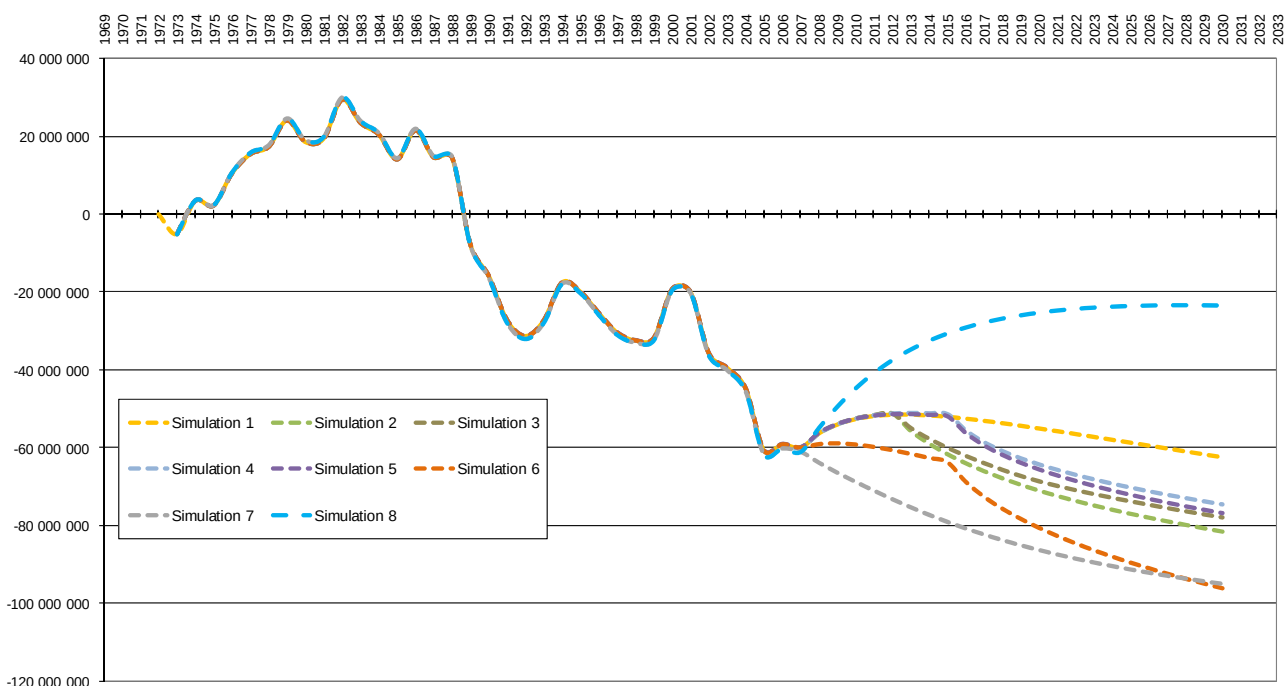


Illustration 44 : Variation des réserves du Cénomaniens en cumulé depuis 1972 selon les scénarios

Variations piézométriques (cf. annexes par scénario) :

Les piézométries simulées sont quasiment identiques pour toutes les simulations compte tenu des classes de restitution.

Toutes les cartes d'impact piézométrique montrent une piézométrie stable au sud et plutôt une légère remontée au nord (entre 0 et 5 m) même si l'essentiel des prélèvements y est localisé. Cette remontée au

nord s'explique principalement par les conditions d'alimentation appliquées, bien plus favorables que celles effectivement constatées sur les dix dernières années avant le début de la simulation. En Gironde, la piézométrie ne varie pratiquement pas hors de l'aire d'influence du champ captant du Cénomanien sud Gironde.

3.2.1 Analyse du scénario 1 (Tendanciel - climatologie moyenne 30 ans)

On observe que :

- la diminution des réserves sont localisées pour l'essentiel sur la Charente Maritime où se concentre la majeure partie des prélèvements ;
- la diminution des réserves se stabilise à environ $-0,7 \text{ Mm}^3/\text{an}$;
- la piézométrie est globalement stable avec une légère remontée au nord imputable aux conditions d'alimentation plus favorables utilisées dans le scénario.

3.2.2 Analyse du scénario 2 (Economies d'eau et substitutions à plein)

La mise en service du champ captant du sud Gironde ($12 \text{ Mm}^3/\text{an}$ prélevé) se traduit par une baisse plus forte des réserves (maximum de $-4,5 \text{ Mm}^3/\text{an}$) avec une stabilisation en une dizaine d'années au même ordre de grandeur que dans le scénario tendanciel.

Pour la piézométrie, l'impact du champ captant Cénomanien est visible avec des incidences piézométriques de 10 à 15 m à 2 km du champ captant et de 5 à 10 m sur une zone assez vaste.

3.2.3 Analyse du scénario 3 (Economies d'eau et substitutions plus faibles)

La mise en exploitation du champ captant pour $10 \text{ Mm}^3/\text{an}$ se traduit par un pic de déstockage de $3,7 \text{ Mm}^3/\text{an}$. L'impact piézométrique est similaire à celui du scénario 2, avec une intensité plus faible liée à des prélèvements diminués de $12 \text{ Mm}^3/\text{an}$ à $10 \text{ Mm}^3/\text{an}$.

3.2.4 Analyse du scénario 4 (Economies d'eau à plein et substitutions optimisées)

Les résultats sont similaires à ceux du scénario 2, avec un impact plus limité qui s'explique par le décalage de trois ans pour la date de mise en service du champ captant.

3.2.5 Analyse du scénario 5 (Pas d'économies d'eau et substitutions optimisées)

Le résultat est quasiment identique au scénario 4, avec un impact un peu plus fort du champ captant, peut être dû aux quelques économies d'eau non réalisées dans ce scénario sur le secteur.

3.2.6 Analyse du scénario 6 (Impact de la modification des conditions d'alimentation sur le scénario 4)

Les déstockages augmentent dans ce scénario et se stabilisent à près de $1,2 \text{ Mm}^3/\text{an}$.

Avec cette forte baisse des conditions d'alimentation, et alors que le champ captant est mis en service tardivement, l'impact piézométrique du champ captant est comparable à celui du scénario 2 avec toutefois des pressions qui remontent un peu moins au nord.

3.2.7 Analyse du scénario 7 (Augmentation de prélèvements ciblées)

Le scénario 7 teste, pour la géothermie notamment, un prélèvement supplémentaire, par rapport au scénario 4, de 3,8 millions de m^3/an au droit de Bordeaux et de 0,8 million dans le Médoc.

Ce scénario crée un creux piézométrique entre 10 et 15 mètres au droit de l'agglomération, et étend l'impact du champ captant sud Gironde sur la tranche 5-10 m. Néanmoins les déstockages dans l'aquifère sont raisonnables (de 2,8 millions de m³/an en 2007 à 0,6 million en 2030) et permettent de dire que ces prélèvements supplémentaires ne mettent pas le Cénomani en déséquilibre chronique. L'augmentation de prélèvements simulée sur le Médoc est imperceptible aussi bien en piézométrie qu'en variation de stocks.

3.2.8 Analyse du scénario 8 (Arrêt des prélèvements en Gironde)

Ce scénario se traduit par une remontée généralisée de faible amplitude, accentuée au droit de l'agglomération (prélèvements géothermiques supprimés). L'arrêt des prélèvements permet une augmentation des réserves, mais sans attendre le niveau des stocks historiquement constatés avant les années 90.

3.2.9 Conclusions

En termes de VMPO :

Le scénario tendanciel montre que l'aquifère n'est pas en déséquilibre structurel : 0,7 Mm³ de déstockage annuel doit être considéré comme minime, voire non significatif compte tenu des limites du modèle et de l'historique.

La piézométrie est quasi stable sauf en cas de réalisation du champ captant au Cénomani dont l'impact à 2030 diffère bien entendu selon le volume prélevé et la date de mise en service.

La modification des conditions d'alimentation du scénario 6 (moyenne des 10 dernières années au lieu des 30 dernières années) s'ajoute, par superposition, à l'impact du champ captant.

Pour cet aquifère, le bilan peut être considéré comme équilibré et le VMPO n'est donc pas atteint.

Par ailleurs, le champ captant n'ayant d'influence que dans le département de la Gironde, sa gestion peut être territorialisée et l'échelle du SAGE est pertinente.

En termes de validation des solutions

Le champ captant Cénomani ne perturbe pas l'équilibre du bilan de ce réservoir car les déstockages avec celui-ci se stabilisent sous 10 ans aux valeurs sans champ captant. De plus, les diminutions des réserves du scénario tendanciel se localisent essentiellement sur la Charente Maritime, à l'opposé du projet de champ captant.

Cet aquifère, dont les réserves sont considérables, représente une ressource d'avenir importante et offre des degrés de liberté pour l'exploitation des ressources en eau souterraine.

3.3 Résultats des simulations pour le Campano-Maastrichtien

L'augmentation des prélèvements pour cet aquifère est faible : environ 2 Mm³/an entre 2008 et 2030, variable selon les scénarios.

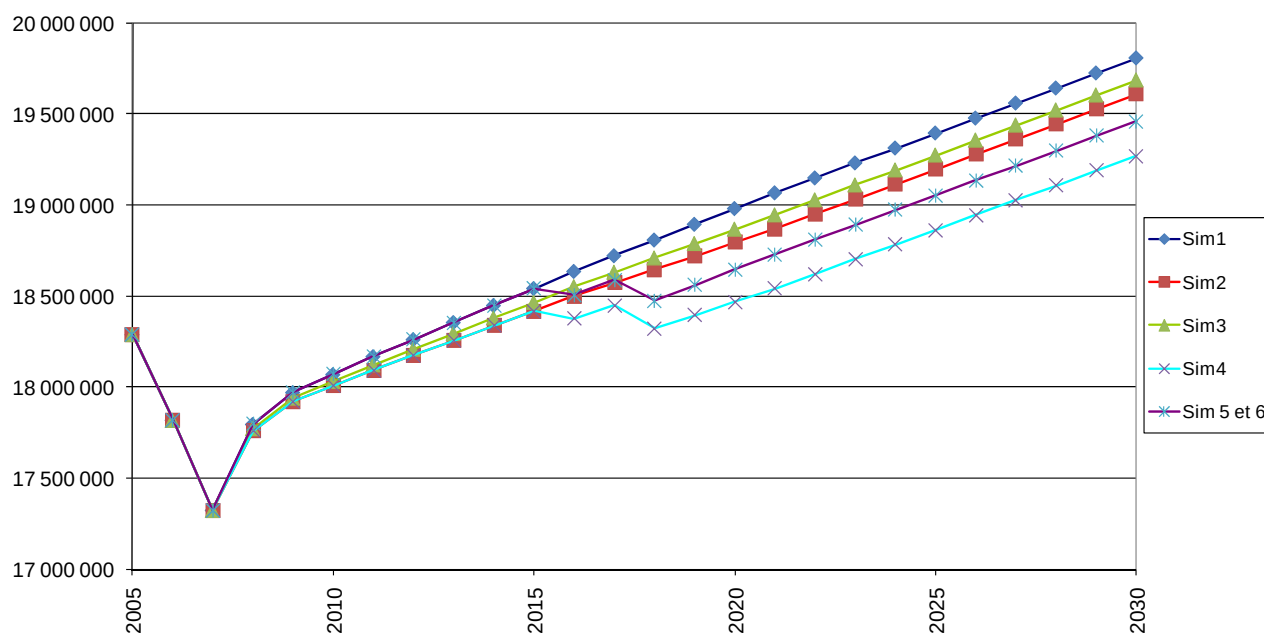


Illustration 45 : Scénarios de prélèvement au Campano-Maastrichtien

Variations des réserves :

Seule la simulation 6 contraste en termes de variation des réserves.

Variations piézométriques (cf. annexes par scénario) :

Les piézométries générées selon les scénarios sont relativement contrastées, notamment sur le scénario tendanciel. Cependant, toutes font apparaître une remontée de la piézométrie vers le Médoc, la Charente Maritime et la Dordogne, qui s'explique principalement par les conditions d'alimentation appliquées, bien plus favorables que celles effectivement constatées sur les dix dernières années avant le début de la simulation.

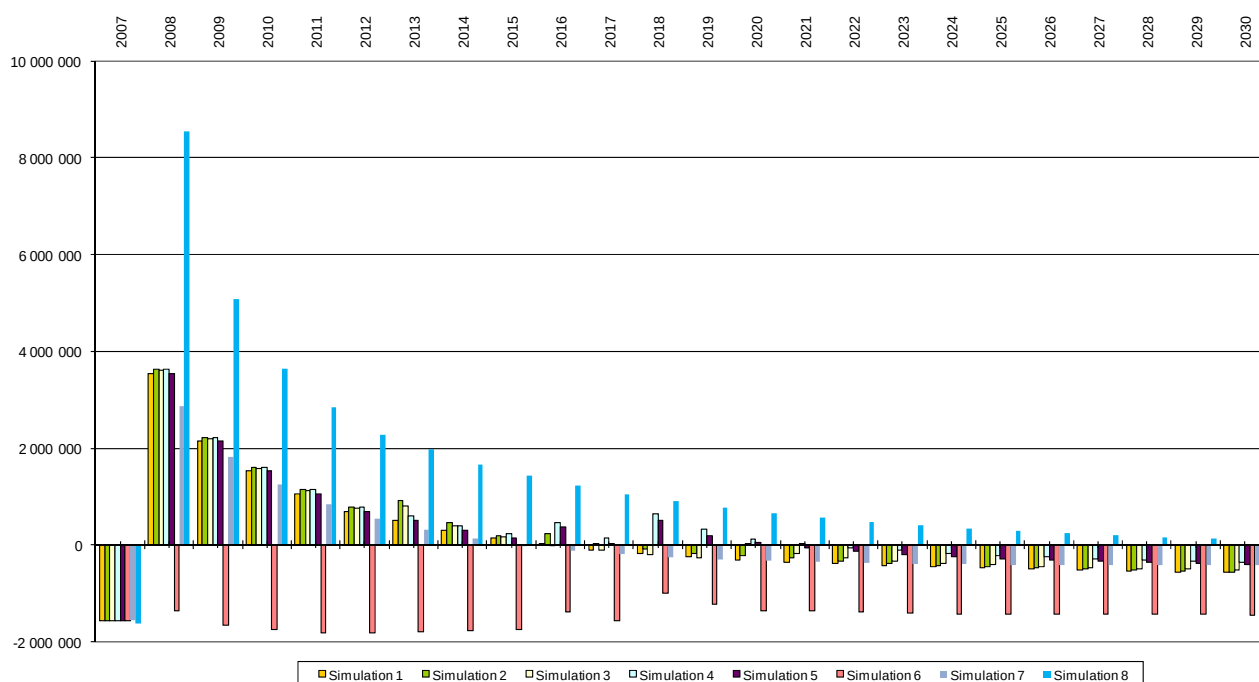


Illustration 46: Variation des réserves du Campano-Maastrichtien selon les scénarios

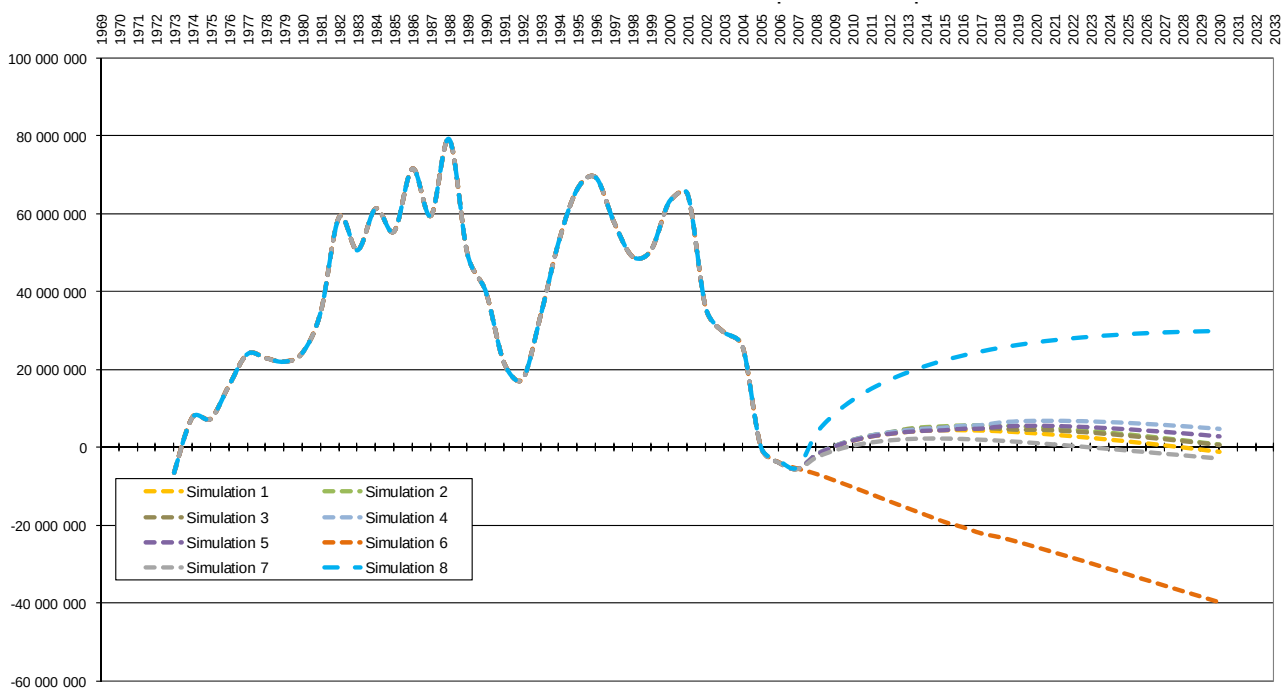


Illustration 47 : Variation des réserves du Campano-Maastrichtien en cumulé depuis 1972 selon les scénarios

3.3.1 Analyse du scénario 1 (Tendanciel)

A grande échelle, la diminution des réserves est stabilisée et très faible ($-0,6 \text{ Mm}^3/\text{an}$). Les déstockages dans le domaine captif sont peut être compensés par des restockages en partie libre. Ils sont peu influencés par le scénario de prélèvement.

En termes de répartition géographique, l'essentiel des prélèvements et des déstockages est localisé en Dordogne.

Malgré une faible hausse des prélèvements, l'impact piézométrique observé est important (entre 10 et 15 m) à l'est de la Gironde avec une modification sensible de la piézométrie.

La chute de piézométrie est donc plus à mettre en relation avec celle de l'Eocène (drainance) : cette aquifère agit plus comme tampon avec l'Eocène, et suit sa piézométrie, mais sans générer de déstockage particulier : les flux entrants et sortants se compensent.

3.3.2 Analyse du scénario 2 (Economies d'eau et substitutions à plein)

Les baisses des réserves au terme des simulations sont comparables à celles du scénario tendanciel et donc minimales ($0,6 \text{ Mm}^3/\text{an}$).

A prélèvements au Campano-Maastrichtien quasi équivalents à grande échelle, et en baisse sur la zone centre, la piézométrie remonte au droit de Bordeaux ainsi que dans le Médoc, et se stabilise sur le reste du département.

3.3.3 Analyse du scénario 3 (Economies d'eau et substitutions plus faibles)

Les résultats sont quasi équivalents à ceux du scénario 2 en termes de variation des réserves ou de piézométrie.

3.3.4 Analyse du scénario 4 (Economies d'eau à plein et substitutions optimisées)

Par rapport aux scénarios précédents, le scénario 4 permet de stabiliser les baisses de réserve à une valeur moindre et d'accroître la zone de remontée de la piézométrie au droit l'agglomération bordelaise.

3.3.5 Analyse du scénario 5 (Pas d'économies d'eau et substitutions optimisées)

Ce scénario permet d'avoir une zone de remontée de la piézométrie équivalente au scénario 4, mais on observe une baisse de celle-ci au sud-est de la Gironde et en Lot et Garonne.

3.3.6 Analyse du scénario 6 (Impact de la modification des conditions d'alimentation sur le scénario 4)

Une modification des conditions d'alimentation par rapport au scénario 4 le plus optimisé annule tous les effets bénéfiques de celui-ci avec :

- une baisse des réserves stabilisée mais à près de -1,4 Mm³/an contre -0,6 Mm³/an pour les autres scénarios (le déstockage se fait essentiellement sur la zone libre en Dordogne) ;
- des remontées ponctuelles de la piézométrie au droit de Bordeaux et dans les environs de Bergerac.

3.3.7 Analyse du scénario 7 (Augmentation de prélèvements ciblées)

Ce scénario teste la possibilité de réaliser un à deux forages en zone nord, un en zone sud, ainsi que les VMPO actuels pour le littoral (sur le bassin d'Arcachon).

En terme de variation des stocks, celle-ci est négligeable et même inférieure aux autres simulations.

En terme de piézométrie, on observe un fort impact local des prélèvements sur le bassin d'Arcachon, pour partie due à la concentration des prélèvements existants, donc de l'augmentation réalisée. On est de plus en bordure de l'espace de simulation : ces résultats ne sont pas forcément très significatifs. L'impact est visible également sur les zones nord et sud, avec, par rapport au scénario 4, une extension du secteur où la piézométrie baisse vers la Dordogne et le Lot et Garonne.

3.3.8 Analyse du scénario 8 (Arrêt des prélèvements en Gironde)

Ce scénario se traduit une augmentation de la réserve de l'ordre de 8 millions de m³ la 1^{ère} année mais qui passe sous les deux millions de m³/an au bout de 5 ans et par une très forte remontée piézométrique par comblement de la dépression bordelaise.

3.3.9 Conclusions

En termes de VMPO :

Le scénario tendanciel se traduit par une diminution des réserves minime : l'aquifère n'est pas en déséquilibre structurel.

Sa piézométrie est intimement liée à celle de l'Eocène et pilotée par celle de l'Eocène avec laquelle elle est intimement liée. Elle est relativement sensible aux prélèvements nouveaux.

Quant aux éventuelles baisses localisées des pressions, elles ne constituent pas une préoccupation compte tenu :

- de l'absence de risque particulier pour les eaux superficielles ;
- d'une drainance essentiellement avec l'Eocène qui ne fait pas craindre de dégradation de la qualité de l'eau par drainance ;
- du faible nombre de forages à cet aquifère.

En terme de validation des solutions

Les scénarios permettent une remontée significative de la piézométrie, les déstockages étant de toutes manières négligeables compte tenu des relations étroites avec l'Eocène.

3.4 Résultats des simulations pour l'Eocène

Dans le modèle Nord aquitain, l'Eocène est subdivisé en deux réservoirs :

- l'Eocène inférieur à moyen, aquifère principal qui fait généralement l'objet d'une restitution piézométrique,
- l'Eocène supérieur qui n'est pas présent sur tout le département et pas toujours en continuité hydraulique avec l'Eocène inférieur à moyen.

Tous les scénarios de substitution visent à réduire les prélèvements sur l'Eocène et dans une moindre mesure sur l'Oligocène.

Le scénario 7 teste quant à lui la possibilité de prélever un peu plus que dans le scénario 4, principalement dans les zones Médoc-estuaire, littoral et Nord.

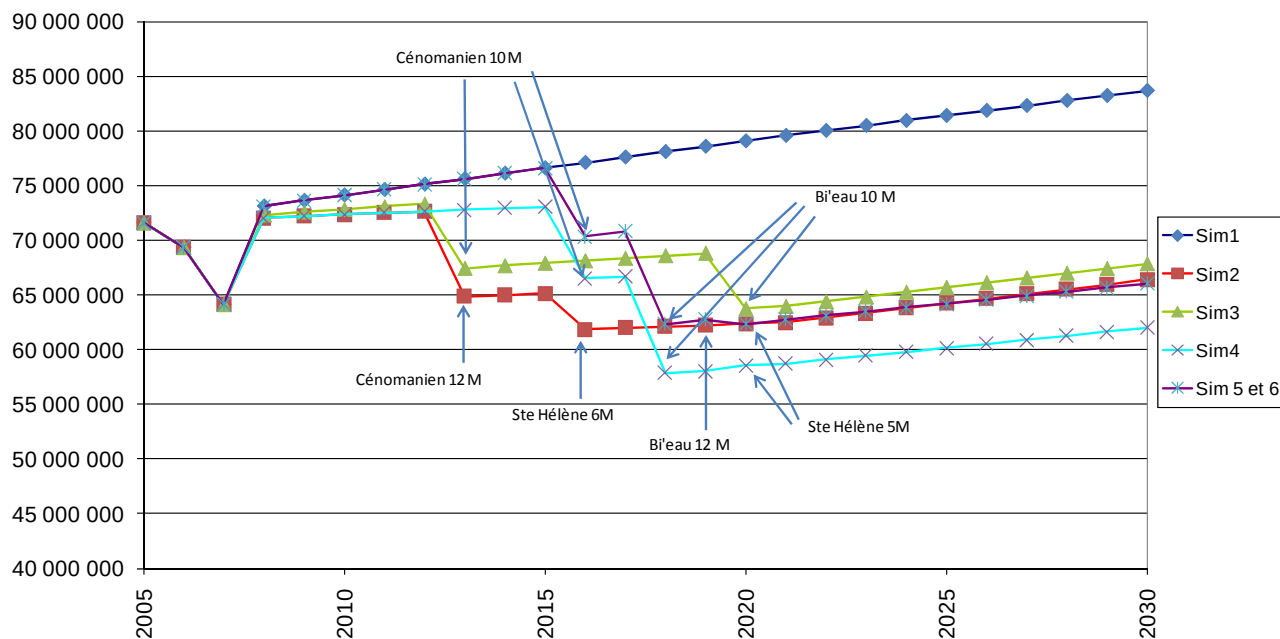


Illustration 48 : Scénarios de prélèvement à l'Eocène

Variations des réserves :

A 2030, les déstockages annuels non stabilisés s'établissent à (Eocène total) :

- scénario 1 tendanciel : -9,5 Mm³/an ;
- scénario 4 optimisé : -1,4 Mm³/an ;
- scénario 6 baisse des conditions d'alimentation : -7 Mm³/an ;

Variations piézométriques (cf. annexes par scénario) :

Les résultats sont assez contrastés, mais tous montrent une remontée des niveaux dans le Médoc qui s'explique principalement par les conditions d'alimentation appliquées, bien plus favorables que celles effectivement constatées sur les dix dernières années avant le début de la simulation.

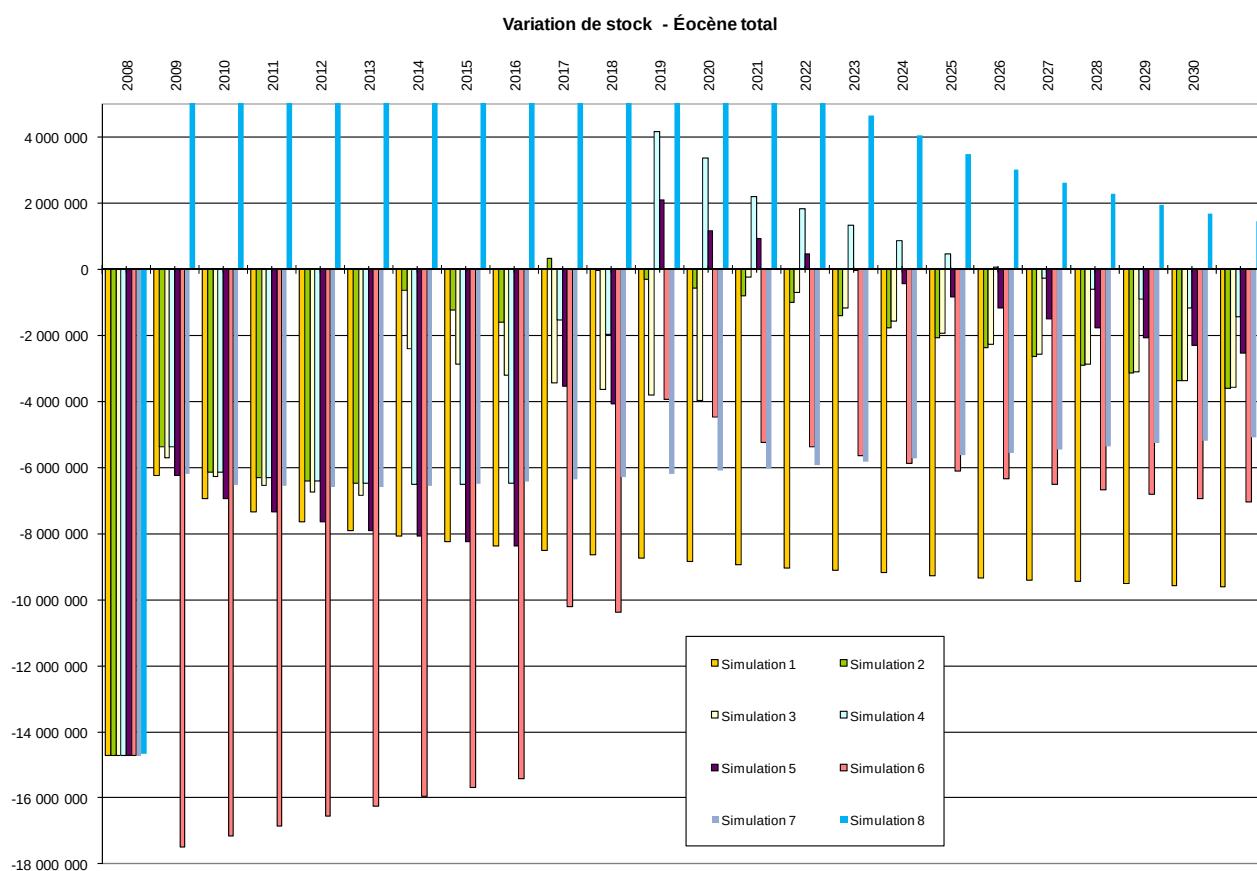
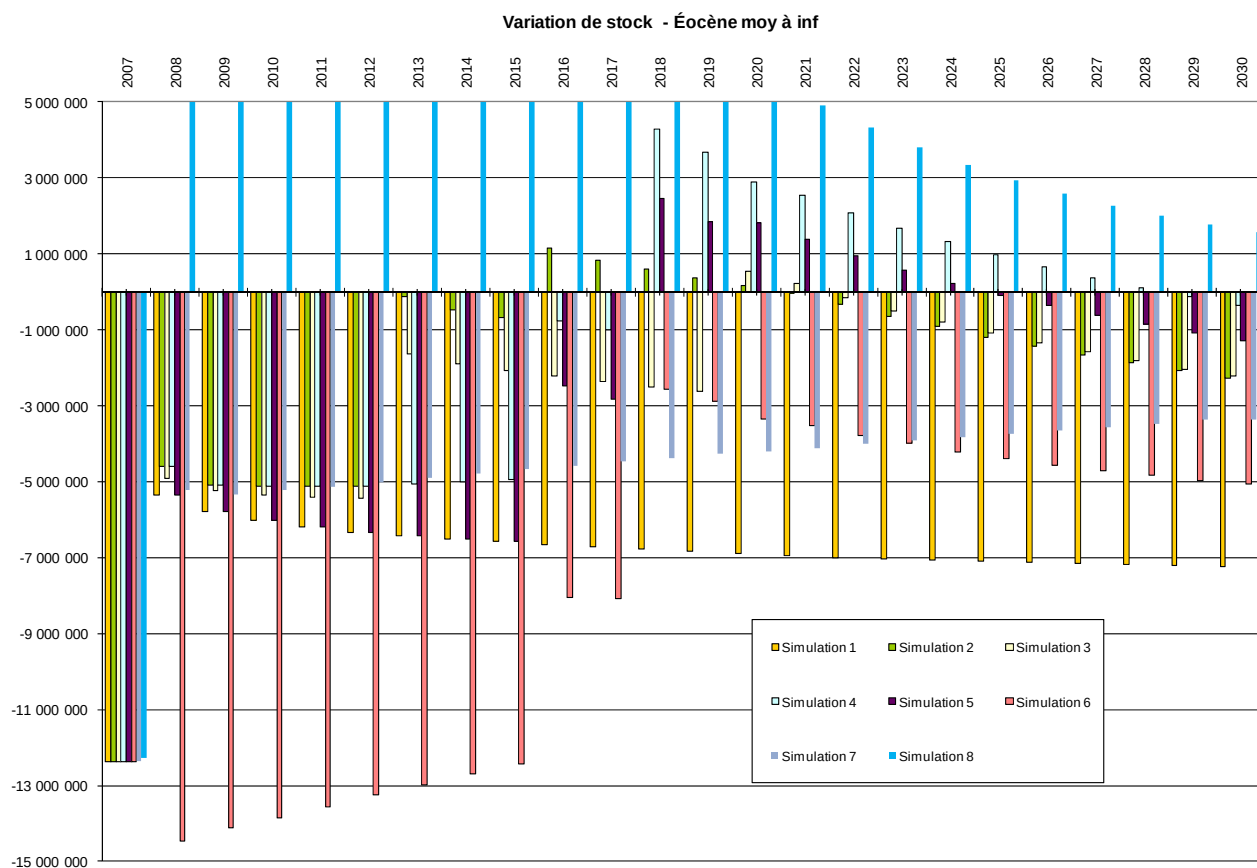


Illustration 49 : Variation des réserves de l'Eocène selon les scénarios

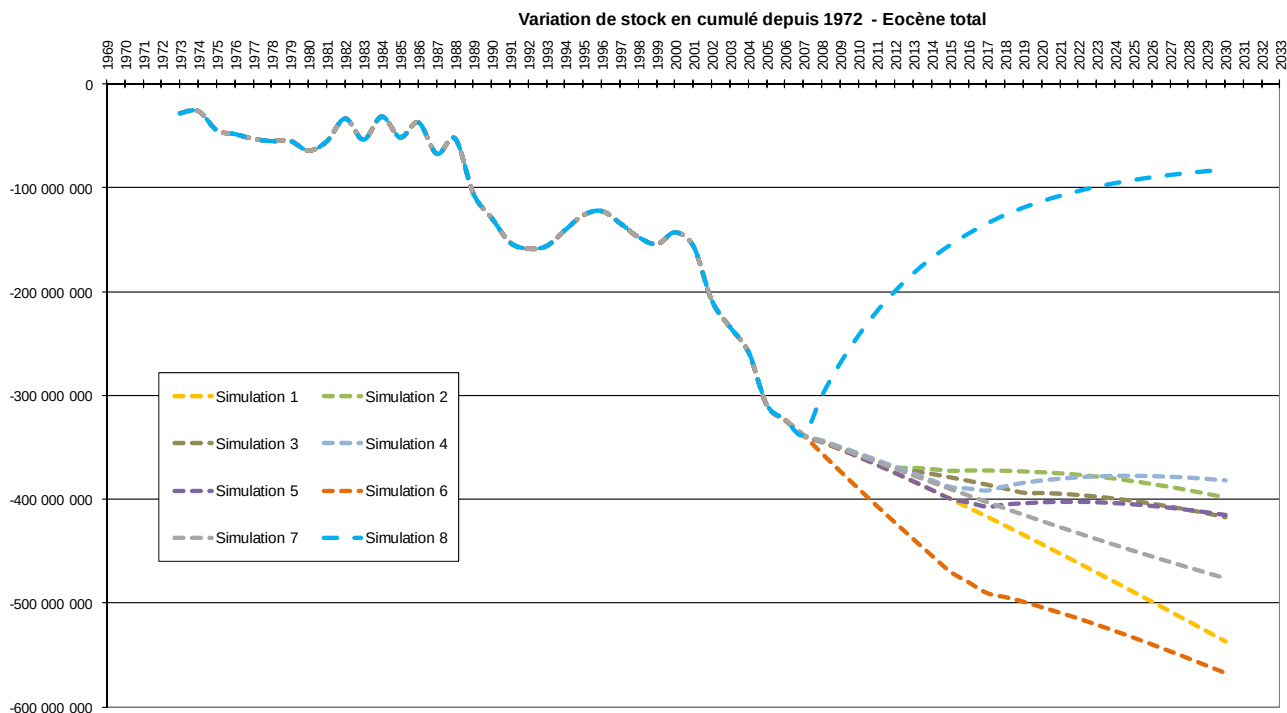


Illustration 50 : Variation des réserves de l'Eocène en cumulé depuis 1972 selon les scénarios

3.4.1 Analyse du scénario I (Tendanciel)

Le scénario tendanciel correspond à une forte augmentation des prélèvements : de 64 Mm³/an en 2007 à 84 Mm³/an en 2030 pour tout l'Eocène.

Les déstockages de l'aquifère atteignent environ 7 Mm³/an pour l'Eocène inférieur à moyen (quasi stabilisé) et 2 Mm³/an pour l'Eocène supérieur (non stabilisé).

Pour l'Eocène inférieur à moyen, le déstockage se fait surtout en zone Nord (3 Mm³/an, en Dordogne 2,2 Mm³/an et en Charente Maritime 1 Mm³/an) a priori essentiellement par extension du cône de dépression centré en Gironde.

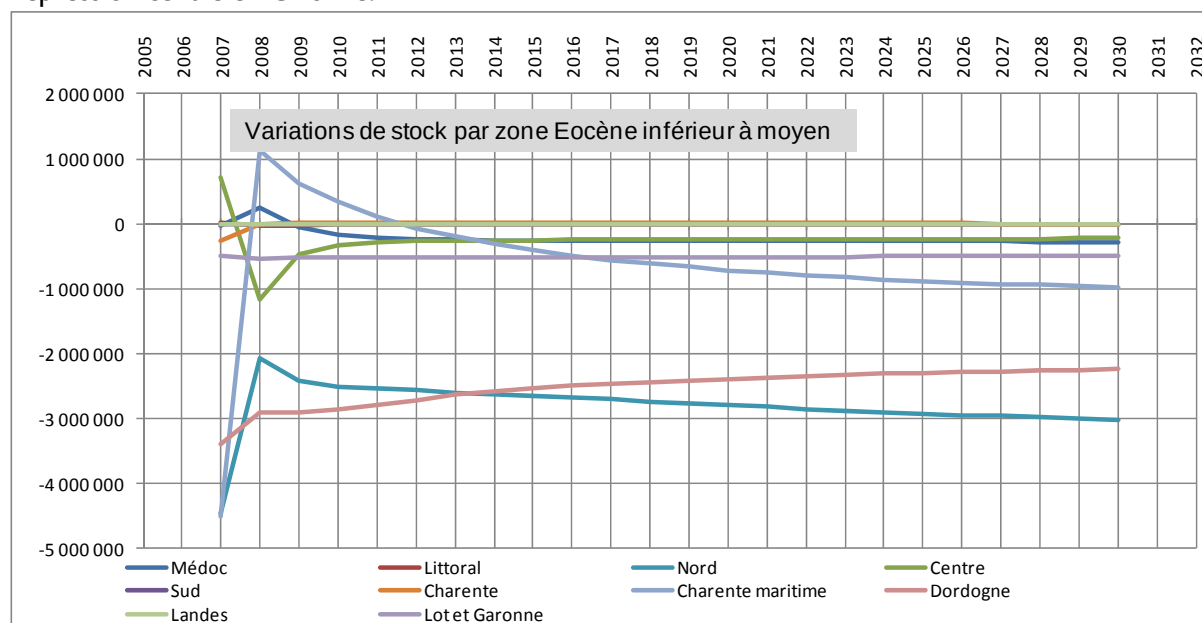


Illustration 51 : Variation des réserves de l'Eocène inférieur à moyen par zone pour le scénario I

Pour l'Eocène supérieur, le déstockage se fait surtout en Lot et Garonne (1 Mm³/an), en Dordogne et sur les zones Nord et Centre de la Gironde.

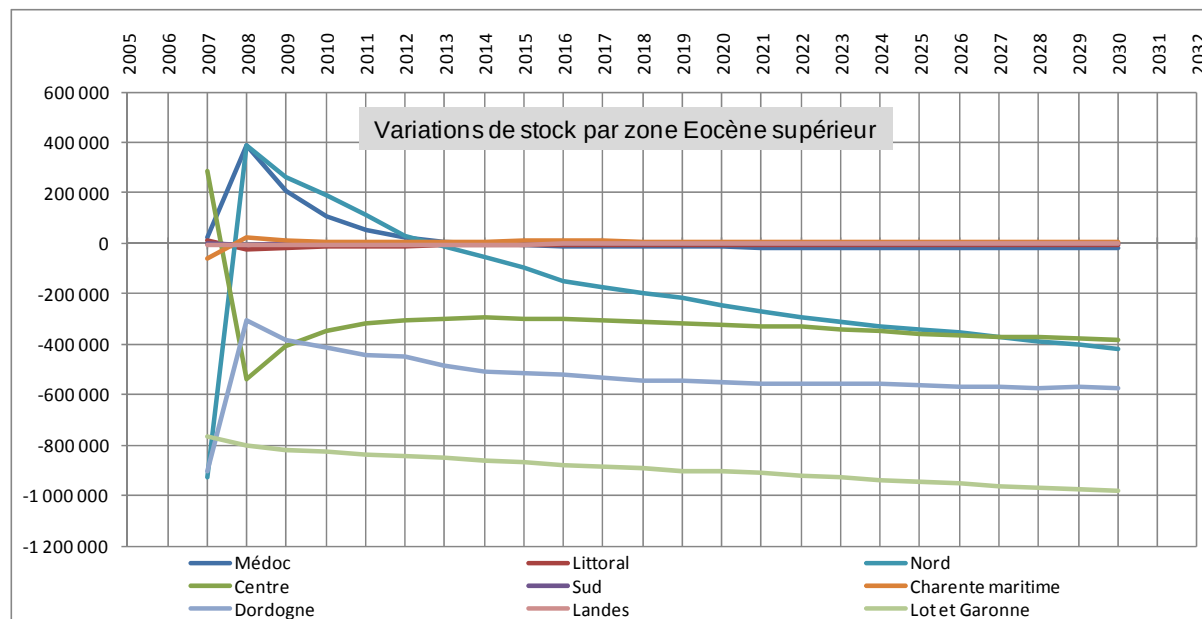


Illustration 52 : Variation des réserves de l'Eocène supérieur par zone pour le scénario 1

La piézométrie résultante fait apparaître une dépression supplémentaire de 15 à 20 m centrée sur la CUB et une chute de piézométrie d'environ 10 à 15 m sur toute la zone centre.

3.4.2 Analyse du scénario 2 (Economies d'eau et substitutions à plein)

En termes de variation des réserves, ce scénario permet de ne pas déstocker jusqu'en 2021, avec des réserves en augmentation de 2016 à 2021. Puis le déstockage reprend, en lien l'augmentation des prélèvements à compter de cette année. Les baisses des réserves ne sont pas stabilisées à 2030.

Les substitutions simulées dans le scénario 2 permettent de faire remonter les pressions de 0 à 5 m au droit de l'agglomération bordelaise.

En revanche, on observe une chute de piézométrie de 0 à 5 m sur le Lot et Garonne, en lien avec l'augmentation des prélèvements.

3.4.3 Analyse du scénario 3 (Economies d'eau et substitutions plus faibles)

A terme, les résultats de ce scénario sont quasi équivalents à ceux du scénario 2, que ce soit en termes de variation des réserves ou de piézométrie à terme. Toutefois, le scénario 3 est décalé dans le temps et ne produit donc pas tous ses effets à 2030.

3.4.4 Analyse du scénario 4 (Economies d'eau à plein et substitutions optimisées)

En matière de variation des réserves, l'Eocène inférieur à moyen reconstitue fortement ses réserves de 2018 à 2027 sans stabilisation sur le temps de simulation restant, durant lequel les prélèvements repartent à la hausse. Ce scénario reste le plus efficace pour l'Eocène et la variation des réserves reste a priori stable à long terme.

La répartition géographique des variations des réserves montre que les substitutions du scénario 4 permettent à l'Eocène inférieur à moyen de ne plus déstocker en zone Nord de la Gironde et pratiquement

plus en Dordogne. A terme, pour un bilan global quasi équilibré, les réserves baissent légèrement en Lot et Garonne et en Dordogne, et augmentent légèrement en zone nord du SAGE et en Charente Maritime. A noter que l'essentiel des prélèvements restent en Gironde, et notamment en zone centre du SAGE.

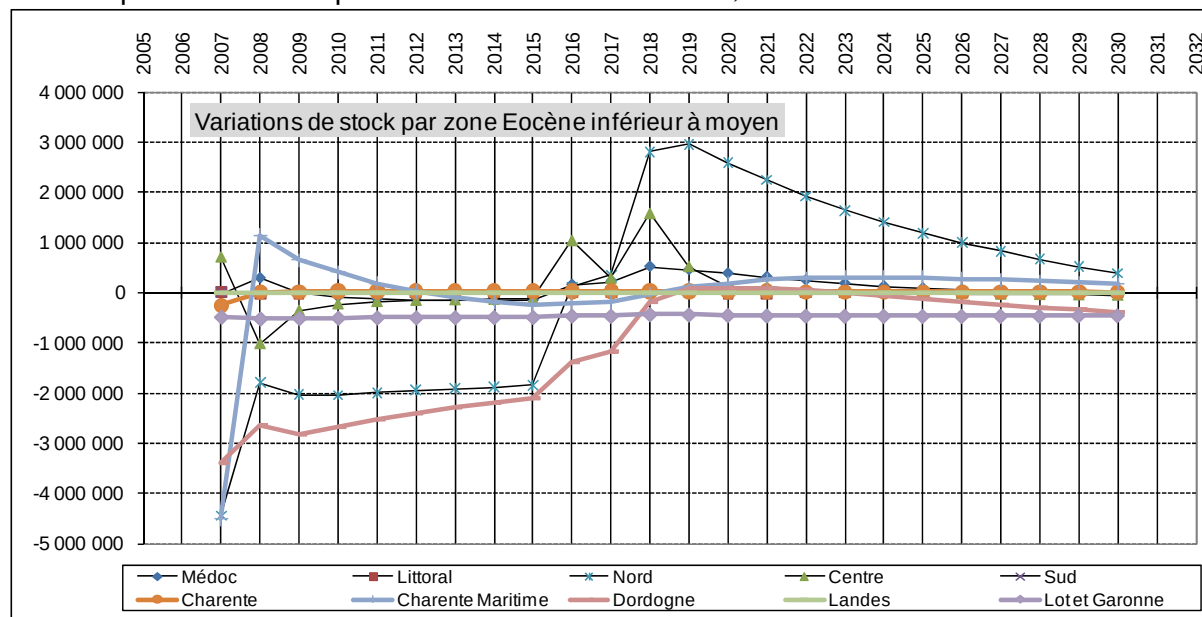


Illustration 53 : Variation des réserves de l'Eocène inférieur à moyen par zone pour le scénario 4

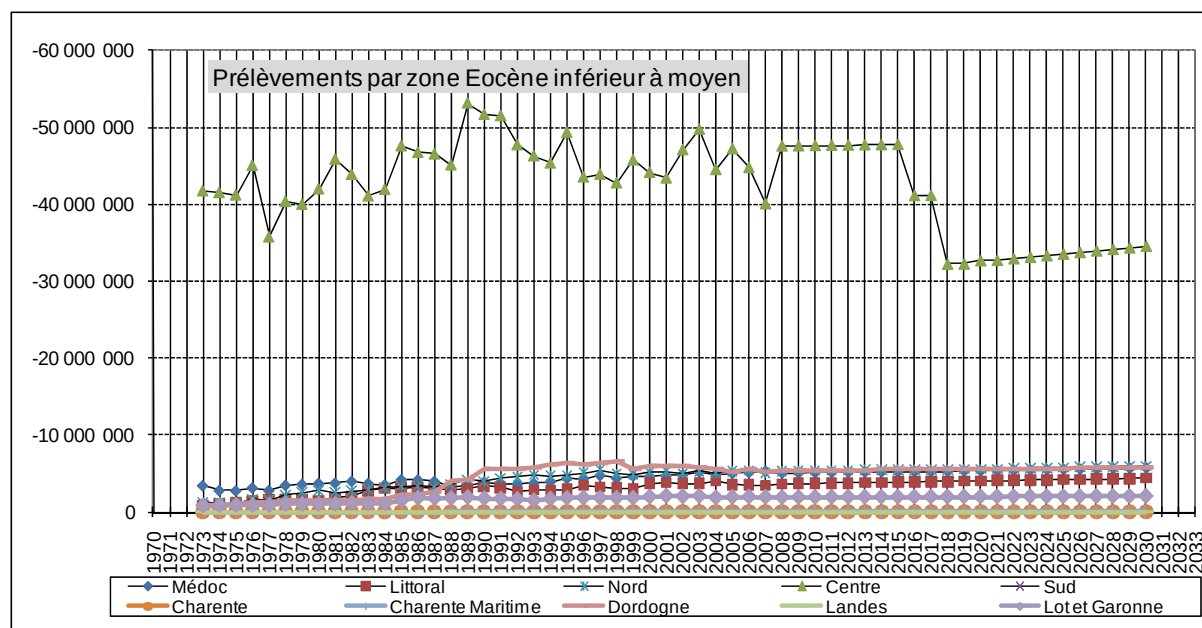


Illustration 54 : Prélèvements dans l'Eocène supérieur par zone pour le scénario 4

Pour la piézométrie, la remontée des niveaux est plus significative près de l'agglomération, avec des remontées de l'ordre de 10 à 15 m au sud de l'agglomération et de 5 à 10 m sur le nord de la zone centre et le Médoc.

Quant à l'Eocène supérieur, il voit ses réserves augmenter en zone centre, mais diminuer en Lot et Garonne et en Dordogne.

Ce scénario, qui vise à ne pas prélever plus de 62 Mm³/an sur l'Eocène à 2030 (contre 66 et 68 pour les scénarios 2 et 3) est le plus ambitieux en terme de réduction des prélèvements et le plus efficace sur la réponse du milieu naturel.

3.4.5 Analyse du scénario 5 (Pas d'économies d'eau et substitutions optimisées)

Ce scénario donne des résultats nettement moins bons que le scénario 4 en ce qui concerne aussi bien pour les réserves que la remontée de la piézométrie au droit de l'agglomération. Il se traduit par une chute de piézométrie vers le Lot et Garonne, en lien avec à la fois l'augmentation prévue des prélèvements sur cette zone et l'absence d'économies d'eau sur des secteurs exclusivement alimentés à partir de l'Eocène. Ce scénario démontre l'intérêt des économies d'eau malgré des efforts de substitution conséquents.

3.4.6 Analyse du scénario 6 (Impact de la modification des conditions d'alimentation sur le scénario 4)

Pour l'Eocène moyen les déstockages sont presque stabilisés, et leur valeur reste significative à près de 5 Mm³/an contre 0,4 Mm³/an pour le scénario 4 et 7 Mm³/an pour le scénario 1 (tendanciel). Ainsi, malgré un impact positif sur la piézométrie, l'impact de la climatologie est prépondérant sur la variation des réserves et peut venir annuler les efforts faits.

En effet, cette modification des conditions d'alimentation par rapport au scénario 4 le plus optimisé réduit les effets bénéfiques de celui-ci, avec une remontée au droit de l'agglomération, et une baisse de piézométrie vers le Lot et Garonne.

3.4.7 Analyse du scénario 7 (Augmentation de prélèvements ciblées)

En termes de variations des réserves, le déstockage est supérieur aux scénarios 4 et 5 qui nous servent de référence. Cependant il tend à se réduire dans le temps contrairement aux autres scénarios.

En terme de piézométrie, les simulations réalisées montrent une chute de piézométrie d'environ 5 à 10 mètres sur la couronne sud à est de l'aquifère. Néanmoins le Médoc et le cœur du cône de dépression voient leur piézométrie remonter compte tenu des substitutions pratiquées basées sur le scénario 4. La zone nord semble peu impactée par les nouveaux prélèvements.

L'impact piézométrique vers le sud et l'est est particulièrement important par rapports aux autres simulations compte tenu du peu de prélèvements supplémentaires réalisé. Ceci ne peut s'expliquer que par la mauvaise qualité et la faible puissance de l'aquifère vers le Lot et Garonne.

3.4.8 Analyse du scénario 8 (Arrêt des prélèvements en Gironde)

En termes de variation des réserves, l'arrêt des prélèvements se traduit par un restockage de près de 31 millions de m³ la première année, en décroissance jusqu'en 2030 (où il n'est plus que de 1,5 millions de m³/an). Ainsi en 10 ans, 80 % des restockages calculés sur les 24 années de simulation seraient réalisés (soit 200 millions de m³), traduisant la relative rapidité des transferts de pression au sein de l'aquifère.

Ce scénario montre une très forte remontée des piézométries au plus fort au droit de la dépression bordelaise et sur toute l'extension de la zone centre du SAGE. On note toutefois une baisse des piézométries sur le Lot et Garonne. La présence de cette baisse, visible également dans les autres simulations, permet de dire que la Gironde ne peut rien à la baisse de piézométrie constatée sur ce département et constitue une preuve supplémentaire de la pertinence du périmètre du SAGE.

3.4.9 Conclusions

En termes de VMPO :

Les scénarios de substitution simulés stabilisent et limitent les diminutions des réserves (même s'ils persistent à terme) et permettent une remontée des piézométries significative. Le scénario 4 est le plus efficace : il permet, en ne dépassant pas 62 Mm³/an, de considérablement limiter les déstockages à terme

(-1,4 Mm³/an en 2030 contre près de -25 Mm³/an sur la période 2000-2007) et de faire remonter les piézométries. Ce scénario représente de l'ordre de 20 Mm³/an de substitutions effectives en 2016 et 2020 mais tous les volumes produits par ces nouvelles infrastructures ne sont pas utilisés. On pourrait s'en étonner quand on sait qu'il subsiste 3,5 Mm³/an de prélèvements pour la CUB à l'Eocène mais c'est là le prélèvement minimum pour maintenir en état de fonctionnement le parc d'ouvrages de la CUB.

A terme les déstockages reprennent cependant dans tous les scénarios, en lien avec l'augmentation des prélèvements, les substitutions ne faisant que reculer l'échéance. On est là à la limite de validité des hypothèses prises pour la croissance de la population et donc de l'exercice de simulation.

Compte tenu des volumes qui y sont prélevés, la gestion de l'Eocène est essentiellement une problématique girondine liée aux prélèvements en zone centre, qui génèrent des déstockages sur les zones de bordure, souvent sur des secteurs où la nappe correspondante est libre.

En termes de validation des solutions

Ceci valide les solutions proposées, mais confirme que pour les hypothèses de population (INSEE) et de climat retenues, toutes les infrastructures de substitution prévues en scénario 4 (10+10+5 Mm³/an) ne sont pas nécessaires aux dates de mise en service, puisque les volumes produits ne sont pas tous "consommés" dans les scénarios de distribution. L'échéancier de mise en œuvre des infrastructures de substitution devra donc être adapté à l'évolution réelle des besoins (cf. chapitre 7).

3.5 Résultats des simulations pour l'Oligocène

Pour l'Oligocène, les scénarios de substitution se traduisent par :

- une diminution des prélèvements sur quelques ouvrages en périphérie de l'agglomération (zone à risque de dénoyage) ;
- une augmentation des prélèvements liée à la mise en service du champ captant de Sainte Hélène et, dans une moindre mesure, de la solution "eau de Garonne - ré-infiltration - reprise" pour laquelle un fonctionnement en piège hydraulique est prévu (volumes prélevés légèrement supérieurs aux volumes infiltrés).

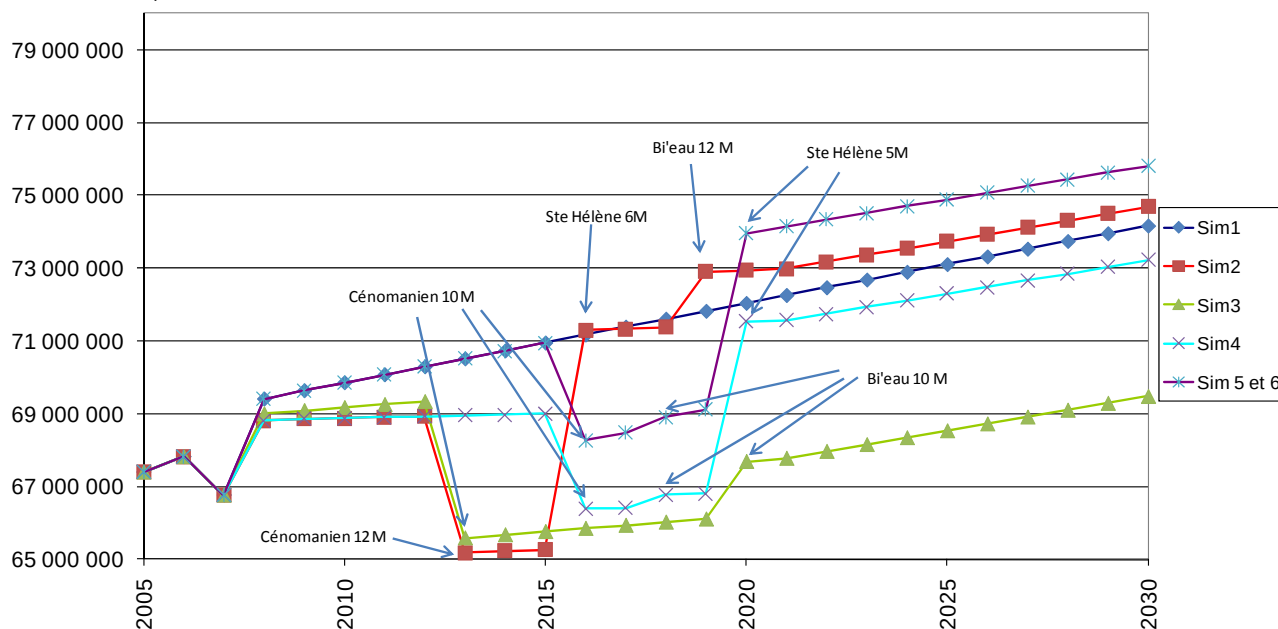


Illustration 55 : Scénarios de prélèvement à l'Oligocène

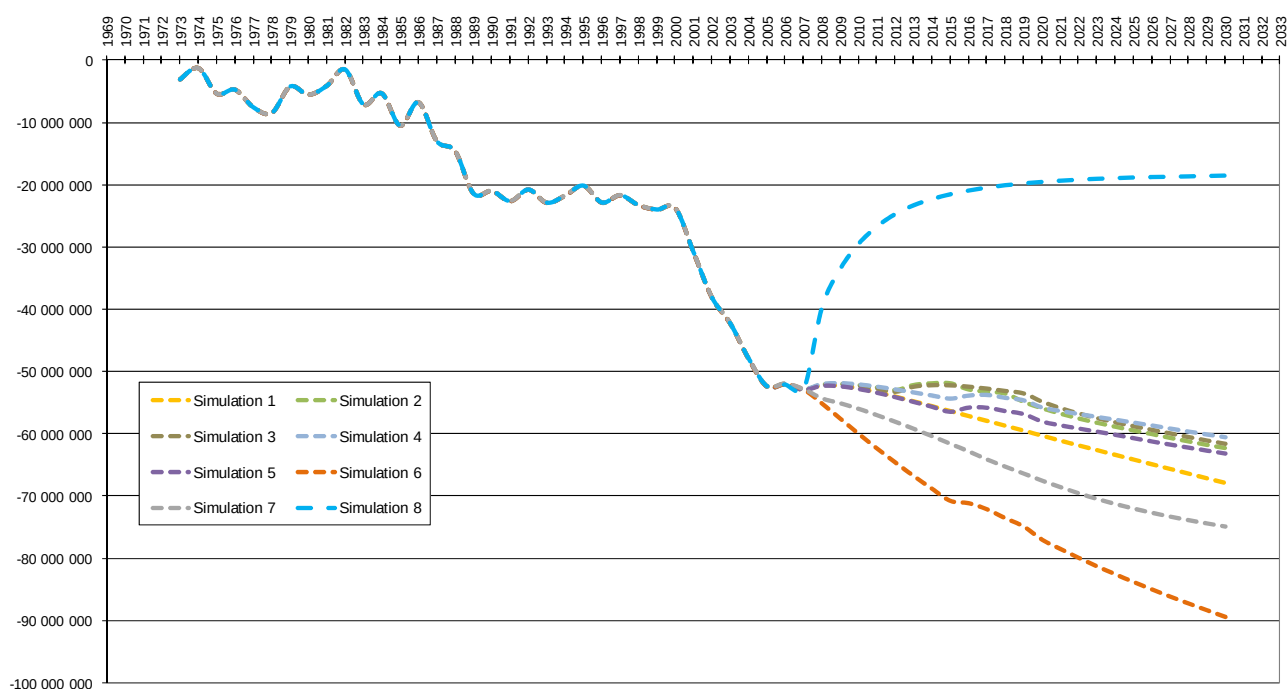


Illustration 56 : Variation des réserves de l'Oligocène en cumulé depuis 1972 selon les scénarios

Variations des réserves :

A 2030, les déstockages annuels stabilisés s'établissent à :

- scénario 1 tendanciel : -0,7 Mm³/an ;
- scénario 4 optimisé : -0,4 Mm³/an ;
- scénario 6 baisse des conditions d'alimentation : -1 Mm³/an.

Ces valeurs sont à comparer à la moyenne de -3,6 Mm³/an sur la période 2000 à 2007.

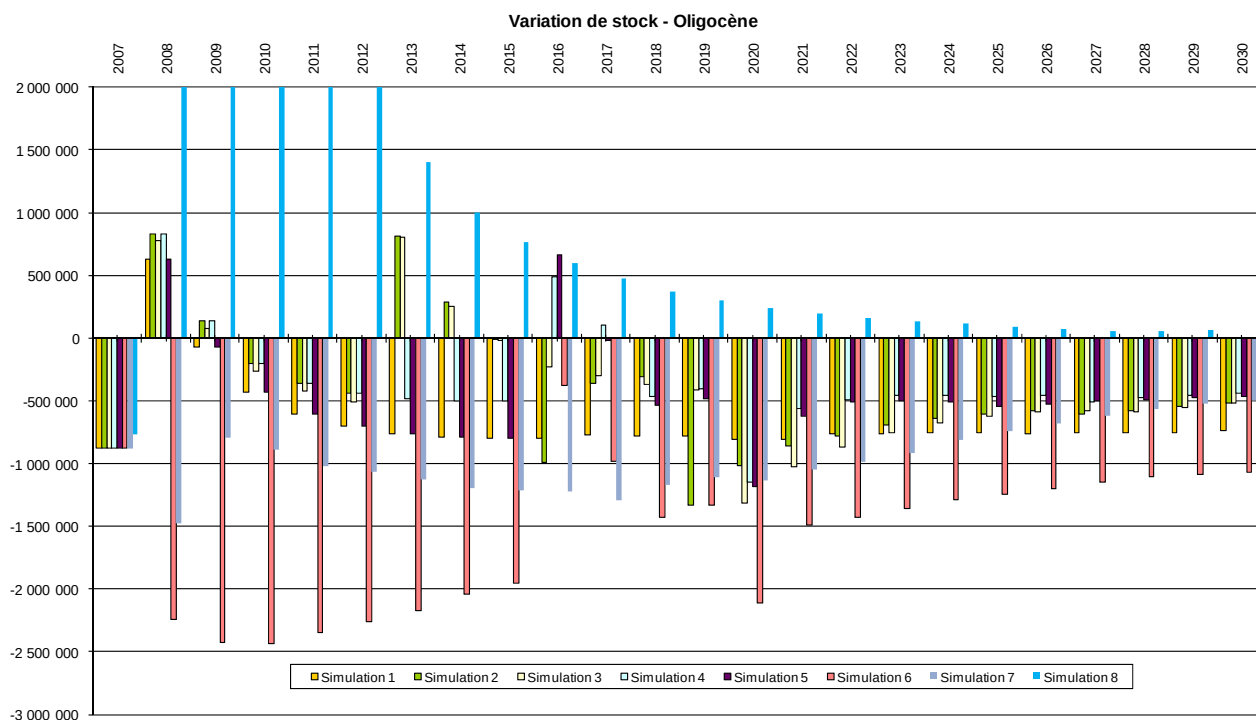


Illustration 57 : Variation des réserves de l'Oligocène selon les scénarios

Variations piézométriques (cf. annexes par scénario) :

Les scénarios pour l'Oligocène sont peu contrastés à cette échelle du MONA. Sont néanmoins visibles les impacts :

- de la mise en service du champ captant de Sainte Hélène et de la solution "eau de Garonne - ré-infiltration - reprise" ;
- des réductions de prélèvements permises par substitution ;
- de la modification des conditions d'alimentation.

3.5.1 Analyse du scénario 1 (Tendanciel)

Le scénario tendanciel correspond à une forte augmentation des prélèvements : de 67 Mm³/an en 2007 à 74 Mm³/an en 2030.

A 2030, l'Oligocène voit ses réserves diminuer de manière continue de près de 0,7 Mm³/an et ce phénomène est localisé pour l'essentiel sur la zone centre du SAGE et les Landes.

En termes de piézométrie, ce scénario se traduit par 5 à 10 m de baisse au sud de l'agglomération. Ce point a été étudié plus en détail dans l'Atlas des zones à risques phase 2 et les solutions sont connues (3 à 4 Mm³/an de substitution sur des ouvrages ciblés). Ailleurs, les piézométries sont stables.

3.5.2 Analyse du scénario 2 (Economies d'eau et substitutions à plein)

La baisse des réserves est stabilisée à environ 0,5 Mm³/an avec l'essentiel du déstockage sur la zone centre du SAGE et les Landes.

Les substitutions simulées permettent de maîtriser l'impact piézométrique sur l'Oligocène au sud de Bordeaux et de faire remonter les pressions sur toute la bordure de captivité de l'aquifère. Le champ captant de Sainte Hélène génère un impact bien visible et assez localisé d'environ 5 km autour du champ captant.

3.5.3 Analyse du scénario 3 (Economies d'eau et substitutions plus faibles)

Pour la variation des réserves, il est quasiment équivalent au scénario 2 à terme, malgré la mise en œuvre du champ captant de Sainte Hélène.

3.5.4 Analyse du scénario 4 (Economies d'eau à plein et substitutions optimisées)

Ce scénario est légèrement meilleur en termes de variation des réserves (-0,4 Mm³/an) par rapport aux scénarios 2 et 3 mais cela n'est pas significatif. Il est également comparable pour ce qui est des résultats sur la piézométrie.

3.5.5 Analyse du scénario 5 (Pas d'économies d'eau et substitutions optimisées)

Ce scénario est quasi équivalent en termes de déstockages, mais moins bon en termes d'impact piézométrique dans les environs de l'agglomération.

3.5.6 Analyse du scénario 6 (Impact de la modification des conditions d'alimentation sur le scénario 4)

Une modification des conditions d'alimentation réduit les effets bénéfiques des substitutions du scénario 4, ainsi que les remontées piézométriques du sud des Landes. Des chutes de piézométrie se produisent dans le Médoc.

3.5.7 Analyse du scénario 7 (Augmentation de prélèvements ciblées)

Ce scénario teste principalement l'augmentation des prélèvements sur la zone littorale avec 5 millions de m³ supplémentaires par rapport au scénario 4, mais aussi 2 millions dans le Médoc et 3 dans la zone Sud.

L'impact piézométrique de cette augmentation est à chaque fois bien visible, avec des chutes de piézométrie entre 2 et 5 mètres sur la périphérie des lieux de prélèvement supplémentaires. Malgré ces prélèvements, la remontée piézométrique au droit de la zone à risque (Saucats) subsiste du fait des substitutions. Ceci confirme que le dénoyage de l'Oligocène est donc plus un problème de répartition des prélèvements que de volume prélevé.

3.5.8 Analyse du scénario 8 (Arrêt des prélèvements en Gironde)

Ce scénario se traduit par une remontée générale de des niveaux au droit des zones de prélèvement actuelles (bassin d'Arcachon : entre 2 et 5 mètres et ligne des 100 000 : supérieur à 20 mètres). L'augmentation des réserves est encore plus rapide que dans l'Eocène : 95 % en 10 ans et plus de 80 % en 5 ans (280 millions de m³ en 5 ans).

3.5.9 Conclusions

En termes de VMPO :

Les volumes prélevés dans le scénario tendanciel ne posent véritablement de problème que par leur impact au sud de l'agglomération bordelaise.

Le VMPO de l'Oligocène n'est donc pas atteint mais la répartition spatiale des prélèvements est à modifier. Une augmentation des volumes prélevés est certainement possible sur ce réservoir dans une autre zone.

En termes de validation des solutions

La problématique de l'Oligocène est visiblement plus un problème de gestion des pressions en limite de captivité que de variation des réserves, le déstockage restant toujours relativement limité.

3.6 Résultats des simulations pour le Miocène

Remarque: le groupe d'Experts hydrogéologues auprès de la CLE a estimé que, compte tenu des incertitudes de calage sur cette couche, les résultats obtenus ne sont pas tous exploitables.

En effet, un calage satisfaisant sur la totalité du MONA s'est avéré impossible du fait du manque de données sur les prélèvements agricoles. En revanche en Gironde les résultats obtenus sont considérés comme exploitables, le calage étant correct. Les variations de stocks ne seront donc pas analysées à l'échelle du MONA mais à celle de la Gironde.

Le Miocène est simulé représenté par deux couches distinctes dans le MONA : l'Helvétien et l'Aquitanién-Burdigalien. Il est en fait peu concerné par les substitutions : pas de prélèvement direct et ses prélèvements ne sont pas réduits. Par conséquent, les impacts attendus seront liés aux drainances, à l'augmentation des besoins là où le Miocène est exploité et à la réduction des conditions d'alimentation.

Les scénarios sont donc peu contrastés, tant en termes de variation de stock que d'impact piézométrique excepté pour le scénario 6, cet aquifère étant très sensible aux conditions d'alimentation.

L'Helvétien ne subit aucun impact piézométrique selon les scénarios, excepté pour le scénario 6.

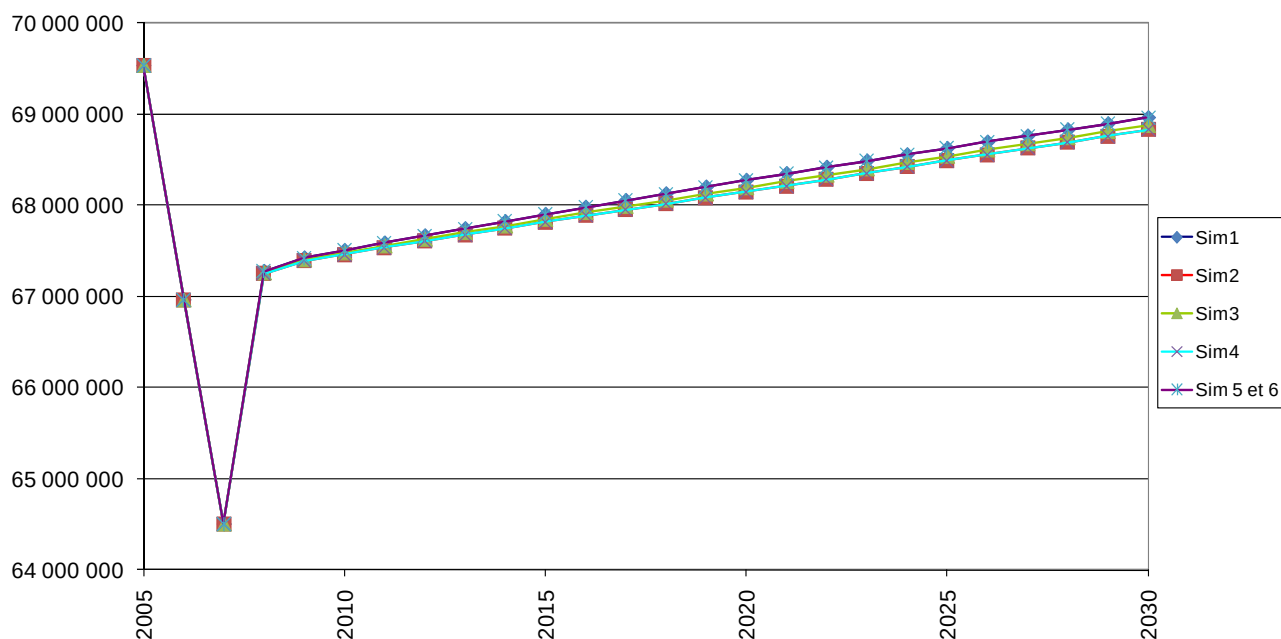


Illustration 58 : Scénarios de prélèvement au Miocène

Variations des réserves sur la Gironde :

A 2030, les déstockages annuels stabilisés s'établissent à (à comparer à la moyenne de -20 Mm³/an de 2000 à 2007) :

- scénario 1 tendanciel : -0,1 Mm³/an ;
- scénario 4 optimisé : -0,14 Mm³/an ;
- scénario 6 (baisse des conditions d'alimentation) : -1 Mm³/an ;

Le bilan est logiquement très affecté par la diminution des conditions d'alimentation (scénario 6).

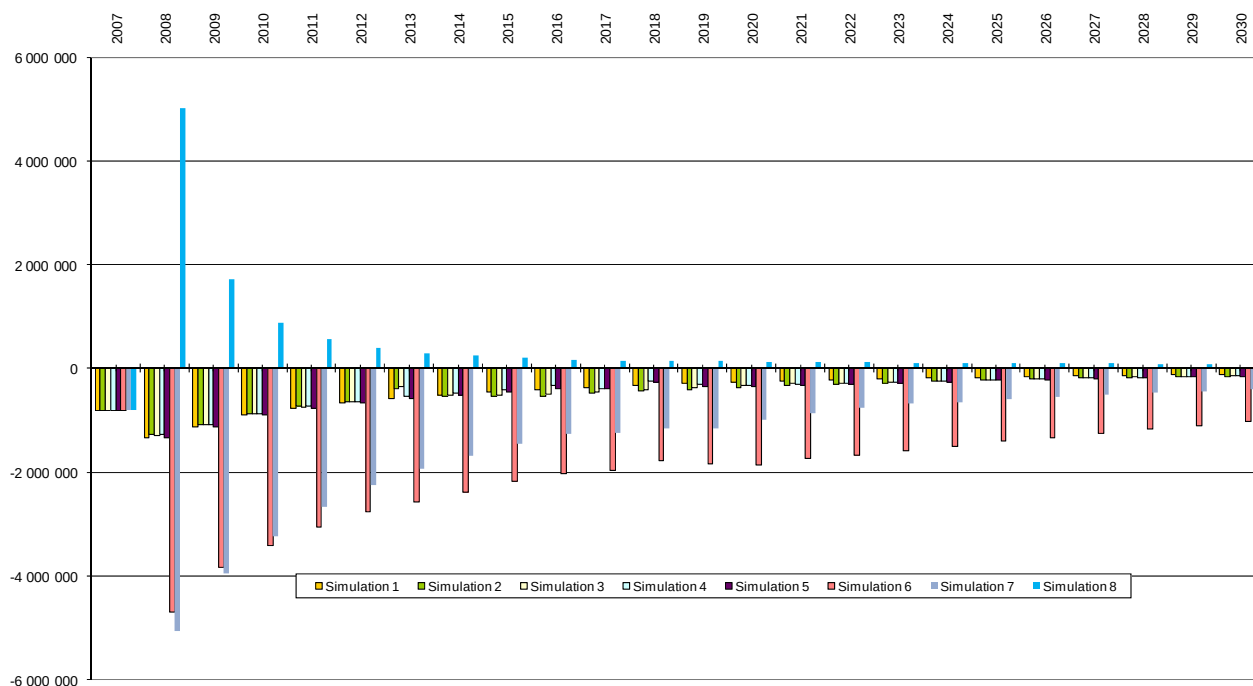


Illustration 59 : Variation des réserves du Miocène selon les scénarios

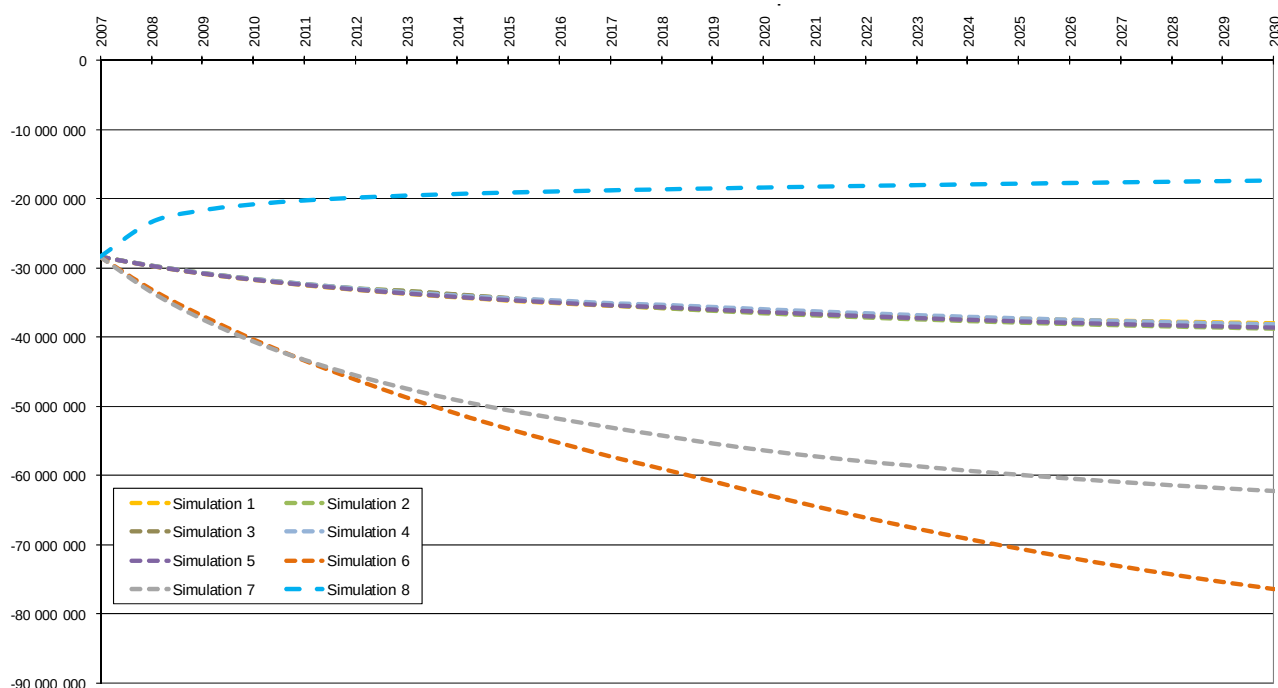


Illustration 60 : Variation des réserves de l'Oligocène en cumulé depuis 1972 selon les scénarios

3.6.1 Analyse du scénario 1 (Tendanciel)

La variation globale des réserves est de l'ordre de 0,1 Mm³/an ce qui est très faible.

Les piézométries sont globalement stables avec une légère tendance à la baisse en Gironde et à la hausse dans les Landes.

3.6.2 Analyse du scénario 2 (Economies d'eau et substitutions à plein)

Les variations de stock sont identiques au scénario tendanciel.

Les impacts notables sont ceux liés à la réalisation des nouveaux champs captant. Ils sont conformes aux études spécifiques réalisées par ailleurs. Au niveau de Sainte Hélène on observe une chute piézométrique dans l'Aquitanien de l'ordre de 5 m sur 16 km². Le champ captant au Cénomanien a quant à lui un impact de l'ordre de 5 à 7 m sur près de 40 km² autour du champ captant.

3.6.3 Analyse du scénario 3 (Economies d'eau et substitutions plus faibles)

Les résultats sont identiques au scénario 2, excepté l'impact du champ captant de Sainte-Hélène, absent dans ce scénario et un impact plus faible du champ captant Cénomanien en lien direct avec les volumes prélevés.

3.6.4 Analyse du scénario 4 (Economies d'eau à plein et substitutions optimisées)

Les résultats sont identiques au scénario 2, excepté le moindre impact du champ captant de Sainte-Hélène simulé à 5 Mm³/an contre 6 Mm³/an.

3.6.5 Analyse du scénario 5 (Pas d'économies d'eau et substitutions optimisées)

Les résultats sont identiques à ceux du scénario 4.

3.6.6 Analyse du scénario 6 (Impact de la modification des conditions d'alimentation sur le scénario 4)

En termes de variation de stock, l'impact des conditions d'alimentation se fait particulièrement sentir sur cet aquifère proche de la surface. Néanmoins l'ordre de grandeur est faible (1 million de m³) et en décroissance dans le temps : cet aquifère n'est pas en déséquilibre structurel.

En termes d'impact piézométrique, la simulation 6 montre des rabattements de l'ordre de 5 m sur le pourtour ouest de l'anticlinal de Villagrains-Landiras a priori attribuable :

- au sud à l'impact du champ captant
- au nord aux prélèvements agricoles directs.

De même 5 mètres d'impact sont observables également sur certaines zones du Médoc où se concentrent des prélèvements agricoles.

L'impact sur Sainte Hélène est un peu plus marqué que dans le scénario 4.

On n'observe plus de remontée piézométrique dans les Landes, mais plutôt une baisse, entre 1 et 2 mètres.

3.6.7 Conclusions

En termes de VMPO :

Les aquifères concernés ne sont pas en déséquilibre structurel quel que soit le scénario.

Toutefois, des contraintes de gestion pourraient être imposés localement pour garantir des sorties au profit de eaux superficielles.

En termes de validation des solutions

Les impacts au Miocène des projets de champ captant sont tout à fait acceptables.

4 Enseignements essentiels des simulations

4.1.1 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).

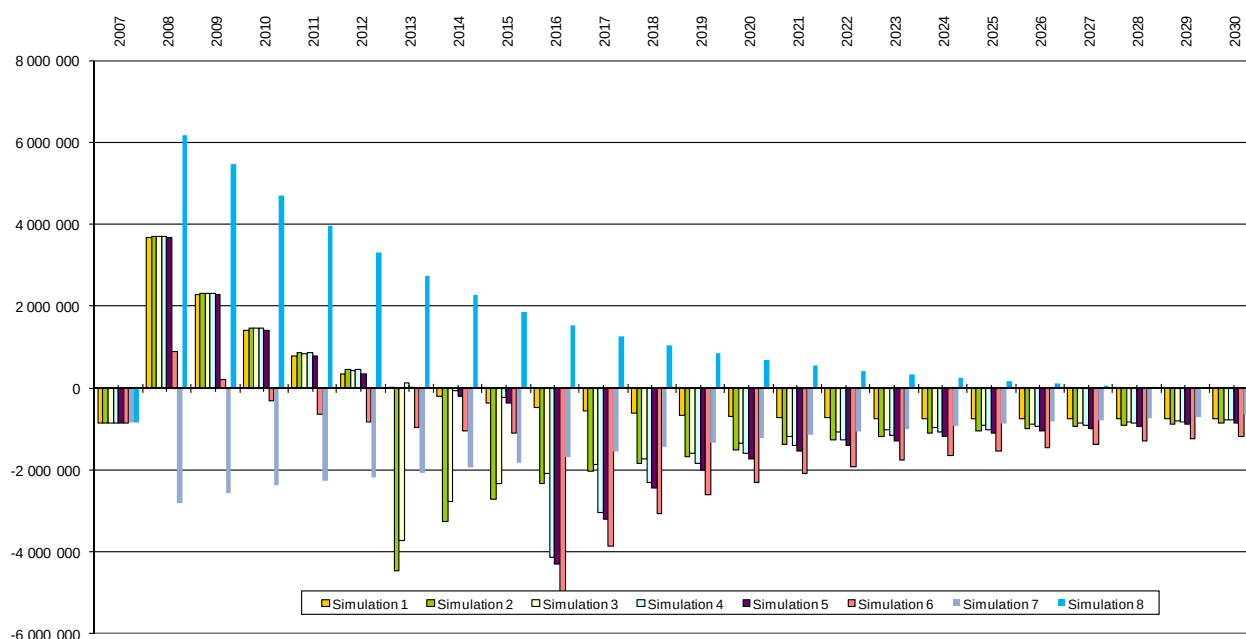


Illustration 61 : Variation des réserves du Cénomanién selon les scénarios

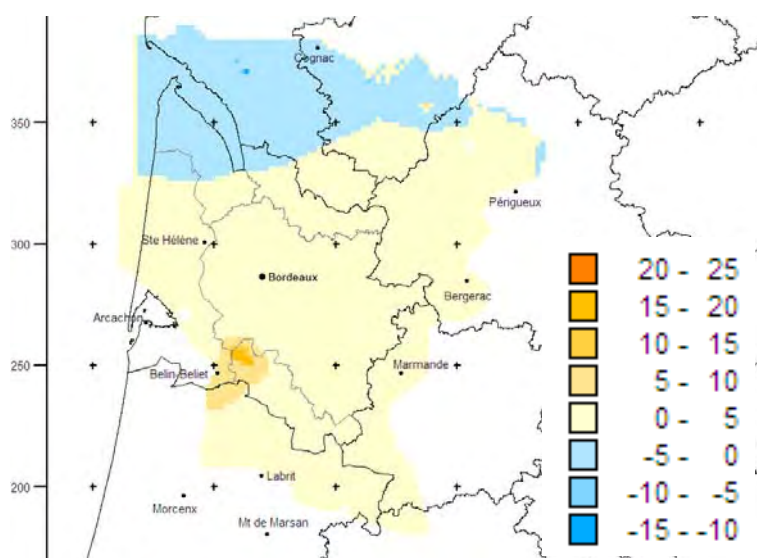


Illustration 62 : Impact piézométrique sur le Cénomanién : scénario 4

4.1.2 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.

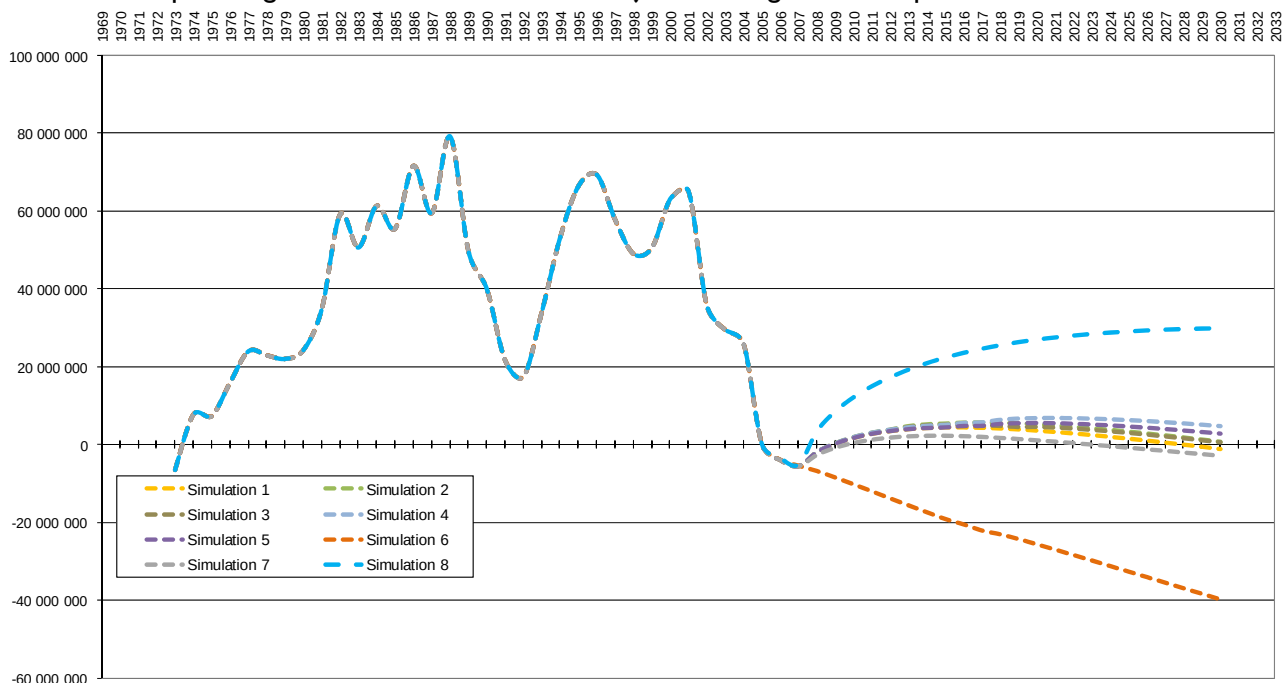


Illustration 63 : Variation des réserves sur le Campano-Maastrichtien selon les scénarios

4.1.3 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.

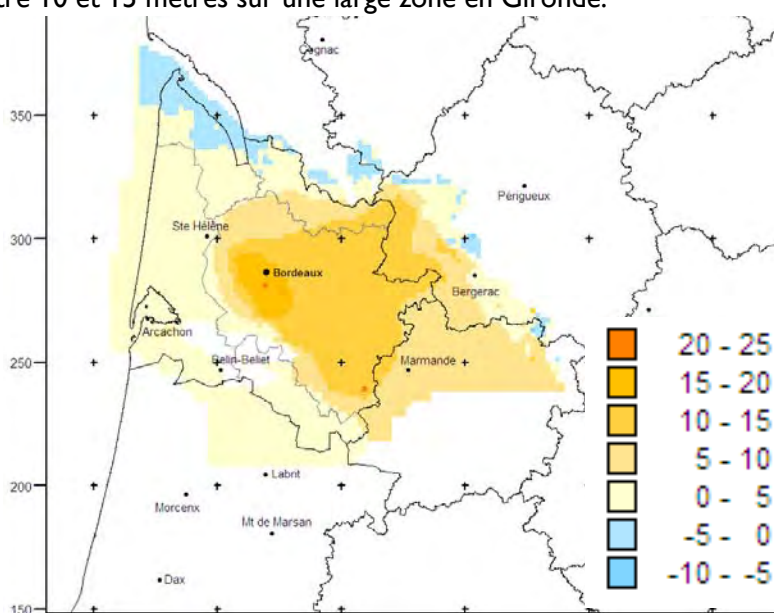


Illustration 64 : Impact piézométrique sur l'Eocène inférieur à moyen : scénario I

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 Illustration 65) ;
- d'inverser la tendance en faisant remonter les piézométries sur les zones les plus déprimées (voir Illustration 66 carte de droite).

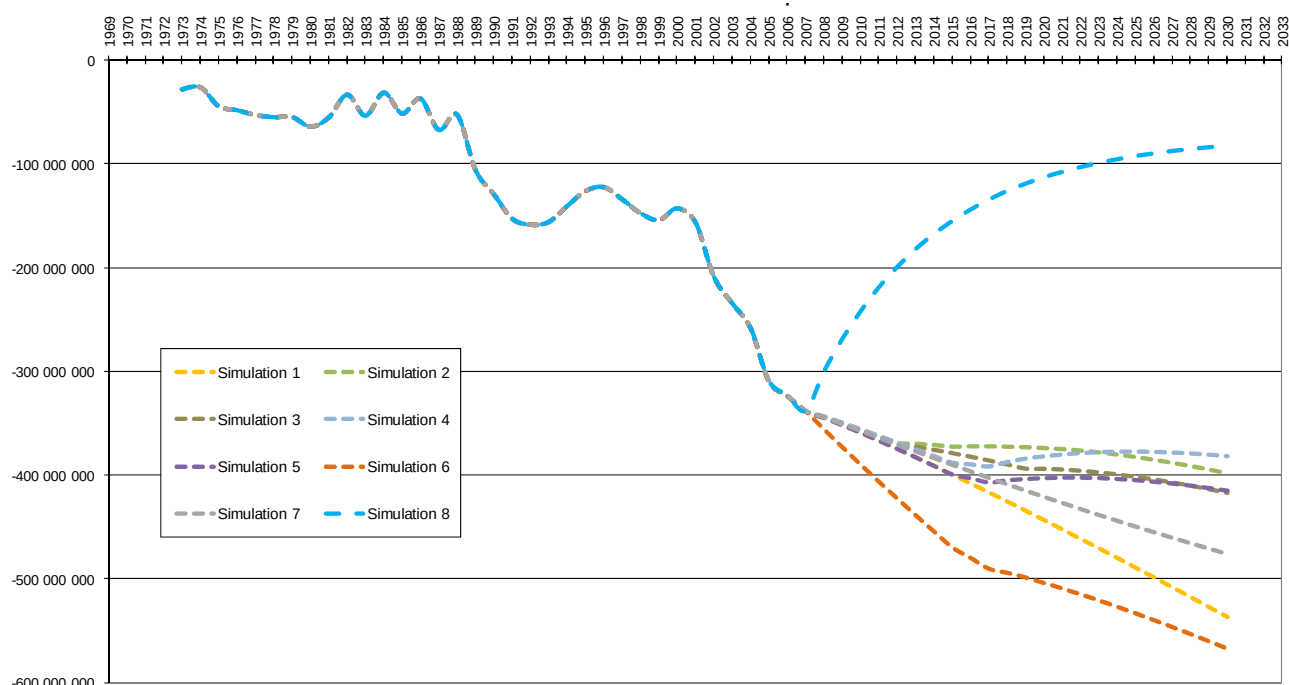


Illustration 65 : Variation des réserves de l'Eocène en cumulé depuis 1972 selon les scénarios

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 (Illustration 66) : 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.

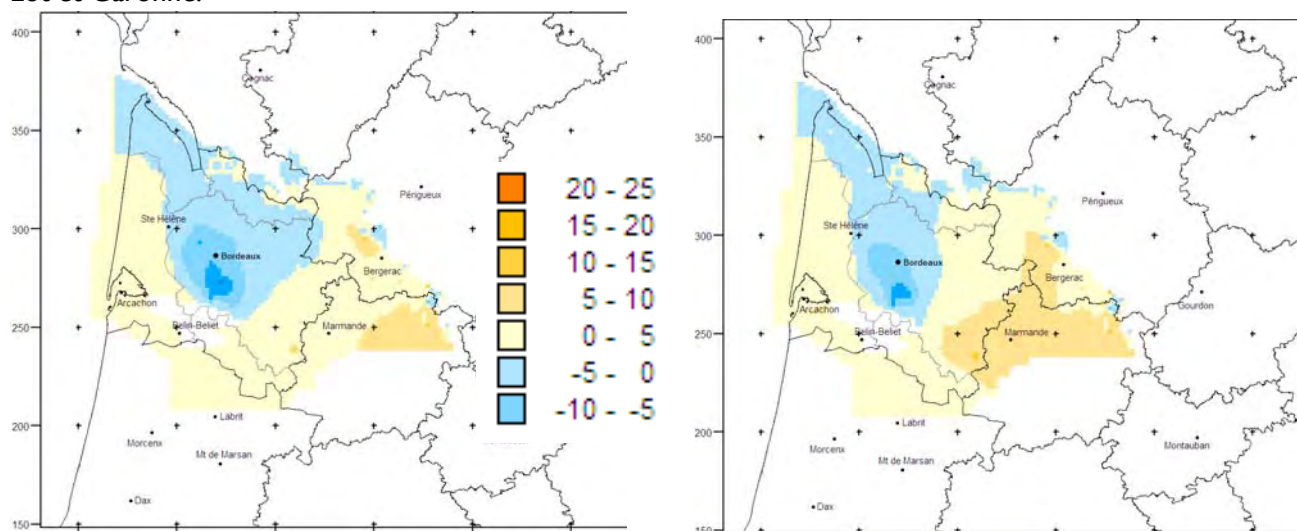


Illustration 66 : Effet de la politique d'économie d'eau sur l'impact piézométrique de l'Eocène (à gauche avec économies d'eau : scénario 4 et à droite sans économies d'eau : scénario 5).

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.

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).

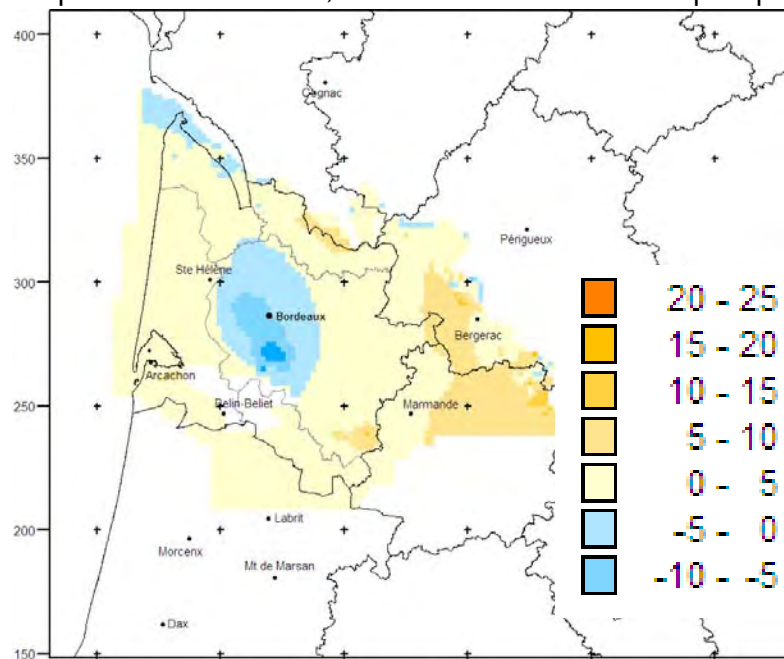


Illustration 67 : impact piézométrique sur l'Eocène avec le scénario climatique n°6

4.1.4 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 (Illustration 68) montre que le VMPO n'est pas atteint pour l'Oligocène et que des prélèvements plus importants pourraient être supportés sans mis en 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.

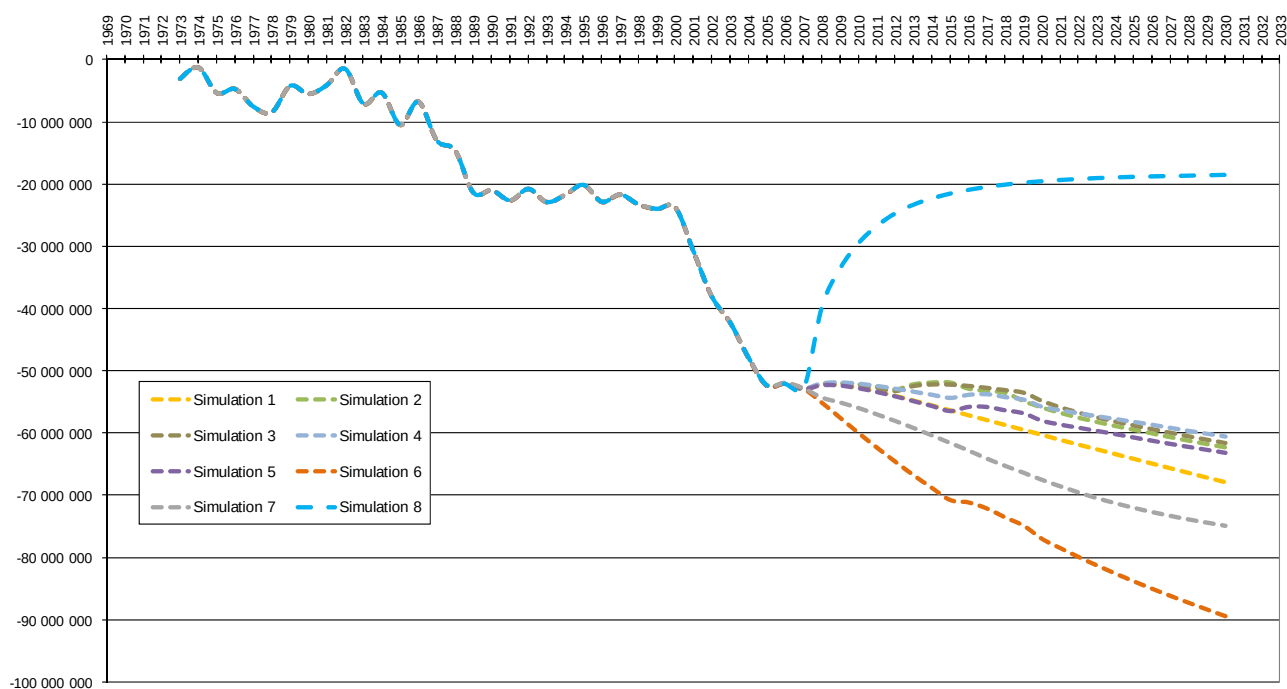


Illustration 68 : Variation des réserves de l'Oligocène en cumulé depuis 1972 selon les scénarios

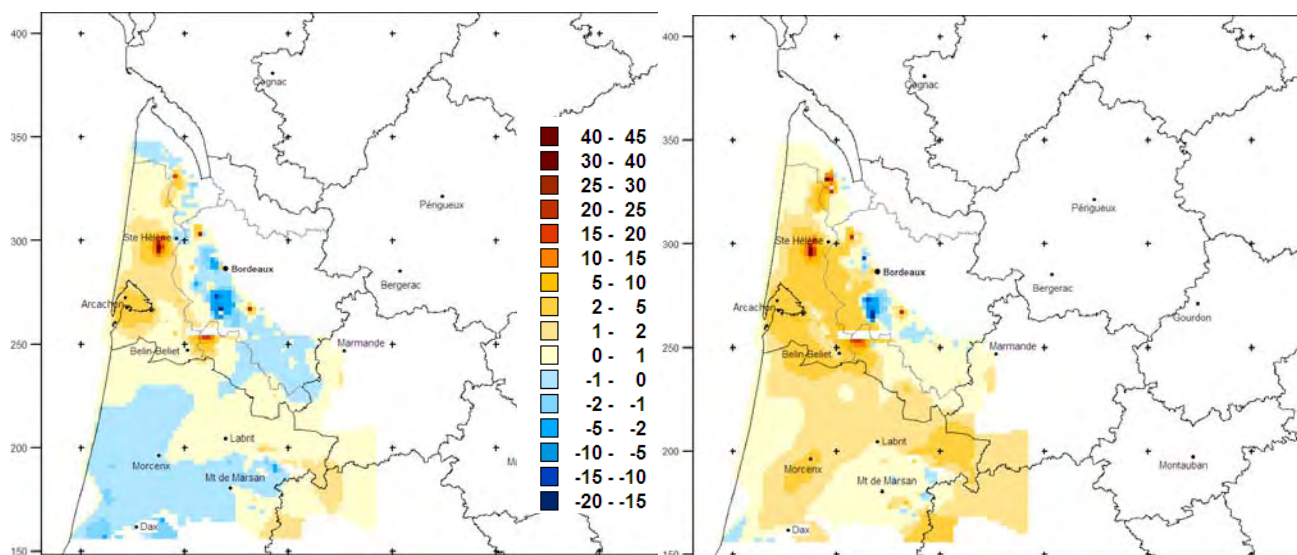


Illustration 69 : Impact piézométrique sur l'Oligocène : scénario 4 et 6

4.1.5 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 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 (Illustration 71). Les variations de réserve à long terme restent négligeables, bien que très influencées par les conditions climatiques (Illustration 70).

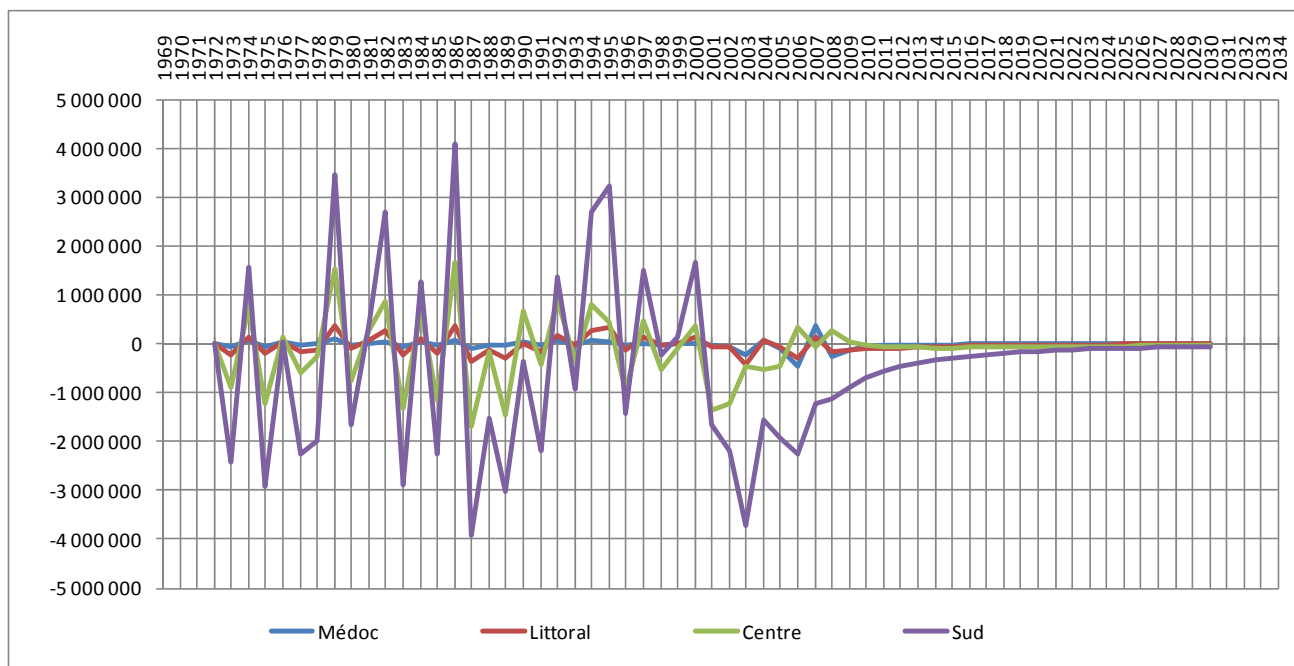


Illustration 70 : Variation des réserves du Miocène pour le scénario I- tendanciel en Gironde (SMEGREG)

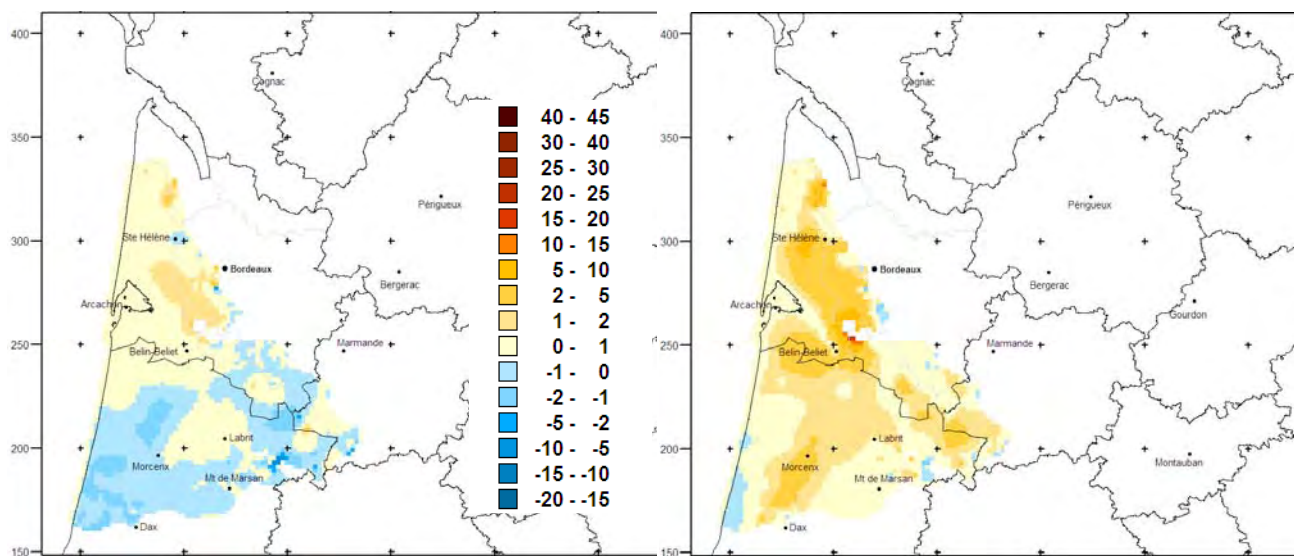


Illustration 71 : Impact piézométrique sur le Miocène (Aquitainien) : scénario I et 6

5 Conclusion

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).

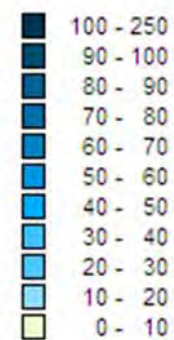
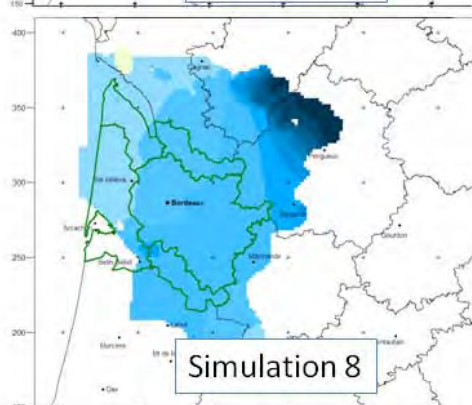
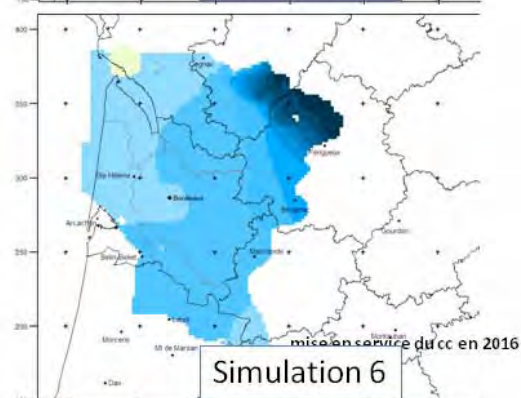
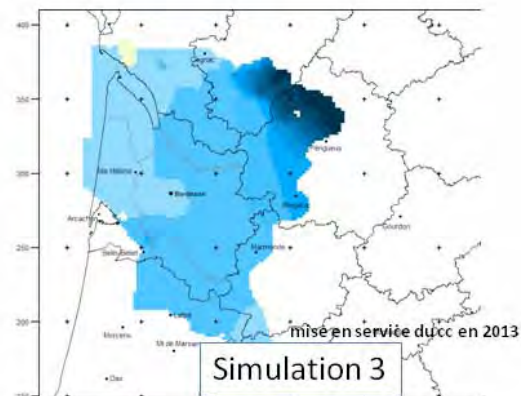
A partir d'une définition du bon état des nappes captives réalisée par la CLE, une interprétation des résultats de ces simulations permet de déterminer si pour une nappe donnée le résultat est acceptable ou non et par essai-erreur de cerner un volume maximum prélevable objectif (voir rapport « Orientations de gestion »).

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.

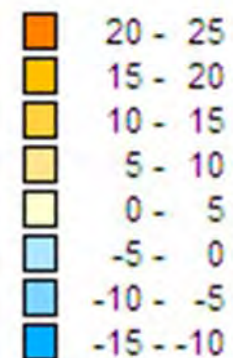
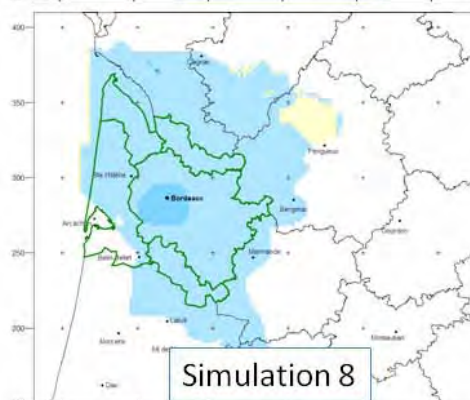
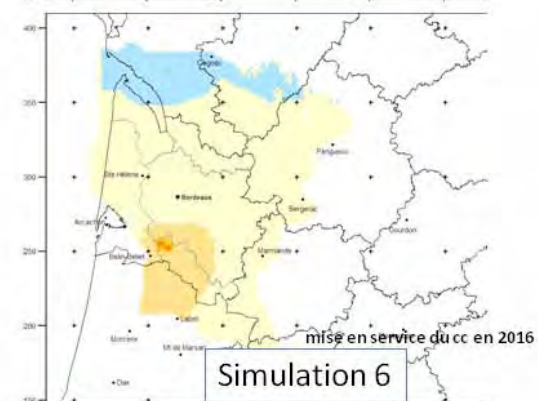
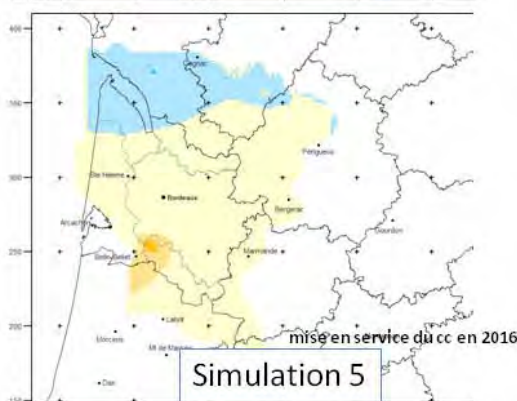
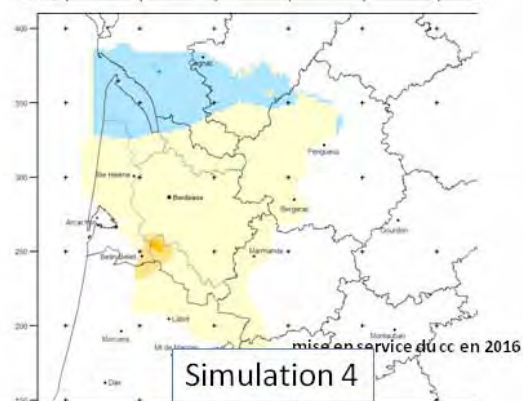
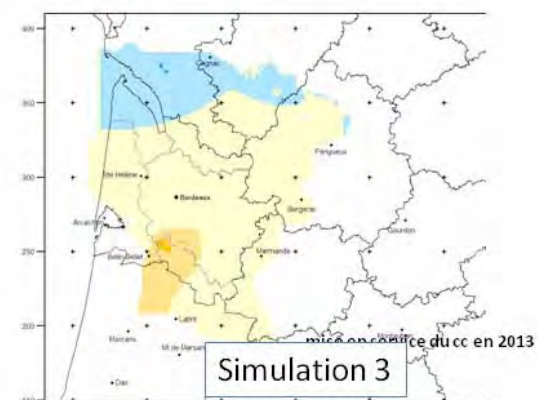
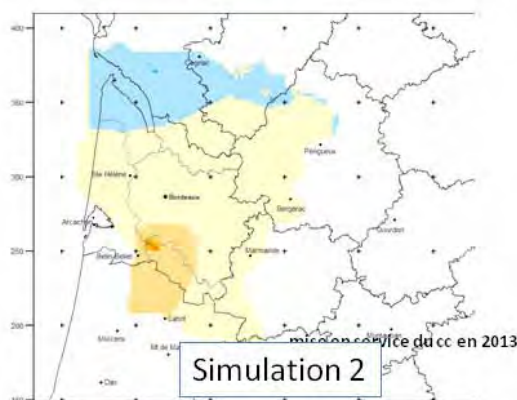
Ce document représente une avancée importante pour la gestion des nappes profondes car il explicite dans le détail les données, méthodes et raisonnements qui amènent à proposer aux élus des mesures de limitation des prélèvements (essentiellement sur l'Eocène en zone centre) et de manière plus générale de gestion de la ressource.

ANNEXES

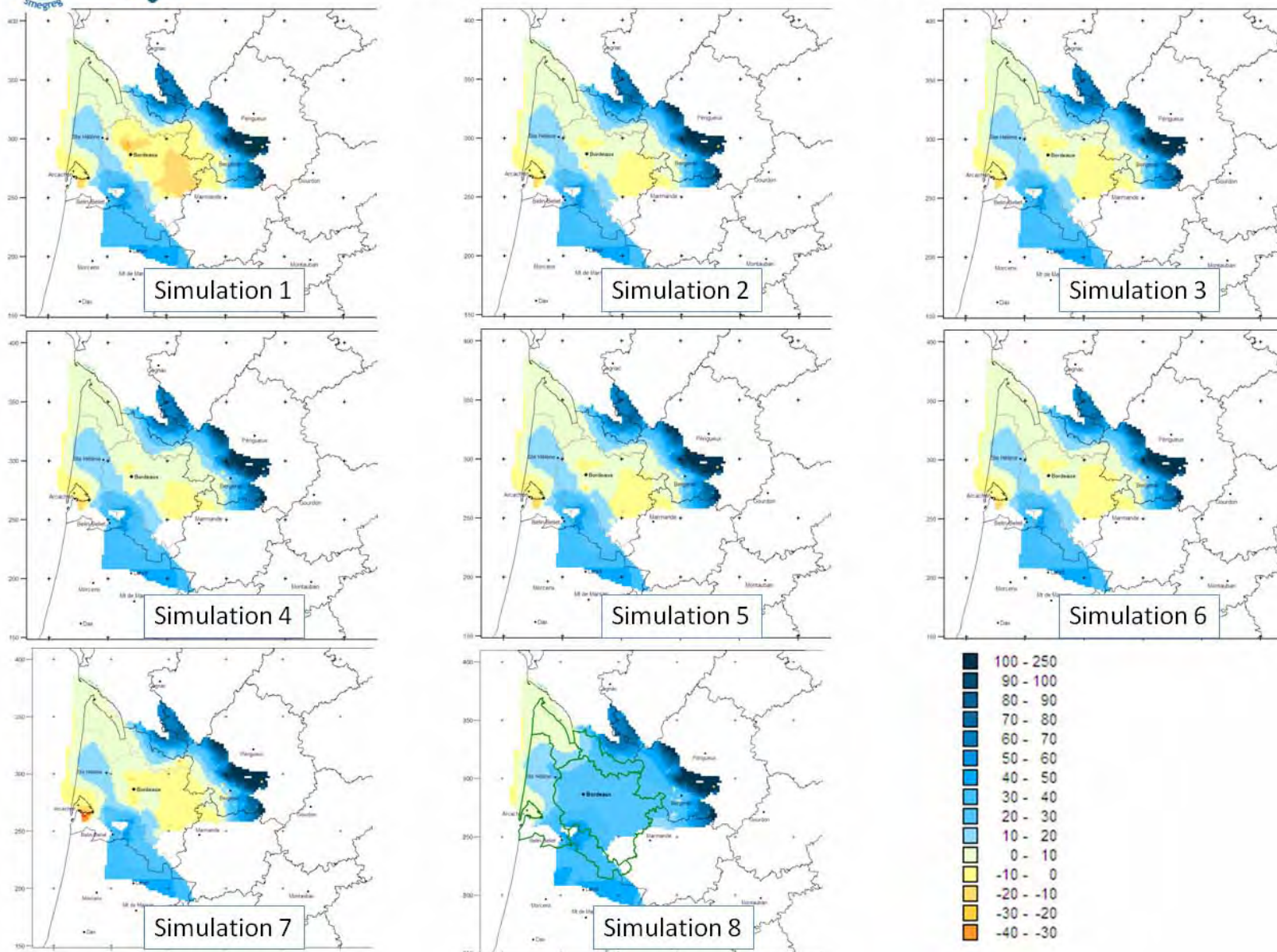
Résultats des simulations



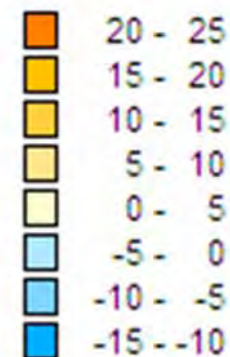
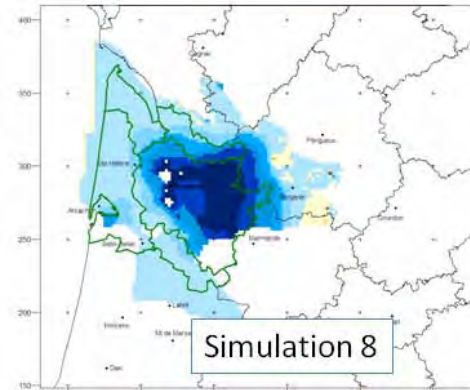
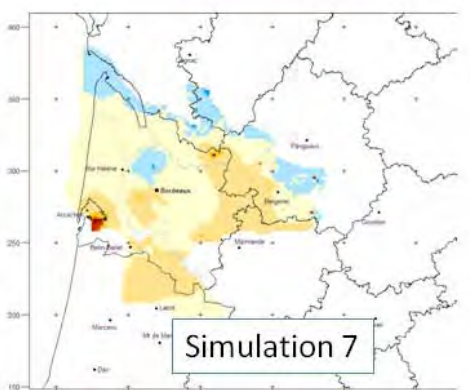
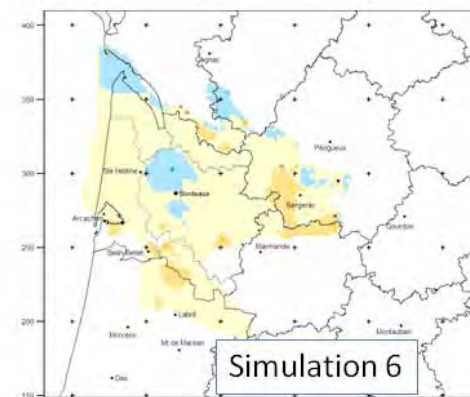
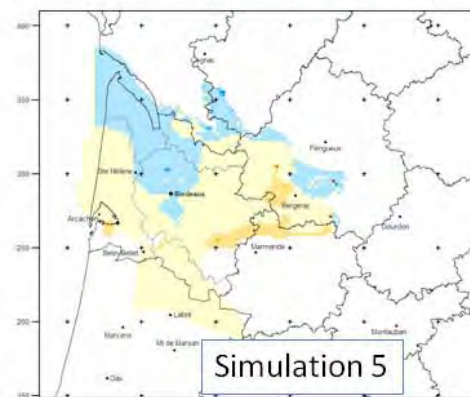
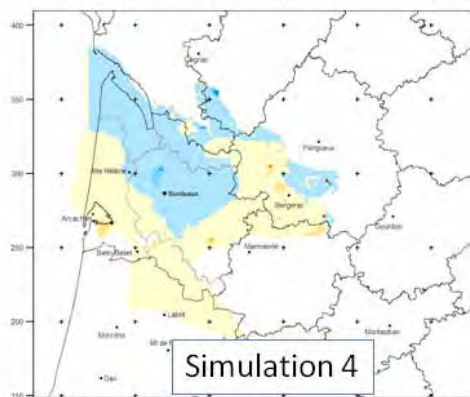
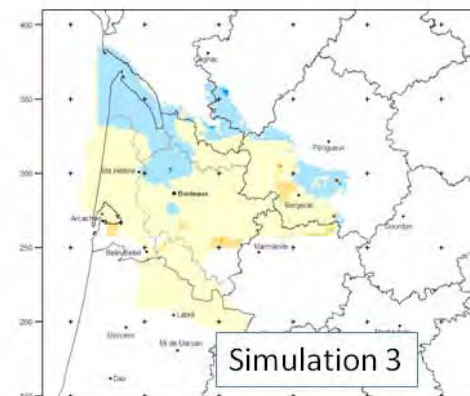
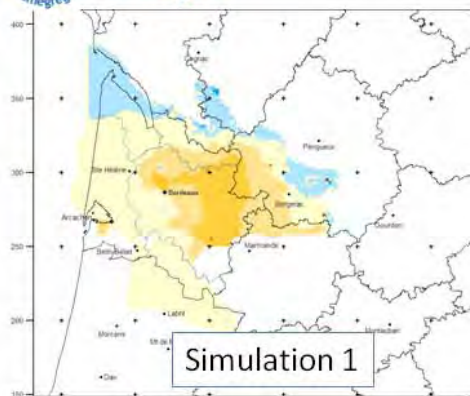
Cénomaniens – Impact piézométrique 2007-2030



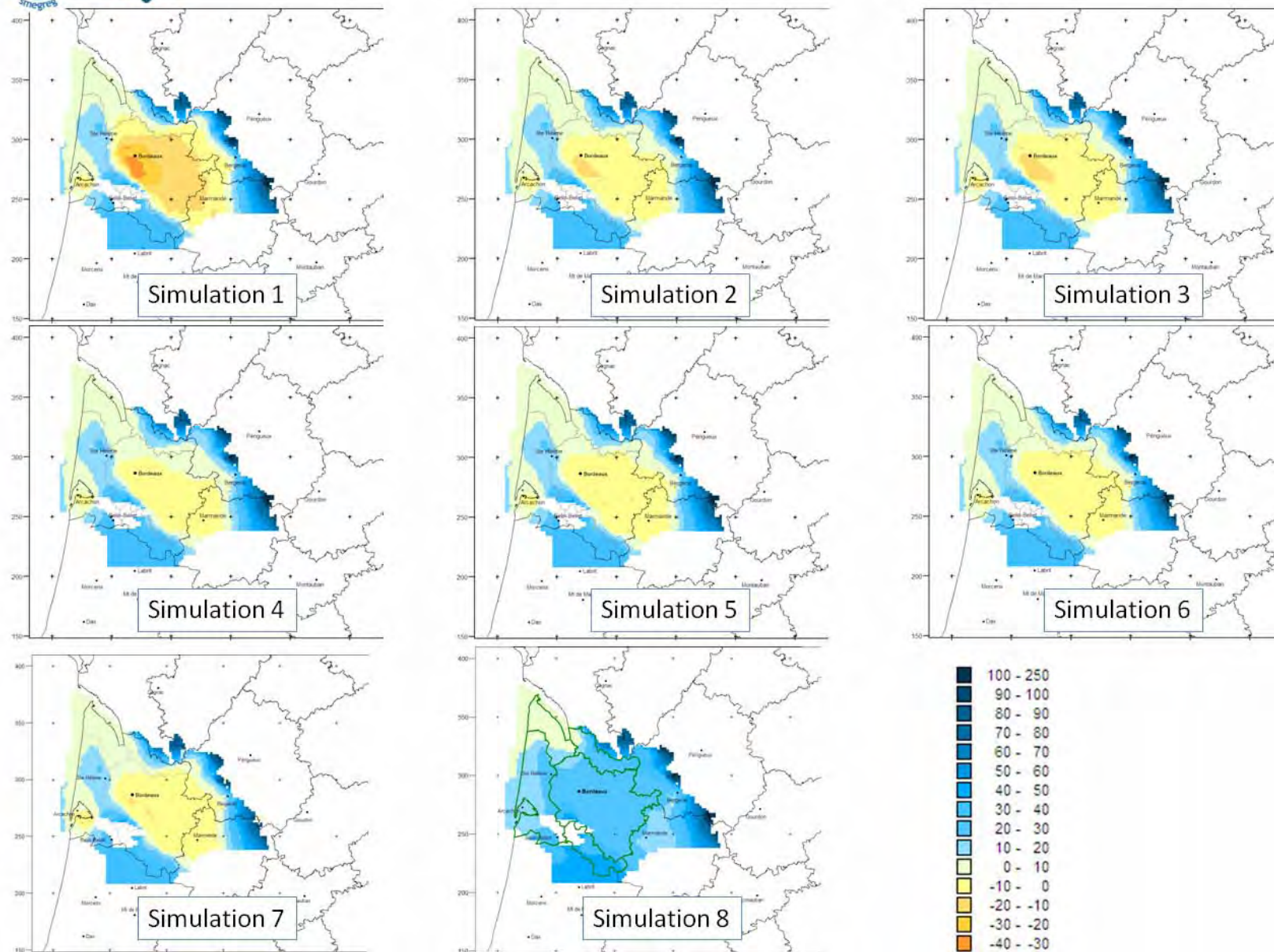
Campano-Maastrichtien – Piézométrie à 2030



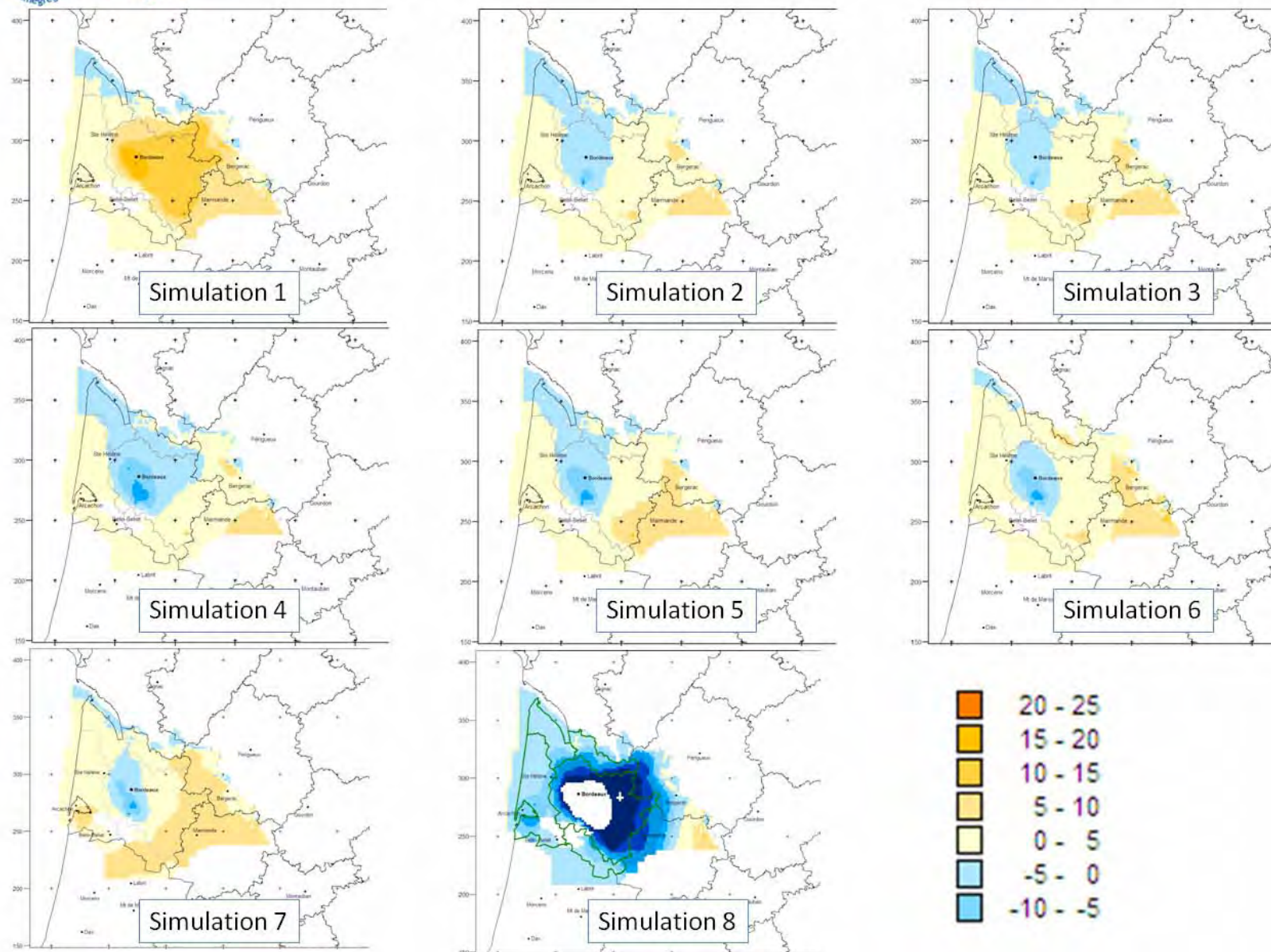
Campano-Maastrichtien – Impact piézométrique 2007-2030



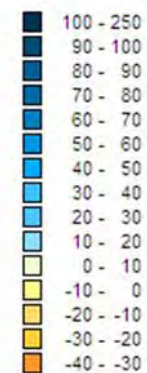
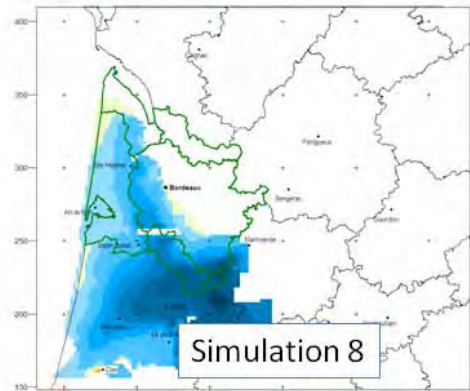
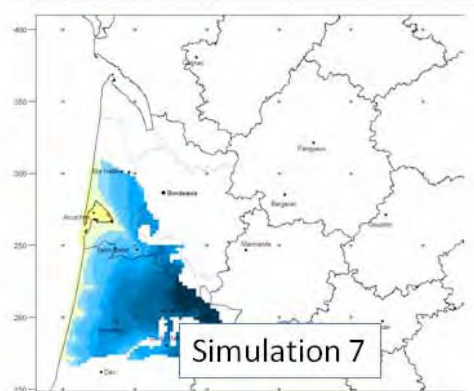
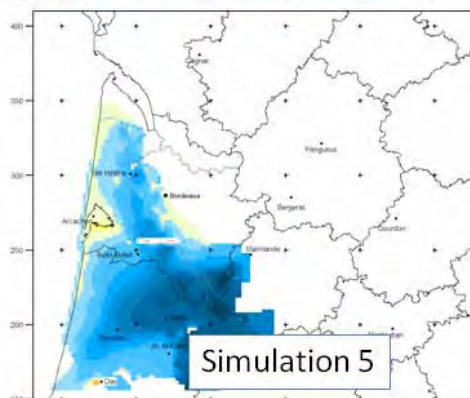
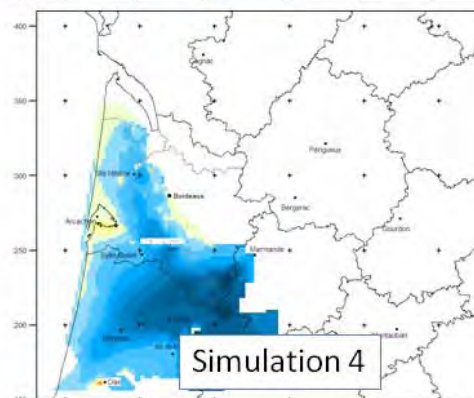
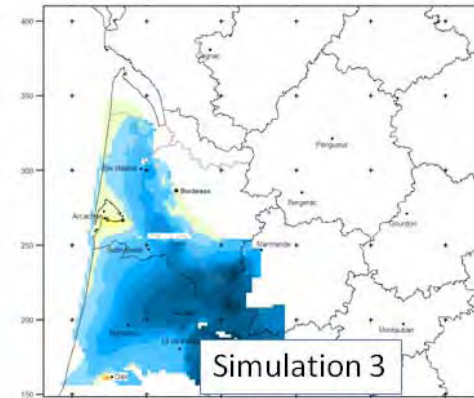
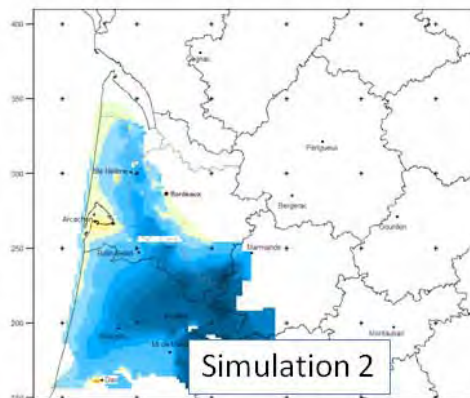
Eocène moyen à inf – Piézométrie à 2030



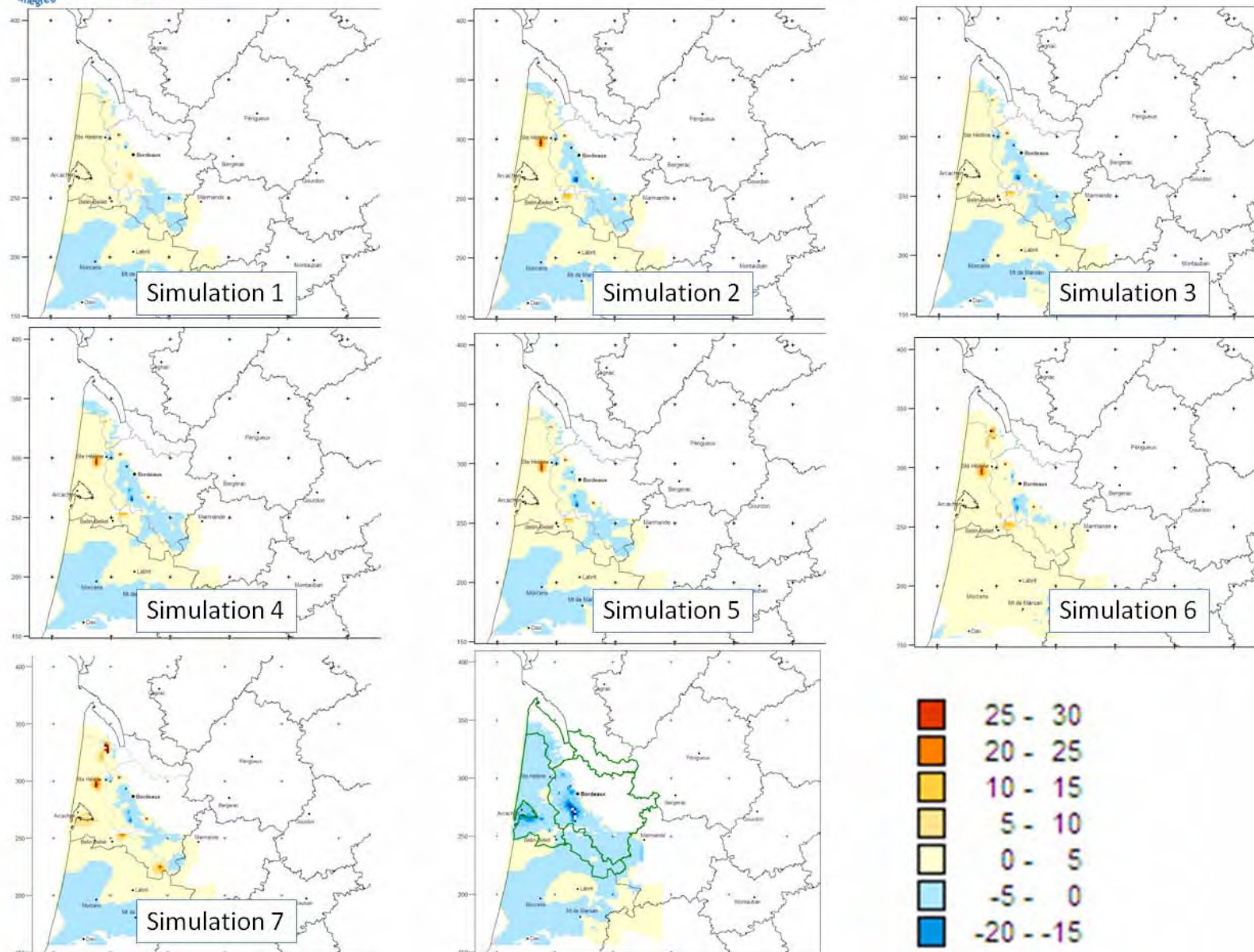
Eocène moyen à inf – Impact piézométrique 2007-2030



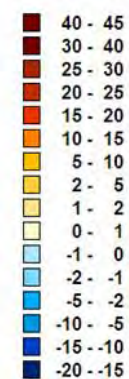
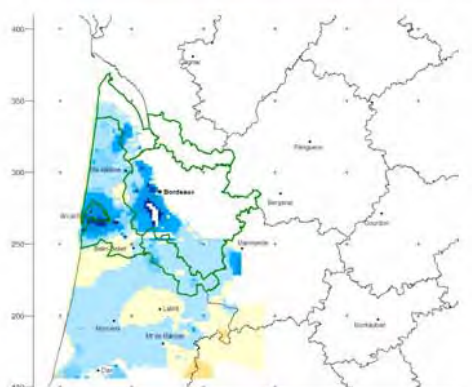
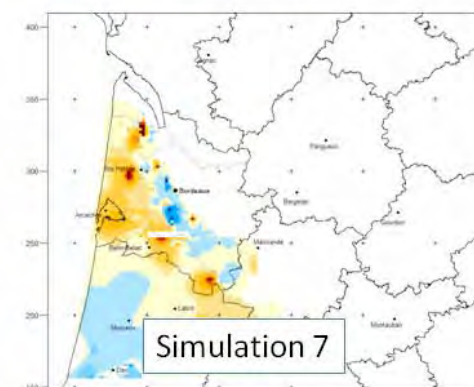
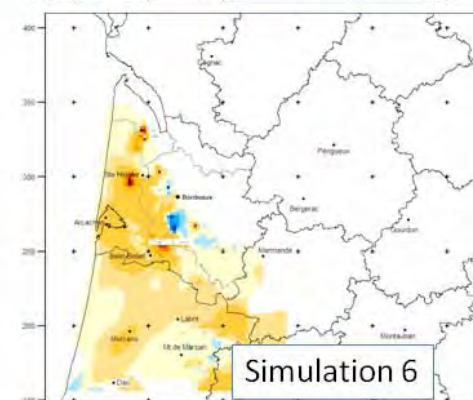
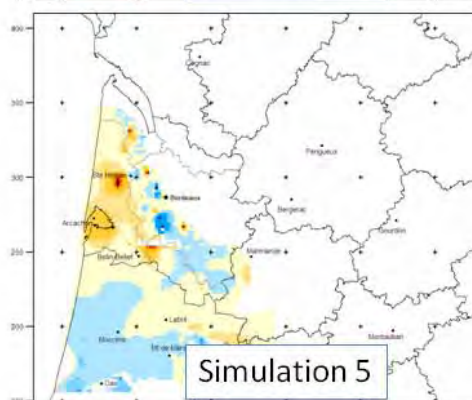
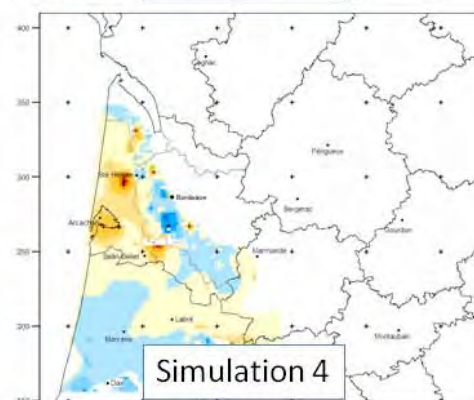
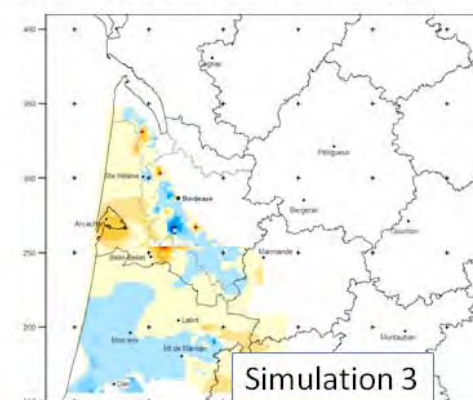
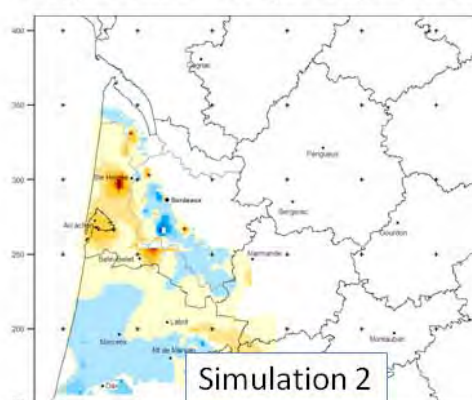
Oligocène – Piézométrie à 2030



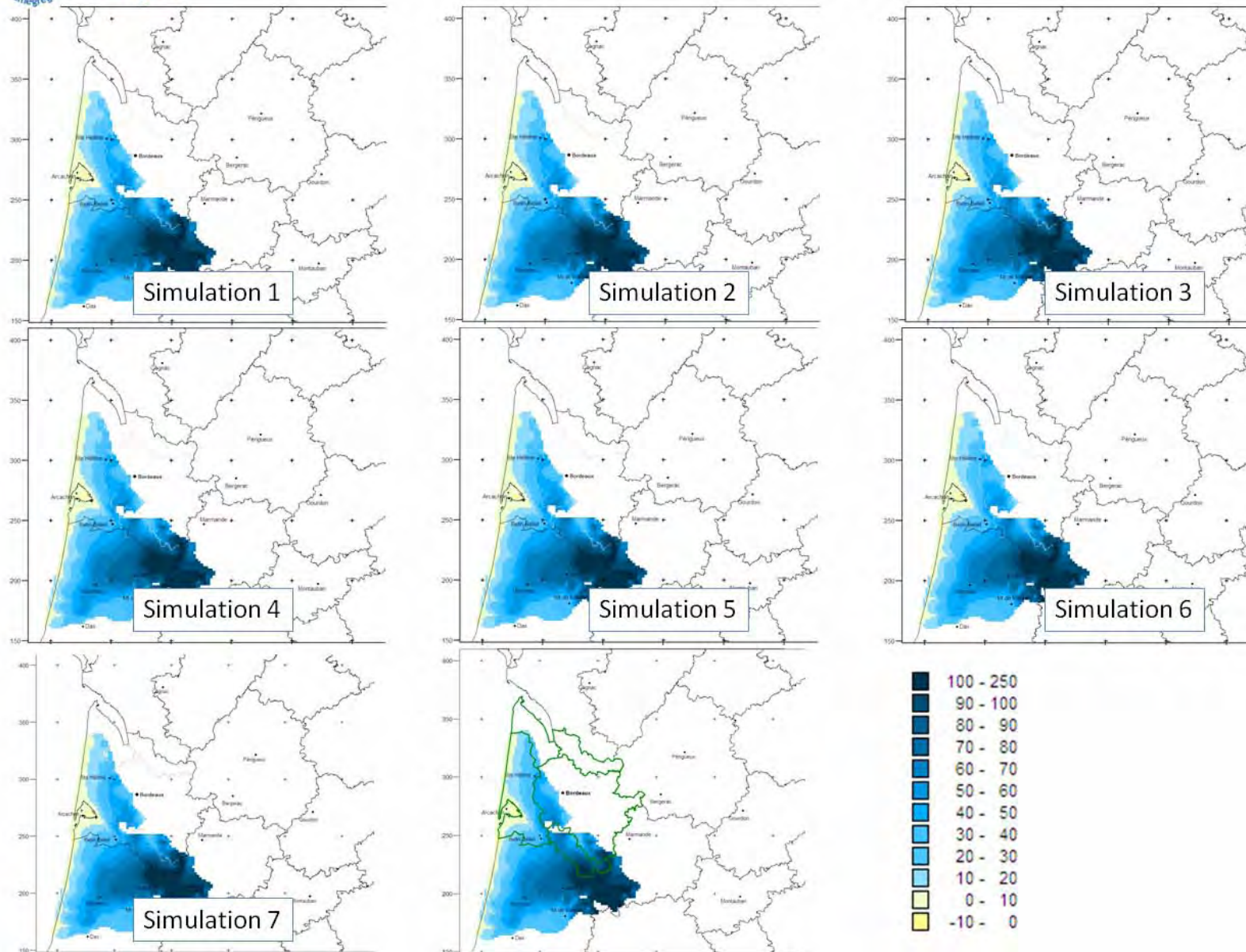
Oligocène – Impact piézométrique 2007-2030



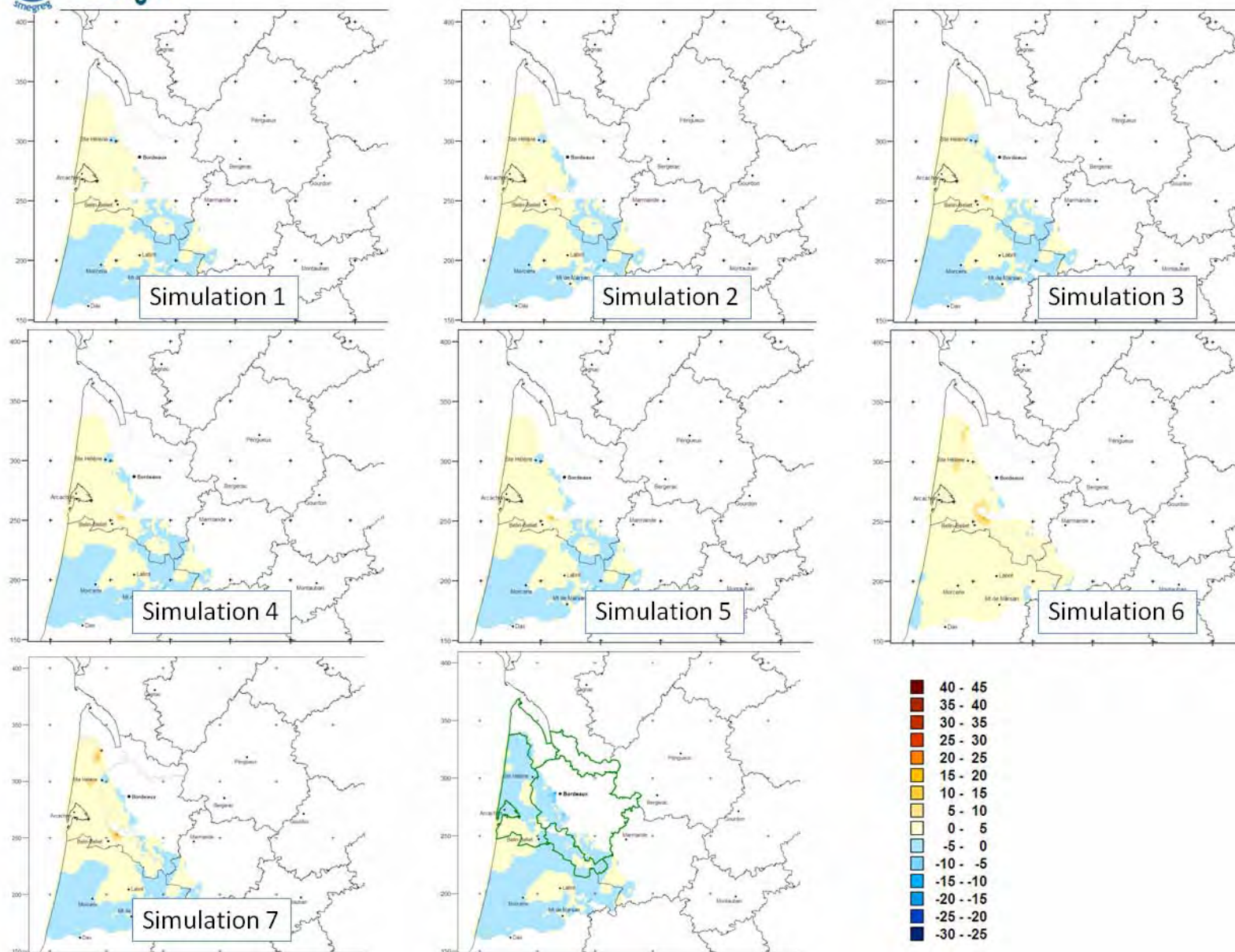
Oligocène – Impact piézométrique 2007-2030 (détail)



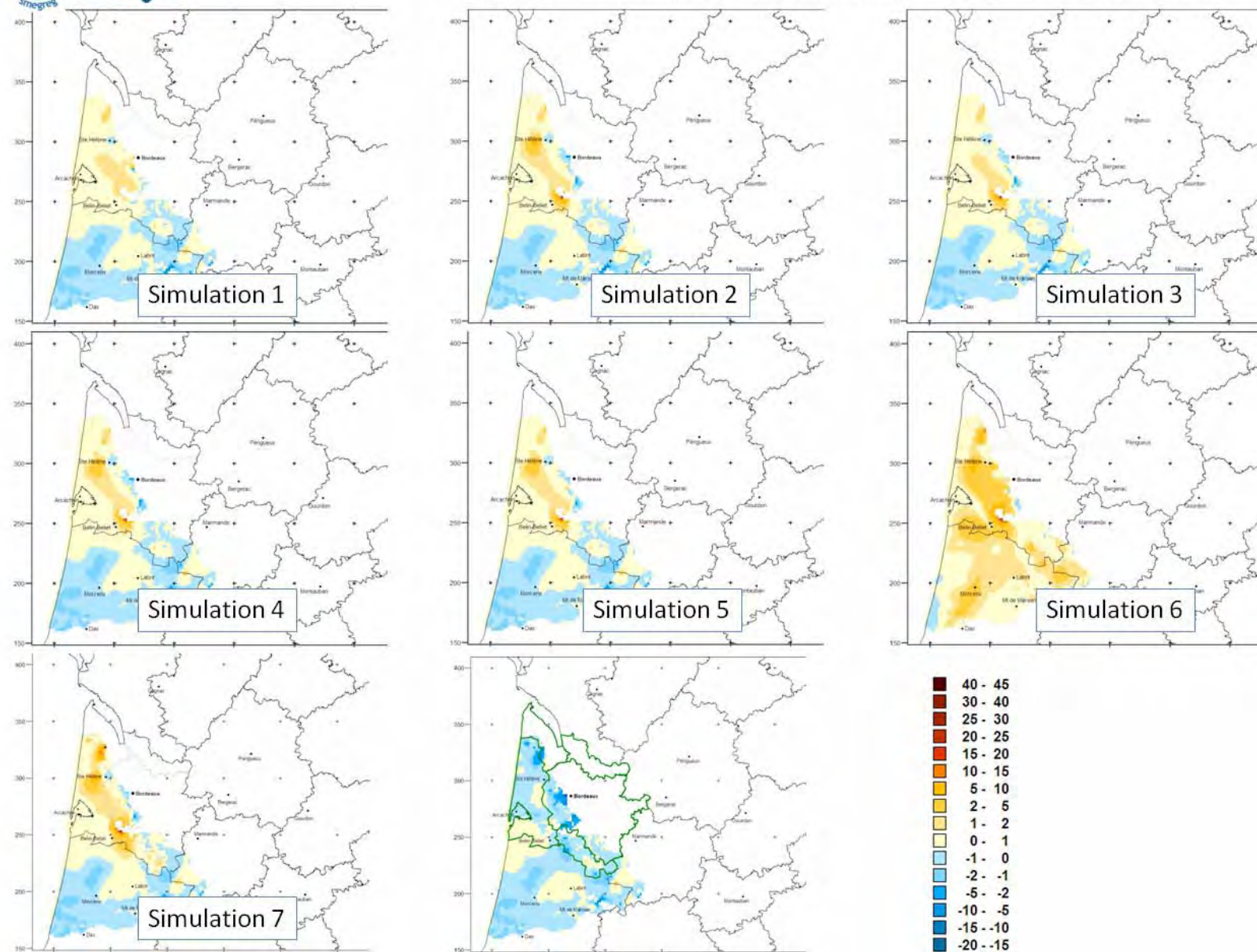
Aquitanien – Piézométrie à 2030



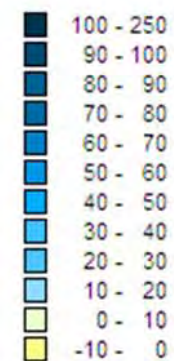
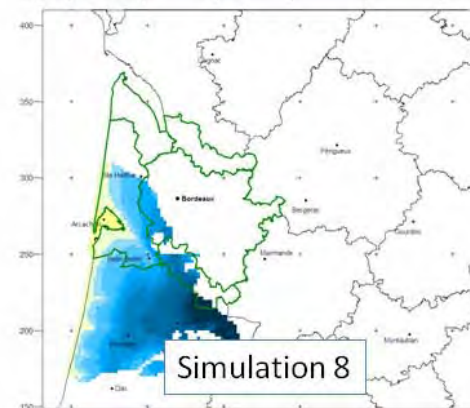
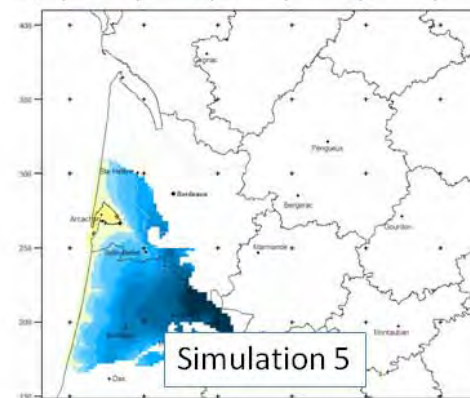
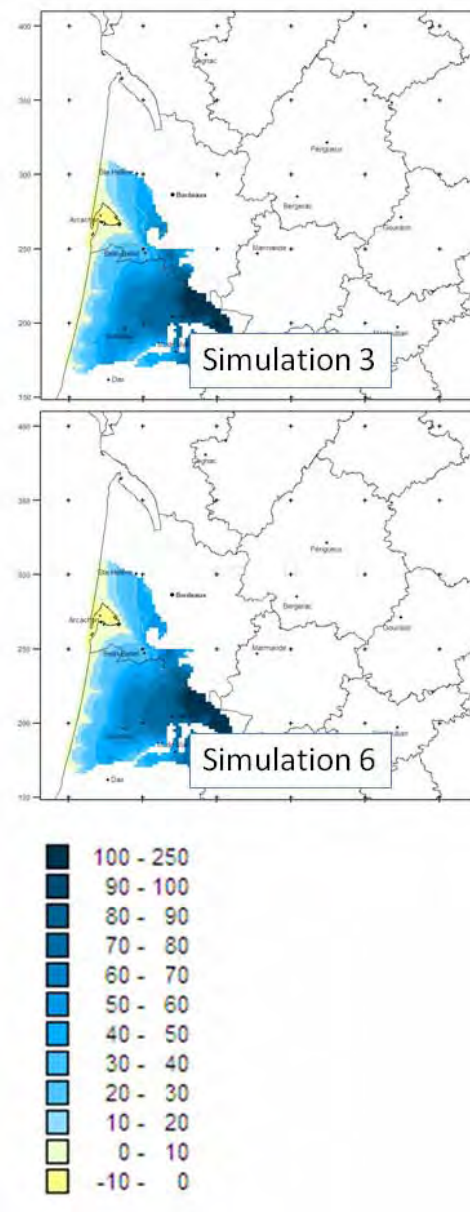
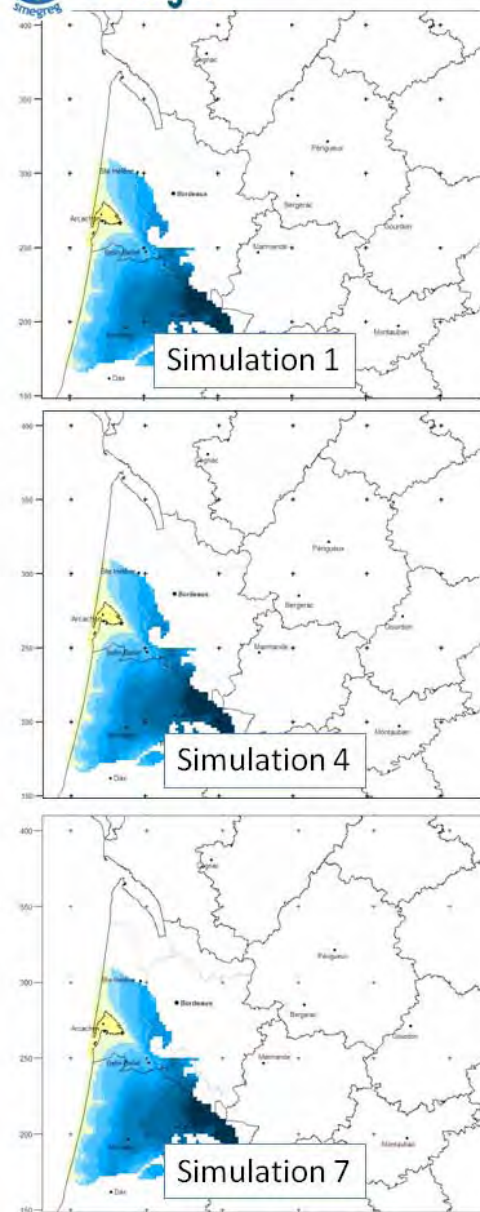
Aquitainien – Impact piézométrique 2007-2030



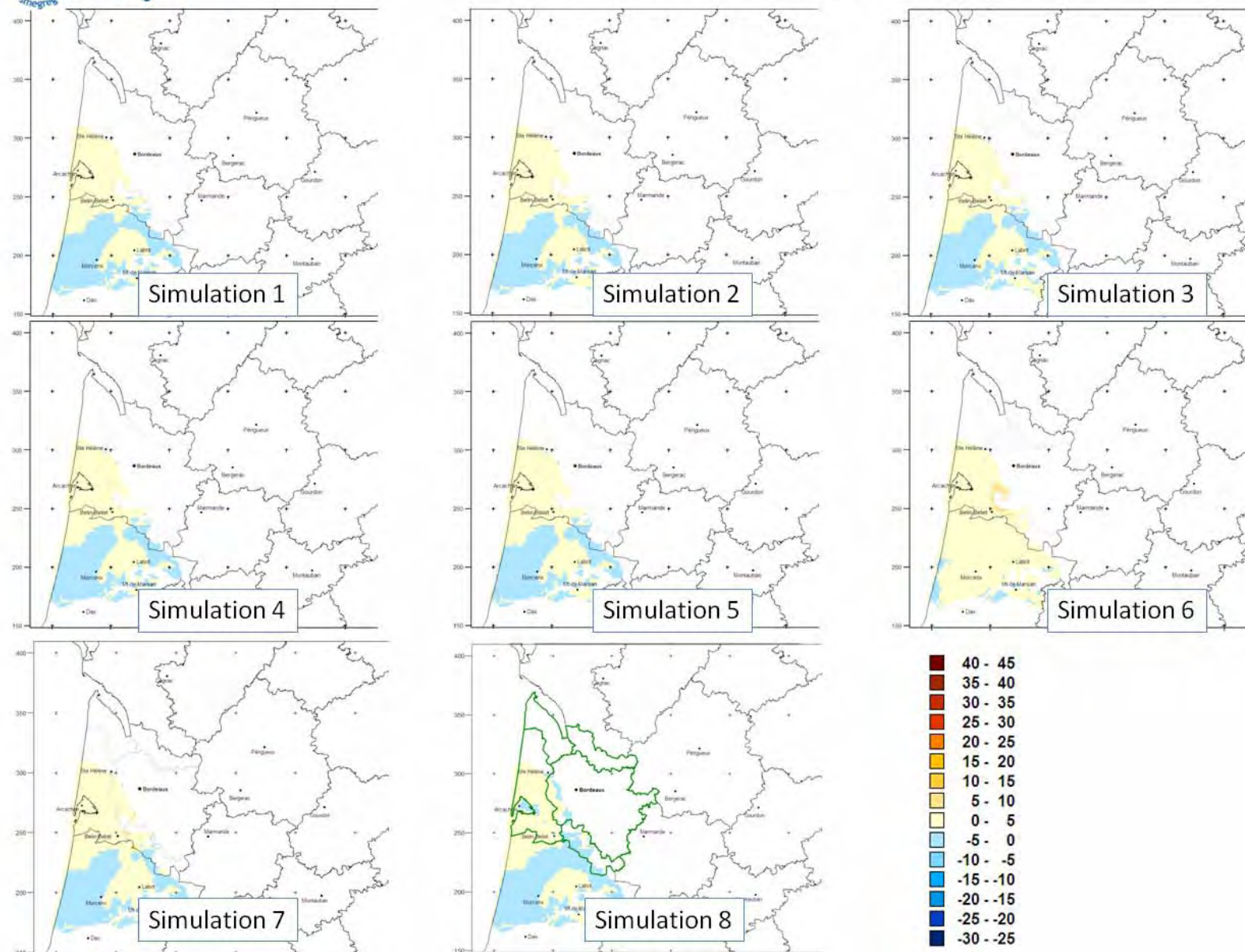
Aquitanien – Impact piézométrique 2007-2030 (détail)



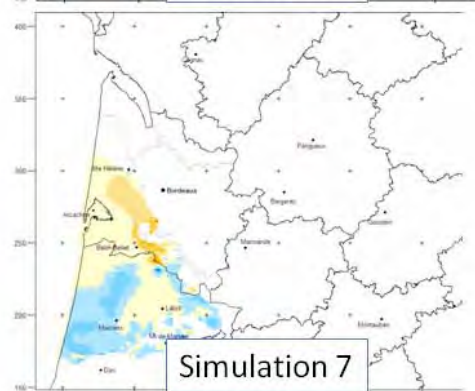
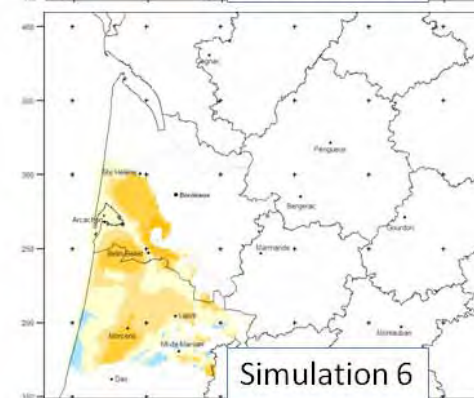
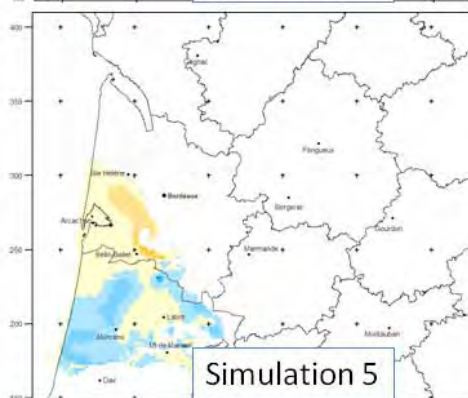
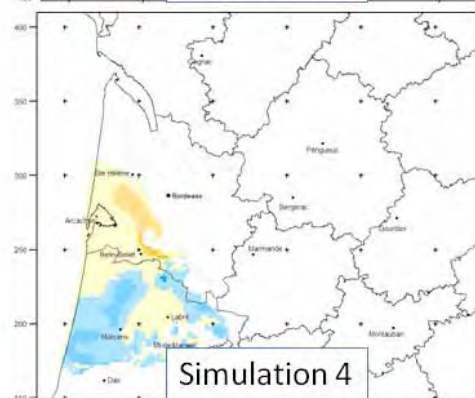
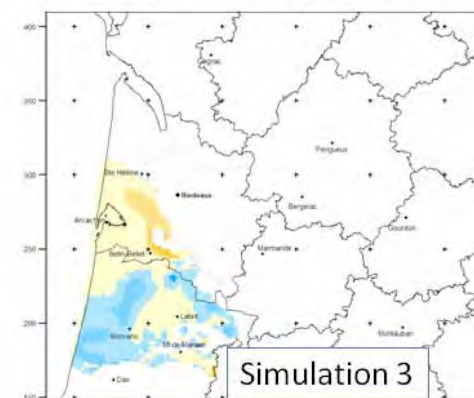
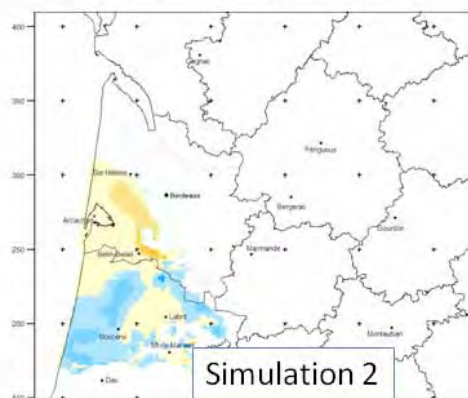
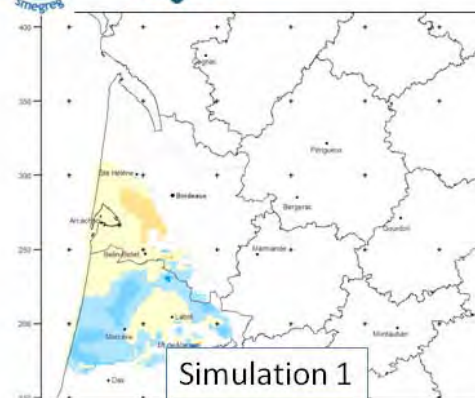
Helvétien – Piézométrie à 2030



Helvétien – Impact piézométrique 2007-2030



Helvétien – Impact piézométrique 2007-2030 (détail)



ANNEXES

Approbation de la définition du bon état par la CLE¹

¹ La définition présentée prend en compte les aspects liés à l'eau lors d'une modification de pression dans un aquifère, sans s'intéresser à l'éventuelle modification de structure de la roche encaissante.



T2010-035

COMMISSION LOCALE DE L'EAU

Réunion du 11 juillet 2011

Avis sur la définition du "bon état quantitatif" des nappes profondes proposée par le Groupe d'experts hydrogéologues

Etaient présents :

Collège des élus :

Messieurs **DUCCOUT** (AMG) - **DAVERAT** (Conseil régional)

Collège des usagers :

Messieurs **CASSOU** (Chambre d'agriculture de la Gironde) – **LE POCHAT** (SEPANSO) –
RIVIERE (CCI de Libourne)

Collège des administrations :

Messieurs **BERT-LATRILLE** (DDTM33) - **GUIMON** (AEAG)- **MANSOTTE** (ARS)

Assistaient également à la réunion :

Mesdames **VIALLET-NOUHANT** (Chambre d'agriculture de la Gironde) - Madame **NENERT** (ARS) –
CORBIER (BRGM) – **LARBODIE** et **DEBRIEU-LEVRAT** (Conseil général de la Gironde)

Messieurs de **GRISSAC**, **GUYARD** et **LAPUYADE** (SMEGREG) - **ALEZINE** (SEPANSO) - **AYACHE**
(BRGM)- **DUPUY** (EGID) – **MORA** (CUB)

Etaient excusés :

Mme **PASUT** (CG24), Mme **JACQUEMAIN** (CG24)

M. MAUGEIN (CG33), **M. GARNIER** (AMG), **M. MARCHAND** (CLCV) et **M. GAILLARD**
(DREAL)

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.

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.

Définition du "bon état chimique" :

- ✓ défini dans le corps et dans l'annexe V de 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 ;
- ✓ précisé dans la 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, dite directive "filles sur les eaux souterraines" ;
- ✓ repose sur une liste de substances polluantes et des valeurs limites.

Remarque : pour les nappes, et en particulier les nappes captives, le bon état chimique est pour partie directement lié à l'état quantitatif.

Secrétariat de la CLE – Bureau de la Politique de l'Eau – Hôtel du Département
Esplanade Charles de Gaulle – 33074 BORDEAUX cedex

Définition du "bon état" quantitatif :

- ✓ défini sommairement" dans la directive cadre (art. 2) et dans son annexe V.

La circulaire du ministère de l'écologie du 21 décembre 2006 reprend ces définitions sans apporter de précision importante sur la notion de "bon état" quantitatif.

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 demandé, lors de sa réunion du 15 juin dernier, que le Groupe d'experts hydrogéologues lui propose une définition de ce bon état.

Le Groupe d'experts hydrogéologues s'est réuni le 4 juillet 2011 et a émis l'avis annexé au présent avis de la CLE.

Avis de la Commission locale de l'eau, formulée 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 spécificité 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 avals suffisants pour ne pas empêcher l'atteinte ou le maintien du bon état pour ces milieux."

Bordeaux, le 18 juillet 2011

Le Président


Pierre DUCOUT



2011-0342 CLE

**GROUPE D'EXPERTS HYDROGEOLOGUES
AUPRES DE LA COMMISSION LOCALE DE L'EAU
DU SAGE NAPPES PROFONDES DE GIRONDE**

Réunion du 4 juillet 2011

Avis sur la notion de "bon état quantitatif" pour les eaux souterraines

Etaient présents :

- Mme Marie-Pierre VIALLET-NOUHANT - Chambre d'Agriculture de la Gironde
- M. Alain DUPUY - Institut EGID Bordeaux 3
- M. Nicolas PEDRON - BRGM - SGR Aquitaine
- M. Marc SALTEL - BRGM - SGR Aquitaine
- M. Pierre MARCHET - Agence de l'eau Adour-Garonne
- M. Gérard PELISSIER-HERMITE - Hydrogéologue agréé coordonnateur départemental
- M. Frédéric LAPUYADE - SMEGREG
- M. Bruno de GRISSAC - SMEGREG

Etaient excusés :

- M. le Professeur Pierre POUCHAN - Institut EGID Bordeaux 3
- M. Roland LASTENNET - GHYMAC EA 4134 - Université de Bordeaux 1

Objet de l'avis :

Demande de la CLE du SAGE Nappes profondes de Gironde :

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 demandé, lors de sa réunion du 15 juin dernier, que le groupe d'experts hydrogéologues lui propose une définition de ce bon état.

Textes de référence :

- **A portée réglementaire :**
 - 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 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.
- **Autres textes :**
 - Circulaire DCE 2006/18 du ministère de l'écologie du 21 décembre 2006 relative à la définition du "bon état" pour les eaux souterraines.



SMEGREG - Syndicat mixte d'études pour la gestion de la ressource en eau du département de la Gironde
Secrétariat technique de la Commission locale de l'eau du SAGE Nappes profondes de Gironde
Les Jardins de Gambetta - 74 rue Georges Bonnac - 33000 BORDEAUX
Tél. 05.57.01.65.65 - Fax. 05.57.01.65.60 - sage-nappes33@smegreg.org

1/4

Première analyse motivant la demande de la CLE :

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. 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.

Définition du "bon état chimique" :

- défini dans l'annexe V de la directive cadre ;
- précisé dans la directive "fille" sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration ;
- repose sur une liste de substances polluantes et des valeurs limites.

Remarque : pour les nappes, et en particulier les nappes captives, le bon état chimique est pour partie directement lié à l'état quantitatif.

Définition du "bon état" quantitatif :

- défini sommairement dans la directive cadre (art. 2),
- et dans son annexe V.

La circulaire du ministère de l'écologie du 21 décembre 2006 reprend ces définitions sans apporter de précision importante sur la notion de "bon état" quantitatif.

Avis du groupe d'experts :

En préalable, il est rappelé que pour les ressources captives, l'état qualitatif de la ressource dépend en grande partie de son état quantitatif.

Le concept de bilan équilibré dans lequel les entrées d'eau compensent intégralement les sorties s'applique aux masses d'eau souterraine à des échelles de temps très différentes selon la nature libre ou captive de la ou des nappes considérées.

Pour les nappes libres, cet équilibre peut dans le meilleur des cas être atteint sur un cycle hydrologique annuel.

Pour les nappes captives, une compensation intégrale des sorties naturelles augmentées d'un prélèvement constant par les entrées ne peut théoriquement se concevoir que sur des durées d'ordre pluri-décennal à pluri-millénaire sous réserve que le contexte général ne varie pas.

Dans un système monocouche théorique simple, cette durée est liée au temps nécessaire au cône de dépression généré par le pompage constant pour atteindre les zones d'affleurement du réservoir où se fait l'alimentation.



La complexité des cas réels tient au fait que :

- les réservoirs aquifères ne sont pas homogènes ;
- les couches qui délimitent ces réservoirs ne sont pas strictement imperméables ;
- ces couches, dénommées aquitards ou encore semi-perméables capacitifs, constituent également des réservoirs non exploitables directement ;
- les propriétés mécaniques et hydrodynamiques de toutes ces couches sont susceptibles d'évoluer dans le temps ; notamment par déformation plastique induite par une baisse de la pression de l'eau ;
- du fait des discontinuités de nature et de structure de toutes ces formations et de la continuité hydraulique entre aquifères et aquitards, le système doit être pris en considération dans sa globalité pour évaluer son état ;
- les nappes constituent des systèmes dynamiques avec des sorties et des entrées naturelles ;
- les sorties naturelles peuvent se faire au profit d'autres nappes (directement ou indirectement par drainance), du milieu marin, d'eaux de surface ou de milieux superficiels (zones humides) et les flux sortant dépendent des conditions du milieu au profit duquel ils se font (par exemple variation du flux sortant vers le milieu marin variable au rythme des marées ou à plus long terme selon le niveau des océans) ;
- les entrées correspondent à une fraction seulement de la pluie efficace sur les zones d'affleurement (du fait d'un refus à l'infiltration qui se traduit par un débordement) et aux flux entrant depuis les autres réservoirs ;
- en dehors de tout prélèvement, les flux entrant et sortant sont influencés par l'état variable des milieux amont et aval ;
- à cette complexité naturelle se surajoute celle de la variabilité dans l'espace et dans le temps des prélèvements.

Dans ce contexte :

- la notion de bilan équilibré dans laquelle les entrées compenseraient intégralement les sorties n'est pas un concept adapté sauf à raisonner à très long terme (échelle pluri décennale à pluri séculaire) ;
- à court et moyen terme, un bilan peut donc être jugé acceptable alors qu'il intègre une variation à la baisse des réserves (diminution du stock) ;
- une gestion équilibrée vise donc à maîtriser et stabiliser la diminution des réserves à une valeur de déstockage jugée, à dire d'expert, acceptable sur le long terme en fonction des caractéristiques du système considéré ;
- l'analyse de cette acceptabilité s'appuie sur la comparaison des résultats de simulation, dans un outil de modélisation approprié, de différents scénarios ;
- dans les résultats de ces simulations seront donc examinés, tout en gardant à l'esprit la possibilité d'un aléa :
 - ✓ d'une part, les variations des réserves à court, moyen et long termes ;
 - ✓ d'autre part, les piézométries résultantes sur les zones à enjeux.



SMEGREG - Syndicat mixte d'études pour la gestion de la ressource en eau du département de la Gironde
Secrétariat technique de la Commission locale de l'eau du SAGE Nappes profondes de Gironde
Les Jardins de Gambetta - 74 rue Georges Bonnac - 33000 BORDEAUX
Tél. 05.57.01.65.65 - Fax. 05.57.01.65.60 - sage-nappes33@smegreg.org

3/4

En résumé, pour les nappes captives :

- il est normal qu'un "**taux annuel moyen de captage à long terme**" restant inférieur à "**la ressource disponible de la masse souterraine**" se traduise pourtant par un bilan qui révèle, à court et moyen termes, une diminution de la réserve (déstockage) ;
- en tout état de cause, le respect d'un "**taux annuel moyen de captage à long terme**" inférieur à "**la ressource disponible de la masse souterraine**" ne garantit pas à lui seul que les niveaux piézométriques permettront d'atteindre ou de maintenir le "bon état" de la ou des nappes considérées et des milieux aval ;
- la gestion en bilan à grande échelle doit donc être complétée à une échelle plus locale par une gestion en pression (niveau) visant à :
 - ✓ permettre la coexistence des prélèvements ;
 - ✓ empêcher les modifications de direction et/ou de sens d'écoulement qui se traduiraient par l'entrée d'eaux "parasites" dans la nappe ;
 - ✓ garantir un flux sortant vers les autres milieux n'empêchant pas ces milieux d'atteindre ou de conserver le bon état.

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 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.

Bordeaux, le 8 juillet 2011

Le Directeur

Bruno de GRISSAC



SMEGREG - Syndicat mixte d'études pour la gestion de la ressource en eau du département de la Gironde
Secrétariat technique de la Commission locale de l'eau du SAGE Nappes profondes de Gironde
Les Jardins de Gambetta - 74 rue Georges Bonnac - 33000 BORDEAUX
Tél. 05.57.01.65.65 - Fax. 05.57.01.65.60 - sage-nappes33@smegreg.org

4/4