

Retour sur l'étude prospective Garonne 2050

Ludovic LHUISSIER¹, Véronique LAMBLIN², Eric SAUQUET³,
Yannick ARAMA⁴, Françoise GOULARD⁵, Pierre STROSSER⁶

¹ CACG, Tarbes, France, l.lhuissier@cacg.fr

² FUTURIBLES, Paris, France, vlamblin@futuribles.com

³ IRSTEA, Lyon, France, eric.sauquet@irstea.fr

⁴ ACTEON, Colmar, France, yannick.arama@gmail.com

⁵ Agence de l'eau Adour Garonne, Toulouse, France, francoise.goulard@eau-adour-garonne.fr

⁶ ACTEON, Colmar, France, p.strosser@acteon-environment.eu

« Garonne 2050 » est une démarche prospective centrée sur l'eau : elle intègre le changement du climat et les évolutions possibles de la démographie, de l'énergie et de l'agriculture, ainsi que leurs impacts sur les ressources en eau. Elle répond à une demande du Comité de bassin Adour-Garonne dans le cadre de la mise en œuvre du SDAGE 2010-2015.

L'étude associe des scénarios littéraires, élaborés sur la base des conclusions d'ateliers participatifs, à une phase de quantification, notamment à travers l'utilisation d'un modèle de gestion « besoins-ressources ». Les conclusions doivent pouvoir aider à la décision pour anticiper les enjeux et les impacts des changements globaux sur l'hydrologie de nos rivières et les besoins en eau.

A l'horizon 2050, même si les incertitudes demeurent importantes pour les précipitations, l'élévation de la température entraînera une augmentation forte de l'évapotranspiration. Les débits naturels d'étiage seront en moyenne réduits de moitié pour le bassin de la Garonne, territoire par ailleurs à la fois très agricole et très attractif d'un point de vue démographique.

Le facteur qui a le plus d'impact dépend principalement d'un choix sociétal résumé à travers une double question : quel débit souhaitons-nous dans nos rivières l'été et que somme-nous en capacité de faire ? Ces choix sont à réaliser dès aujourd'hui, afin de mettre en œuvre des réponses adaptées.

Dans les scénarios étudiés, le levier « sobriété de la demande » est systématiquement actionné mais ne suffit pas à résoudre le déséquilibre entre besoins et ressources.

Mots-clefs : HYDROLOGIE, PROSPECTIVE, CLIMAT, SIMULATION, CONCERTATION

Garonne 2050: a prospective study

'Garonne 2050' is a prospective study dealing with water management: it takes into account global warming and possible changes in demography, energy and agriculture, with their impacts on water resources. This study was ordered by the Adour Garonne Basin Committee within the 'SDAGE' 2010-2015.

The study gathers both literary scenari (designed trough participatory meetings) and modelling (using a water management simulator). Conclusions aim at helping decisions to anticipate global warming impacts on rivers hydrology and on water demand.

Regarding 2050, even if uncertainty is important concerning rainfalls, the increasing temperatures will lead to more evapotranspiration. Natural flows in rivers could be reduced by half on the Garonne basin, which is besides an agricultural area and a very attractive region.

The main factor for water management depends on a society choice, summed up by two questions: what discharge in rivers during summer and what are we able to do now ? Those choices must be done as soos as possible to implement fitting solutions.

In studied scenari, the 'demand sobriety' factor was systematically taken into account but it isn't strong enough to solve imbalance between resources and demand.

Key words : HYDROLOGY, PROSPECTIVE, CLIMATE, SIMULATION, DIALOGUE

I INTRODUCTION

Les orientations des politiques de l'eau de l'Agence Adour Garonne sont aujourd'hui confrontées à des évolutions et incertitudes fortes. Le changement climatique, la démographie, les questions énergétiques sont des variables d'influence qui rendent difficile la prise de décision autour de priorités claires. Dans ce contexte, le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du Bassin Adour Garonne a fait le choix pour la période 2010-2015 de travailler à la construction d'une culture de l'anticipation et du long terme.

Les cours d'eau du bassin de la Garonne souffrent de façon récurrente en période estivale. Le Débit Objectif d'Étiage (DOE¹) est actuellement difficile à maintenir [Chisne *et al.* 2014] et la satisfaction des besoins humains n'est pas toujours garantie. En raison du réchauffement climatique, cette tendance ne pourra que s'accroître à l'avenir.

L'étude prospective sur la gestion quantitative de l'eau « Garonne 2050 » prend en compte les évolutions démographiques, énergétiques et socio-économiques du bassin. Elle s'est déroulée de 2010 à 2013, associant une démarche de prospective participative avec les usagers de l'eau et des simulations permettant de quantifier les ordres de grandeur des volumes d'eau à mobiliser pour satisfaire les demandes.

Figure 1 : Territoire de gestion de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne et périmètre spatial de l'étude (en couleur)

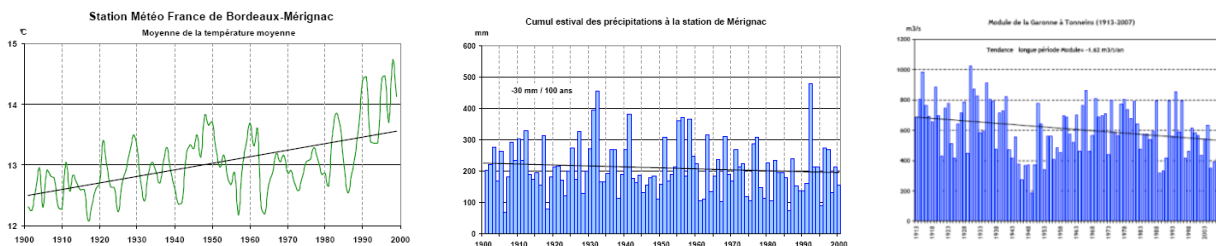


II LE CONTEXTE ET LES TENDANCES LOURDES

II.1 Le climat

L'analyse des apports naturels passés met en évidence une évolution tendancielle qui serait amplifiée à l'horizon 2050 sous effet du changement climatique. Les éléments de la figure 2 présentent l'évolution de trois indicateurs (température, précipitations, débits naturels) au cours des dernières années sur des stations de mesure situées à l'aval du bassin de la Garonne. Les températures moyennes augmentent régulièrement et même si la baisse des précipitations est peu marquée, les débits du fleuve sont nettement orientés à la baisse.

Figure 2 : Evolution passée des températures, précipitations et débits de la Garonne dans la région de Bordeaux (SMIDDEST *et al.* 2008)

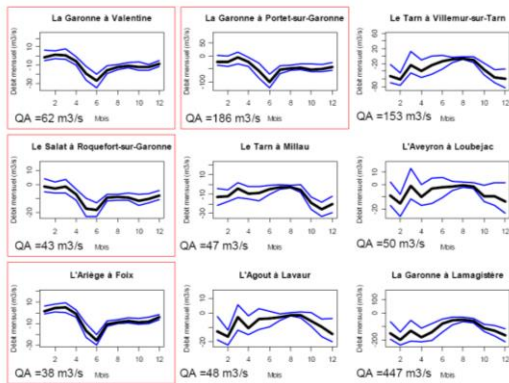


Le projet de recherche Imagine 2030 [Sauquet *et al.* 2010] permet de préciser les impacts propres au bassin de la Garonne. Plusieurs scénarios d'évolution climatique issus des travaux du GIEC ont été simulés. Il en ressort une augmentation des températures modérée en 2030 (en été : +2°C ; +1°C en hiver) et l'absence de signal fort sur les précipitations. En termes d'apports hydrologiques, les résultats suggèrent une « réduction progressive des apports naturels et des débits caractéristiques des étiages » (le débit annuel chutant à l'horizon 2030 de 10 à 20%). Les causes de cette baisse des apports, sensible notamment en été, sont à rechercher dans l'augmentation de l'évapotranspiration et une fonte des neiges plus précoce. Il en résulterait

¹ Débit minimal permettant l'atteinte du bon état des eaux : l'objectif est de garantir le respect de ce débit au moins 4 années sur 5 ; les années les plus sèches conduisent naturellement à des débits inférieurs.

finaleme nt une augmentation de la fréquence des épisodes critiques (non-respect des débits minimums). La figure 3 montre quelques résultats de simulations, en termes d'évolution du débit moyen par rapport à la situation actuelle, obtenus avec un des deux modèles hydrologiques utilisés dans Imagine 2030. On constate en particulier que les bassins de montagne (graphes encadrés) subissent les plus fortes baisses au cœur de l'été, tandis que les bassins sous influence méditerranéenne (les autres) subissent une baisse des apports plus forte en automne (allongement de l'étiage, recharge des nappes retardée).

Figure 3 : Evolution simulée des débits mensuels (modèle GR4J)



Les résultats de l'étude Explore2070 [Chauveau *et al.* 2013] projettent à l'horizon 2050 une élévation de la température moyenne annuelle de 0,5°C à 3,5°C par rapport à la période 1961-1990. La hausse des températures serait plus marquée en été ce qui entraînerait une augmentation des processus d'évapotranspiration pour la végétation naturelle comme cultivée (et donc des besoins en eau pour l'agriculture) comprise entre +13 et +28% en moyenne annuelle. De fortes incertitudes demeurent sur le niveau et la dynamique des précipitations. On peut s'attendre néanmoins à une diminution des précipitations neigeuses. De ce fait, certains cours d'eau passeraient d'un régime nival à un régime pluvial. Les tendances lourdes, à cet horizon, sont une baisse des débits annuels des cours d'eau du Sud-Ouest allant de -20 à -40%, une diminution pouvant atteindre -50% en période estivale et des étiages plus précoces et plus longs de mai à novembre.

II.2 La démographie

La population de la zone d'étude n'a cessé de croître depuis les années 60, au rythme moyen de près de 30 000 nouveaux habitants par an. Cette augmentation s'est essentiellement fait sentir dans les départements de la Haute-Garonne et de la Gironde. Dans une moindre mesure, les départements du Tarn, du Tarn-et-Garonne et du Lot-et-Garonne ont également connu une évolution positive. Dans les autres départements, les variations ont été moins significatives. L'augmentation de la population semble s'accélérer entre 2000 et 2010 : les projections démographiques de l'INSEE (scénario central) confirment cette tendance : pour ce qui concerne la zone d'étude, la population passerait de 4,5 millions en 2008 à 5,9 millions à l'horizon 2050, avec une fourchette comprise entre 5,6 et 6,1 millions.

II.3 La demande en eau pour les activités économiques

La demande globale est évaluée à 750 Mm³ par an environ (base 2012) :

- 65 Mm³ nets pour la production d'eau potable (312 Mm³ de prélèvements bruts avec une hypothèse de 65% de retour au milieu après épuration) ;
- 45 Mm³ nets pour l'industrie ;
- 640 Mm³ pour l'irrigation, prélevés dans les rivières et nappes alluviales (402 Mm³), les retenues collinaires (204 Mm³ stockés) ou les nappes profondes de Gironde (32 Mm³ prélevés par an).

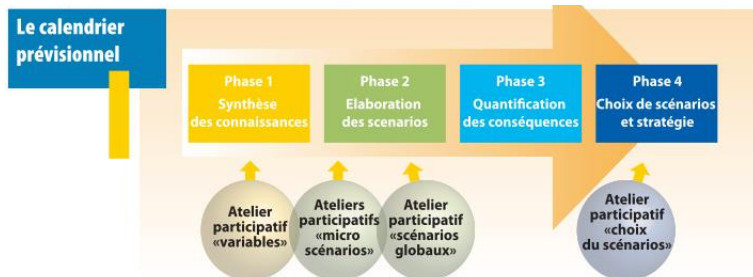
Ajoutons à ces besoins de prélèvement les Débits Objectifs d'Etiage fixés dans le SDAGE qui constituent la « demande environnementale » et peuvent être difficiles à maintenir lors des étiages les plus sévères.

Complétons ce tableau par la demande en énergie hydroélectrique qui restitue l'intégralité de l'eau « consommée » au milieu naturel, plutôt en hiver à l'heure actuelle, pour effacer les pointes de demande. Cette ressource potentielle est considérée comme une variable d'ajustement selon les scénarios puisqu'une partie des stocks hydroélectriques peuvent être mobilisés en été pour soutenir le débit des cours d'eau.

III UNE ETUDE BATIE SUR UN PROCESSUS DE CONCERTATION AVEC LES USAGERS

Dans ce contexte de changement climatique, l'étude Garonne 2050 a consisté à construire différents scénarios s'appuyant sur diverses hypothèses décrites lors d'ateliers participatifs. Ces hypothèses concernent l'évolution des consommations en eau potable, celle des activités économiques, des productions et consommations énergétiques ou encore celle de l'agriculture.

Figure 4 : Organisation de l'étude Garonne 2050



Les acteurs ont d'abord proposé cinq scénarios (cf. méthodologie décrite en figure 5) pour donner à voir, en valeur relative, l'étendue des possibles et leurs conséquences probables :

- Un abandon partiel des politiques environnementales, au profit des politiques économiques ; il s'agit du scénario que l'on qualifie de tendanciel : le déficit en eau se creuse, le bon état écologique prôné par la Directive Cadre sur l'Eau n'est pas atteint ;
- Une adaptation par l'augmentation des ressources disponibles du fait de nouveaux stockages d'eau ; les usages anthropiques sont privilégiés, l'objectif de continuité écologique est abandonné et la définition du bon état écologique modifiée ;
- Un contexte économique qui impose une baisse drastique des consommations (sobriété), notamment domestiques et agricoles ; l'agriculture locale périclète, les milieux aquatiques et les usages qui ne prélèvent pas en profitent un peu mais le débit minimum reste faible ;
- Une croissance verte décentralisée basée sur du volontarisme très localisé pousse à l'autonomie des territoires : dans le domaine de l'eau, la solidarité amont/aval est abandonnée ;
- Un développement dit « ultralibéral » où l'eau est devenue un bien marchand ; les politiques publiques sont devenues permissives, la directive cadre est abandonnée et l'agence de l'eau Adour-Garonne ferme. Sans régulateur, même si l'eau est devenue chère, le déficit n'est pas comblé.

Figure 5 : Modalités construction des scénarios



A l'issue de cette phase de l'étude, une quinzaine de réunions d'échanges ont permis de partager le diagnostic et de débattre sur les avènements possibles. Aucun scénario n'est apparu acceptable en l'état. La commission planification du 27 mars 2013, ainsi que le comité de pilotage et l'atelier d'acteurs du 17 avril 2013 ont recentré le débat, en simplifiant la problématique à la question de l'offre et de la demande en eau, à l'échéance 2050. Pour servir d'éclairage à la décision publique, les scénarios se sont donc focalisés sur des hypothèses d'évolution de la demande en 2050 selon deux grandes variables : le niveau de compensation face à la baisse des débits naturels (ou débit minimum souhaité) et le volume attribué à l'agriculture... Ces deux variables ont été combinées selon les hypothèses suivantes :

- DOE actuel / DOE diminué de 25% / DOE diminué de 50% ;

- Volumes prélevables (VP) d'aujourd'hui², / VP augmenté de 20%³ / VP diminué de 20%⁴.

IV MODELISATION ET QUANTIFICATION DES HYPOTHÈSES

L'outil retenu pour mettre en œuvre la modélisation du bassin et réaliser des simulations de gestion est le logiciel RIO MANAGER développé par la CACG. Ce logiciel permet de simuler des scénarios d'aménagement et de gestion des eaux pour en tirer des enseignements en termes d'orientation des politiques publiques.

Les données d'entrée utilisées proviennent de sources variées :

- Données climatiques et hydrologiques (climat actuel et futur) : travaux du GIEC / EXPLORE 2070 ;
- Données de demande en eau (situation actuelle) : Agence de l'Eau ;
- Données barrages (situation actuelle) : Agence de l'Eau et EDF ;
- Hypothèses prospectives : ateliers participatifs.

Pour les besoins de l'étude « Garonne2050 », nous avons donc eu accès :

- Aux données climatiques de référence SAFRAN et aux sept projections incluant température, précipitation et évapotranspiration potentielle calculée selon Penman-Monteith sur une grille régulière de 8x8 km ;
- A sept séries hydrologiques représentatives du climat à l'horizon 2050.

Le bassin de la Garonne est très étendu (56 000 km² environ). La modélisation a donc été adaptée à cette étendue sous les contraintes de temps, de budget et de disponibilité des données. Le découpage a été conditionné principalement par :

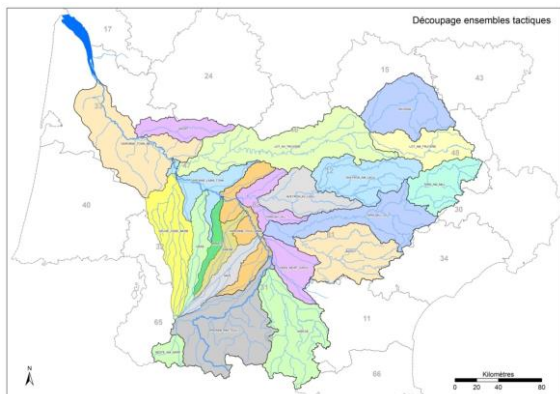
- La disponibilité d'une chronique de débits « naturels » en aval du sous-bassin ;
- Le lien entre la ressource stockée et les usages.

Les autres contraintes fixées *a priori* étaient les suivantes :

- Limiter le nombre d'ensembles élémentaires pour permettre un travail raisonnable de préparation des données d'entrée et d'exploitation des données de sortie ;
- Assurer un minimum de cohérence hydraulique du modèle (confluences, gestion des barrages et des canaux...).

De cette réflexion est sorti un modèle découpé en 22 bassins versants élémentaires (figure 6).

Figure 6 : Modélisation du bassin de la Garonne en 22 bassins versants élémentaires



En complément de l'échelle spatiale de modélisation, l'échelle temporelle retenue est le mois. L'idée est de trouver un compromis entre une bonne représentation de l'irrégularité des ressources naturelles et de la demande en eau (d'irrigation notamment) et un temps de calcul raisonnable. Les usages et ressources ont été agrégés et modélisés à l'échelle des sous-bassins. Ainsi, on distingue :

² Validés en 2013 par le Préfet du Bassin Adour-Garonne

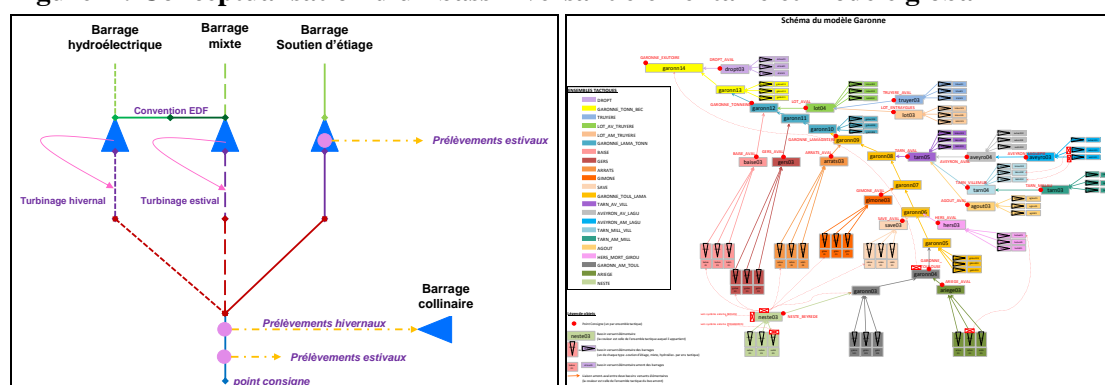
³ Pour prendre en compte les besoins supplémentaires en eau des plantes liés à l'augmentation des températures

⁴ Par une adaptation des cultures et pratiques et conformément au Plan National d'Adaptation au Changement Climatique

- 4 barrages :
 - o Barrage hydroélectrique représentant la somme des barrages hydroélectriques du bassin versant élémentaire ;
 - o Barrage de soutien d'étiage : il représente l'ensemble des ressources pouvant être mises à disposition des acteurs de l'eau en été pour satisfaire les usages (AEP, irrigation...) et les besoins environnementaux (débits objectifs) ;
 - o Barrage mixte : il s'agit d'un barrage fictif permettant de simuler la mise à disposition d'une partie des ressources du barrage hydroélectrique (fonctionnant en général l'hiver) pour compléter les ressources en été ;
 - o Barrage collinaire : il s'agit de l'ensemble des retenues remplies en hiver (par gravité ou par pompage) et déstockées en été pour satisfaire des besoins locaux d'irrigation ;
- 4 prélèvements :
 - o Un prélèvement pour l'AEP (et le rejet associé en sortie de station d'épuration) ;
 - o Un prélèvement industriel (net) ;
 - o Un prélèvement d'irrigation ;
 - o Un prélèvement pour le remplissage hivernal du barrage collinaire ;
- 1 point consigne en aval du système modélisé, pour représenter un objectif environnemental.

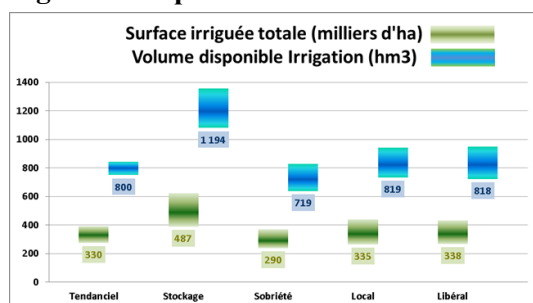
En aval du bassin (région de Bordeaux), un réservoir à niveau maximal a été ajouté pour modéliser les nappes profondes. Il résulte de ces choix de modélisation un schéma global relativement complexe permettant cependant de réaliser de nombreuses simulations dans un délai raisonnable (figure 7).

Figure 7 : Conceptualisation d'un bassin versant élémentaire et modèle global



L'intérêt de disposer de sept scénarios climatiques (issus de sept modèles différents) réside dans la possible mesure de l'incertitude concernant l'évaluation du climat futur. La figure 9 présente un exemple de représentation de cette incertitude à travers les résultats d'une série de simulations : chaque critère analysé présente un certain « flou » dû à l'utilisation des sept modèles climatiques différents. L'ensemble des résultats a été analysé au regard de cette incertitude.

Figure 8 : Représentation de l'incertitude climatique future dans les résultats de simulation



V RÉSULTATS, LIMITES ET INCERTITUDES

Les résultats des simulations sont issus d'une modélisation qui simplifie la réalité : son niveau de précision impose une lecture des résultats par grand bassin et au pas de temps mensuel. De plus, les résultats sont

surtout comparables entre eux car ils ont été obtenus avec la même méthodologie : l'exercice se veut donc prospectif plus que prédictif. Ainsi, pour construire les images de 2050, les hypothèses ont été tellement nombreuses qu'il ne faut accorder à la modélisation que le crédit des ordres de grandeur : l'étude n'est pas là pour prédire précisément un débit ou un déficit pour le futur mais pour répondre à la double question « que peut-il advenir et que sommes-nous prêts à faire ? ». L'idée est de mettre en lumière les enjeux, les marges de manœuvre des acteurs et ainsi prioriser des choix pour le futur. Ces limites étant posées, les résultats font néanmoins apparaître des tendances nettes pour guider l'action des décideurs.

V.1 Impact sur le déficit du niveau de compensation de la baisse des débits naturels

V.1.1 Compenser « a minima »

Si on décide de compenser *a minima*, en faisant le choix d'avoir des objectifs d'étiage reflétant l'hydrologie du futur sous influence du changement climatique, les objectifs de débit en 2050 seraient réduits de moitié par rapport au DOE actuel. Dans ce cas, et malgré un recours à 120 Mm³ de soutien d'étiage à partir des ressources hydroélectriques, un déséquilibre persiste entre besoins et ressources : en valeur quinquennale, il est de l'ordre de 90 Mm³ (valeur comprise entre 50 et 180 Mm³). Ce déficit, une fois les lâchers d'eau hivernaux comptabilisés s'établit, à 75 Mm³ [25-160 Mm³]. En complément, le scénario intégrant la baisse des volumes prélevables agricoles à 80% des VP actuels réduirait ce déficit de 20 Mm³ (pour une moyenne à 50 Mm³, [5-140 Mm³]). Ce niveau d'économie d'eau agricole, en plus de la réduction des consommations domestiques, ne suffit donc pas à régler le problème. Il faut une baisse beaucoup plus drastique des prélèvements pour revenir à un équilibre sans création de réserves nouvelles.

V.1.2 Compenser totalement

Le choix de maintenir en 2050 le niveau des DOE actuels, induit, compte tenu de l'hydrologie du futur, un déficit estimé en première analyse à 880 Mm³ [600-1 300 Mm³]. Cette valeur annuelle est ramenée à 760 Mm³ [480-1 200 Mm³], en intégrant les lâchers d'eau à des fins de production hydroélectrique hivernale, à partir de novembre. Pour répondre à ce choix ambitieux de maintien des objectifs actuels en 2050, il faudrait donc trouver de l'ordre de 760 Mm³ supplémentaires. En 2050, les étiages étant devenus plus précoces, plus sévères et plus longs qu'aujourd'hui, les volumes en jeu pour soutenir un DOE du même niveau qu'aujourd'hui apparaissent hors de portée. En effet, cette valeur est à mettre au regard des 350 Mm³ de réserves construites de 1980 à nos jours (soit 30 ans) sur l'ensemble du bassin Adour-Garonne dans des conditions réglementaires, économiques et sociales plus favorables qu'à l'heure actuelle.

V.1.3 Compenser partiellement

Le choix de compenser pour moitié les effets du changement climatique en maintenant un débit en 2050 équivalent à 75% du DOE d'aujourd'hui induit un niveau de déficit, toutes choses égales par ailleurs, de l'ordre de 380 Mm³ [200-700 Mm³]. En intégrant les lâchers d'eau hivernaux, la valeur repère à retenir est 335 Mm³ [150-650 Mm³]. On observe donc qu'à l'avenir, sans actions supplémentaires et même avec une révision drastique des DOE, l'équilibre offre-demande ne sera pas atteint tous les ans. Ce résultat s'explique à la fois parce que l'on part d'une situation actuelle connaissant déjà un déficit résiduel, et parce qu'à l'avenir, la variabilité du climat risque de s'accroître. Cela ne permettra pas de garantir systématiquement un débit objectif, même faible, et ce malgré une certaine sobriété de la demande. Ces résultats seraient encore aggravés si une partie du soutien d'étiage ne pouvait plus s'effectuer à partir des réserves dédiées à l'hydroélectricité. L'hypothèse retenue comme consensuelle dans l'exercice a été de baisser ce volume dédié de 160 à 118 Mm³ mais certains imaginaient possible de ne plus disposer de ces conventions à l'avenir, du fait du rôle stratégique de la production électrique de ces ouvrages l'hiver, pour répondre à la pointe de la demande, en situation énergétique tendue.

V.2 Conclusion

Pour conclure cette analyse, il est proposé de revenir sur les quelques valeurs repères parmi l'ensemble des résultats permis par la modélisation. La décision liée au niveau de compensation de l'évolution des débits apparaît comme le déterminant principal qui explique l'ampleur des déficits en 2050. Aussi, par souci didactique pour la suite, seuls trois scénarios médians, faisant varier le niveau de compensation de la baisse des débits naturels seront commentés (en maintenant le volume prélevable agricole à 400 Mm³ alors que différentes variantes de prélèvements agricoles ont été prises en compte, y compris le sacrifice complet de l'agriculture irriguée). Les simulations n'ont pas tenu compte des lâchers hydroélectriques réalisés

classiquement hors période d'étiage et d'irrigation, en automne et hiver. Le tableau 1 présente, pour ces trois familles de scénarios, les déficits simulés et les déficits restant si on déduit logiquement ces déstockages hydroélectriques.

Tableau 1 : Principaux ordres de grandeur à retenir

Scénarios : Déficit [min-max]	Scénario 1 Compenser a minima (50 % DOE)	Scénario 2 Compenser totalement (100 % DOE)	Scénario 3 Compenser pour moitié (75 % DOE)
Déficit en sortie de simulation	90 [40 - 180]	880 [600 - 1 300]	380 [200 - 700]
Déficit corrigé incluant des déstockages hydroélectriques automnaux et hivernaux	75 [25 - 160]	760 [480 - 1 200]	335 [150 - 650]

L'incidence du changement climatique sur l'assèchement des rivières de notre bassin, confirmée par le dernier rapport du GIEC, sera majeure avec des impacts environnementaux, économiques et sociaux importants. Une stratégie d'adaptation d'ampleur est à imaginer pour l'avenir, si l'on souhaite équilibrer besoins et ressources en eau sur ce territoire. Pour se préparer à cet avenir, certaines mesures apparaissent dès aujourd'hui « sans regret » et urgentes à considérer, compte tenu du temps de mise en œuvre. Selon les hypothèses retenues, le manque d'eau sera un problème récurrent et structurel en 2050 et non la conséquence d'une année météorologique exceptionnelle. La stratégie du « laisser-faire » (compenser *a minima*) apparaît risquée car elle pourrait se heurter, au-delà des problèmes économiques et environnementaux directs, à des problèmes sanitaires forts, du fait de l'impact induit sur la qualité de la ressource. À l'inverse, les niveaux de DOE d'aujourd'hui semblent inaccessibles en 2050, du fait des coûts sociaux, économiques et environnementaux qu'engendrerait l'artificialisation du territoire.

Le niveau de compensation, face à la baisse prévisible des débits naturels, c'est-à-dire l'exigence de soutenir artificiellement les étiages en maintenant un débit minimum en rivière, est vu avant tout, pour le territoire de la Garonne en 2050, comme un choix social (aménités de l'eau en ville en été, usages récréatifs et paysagers...). Plus on sera ambitieux sur la demande moyenne (intégrant à la fois les usages et le principe de compensation), et donc sur les volumes à mobiliser pour y répondre, plus le risque de défaillance (risque de crise) sera grand. En tout état de cause, malgré les incertitudes sur le niveau et la répartition des précipitations futures et celles liées aux partis-pris de modélisation, il est possible de dégager des pistes robustes en termes d'adaptation, à engager dès maintenant : œuvrer pour des économies d'eau et une gestion plus efficiente, créer de nouvelles réserves, mobiliser des ressources non-conventionnelles (recharge de nappes, dessalement), augmenter ou favoriser la résilience des systèmes aquatiques, raisonner conjointement « eau et énergie », gérer collectivement la ressource pour l'intérêt général, recouvrer les coûts auprès des bénéficiaires, anticiper et innover.

VI REFERENCES

Agence de l'Eau Adour Garonne, Acteon, Cagc, Futuribles, Sauquet E. (Irstea), 2014. Rapport final « Garonne 2050 ».

Chisne, P., Lagardelle, G., Pauthier, M., & Gaillard, B. (2014). Hydrométrie et optimisation de l'efficience des réserves contribuant au soutien des étiages en Adour Garonne. La Houille Blanche. <http://dx.doi.org/10.1051/lhb/2014009>

SMIDDEST, EAUCEA (2008). Evaluation des impacts du changement climatique sur l'estuaire de la Gironde et prospective à moyen terme. Phase 1 : analyse des enjeux liés à l'eau.

Sauquet E. et al. (2010). — Imagine2030 – Climat et aménagements de la Garonne : quelles incertitudes sur la ressource en Eau en 2030 ? Programme RDT volet 2 – Rapport de fin de contrat. Cemagref.

Chauveau, M., Chazot, S., Perrin, C., Bourgin, P.-Y., Sauquet, E., Vidal, J.-P., Rouchy, N., Martin, E., David, J., Norotte, T., Maugis, P. & de Lacaze, X. (2013). Quels impacts des changements climatiques sur les eaux de surface en France à l'horizon 2070 ? La Houille Blanche. DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/lhb/2013027>