



AGENCE DE L'EAU
ADOUR-GARONNE

ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Garonne 2050

ÉTUDE PROSPECTIVE SUR LES BESOINS
ET LES RESSOURCES EN EAU,
À L'ÉCHELLE DU BASSIN DE LA GARONNE



Synthèse de l'étude sur les besoins et les ressources en eau à l'échelle du bassin Garonne



Garonne 2050 : une étude prospective sur les besoins et les ressources en eau, à la base d'une stratégie d'adaptation au changement climatique

Garonne 2050 est une étude qui répond à la délibération DL/CB/08-07 de mai 2008 sur « la sécurisation des étiages Garonne et Gascogne » et aux dispositions A 30 « comprendre les enjeux et les impacts des changements globaux » et A 31 « proposer une stratégie d'adaptation aux changements globaux » du SDAGE actuel.

Afin de connaître les incidences des changements globaux sur le bassin de la Garonne en 2050, l'agence de l'eau Adour-Garonne a initié cette étude prospective sur les besoins et les ressources en eau. Au-delà des impacts du changement climatique, l'étude intègre les évolutions possibles de la démographie, de l'énergie et de l'agriculture, et leurs impacts sur la ressource en eau, principalement du point de vue quantitatif.

Garonne 2050 est une étude prospective centrée sur l'eau. Bien que systémique dans son approche, un certain nombre d'hypothèses a dû être fixé, notamment en ce qui concerne la ville en 2050 (densification des villes petites et moyennes, économie domestique importante ...) et l'agriculture en 2050 (pas de cultures nouvelles, peu d'évolution génétique, pratiques agronomiques connues à ce jour, vignes conduites sans irrigation...). L'ensemble est donc perfectible et pourrait tirer profit d'études prospectives plus sectorielles.

Cette note propose de revenir sur les différentes étapes et les principales conclusions de l'étude. L'étude a débuté fin 2010 et s'achève fin 2013 par la présentation au comité de bassin, avant d'entrer dans une phase de valorisation et de diffusion.

1- La Synthèse des premières phases de l'étude

L'exercice s'ancre d'un point de vue méthodologique au sein de méthodes plus ou moins standardisées dites de l'action publique. Ces dernières sont basées sur de la concertation et de la participation pour associer les acteurs concernés à la définition des voies à prendre dans les territoires. Face aux incertitudes que sou tentent les changements globaux, et à la nécessité de tenir compte du long terme pour réfléchir au contenu d'un développement durable, la démarche retenue recherche, en complément de la participation des acteurs, la mobilisation des connaissances, via l'expertise et la modélisation.

Une première étape a consisté à faire **l'état des lieux des connaissances**, à la fois basé sur de la rétrospective mais également sur les principaux travaux concernant le changement climatique.

Ces recherches, menées notamment par les chercheurs de Météo France, montrent pour le sud-ouest de la France, à l'échéance 2050, une augmentation de la température moyenne annuelle comprise entre 0,5°C et 3,5°C. Cette tendance sera plus marquée en été, avec plus de périodes de canicule et de sécheresse. Par voie de conséquence, **l'évapotranspiration annuelle** sera en nette augmentation. Dans le domaine de l'hydrologie, cela signifie moins de pluie efficace, donc moins d'écoulement et d'infiltration. 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.

Du fait de l'ensemble de ces évolutions climatiques, de fortes modifications sur l'hydrologie sont à prévoir : **des baisses annuelles de débits** de toutes les grandes rivières du sud-ouest, comprises entre 20 et 40 %. La dynamique des écoulements sera également fortement modifiée notamment en période de basses eaux : sans modification des usages, **les étiages seront plus précoces, plus sévères et plus longs**. Sans

pouvoir disposer de données précises, l'augmentation de la température de l'air et la baisse des débits induiront en toute logique une augmentation de la température de l'eau, qui, elle aussi, aura des conséquences non négligeables sur les usages et les milieux.

Parallèlement, plusieurs hypothèses sur l'évolution des consommations en eau potable, sur les activités économiques, sur les productions et consommations énergétiques et sur l'agriculture ont été décrites lors de différents ateliers participatifs.

Dans **une phase exploratoire**, les acteurs du bassin, ont retenu **cinq scénarios caricaturaux** pour donner à voir, en valeur relative, l'étendue des possibles et leurs conséquences probables :

- Un abandon partiel des politiques environnementales, au profit d'une politique économique : 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, notamment domestiques et agricoles ; L'agriculture locale périclité, 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.

Avec ces scénarios, l'agence de l'eau Adour-Garonne a engagé **une phase de consultation et de débats** dont on ne peut plus faire l'économie sur un bassin en grande partie déficitaire : aucun scénario n'est acceptable en l'état mais ils doivent servir de guide pour définir collectivement une image consensuelle du futur. Cette étape a permis de fonder un diagnostic partagé, base préalable à la phase finale de l'étude.

2- Les dernières simulations : les valeurs repères et les scénarios littéraires

L'étude a constitué un « fil rouge » pour la commission planification dont les réflexions ont orienté, en complément d'un comité technique associant usagers et partenaires institutionnels, les hypothèses à tester dans cette ultime phase qui doit aider à la définition d'une stratégie pour l'avenir. L'étude doit répondre à la double question « que souhaitons-nous pour le futur et que sommes-nous prêts à faire ? ». Les orientations prises collectivement se sont finalement focalisées sur les enjeux les plus significatifs : quel débit minimum dans les rivières l'été et quel volume attribuer à l'agriculture (volume prélevable ou VP).

2.1. Les hypothèses retenues pour les dernières simulations

La consultation a permis de fixer quelques données d'entrée, communes à tous les scénarios. Elles concernent :

- Ressources disponibles (en 2050) :
 - réduction de moitié des débits naturels d'étiage du fait du changement climatique (modélisation hydrologique bénéficiant de données de 7 modèles climatiques différents pour la période 2045-2065)
 - 1 000 Mm³ de réserves hydroélectriques existantes (Lot, 557, Tarn-Aveyron 324, Ariège 85, Neste 75 et Garonne 37)
 - 300 Mm³ de retenues dédiées à du soutien d'étiage (intégrant les projets de retenues (au total 25 Mm³) devant voir le jour d'ici à 2021, date de la mise en œuvre effective de la réforme des volumes prélevables)
 - 200 Mm³ de lacs collinaires servant à l'agriculture
 - 118 Mm³ au sein d'accord de déstockage estival de ressources dédiées à l'hydroélectricité (il s'agit d'une hypothèse d'inscription dans le cahier des charges des concessions en 2050 d'une partie de ce qui est actuellement conventionné avec EDF : 163 Mm³)
- Population : 5,5 millions d'habitants sur la zone d'étude en 2050 (soit 1 million de plus qu'actuellement)
- Utilisation domestique : 130l/j/habitant en 2050 (contre 150 l/j/habitant aujourd'hui)
- Prélèvements industriels et amélioration des rendements de réseaux de distribution : considérés comme négligeables par rapport au niveau de précision du modèle et des ordres de grandeur des incertitudes.

Les hypothèses à tester pour 2050, variables selon les scénarios concernent les deux enjeux apparus les plus significatifs : le débit minimum d'étiage (face à la baisse annoncée de moitié des débits naturels d'étiage, les scénarios varient selon le niveau de compensation adopté) et le volume attribué à l'agriculture.

- Débit minimum d'étiage (référence actuelle : DOE du SDAGE 2010-2015):
 - « Le scénario du laisser-faire (ne pas compenser l'évolution des débits naturels)
 - ◆ DOE 2050 = 50% du DOE d'aujourd'hui
 - Le scénario volontariste (compenser totalement l'évolution des débits naturels)
 - ◆ DOE 2050 = 100% du DOE d'aujourd'hui
 - Le scénario intermédiaire (compenser partiellement l'évolution des débits)
 - ◆ DOE 2050 = 75% du DOE d'aujourd'hui
- Volume dédié à l'agriculture (VP 2021 : 400 Mm³ pour l'ensemble du bassin de la Garonne)
 - VP 2050 = 100% du VP actuel, 400 Mm³
 - VP 2050 = 120% VP actuel, 480 Mm³
 - VP 2050 = 80% du VP actuel, 320 Mm³

L'activité agricole représente aujourd'hui 3,1 millions d'hectares de SAU (dont 360 000 sont irriguées) et 2,5 milliards de valeur ajoutée (hors Gironde). On compte aujourd'hui 65 000 exploitations agricoles et 110 000 emplois directs. La valeur économique de l'eau pour l'agriculture avait été estimée sur cette zone en 2000 à 635 millions d'euros (source : Tardieu H, 2000. La valeur de l'eau en agriculture irriguée).

En parallèle, rappelons quelques données-clé sur la création de ressources. Sur l'ensemble du bassin Adour-Garonne, on estime que les volumes disponibles dans tous les types d'ouvrages de stockage (de l'ordre de 3,6 milliards de m³) représentent aujourd'hui 4% de la pluie moyenne sur une année (90 milliards de m³) et entre 8 et 10% de la pluie efficace (les 35 milliards participant aux écoulements de surface et à l'alimentation des nappes).

2.2. Les principales valeurs repères à retenir

La modélisation a été effectuée au pas de temps mensuel et sur des sous-bassins divisant les 65 000 Km² de la zone d'étude en 22 entités. La répartition mensuelle des déficits fait apparaître **des risques d'étiages plus précoces, plus sévères et plus longs qu'aujourd'hui**. Plus l'ambition de compensation est importante, plus des déficits apparaissent également les autres mois de l'année.

Les déficits quinquennaux pour les 3 hypothèses de compensation de l'évolution des débits naturels sont estimés (voir tableau 1) par la modélisation à **760, 335 et 75 Mm³ en moyenne**.

Ce sont ces trois données de base sur lesquelles nous fondons notre argumentation et notamment les scénarios littéraires. Elles sont néanmoins systématiquement encadrées par une fourchette représentant **l'incertitude** liée aux modèles et hypothèses retenues. Ces valeurs sont donc plus à considérer comme **des ordres de grandeur qui permettent de typer les scénarios les uns par rapport aux autres**, que des valeurs absolues.

La variabilité (modifiant les valeurs moyenne d'un facteur 3 ou 4) reste principalement liée aux **incertitudes des modèles climatiques**. Parmi les 7 modèles climatiques à disposition, le signal température apparaît robuste, pour le sud-ouest de la France et à l'échéance 2050, mais celui concernant les **précipitations** l'est beaucoup moins).

		A VP constant (100%)	
		Valeurs à retenir	Variabilité
DEBIT	100% du DOE actuel	760 Mm³	Entre 480 et 1200
	75% du DOE actuel	335 Mm³	Entre 150 et 650
	50% du DOE actuel	75 Mm³	Entre 25 et 160

Tableau 1 : Estimation des déficits en fonction du niveau de compensation face à la baisse des débits naturels

L'ensemble des hypothèses testées concourt à une conclusion forte : dans le futur, une grande partie du « déficit » sera due à la compensation **d'étiages naturels devenus très faibles et très longs**, y compris hors période d'irrigation.

2.3. La synthèse des scénarios littéraires

Les scénarios littéraires consistent à « raconter les images de 2050 » en :

- rappelant l'estimation de ce déficit quinquennal, en fonction du niveau d'ambition de compensation de la baisse des débits naturels ;

- rappelant les hypothèses d'économies d'eau réalisées, même si elles ne sont pas à l'échelle de la baisse de l'hydrologie ;
- expliquant les choix et marges de manœuvre pour combler le déficit et répondre à l'enjeu d'équilibre entre offre et demande en eau (économies d'eau, création de barrages nouveaux, sollicitation nouvelle ou modification de la gestion des barrages hydroélectriques) ;
- décrivant les principales conséquences prévisibles en termes de qualité, risques sanitaires, impacts économiques et sociaux.

De nombreux compléments techniques sont disponibles dans le rapport final.

2.3.1- le scénario du « laisser-faire » : Laisser faire la nature et s'habituer au débit de crise ... S'adapter sans compenser

Le choix du scénario face au changement climatique:

Très impactés par le changement climatique, les débits naturels de 2050 correspondent en moyenne à 50 % de ce que l'on connaît aujourd'hui en période d'étiage. Face à cette perspective les décideurs politiques et gestionnaires de la ressource décident d'accepter de s'en tenir à cette baisse de moitié du débit naturel d'étiage. Dans ce cadre, un retour à l'équilibre entre offre et demande (8 années sur 10) nécessite de combler un déficit de l'ordre de 75 millions de m³ (valeur comprise entre 25 et 160 Mm³). Ce résultat est du même ordre de grandeur que le déficit structurel dont on parle aujourd'hui.

Ce qui reste stable entre scénarios :

La sensibilisation croissante de la population aux économies de ressources réduit la demande unitaire en l'AEP (130l/jr/hab). Associée à une amélioration des rendements de réseau, cela permet de compenser la hausse tendancielle de la population (5,5 millions d'habitants en 2050).

Les marges de manœuvre pour le retour à l'équilibre :

L'agriculture ne peut pas compter sur des volumes prélevables supérieurs à ceux de 2021, soit 400 millions de m³ : elle s'est donc adaptée au changement climatique en réduisant les surfaces irriguées de 15% (35 000 hectares de surface irriguée en moins de fait d'une évapotranspiration et demande climatique croissantes) ou en implantant des cultures moins gourmandes en eau en période estivale.

Option 1 : « Mobilisation de solutions éprouvées »

Pour assurer l'objectif décidé, c'est en moyenne 120 millions de m³ issues des réserves hydroélectriques qui servent au soutien d'étiage. Par rapport à aujourd'hui, du fait du contexte énergétique en 2050, cette origine de soutien d'étiage a diminué en moyenne de 45 millions, certains accords de déstockage n'ont pas été renouvelés. En complément, des ouvrages dédiés au soutien d'étiage sont construits, à hauteur de 75 millions de m³.

Option 2 : « Si les réserves hydroélectriques ne sont plus mobilisables pour le soutien d'étiage »

Dans un contexte énergétique particulièrement tendu, aucun accord de déstockage n'a persisté jusqu'en 2050. Seul le système Neste continue de bénéficier de réalimentation. Sous cette hypothèse, il faut construire 150 millions de m³ de réserves pour soutenir l'étiage et permettre d'assurer l'objectif 8 années sur 10.

Les principales conséquences de ce choix :

Dans ce contexte, les objectifs du scénario ont comme principaux impacts :

- Une certaine sécurité des usages préleveurs que sont l'industrie, l'AEP et l'agriculture.
- Une baisse, importante et acceptée, du débit annuel et surtout du débit d'étiage.

D'un point de vue environnemental :

Les conséquences directes sur les milieux sont très nettes : renforcement du bouchon vaseux dans un estuaire de plus en plus salé, disparition sur l'axe Garonne de la quasi-totalité des migrateurs amphihalins emblématiques du bassin, disparition d'une grande partie des sténothermes froids (truites notamment) et des zones humides sauf très à l'amont des bassins versants. Le faible débit des eaux sur une longue période fait aussi apparaître des risques de non-résilience des milieux aquatiques : augmentation forte de la température de l'eau limitant l'oxygène dissous et favorisant le développement d'éléments toxiques, qualité de l'eau se dégradant du fait de la moindre dilution des polluants. Ces conditions rendent la vie aquatique précaire et bouleversent également la végétation des berges et plus généralement les paysages de bord de cours d'eau.

D'un point de vue socio-économique, les usages préleveurs sont relativement sécurisés.

Pour le secteur agricole, la perte économique due à la combinaison entre réforme des volumes prélevables et impacts du changement climatique est de l'ordre de 10% de la valeur ajoutée totale de l'activité sur la zone. Cela représente un manque à gagner de l'ordre de 10 millions d'euros par an par rapport à une valorisation moyenne des années 2010. Les cultures maraichères et arboricoles ainsi que l'activité semencière sont maintenues ; on note un net recul de la filière maïs grain, et donc d'une partie des productions animales associées.

Le faible débit des eaux sur une longue période fait aussi apparaître des contraintes sanitaires fortes, le possible développement de micro-algues toxiques de type cyanobactéries, des mauvaises odeurs en bord de rivière ou l'impossibilité de rafraîchir les villes souffrant du phénomène d'îlot de chaleur urbain ... Dans ce contexte, l'augmentation du coût de production de l'eau potable et les surcoûts liés à l'amélioration des performances épuratoires sont conséquents.

La baisse des débits, notamment sur la période de mai à novembre, fait disparaître une grande partie des services paysagers, récréatifs et économiques sur la Garonne, le territoire du Lot tirant davantage son épingle du jeu, puisque historiquement mieux doté en ressources (réserves hydroélectriques et débits réservés). Les loisirs nautiques ne persistent à l'année que sur ce territoire. La vulnérabilité de la pêche, de loisirs ou professionnelle en eau douce, est telle que l'activité périclité... La baisse de débit d'eau douce arrivant à l'estuaire et l'augmentation de la température de l'eau ont également de lourdes conséquences sur les activités littorales, notamment conchylicoles.

Pour assurer l'équilibre offre-demande, les 120 millions de m³ issus des réserves hydroélectriques et dédiés au soutien d'étiage sont des ressources durables inscrites dans le cahier des charges des concessions et faisant l'objet d'une compensation financière dont la méthode de calcul a été adaptée aux renouvellements des concessions (base de 6,5 c€/m³ contre 5 c€/m³ aujourd'hui en moyenne avec la méthode actuelle). En 2050, dans un contexte énergétique tendu, cela est moins coûteux que l'estimation du préjudice énergétique et représente un coût moyen annuel de **près de 8 millions d'euros par an**. En parallèle, la construction des 75 millions de m³ de réserves supplémentaires par rapport aux années 2010 nécessite un investissement total de l'ordre de 375 millions d'euros (base de 5€/m³ contre des valeurs actuelles comprises entre 3 et 6€/m³).

Si aucune mobilisation de réserves dédiées à l'hydroélectricité n'est possible, c'est un investissement de l'ordre de 750 millions d'euros qu'il faut prévoir pour constituer 150 millions de m³ de réserves.

2.3.2- Le scénario « volontariste » : avoir l'ambition de conserver la nature d'aujourd'hui ... Compenser totalement

Le choix du scénario face au changement climatique:

Face à la perspective d'un manque d'eau chronique, La prise de conscience est vive et constitue une rupture par rapport à la gestion du passé. Les décideurs politiques et les gestionnaires de l'eau ont l'ambition forte de maintenir en 2050 les débits objectifs d'étiage d'aujourd'hui, en compensant intégralement ce que la nature ne permet plus, du fait du changement climatique. Il faut compter en moyenne sur une mobilisation de 760 millions de m³ de ressources (valeur comprise entre 480 et 1200 Mm³) pour cela.

Ce qui reste stable entre scénarios :

La réduction de la demande unitaire en l'AEP (130l/jr/hab) et une amélioration des rendements de réseau permettent de compenser la hausse tendancielle de la population (5,5 millions d'habitants en 2050).

Les marges de manœuvre pour le retour à l'équilibre :

Pour satisfaire la demande d'eau supplémentaire, en complément d'une politique volontariste d'économie d'eau, une intense politique de création de ressources dédiées aux milieux est mise en place. Ces arbitrages permettent principalement le maintien « artificiel » du débit (annuel et d'étiage) connu dans les années 2010 et par conséquent de tous les usages qui y sont associés.

Pour combler le déficit et répondre à l'enjeu d'équilibre entre offre et demande en eau, plusieurs options sont possibles, et notamment concernant la contribution des ouvrages hydroélectriques :

Option 1 : « L'aubaine technologique »

Un effort massif est mis en place entre 2015 et 2030 dans la recherche fondamentale et appliquée autour du développement de solutions de stockage de l'électricité. Le verrou technologique finit par sauter et les 1000 millions de m³ de réserves hydroélectriques principalement turbinés en hiver peuvent être en grande partie réalloués au besoin en soutien d'étiage en été, l'énergie hydraulique devenant nettement moins stratégique.

Par effet d'aubaine, l'agriculture bénéficie d'une affectation supplémentaire permettant de d'augmenter les volumes prélevables alloués en 2021. Cette eau supplémentaire sert notamment à développer le maraichage et consolider les productions de légumineuses favorisant l'autonomie en protéines végétales. Il n'en demeure pas moins qu'en fonction des années climatiques, des restrictions existent nécessitant des adaptations d'assolement tôt en saison.

Option 2 : « Un coût réduit par le lissage des pointes de demande électrique »

Une autre option pour 2050 repose également sur une forte évolution technologique et organisationnelle dans le domaine de l'énergie : il y a d'abord l'intégration réussie au réseau de distribution d'une forte proportion d'énergies renouvelables intermittentes et locales mais également de fortes économies des consommations d'énergie. En 2050, on parvient surtout à lisser la demande de pointe par des contrats d'effacement (qui existent pour les entreprises) accessibles aussi aux ménages. Dans cette hypothèse, les volumes réservés à l'hydroélectricité d'hiver pourraient être réduits de moitié. En complément des 120 millions de m³ inscrits dans les concessions c'est de l'ordre de 400 millions de m³ qui pourraient alors être plus systématiquement dédiés au soutien d'étiage.

Les 360 millions m³ nécessaires pour maintenir les DOE d'aujourd'hui pourraient être fournis par la construction d'ouvrages de stockage supplémentaires, la logique du multi-usages prévalant à chaque fois. Cet effort conséquent est du même ordre de grandeur de ce qui a été construit sur le bassin ces 25 dernières années dans un contexte politique, économique, social et environnemental sans doute plus favorable. Il n'est d'ailleurs pas certain que l'on puisse trouver, sans dommages conséquents, des sites favorables à la hauteur de cette ambition. En 2050, le risque de non remplissage annuel de l'ensemble de ces réserves est grand : la gestion pluriannuelle de ces ouvrages doit être instaurée, l'objectif du débit minimum en rivière et le niveau de volume prélevable par l'agriculture ne sont pas assurés 8 années sur 10.

Dans ce contexte, l'agriculture ne peut compter au mieux que sur les volumes prélevables de 2021, soit 400 millions de m³ : elle s'est donc adaptée au changement climatique en réduisant les surfaces irriguées de 15% (35 000 hectares de surface irriguée en moins de fait d'une évapotranspiration et demande climatique croissantes) ou en implantant des cultures moins gourmandes en eau en période estivale.

Option 3 : « Une nature construite et la fin de l'irrigation »

Une dernière variante envisagée pour arriver à cet objectif de compensation totale consiste à combiner 3 solutions assez « radicales ». En premier lieu, on interdit tout prélèvement agricole en rivières, ramenant à 0 les volumes prélevables pour l'irrigation (qui en 2021 étaient de 400 millions de m³). Pour autant, le déficit persiste et reste en moyenne de l'ordre de 580 millions de m³. Pour le combler, il est décidé de créer des réserves dédiées au soutien d'étiage à hauteur de 300 millions de m³. En parallèle, il est décidé d'inscrire dans le cahier des charges des concessions hydroélectriques 280 millions de m³ en complément des 120 millions acquis historiquement. En contrepartie, pour faire face à une demande croissante de cette forme renouvelable d'énergie, deux stations de transfert d'énergie par pompage sont construites sur le bassin, permettant d'assurer le même niveau de production de puissance électrique. Cette contrepartie au secteur hydroélectrique n'a pu être trouvée avec le secteur agricole : faute de volumes prélevables, la sole irriguée diminue de 200 000 hectares par rapport aux années 2010 (réduction des 2/3).

Les principales conséquences de ce choix :

D'un point de vue environnemental :

Cette compensation totale des débits favorise le « bon fonctionnement » des milieux. La création d'ouvrages de stockage limite les risques de crues mais leur construction a des impacts environnementaux locaux importants. La qualité de l'eau n'est pas dégradée par manque de dilution, l'effet de l'augmentation de la température est modulé par les débits. La politique de restauration des fonctionnalités des milieux des années 2010-2020 porte ses fruits (résilience des écosystèmes et persistance des services éco-systémiques « contrôlés » par de l'ingénierie écologique): les zones humides, les migrateurs et un bon nombre de sténothermes froids persistent. Bien que l'évolution des débits soit compensée en moyenne et en période d'étiage, le bouchon vaseux risque de persister, du fait de la diminution de la fréquence et de l'intensité des crues.

Les conséquences socio-économiques évoluent selon les différentes variantes de ce scénario.

La compensation totale des débits permet de maintenir une grande partie des services paysagers, récréatifs et économiques sur la Garonne, alors que les conditions de vie sont globalement rendues plus rudes par l'évolution du climat. Les loisirs nautiques et la pêche de loisirs se développent du fait d'un tourisme plus local. La pêche professionnelle en eau douce et sur le littoral, les activités aquacoles et piscicoles, bien que fragilisées dans les années 2010-2015, résistent assez bien.

Les contraintes sanitaires sont limitées et l'eau joue un rôle de tout premier plan au sein des villes devant lutter contre les îlots de chaleur l'été. Globalement, il y a peu d'évolution dans la politique et dans les investissements concernant l'assainissement et la production d'eau potable.

L'agriculture peut bénéficier de l'effet d'aubaine et augmenter sa sole irriguée. Dans le cas de cette option, la valeur ajoutée produite augmente mais reste variable d'une année sur l'autre, en fonction de la disponibilité de la ressource. Pour les autres options, la perte économique d'un secteur agricole est au mieux de l'ordre de 10 millions d'euros par an par rapport à une valorisation moyenne des années 2010, correspondant à l'adaptation combinée de la réforme des volumes prélevables et des impacts du changement climatique. L'option interdisant les prélèvements en rivières est lourde de conséquences économiques pour le secteur, le manque à gagner étant estimé à un ordre de grandeur de 60 millions d'euros par an par rapport à aujourd'hui, sans doute davantage car cette décision touche une partie des cultures à forte plus-value. L'irrigation provenant des lacs collinaires n'est réservée qu'aux cultures maraichères et arboricoles ainsi qu'à une partie de l'activité semencière. La filière maïs grain disparaît et avec elle, une grande partie des productions animales qui lui sont associées. L'aléa pour les productions pluviales est grand, les résultats économiques variant fortement en fonction de l'année climatique. Les paysages agricoles et l'emploi en milieu rural sont très impactés.

Pour assurer l'équilibre offre-demande à ce niveau d'ambition, il faut mobiliser pour le soutien d'étiage entre 400 ou 500 millions de m³ issus des réserves hydroélectriques. La valeur de cette eau est variable selon l'évolution technologique, le coût de l'énergie en 2050 et les arbitrages rendus au niveau politique. Si le soutien d'étiage issu de cette origine devient une obligation de service public, alors il n'est pas envisagé de rétribution financière. Le conventionnement basé sur le préjudice énergétique n'a pas été retenu car on l'estime plus coûteux en 2050 que la nouvelle méthode de calcul qui a été adoptée lors du renouvellement des concessions (pour mémoire, base de 6,5 c€/m³ contre 5 c€/m³ aujourd'hui en moyenne avec la méthode actuelle). La compensation financière calculée de cette manière pourrait s'élever entre 26 et 32 millions d'euros par an. L'investissement pour construire les deux STEP nécessaires au maintien de la puissance électrique (entre 2000 et 2500 MW) est de l'ordre de 2 milliards d'euros. En parallèle, la construction des 300 à 360 millions de m³ de réserves supplémentaires par rapport aux années 2010 nécessite un investissement total de l'ordre de 1,5 à 2 milliards d'euros (base de 5€/m³).

2.3.3- Le scénario « intermédiaire » : Accompagner les évolutions et limiter les vulnérabilités ... Compenser partiellement

Le choix du scénario face au changement climatique:

L'ambition de maintenir en 2050 le Débit Objectif d'Etiage des années 2010 apparaît inaccessible aux décideurs. Le choix de laisser faire la nature à l'inverse leur paraît très risqué notamment en termes de bien-être social (production d'eau potable, préservation des milieux et activités économiques associées). Cette analyse de la vulnérabilité rend nécessaire des arbitrages qui permettent a minima de préserver un certain cadre de vie, la plupart des usages, préleveurs ou non, et la vie aquatique mais ni forcément sur l'intégralité du bassin de la Garonne, ni forcément 8 années sur 10...

On décide de réduire progressivement les débits objectifs d'étiage et de compenser partiellement l'hydrologie naturelle impactée par le changement climatique. Pour satisfaire cet objectif il est nécessaire de trouver de l'ordre de 335 millions de m³ (valeur comprise entre 150 et 650 Mm³), en combinant les solutions.

Ce qui reste stable entre scénarios :

Une politique ambitieuse d'économies d'eau permet de réduire la demande unitaire en l'AEP (130l/jr/hab) et la perte dans les réseaux de distribution. Cela permet de compenser la hausse tendancielle de la population (5,5 millions d'habitants en 2050).

Les marges de manœuvre pour le retour à l'équilibre :

L'agriculture s'adapte t en ne pouvant compter que sur les volumes prélevables de 2021 : les surfaces irriguées sont réduites de 15% (35 000 hectares de surface irriguée en moins de fait d'une évapotranspiration et demande climatique croissantes). Les évolutions fortes d'assolement permettent de faire 10 millions d'économie supplémentaires, sans compromettre les activités à haute valeur ajoutée : maraichage, arboriculture, productions de semences, filières courtes et productions sous signes de qualité.

En complément d'une politique volontariste pour maîtriser la demande, un plan d'investissement est dédié au stockage de la ressource afin de construire 195 millions de m³ pour la réalimentation. Les exploitants hydroélectriques acceptent de nouvelles conditions lors du renouvellement des concessions. La négociation permet d'inscrire durablement dans les cahiers des charges non pas 120 mais de l'ordre de 250 millions de m³ dédiés au soutien d'étiage. En contrepartie, pour ne pas réduire la puissance produite dans un contexte énergétique tendu, la construction d'une station de transfert d'énergie par pompage est décidée sur le bassin.

La situation d'équilibre reste fragile, notamment certaines années jugées extrêmes, certains territoires comme le bassin du Lot s'en sortant mieux que d'autres, parce qu'historiquement mieux dotés en ressources (réserves hydroélectriques et débits réservés). Les nouvelles modalités de gestion des réserves en climat contraint font apparaître un risque de non remplissage des réserves certaines années et la gestion pluriannuelle est envisagée.

Le compromis trouvé permet de « garantir » un débit (annuel et d'étiage) jugé « acceptable » car il permet aux milieux de s'adapter progressivement à une nature devenue plus rude. Cette compensation partielle des débits, permet également de maintenir une grande partie des activités sur le bassin.

Les principales conséquences de ce choix :

D'un point de vue environnemental

La politique axée sur la ressource est doublée d'une politique ambitieuse de restauration des fonctionnalités des milieux aquatiques, favorisant la résilience des écosystèmes et la persistance dans le temps des services qu'ils rendent. La qualité de l'eau n'est pas dégradée par manque de dilution, l'effet de l'augmentation de la température reste modéré : les zones humides, une partie des migrateurs emblématiques du bassin et certains sténothermes froids persistent. La création d'ouvrages de stockage limite les risques de crues. De ce fait, et bien que l'évolution des débits soit partiellement compensée en moyenne et en période d'étiage, le bouchon vaseux risque de persister. La construction de barrages et de STEP ont par ailleurs des impacts locaux importants sur l'environnement.

Au niveau socio-économique :

La compensation partielle permet le maintien d'un débit suffisant pour conserver des services paysagers, récréatifs et économiques le long de la Garonne. En fonction de la disponibilité de la ressource, cette politique de l'eau a des conséquences en termes d'aménagement du territoire et de développement des activités. Par exemple, le territoire du Lot et une partie des Pyrénées jouent la carte des loisirs nautiques et de l'éco-tourisme.

La pêche professionnelle en eau douce et sur le littoral, les activités aquacoles et piscicoles, bien que fragilisées, s'adaptent progressivement à de nouvelles espèces et à de nouveaux modes de gestion.

Du fait d'efforts conséquents dans le domaine de l'assainissement et de la production d'eau potable, les problèmes sanitaires sont limités, tant en ville qu'à la campagne.

Pour le secteur agricole, la perte économique due à la combinaison entre réforme des volumes prélevables et impacts du changement climatique est de l'ordre de 10% de la valeur ajoutée totale de l'activité sur la zone. Cela représente un manque à gagner de l'ordre de 10 millions d'euros par an par rapport à une valorisation moyenne des années 2010. Cette adaptation n'a pas compromis les activités à haute valeur ajoutée : maraichage, arboriculture, productions de semences, filières courtes et productions sous signes de qualité.

Pour assurer l'équilibre offre-demande, les volumes dédiés au soutien d'étiage à partir de ressources dédiées à l'hydroélectricité sont inscrites dans le cahier des charges des concessions et font l'objet d'une compensation financière dont la méthode de calcul a été adaptée aux renouvellements des concessions (pour mémoire, base de 6,5 c€/m³ contre 5 c€/m³ aujourd'hui en moyenne). En 2050, dans un contexte énergétique tendu, cela est plus coûteux que le strict principe du partage des charges mais moins coûteux que l'estimation du préjudice énergétique. Au total cela représente plus de 16 millions d'euros par an. L'investissement pour construire la STEP qui permettrait le maintien de la puissance électrique (1000 à 1200 MW) est de l'ordre du milliard d'euros. En parallèle, la construction des 195 millions de m³ de réserves supplémentaires par rapport aux années 2010 nécessite un investissement total également de l'ordre du milliard d'euros (base de 5€/m³).

3- Les principales conclusions

Les grandes conclusions de l'étude sont des orientations robustes, quel que soit le choix d'un scénario et puisque de toute façon aucun d'entre eux ne se réalisera tel quel. L'incidence du changement climatique sur l'assèchement des rivières de notre bassin, confirmée par des études et observations récentes¹ et par le dernier rapport du GIECC, sera majeure en termes environnementaux, économiques et sociaux. Une **stratégie d'ampleur** (en termes d'échelle, de rythme et de combinaison de moyens) est à imaginer pour l'avenir, si l'on souhaite équilibrer besoins et ressources en eau sur ce territoire (voir tableau 2). Pour se préparer à cet avenir, **certaines mesures apparaissent « sans regret »**.

- **Œuvrer pour une gestion de l'eau plus efficiente**

Une meilleure gestion de l'eau, tant d'un point de vue technique qu'économique, apparaît comme une stratégie commune à tous les scénarios et à tous les secteurs d'activité. Les efforts de sensibilisation aux **économies d'eau**, l'amélioration des rendements des réseaux, l'augmentation de l'efficacité de l'eau en agriculture (nouvelles technologies, gestion des sols, organisation) doivent être poursuivis. Y adjoindre la réflexion sur le levier économique que représente le prix de l'eau, dans un contexte de rareté de la ressource. Cependant, face à l'ampleur des problèmes futurs, la réduction de la demande ne suffira pas à répondre à l'enjeu.

- **Créer de nouvelles réserves**

Tous les scénarios retiennent à minima un déficit de l'ordre de ce que l'on connaît aujourd'hui. Face à la vulnérabilité que représente la baisse des régimes hydrologiques,

¹ Par exemple l'étude « Evolutions observées dans les débits des rivières en France » réalisée par l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (Onema) et l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (Irstea) et publié en octobre 2013.

la création d'ouvrages de stockage hivernal a été retenue, en complément d'autres leviers, dans tous les scénarios mais avec une ampleur très variable (de 75 à 360 Mm³). En corollaire, plus l'ambition de stockage sera grande, plus le risque de non remplissage annuel sera important (en l'état actuel des connaissances sur le climat futur, de l'importance des besoins affichés et des nouvelles modalités de gestion associées). Les sites d'implantations possibles pour les retenues seront aussi de plus en plus difficiles à trouver et toutes les rivières ne pourront pas nécessairement en bénéficier (ex petits chevelus).

- Mobiliser des ressources non-conventionnelles

De multiples autres **solutions technologiques** sont sans doute mobilisables localement et pourraient contribuer à une partie des solutions envisageables : la réutilisation des eaux pluviales et des eaux usées, le dessalement d'eau de mer sur la façade littorale, La recharge artificielle de nappes alluviales permettant un soutien « naturel » des cours d'eau au moment de l'étiage, le pompage à grande profondeur de ressources souterraines plus ou moins captives ... Au regard de l'état des connaissances, ces ressources dites non-conventionnelles pourraient correspondre localement à des besoins précis mais ne semblent pas de nature à répondre à l'enjeu global du bassin. Il serait néanmoins nécessaire d'évaluer précisément ces solutions et de comparer leur opportunité, leurs impacts, leurs bénéfices et leur faisabilité en termes d'acceptabilité sociale et de coût (notamment dans une perspective d'évolution forte du contexte énergétique).

- Augmenter la résilience des écosystèmes aquatiques

Les mesures opérationnelles envisagées sur le volet quantitatif ne doivent pas faire oublier l'ambition de disposer d'**une ressource de bonne qualité**. Opter pour des mesures préventives dans le domaine des pollutions ponctuelles et diffuses permet d'éviter les perturbations à l'amont, ainsi que les risques d'irréversibilité et les surcoûts liés aux mesures curatives. Dans un contexte de raréfaction de la ressource, **la restauration des milieux aquatiques** pour favoriser leurs fonctionnalités apparaît une nécessité forte, quelle que soit l'option choisie.

- Raisonner eau et énergie

Cette étude prospective illustre également les nombreuses interdépendances entre les politiques publiques de l'énergie et de l'eau. Lors des renouvellements prochains des **concessions hydro-électriques**, des arbitrages seront particulièrement déterminants.

- Gérer collectivement la ressource

Face à ces tensions futures, l'enjeu de mobiliser des acteurs publics pour garantir une gestion collective de la ressource dans le souci de **l'intérêt général** et de favoriser des lieux de régulation locale des conflits potentiels est importante. Autrement, le risque est réel d'une forme d'appropriation des ressources par une multiplicité de petites infrastructures et d'une croissance des conflits d'usage.

- Recouvrer les coûts auprès des bénéficiaires

En parallèle, devant les montants importants estimés pour les investissements imaginés dans tous les scénarios pour la gestion de l'eau, il est pertinent de mettre en place des systèmes vertueux de financements mixtes publics-privés et d'accélérer le principe de recouvrement des coûts instauré par la DCE et le SDAGE. La définition même de **bénéficiaires** est renouvelée par l'étude, dépassant la notion d'usagers que nous connaissons aujourd'hui.

- Anticiper et innover

Le besoin d'acquérir des connaissances et le soutien à l'innovation constituent une autre retombée majeure de cette étude prospective : au-delà de la poursuite des travaux sur le climat, de nombreuses études et des travaux de recherche apparaissent comme des prolongements indispensables à l'étude. Citons à titre d'exemple des questionnements qui méritent d'être approfondis:

- Les ressources souterraines pourraient-elles être des alternatives crédibles?
- que peut-on attendre en termes de stockage d'eau dans les sols de techniques agronomiques dites « alternatives » comme l'agroforesterie, le semis sous couvert ou le BRF ?
- Quel potentiel d'économie d'eau et quelles conditions d'utilisation pour les nouvelles technologies d'irrigation de type goutte à goutte en grandes cultures ?
- Quelles conséquences concrètes auront l'évolution des régimes hydrologiques et de la température de l'eau sur la dispersion des polluants (utilisation de l'outil Pégase par exemple) ?
- Quelles conséquences concrètes auront l'évolution des régimes hydrologiques et de la température de l'eau sur les milieux aquatiques (hydromorphologie des cours d'eau, zones humides, activité hydro-sédimentaire de l'estuaire), sur la faune ... ?
- Au-delà de la problématique de l'eau, qu'est-ce que ces changements annoncés auront comme conséquences en termes d'aménagement du territoire et d'impacts socio-économiques ?
- Comment préparer les évolutions de notre économie locale ?

L'incidence des changements globaux sur la ressource en eau est tel qu'il nous impose de sortir des schémas anciens, d'intensifier le rôle joué par les connaissances et les innovations, notamment en assurant leur valorisation et leur transfert.

		Déficit quinquennal et variabilité millions de m3	Premières évaluations des conséquences	
DEBIT	50% du DOE actuel	Scénario du laisser-faire 75 Mm3 Entre 25 et 160	Assainissement et eau potable	Risques sanitaires malgré des surcoûts importants
			Restauration des milieux	Coûts stables
			Agriculture (VP = 400 Mm3)	10 millions €/an de manque à gagner (sur une valeur ajoutée hors Gironde estimée aujourd'hui à 2,5 milliards)
			Autres activités économiques	Très forte baisse du chiffre d'affaires
			Soutien détiage (hydroélectricité) : 120 Mm3 « historiquement conventionnés » *	Coûts de 8 millions d'€/an (Coût nul si rien ne revient au soutien d'étiage)
			Création de réserves : de 75 Mm3 à 150 millions, selon les options	Entre 375 millions et 750 millions d'€ d'investissement, en fonction de l'option
FUTUR	100% du DOE actuel	Scénario volontariste 760 Mm3 Entre 480 et 1200	Assainissement et eau potable	Coûts stables
			Restauration des milieux	Coûts en augmentation au départ
			Agriculture VP = 400 Mm3 ou VP = 0	De 10 à plus de 60 millions €/an de manque à gagner (sur une valeur ajoutée hors Gironde estimée aujourd'hui à 2,5 milliards) ; Sans irrigation, le paysage, l'activité et les emplois en milieu rural seront très impactés
			Autres activités économiques	Stable, légère progression du CA
			Soutien détiage (hydroélectricité) : 120 Mm3 « historiquement conventionnés » * 280 à 380 Mm3 mobilisés en complément	Coûts entre 26 et 32 millions d'€/an
			STEP : 2 (2000 à 2500 MW)	2 milliards d'€ d'investissement
			Création de réserves : 300 à 360 Mm3	1,5 à 2 milliards d'€ d'investissement
MINIMUM	75% du DOE actuel	Scénario intermédiaire 335 Mm3 Entre 150 et 650	Assainissement et eau potable	Coûts en augmentation
			Restauration des milieux	Coûts en augmentation
			Agriculture (10 Mm3 d'économie du fait de l'évolution de la sole)	10 millions €/an de manque à gagner (sur une valeur ajoutée hors Gironde estimée aujourd'hui à 2,5 milliards) ; Option favorisant, au delà des cultures à forte plus-value, les cultures d'hiver
			Autres activités économiques	Stable voire légère baisse du CA
			Soutien détiage (hydroélectricité) : 120 Mm3 « historiquement conventionnés » * 130 Mm3 mobilisés en complément	Coûts de 16 millions d'€/an
			STEP : 1 (1000 à 1200 MW)	1 milliard d'€ d'investissement
			Création de réserves : 195 Mm3	1 milliard d'€ d'investissement

Tableau 2 : résumé des composantes et première estimation des coûts des 3 scénarios

(*) Hypothèse retenue par les acteurs en atelier participatif : données d'entrée lors des simulations

(à l'heure actuelle la convention de déstockage est de 163 Mm3 pour un coût annuel supérieur à 3 millions d'euros)