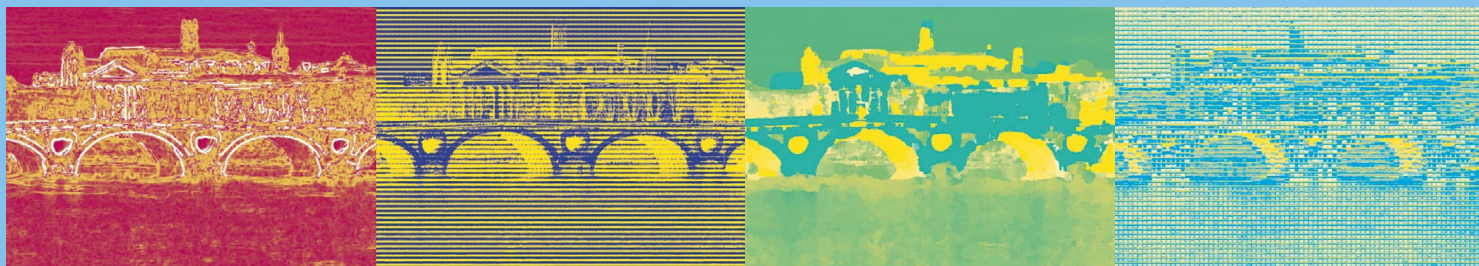


Garonne 2050

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



Synthèse



AGENCE DE L'EAU
ADOUR-GARONNE

ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

SOMMAIRE

Les objectifs et contours de l'étude	5
1. Précisions méthodologiques	6
1-1 Le changement climatique : facteur d'influence majeur	6
1-2 Les hypothèses concernant les ressources et les besoins	7
1-3 La modélisation et les hypothèses à tester	8
2. Les principaux résultats, leurs déterminants et les trois images du futur retenues	11
2.1 Les ordres de grandeur à retenir	11
2-2 Les scénarios littéraires	12
● 2.2.1. Scénario 1 : compenser a minima la baisse naturelle des débits d'étiage	14
● 2.2.2 Scénario 2 : compenser totalement la baisse naturelle des débits d'étiage	15
● 2.2.3 Scénario 3 : compenser pour moitié la baisse naturelle des débits d'étiage	18
Enseignements et pistes d'adaptation	21
Œuvrer pour des économies d'eau et une gestion de l'eau plus efficiente	21
Créer de nouvelles réserves	21
Mobiliser des ressources non-conventionnelles	22
● Augmenter la résilience des écosystèmes aquatiques	22
● Raisonner conjointement « eau et énergie »	22
Gérer collectivement la ressource et pour l'intérêt général	22
Anticiper et innover	23



L'Agence de l'eau Adour-Garonne a mené, de 2010 à 2013, une étude prospective dans le but d'anticiper les enjeux futurs et de proposer une stratégie d'adaptation, dans un bassin hydrographique (le Sud-Ouest de la France) où des déséquilibres existent entre besoins en eau et ressources disponibles. «Garonne 2050» est une démarche prospective centrée sur l'eau, principalement du point de vue quantitatif : elle intègre le changement de climat et les évolutions possibles de la démographie, de l'énergie et de l'agriculture, et leurs impacts sur la ressource en eau de surface (rivières et nappes d'accompagnement).

Elle associe des scénarios littéraires, sur la base d'ateliers participatifs, à une phase de quantification, notamment à travers l'utilisation d'un modèle de gestion « besoins-ressources ». Les principaux éléments quantifiés, au moins en valeur relative, et les conclusions, robustes quel que soit le scénario, 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.

À 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 du choix sociétal résumé à travers la double question : quel débit souhaitons-nous dans nos rivières l'été et que sommes-nous en capacité de faire ? Ces choix sont à faire dès aujourd'hui, afin de mettre en œuvre des réponses adaptées.

Les trois principaux scénarios sont construits en fonction des décisions que feront les gestionnaires de la ressource en eau. Le levier « sobriété de la demande » est systématiquement actionné mais ne suffit pas à résoudre le déséquilibre entre besoins et ressources :

Scénario 1 : Compenser a minima la baisse naturelle des débits d'étiage

Des choix a minima permettent d'assurer ce débit minimum 8 années sur 10. Le soutien des étiages se fait par l'intermédiaire de 75 millions de m³ de nouvelles retenues et grâce à 120 millions de m³ provenant d'accords de déstockage estival des réserves hydroélectriques.

Scénario 2 : Compenser totalement la baisse naturelle des débits d'étiage

La compensation totale implique de très lourds investissements en termes de création de réserves collectives, sécurise les activités mais est très coûteuse (réservoirs nouveaux à hauteur de 360 millions de m³ et création de deux stations de transfert d'énergie par pompage permettant en parallèle de bénéficier d'un accord de déstockage estival de 500 millions m³ issus des réserves hydroélectriques).

Scénario 3 : Compenser pour moitié la baisse naturelle des débits d'étiage

Pour bénéficier en 2050 d'une compensation à hauteur de 75 % du débit objectif d'étiage actuel, les gestionnaires décident de combiner diverses solutions pour trouver 335 millions de m³ supplémentaires.

Un retour à un équilibre sans création de nouvelles réserves est-il possible ? L'étude répond à la question, même si ce scénario n'a pas été envisagé initialement par les acteurs. Au terme de l'étude, malgré les incertitudes, les résultats, autant que la démarche, apparaissent structurants pour fonder une politique d'adaptation aux changements globaux à engager dès à présent.

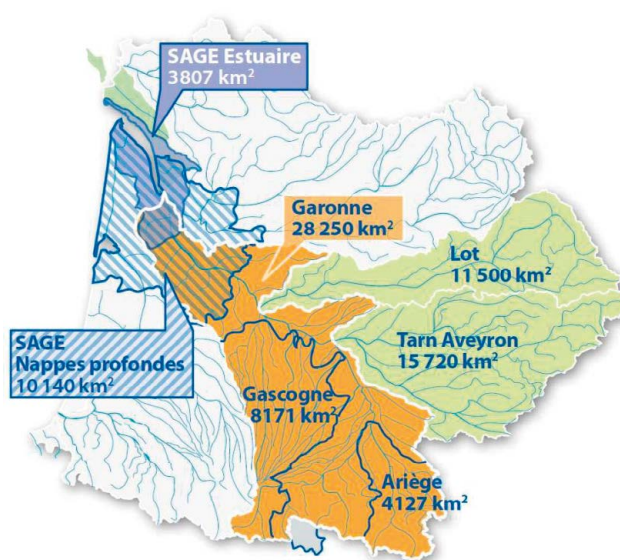
Les objectifs et contours de l'étude

L'étude prospective « Garonne 2050 » s'intéresse aux besoins et aux ressources en eau à l'échelle du grand bassin de la Garonne et à l'échéance 2050.

L'horizon temporel de 2050 peut paraître lointain mais il permet à la fois de disposer de projections climatiques fiables et d'imaginer des ruptures de comportements par rapport à une situation tendancielle.

Pour des questions de cohérence hydrologique, c'est l'ensemble du bassin versant de la Garonne qui a été retenu comme zone d'étude. Ce territoire qui représente de l'ordre de 65 000 Km², a été divisé pour les besoins de la modélisation en 22 sous-bassins versants élémentaires mais les résultats présentés ne concernent que le grand bassin dans son ensemble.

Périmètre spatial de l'étude : le grand bassin versant de la Garonne



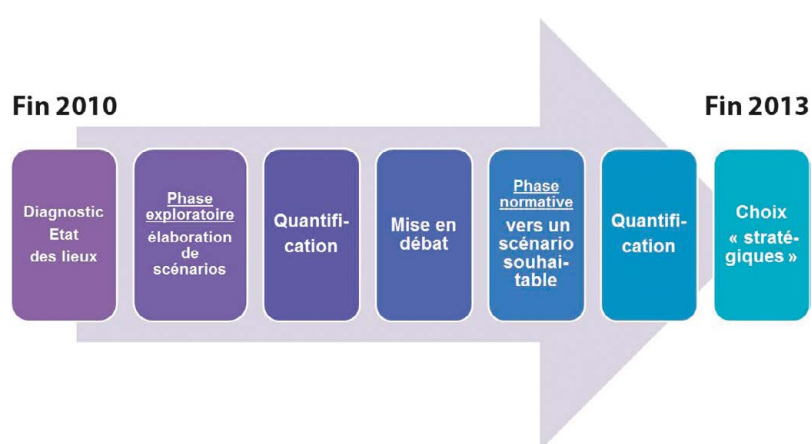
L'étude intègre les facteurs majeurs d'influence que sont le changement climatique et les évolutions possibles de la démographie, de l'énergie et de l'agriculture. Leurs impacts sur la ressource en eau de surface sont principalement traités du point de vue quantitatif. Les eaux souterraines profondes sont intégrées à l'analyse de façon très simple : la ressource mobilisable en 2050 est celle proposée à l'heure actuelle par le Schéma d'aménagement des eaux « nappes profondes ». Elle répond exclusivement au besoin en eau potable domestique et demeure stable dans le temps pour éviter tout risque de surexploitation. Face aux incertitudes que sous-tendent les changements globaux autour de la ressource en eau, et à la nécessité de tenir compte du long terme pour réfléchir au contenu d'un développement durable, la démarche retenue a recherché la mobilisation des connaissances, via l'expertise et la modélisation en parallèle de méthodes basées sur la concertation et la participation pour associer les acteurs concernés à la définition de l'action publique. Cette démarche méthodologique sera brièvement décrite, les partis-pris de la modélisation et le modèle de simulation sont également abordés. L'analyse des principaux résultats de simulation se fera principalement au travers de la description de trois principales images du futur. La conclusion revient sur les grands enseignements de l'étude et formule des propositions de pistes d'adaptation, à engager dès maintenant.

1. Précisions méthodologiques

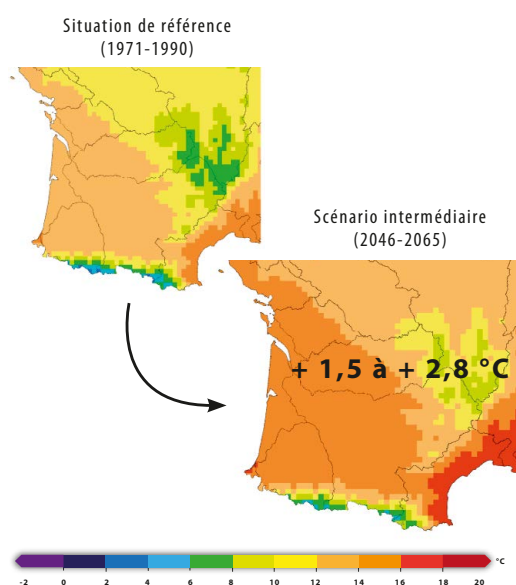
L'étude prospective « Garonne 2050 » a débuté en octobre 2010. Un comité de pilotage représentatif des institutions locales a été constitué et un membre du Conseil scientifique du Comité de bassin a suivi l'étude en tant qu'observateur. Son rapport de « garant scientifique » a été publié dans le rapport final de l'étude rendu public.

Le travail a été mené en plusieurs phases et s'est appuyé sur des groupes d'acteurs. La concertation a pris la forme d'ateliers participatifs pour définir de manière collective les facteurs à retenir pour la prospective, construire des micro-scénarios sectoriels à partir de ces facteurs, eux-mêmes structurés ensuite en 5 scénarios globaux assez caricaturaux et suffisamment tranchés pour permettre le débat.

Les différentes phases de la démarche méthodologique



Évolution de la température moyenne quotidienne dans le Sud-Ouest d'ici 2050



(Source : AEAG d'après www.drias-climat.fr)

Avec ces illustrations contrastées des futurs possibles pour la Garonne, l'agence de l'eau Adour-Garonne a engagé une phase supplémentaire de sensibilisation et de consultation, afin de partager le diagnostic de l'impact du changement climatique sur l'hydrologie. La commission planification du Comité de bassin s'est saisie de l'étude en phase finale pour proposer de tester différentes hypothèses faisant débat, les éléments plus consensuels ayant été figés. Ces propositions ont permis de passer de 5 scénarios « caricaturaux » à des simulations plus opérationnelles et des scénarios plus réalistes. La comparaison des scénarios en valeur relative est appuyée par des « histoires littéraires » qui permettent une description illustrée. En juillet 2013, le comité de pilotage a discuté ces derniers résultats et a proposé des recommandations pour présenter ces scénarios et pour conclure sur les messages principaux en vue de la présentation au Comité de bassin en décembre 2013 et de la diffusion de l'étude en 2014.

1-1 Le changement climatique : facteur d'influence majeur

Pour le sud-ouest de la France, l'ensemble des connaissances disponibles convergent pour évoquer à l'échéance 2050, une augmentation de la température moyenne annuelle **de l'air 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.

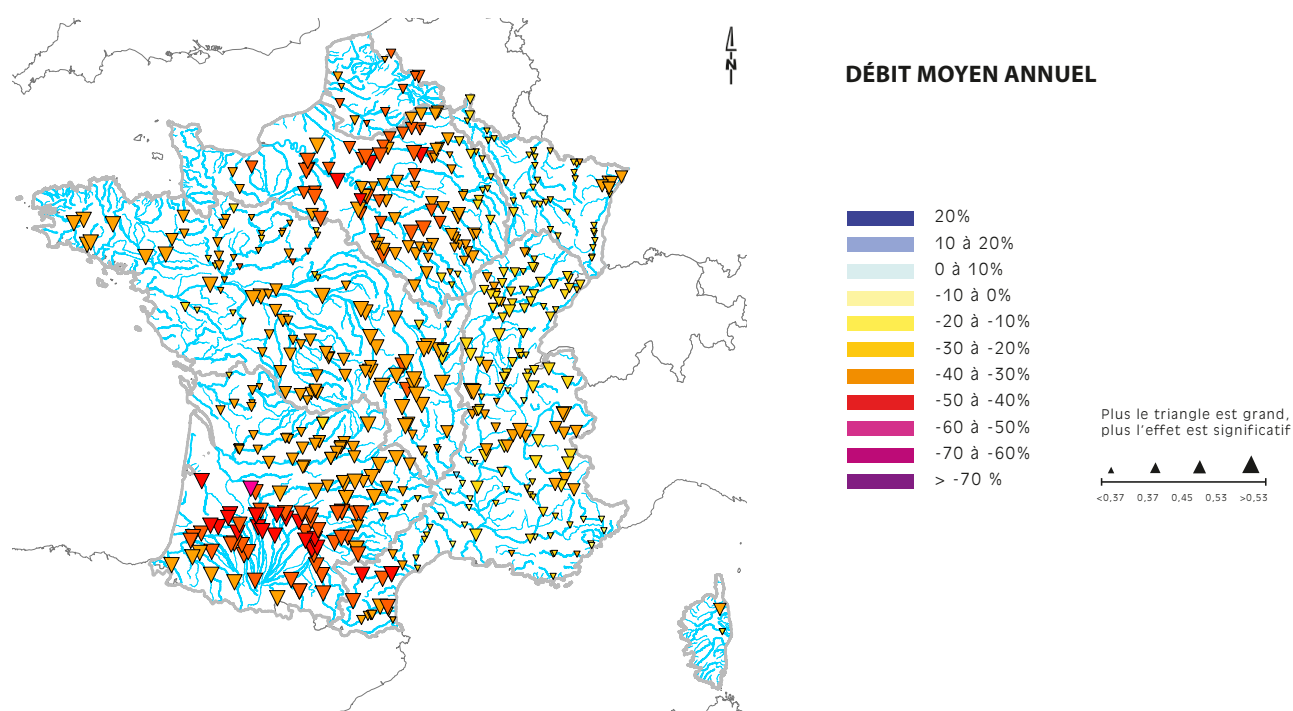
Plusieurs études scientifiques montrent qu'une des conséquences directes est l'augmentation des besoins en eau des plantes, naturelles ou cultivées. Dans le domaine de l'hydrologie, cela signifie **moins de pluies efficaces, donc moins d'écoulement et sans doute moins d'infiltration**.

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 %, pouvant atteindre - 50 % en période estivale**. 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**.

Ces éléments tirés de premières études, principalement publiées à l'échelle nationale, sont des données d'entrée pour l'étude prospective Garonne 2050.

Évolution relative des débits moyens annuels d'ici à 2070 (source : Explore 2070)



1-2 Les hypothèses concernant les ressources et les besoins

Les **ressources naturelles** ont ainsi été évaluées à partir d'une série de données élaborées dans le cadre de l'étude nationale EXPLORE 2070. Plusieurs scénarios climatiques ont été étudiés, sept modèles climatiques ayant été utilisés. Au moyen d'un modèle hydrologique, ces scénarios climatiques ont été convertis en séries de données hydrologiques (débits naturels du futur) en différents points des districts hydrographiques.

Les **ressources stockées** ont été également estimées et modélisées.

La demande globale est répartie selon les principaux usages : eau potable, industrie, agriculture irriguée et demande environnementale. Les estimations ont été réalisées au temps présent et un travail d'hypothèses a permis d'évaluer ces demandes en 2050.

1-3 La modélisation et les hypothèses à tester

La modélisation donne à voir des ordres de grandeurs pour différentes simulations de situations futures. Le logiciel RIO MANAGER® utilisé à cette fin est un outil d'aide à la gestion de bassins hydrologiques étendus développé par la CACG. Il a pour objectif d'assister le gestionnaire dans l'élaboration de stratégies visant à évaluer ou à mieux valoriser les ressources du bassin en fonction des besoins. Intégrant ces stratégies pour la simulation, il permet la mutualisation des capacités de stockage et des objectifs sur les usages pour en optimiser la gestion. L'impact des aléas climatiques sur la satisfaction des objectifs est ainsi minimisé par l'application de règles de gestion et par l'optimisation de l'équilibrage du système face aux risques de défaillance.

Le logiciel adapte, pour chaque année de simulation, le volume pouvant être prélevé à la ressource disponible. Comme il est possible de « forcer » le logiciel à satisfaire les usages, s'ils sont trop ambitieux face à la ressource il en résulte **un déficit potentiel en eau** c'est-à-dire **la ressource dont il faudrait disposer** (en plus de « l'existant ») **pour atteindre les objectifs fixés**. Compte tenu des simplifications nécessaires à la modélisation, le pas de temps mensuel est un compromis entre une bonne représentation de la disponibilité des ressources naturelles et de la demande en eau et un temps de calcul raisonnable. Le résultat donne à voir une tendance mensuelle et ne présume pas de l'effet d'éventuel événement ponctuel.

Chaque bassin versant élémentaire a été conçu de la même manière conceptuelle :

4 types de barrages :

- **Barrage hydroélectrique** représentant la somme des barrages hydroélectriques identifiés du bassin versant élémentaire ;
- **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 (eau potable, irrigation...) et les besoins environnementaux (débits objectifs) ;
- **Barrage mixte** : il s'agit d'un barrage fictif permettant de simuler la mise à disposition d'une partie des ressources du barrage hydroélectrique (utilisées en hiver) pour compléter les ressources en été ;
- **Barrage collinaire** : il s'agit de l'ensemble des retenues remplies en hiver et déstockées en été pour satisfaire des besoins locaux d'irrigation ;

4 types de prélèvements :

Un prélèvement pour l'eau potable (et le rejet associé en sortie de station d'épuration) ;

- Un prélèvement **industriel** (net) ;
- Un prélèvement d'**irrigation** ;
- Un prélèvement pour le **remplissage** hivernal du barrage collinaire ;

1 point consigne (débit) en aval, pour représenter un objectif environnemental.

En aval du bassin, un réservoir à niveau maximal a été ajouté pour modéliser de façon très simplifiée les **nappes profondes**.

Les hypothèses à tester pour 2050, variables selon les scénarios concernent les deux enjeux apparus les plus significatifs : **le niveau de débit minimum d'étiage souhaité** (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** (principal secteur d'activité préleveur net en période d'étiage).

Niveau de compensation de la baisse des débits naturels à l'horizon 2050 ;

La réflexion a été menée indépendamment de l'évolution possible de la DCE, imposant aujourd'hui l'atteinte du bon état des masses d'eau superficielles. Pour l'exercice prospectif, les débits minimum à maintenir dans les cours d'eau aux différents points nodaux ont fait l'objet de trois groupes d'hypothèses, en fonction du niveau de compensation souhaité :

- **Compenser a minima** la baisse naturelle des débits d'étiage c'est-à-dire laisser-faire la nature et accepter en année quinquennale sèche une réduction de l'objectif à 50 % des Débits Objectifs d'Etiage – DOE- actuels ;
- **Compenser totalement** la baisse naturelle des débits d'étiage c'est-à-dire maintenir l'objectif à 100 % des DOE actuels, compensant entièrement les effets attendus du changement climatique sur l'hydrologie ;
- **Compenser pour moitié** la baisse naturelle des débits d'étiage, ce qui revient à réduire l'objectif à 75 % des DOE actuels (base mensuelle) ; ce troisième niveau apparaissant comme une hypothèse intermédiaire par rapport aux deux précédents.

Volume dédié à l'agriculture à partir des rivières ;

La dotation agricole a été testée pour trois configurations :

- **Volume prélevable dans les eaux de surfaces (VP)** défini au cours de l'année 2013 par le Préfet du Bassin Adour-Garonne ;
- **VP augmenté de 20 %** pour prendre en compte les effets du changement climatique sur la demande climatique des cultures (davantage de besoins en eau des cultures, du fait de l'augmentation de l'évapotranspiration) ;
- **VP diminué de 20 %** pour prendre en compte une hypothèse d'adaptation, conformément au Plan National d'adaptation au changement climatique actuel qui demande à chaque usager de diminuer de 20 % ses prélèvements.

Du fait du changement climatique, l'évolution des besoins en eau des cultures a été intégrée à la réflexion. Pour les cultures de céréales et d'oléoprotéagineux, l'augmentation des températures a pour effet un raccourcissement des cycles végétatifs à variété constante, de 7 à 10 jours. Pour les cultures de printemps et d'été (maïs, sorgho, soja, tournesol, pois) les dates de semis peuvent être anticipées d'environ une décade.

Évolution des pratiques agricoles;

Deux hypothèses d'allocation de la ressource en eau ont été testées :

- Évolution de la sole irriguée : anticipation de l'irrigation par la mise en place de nouvelles surfaces irriguées au printemps en remplacement des surfaces irriguées en été ; l'hypothèse retenue conduit à une répartition 66/33 des surfaces irriguées respectivement en été et au printemps ;
- Maintien de la sole irriguée actuelle : l'hypothèse retenue conduit à une répartition 90/10 des surfaces irriguées respectivement en été et au printemps.

Avec le niveau de précision possible par la modélisation, les **prélèvements industriels** ont été considérés comme négligeables par rapport aux autres besoins, mais satisfaits dans tous les cas. Un effort d'économie « tendanciel » en **eau domestique** a été retenu puisque cette hypothèse faisait consensus.

2. Les principaux résultats, leurs déterminants et les trois images du futur retenues

Dans un premier temps, les simulations n'ont consisté qu'à faire varier le déterminant principal : **le niveau de compensation choisi face à l'évolution de l'hydrologie naturelle**. Dans un second temps, on a fait varier les paramètres agricoles : **le niveau de prélèvements en rivière pour l'irrigation, l'évolution de l'assolement** vers des cultures moins gourmandes en eau.

2.1 Les ordres de grandeur à retenir

Après simulation, il en résulte, à l'échéance 2050, **un déséquilibre entre besoins et ressources en eau de surface** que nous avons appelé **déficit**. Cela représente la quantité d'eau nécessaire, en plus de l'existant, naturel ou stocké, pour répondre aux besoins, qu'ils soient anthropiques ou liés au niveau d'eau en rivière.

Même si la modélisation a été effectuée au **pas de temps mensuel**, les résultats sont, le plus souvent, exprimés en moyenne annuelle **pour une année quinquennale sèche** (8 années sur 10, ce volume d'eau estimé serait suffisant pour satisfaire tous ces usages). On considère ici **le bassin de la Garonne dans son ensemble**.

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 (mais maintenant le volume prélevable agricole à 400 Mm³) seront détaillés. 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 ci-après présente, pour ces trois familles de scénarios, les déficits simulés et les déficits restant si on déduit logiquement ces déstockages hydroélectriques.

Déficit des scénarios médians après correction des résultats simulés (en Mm³)

Scénarios : Déficit [min-max]	Scénario 1 Compenser à 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]

Ces valeurs repères médianes sont des ordres de grandeur, sur lesquels se fondent les scénarios littéraires. Ces déficits sont systématiquement fournis avec une fourchette exprimant la variabilité des résultats liés à la variabilité des modèles climatiques utilisés en entrée.

2-2 Les scénarios littéraires

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

- rappelant l'estimation du déséquilibre, du déficit quinquennal entre besoins et ressources, en fonction du niveau d'ambition de compensation de la baisse des débits naturels ;
- rappelant les hypothèses d'économies d'eau réalisées, à la fois dans le domaine domestique et agricole ;
- expliquant les **arbitrages** proposés pour combler le déficit et répondre à l'enjeu d'équilibre entre offre et demande en eau (économies d'eau, création de nouvelles réserves, sollicitation nouvelle ou modification de la gestion des barrages hydroélectriques). **Les solutions proposées restent assez conventionnelles** car les options en rupture sont difficilement évaluables aujourd'hui (en termes de m³ et de coût par exemple) ;
- décrivant de manière qualitative les principales **conséquences prévisibles** en termes de qualité de l'eau, risques sanitaires, impacts économiques et sociaux. Dans ce domaine, les impacts économiques n'ont pas fait l'objet d'une réelle évaluation.

Pour tous les scénarios présentés, la demande en eau potable et la demande industrielle en 2050 sont identiques. En complément d'un niveau de **soutien d'étiage issu des réserves hydroélectriques**, identique dans tous les scénarios, des volumes supplémentaires sont susceptibles d'être affectés en période d'étiage selon les scénarios, tout en maintenant la puissance électrique produite.

Pour l'agriculture, les prélèvements en rivière varient, selon les scénarios, de 0 à plus de 400 Mm³. L'hypothèse la plus fréquente consiste à stabiliser les volumes prélevables à partir de 2021 (soit 400 Mm³) et ainsi à sécuriser l'activité agricole.

Ne sont détaillés ici que les 3 scénarios médians retenus par le comité de pilotage qui, par souci didactique, souhaite attirer l'attention sur le choix ayant le plus d'impact : **le niveau de compensation par rapport à l'évolution de l'hydrologie naturelle**. Ainsi, à l'échéance 2050, il est décidé de :

- Scénario 1 : compenser a minima ;
- Scénario 2 : compenser totalement ;
- Scénario 3 : compenser partiellement (pour moitié) les baisses des débits naturels.

Résumé des 3 principaux scénarios et de leurs différentes composantes

Objectif politique	Ampleur du Déficit quinquennal 2050 en Mm³	Options	QUELS ARBITRAGES ?		QUELLES CONSÉQUENCES ?		SOCIAL-ECONOMIE	
			Demande irrigation à partir des rivières	Offre supplémentaire de soutien d'étiage (en plus des 120 Mm³)	ENVIRONNEMENT		+	-
SCÉNARIO 1 Compenser à minima la baisse naturelle des débits Débit minimum du futur = 50% DOE actuel	75 Mm³ (25-160)	Miser principalement sur l'augmentation de l'offre, en mobilisant des solutions éprouvées	 Vp2050 = 400 Mm³ Irrigation en rivière maintenue à son niveau de 2021	 Création de réserves dédiées supplémentaires 75 Mm³	 Artificialisation du bon fonctionnement des milieux aquatiques Qualité eau non dégradée Problèmes sanitaires limités	• Bouchon vases renforcé • Disparition des migrateurs amphihalins et des zones humides aquatiques • Vulnérabilité des milieux • Problème de qualité, moindre dilution des rejets • Risques sanitaires	Politique de restauration : coûts stables Agriculture : Limitation des pertes de valeur ajoutée agricole Maintien d'une économie + emplois agricoles	Eau potable et assainissement : surcoûts Agriculture : -35 000 ha irrigué -10 M€/an de perte directe de VA agricole Autres activités : très forte baisse du chiffre d'affaires Soutien d'étiage : 8 M€/an de déstockage Création d'ouvrages : 37,5 M€
			 Vp2050 > 400 Mm³ Augmentation des prélèvements en rivière pour l'irrigation	 Réaffectation des réserves hydroélectriques 760 Mm³  0 Mm³				
SCÉNARIO 2 Compenser totalement la baisse naturelle des débits Débit minimum du futur = 100% DOE actuel	760 Mm³ (480-1 200)	Option 1 Aubaine technologique	 Vp2050 = 400 Mm³ Irrigation en rivière maintenue à son niveau de 2021	 400 Mm³	 Artificialisation du bon fonctionnement des milieux aquatiques Qualité eau non dégradée Problèmes sanitaires limités	Bouchon vases maintenu	Agriculture : Développement des productions irriguées Maintien voire développement de la valeur ajoutée agricole et des emplois	Soutien d'étiage : 45 M€/an de déstockage (partage des charges)
				 0 Mm³				
		Option 2 Un coût réduit par le lissage des points de demande électrique	 Vp2050 = 400 Mm³ Irrigation en rivière maintenue à son niveau de 2021	 400 Mm³	 Artificialisation du bon fonctionnement des milieux aquatiques Qualité eau non dégradée Problèmes sanitaires limités	Bouchon vases maintenu	Agriculture : Limitation des pertes de valeur ajoutée agricole Maintien d'une économie + emplois agricoles Autres activités : Stables voir légère augmentation du chiffre d'affaires	Agriculture : -35 000 ha irrigué -10 M€/an de perte directe de VA agricole Soutien d'étiage : 34 M€/an déstockage
				 400 Mm³				
SCÉNARIO 3 Compenser pour moitié la baisse naturelle des débits Débit minimum du futur = 75% DOE actuel	335 Mm³ (150-650)	Restauration ambitieuse des fonctionnalités des milieux aquatiques	 Vp2050 = 400 Mm³ Evolution de l'assèchement pour faire 10 Mm³ d'économie	 130 Mm³	• Accompagnement de l'évolution des milieux, Résilience • Evolution progressive des zones humides et de la biodiversité piscicole • Qualité eau non dégradée • Problèmes sanitaires limités	Limitation des pertes de valeur ajoutée agricole Maintien d'une économie + emplois agricoles	Agriculture : -35 000 ha irrigué -10 M€/an de perte de VA agricole Soutien d'étiage : 16 M€/an déstockage Investissement STEP 1 Milliard €	Agriculture : -35 000 ha irrigué -10 M€/an de perte de VA agricole Soutien d'étiage : 16 M€/an déstockage Investissement STEP 1 Milliard €
				 130 Mm³				
		Option 3 Une nature construite et la fin de l'irrigation à partir des rivières	 Vp2050 = 0 Mm³ Irrigation en rivière supprimée Vp2050 = 0 Mm³ (déficit réduit de 200 Mm³)	 360 Mm³	Maintien des zones humides, des migrateurs et des services Atténuation de la chaleur en ville	Impacts locaux importants des réserves Modification forte des paysages Bouchon vases maintenu Impacts locaux importants des réserves et des STEP Risque de multiplication des réserves individuelles	Agriculture : - réduction des 2/3 de la sole irriguée - perte directe de VA de l'ordre de 60 M€/An Pertes d'emploi Soutien d'étiage : 25 M€/an déstockage Investissement STEP 2 Milliards €	Agriculture : - réduction des 2/3 de la sole irriguée - perte directe de VA de l'ordre de 60 M€/An Pertes d'emploi Soutien d'étiage : 25 M€/an déstockage Investissement STEP 2 Milliards €
				 360 Mm³				
				 2 STEP pour compenser  300 Mm³			Création d'ouvrages : 1,5 Milliard €	Création d'ouvrages : 1,5 Milliard €
				 2 STEP pour compenser  300 Mm³				

2.2.1. Scénario 1 : compenser a minima la baisse naturelle des débits d'été

Très impactés par le changement climatique, les débits naturels des rivières du bassin de la Garonne correspondent, en 2050, en moyenne à 50 % de ce que l'on connaît aujourd'hui en période d'été. 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'été. Dans ce cadre, un retour à l'équilibre entre offre et demande nécessite de combler, malgré les 120 Mm³ de soutien d'été, un déficit résiduel de l'ordre de 75 millions de m³ en 2050 (valeur comprise entre 25 et 160 Mm³). Ce résultat est du même ordre de grandeur que le déficit structurel dont on parle aujourd'hui.

Les teneurs de l'arbitrage décidé pour combler le déséquilibre :

Il est convenu de miser principalement sur l'augmentation de l'offre, en mobilisant des solutions éprouvées. 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 %. Les surfaces en maïs grain diminuent, les cultures d'hiver se développent et des cultures moins gourmandes en eau en période estivale sont implantées. Pour assurer l'objectif décidé, en complément des 120 millions de m³ issus des réserves hydroélectriques qui servent au soutien d'été la construction de nouveaux ouvrages dédiés au soutien d'été est décidée, à hauteur de 75 millions de m³.

Les principales conséquences de ce choix :

- D'un point de vue environnemental :

Du fait du changement climatique, la baisse, importante et acceptée, du débit annuel et surtout du débit d'été a des conséquences directes et lourdes sur les milieux : renforcement du bouchon vaseux dans un estuaire de plus en plus salé, disparition sur l'axe Garonne de la quasi-totalité des poissons 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. L'ampleur et la rapidité des changements (faible débit des eaux sur une longue période) font 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 directe est limitée (de l'ordre de 10 % de la valeur ajoutée totale de l'activité). 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 maraîchères 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, on assiste à une forte augmentation du coût de production de l'eau potable et à des surcoûts liés à la nécessité d'améliorer les performances épuratoires du fait de la baisse de dilution des rejets.

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, puisqu'historiquement mieux doté en ressources. 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 les activités périssent. 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.

2.2.2 Scénario 2 : compenser totalement la baisse naturelle des débits d'été

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'été d'aujourd'hui, en compensant artificiellement et intégralement ce que la nature ne permet plus, du fait du changement climatique, avec la même option de sobriété de la demande. Il faut compter en moyenne sur une mobilisation de 760 millions de m³ d'eau (valeur comprise entre 480 et 1 200 Mm³) pour cela.

Les teneurs de l'arbitrage décidé pour combler le déséquilibre :

Des arbitrages permettent de maintenir artificiellement le débit (annuel et d'été) connu dans les années 2010 et par conséquent de tous les usages, préleveurs ou non, qui y sont associés, jusqu'aux activités estuariennes et littorales. Pour combler le déficit et répondre à l'enjeu d'équilibre entre offre et demande en eau, trois options ont été imaginées.

Option 1 : « L'aubaine technologique » dans le secteur électrique

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 1 000 millions de m³ de réserves hydroélectriques principalement turbinés en hiver peuvent être en partie (760 Mm³ en plus des 120 Mm³ acquis par convention) affectés au soutien d'été, l'énergie hydraulique devenant nettement moins stratégique.

L'agriculture est moins contrainte et bénéficie d'une affectation supplémentaire permettant même d'augmenter les volumes prélevables alloués en 2021. Cette eau supplémentaire sert notamment à développer le maraîchage et à 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 la généralisation des contrats d'effacement. 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, environ 400 millions de m³ pourraient alors être dédiés au soutien d'étiage.

Les 360 millions m³ supplémentaires, qui seraient nécessaires pour couvrir le déficit de 760 Mm³ pourraient être fournis par la construction d'ouvrages collectifs de stockage supplémentaires, dédiés au soutien d'étiage, dans une logique de multi-usages. Cet effort d'aménagement est du même ordre de grandeur que 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 impacts majeurs, des sites favorables à la hauteur de cette ambition. En 2050, le risque de non remplissage annuel de l'ensemble des 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 %. Les surfaces en maïs grain diminuent, les cultures d'hiver se développent et des cultures moins gourmandes en eau en période estivale sont implantées.

Option 3 : « Une nature construite et la fin des prélèvements agricoles en rivières »

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 rivière, ramenant à 0 les volumes prélevables pour l'irrigation à partir des cours d'eau. Pour autant, le déficit persiste et reste en moyenne de l'ordre de 560 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 260 millions de m³ en complément des 120 millions acquis par convention. 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. Faute de volumes prélevables en rivières, l'agriculture se tourne vers des productions moins dépendantes de l'irrigation. Il n'est pas exclu que se développent, dans ce contexte, des comportements individuels opportunistes de producteurs qui décident de prélever sans autorisation dans les nappes souterraines ou de construire sur fonds propres des petites retenues sur leurs terres.

Les principales conséquences de ce choix :

- D'un point de vue environnemental :

Cette compensation totale des débits favorise artificiellement le « bon fonctionnement » des milieux. La création d'ouvrages de stockage limite les risques de certaines 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 (maintien des services éco-systémiques « contrôlés » par le génie 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 fortement 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, notamment en été. 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 et la conchyliculture, 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. Les conséquences pour le secteur agricole dépendent de l'option retenue. Si l'agriculture peut bénéficier de l'effet d'aubaine technologique dans le domaine de l'énergie (option 1) rendant moins stratégiques les réserves hydroélectriques, la sole irriguée pourrait augmenter. Dans le cas de cette option, la valeur ajoutée produite augmente mais reste très variable d'une année sur l'autre, en fonction de la disponibilité de la ressource.

Si les prélèvements agricoles en rivière sont maintenus à 400 Mm³ (option 2), comme pour le scénario 1, l'activité est sécurisée, la perte économique directe du secteur agricole étant estimée, toutes choses égales par ailleurs, à 10 millions d'euros par an par rapport à une valorisation moyenne des années 2010.

Les conséquences de l'option 3, interdisant les prélèvements en rivières, dépendent des solutions technologiques, agronomiques ou génétiques qui seront à disposition de la profession agricole en 2050. Sauf si l'on assiste à une véritable révolution technologique et socio-économique qui permette une agriculture non dépendante à l'eau et performante (dont on ne voit pas les signaux aujourd'hui), le plus probable est que le manque à gagner direct soit aux environs de 60 millions d'euros par an par rapport à aujourd'hui. L'irrigation provenant des lacs collinaires serait réservée, en priorité dans la mesure où les conditions pédoclimatiques le permettent, aux cultures maraîchères et arboricoles, ainsi qu'à une partie de l'activité

semencière. L'aléa pour les productions pluviales reste grand, les résultats économiques variant fortement en fonction de l'année climatique. Certains comportements opportunistes de producteurs pourraient se développer en différents points du bassin : ils cherchent à limiter les aléas en prélevant « discrètement » dans les nappes ou en construisant sur fonds propres des petites retenues sur leurs terres pour capter/capturer l'eau de pluie.

2.2.3 Scénario 3 : compenser pour moitié la baisse naturelle des débits d'étiage

L'ambition du scénario 2 de maintenir en 2050 le Débit Objectif d'Etiage des années 2010 apparaît inaccessible aux décideurs. Le choix du scénario 1 de laisser faire la nature leur paraît à l'inverse très risqué, notamment en termes de bien-être social. Cette analyse de la vulnérabilité rend nécessaires des arbitrages qui permettent 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, dans ce scénario 3, de réduire progressivement les débits objectifs d'étiage et de compenser partiellement l'hydrologie naturelle impactée par le changement climatique, là où cela s'avère possible. 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.

Les teneurs de l'arbitrage décidé pour combler le déséquilibre :

L'agriculture s'adapte en ne pouvant compter que sur les volumes prélevables de 2021 : les surfaces irriguées sont réduites de 15 %. Des évolutions très fortes d'assolement permettent de faire 10 millions d'économie supplémentaires, sans compromettre les activités à haute valeur ajoutée : maraîchage, 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 afin de construire 195 millions de m³ de retenues 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 (soit 130 millions supplémentaires). 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. Les nouvelles modalités de gestion des réserves en climat contraint font apparaître un risque de non remplissage certaines années et la gestion pluriannuelle est envisagée. Le compromis trouvé permet de « garantir » un débit jugé « acceptable », car il permet aux milieux de s'adapter progressivement à une nature devenue rapidement 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 l'adaptation progressive et la résilience des écosystèmes, ainsi que la persistance dans le temps des services qu'ils rendent. La qualité de l'eau n'est pas trop 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, surtout en amont. 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 de l'estuaire risque de persister. La construction de retenues et de stations de transfert d'énergie par pompage a par ailleurs des impacts locaux importants sur l'environnement mais est décidée, en vue de l'intérêt collectif.

- 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 importants 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 directe 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. L'évolution des assolements et des pratiques est forte mais cette adaptation n'a pas compromis les activités à haute valeur ajoutée : maraîchage, arboriculture, productions de semences, filières courtes et productions sous signes de qualité.

À la suite de la présentation au Comité de bassin, et pour tenir compte de certains avis, le comité de pilotage a proposé que l'étude puisse également répondre à la question supplémentaire : **peut-on obtenir un équilibre en 2050 sans création de réserves nouvelles ?** La réponse est oui, dans deux situations explorées ici :

- l'une repose sur **un saut technologique** (scénario 2, option 1) qui permettrait de stocker l'énergie sous une autre forme que l'eau des barrages hydroélectriques. Cette option permettrait, par effet d'aubaine, de bénéficier de cette eau stockée pour d'autres usages, comme par exemple la réalimentation des rivières en période d'étiage ;

- l'autre se situe dans l'optique de **compenser a minima** l'évolution de l'hydrologie naturelle (Scénario 1 : le débit d'étiage de 2050 est inférieur de 50 % à ce qu'on connaît aujourd'hui). En complément, il faut compter sur une réduction progressive mais drastique des prélèvements agricoles à

partir des rivières, allant jusqu'à **l'arrêt des prélèvements** dans ce milieu. Le retour à l'équilibre entre offre et demande est alors permis grâce à ces volumes non prélevés, ou à ces volumes mis à disposition, ou alors par une combinaison des deux. Ces situations sous-entendent cependant des évolutions majeures des secteurs agricole et/ou énergétique pour maintenir un équilibre minimal entre besoins et ressources disponibles, sans création de nouvelles réserves.

Même si probablement le futur sera différent de tous ces scénarios imaginés pour le bassin de la Garonne en 2050, les tendances lourdes présentées constituent des certitudes de plus en plus admises. Le changement climatique transformera profondément le régime de nos cours d'eau. Le débat principal pour le futur devra traiter de la notion de compensation ou non de la baisse naturelle des débits, notamment durant la période critique de l'étiage, qui sera à l'avenir plus précoce, plus sévère et plus long.

Enseignements et pistes d'adaptation

L'incidence du changement climatique sur l'assèchement des rivières de notre bassin sera majeure avec des impacts environnementaux, économiques et sociaux. 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 des solutions, quelles qu'elles soient.

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.

L'étude prospective n'a pas évoqué le cadre actuel que représentent aujourd'hui la DCE et la définition du bon état de référence, qui pourraient évoluer dans ce nouveau contexte climatique. 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**. Plus on sera ambitieux sur la demande moyenne, et donc sur les volumes à mobiliser pour y répondre, plus le risque de défaillance, de crise, sera grand. L'étude nuance l'analyse par sous-bassin : les déficits ne sont pas uniformes. Doit-on y voir la confirmation de la pertinence d'une **gestion plus territorialisée de la politique de l'eau** ?

En tout état de cause, et malgré les hypothèses prises, les incertitudes, notamment sur le niveau et la répartition des précipitations futures, et les simplifications inhérentes à la 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 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 mais aussi progrès génétiques) doivent être poursuivis. Il est nécessaire d'y adjoindre la réflexion sur le levier économique que représente le prix de l'eau, dans un contexte de rareté de la ressource.

Créer de nouvelles réserves

Les scénarios retiennent tous un déficit, au minimum, de l'ordre de celui que l'on connaît aujourd'hui. Face à la vulnérabilité que représente la baisse des régimes hydrologiques, **la création d'ouvrages de stockage hivernal** a été proposée dans la plupart des scénarios, en complément d'autres leviers, 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. Le rapport n'entre pas dans le détail du marnage et du

remplissage des réserves. Cette question mérite d'être affinée zone par zone. 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. Face aux aléas du climat futur, des hypothèses de **gestion pluriannuelle** des réserves en eau stockées sont envisageables.

D'autres pistes comme la réalimentation artificielle des nappes, le pompage supplémentaire en aquifères profonds ou le stockage de l'eau dans le sol ou les transferts hydrauliques n'ont pas pu être évaluées dans cette étude.

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, le transfert hydraulique, le pompage à grande profondeur de ressources souterraines plus ou moins captives ou la recharge artificielle de nappes alluviales permettant un soutien « naturel » des cours d'eau au moment de l'étiage... Au regard de l'état des connaissances, ces ressources dites non-conventionnelles pourraient correspondre localement à des besoins précis mais sont souvent très consommatrices en énergie et 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.

Augmenter la résilience des écosystèmes aquatiques

Vu l'évolution rapide et l'amplitude des phénomènes attendus, l'intervention humaine apparaît légitime et justifiée, notamment au travers du principe de compensation, pour favoriser la résilience de la nature. Néanmoins, 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, 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 conjointement « 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. Mais la question dépasse la problématique de la production hydroélectrique et renvoie même à **la cohérence entre les options d'atténuation et d'adaptation**.

Gérer collectivement la ressource et pour l'intérêt général

Face à ces tensions futures, l'enjeu de mobiliser des acteurs publics pour garantir une gestion collective de l'eau stockée, dans le souci de **l'intérêt général** et de favoriser des lieux de régulation locale des conflits potentiels

est important. 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. La réflexion peut aussi porter sur la définition des seuils objectifs d'étiage, différents selon les bassins et les saisons, tenant davantage compte des régimes par exemple.

Les choix les moins coûteux pour la gestion de l'eau déplacent la question du financement et de l'acceptabilité sociale sur les secteurs agricole ou énergétique. Dans les scénarios qui apparaissent le plus en rupture (transition vers un modèle agricole moins dépendant de l'irrigation ; stockage de l'énergie sous une forme accessible), l'équilibre entre besoins et ressources en eau dépend alors de changements structurels dépassant le cadre de la politique de l'eau et celui du bassin Adour-Garonne.

Anticiper et innover

Le besoin d'acquérir des connaissances et le soutien à l'innovation constituent un autre enseignement majeur 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. Déterminante tant pour les activités humaines que pour le fonctionnement des écosystèmes, la ressource en eau est d'ores et déjà l'objet de fortes tensions sur ce territoire quant à sa disponibilité. L'incidence des changements globaux sur la ressource en eau est telle qu'elle nous impose de sortir des schémas anciens, d'intensifier le rôle joué par les connaissances et les innovations, notamment en assurant la valorisation et le transfert des bonnes initiatives. Au terme de l'exercice prospectif, malgré la complexité et les imprécisions critiquables, il apparaît indispensable de quantifier le devenir de la ressource. Tout d'abord, la quantification est rendue nécessaire par la réglementation actuelle, *via* le calcul des volumes prélevables ou le respect d'un débit seuil ou objectif pour protéger les écosystèmes par exemple. Elle répond aussi à la nécessité, pour les acteurs, de dimensionner des investissements lourds. La construction d'objectifs « mesurables » est inhérente à l'étude du devenir quantitatif de la ressource en eau mais limite la portée de l'exercice prospectif. **Les valeurs ne sont pas plus vraies que les histoires et l'ensemble devrait être surtout appréhendé en valeur relative.**

D'autres problèmes connexes à la gestion quantitative de la ressource en eau ont été insuffisamment évoqués dans cette étude, alors qu'ils peuvent conduire à une sous-estimation des tensions en jeu et des problèmes à venir. Pollution bien sûr, mais aussi érosion des sols et de la biodiversité, morphologie des cours d'eau, etc., autant de facteurs essentiels impactés et impactant les volumes d'eau disponibles pour les divers usages.

Au final, l'étude ne s'étant pas penchée spécifiquement sur les questions de gouvernance, elle ambitionne surtout de **mettre en lumière les termes du débat**, dont on ne peut plus faire l'économie sur le bassin. Au-delà des efforts rendus nécessaires pour chaque secteur d'activité, l'étude soulève en creux une question importante, celle des **modes d'arbitrage et de conciliation** entre les différents usages, et donc de l'accès, qui sera de plus en plus stratégique, à la ressource en eau, patrimoine essentiel de notre bassin.

En réponse à une délibération du comité de bassin Adour-Garonne, l'étude prospective "**Garonne 2050**" contribue à mieux comprendre les enjeux et impacts des changements globaux. Centrée sur la ressource en eau, principalement du point de vue quantitatif, l'étude intègre le changement du climat, facteur majeur d'évolution, et les évolutions possibles de la démographie, de l'énergie et de l'agriculture, sur le bassin de la Garonne.

Elle associe des scénarios littéraires, forgés par des ateliers participatifs, à une phase de quantification, notamment par l'utilisation d'un modèle de gestion "besoins-ressources". Le facteur qui a le plus d'impact dépend principalement du choix sociétal qui répondra à la double question : **quel débit souhaitons-nous dans nos rivières l'été et que sommes-nous en capacité de faire ?** Les principaux scénarios sont construits en fonction des choix que feront les gestionnaires de la ressource. Les éléments quantifiés, au moins en valeur relative, et les conclusions, robustes quel que soit le scénario, éclaireront le débat et aideront à la décision pour anticiper les enjeux et les impacts des changements globaux.



Agence de l'eau Adour-Garonne
90 rue du Férétra - CS 87801
31078 Toulouse Cedex 4
www.eau-adour-garonne.fr



AGENCE DE L'EAU
ADOUR-GARONNE
ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTERE
DU DEVELOPPEMENT DURABLE