

Synthèse du projet Explore 2070 Intégration, Analyse systémique et stratégies d'adaptation

Objectif de l'étude

Entreprendre une analyse globale et transversale, à partir des résultats issus des cinq thématiques du projet Explore 2070 (hydrologie de surface, hydrologie souterraine, écosystèmes aquatiques, littoral et prospective) pour élaborer puis évaluer des stratégies d'adaptation au changement climatique dans le domaine de l'eau.

Principaux résultats à retenir

Construction d'un modèle systémique de confrontation entre l'offre et la demande en eau sur la France métropolitaine (à partir d'un découpage en 100 bassins versants), prenant en compte les impacts du changement climatique sur trois thématiques du projet Explore 2070 (hydrologie de surface, hydrologie souterraine, et prospective) et permettant de tester différentes stratégies d'adaptation.

Mise en place d'une interface Internet (<https://explore2070.energiesdemain.com/explore/index.php>) dédiée à la présentation sous forme cartographique des principaux résultats sur les deux autres thématiques du projet Explore 2070 (écosystèmes aquatiques et littoral).

L'intégration dans le projet Explore 2070

ENJEUX ET DIFFICULTES

L'objet de l'intégration des cinq thématiques du projet Explore 2070 consiste en premier lieu à appréhender l'impact social, économique et environnemental, dans le domaine de l'eau, du changement climatique. Ensuite, il s'agit de pouvoir élaborer et évaluer des stratégies d'adaptation au changement climatique. Compte tenu du grand nombre de processus physiques, biologiques et décisionnels en interaction étroite, il s'agit d'un objectif ambitieux. Par ailleurs, au regard des choix du projet Explore 2070 (horizon de 2070 et analyse de l'ensemble du territoire métropolitain et des Départements d'Outre Mer (DOM)), cette analyse des différents processus pose des questions d'articulation entre les échelles spatiales et temporelles propres à chacun de ces processus. Pour autant, elle constitue une part essentielle de la valeur ajoutée du projet.

MISE EN OEUVRE

L'intégration dans le projet Explore 2070 s'est faite à partir de réflexions collectives sur : le partage des expertises et des résultats produits dans chaque thématique ; le choix d'hypothèses et de scénarios communs ; la définition d'un modèle intégrateur fournissant une capacité de simulation des impacts du changement climatique et des options pour tester de stratégies d'adaptation grâce à un panel d'indicateurs. Par exemple, le taux de non-satisfaction de la demande en eau pour un secteur d'activité mesure la différence entre une demande potentielle et une quantité d'eau disponible pour ce secteur, à un moment donné.

Formellement, l'intégration a été structurée autour de 4 questions clés : la confrontation offre-demande en eau ; la vulnérabilité des écosystèmes aquatiques ; le risque littoral et les événements extrêmes. Une interface Internet permet d'accéder aux différents résultats en fonction de choix de l'utilisateur tels que : le choix de la question clé ; le choix de l'échelle à laquelle les résultats sont présentés (échelle nationale ou échelle territoriale plus fine définie selon la question clé) ; le choix du scénario (période actuelle, période projetée avec changement climatique et/ou évolutions anthropiques, choix des différentes stratégies d'adaptation) ; le choix de certains indicateurs ou de certaines composantes d'analyses propres à une thématique (par exemple, focus sur les

populations piscicoles ou sur les zones humides dans la question clé « vulnérabilité des écosystèmes aquatiques »).

La question clé « confrontation offre-demande en eau », au-delà des trois autres, permet de simuler l'impact de différentes actions d'adaptation au changement climatique sur la vulnérabilité des bassins versants à la ressource en eau et la satisfaction des demandes en eau de différents usages y compris de l'environnement.

Construction d'un modèle d'aide à la décision pour l'élaboration de stratégies d'adaptation au changement climatique

Un modèle d'aide à la décision a été élaboré pour évaluer différentes stratégies d'adaptation au changement climatique possibles. Il repose sur l'élaboration de bilans massiques à l'échelle de bassins versants de chacun des 100 bassins versants interconnectés (selon des relations amont-aval et en prenant en compte l'existence de transferts d'eau entre bassins), permettant de confronter la demande en eau des différents usages présents sur ce bassin à l'offre en eau disponible, qu'elle soit de surface, souterraine ou provenant de ressources alternatives (par exemple, dessalement d'eau de mer, recyclage des eaux usées traitées). Des objectifs quantitatifs spécifiques peuvent être fixés pour certains usages à des points nodaux clés (usages navigation et production d'énergie, débits seuils écologiques). Des priorités d'allocation entre usages de l'eau sont établies en cohérence avec la législation en vigueur pour allouer l'eau disponible aux différents usages et à l'environnement.



Figure 1. Interface d'utilisateur du modèle intégrateur d'Explore 2070 concernant la thématique « espèces piscicoles (question clé « vulnérabilité des écosystèmes aquatiques »)

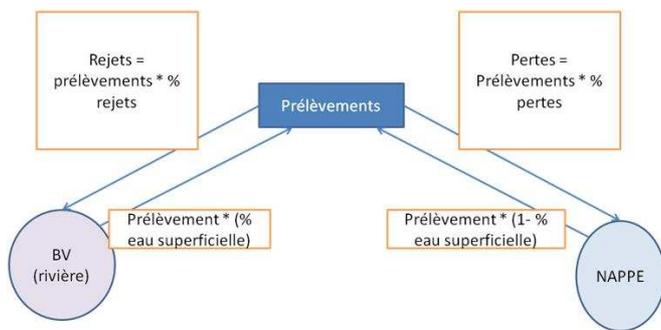


Figure 2. Schéma de calcul des prélèvements en eau

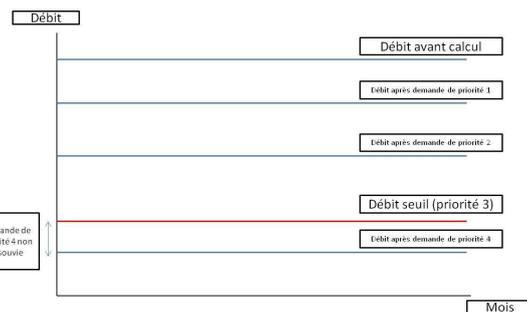


Figure 3. Gestion des priorités dans le calcul des débits avant / après les prélèvements

La confrontation entre l'offre et la demande en eau permet d'identifier les bassins versants les plus vulnérables, les risques de non satisfaction de la demande en eau y compris de la demande environnementale. En complément des hypothèses et méthodes propres aux lots thématiques, la construction de la capacité de simulation du modèle intégrateur a conduit à simplifier certains processus et relations (voir tableau ci-dessous).

Les principales hypothèses du module « confrontation offre-demande en eau »

Hypothèse 1 – L'établissement des bilans se base sur les données d'hydrologie de surface renaturalisées en soustrayant les consommations actuelles (prélèvements - pertes qui vont dans les eaux superficielles - rejets dans les eaux superficielles) sous hypothèse d'un pourcentage de rejets vers les eaux de surface prédéfini pour chaque usage. Les pertes par infiltration alimentant les eaux souterraines sont prises en compte.

Hypothèse 2 – Le modèle prend en compte les ouvrages de stockage au travers de a) leur volume de stockage total à l'échelle d'un bassin versant et b) d'une règle de gestion simplifiée de remplissage, prenant en compte les demandes potentielles du bassin versant, sous contrainte de volume de stockage disponible ou maximum. Pour les ouvrages de stockage importants, seules les demandes potentielles du bassin versant dans lequel l'ouvrage est localisé sont prises en compte, et non pas les demandes des différents bassins versants reliés à l'ouvrage et potentiellement impactées.

Hypothèse 3 – Les règles d'allocation entre usages de l'eau sont prises en compte par a) un ordre de priorités des prélèvements pour les usages préleveurs, b) une règle de satisfaction des demandes des usages préleveurs entre eau souterraine et eau de surface et c) la satisfaction de débits seuils pour l'eau de surface pour l'environnement (écologie) et certaines activités économiques.

Hypothèse 4 – L'impact du changement climatique et de stratégies d'adaptation sur l'état des eaux souterraines est appréhendé par la confrontation entre la recharge des nappes et les prélèvements dans ces nappes, cette confrontation effectuée au pas de temps annuel et pour l'ensemble des nappes sous-jacentes à un bassin versant permettant d'identifier des nappes souterraines en déficit.

Hypothèse 5 – Les transferts d'eau entre bassins versants sont pris en compte, ces transferts peuvent être modifiés dans le cadre de stratégies d'adaptation en précisant les volumes concernés ainsi que les bassins d'origine et destinataires. Pour la situation actuelle de référence, les transferts entre bassins ont été estimés par la différence entre prélèvements observés (données agences de l'eau) et prélèvements reconstitués par les modèles de prévision du BIPE.

Hypothèse 6 – Les assolements à l'horizon 2070 sont définis pour chaque bassin versant à partir des évolutions de données régionales entre aujourd'hui et 2070 fournies par le BIPE et appliquées aux données actuelles de cultures à l'échelle cantonale.

Travaux sur les stratégies l'adaptation au changement climatique

Afin d'élaborer et d'évaluer des stratégies d'adaptation, deux activités étroitement liées ont été mises en œuvre :

- La création et l'animation d'un **Groupe de Travail (GT) Adaptation** mobilisant des experts et représentants de services de l'Etat et des acteurs du monde de l'eau ; Ce groupe a permis d'élaborer le contenu des stratégies d'adaptation et d'échanger sur les premiers résultats ;
- L'utilisation du **modèle « confrontation offre-demande en eau »** en appui aux travaux du GT pour évaluer les stratégies d'adaptation choisies. La vulnérabilité des bassins versants au regard des évolutions socio-économiques et du changement climatique a ainsi été calculée en prenant en compte le risque de non-satisfaction des demandes en eau des quatre principaux usages anthropiques (AEP, agriculture, industrie, énergie), mais aussi de la « demande environnementale » (exprimée par un « débit écologique seuil »).

RETOUR D'EXPERIENCE

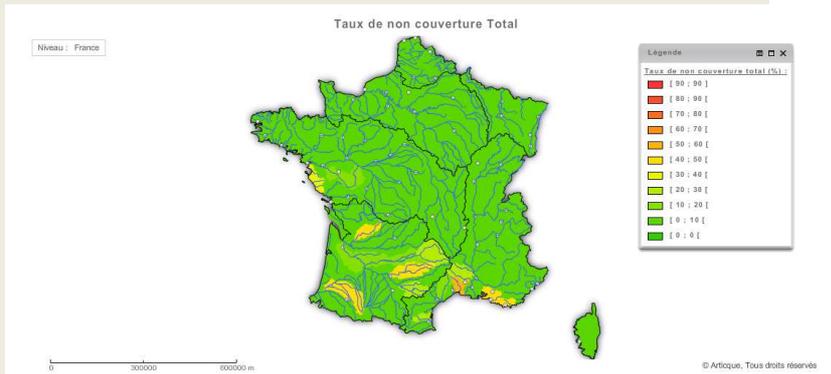
Globalement, ces travaux ont permis de souligner la pertinence de la structuration systématique des données « offre » et « demande » en eau que propose le modèle pour appréhender l'impact du changement climatique sur la gestion quantitative des ressources. Des développements futurs seront nécessaires pour affiner certaines hypothèses clés comme par exemple les règles de gestion des principaux ouvrages de stockage (barrages hydroélectriques, retenues collinaires, etc.) ; mieux prendre en compte l'interaction entre les eaux de surface et les eaux souterraines ; faire le lien entre débit et état écologique des cours d'eau ; etc.), expliciter les incertitudes et la robustesse des résultats et apprécier le rôle d'un tel modèle dans l'accompagnement de la réflexion sur l'adaptation à des échelles régionales et locales (par exemple : en accompagnement à l'élaboration des futurs Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion de l'Eau à l'échelle des districts hydrographiques).

La construction d'un modèle de confrontation de l'offre et de la demande en eau, en contexte de changement climatique et à l'échelle des territoires, montre des limites opérationnelles fortes mais apporte l'intérêt d'une vision prospective nationale dans le domaine de l'eau et favorise à la fois l'avancée des connaissances et la prise de conscience des acteurs du monde l'eau.

Par ailleurs, ces travaux ont montré également tout leur intérêt par leur capacité à décloisonner la réflexion sur l'adaptation, d'une part en dépassant les analyses sectorielles, d'autre part en la portant du monde des scientifiques vers celui des gestionnaires et des décideurs.

UN MODELE POUR ELABORER ET EVALUER DES STRATEGIES D'ADAPTATION

L'outil intégrateur a permis d'évaluer l'impact du changement climatique sur la non satisfaction des demandes en eau de différents usages à l'échelle nationale (désagrégée en une centaine de bassins versants), ainsi que l'impact de différentes actions d'adaptation (mise en œuvre de mesures d'économie d'eau dans différents secteurs, changement d'assolements agricoles, augmentation des capacités de stockage d'eau, etc.) sur le risque de non-satisfaction et sur les demandes en eau. La carte ci-contre illustre le



type de résultat fourni par l'outil intégrateur qui présente ici les différents niveaux de risque de non satisfaction des demandes en eau des bassins versants métropolitains (du vert = faible taux de non satisfaction au rouge = taux élevé de non satisfaction des demandes en eau) résultant d'une stratégie d'adaptation basée sur la sobriété et la mise en place de mesures d'économie d'eau pour les principaux usages en eau.

Quelques pistes de recherche futures

Au regard de la complexité et multi-dimensionnalité des enjeux liés au changement climatique et à l'adaptation, l'intégration du projet Explore 2070 a permis d'effectuer un premier pas dans l'élaboration d'une base de connaissances et d'outils intégrant les dimensions techniques, écologiques et socio-économiques du système eau. Dans la continuité de l'approche proposée par Explore 2070 pour appréhender la gestion quantitative d'une manière intégrée, des travaux complémentaires seront nécessaires pour :

- Analyser plus finement le potentiel d'utilisation du modèle intégré à différentes échelles de décision ;
- Intégrer les enjeux de gestion des ouvrages de stockage dans le modèle ;
- Prendre en compte d'une manière effective l'état de surface des bassins et leurs adaptations possibles ;
- Développer la relation entre quantité et écologie en assurant une intégration effective entre débits de rivières, niveaux des nappes et état des écosystèmes aquatiques (y compris zones humides) ;
- Internaliser les interactions entre état de la ressource et développement économique.

Des travaux complémentaires seront également nécessaires pour renforcer les travaux sur le littoral, et les intégrer plus étroitement aux travaux des autres composantes du cycle de l'eau et de l'économie, au travers d'une meilleure compréhension des flux sédimentaires, des écosystèmes et des enjeux socio-économiques du littoral.

Equipe de projet

Acteon	Pierre Strosser, Thomas Le Gallic
Office international de l'Eau	Benoît Fribourg-Blanc, Rémy Jomier, Marc Yvan Laroye
Energies Demain	Jacques Dufossé, Ugo Piqueras, François Valadier
Ministère de l'Ecologie	Xavier de Lacaze