Décembre 2012
volume n°2 / numéro n°2
www.agronomie.asso.fr

Agronomie environnement & sociétés

La revue de l'association française d'agronomie

Assolements et gestion quantitative de l'eau

de l'exploitation agricole au territoire

Agronomie, Environnement & Sociétés est une revue à comité de lecture et en accès libre éditée par l'Association Française d'Agronomie (AFA) sous le numéro ISSN 1775-4240. Plus d'informations www.agronomie.asso.fr/aes. L'AFA est une association à but non lucratif qui publie des travaux en accès libre.

Les articles sont publiés sous la licence Creative Commons2.0. La citation ou la reproduction de tout article doit mentionner son titre, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue AE&S et de son URL, ainsi que la date de publication.

Agronomie Environnement & Sociétés //volume 2 numéro 2 - décembre 2012

Article

Réforme des autorisations de prélèvement dans le bassin Adour-Garonne : impacts sur l'économie agricole

Water withdrawal policy reform in the Adour-Garonne basin: economic impacts on the farming sector

Nicolas Hébert[(a)], Benoît Grandmougin[(b)], Sébastien Loubier[(c)], Nina Graveline[(d)], Sylvain Marsac[(e)], Jean-François Amen[(f)], Laurent Brunel[(g)]

[(a)] Agence de l'Eau Adour-Garonne - 90, rue du Férétra - 31078 Toulouse Cedex 4 - Tél. : 05 61 36 82 02 - Fax : 05 61 36 37 28 E-mail : nicolas.hebert@eau-adour-garonne.fr
[(b)] ACTeon - 5, Place Sainte Catherine - 68000 Colmar - Tél. : 03 89 47 39 41 - E-mail : benoit.grandmougin@region-alsace.eu
[(c)] IRSTEA - 361, rue Jean-François Breton - Boîte Postale 5095 34196 Montpellier Cedex 5 - Tél. : 04 67 04 63 68 - E-mail : sebastien.loubier@irstea.fr
[(d)] BRGM - 1039, rue de Pinville - 34000 Montpellier - Tél. : 04 67 15 79 83 - E-mail : n.graveline@brgm.fr
[(e)] ARVALIS - Institut du végétal - 6, chemin de la Côte Vieille 31450 Baziège - Tél. : 05 62 71 79 55 - E-mail : s.marsac@arvalisinstitutduvegetal.fr
[(f)] CACG - Chemin de l'Alette - Boîte Postale 449 - 65004 Tarbes Cedex - Tél. : 05 62 51 71 49 - E-mail : jf.amen@cacg.fr
[(g)] DIATAE - 3191, route de Mende 34093 Montpellier Cedex 5 Tél. : 04 67 04 60 51 - E-mail : laurent.brunel@diatae.com

Résumé
La réglementation française remet à plat les autorisations de prélèvements d'eau pour l'irrigation, dans un objectif de retour à l'équilibre ressources/besoins d'ici 2014 à 2021. Dans le sud-ouest, où une majorité du territoire est considérée comme déficitaire en eau mais où l'irrigation est très présente, cette réforme impliquera une baisse des volumes actuellement attribués.
La présente étude a eu pour objectif d'évaluer l'impact de cette baisse sur l'économie agricole. Elle a été effectuée à l'échelle de six territoires en simulant les pertes en marge brute ou en excédent brut d'exploitation, avec ou sans mesures d'accompagnement. La combinaison de ces mesures permet, dans la majorité des cas, de réduire très significativement voire d'annuler ces pertes. Parmi ces mesures, les plus efficaces sont la création d'ouvrages de stockage et l'allocation prioritaire de quotas d'eau aux cultures à forte valeur ajoutée (arboriculture, maraichage, semences).

Mots-clés
Bassin Adour-Garonne, irrigation, prélèvements d'eau, économie agricole.

Abstract
Water withdrawal policy for irrigation is reformed by the French legislation for a return to a balance between resources and needs in 2014 to 2021. Irrigation is largely developed in south-western France, where most of the territory faced structural water deficits. This policy change will decrease the available water for irrigation. The aim of this study was to assess the impact of this reform on the farming economy. It has been conducted on six watershed where economic losses have been simulated, using or not support measures. For most of cases, the combination of these measures lead to a significant decrease or a cancel of the losses. Among these measures, the most effective are the investment in water storage, and the prior water reallocation for high added value crops (tree crops, vegetable growing, seeds crops).

Keywords
Adour-Garonne basin, irrigation, water withdrawal, agricultural economy.

Introduction : Contexte de la réforme des autorisations de prélèvement dans le sud-ouest de la France

La loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006 a mis en place une réforme des autorisations des prélèvements d'eau pour l'irrigation. Cette réforme repose sur trois principes essentiels : i) l'attribution à un « organisme unique » d'une autorisation collective et pluriannuelle ; ii) la gestion de cette autorisation à une échelle hydrographique ; iii) l'adaptation, à échéance fixée, de cette autorisation à hauteur du volume effectivement disponible dans le milieu naturel ou les retenues existantes.
Cette réforme vise au retour à l'équilibre quantitatif des bassins versants par l'adéquation entre usages et ressources en période d'étiage.
Le bassin Adour-Garonne[1] est l'un des plus concernés par le déséquilibre entre les demandes et les ressources en eau du fait notamment de la fragilité structurelle des sources d'approvisionnement (une grande partie de la ressource sollicitée étant liée à l'hydrologie naturelle et non à des stocks artificiels en ouvrages) et de la consommation d'eau à usage agricole significative et très concentrée en été. Quelques chiffres pour illustrer cet état de fait :
- en période d'étiage (juin-octobre), l'agriculture irriguée représente 70% des prélèvements[2] du bassin (hors estuaire de la Gironde) ;

[1] Ce bassin correspond au grand sud-ouest français et comprend notamment les régions Aquitaine, Midi-Pyrénées, ainsi que le sud de Poitou-Charentes

[2] Ce taux serait même supérieur en termes d'eau consommée (pour les autres usages tels qu'alimentation de canaux, eau potable, eaux de process ou de refroidissement, la majorité de l'eau prélevée est restituée au milieu)

- cette activité s'est développée entre les années 70 et 90 et s'est accompagnée de création de réservoirs ou de mobilisation d'ouvrages hydroélectriques ;
- les 800 millions de m^3 de stocks disponibles étant restés insuffisants à compenser l'usage (1 000 millions de m^3 prélevés en moyenne), les deux tiers du bassin ont été classés par décret en zones déficitaires dites « zones de répartition des eaux » (ZRE) sur lesquelles s'applique la réforme des autorisations de prélèvements.

La gestion actuelle repose sur des volumes autorisés le plus souvent théoriques : au sein de certains territoires, la récurrence des mesures de restriction et d'interdiction de prélèvement (gestion de crise) a pour conséquence de ne satisfaire complètement ni les usages, ni les objectifs de débit[3].

L'économie agricole et agroalimentaire[4] représente une part très importante de la richesse de cette région avec les secteurs aval (industries et commerces agroalimentaires) et amont (fournisseurs). Le potentiel d'emploi du secteur agroalimentaire est de l'ordre de 250 000 personnes. Les surfaces irriguées représentent 530 000 hectares, dont 78% pour la production de maïs, soit environ 30% des surfaces irriguées de l'ensemble du territoire national. Les sécheresses récentes et la récurrence des restrictions d'eau, l'évolution de la PAC, la volatilité des cours des productions agricoles, ainsi que, depuis quelques années, un différentiel de prix favorable aux céréales à paille ont eu pour effet récent une baisse des surfaces irriguées, en maïs notamment (de l'ordre de 19% en 10 ans selon les recensements agricoles). Cette baisse des surfaces irriguées ne s'est pas accompagnée d'une réduction générale, sur l'ensemble du sud-ouest, de la consommation d'eau[5].

La réforme, si elle ne concerne ni tous les territoires ni toutes les exploitations, aurait pour effet, par une application stricte et sans mesures d'accompagnement, de réduire de l'ordre de 10% le volume maximal prélevé à l'échelle du bassin. De par l'hétérogénéité des situations, cette baisse peut être beaucoup plus forte localement et aller jusqu'à plus de 50%.

Face à de tels enjeux économiques, la profession agricole a contesté l'applicabilité de la réglementation, la méthode de calcul des volumes prélevables et le bien-fondé de la gestion par les volumes de l'ensemble des ressources en eau. Elle a demandé à l'Etat d'en évaluer l'impact. Le Préfet Coordonnateur de Bassin, autorité administrative dans le domaine de l'eau, a sollicité ses services, ce qui a abouti à une proposition d'étude sous maîtrise d'ouvrage de l'agence de l'eau Adour-Garonne et assistance des Directions Régionales de l'Agriculture de l'Alimentation et de la Forêt (DRAAF) ainsi que la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de bassin. L'étude a été confiée à un groupement constitué du bureau d'études AC-Téon, du BRGM et de l'IRSTEA, en partenariat avec la CACG, ARVALIS, et l'INRA, et pilotée par un comité constitué de représentants de l'agence de l'eau, de l'Etat, de la profession agricole et des Conseils Régionaux.

Objectifs de l'étude

L'objectif de l'étude, dans ce contexte, était donc de fournir des éléments d'analyse quant aux effets de la réforme sur les systèmes agricoles et pour cela :

- d'évaluer sur six bassins test l'impact économique de la mise en place de la réforme des autorisations de prélèvement d'irrigation :
  - en analysant les incidences sur l'agriculture à l'échelle des exploitations agricoles et des filières agro-alimentaires,
  - en précisant les nouvelles modalités de gestion de l'eau découlant de la réforme,
  - en quantifiant les effets positifs (sécurisation de la ressource) et négatifs (diminution de l'accès à l'eau et de la production agricole),
  - et en décrivant l'incidence globale sur la viabilité des exploitations et des systèmes de production agricoles actuels sur le territoire.
- D'identifier et de quantifier, avec les acteurs locaux, pour chaque situation étudiée, les voies d'adaptations (ou mesures d'accompagnement) possibles par rapport à la situation actuelle pour permettre une activité économique compatible avec les objectifs de préservation de la ressource, ces adaptations pouvant prendre plusieurs formes et se combiner :

[3] Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Adour-Garonne fixe des « débits objectifs d'étiage » en 65 « points nodaux » (stations hydrométriques de référence)

[4] Sources : AGRESTE, DRAAF Midi-Pyrénées

[5] Deux éléments d'explication à ce double constat, a priori paradoxal : les récentes années sèches ont contribué à maintenir un besoin en eau important, les baisses de surfaces irriguées ont pu concerner majoritairement des exploitations où la pratique de l'irrigation était limitée (par contrainte en termes d'accès à l'eau notamment)

- des mesures d'économie d'eau par une meilleure gestion technique et agronomique,
- des mesures de compensation par création d'ouvrages de stockage,
- des mesures d'évolution des assolements et des types de productions vers des systèmes moins consommateurs d'eau dans le cadre de stratégies de filières permettant la valorisation des nouvelles productions,
- des mesures de restructuration du tissu d'exploitations,
- des mesures innovantes de gestion de la ressource en eau permettant l'atteinte des objectifs de préservation de cette ressource (organisation d'une répartition temporelle des prélèvements, coordination avec les gestionnaires d'ouvrages de soutien des étiages, actions d'auto-limitation par tours d'eau anticipant la gestion de crise, …).

- De proposer, à partir des conclusions des travaux sur les six bassins test, des éléments de synthèse à même d'éclairer la situation à l'échelle du bassin Adour-Garonne dans son ensemble, et notamment de définir les grandes lignes d'une stratégie d'adaptation.

Cette étude a été réalisée sous double contrainte : d'une part celle d'une réglementation en cours de calage dans sa mise en œuvre (donc des évolutions qui ont pu apparaître en cours de route) ; d'autre part celle d'échéances très courtes afin que les résultats puissent contribuer à la concertation entre l'Etat et la profession agricole (l'étude a été réalisée en 7 mois, de septembre 2010 à avril 2011).

Malgré ces délais restreints, l'étude s'est déroulée en suivant une démarche participative auprès d'acteurs et professionnels agricoles. Cette démarche visait, dans le cadre de groupes techniques locaux et de comité régionaux, à co-construire les principales hypothèses technico-économiques et les stratégies possibles pour répondre à une réduction de volumes, et à prévalider les résultats obtenus.

Méthodologie

La méthodologie repose principalement sur quatre grandes étapes :

1. La construction d'une typologie sommaire ou classification des exploitations agricoles irrigantes. Les bases de données disponibles (Recensement Agricole de 2000 et Registre Parcellaire Graphique 2008 de la PAC), validées localement et éventuellement complétées, ont permis d'établir, pour chaque sous-bassin étudié, une typologie des exploitations détenant au moins 20% de leur surface irriguée dans le bassin test[6]. Les critères de classification étaient notamment l'orientation technico-économique principale (OTEX), la taille (SAU), l'assolement irrigué et la présence ou non d'un atelier d'élevage ou de cultures à forte valeur ajoutée.

Cette typologie a été affinée par un croisement avec les conditions pédologiques, ces conditions jouant un rôle important quant aux stratégies d'irrigation actuelles et aux alternatives d'adaptation possibles.

Sur chaque site, toutes les ressources en eau ne sont pas impactées par la réforme, qui vise les prélèvements en cours d'eau et dans leur nappe d'accompagnement (sont donc non impactés les prélèvements en retenues collinaires, nappes profondes, …). Les données agricoles n'ont pu être croisées avec les données de prélèvement que sur deux bassins ; dans ce cas, l'impact a pu être évalué sur les exploitations concernées par la réduction de volume autorisé[7]. En règle générale, il n'a pas été possible de réaliser une réelle affectation ressources/surfaces irriguées par exploitation : l'impact a dû être évalué sur l'ensemble des exploitations irrigantes et des hypothèses ont donc dû être posées. Ces hypothèses génèrent des incertitudes, notamment aux frontières des bassins étudiés.

2. L'estimation de l'impact des réductions de disponibilité en eau sur les différents types d'exploitation. Ce travail a été réalisé à partir d'une approche participative : un groupe de travail par bassin test, composé d'agriculteurs et de représentants de la profession agricole, a été réuni pour identifier les évolutions envisagées en termes d'évolution d'assolement, d'organisation du travail, de renouvellement du matériel d'irrigation, de gestion de l'aléa climatique. Cette étape n'a pas fait l'objet de modélisation pour des raisons de temps imparti mais a permis une adhésion de la profession agricole aux résultats. Une

[6] A titre d'exemple sur deux sites étudiés : sur la Seudre l'échantillon de typologie représente 86% de l'effectif d'irrigants et 96% de la surface irriguée du bassin, et sur la Boutonne, 84 % de l'effectif, 87 % de la surface irriguée

[7] Ce qui correspond, plus loin dans l'article, à l'appellation de « Boutonne ou Seudre impactée »

approche similaire a été retenue par Bouarfa et *al.* (2011). Les hypothèses issues de ces groupes de travail ont été comparées et consolidées par les résultats d'optimisation issus du Logiciel LORA (INRA – ARVALIS ; Jacquin *et al.*, 1993 ; Leroy et Jacquin, 1994 ; Marsac *et al.*, 2010) appliqué à cinq exploitations de trois bassins tests. Ces groupes de travail furent également l'occasion de consolider et valider avec les exploitants les hypothèses de calculs des impacts économiques et de tests de sensibilité (scénarios prix hauts/bas).

3. Le modèle agronomique. Le modèle PILOTE (IRSTEA ; Mailhol *et al.*, 1997) vise à relier, dans des conditions pédologiques données, les doses et stratégies d'irrigation aux rendements des cultures, pour une série d'années climatiques. Pour ce faire, il mobilise d'autres données : climat (chroniques de pluies, ETP, rayonnement et température), matériel et conduite d'irrigation (y compris celle induite par les arrêtés de restriction).

4. Le modèle économique. Réalisé sous forme de tableurs, il simule le fonctionnement économique d'une exploitation, et permet notamment d'évaluer l'impact du changement d'un ou plusieurs paramètres (rendement, prix agricoles, …), avec ou sans stratégies d'adaptation par les agriculteurs[8], sur leurs résultats, exprimés en assolements, eau consommée, marge brute (MB) et excédent brut d'exploitation (EBE)[9]. Il mobilise pour ce faire des données relatives aux charges opérationnelles, charges de structure, aides PAC, issues d'enquêtes préexistantes ou expertises locales.

Ces tableurs technico-économiques ont ainsi permis de calculer les résultats économiques des exploitations (avant et après la réforme), d'agréger les résultats des différents cas types à l'échelle des bassins test et de réaliser des tests de sensibilité. Il est important de rappeler que ces outils ne sont pas des modèles d'optimisation, ils calculent et agrègent les résultats économiques issus de règles de décisions imposées (hypothèses issues de l'étape 2). Les indicateurs économiques utilisés sont : la marge brute qui permet une estimation des écarts de rentabilité économique de différents choix de production de l'exploitation, et l'excédent brut d'exploitation (EBE) qui permet une estimation de la rentabilité du système d'exploitation en neutralisant les effets liés aux différences de patrimoine ou de stratégie d'investissement entre les exploitations. Chaque indicateur peut être ramené à l'hectare, afin de neutraliser les effets « taille de structure», ce critère de taille étant intégré dans la typologie des exploitations.

Un schéma de la méthodologie est présenté en figure 1 page suivante.

Ces modèles ont préalablement fait l'objet d'un calage sur la base des conditions et résultats enregistrés sur différentes années, avant d'être exploités pour simuler différents scénarios élaborés localement. Ce calage (par exemple sur l'adéquation volume d'eau consommé/rendement) a parfois été rendu délicat, notamment compte tenu de l'effet de bord évoqué plus haut.

En vue de leur consolidation, les résultats de PILOTE ont été comparés aux références technico-économiques d'Arvalis, telles qu'elles ont été paramétrées dans le modèle LORA (Arvalis), qui a permis en outre de simuler des scénarios complémentaires (PAC 2012).

La mobilisation des acteurs et professionnels agricoles a représenté un des enjeux majeurs de l'étude (cf figure 2), aussi bien en ce qui concerne (1) l'élaboration d'outils et d'analyses robustes aux hypothèses adaptées aux réalités des territoires concernés que (2) la présentation et la discussion des résultats de l'étude. L'association et la mobilisation des professionnels agricoles sont intervenues à différents niveaux :

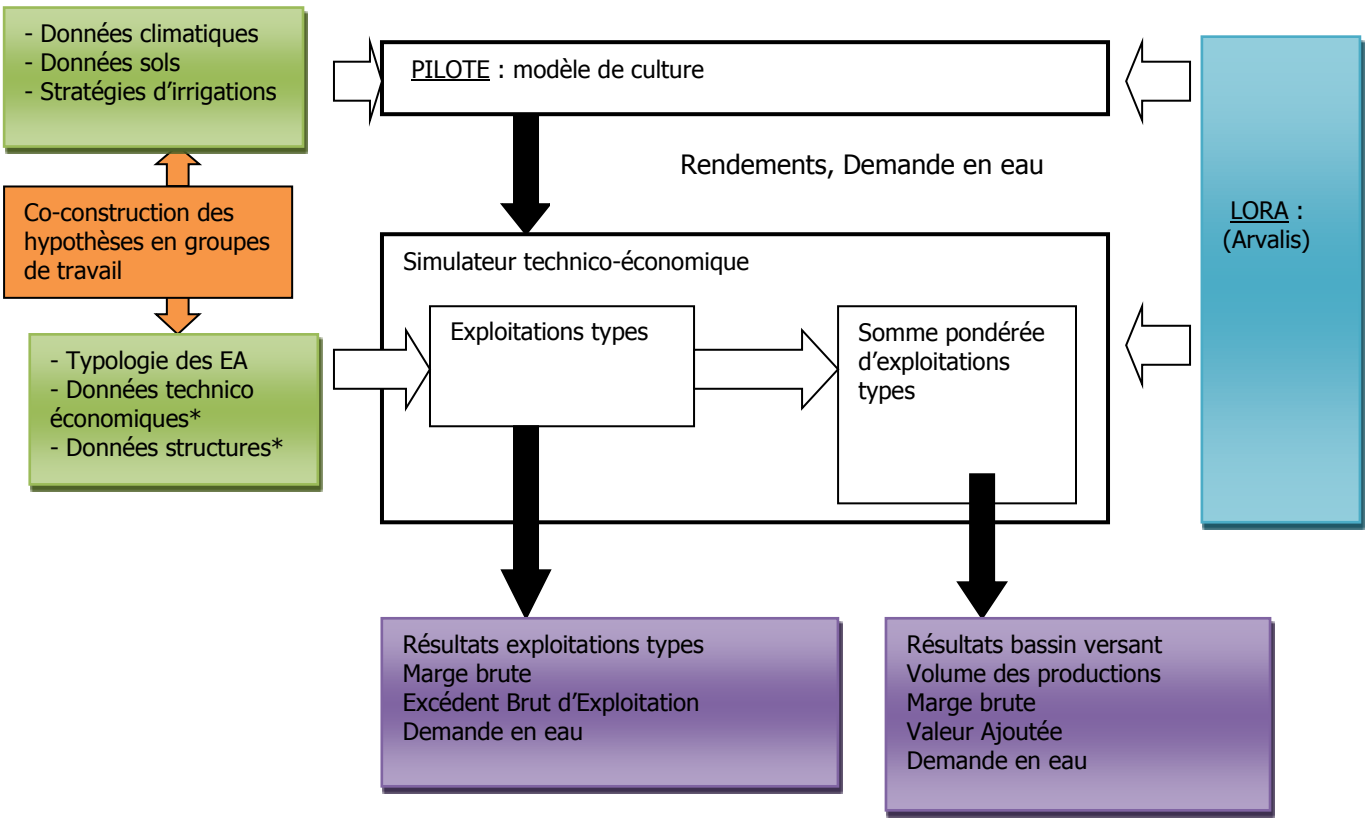
- à l'échelle d'exploitants individuels jugés représentatifs des types d'exploitations agricoles présentes dans les différents bassins test. Une trentaine d'enquêtes en exploitations a été menée pour i) identifier les stratégies et contraintes des systèmes de production, ii) collecter les données technico-économiques complémentaires aux bases de données statistiques, en vue des simulations agronomiques et économiques,
- à l'échelle de chaque bassin test, au travers de groupes techniques constitués d'agriculteurs, techniciens des chambres d'agriculture et organismes d'appui du secteur agricole,

[8] Sur certains sites, le groupe de travail local a fixé d'évaluer l'impact « brut » de la réforme sans adaptation, c'est à dire en substituant les surfaces ne pouvant plus être irriguées par une mise en jachère

[9] MB = produit brut (rendement x prix + aides) - charges opérationnelles (semences, intrants yc énergie, aliments, assurance des produits …)
EBE = MB – charges de structure (autres achats extérieurs, amortissement matériel/bâtiment, impôts et taxes, charges salariales)

- à l'échelle des régions administratives au travers d'un comité local (administrations, organisations professionnelles) pour présenter et discuter des premiers résultats,

- à l'échelle du bassin Adour-Garonne par la présentation des résultats en comité de pilotage et leur discussion pour l'ensemble des six territoires choisis.



* Fiches technico- économiques des Chambres d'Agriculture, analyses de groupe des Centres de gestion, enquêtes auprès d'agriculteurs, données ARVALIS - Institut du végétal

Figure 1 : Schéma de la méthodologie de simulation technico-économique

Figure 1: Diagram of methodology

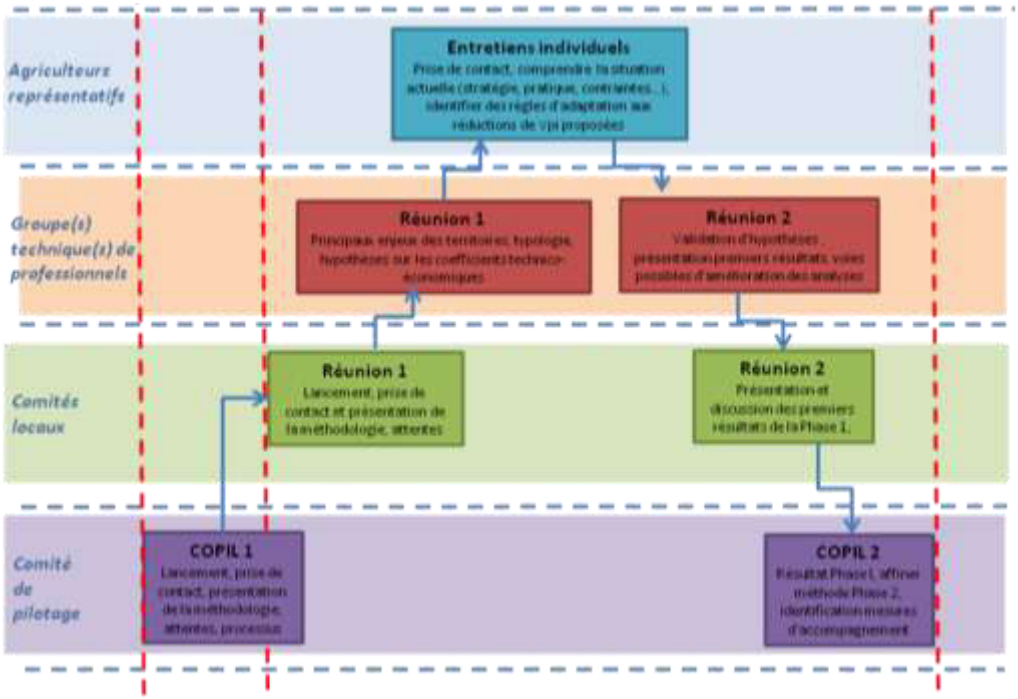


Figure 2 : Processus de validation des hypothèses et co-construction avec les acteurs agricoles

Figure 2: Validation process of the hypothesis and participatory approach with agricultural actors

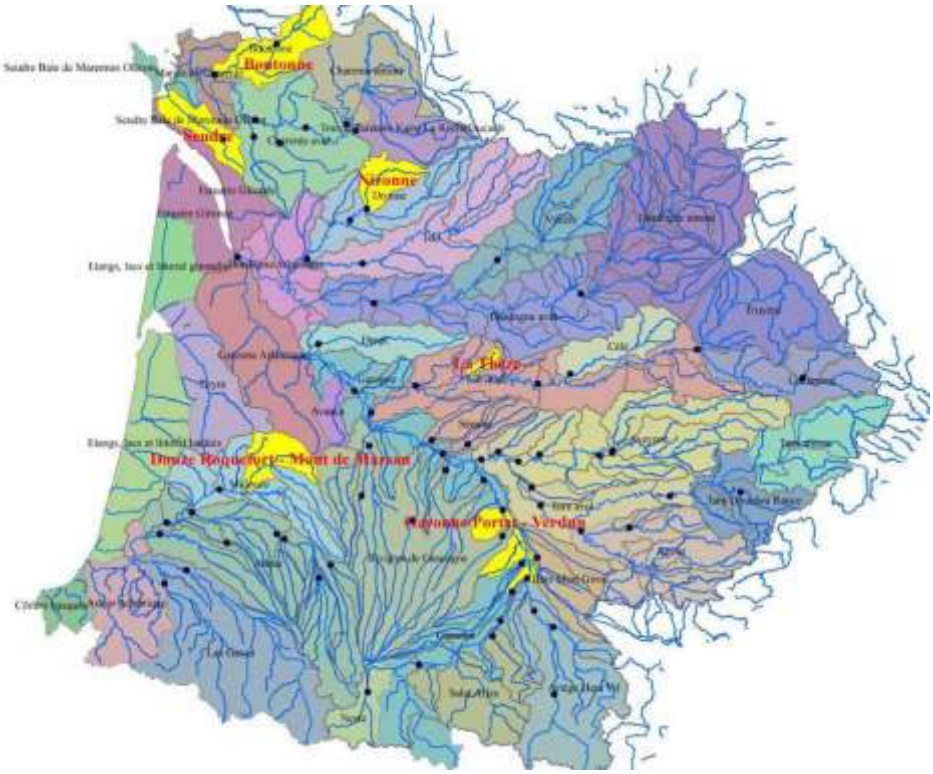


Figure 3 : Localisation (en jaune) des six sous bassins de l'étude
Figure 3: Location (yellow) of the six sub-watershed of the study

Sous-bassins tests étudiés

Devant l'impossibilité de réaliser une telle opération sur l'ensemble du bassin Adour-Garonne, l'étude a été menée sur six sous-bassins préalablement choisis, en accord avec les services de l'Etat et la profession agricole. Ces sites ont été retenus afin qu'ils soient représentatifs de situations tendues en termes de ressource en eau disponible, mais également de la diversité des systèmes agricoles et conditions socio-économiques.
Ces sites sont la Garonne médiane de Portet à Verdun, la Boutonne, la Seudre, la Douze aval, la Lizonne, et la Thèze (Fig. 3). Ils représentent, à l'échelle du bassin, de petits territoires dont la superficie s'échelonne de 122 à 1.324 km^2. Ils sont tous potentiellement impactés par la réforme de façon importante : le volume actuellement autorisé est 1,4 à 10 fois supérieur à celui effectivement disponible en année hydrologique quinquennale sèche[10].

Évolution de l'impact « brut » de la réforme

Nous appelons ici impact « brut » celui résultant d'une baisse des volumes prélevables sans mesures d'accompagnement.
Au sein de chacun des bassins, la typologie des exploitations irrigantes[11] a été construite et les caractéristiques des types ont été fixées : doses d'irrigation apportées et rendements par cultures pour chaque type d'année climatique (sèche, moyenne, humide), marges brutes et EBE en fonction des paramètres établis localement.
Le scénario de référence correspond aux conditions de l'année 2008, en termes d'autorisations de prélèvement, d'aides de la PAC (paiements compensatoires), les simulations pouvant ensuite prendre en considération différentes hypothèses en termes de climat et de prix de vente des produits.
Une démarche spécifique a été entreprise sur certains bassins : intégrer un scénario de référence antérieur à 2008 pour évaluer l'impact des réductions d'autorisation ayant déjà été opérées, avant

[10] Dans le cadre de la réforme, ce volume disponible pendant la période d'étiage en hydrologie quinquennale sèche a été intitulé « volume prélevable initial » (ou VPi) ; le respect de ce volume en termes d'autorisations accordées garantirait statistiquement que la gestion de crise n'intervienne qu'une année sur cinq

[11] Celles dont au moins 20% des surfaces irriguées sont situées dans le bassin concerné

de simuler les effets de la réforme. Ceci a permis de répondre aux attentes locales de prise en considération d'efforts déjà réalisés par le passé.
La première évaluation faite repose sur la simulation d'une disponibilité en eau strictement limitée aux volumes effectivement disponibles en année quinquennale sèche (« VPi ») auxquels sont rajoutés les volumes disponibles non impactés, soit une réduction, selon les sites, de 28 à 90% comparativement aux autorisations actuelles. Elle intègre une stratégie d'adaptation selon des paramètres limités : réduction des surfaces irriguées, substituées en cultures sèches voire en jachère, et choix d'une surface irriguée dont les besoins en eau sont couverts en année climatique médiane (stratégie « prise de risque » : le quota est fréquemment consommé mais le rendement optimal n'est assuré qu'en année moyenne ou humide) ou quinquennale sèche (stratégie « sécurisation » : le quota n'est pas systématiquement consommé, le rendement optimal est assuré quatre années sur cinq mais sur une surface moindre).
Cette évaluation, comparativement aux situations de référence, fait apparaître, selon les sites, une perte d'EBE moyenne totale pour les exploitations irrigantes de 9 à 34%. A noter que :
- sur certains sites et notamment ceux de Poitou-Charentes, où des réductions d'autorisation ont déjà été mises en œuvre, ces résultats ne tiennent pas compte des pertes économiques subies antérieurement (de l'ordre de 10% d'EBE) ;
- les moyennes présentées ici masquent de grandes disparités entre types d'exploitations, les pertes les plus marquées concernant généralement les céréaliers et les éleveurs (allaitants et laitiers) sur sols à faibles réserves utiles ;
- même si la perte relative est parfois modérée, la situation économique peut parfois devenir difficile pour certains céréaliers et éleveurs, pouvant aller jusqu'à une remise en question de la viabilité de certaines exploitations. Ainsi, selon les hypothèses et stratégies optimistes et pessimistes de simulation, de 71% à 91% des 1006 exploitations que comptent les 6 bassins tests, voient leur EBE réduit de plus de 10%. Elles sont de 11% à 21% à enregistrer une baisse de plus de 30% ;
- la perte relative masque, dans certains cas, un effet seuil, c'est-à-dire la limite de volume attribuable en-dessous de laquelle l'exploitation arrêtera l'irrigation (en-deçà d'une dizaine d'hectares irrigués, il est en effet difficile de rentabiliser le matériel d'irrigation).
La variabilité des résultats entre bassins dépend essentiellement de :
- la situation initiale de la gestion de l'eau, notamment l'existence de contraintes préexistantes d'accès à l'eau qui peut réduire les marges de manœuvre en termes d'adaptation (réductions antérieures des autorisations de prélèvement, stratégies d'irrigation sous contraintes d'interdiction de prélèvement survenant entre le 15 juillet et le 15 août) ;
- l'ampleur de la baisse des autorisations entraînée par la réforme, liée à la fois au pourcentage de baisse et à la durée de la période à laquelle elle s'applique, ce dernier facteur pouvant réduire la possibilité de développer l'irrigation de printemps (volume prélevable défini à partir du 1er avril pour les bassins de Poitou-Charentes tandis qu'il l'est à partir du 1er juin sur les autres bassins) ;
- la part de la surface irriguée dans la SAU ;
- l'effet tampon qui peut être assuré au sein de certaines exploitations irrigantes par des productions à haute valeur ajoutée (viticulture, palmipèdes, …) ;
- la faisabilité d'alternatives aux cultures irriguées selon les contextes pédologiques locaux.
Des tests de sensibilité ont été opérés sur différents facteurs :
- le climat : les résultats indiqués ci-dessus correspondent à une climatologie moyenne ; l'occurrence d'une année sèche amplifie les pertes, et ce d'autant plus que l'exploitant aura adopté une stratégie dite de « prise de risque » ;
- les prix : de même il a été fait l'hypothèse de prix moyens, un contexte de prix bas faisant chuter l'EBE ; à noter que l'impact de la hausse ou de la baisse des prix[12] est 2 à 3 fois plus important que celui de la réduction des volumes. Notons que, si le contexte économique observé en début d'étude correspondait au scénario de prix moyen, les prix agricoles constatés en fin d'étude étaient supérieurs aux hypothèses retenues dans le scénario de prix élevé, ce qui illustre la difficulté de raisonner dans un contexte de forte volatilité des prix et confirme la nécessité de prévoir des tests de sensibilité dans ce type d'études ;

[12] A titre d'exemple, la fourchette de prix retenue pour le maïs (frais de séchage déduit) a été de 10 à 20 €/q (14 €/q en prix moyen)

- l'évolution de la PAC : l'effet induit par le passage des conditions de la PAC 2008 à celles de 2012 a été simulé sur trois bassins (Boutonne, Seudre et Lizonne) ; il se traduit par une perte moyenne d'EBE de l'ordre de 10%, qui se cumule à celle de la réforme étudiée.

Le tableau 1 présente l'impact des VPi à l'échelle des sous-bassins.

		Impact en stratégie actuelle d'irrigation (prise de risque pour D, B, L, S et sécurisation pour G et T)					
	Variation des Volumes autorisés en passant des volumes autorisés antérieurs (impactés + non impactés) aux VPi + volumes autorisés non impactés	Variation de MB en Millions d'€/an			Variation d'EBE en %		
		Année moyenne – Prix moyens	Année sèche – Prix moyens	Année moyenne – Prix bas	Année moyenne – Prix moyens	Année sèche – Prix moyens	Année moyenne – Prix bas
Douze aval (D)	-38%	-2,3	-2,6	-1,3	-34%	-41%	-72%
Garonne UG4 (G)	-36%	-1,2	-1,1	-0,7	-13%	-12%	-28%
Thèze (T)	-88%	-0,1	-0,1	-0,1	-16%	-13%	-15%
Boutonne impactée (Bi)	-71%	-2,8	-2,6	-1,7	-12%	-19%	-13%
Boutonne totale (B)	- 61%				-11%	-15%	-11%
Lizonne (L)	-28%	-1,1	-1,7	-0,7	-9%	-17%	-11%
Seudre impactée (Si)	-90%	-3,7	-3,9	-2,6	-25%	-30%	-29%
Seudre Totale (S)	-76%				-18%	-22%	-22%
Total 6 bassins		-11,3	-12,1	-7,1			

Tableau 1 : Impact des VPi par rapport aux situations de référence et conduites d'irrigation les plus proches de l'actuel

Table 1: Effect of VPi compared with reference situations, according present irrigation management

Globalement, si les impacts économiques évalués sont variables, ils peuvent être considérés comme élevés si aucune mesure d'accompagnement ne vient les atténuer.

L'indicateur de variation d'EBE permet indirectement d'évaluer l'impact en termes de revenu des exploitants. Ce revenu, représentant 36 à 55% de l'EBE selon les statistiques RICA[13], serait impacté dans un facteur 2 à 3 fois plus élevé que la variation d'EBE.

Analyse de l'impact des mesures d'accompagnement

Les mesures étudiées correspondent à une volonté d'atténuation de la réforme, tout en conservant son objectif environnemental. Elles peuvent être regroupées en deux catégories.

D'une part, il s'agit des mesures prises en compte dans la mise en œuvre de la réforme, et qui se sont traduites par la détermination d'un « volume prélevable définitif » (« VPdef »), plus important que celui initialement fixé. Ce nouveau volume prélevable peut intégrer, selon les cas :

- l'amélioration de l'évaluation du volume disponible en hydrologie quinquennale sèche, qui a pu intervenir en cours d'étude ;
- la prise en compte de volumes complémentaires liés à de nouvelles retenues, en anticipant leur mise en service effective ;
- une marge de manœuvre de 20%, en volume, liée à la mise en œuvre de modalités de gestion par les débits, voire la détermination complète du volume disponible par une méthode alternative permettant de le reconstituer en simulant une gestion par tours d'eau[14] successifs ;
- un volume additionnel de printemps (lorsque le volume prélevable n'est fixé qu'en période d'étiage).

D'autre part, l'étude a eu pour objectif de déterminer les mesures d'adaptation qui pouvaient être envisagées et dont la liste a été établie dans le

[13] RICA : Le Réseau d'Information Comptable Agricole est un instrument permettant d'évaluer le revenu des exploitations agricoles et l'impact de la politique agricole commune

[14] Partage du temps d'autorisation de prélèvement entre secteurs géographiques au sein d'une même zone de restriction ou de gestion collective de l'eau

cadre des groupes techniques locaux et comités régionaux. Les mesures envisagées ont été :
- accès à la ressource : il s'est agi de prendre en compte la potentialité de développement d'une irrigation de printemps[15] ou des projets de retenues, non identifiés dans le cadre de la détermination du « volume prélevable définitif » ;
- compensation économique de la « désirrigation » : mise en œuvre de la mesure agroenvironnementale territorialisée (MAET) « irrigo2 »[16] du PDRH qui rémunère (253 €/ha pendant cinq ans) la suppression d'autorisation ;
- évolution technique des pratiques d'irrigation individuelles ou collectives : amélioration du pilotage, modernisation des systèmes d'aspersion, modernisation d'infrastructures collectives (station de pompage, réseau) ;
- développement de cultures alternatives au maïs irrigué : cultures irriguées aux besoins en eau moindres ou moins sensibles aux stress hydriques telles que le sorgho sucrier ensilage, le colza, le tournesol, le chanvre industriel (dans le cas de l'existence d'une filière aval) ;
- approche collective quant aux assolements et quotas d'eau : celle-ci peut apporter des marges de manœuvre telles que l'écrêtement des pics de besoins (introduction de cultures ou variétés précoces, étalement des dates de semis), ou l'optimisation économique des quotas attribués (par une allocation prioritaire vers les cultures dont la valorisation économique de l'eau est la plus élevée : semences, maraichage, arboriculture).

L'étude permet de comparer l'efficacité relative des mesures en termes d'atténuation des impacts de la réforme sur les EBE des exploitations et d'économie d'eau (tableau 2 page suivante). Il en ressort notamment que, parmi les plus efficaces à court terme, se trouvent le maintien d'une irrigation de printemps, la création de retenues et l'allocation prioritaire de quotas aux cultures à forte valeur ajoutée.

Concernant la création de retenues, l'efficacité de la mesure nécessite toutefois que deux conditions soient remplies :
- que l'opération soit économiquement pertinente (pour l'agriculteur et pour la collectivité); selon les résultats de l'étude sur les bassins Boutonne, Seudre, Lizonne et Thèze, la limite de cette pertinence (c'est-à-dire l'équilibre entre coûts moyens interannuels et bénéfices) semble se situer, en termes d'investissement, vers 6 €/m^3 de capacité créée[17] ;
- que l'opération soit soutenue par des financements publics ; au-delà de sa pertinence économique globale, la création de retenue assure un réel amortissement des effets économiques induits par la réforme auprès des exploitations agricoles si elle bénéficie d'un niveau de subvention élevé pour l'investissement initial de l'ordre de 70 – 80% (les charges de fonctionnement, y compris la provision de maintenance, et la part d'autofinancement de l'investissement restant à la charge du maître d'ouvrage et faisant l'objet d'une tarification auprès des irrigants bénéficiaires, directement ou indirectement, du service rendu).

En outre, dans les cas d'ouvrages ne bénéficiant pas directement à l'ensemble des irrigants, un niveau suffisant de mutualisation des coûts de la retenue avec les bénéficiaires indirects (continuant à prélever dans le milieu naturel) doit être atteint.

Concernant le critère économique d'allocation de quota, son analyse a été effectuée dans le cas de la Garonne médiane. En effet, outre le niveau global du futur volume autorisé, la question principale qui se posera à l'organisme unique concernera les modalités de répartition de ce volume entre irrigants.

Dans le cas de ce sous-bassin, la baisse d'autorisation peut être appliquée de façon uniforme, quel que soit le type d'exploitation (arboriculture, maraichage, petite exploitation/grande culture, grande exploitation/grande culture) et quelle que soit l'attribution initiale de volume (limitée ou confortable au regard des besoins réels). C'est l'hypothèse retenue dans la première évaluation de l'impact « brut » de la réforme, qui induisait dans ce cas une perte d'EBE de 13% en moyenne, avec de fortes variabilités entre exploitations. Une réallocation de volume, priorisant les

[15] Période pendant laquelle il n'y a généralement pas de contrainte en termes de volume prélevable. Toutefois, il n'est généralement pas rentable d'investir dans du matériel d'irrigation pour irriguer exclusivement au printemps ; il s'agit ici d'une sécurisation du rendement de cultures de printemps pratiquées par des agriculteurs déjà équipés

[16] Intitulé de cette MAET : « limitation de l'irrigation sur grandes cultures et cultures légumières »

[17] Des travaux antérieurs (Loubier S. et al, 2011) réalisés sur la Boutonne montraient la difficulté à se prononcer sur la rentabilité économique associée à la création de retenues de substitution, et mettaient en évidence l'importance des critères sociopolitiques dans les décisions

cultures à forte valeur ajoutée, et supprimant les disparités actuelles besoin/autorisation :
- permettrait de réduire notablement l'impact économique global sur ce sous-bassin (baisse d'EBE de 4% en moyenne),
- annulerait cet impact sur certaines exploitations (arboriculture, maraichage),
- mais accentuerait légèrement, sauf mise en œuvre d'autres mesures, cet impact auprès des exploitations de type grande culture.

A contrario, certaines mesures ont des effets économiques plus modestes tels que la MAET « limitation de l'irrigation sur grandes cultures et cultures légumières » dont l'effet est limité dans le temps, le développement de cultures alternatives qui posent les questions plus larges de développement rural, des filières locales et de valeur du foncier.

L'étude permet d'évaluer l'impact résiduel de la réforme après mobilisation d'une combinaison de mesures. Celle-ci peut réduire très significativement l'impact économique, allant dans certains cas, et sous condition de faisabilité et de compatibilité de la totalité des mesures envisagées, jusqu'à annuler tout impact ; c'est ainsi le cas sur la Boutonne (sous condition de création de la totalité des retenues envisagées, avec un fort soutien public), ou de la Douze aval (sous condition de mesures de gestion spécifiques garantissant le respect des débits objectifs d'étiage des cours d'eau).

		Boutonne	Seudre	Lizonne	Thèze	Garonne	Douze
VPi affiné	impact « brut »	-10%[18]	-25%	-9%	-14%	-11 à 24%[19]	-34%
	impact lié à effet de seuil (arrêt de l'irrigation sur certaines exploitations)	+2 pts	-6 pts	0 pts			
VPi ⇨ VPdéf	Retenues prévues dans VPdef (subv. 80%)	+8 pts		+2 pts			
	Marge de 20%		+1 pt			+ 5.5 à 6.9 pts	
	Méthode alternative						+34 pts
Autres mesures	Réallocation des volumes autorisés par OU					+0,6 à 11.2 pts	
	Réseau collectif (subv. 60%)				+4,5 à 9,7 pts		
	Retenues (subv. 80%)		1 Mm^3 ⇨ +2 pts				
			3 Mm^3 ⇨ +7 pts				
	MAE désirrigation (assiette DRAAF)	+0,7 pts	+3 pts				
	MAE désirrigation (assiette majorée)		+7 pts	jusqu'à +3 pts		+1,5 à 2,6 pts	
	Irrigation de printemps	+ 3 pts	+8 pts				
	Introduction de nouvelles cultures					+0.3 à 1 pt	
	Développement chanvre (1000 ha)	-1,7 pts					
	Développement sorgho	+ 0,2 pt	+ 0,2 pt	+ 0,3 pt			
	Généralisation du pivot	faible	faible	faible			

Tableau 2 : Tableau de synthèse des atténuations de l'impact sur l'EBE des mesures simulées sur les 6 sous-bassins tests (Exemple pour Boutonne : perte d'EBE de 10% par application de VPi sans mesure d'accompagnement, de 2% si mise en œuvre des retenues prévues dans VPdef).

Table 2: synthesis of the effect of the different measures on EBE on the six sub-basins

[18] Le volume prélevable « affiné » induit une moindre réduction des autorisations (-63% contre -71%) qu'initialement simulé et figurant au tableau 1

[19] Selon la distribution du volume autorisé initial et les modalités d'application de la baisse de volume

À noter enfin que toutes ces mesures ne nécessitent pas un appui public en termes de financements, celui-ci concernant essentiellement la MAET « irrigo2 » et les investissements collectifs (retenues, réseaux).
Un cas particulier est à signaler dans ce contexte, celui de la Seudre. Ses spécificités sont de deux natures. D'une part la réforme, en termes de réduction des autorisations, est sans égale sur l'ensemble du bassin Adour-Garonne (- 90% des autorisations actuelles), d'autre part la combinaison de mesures ne permet pas de compenser son impact économique. La perte d'EBE moyenne initialement évaluée à 25% (voire 30% en intégrant l'effet seuil évoqué plus haut), ne peut être réduit que de 15 points, et ce sous fortes conditions (maintien de l'irrigation de printemps, création de retenues à hauteur de 3 millions de m^3).
Dernier exercice effectué lors de cette phase de l'étude, l'utilisation du modèle LORA (Arvalis - INRA). A la différence des évaluations mises en œuvre jusqu'à présent, qui se basent sur des scénarios élaborés par les représentants techniques et professionnels agricoles locaux, LORA vise à maximiser la marge brute de la sole irrigable sur une série climatique. Pour cela, l'outil génère, pour une exploitation réelle, l'assolement optimal et la conduite de l'irrigation, et permet ainsi de proposer des scénarios d'adaptation qui n'auraient pas été envisagés dans la démarche initiale, tout en intégrant néanmoins les contraintes locales, agronomiques notamment.
LORA a été utilisé sur les bassins de la Boutonne, de la Douze et de la Garonne. Sur ce dernier site, la modélisation a concerné le cas-type « grande exploitation/grande culture » (145 ha dont 34% irrigués en été), dans l'hypothèse d'une réduction de 41% des volumes actuellement autorisés. Sous cette condition :
- la réforme induit une perte de marge brute de 7 €/ha avec un assolement adapté mais non optimisé,
- la mise en œuvre de la réforme avec optimisation des assolements réduirait la perte à 4 €/ha, l'optimisation s'effectuant par substitution d'une grande part du maïs par du soja avec une conduite de l'irrigation légèrement restrictive,
- l'utilisation de l'eau pourrait encore être optimisée avec l'adaptation de la conduite du maïs semé plus précocement avec des variétés à cycle plus court permettant des gains de frais de séchage. Le développement de la sole en céréales à paille irriguées au printemps hors des contraintes d'autorisation de prélèvement viendrait améliorer la situation de référence (+ 17 à + 30 €/ha), mais avec des variabilités de résultats plus importantes sur ces espèces sensibles à d'autres paramètres pédoclimatiques que la seule alimentation hydrique.

Essai d'extrapolation

Afin de juger plus globalement de l'ampleur des impacts économiques de la réforme, un exercice d'extrapolation, depuis les six sous-bassins analysés vers l'ensemble du bassin Adour-Garonne, a été effectué. Deux approches ont été testées :
- par la valeur de l'eau : détermination du ratio de perte de marge brute par baisse de volume sur chaque site étudié (de 15 à 50 c€/m^3 selon le cas), rattachement de chaque sous-bassin d'Adour-Garonne à l'un de ces bassins test et application du ratio à la baisse d'autorisation ;
- par décomposition des assolements : détermination de la perte de marge brute par ha désirrigué (près de 600 €/ha en maïs grain) et application à chaque sous-bassin en considérant que les diminutions en volume et surfaces irriguées se feront dans les mêmes proportions.
Ces méthodes permettent d'évaluer l'impact économique global de la réforme et leurs résultats sont assez proches, soit une perte maximale annuelle, en l'absence de toute mesure d'accompagnement, de l'ordre de 10% de la valeur ajoutée totale des cultures irriguées du bassin, et de 3% (soit 12 M€ par an) sous condition de mise en œuvre de l'ensemble des mesures d'accompagnement envisagées, dont la réalisation de retenues nouvelles à hauteur de 150 M€[20].
Cet exercice d'extrapolation, pour intéressant qu'il soit, a cependant été réalisé selon des méthodes et des hypothèses qui lui confèrent d'importantes incertitudes. Au-delà des résultats obtenus en valeur absolue, elle remet en évidence la spécificité de la Seudre, qui n'a pas d'équivalent sur l'ensemble du bassin Adour-Garonne.

[20] Investissement financé très majoritairement par la collectivité, autofinancement et fonctionnement assurés par tarification auprès des usagers préleveurs

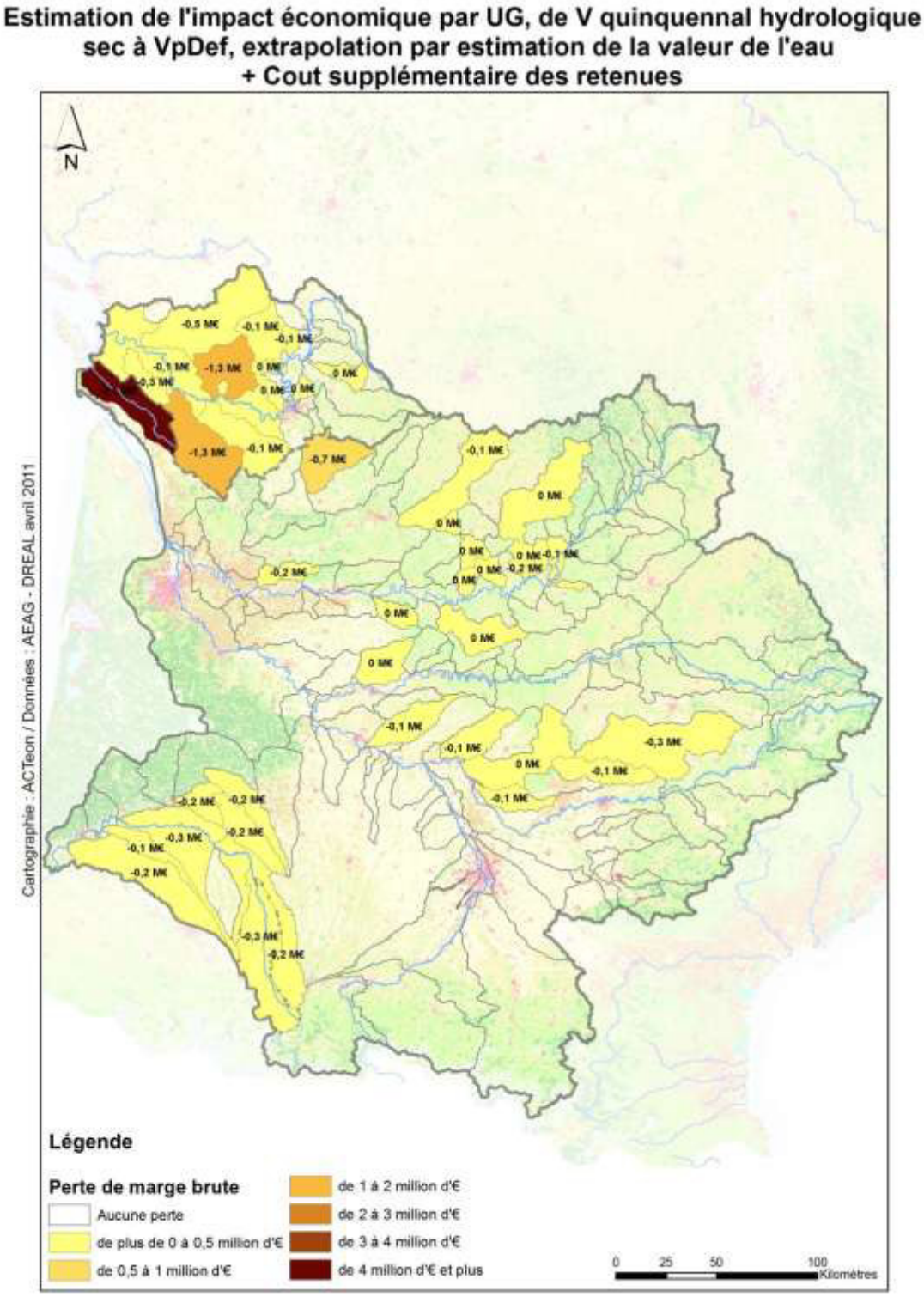


Figure 4 : Extrapolation à l'ensemble du bassin Adour-Garonne

Figure 4: Extrapolation to the whole Adour-Garonne basin

Impact sur les filières amont-aval

L'évaluation de l'impact de la réforme sur les filières a été rendue délicate dans la mesure où la grande majorité des intervenants ont un rayon d'action beaucoup plus important que l'échelle des six bassins étudiés, et plus généralement des secteurs impactés par la réforme.
Elle a été construite autour de deux axes méthodologiques distincts :
- une approche qualitative dont le contenu est essentiellement issu d'entretiens avec une trentaine d'experts des différentes filières du sud-ouest ;
- une approche quantitative, basée sur les résultats obtenus à l'échelle des exploitations agricoles des six bassins étudiés, et exprimée au travers de plusieurs indicateurs (tonnage, chiffre d'affaires, valeur ajoutée, emploi) et de ratios établis entre ceux-ci.
Dans la mesure où l'eau serait prioritairement affectée aux cultures sous contrat et/ou à fortes valeurs ajoutées, c'est la filière maïs grain qui serait la plus impactée. Les intervenants de cette filière sont surtout de grandes coopératives, dont les bassins d'approvisionnement sont larges, et devraient assez bien résister à ces changements, et les adaptations nécessaires devraient rester limitées. On peut penser que les ajustements se feront sur les volumes exportés, sans incidence sur l'approvisionnement local.
L'analyse quantitative (variation de valeur ajoutée par production, impact en emplois dans les exploitations et à l'aval direct), compte tenu du périmètre restreint de l'étude, ne permet pas de conclure sur l'impact de la réforme sur les filières dans leur ensemble. Les impacts macro-économiques resteront limités, même pour certaines productions majoritairement localisées en Adour-Garonne. Cette situation n'étant cependant pas généralisable à tous les sous-bassins : le cas de la Seudre, du fait de la très forte baisse des autorisations, reste à ce titre spécifique et l'impact économique, évalué précédemment en termes de résultats économiques des exploitations, aura probablement des répercutions en emplois, en particulier sur la production de tabac.
Ces dernières conclusions ont été confirmées dans le cadre de la mission d'inspection confiée au CGAAER, parallèlement au déroulement de l'étude. Le rapport[21] établi par M. Jean-Baptiste Danel (2011) qui mentionne le peu de connaissance des entreprises de collecte et de transformation quant au contexte d'hydraulique agricole et à la réforme des autorisations, met en évidence que celle-ci ne devrait pas avoir d'impact notable sur la filière maïs, prédominante sur le bassin.
En revanche il recommande aux futurs organismes uniques qu'une attention particulière soit portée, dans l'attribution des volumes, aux filières semences, vergers de fruit et légumes de plein champ.

Conclusions

Les travaux menés dans le cadre de cette étude se situent à plusieurs reprises à l'interface entre recherche et application opérationnelle. Au-delà des résultats obtenus, succinctement exposés ici, des ressources (données, analyses) mobilisées, ils permettent de tirer des enseignements et limites méthodologiques dans le cadre de travaux à venir :
- la nécessité de la co-construction des hypothèses et de la validation des résultats avec des acteurs locaux, notamment agriculteurs, ce qui nécessite du temps qui a parfois manqué ici ;
- l'intérêt, en terme d'opérationnalité, de travailler sur une typologie d'exploitations, cette approche introduisant néanmoins des biais par la non représentation de l'hétérogénéité entre exploitations au sein d'un même type ;
- la nécessité, qui n'a pu être respectée que sur deux sous-bassins dans le cadre de cette étude, d'une bonne affectation des ressources impactées, et qui passe par un croisement entre données d'assolement mobilisées au titre de la PAC et celles relatives aux prélèvements (autorisations, redevance de l'agence de l'eau) ;
- la nécessité d'un ajustement aux frontières entre territoire étudié (bassin versant) et assolement irrigué, qui aurait mérité d'être exploré plus en détail,
- la difficulté d'évaluer l'impact d'une réforme, elle-même en cours d'élaboration quant aux modalités de mise en œuvre[22] qui peut néanmoins

[21] « Conséquences sur les filières agricoles et agroalimentaires de l'atteinte des objectifs quantitatifs de la Directive cadre sur l'eau et du SDAGE dans le bassin Adour-Garonne » - CGAAER n°10181 - décembre 2011

[22] Disposer d'un cadre plus stable aurait été techniquement préférable, bien qu'il soit en l'occurrence antinomique avec l'objectif même de l'étude qui était de contribuer à la concertation en cours entre Etat et profession agricole

être partiellement levée par des tests de sensibilité ;
- la nécessité de raisonner à plus grande échelle pour ce qui concerne les filières, volet sur lequel le niveau d'analyse n'a pu être ici aussi poussé que sur les exploitations ;
- l'intérêt qu'il y aurait eu à analyser plus finement les effets seuils et l'irréversibilité des impacts sur les exploitations ;
- l'intérêt qu'il y aurait eu à réaliser une analyse économique globale, pour la société, de l'ensemble de la combinaison d'actions ;
- les modalités de réalisation n'étaient pas assez fines pour pouvoir analyser l'impact, positif cette fois-ci, d'une réduction de l'aléa quant à la ressource disponible et d'une moindre fréquence de la gestion de crise.

Enfin, en termes de méthodologie, si la co-construction avec les acteurs locaux est nécessaire à l'obtention de données et leur adhésion aux résultats, elle doit s'effectuer en ayant conscience des stratégies de certains de ces acteurs pour influer sur les conclusions de l'étude. S'il n'est pas possible de s'affranchir de ces stratégies, leur impact peut toutefois être limité en objectivant les données et hypothèses par croisement de différentes sources.

Au-delà de ces pistes d'amélioration, gageons que cette opération constituera une référence pour les réflexions à mener dans la mise en place des organismes uniques de gestion collective des prélèvements d'irrigation, notamment dans leur exercice de répartition individuelle du volume autorisé collectivement.

L'ensemble des résultats de l'étude est disponible sur :
http://www.eau-adour-garonne.fr/fr/informations-et-donnees/mediatheque-d-adour-garonne/les-etudes-de-l-agence.html.

Bibliographie

Bouarfa, S., Brunel, L., Granier, J., Mailhol, J.C., Morardet, S., Ruelle P., 2011. Evaluation en partenariat des stratégies d'irrigation en cas de restriction des prélèvements dans la nappe de Beauce (France) – *Cahiers agricultures*, 20, 124-129.

Circulaire du 30 juin 2008 relative à la résorption des déficits quantitatifs en matière de prélèvement d'eau et gestion collective des prélèvements d'irrigation – NOR : DEVO0815432C

Circulaire du 3 août 2010 relative à la résorption des déficits quantitatifs en matière de prélèvement d'eau et gestion collective des prélèvements d'irrigation dans les bassins où l'écart entre le volume prélevé en année quinquennale sèche et le volume prélevable est supérieur à un seuil de l'ordre de 30% - NOR : DEVO1020916C

Danel, J.B., 2011. Conséquences sur les filières agricoles et agroalimentaires de l'atteinte des objectifs quantitatifs de la Directive cadre sur l'eau et du SDAGE dans le bassin Adour-Garonne. *Rapport CGAAER* n° 10181, 38 p.

Kervarec, F., Le Mat, O., Grandmougin, B., Duprez, C., Strosser, P., Amand, B., Pierrevelcin, M., Amen, J.F., Laloux, S. 2009. Evaluation de l'impact économique du projet de SDAGE sur le marais poitevin et analyse comparée des mesures d'accompagnement - étude réalisée par ACTéon et CACG pour le compte de la DRAAF Poitou-Charentes.

Leroy, P., Jacquin, C. 1994. A software for the choice of crops on the irrigable area of the farm - CIID/ICID, Varna

Loubier, S., Poussin, J.C., Gleyses, G., Le Mat, O., Garin, P., 2011. Faut-il subventionner la création de réserves en eau pour l'irrigation ? – *Cahiers agricultures*, 20, 157-164.

Mailhol, J.C., Olufayo, O., Ruelle, P., 1997. AET and yields assessments based on the LAI simulation. Application to sorghum and sunflower crops. *Agricultural water management*, 35, 167-182.

Marsac, S., Deumier, J.M., Moynier, J.L., Lacroix, B., Leroy, P., Champolivier, L. 2010. Systèmes irrigués : LORA, un outil pour la réflexion sur les assolements et la gestion de l'eau – *Perspectives agricoles*, 365, pp 52-54.

Marsac, S., Deumier, J.M., Lacroix, B., Briand, S. 2012. Hausses des charges d'irrigation : agriculteurs et spécialistes réfléchissent à l'adaptation des assolements. *Perspectives agricoles*, 386, pp 4-8.