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

Détermination des volumes prélevables pour l'irrigation et gestion collective en cours de campagne : incidence des assolements et des itinéraires techniques

Jean-François AMEN[1], Ludovic LHUISSIER[2*]

[1] *Chef de projet - Direction de l'Ingénierie - Compagnie d'Aménagement des Coteaux de Gascogne - Chemin de l'Alette - Boîte Postale 449 - 65004 Tarbes Cedex - Tél : 0562517155 - Fax : 0562517130 - E-mail : jf.amen@cacg.fr*

[2*] *Chef du pôle « Etudes et Développements » - Direction de l'Ingénierie - Compagnie d'Aménagement des Coteaux de Gascogne - Chemin de l'Alette - Boîte Postale 449 - 65004 Tarbes Cedex Tél : 0562517290 - Fax : 0562517130 - E-mail : l.lhuissier@cacg.fr*

Résumé

La Compagnie d'aménagement des coteaux de Gascogne (CACG) intervient à la fois en tant que bureau d'études et en tant que gestionnaire des ressources en eau. Notre article illustre cette dualité via la présentation d'une étude de définition des volumes prélevables (VP) sur le bassin de l'Adour et d'un cas concret de gestion en Vendée.

Les résultats de l'étude VP doivent être interprétés à la lumière des hypothèses retenues, dont notamment celles concernant les assolements considérés et confrontés à la réalité de la gestion opérationnelle. C'est pourquoi nous présentons l'action de la CACG en tant que gestionnaire. Celle-ci est d'abord contrainte par l'allocation d'un VP aux différents usagers puis par les conditions climatiques de l'année.

Pour gérer l'eau de façon optimale, la CACG et ses partenaires ont mis en place une série d'indicateurs de suivi des ressources en eau (nappes, rivières, marais) et de règles de gestion des prélèvements d'irrigation (quota, restrictions) adaptées au contexte local qui permettent d'anticiper les situations de pénurie et d'adapter la demande en eau à la ressource disponible, tout en satisfaisant à des objectifs environnementaux fixés par le SDAGE. Depuis 2007, le bassin des Autises en Vendée est un exemple de l'application de la gestion opérationnelle de la ressource en eau et des prélèvements dans un contexte où les enjeux environnementaux sur les milieux aquatiques sont importants.

Mots-clés

Unité de gestion de la ressource – volume prélevable – usages de l'eau – assolement -

Abstract

The CACG is both an engineer company and a main actor in water management. Our article deals with those activities to show their complementarity so as to achieve an efficient water resources management.

In the first part, we show how we worked to help defining the level of water available in the watershed of Adour and why it is important to keep in mind the hypothesis of the model.

Then we explain that the CACG, as an actor in water management, has to face a double constraint: the limited level of water available on the one hand and the climate on the other hand, that leads to hazardous situations every year.

This role is illustrated by a concrete case of management in the department of Vendee. A series of indicators and water management rules appropriated to the watershed context allow gauging both the resources and the needs for environment and human activities. Thanks to them, the different actors of the watershed are able to anticipate possible situations of water shortage.

Introduction

La détermination des volumes prélevables pour l'irrigation s'inscrit dans un contexte réglementaire européen (Directive Cadre sur l'Eau : DCE) et national (loi sur l'eau de décembre 2006). La loi et ses textes d'application visent au retour à l'équilibre quantitatif des ressources en eau dans les zones de répartition des eaux (ZRE) où les déséquilibres sont chroniques. Il est prévu la mise en place d'une gestion collective des autorisations de prélèvements, à l'échelle d'unités hydrographiques cohérentes du point de vue de la ressource en eau, les unités de gestion (UG). Les « organismes uniques » (OU) seront chargés chaque année d'attribuer des volumes individuels dans le cadre défini par le volume prélevable (VP) global dédié à l'UG concernée. Ce type de gestion concernera les usages agricoles (irrigation).

Notre article illustre d'une part comment la Compagnie d'aménagement des coteaux de Gascogne (CACG) a travaillé sur la détermination des VP (CACG, 2009), ce qui constituait un exercice de bureau d'études à destination de l'Agence de l'Eau et des Services de l'État. Nous développerons la méthode utilisée pour définir les VP en mettant l'accent sur l'importance des hypothèses de modélisation retenues. L'aspect concertation politique de la détermination des VP ne sera pas abordé.

D'autre part, si la détermination des VP nous apporte une information en volume mobilisable sur une campagne d'irrigation, il est nécessaire, en cours de campagne, de gérer non pas un volume mais bien des débits ou des niveaux piézomé-

triques. Nous présentons alors le travail de la CACG en tant que gestionnaire de la ressource et en tant qu'exploitant d'ouvrages hydrauliques, pour mener une gestion efficiente des ressources en temps réel. La gestion opérationnelle est contrainte par des considérations liées à la disponibilité de la ressource à un instant et en un lieu donnés. Nous présenterons un cas concret de gestion opérationnelle en Vendée, sur le bassin de l'Autise.

Nous verrons enfin que les deux approches sont complémentaires et indispensables l'une à l'autre pour optimiser la gestion des ressources et des besoins en eau.

Détermination des volumes prélevables

Matériels et méthodes

Cas d'étude

L'Agence de l'Eau Adour Garonne a lancé en 2009 une série d'études pour définir les volumes prélevables permettant d'adapter les autorisations de prélèvements aux ressources disponibles avec une garantie de réussite (en termes d'équilibre) supérieure à la situation actuelle. En effet, les textes visent la satisfaction des débits objectif d'étiage (DOE) huit années sur dix (Ministère de l'environnement, 2006), alors que certains bassins déficitaires connaissent des défaillances beaucoup plus fréquentes aujourd'hui malgré les mesures de restrictions prises en cours de campagne. Il s'agissait de confronter les ressources des UG (apports naturels estivaux et ressources stockées pendant l'hiver et le printemps) aux besoins exprimés (prélèvements d'irrigation, satisfaction des DOE…). Ces études ont été réalisées sur différents bassins : Adour (CACG, 2009 - 1), rivières autonomes du système Neste (CACG, 2009 - 2), Seudre (CACG, 2009 - 3), Garonne (EAUCEA, 2009), Hers-Mort / Girou / Sor (ISL, 2009). Nous présentons ici le travail réalisé sur le bassin de l'Adour (CACG, 2009 - 1) qui comporte 14 UG (Fig. 1).

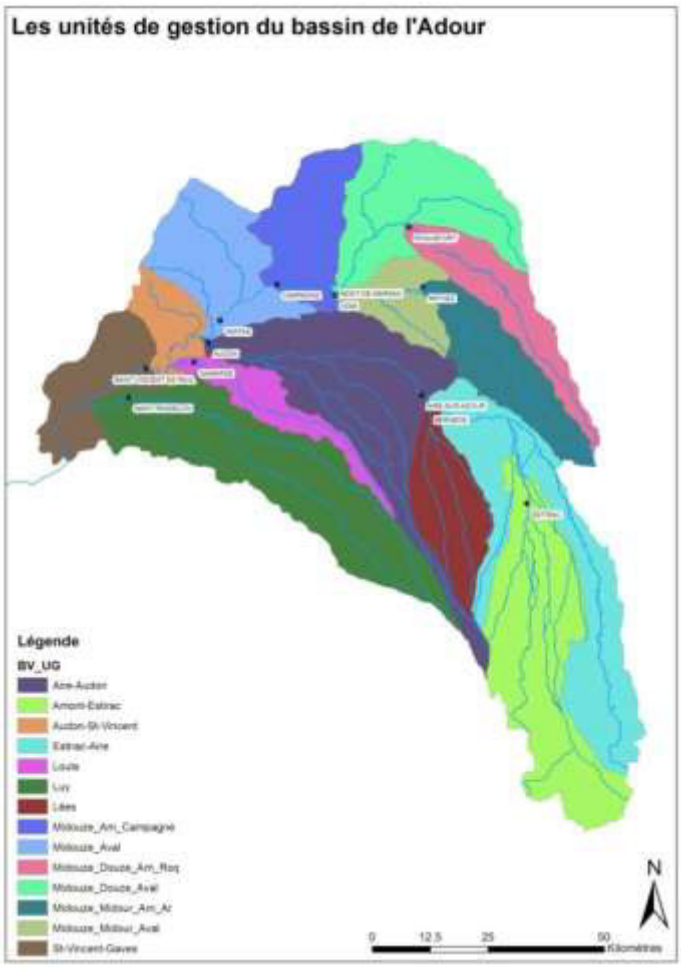

Figure 1 : Présentation du bassin de l'Adour découpé en unités de gestion - Source : CACG, 2009 - 1
Management units of the Adour catchment area

Démarche classique de calcul du volume disponible

La démarche de calcul classique pour évaluer le volume disponible une fois le DOE satisfait suit les quatre étapes suivantes :

1. Reconstitution des apports naturels estivaux (1er juin - 31 octobre) au moyen de méthodes algébriques (débit naturel = débit mesuré + prélèvements[1] - apports artificiels[2]) ou hydrologiques (modèles pluie-débit permettant de convertir les précipitations en ruissellements dans les cours d'eau) ;
2. Calcul des débits « instantanés » (pas de temps journalier en général) disponibles quand le DOE a été satisfait (à ce stade, on ne prend pas en compte les capacités de réalimentation des barrages) ;
3. Intégration des résultats journaliers à l'échelle de l'étiage pour définir le volume annuel disponible : sommation des volumes journaliers disponibles à l'échelle mensuelle puis à l'échelle des cinq mois constituant la période d'étiage (juin à octobre) ;
4. Analyse statistique des résultats sur des chroniques de 20 à 40 années selon les bassins et les données disponibles (c'est à ce niveau du calcul qu'on peut intégrer les volumes stockés et mobilisables pour compléter les ressources naturellement disponibles).

Le logiciel RIO-LAGON©

Pour déterminer les volumes prélevables, nous avons aussi utilisé le logiciel de modélisation hydrologique des bassins versants RIO-LAGON© (CACG, 2009 - 1, CACG, 2010). Développé par la CACG, ce logiciel est conçu pour déterminer les volumes d'eau nécessaires au pas de temps journalier à la satisfaction de l'ensemble des usages, y compris les consignes de débits.

Ce volume nécessaire à la satisfaction de tous les usages peut provenir des apports naturels ou des ressources stockées dans des réservoirs. RIO-LAGON© calcule alors le volume journalier manquant pour satisfaire les besoins, une fois les ressources naturelles et artificielles affectées : ce volume journalier manquant, positif ou nul (les excédents étant disponibles pour l'aval du bassin) est appelé déficit. Ce déficit peut ensuite être sommé à différents niveaux temporels et classiquement à l'échelle de l'étiage. RIO-LAGON© permet ainsi :

- de tenir compte de la répartition dans le temps des ressources et des besoins ;
- de prendre en compte la complexité du réseau hydrographique et la présence d'ouvrages de gestion (barrages, vannes, canaux…) ;
- de prendre en compte la répartition spatiale des besoins (humains et environnementaux) et des ressources ;
- d'intégrer des consignes intermédiaires traduisant des contraintes de débit particulières (salubrité, dilution, débits biologiques…) ;
- d'intégrer, au travers de fonctions de transfert nappes-rivières le fait que les prélèvements en nappe ont une influence différée et amortie sur les écoulements superficiels.

RIO-LAGON© permet également de distinguer les sous-bassins pour mettre en évidence ceux dont la gestion risque de s'avérer délicate et qui nécessitent des mesures particulières d'économie d'eau ou de création de ressource. Il permet également de représenter la nécessaire solidarité amont-aval, cette solidarité s'exprimant d'une part à travers les débits objectifs d'étiage qui garantissent un débit minimum pour l'aval et d'autre part par le fait que les ressources non consommées à l'amont (au-delà des ressources nécessaires au maintien du DOE) sont disponibles pour les besoins de l'aval.

Résultats

Les ressources prises en compte sont les écoulements superficiels et nappes d'accompagnement (on fait l'hypothèse que les prélèvements en nappes profondes n'ont pas d'influence sur les débits mesurés car l'inertie de ces systèmes est très supérieure au pas de temps annuel) ainsi que les barrages de soutien des étiages (les retenues collinaires remplies en hiver doivent réglementairement être déconnectées des vecteurs hydrauliques pendant la période d'étiage : on fait donc l'hypothèse qu'elles n'influencent pas les débits en été).

Les ressources sont relativement abondantes en juin mais beaucoup plus critiques en août par exemple (Fig. 2).

[1] Prélèvements pour l'eau potable, l'industrie et l'irrigation.

[2] Déstockage des barrages de réalimentation, rejets des stations d'épuration…

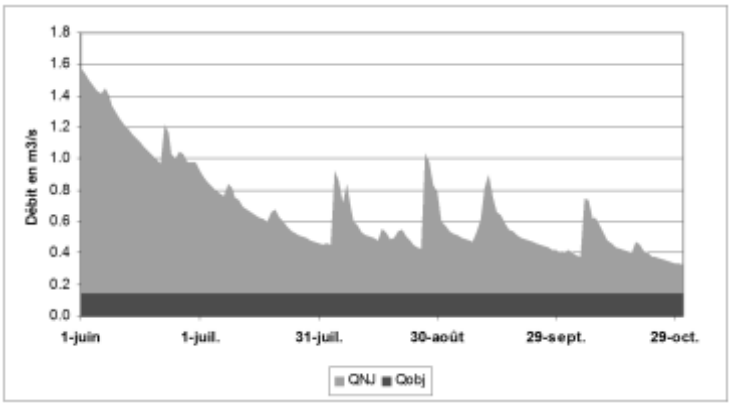

Figure 2 : Volume disponible une fois le DOE satisfait - Source : CACG, 2009 - 1

Le volume dédié à la satisfaction du DOE est représenté en gris foncé (Qobj représente ici le DOE). Le volume disponible pour les usages humains est représenté en gris clair (QNJ représente le débit naturel journalier).

Available water for human needs

Cependant, le raisonnement global avec la démarche classique est insuffisant car il ne prend pas en compte certains phénomènes :

- les besoins les plus importants (besoins de prélèvements pour l'irrigation) s'expriment lorsque la ressource est peu abondante (juillet-août) ;
- la complexité des réseaux hydrographiques n'est pas prise en compte (canaux, interconnexions, contraintes internes aux UG en termes de débits minimums…) ;
- l'influence des prélèvements en nappes d'accompagnement n'est pas intégrée (amortissement et décalage temporel du signal) ;
- la méthode a tendance à surestimer les volumes disponibles sur l'amont des bassins au détriment de l'aval : en effet, les apports naturels dépassent plus souvent et de manière plus importante les débits objectifs d'étiage sur les bassins amont ; pour les bassins situés plus en aval, les apports naturels ne sont plus constitués que par le(s) DOE de l'amont augmenté(s) des apports naturels intermédiaires qui sont en général moins abondants (pour des raisons d'altitude, de pluviométrie, de topographie, d'occupation du sol…).

C'est pourquoi il a été décidé de mobiliser le logiciel RIO-LAGON©. Une méthodologie spécifique a été développée (Fig. 3) qui nous permet de simuler des bilans sur les chroniques historiques de ressources et de besoins.

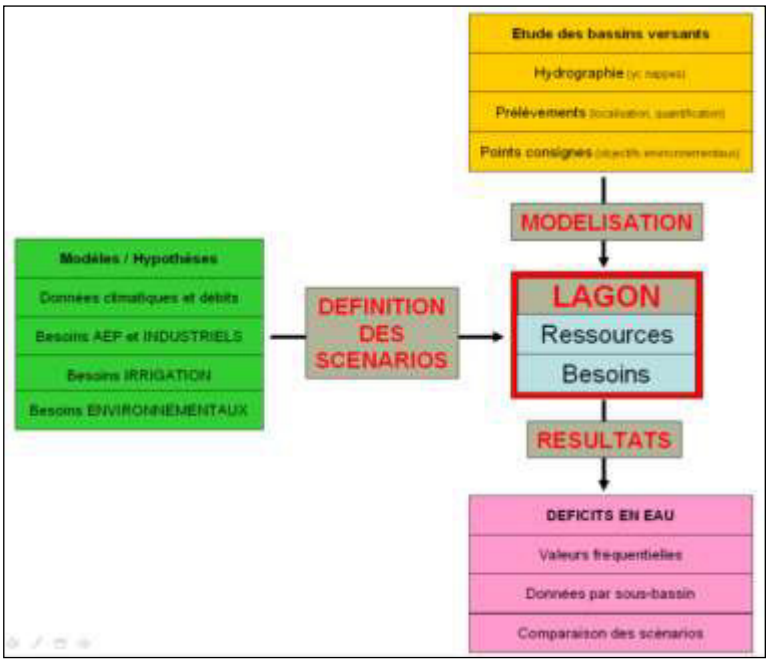

Figure 3 : Méthodologie d'utilisation du logiciel RIO-LAGON© afin de déterminer les volumes prélevables

Methodology to use the software RIO-LAGON© in order to determine the available volume

On peut ainsi simuler un déficit en eau défini comme le volume complémentaire (aux apports naturels) qu'il faudrait mobiliser pour satisfaire l'ensemble des besoins (indépendamment des capacités des barrages). Ce volume peut être disponible dans des retenues dédiées au soutien d'étiage[3]; si ce n'est pas le cas, le bassin est considéré en déficit structurel : les ressources propres du bassin (apports naturels estivaux et stocks d'hiver) ne sont pas suffisantes pour satisfaire tous les besoins (DOE et prélèvements pour les usages humains) : ce faisant, on introduit la notion de déficit en volume (Fig. 4 page suivante).

Ce déficit (exprimé en valeurs statistiques) dépend donc :

- des DOE fixés en aval des UG ;
- des hypothèses prises pour définir les besoins humains (prélèvements pour l'eau potable et l'industrie, besoins pour l'irrigation) : la localisation des besoins, leur répartition dans le temps au cours d'une campagne et leur intensité constituent des paramètres de variabilité pouvant influencer le calcul du déficit.

Les simulations réalisées aboutissent à des chroniques annuelles de déficits. Après analyse statistique, les résultats sont confrontés aux volumes utiles des barrages (en pratique, capacité des barrages déduction faite des culots qui ne peuvent pas être mobilisés du fait du positionnement des vannes de restitution des débits), ce qui permet d'identifier les bassins ou sous-bassins en déséquilibre structurel. En pratique, on s'intéresse à la valeur statistique décennale sèche du déficit sur les bassins réalimentés : pour garantir la compensation des déficits au moins quatre années sur cinq, il est nécessaire de disposer d'une ressource supérieure au déficit quinquennal sec. En effet, le gestionnaire du barrage travaillant en avenir incertain, il est contraint de lâcher de l'eau en excès pour garantir la satisfaction de tous les besoins. La CACG a étudié de nombreux cas concrets sur le bassin Adour-Garonne : le retour d'expérience nous a conduits à proposer de retenir la valeur correspondant au déficit décennal sec pour satisfaire les besoins au moins quatre années sur cinq. Sur les bassins non réalimentés, c'est la valeur quinquennale sèche du déficit qui est retenue.

L'évaluation des volumes prélevables pour garantir un déficit nul quatre années sur cinq peut alors être menée, théoriquement en jouant sur plusieurs variables :

- DOE : dans notre étude de cas, il s'agissait d'une donnée d'entrée inscrite dans le SDAGE ;
- Ressources stockées : là encore, la commande nous imposait de considérer uniquement les volumes utiles des barrages en service au moment de l'étude ;
- Prélèvements pour les usages humains : les besoins en eau potable et pour l'industrie étant considérés comme prioritaires, la seule variable ajustable pour réduire le déficit est la variable de prélèvement d'irrigation (notons que les besoins en eau pour l'alimentation animale sont ou bien intégrés dans les scénarios de demande en eau potable, certains éleveurs ayant recours au réseau domestique, ou bien négligeables face à la demande d'irrigation).

Nous avons défini plusieurs scénarios de demande en eau pour étudier les variations des déficits annuels liés à cette variable.

La demande en eau potable et industrielle est modélisée à partir des bases de données « redevances » des Agences de l'Eau. Les points de prélèvements sont positionnés sur le territoire et la répartition annuelle du besoin est en général considérée comme homogène sur l'année ; les variations saisonnières de prélèvements pour l'alimentation en eau potable ou l'industrie sont négligeables par rapport aux prélèvements pour l'irrigation.

La demande agricole est modélisée à partir :

- de la description des assolements sur le territoire : maïs + céréales…
- d'hypothèses sur l'itinéraire technique : dates de semis, comportement moyen des irrigants face à la demande en eau des plantes[4] ;
- d'un profil type de demande en eau des plantes qui dépend de la date de semis, de la réserve utile du sol et des conditions climatiques (pluie, ETP).

[3] Dans cette approche, on ne considère que les besoins de prélèvements dans le milieu naturel superficiel ; les ressources « nappes profondes » et « retenues collinaires » ne sont pas intégrées dans le raisonnement dans un premier temps car leur gestion n'a pas d'influence sur les débits d'étiage.

[4] Le coefficient comportemental tient compte de la conduite technique des apports d'eau (niveau d'équipement des irrigants) et des conditions économiques : l'apport d'eau peut en effet, pour ces raisons, être différent du besoin unitaire théorique (BUT). C'est ce que l'on observe lorsque l'on cherche à reconstituer les prélèvements du passé : ce coefficient a eu tendance à augmenter au fil du temps, pour tendre vers une valeur proche de 1. Dans des études passées, nous avons réalisé les bilans besoins-ressources en tenant compte du niveau de prélèvement actuel et donc en appliquant un coefficient comportemental de 1. C'est à nouveau cette valeur que nous avons adopté dans l'étude de détermination des volumes prélevables sur le bassin de l'Adour, tout en gardant à l'esprit la limite suivante : dans la réalité, on observe que l'apport d'eau s'effectue généralement à hauteur du BUT pour les années moyennes, mais cela est moins vrai pour les années sèches, l'apport d'eau étant généralement inférieur au BUT. Cependant, l'application d'une valeur d'écrêtement (du quota annuel alloué aux irrigants) dans nos calculs de bilan nous permet de tenir compte de ce plafonnement des apports.

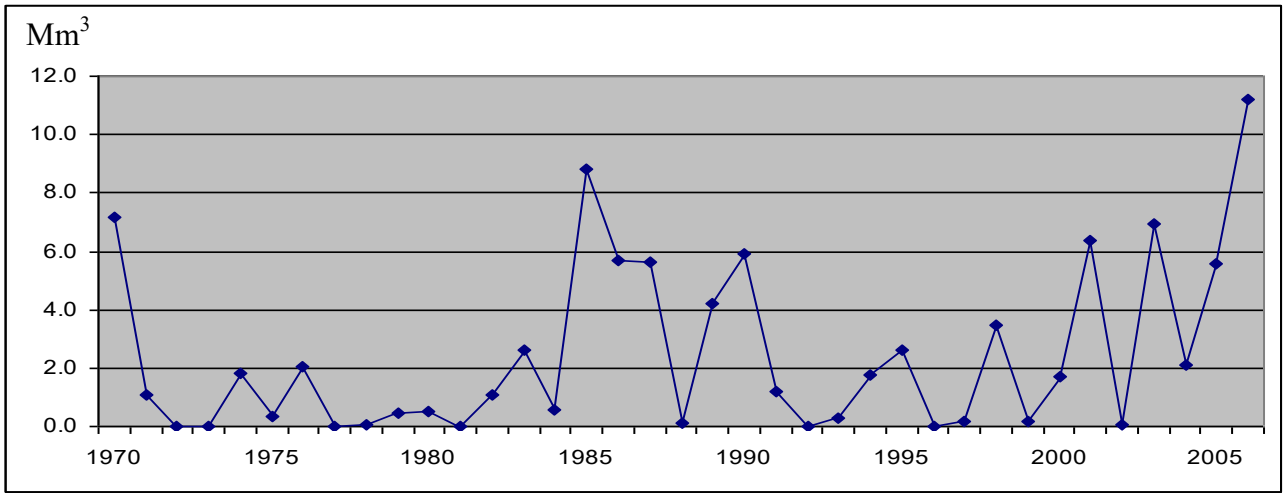

Figure 4 : Chronique de déficits annuels simulés (en Mm3) sur une UG de l'Adour (Adour en amont du point nodal d'Estirac)
Source CACG, 2009-1
Water shortage (in million cubic meter) on an Adour management unit: river Adour upstream Estirac.

Le besoin journalier de prélèvement pour l'irrigation (« Prel ») s'écrit :
Prel = [Kc * ETP – (P + RFU)] * SI * Comp * 10

Avec :
- Prel en m^3 / jour ;
- Kc : Coefficient cultural (dépend de l'assolement et des stades de développement des cultures) ; un exemple des hypothèses prises pour la culture du maïs est présenté dans le Tableau 1 ;
- ETP : Évapotranspiration en mm / jour ;
- P : Pluie en mm / jour ;
- RFU : Contribution journalière de la réserve facilement utilisable (qui dépend de la pédologie) en mm / jour ; nous avons évalué des RFU_max (capacité maximale du réservoir sol à contribuer à l'alimentation en eau des plantes) par grande région agricole : les RFU_max du bassin de l'Adour varient entre 35 mm dans les zones drainantes des sables des Landes et 100 mm plus en amont sur le bassin ;
- SI : Surface irriguée en ha ;
- Comp : Coefficient de comportement des irrigants (dépend des équipements d'irrigation et des pratiques locales) ; ce coefficient est généralement compris entre 0,8 et 1 ;
- Le coefficient « 10 » permet de passer de mm en m^3.

Décade	Mai 1	Mai 2	Mai 3	Juin 1	Juin 2	Juin 3	Juil 1	Juil 2	Juil 3	Août 1	Août 2	Août 3	Sept 1	Sept 2	Sept 3
Kc	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.05	1.15	1.15	1.05	1	0.9	0.8	0.7

Tableau 1 : Coefficients culturaux du maïs

L'analyse s'appuie sur une double séquence :
- On définit d'abord des scénarios de demande en eau : chaque scénario simulé est basé sur une hypothèse figée de demande en eau : assolement, dates de semis, comportement des irrigants, profil du besoin en eau climatique. La variabilité de la demande est permise par la relation aux paramètres climatiques (P, ETP). Cette variabilité s'exprime d'une année sur l'autre (Fig. 5) et au sein de chaque campagne simulée.

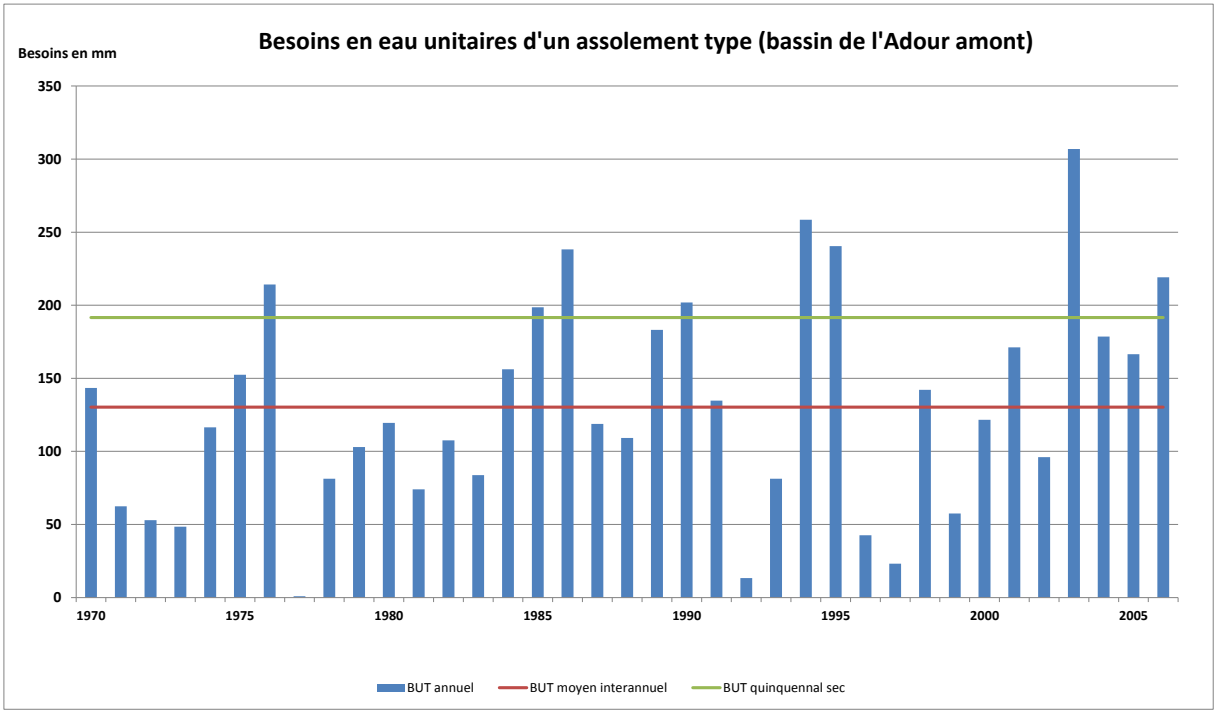

Figure 5 : Exemple de modélisation de la demande en eau d'irrigation -source CACG, 2009 - 1

Dynamique interannuelle de la demande en eau d'irrigation théorique des plantes (BUT annuel) sur le bassin de l'Adour en amont du point nodal d'Estirac. L'aléa climatique induit une variabilité interannuelle de cette demande. Celle-ci est en moyenne annuelle de l'ordre de 130 mm (1 300 m^3/ha) mais peut atteindre près de 200 mm en année quinquennale sèche.

Example of irrigation water demand modelling

- On simule ensuite, pour chaque UG, une série de scénarios en faisant varier la demande en eau via le paramètre « surface irriguée » (l'assolement restant invariant) : en extrapolant les résultats obtenus, on peut trouver une hypothèse de scénario de demande telle que le déficit soit nul au moins quatre années sur cinq. Dans ces conditions, la demande agricole permet une satisfaction des objectifs environnementaux (DOE) conforme à la demande initiale (Fig. 6).

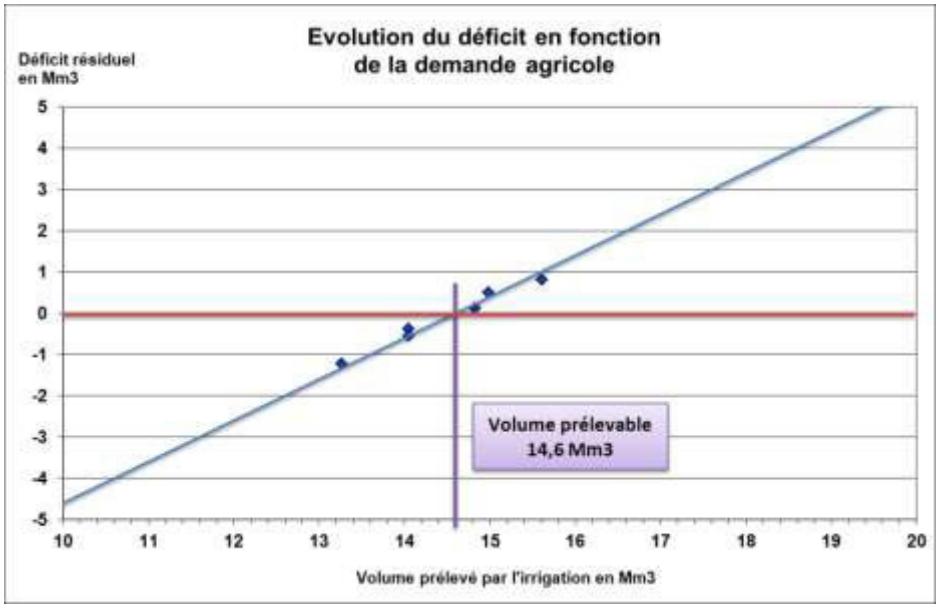

Figure 6 : Exemple de détermination du volume prélevable Source : CACG, 2009 - 1

Chaque point représente la demande en eau pour l'irrigation pour un scénario agricole. On cherche ensuite la demande correspondant à un déficit nul. Il s'agit ici des valeurs statistiques permettant de garantir la satisfaction des DOE quatre années sur cinq.

Calculation of the available amount of water for irrigation.

Discussion

Cette méthode permet d'approcher la quantité d'eau disponible pour une certaine configuration de l'irrigation sur un bassin versant (avec des hypothèses d'assolement moyen, de dates de semis moyennes, de comportements d'irrigation moyens…) en tenant compte de façon relativement réaliste des contraintes d'un système hydraulique complexe (localisation des prélèvements et des ressources naturelles ou artificielles, structure du réseau hydrographique, influence des prélèvements en nappes phréatiques…). Les résultats dépendent d'un certain nombre d'hypothèses utilisées pour représenter le système :

- la satisfaction des DOE est recherchée en moyenne journalière sur toute la période allant du 01/06 au 31/10 (les calculs de déficits sont basés sur l'hypothèse que le DOE doit être respecté chaque jour de la période d'étiage) :
    - Certaines unités de gestion équipées de barrages de soutien d'étiage peuvent en réalité fonctionner différemment, le soutien d'étiage et le respect des DOE pouvant concerner une période plus courte dans les règlements d'eau actuels (d'où des distorsions entre les résultats et l'appréhension de la problématique par les acteurs locaux influencés par les pratiques historiques) ;
    - Le SDAGE vise un respect du DOE moins contraignant : même si l'objectif de respect du DOE est visé en moyenne journalière, le SDAGE permet, pour intégrer « les situations d'étiage difficiles et les aléas de gestion » que le DOE soit « considéré a posteriori comme satisfait, une année donnée, lorsque le plus faible débit moyen de 10 jours consécutifs (VCN10) a été maintenu au-dessus de 80% de la valeur du DOE » (Comité de Bassin Adour Garonne, 2009).
- L'assolement et les itinéraires techniques sont figés pour correspondre à une situation moyenne actuelle : on pourrait imaginer une structuration différente de l'agriculture irriguée sur le territoire (variétés plus précoces, introduction d'une part significative de céréales de printemps irriguées…) qui conduise à profiter des ressources en eau disponible sur la période mai-juin ; il est très probable que les résultats seraient alors très différents (Fig. 7) ; les ressources en eau disponibles au printemps sont en effet significativement supérieures aux ressources d'été : le volume prélevable est alors plus important ;

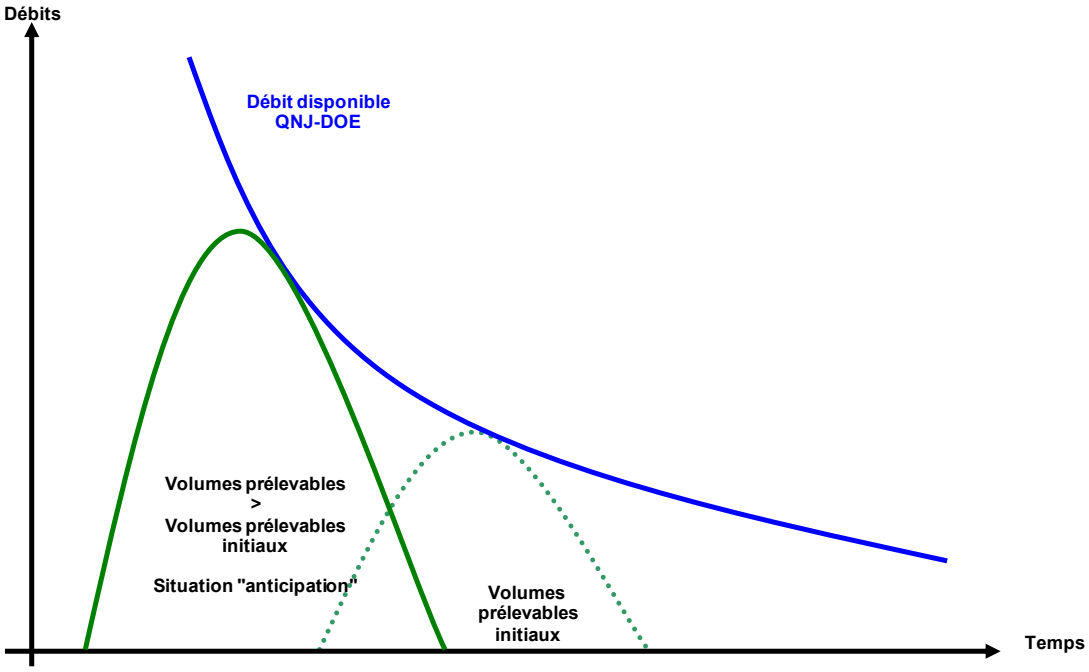

Figure 7 : Effet de l'anticipation des besoins agricoles sur le volume prélevable
Consequences of an irrigation water demand anticipation

- Les hypothèses sont contraignantes car elles ne permettent pas de valoriser l'eau disponible au cours des années plus humides que l'année de référence quinquennale sèche (Fig. 8) ; en effet, en année moyenne, le volume prélevable serait supérieur au VP déterminé par la méthode présentée précédemment, tout en garantissant le respect du DOE ; en d'autres termes, la situation actuelle de gestion des eaux et la situation projetée par la réforme des volumes prélevables sont conceptuellement très différentes :

  - En situation actuelle, le volume prélevable autorisé est très supérieur au volume prélevable en année sèche ce qui conduit à gérer l'eau par des restrictions fréquentes ;
  - En situation future, le volume prélevable est défini à une valeur suffisamment faible pour que la gestion puisse se passer de restrictions au moins quatre années sur cinq : la contrepartie est une moindre valorisation des ressources disponibles.

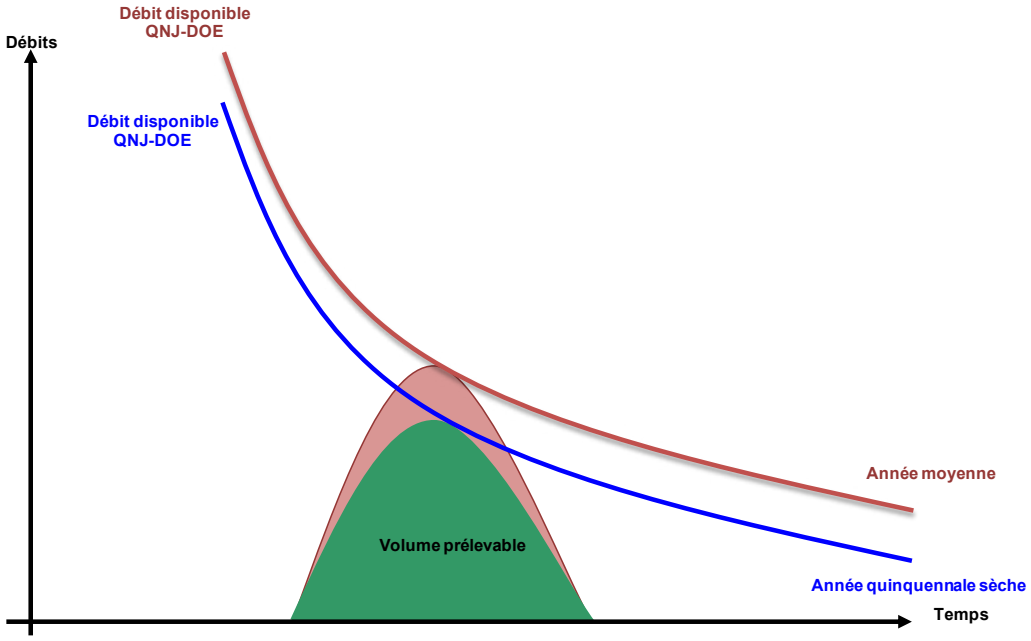

Figure 8 : Volume prélevable et débits naturels en année sèche et en année moyenne
Available amount of water during a dry season and an average season)

Gestion opérationnelle de la ressource en eau et des prélèvements

Problématique

La gestion opérationnelle a pour objectif de réaliser en temps réel l'ajustement de l'offre en ressource en eau aux besoins pour l'ensemble des usages. Ces besoins qui varient en fonction des conditions climatiques, sont encadrés par des autorisations de prélèvements sur la durée de la campagne. Selon les UG, la gestion opérationnelle comprend deux composantes :

- *La gestion de la fourniture en ressource en eau* lorsque qu'une partie de la ressource disponible est stockée dans des réservoirs ou qu'il existe des ouvrages de régulation interne des écoulements (canaux…) ;

La gestion de la demande en eau, ensemble d'actions visant à organiser ou restreindre les prélèvements des activités humaines.

L'enjeu principal de la gestion opérationnelle pour l'ensemble de la collectivité du territoire est l'optimisation globale de la valorisation de l'eau tout en respectant les objectifs environnementaux.

Dans un contexte de bassin très déficitaire, le plafonnement des prélèvements dans le milieu au niveau du VP règlementaire ne représente pas une garantie pour les préleveurs d'absence de restriction d'utilisation de la ressource au moins pour les raisons suivantes :

- une année sur cinq, la ressource n'est pas suffisante pour garantir le VP ;
- la fonction qui décrit la répartition journalière du besoin en irrigation est déterminée par des hypo-

thèses d'assolements irrigués et de conduites d'irrigation fondées sur des données historiques, sur la base de valeurs moyennes représentant le comportement de groupes d'irrigants qui peuvent s'avérer obsolètes en fonction des évolutions des systèmes de production.

Pour les agriculteurs irrigants, il y a un intérêt particulier à diminuer le risque de restriction de prélèvement en cours de campagne même si pour cela il faut diminuer le quota d'eau disponible pour l'irrigation en début de campagne. Les études sur la rentabilité de l'irrigation indiquent que le revenu obtenu par le producteur augmente lorsque la qualité de l'information en début de campagne sur la garantie du quota disponible est améliorée (Reynaud, 2009).

Cas d'étude

Un exemple de gestion opérationnelle de la ressource en eau à l'échelle d'une UG avec l'organisation d'une gestion collective des prélèvements d'irrigation est illustré par le bassin de l'Autise en Vendée (Fig. 9).

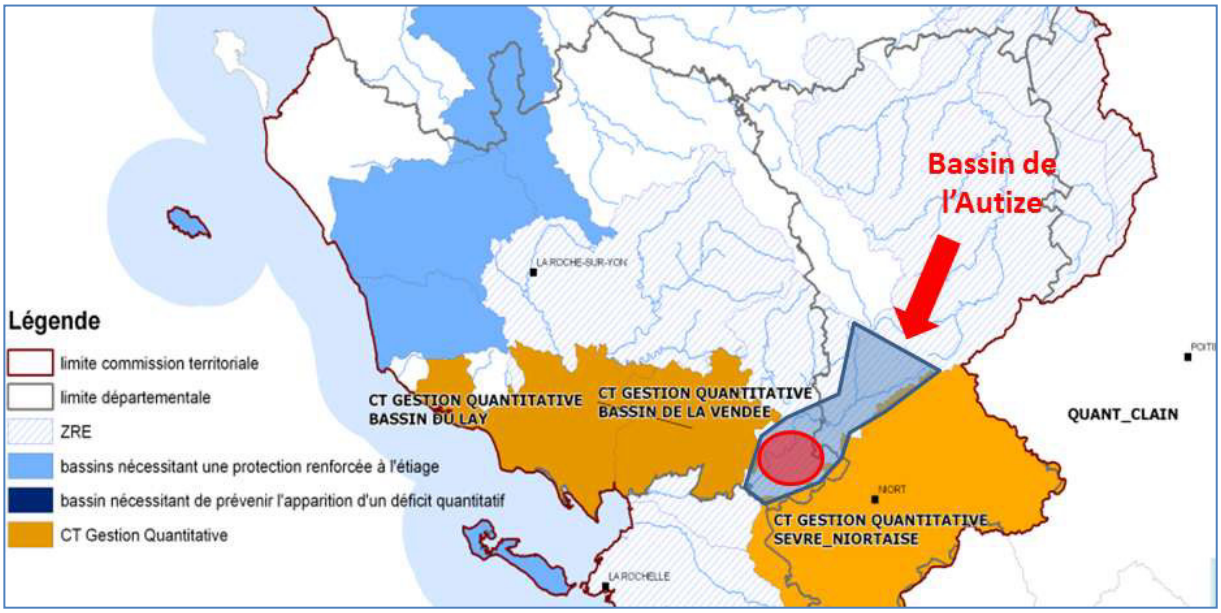

Figure 9 : Localisation géographique du bassin de l'Autise en Vendée - Source : Agence de l'Eau Loire Bretagne
Location of the river Autise catchment area in the department of Vendée

Le bassin de l'Autise contribue à l'alimentation du marais Poitevin, 2ème zone humide classée de France, pour lequel a été adopté le 11 mars 2002 un plan d'actions, engagement de l'Etat qui impose une cote piézométrique minimale pour la gestion des prélèvements dans la nappe du Dogger (2,5 m NGF[5]) pour préserver les niveaux d'eau dans le marais. Le bassin de l'Autise comprend environ une centaine d'irrigants groupés dans une association créée en 2001, pour un volume global géré de 6,5 Mm^3, dont 50% stockés dans 10 réserves de substitution.

Le Syndicat Mixte du Marais Poitevin Bassin Vendée-Sèvre-Autise, maître d'ouvrage des réserves de substitution, a délégué la gestion de l'exploitation par contrat à la CACG. Le protocole de gestion des prélèvements d'irrigation en cours de campagne, élaboré en concertation entre l'association des irrigants et la CACG, a été établi sur la base des principes suivants :

- chaque irrigant en début de campagne doit choisir une fonction de répartition prévisionnelle des prélèvements d'irrigation parmi un panel de 4 courbes « standard de prélèvement d'eau d'irrigation » (Fig. 10). La fonction représente pour chaque période de 15 jours, du 1er juin au 15 septembre, la proportion du quota estival d'eau d'irrigation prélevable pour la quinzaine, elle est définie en fonction du type de culture irriguée ;
- chaque irrigant dispose d'un quota annuel individuel de prélèvement d'eau d'irrigation. Les irrigations de printemps (1er avril – 30 mai) sont soustraites du quota annuel pour calculer le volume disponible de la période estivale qui est réparti par quinzaine selon la fonction de répartition. En période de non restriction, l'irrigant peut reporter le

[5] Niveau Géographique Français, correspondant au niveau de la mer.

volume non prélevé de la quinzaine sur la quinzaine suivante ;
- le niveau de la nappe du Dogger au piézomètre d'Oulmes est l'indicateur utilisé pour estimer le risque de défaillance de l'objectif de gestion (satisfaction des niveaux d'eau objectifs dans le Marais). Trois courbes d'évolution de l'indicateur ont été définies en fonction notamment des connaissances sur l'hydrogéologie locale (relation entre volume prélevé et la piézométrie, vitesses de transfert nappe - rivière) qui sont actualisées après chaque campagne :

1) *La courbe de vigilance*, en dessous de laquelle les prélèvements de la quinzaine sont diminués de 20 %
2) *la courbe de vigilance renforcée*, en dessous de laquelle les prélèvements sont diminués de 35 %
3) *la courbe d'arrêt des prélèvements* ;
- la commission locale de gestion présidée par le maître d'ouvrage rassemble les représentants des irrigants, les services de l'Etat, le gestionnaire délégué. La commission est réunie en cours de campagne en fonction de l'évolution du contexte hydrogéologique, elle décide la répartition des restrictions de prélèvement.

Résultats
Les courbes « standard de consommation d'eau d'irrigation» (Fig. 10) ont été définies avec la participation des irrigants à partir de données d'enquêtes sur les assolements et une analyse des consommations d'eau d'irrigation des campagnes 2006 et 2007.

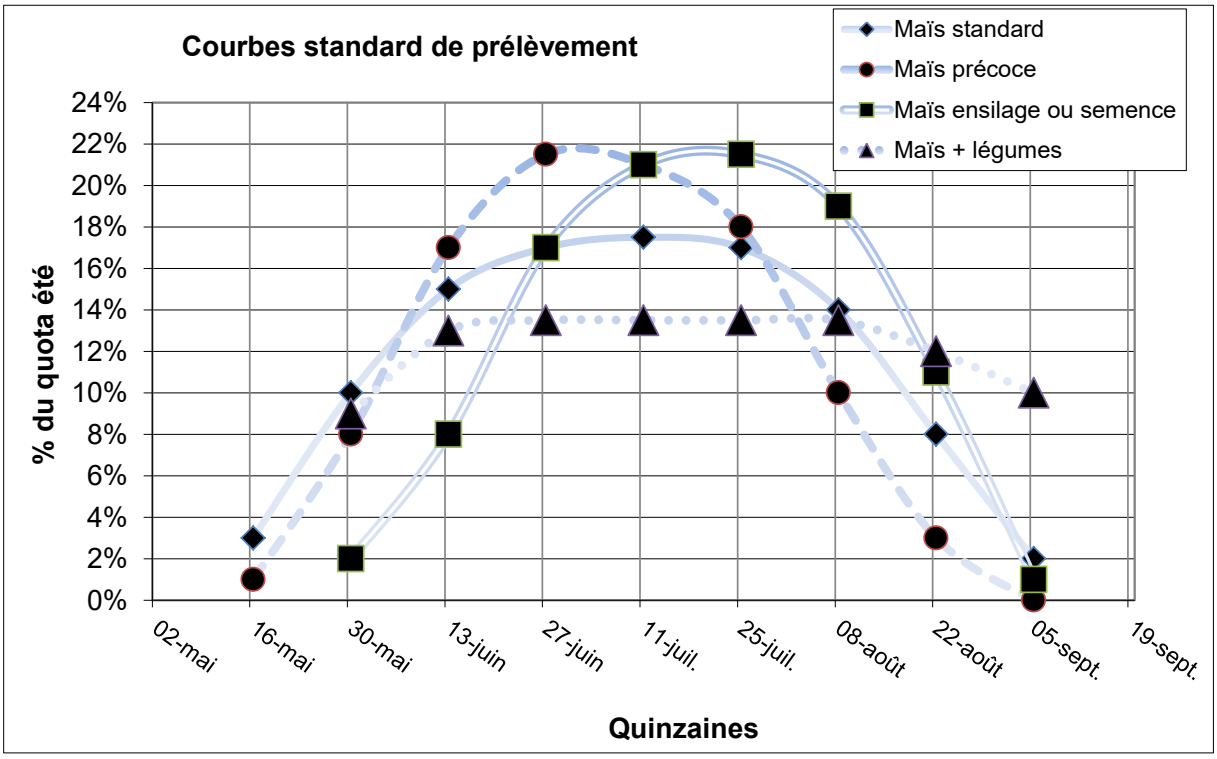

Figure 10 : Courbes standard de prélèvement d'eau d'irrigation
Typical curves used to manage irrigation water demand during the irrigation season

L'analyse des données a permis de différencier 4 courbes « types » caractéristiques des assolements irrigués suivants (Tab. 2) :
- ASS1 maïs tardif, maïs fourrage ou cultures à irriguer en automne (colza, betteraves, prairies) dans ce cas le choix est majoritairement pour la courbe « maïs standard» ;
- ASS2 Exploitation spécialisée en irrigation maïs (80 %), le choix se porte sur des variétés demi-tardives dans ce cas le choix de la courbe de demande est relativement équilibré entre « maïs standard» et « maïs précoce » ;
- ASS3 équilibre entre « céréales à paille » « maïs » dans ce cas choix se porte plutôt sur du mais demi-précoce, la demande en eau d'irrigation est concentrée sur juin juillet, le choix de la courbe est « maïs précoce » ;

- ASS4 maïs grain faiblement représenté est équivalent au groupe ASS1 mais avec nettement moins de maïs grain ; dans ce cas le choix se porte vers les courbes « maïs + légumes » (courbe à plat) ou « maïs ensilage ou semence » (courbe irrigation tardive).

Type	Nombre d'irrigants	Maïs contrat	Maïs fourrage	Maïs tardif	Maïs ½ tardif	Maïs ½ précoce	Irrigation été	Irrigation printemps	Irrigation autre *
ASS1	33	3%	8%	**20%**	**15%**	8%	3%	**35%**	8%
ASS2	22	0%	2%	0%	**79%**	2%	0%	**17%**	0%
ASS3	28	2%	2%	5%	8%	**40%**	0%	**43%**	0%
ASS4	13	5%	**16%**	0%	7%	**10%**	**11%**	**27%**	**23%**

* Irrigation autre : colza grain, colza semence, prairies temporaires, betterave semence, betterave rouge, vigne, semences de fleurs, lin, maraîchage sous serre

Tableau 2 : Détail des types d'assolements irrigués

Le déroulement de la campagne d'irrigation 2011 est présenté Fig. 11.

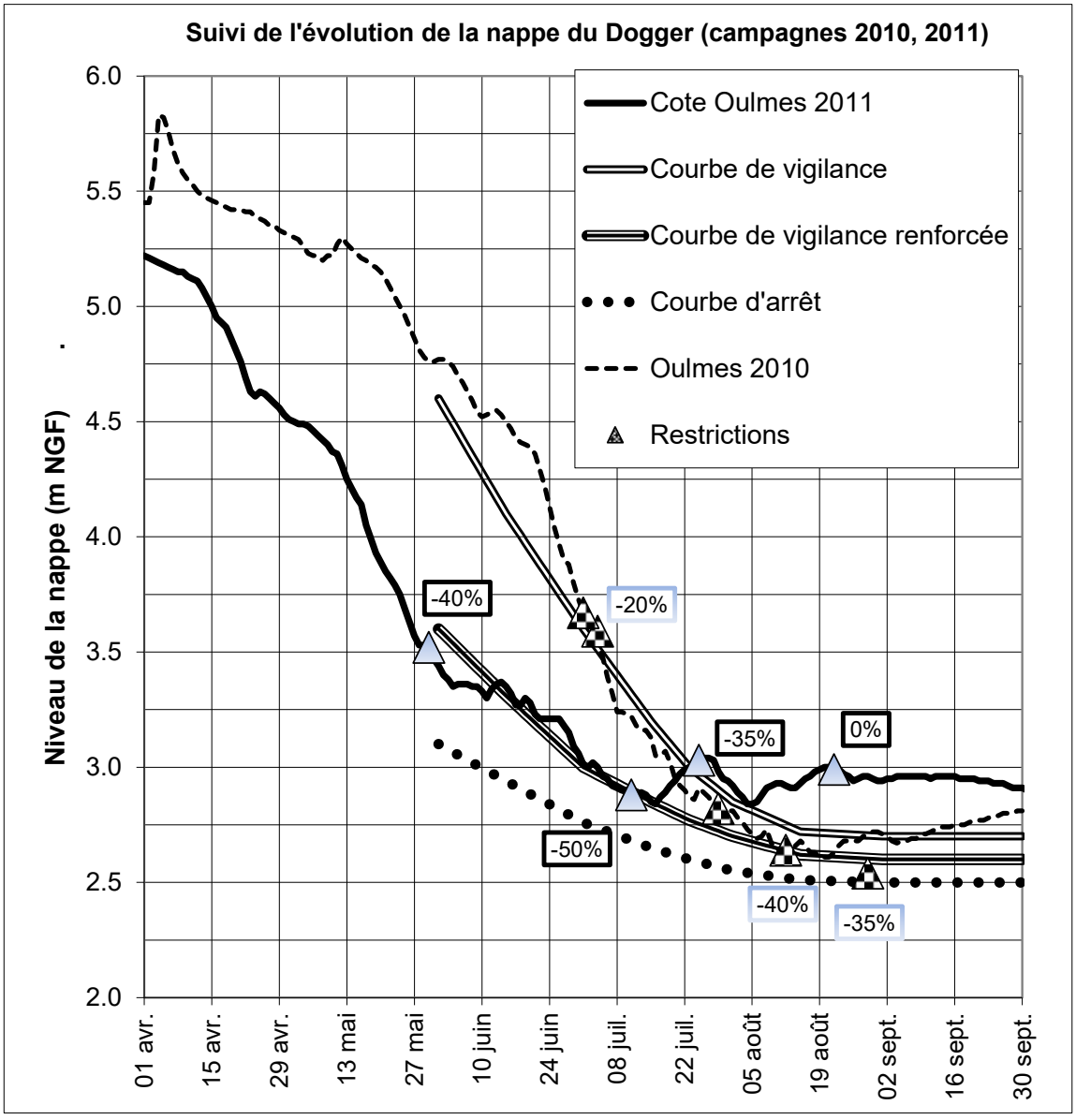

Figure 11 : Gestion des prélèvements du bassin de l'Autise en Vendée, campagne 2011
Irrigation demand management on the river Autise catchment area, irrigation season 2011

L'année climatique a été caractérisée par un printemps très sec, la pluviométrie estivale étant proche de la normale (Fig. 12).
A cause de la forte sécheresse de printemps, la commission locale de gestion a décidé au début de la campagne d'irrigation l'application de restrictions à des niveaux supérieurs à la courbe de vigilance renforcée (CACG, 2012) :

- les restrictions ont commencé le 30 mai à 40% ;
- le 10 juillet, la baisse de la nappe a entraîné, par prudence, une restriction de 50% ;
- après les pluies du 16 au 20 juillet, restriction effective de 35% ;
- après les pluies du 15 août, la restriction est passée à 0%.

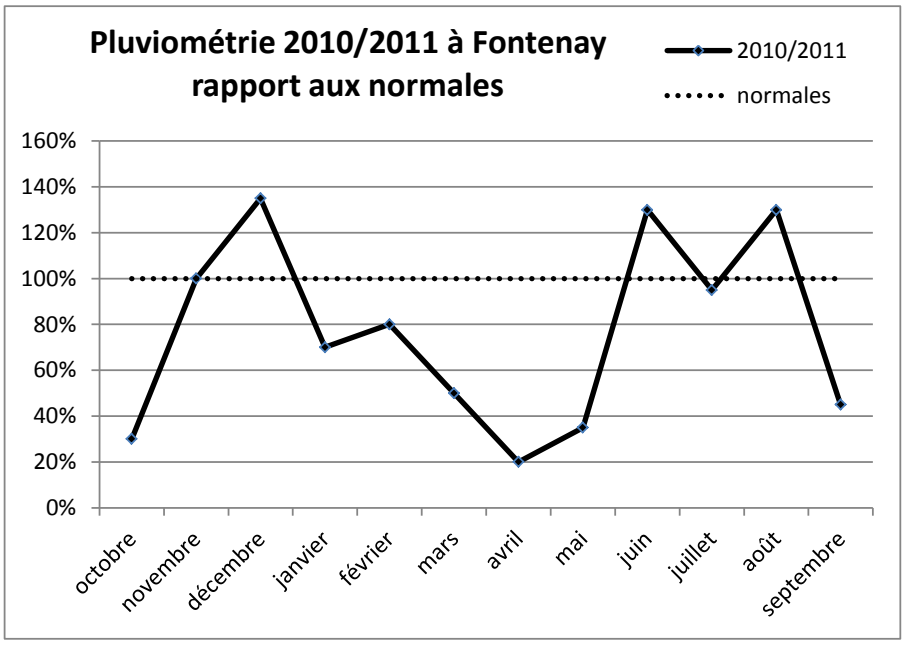

Figure 12 : Pluviométrie de la campagne 2010/2011 à Fontenay-le-Comte (Vendée) par rapport à la moyenne calculée sur la période 1970 à 2010

Average monthly rains from october 2010 to september 2011 in Fontenay-le-Comte (Vendée): relations to the average values between 1970 and 2011

Discussion

Pour chaque nouvelle campagne d'irrigation, un ajustement mineur des courbes peut être décidé en concertation avec les irrigants en fonction de l'étalement des dates de semis et du suivi des sommes de températures (périodes exceptionnellement froides ou chaudes), au moment du démarrage de la campagne d'irrigation d'été en juin (dates de semis), et au cours de l'été (conditions thermiques exceptionnelles).
Le protocole de gestion fonctionne dans le bassin de l'Autise depuis la campagne 2007 avec des résultats satisfaisants mais sa mise en œuvre nécessite le respect de plusieurs conditions :

- tous les irrigants du bassin (raccordés ou non raccordés aux réserves) doivent appliquer les règles de gestion ;
- le gestionnaire doit procéder à un contrôle strict des prélèvements individuels (environ 10 relevés de compteur par irrigant au cours de l'été) ;
- des pénalités tarifaires importantes sont prévues en cas dépassement : 0,15 €/m^3. Depuis 2007, quelques irrigants ont subi ces pénalités. En cas de récidive ils s'exposeraient à une réduction de quota. Cette menace s'est avérée dissuasive.

Conclusion générale

Nous avons montré dans cet article la nécessaire complémentarité entre une approche stratégique de détermination des volumes prélevables et une approche tactique de gestion du volume lors de la campagne effective d'irrigation. Malgré les améliorations apportées sur la détermination des volumes prélevables grâce à l'utilisation d'une méthodologie robuste et reproductible par la mobilisation du logiciel RIO-LAGON©, la méthode proposée comporte encore certains biais :

- les résultats sont sensibles aux hypothèses prises sur la demande d'irrigation (types d'assolements, dates de semis) ;
- ils dépendent également fortement du niveau d'exigence en matière de respect des objectifs environnementaux (DOE pour les cours d'eau, NOE pour les nappes).

De plus, les VP sont actuellement définis pour satisfaire les objectifs environnementaux en année sèche. Ceci signifie donc qu'en théorie, les volumes prélevables seraient supérieurs (tout en respectant les DOE et les NOE) pour les années plus humides. On pourrait donc imaginer la possibilité d'allouer des volumes additionnels en cours de campagne si on disposait d'indicateurs suffisamment fiables pour anticiper les apports naturels.

Enfin, la notion de volumes prélevables pose la question de la gestion opérationnelle de la ressource et de la demande :

- le volume prélevable permet de calibrer la demande avant la campagne ;
- en gestion opérationnelle, il est indispensable de compléter cette approche par une gestion des débits et des niveaux piézométriques des nappes d'accompagnement pour éviter la concentration des prélèvements sur les journées au cours desquelles les ressources sont limitées ; cela nécessite bien entendu un système d'informations adapté et robuste.

Bibliographie

CACG, 2012. Rapport de la commission de suivi et d'évaluation du secteur des Autises - Bilan de la campagne 2011 - Perspectives 2012. *Pour le compte du Syndicat Mixte du Marais Poitevin bassins Vendée-Sèvre-Autises.*

CACG, 2010. Gestion hydraulique intégrée des barrages de la Haute-Vilaine. *Pour le Conseil Général d'Ille-et-Vilaine.*

CACG, 2009 - 1. Détermination des volumes prélevables sur le bassin versant de l'Adour. *Pour le compte de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne.*

CACG, 2009 - 2. Détermination des volumes prélevables sur les bassins autonomes du système Neste. *Pour le compte de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne.*

CACG, 2009 - 3. Détermination des volumes prélevables sur le bassin versant de la Seudre. *Pour le compte de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne.*

CACG, 2008. Bilan besoins-ressources sur le bassin versant de la Midouze. *Pour le compte de l'Institution Adour.*

CACG, 2007. Enquête auprès des irrigants des Autises. *Pour le compte du Syndicat Mixte du Marais Poitevin bassins Vendée-Sèvre-Autises.*

CACG, 2006. Définition de débits de référence et bilans besoins-ressources dans les bassins du Louts et des Luys. *Pour le compte de l'Institution Adour.*

CACG, 2005. Etude préalable à l'actualisation du PGE Adour amont. *Pour le compte de l'Institution Adour.*

CACG, 2003. Renforcement de la ressource en eau sur le Haut-bassin de l'Adour. *Pour le compte de l'Institution Adour.*

CACG, 2001. Diagnostic de réhabilitation des réseaux collectifs d'irrigation des Landes : bilans et perspectives. *Pour le compte de la DRAF Aquitaine, l'Agence de l'Eau Adour-Garonne et la Fédération départementale des associations et collectivités pour l'aménagement des terres agricoles du département des Landes.*

Comité de Bassin Adour-Garonne, 2009. SDAGE Adour-Garonne.

EAUCEA, 2009. Détermination des volumes prélevables sur le bassin versant de la Garonne. *Pour le compte de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne.*

ISL, 2009. Détermination des volumes prélevables sur le bassin versant Hers-Mort / Girou / Sor. *Pour le compte de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne.*

Ministère de l'Environnement, 2006. Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques.

Pellerin, F.M., 2004. Piézométrie objectif, d'alerte et de crise : la seule combinaison protectrice des grands ensembles de marais en période d'étiage. Exemple du Marais Poitevin. *Note technique à destination des acteurs de la gestion de l'eau du Marais Poitevin.*

Reynaud, A., 2009, Adaptation à court et à long terme de l'agriculture face au risque de sécheresse : Une approche par couplage de modèles biophysiques et économiques, *Review of Agricultural and Environmental Studies,* 90 (2), 121-154.

Union Européenne, 2000. Directive Cadre sur L'eau.