



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère de l'Écologie
et du Développement Durable

Document de travail

ETUDES – METHODES – SYNTHESSES



LES EFFETS DE LA REFORME DE LA PAC DE JUIN 2003 SUR LA CONSOMMATION D'EAU PAR L'AGRICULTURE.

SERIE ETUDES

05-E06

GUILLEMETTE BUISSON

Site internet : <http://www.ecologie.gouv.fr>
20 avenue de Ségur – 75302 Paris 07 SP

DIRECTION DES ETUDES ECONOMIQUES ET DE L'EVALUATION ENVIRONNEMENTALE

SOMMAIRE**RÉSUMÉ**

- I Introduction**
- II Liens entre irrigation et Politique Agricole Commune**
 - 1 Rapide état des lieux de l'irrigation en France
 - 2 Effets des PAC sur l'irrigation : aspects qualitatifs
- III Méthodes mises en œuvre pour quantifier l'impact de la PAC de 2003**
 - 1 Simulation du comportement des exploitants agricoles
 - 2 Estimation du lien entre superficies irriguées par culture et volume d'eau consommé
- IV Présentation et analyse des impacts quantitatifs ainsi simulés**
 - 1 Impacts de la réforme de la PAC sur les superficies irriguées.
 - 2 Impacts de la réforme de la PAC sur les volumes d'eau consommés par l'irrigation.
 - 3 Impacts de la prise en compte du risque
- V Conclusion**

Annexe 1 Montants de référence des paiements compensatoires des cultures arables

Annexe 2 Rendements de référence du plan de régionalisation de 2002, par département

Annexe 3 Grands groupes d'orientation technique

Annexe 4 Evaluation du modèle statistique utilisé pour calculer les volumes consommés

Annexe 5 Liste des documents de travail publiés

I.

Régulièrement, les conflits d'usages de l'eau se cristallisent autour de l'usage agricole. C'est, en effet, le plus gros consommateur de cette ressource. Il représente en moyenne près de la moitié de volumes consommés annuellement, pouvant atteindre au niveau régional jusqu'à 80% (Poitou-Charentes). En période d'étiages où les pénuries sont les plus probables, il utilise 80% des volumes d'eau consommés.

Jusqu'à présent ce système de production a pourtant été plutôt encouragé par les différentes PAC, pour gagner en productivité d'abord et permettre aux agriculteurs « irrigants » d'amortir leurs investissements ensuite. La réforme de 1992 répond à ce second objectif. Elle instaure des montants d'aides à l'hectare différenciées selon que la culture est conduite « en sec » ou « en irriguée ». La nouvelle réforme de la PAC en découplant les aides à la superficie dédiée à la production annule l'existence de cette surprime et devrait ainsi agir sur la pression quantitative exercée par l'agriculture sur l'eau.

Le choix des agriculteurs en matière de culture est modélisé en maximisant leur marge brute et en prenant en compte la vertu assurancielle de l'irrigation par rapport aux aléas climatiques. Les résultats comparent la situation observée en 2002 à des scénarii intégrant le découplage total et partiel, les autres données restant inchangées. Ils ne prennent donc pas en compte les évolutions normales du marché qui pourraient survenir (évolutions des prix des cultures et des intrants, des rendements...).

Les prévisions issues de ce modèle sont assez proches de celles obtenues par d'autres modèles et semblent ainsi plausibles.

Les résultats montrent une réduction sensible de la superficie irriguée et par suite des volumes d'eau consommés par l'agriculture. Globalement les volumes consommés par l'agriculture se réduiraient de près de 7% dans le cas du recouplage partiel retenu par la France. Les réductions les plus remarquables ont lieu dans les régions qui connaissent les conflits les plus prégnants. Les volumes consommés diminueraient ainsi d'environ 21% en Midi-Pyrénées, 12% en Poitou-Charentes et 8% en Aquitaine. Le recouplage partiel choisi par la France limite un peu les effets du découplage mais in fine ceux-ci restent ainsi assez forts.

Ces résultats mettent en valeur deux types de commentaires sur les conflits d'usages dans les régions concernées par des pénuries :

- Du point de vue de la demande en eau, les effets de la nouvelle PAC devraient être sensibles, notamment dans les secteurs géographiques les plus conflictuels, même si le découplage total accentuerait légèrement ces effets positifs.

- L'évaluation des projets de création de ressources nouvelles destinées à l'agriculture, et sa méthodologie, devraient tenir compte de la baisse future de la consommation d'eau engendrée par le découplage. Certaines évaluations en cours sont, pour cette raison, à reprendre.

Ce document n'engage que ses auteurs et non les institutions auxquelles ils appartiennent. L'objet de cette diffusion est de stimuler le débat et d'appeler des commentaires et des critiques

I – INTRODUCTION

Les états membres ont adopté le 26 juin 2003 une nouvelle réforme de la Politique Agricole Commune (PAC). Si elle s'inscrit dans la continuité des réformes de 1992 et 1999, elle marque aussi une première rupture avec ces réformes. Elle conserve, en effet, les grands principes de ces deux réformes, que sont la baisse du soutien par les prix et la compensation par des aides directes des pertes de revenus ainsi induites. Elle prolonge notablement ces axes en transformant une partie importante des aides directes couplées aux facteurs de production, en un paiement unique par exploitation, « découplé », et sans obligation de produire pour en bénéficier. Ce paiement unique est d'autre part soumis au respect de normes environnementales et sanitaires, du bien être des animaux, ainsi qu'au maintien des surfaces agricoles dans de « bonnes conditions agricoles et environnementales ».

Cette réforme laisse toutefois une marge de manœuvre importante aux différents Etats membres, qui ont dû définir, à l'été 2004, leurs choix principaux sur le calendrier d'application (2005, 2006 ou 2007) et les modalités du découplage des aides de la production. La France a ainsi choisi de repousser la mise en œuvre du découplage à 2006 et de conserver le couplage maximum permis par l'accord concernant les productions végétales.

Cette réforme modifie donc profondément l'environnement économique des exploitations agricoles et laisse présager des adaptations importantes des assolements et des itinéraires techniques. Or, si de nombreuses études sur l'évaluation des impacts de la PAC sur le revenu des agriculteurs, les assolements, les volumes produits par culture...ont d'ores et déjà été réalisées, ses impacts sur la demande en eau d'irrigation sont en revanche peu étudiés. La PAC, en modifiant les rapports des différentes marges brutes, et en induisant des comportements de mise en jachère devrait en effet agir sur le volume d'eau consommé par l'agriculture.

Si, globalement en France, le bilan annuel entre les prélèvements d'eau et les volumes de précipitations alimentant les ressources est largement bénéficiaire, il est très variable d'une région à l'autre et d'une saison à l'autre. Certaines nappes sont, en fait, particulièrement sollicitées et voient leur niveau baisser régulièrement. Ces pressions quantitatives induisent régulièrement dans certaines régions des conflits d'usages et menacent les différents usages futurs, ainsi que la conservation des écosystèmes liés à l'eau. L'usage agricole, pour l'eau d'irrigation, est le plus gros consommateur de cette ressource. Il représente 49% des volumes consommés chaque année en France, et 80% en période d'étiage. Les modifications des volumes d'eau consommés par l'agriculture impliquent donc des changements importants des pressions quantitatives exercées sur l'eau et constituent donc un véritable enjeu environnemental.

L'objet de la présente étude est d'analyser les conséquences de cette nouvelle réforme sur le volume d'eau consommé pour l'irrigation, via une modélisation du comportement économique des exploitants agricoles.

La présentation de l'état de l'irrigation en France, du contenu de cette nouvelle PAC et des relations qui existent entre PAC et irrigation dans une première partie constitue le cadre contextuel de l'analyse. La deuxième partie sera consacrée à la présentation des méthodes de modélisation retenues et à leur mise en œuvre et la dernière partie à la présentation et à l'analyse des résultats ainsi obtenus.

II. LIENS ENTRE IRRIGATION ET POLITIQUE AGRICOLE COMMUNE.

1. Rapide états de lieux de l'irrigation en France.

1.1. L'agriculture irriguée : bilan et évolution.

La superficie irriguée augmente régulièrement depuis les années 1970. Entre 1970 et 2000, elle a ainsi été multipliée par trois, et atteint 1 575 600 ha, induisant mécaniquement une augmentation de la pression exercée sur la disponibilité de la ressource en eau. La part de la surface irriguée dans la Surface Agricole Utilisée (SAU) passe alors de 1,8% en 1970 [réf 1] à 4% en 1998 pour atteindre 5,7% en 2000. Ce développement de l'irrigation accompagne la transformation de l'agriculture, largement soutenue et encouragée par les pouvoirs publics, vers une agriculture de plus en plus intensive, dont les rendements et la productivité s'accroissent régulièrement. L'adoption de l'irrigation permet en effet de se prémunir en partie des aléas climatiques avec des rendements plus élevés, plus stables et des produits de qualité plus homogène. L'irrigation concerne à la fois un nombre limité de cultures et de régions.

La culture du maïs (grain et semence) représente à elle seule 50% des superficies irriguées. Seulement trois types de cultures constituent les deux-tiers de la surface irriguée totale (Tableau 1): le maïs, les légumes frais, et les vergers et petits fruits. Elles présentent des taux d'irrigation particulièrement importants : plus de 60% de la superficie en vergers et petits fruits est irriguée, 53% de celle consacrée aux légumes frais, fraises et melons et 45% de la superficie en maïs (grain et semence).

Entre 1988 et 2000, la surface irriguée en maïs a, de plus, progressé de 36% soit 207 100 ha environ. Cette augmentation représente près de la moitié de l'accroissement de la superficie irriguée totale sur la période [réf 1].

Les neuf régions administratives qui ont la superficie irriguée la plus importante représentent près de 90% de la superficie irriguée nationale. Ce sont, par ordre décroissant de ces superficies, les régions Aquitaine, Midi-Pyrénées, Centre, Poitou-charentes, Pays de la Loire, Rhône-Alpes, PACA, Languedoc-Roussillon et enfin l'Alsace (Tableau 2). On observe donc trois grandes zones géographiques distinctes, qui présentent, des spécificités en terme d'irrigation :

- Dans le sud-est de la France (Rhône-Alpes, PACA et Languedoc-Roussillon), l'irrigation est ancienne et la part de la surface irriguée dans la SAU globale évolue peu depuis 1970 [réf 1]. L'irrigation y est particulièrement utilisée pour la culture des fruits (vergers et petits fruits) : 60% de la surface irriguée en vergers se situe dans cette région. Dans le Languedoc-Roussillon, l'irrigation est utilisée pour la culture des fruits, des légumes et de la vigne, tandis qu'en PACA elle sert en plus des fruits et des légumes, aux superficies toujours en herbe, et aux céréales autres que le blé et le maïs : essentiellement le riz. En Rhône-Alpes, la principale culture irriguée est le maïs, la culture du maïs irriguée et des vergers irrigués représentant 64% de la superficie irriguée totale de cette région.
- Dans le sud-ouest (Aquitaine, Midi-Pyrénées, Poitou-Charentes) la part de l'irrigation dans la SAU augmente fortement et régulièrement depuis 1970.

L'irrigation sert principalement à la culture du maïs, les deux tiers (67%) de la surface irriguée de ces régions est ainsi dédiée à cette culture et plus de 60% de la surface en maïs irriguée s'y situe.

- Dans les régions de grandes cultures, dans la moitié nord de la France, l'irrigation se développe plus tardivement (fin des années 1970, début des années 1980). Ces régions se consacrent principalement aux grandes cultures : le maïs principalement dont le maïs fourrage, mais aussi la betterave, les protéagineux...

Tableau 1 : superficie irriguée selon les différentes cultures.

culture	superficie	Part	Part Cumulée
Maïs-grain et maïs-semence irrigués	780923	50%	50%
Légumes frais, fraise et melon irrigués	132395	8%	58%
Vergers et petits fruits (hors agrumes) irrigués	117928	7%	65%
Maïs fourrage irrigué	105060	7%	72%
Protéagineux irrigués	66743	4%	76%
Autres céréales irriguées	63810	4%	80%
Pomme de terre irriguée	56497	4%	84%
Autres cultures irriguées	46287	3%	87%
Superficie toujours en herbe irriguée	36714	2%	89%
Soja irrigué	36504	2%	92%
Betterave industrielle irriguée	34257	2%	94%
Prairies temporaires ou artificielles irriguées	33200	2%	96%
Blé dur irrigué	17373	1%	97%
Vigne irriguée	15851	1%	98%
Blé tendre irrigué	15168	1%	99%
Tournesol irrigué	11463	1%	100%
Autres cultures fourragères annuelles irriguées	3027	0%	100%
Agrumes irrigués	2426	0%	100%
Total	1575626	100,0%	

Source : RA 2000

L'augmentation importante de la superficie irriguée induit mécaniquement une hausse de la pression exercée par l'usage agricole sur les ressources en eau. Cependant, le lien entre superficie irriguée et pression quantitative n'est pas nécessairement direct, la multiplication par trois en 30 ans des superficies irriguées n'entraînent pas nécessairement une multiplication d'un même niveau des volumes d'eau consommés par l'agriculture. Les impacts de la superficie irriguée, du type de cultures irriguées, ainsi que des spécificités régionales en termes de

climats, sols...se combinent vraisemblablement pour agir sur le niveau de pression quantitative exercée sur l'eau.

Tableau 2 : Les principales régions d'irrigation.

Maïs-grain et maïs-semence	Autres céréales	Betterave industrielle	Protéagineux	Maïs fourrage	Superficie toujours en herbe	Légumes frais, fraise et melon	Vigne	Vergers et petits fruits	Superficie irriguée	part dans la superficie nationale	Nom de la région
69%	1%	0%	1%	5%	0%	12%	0%	5%	278693	18%	Aquitaine
63%	4%	0%	4%	7%	1%	3%	0%	5%	269260	17%	Midi-Pyrénées
47%	8%	10%	11%	3%	0%	5%	0%	3%	199833	13%	Centre
72%	4%	0%	7%	7%	0%	2%	0%	1%	169026	11%	Poitou-Charentes
42%	1%	0%	6%	28%	0%	6%	0%	7%	136169	9%	Pays de la Loire
44%	4%	0%	5%	7%	2%	6%	0%	20%	117067	7%	Rhône-Alpes
5%	13%	0%	1%	1%	19%	10%	4%	23%	114950	7%	Provence-Alpes-Côte
6%	7%	0%	2%	2%	7%	15%	14%	29%	64763	4%	Languedoc-Roussillon
88%	0%	2%	0%	2%	0%	2%	0%	0%	53061	3%	Alsace

Source RA 2000

1.2. La consommation d'eau par l'agriculture

Si l'usage agricole ne représente que 14% des prélèvements effectués (essentiellement en période d'étiage), il exerce toutefois la pression quantitative la plus forte du fait de son faible niveau de restitution au milieu. Ainsi, cette activité représente à elle seule près de la moitié des volumes d'eau consommés pendant une année (49%), et 80% des volumes consommés en période d'étiage ([Réf 2]).

On observe une grande variabilité des volumes d'eau consommés par l'irrigation selon les régions. Les neuf régions qui consomment le plus sont celles qui disposent des superficies irriguées les plus vastes. Elles représentent 90% des volumes d'eau consommés. La quantité d'eau consommée par ha de superficie irriguée n'est toutefois pas la même d'une région à l'autre. Comme le souligne le rapport de l'IFEN, la variabilité inter-régionale s'explique en effet à la fois par le poids variable de l'agriculture, les différents choix de cultures effectuées, et les différences climatiques. Ainsi, la consommation d'eau par hectare de superficie irriguée variait en 2000 entre 998 m³ pour les Pays de la Loire et 5366 m³ pour la région PACA, la médiane française se situant autour de 1275 m³ par ha.

De ce fait, la part de l'irrigation dans la consommation d'eau régionale totale est, elle aussi, extrêmement variable. Elle est comprise entre moins de 1% en Lorraine, à près de 80% en Poitou-Charentes. Pour six des neuf régions administrative qui irriguent le plus, en particulier, l'agriculture consomme plus de 70% du volume total d'eau consommée (tableau 4). On comprend que dans ces régions, l'agriculture irriguée cristallise les tensions autour des conflits d'usage, d'autant plus que les besoins en eau d'irrigation se manifestent en période estivale, période d'étiage où la pénurie peut se faire ressentir.

Tableau 3 : Régions administratives dont la part de l'irrigation dans la consommation d'eau dépasse 70% en 2002

nom de la région	Volumes d'eau consommés pour l'irrigation/ en milliers de m3	Volumes totaux d'eau consommés / en milliers de m3	part de l'irrigation dans la consommation totale d'eau
Poitou-Charentes	234664	296489	79%
Provence-Alpes-Côte d'Azur	616860	796919	77%
Aquitaine	408968	529586	77%
Centre	315768	424390	74%
Midi-Pyrénées	361965	508373	71%
Languedoc-Roussillon	238767	336715	71%

Données IFEN

L'usage agricole représente donc globalement la pression quantitative sur l'eau la plus forte, et ce, du fait presque exclusif de moins d'une dizaine de régions : les régions de grandes cultures et celles de la moitié sud de la France. Cet usage apparaît alors comme le principal levier de réduction de la pression quantitative sur l'eau, et l'impact des politiques publiques sur cet usage constitue un véritable enjeu environnemental.

2. Effets des PAC sur l'irrigation : aspects qualitatifs

La Politique Agricole Commune (PAC) est la principale politique publique encadrant l'activité agricole. Depuis sa mise en œuvre en 1962, la PAC influence fortement l'environnement économique de l'agriculture. A sa création, son objectif principal est d'accroître la productivité du secteur agricole via un niveau de prix minimum garanti au sein de l'Union Européenne. L'irrigation est alors un moyen de production tout à fait adapté à cet objectif en permettant d'améliorer les niveaux des rendements tout en les rendant plus stable. La PAC dans sa conception originelle encourage donc le développement de l'irrigation. A partir du début des années 1980, des réformes successives (plafonnement des dépenses, gel annuel ...) sont mises en œuvres par la communauté européenne, sans toutefois remettre en cause les grands principes de la PAC (soutien des prix par les prix d'interventions, et les subventions aux exportations). Toutes se révèlent incapables de rétablir l'équilibre des marchés agricoles et d'apaiser les tensions internationales, soulignant le besoin d'une réelle réforme en profondeur.

2.1. PAC et irrigation après la réforme MacSharry de 1992.

La réforme proposée en mai 1992, répond à ce besoin, et marque un début de rupture avec les orientations originelles de la PAC. Le changement majeur réside dans la substitution d'une partie importante du soutien par les prix, par un soutien par les revenus. Les prix d'intervention sont en effet réduits une première fois, et des aides directes sont créées pour compenser la baisse potentielle de revenus ainsi engendrée. La baisse des prix d'interventions doit permettre de rapprocher les prix européens des prix mondiaux. La rupture avec les principes de base de la PAC n'est pas totale. Les aides directes ainsi créées sont en effet couplées à des facteurs primaires (la terre, le nombre de bête...) de production, incitant ainsi à

maintenir un niveau plus élevé de production : elles sont assises sur les superficies pour les productions végétales, ou le cheptel pour les productions animales. Elles sont toutefois soumises à l'obligation de mettre en jachère une partie des terres des exploitations dépassant un certain seuil de production.

Pour les céréales, oléagineux, protéagineux (COP), les aides directes à l'hectare sont le produit de trois éléments ([Réf 3] et [Réf 4]) :

- un montant de base à la tonne définit par l'union européenne (annexe 1)
- un rendement céréalier historique moyen (rendement « toutes céréales ») définit par chaque état membre pour chacune de leurs régions dans un plan de régionalisation. Les Etats peuvent également choisir de distinguer du rendement « toutes céréales », un rendement « maïs » et/ou un rendement « cultures irriguées »
- la surface cultivée, dans la limite d'une superficie de base régionale définie comme la moyenne des hectares des cultures COP en 1989, 1990 et 1991 d'une région.

Le plan de régionalisation choisit par la France repose sur un découpage départemental. Le rendement de référence dans chaque département est alors une moyenne pondérée du rendement national (à 50 %) et du rendement départemental (à 50 %). Selon les départements, on observe plusieurs cas de figure (annexe 2):

- les départements ayant un rendement unique
- ceux ayant distingué l'irrigation
- ceux ayant une base maïs
- ceux ayant une base maïs avec une distinction irriguée non irriguée

Dans les départements qui distinguent un rendement de référence pour les cultures en sec et celles irriguées, les rendements de référence « en sec » et « irrigué » se calcule de la même façon que le rendement de référence « toutes céréales » (une moyenne pondérée du rendement national et du rendement départemental) en se restreignant respectivement aux seules cultures irriguées et non irriguées. Logiquement le rendement de référence « irrigué » est supérieur à celui « en sec ». Initialement, ce système visait à permettre aux producteurs irrigants de bénéficier des avantages acquis et, à leur éviter un régime ne leur permettant pas d'amortir les investissements en matériel d'irrigation (OCDE). Ce système de double rendements instaure donc un transfert de prime au profit des producteurs irrigants et au détriment des producteurs non irrigants et encourage ainsi un système de production intensif préjudiciable pour l'environnement.

2.2. Les effets de la nouvelle réforme de la PAC de juin 2003.

Le 26 juin 2003, les ministres de l'agriculture européens ont adopté une nouvelle réforme de la PAC qui entrera en vigueur en France à partir de 2006. La philosophie générale de cette nouvelle PAC est très proche des deux précédentes : elle conserve, en effet, la baisse du soutien par les prix et la compensation par des aides directes des pertes de revenus ainsi induites. Elle marque, néanmoins, une véritable rupture essentiellement par les deux dispositions novatrices que sont le découplage des aides des acteurs de production et la conditionnalité.

Avec la réforme de 1992, la décision de produire en irriguée plutôt qu'en sec est prise, si les coûts, propre à l'irrigation, sont inférieurs à la somme du surplus lié au produit brut obtenu par

l'irrigation (l'irrigation permet d'obtenir des rendements plus élevés et a fortiori un produit brut plus important) et du surplus lié à la surprime à l'irrigation (rendement de référence plus important pour les cultures irriguées). Les aides intervenaient donc sur la décision d'irriguer en incitant, dans un premier temps, à augmenter la superficie irriguée, puis dans un second temps, à la maintenir.

A court-moyen terme, le découplage total des primes en supprimant de fait la surprime à l'irrigation, devrait faire disparaître cette incitation. Dans le cas de découplage partiel, comme en France (25 % du montant autorisé pour les COP), une partie des aides reste couplée avec la superficie, avec pour cette partie le maintien de la surprime à l'irrigation et donc sans doute une baisse moindre de la superficie irriguée qu'en cas de découplage total. De manière générale, le découplage qu'il soit partiel ou total induira la disparition d'une incitation à irriguer.

Ces aspects qualitatifs permettent d'anticiper le sens général d'évolution des superficies irriguées mais ne donnent aucune information sur son importance. La mise en oeuvre d'un modèle de simulation devrait permettre de quantifier l'importance de cette évolution selon le niveau de découplage retenu. On s'intéressera aux marges brutes des agriculteurs, les investissements sur les installations étant déjà effectués, ils n'entrent plus dans l'arbitrage actuel entre recettes et charges des exploitants. A plus long terme, la suppression de la surprime à l'irrigation peut toutefois influencer le renouvellement des installations en incitant à ne pas les renouveler. Les effets du découplage pourraient donc être accentués, à plus long terme, par l'existence de cet investissement. Notre modèle ne prend pas en compte cet élément mais on pourra l'intégrer par la suite. D'autre part l'irrigation peut, pour certaines cultures, assurer une stabilité de la rentabilité en cas d'aléas climatique. Ce caractère assurantiel de l'irrigation peut en limiter la baisse envisagée. L'intégration de paramètres d'aversion au risque dans de tels modèles de simulation permet d'intégrer cet aspect.

La suite de cette étude présente le type de modélisation retenu et les résultats ainsi obtenus

III. METHODES MISES EN ŒUVRE POUR QUANTIFIER L'IMPACT DE LA PAC DE 2003

L'évaluation des effets quantitatifs, nationaux et régionaux, de la PAC sur les volumes d'eau consommés par l'irrigation se décompose en deux étapes.

La première étape de cette étude consiste, via la simulation du comportement économique optimum des exploitants, à évaluer les changements induits par la réforme de la PAC sur les superficies irriguées des différentes cultures. A cette fin, on développera un modèle d'offre visant à déterminer l'allocation optimale des surfaces compte tenu du système de prix et de la politique agricole en vigueur.

Dans un second temps, la modélisation statistique doit nous permettre de passer de l'évolution des superficies irriguées par cultures à une évolution des volumes consommés. On cherche alors à évaluer quelle relation linéaire unit les superficies irriguées dans les différentes cultures et le volume d'eau consommé.

Les données utilisées sont principalement issues d'un échantillon d'exploitations professionnelles : le Réseau d'Information Comptable Agricole (RICA). En France, les exploitations professionnelles représentent 63% de l'ensemble des exploitations et 94% de la production. Cet échantillon d'exploitations est représentatif à un niveau régional par taille et type d'orientation technique. La représentativité de la part de l'irrigation par culture dans les différentes régions n'est donc pas spécifiquement recherchée. De ce fait, on ne peut pas

capter l'irrigation des régions qui irriguent peu, à partir de cette base. Par exemple, aucun des 14 500 ha (soit moins de 1% de la superficie irriguée totale) irrigués en Bretagne, et répertoriés dans le recensement agricole (RA), n'est représenté dans le RICA. L'étude se restreint donc aux 9 régions administratives qui irriguent le plus, et pour lesquelles toutes les cultures réellement irriguées (c'est à dire celles observées à partir du RA) sont représentées dans le RICA. En 2002, ces neuf régions représentent 90% des superficies irriguées et des volumes consommés pour l'irrigation (cf. chapitre 1).

1. Simulation du comportement des exploitants agricoles.

1.1. Le modèle d'allocation optimale des surfaces en univers non risqué.

Si l'on dispose de suffisamment d'informations extérieures pour le paramétrage, la programmation mathématique linéaire présente l'avantage d'être relativement simple à résoudre et facilement interprétables. Elle est utilisée dans de nombreux champs de l'économie, aussi bien en finance, économie agricole, industrielle... La mise en œuvre concrète de cette méthode est souvent rendue difficile par la quantité limitée d'informations dont dispose le modélisateur. Le manque d'une quantité suffisante d'informations empêche la détermination des paramètres nécessaires à la construction de ce modèle. Ne disposant que des données issues du Réseau d'Information Comptable Agricole, la méthode classique de simulation de l'offre des agents par la programmation mathématique linéaire (PML) ne pouvait s'appliquer. On a donc utilisé la programmation mathématique positive (PMP) qui permet avec peu d'informations de simuler le comportement des agents.

Ici les agents déterminent l'allocation optimale de leurs terres, afin de maximiser leurs marges brutes, sous la contrainte des terres agricoles totales disponibles. Ils résolvent donc le programme suivant de maximisation :

$$\text{Max } \sum_i (p_i r_i s_i + a_i s_i - C_i)$$

sous la contrainte :

$$\sum_i s_i \leq s_T$$

où p est les prix de la culture i , r son rendement, s sa superficie, a les aides PAC à l'hectare et C le coût de production. s_T représente la surface agricole totale.

Cette maximisation se fait au niveau de « macro-fermes » correspondant à l'ensemble des exploitations d'une région appartenant au même grand groupe d'orientation technique (annexe 3), soit au maximum 63 macro-fermes (7 grands groupes d'OTEX fois 9 régions).

On considère la partie irriguée et la partie « en sec » d'une même culture comme deux cultures différentes. Les cultures irriguée et « en sec » auront un prix identique mais des rendements différents. Les valeurs de coûts variables de production par culture (b_i) ne sont pas disponibles dans la base de données, la PMP permet de les calibrer à partir des données observées l'année de référence. Pour des raisons de commodités, on suppose que ce coût de production suit une fonction quadratique : $C_i = b_i s_i^2$

Cette hypothèse très fréquemment effectuée dans la littérature, permet de mettre en œuvre la méthode des coûts totaux développée par Gohin et Chantreuil ([Réf 7]). Cette fonction de coût présente toutes les caractéristiques traditionnelles. Elle est croissante et concave.

De plus, on n'a pas pu tester simplement d'autres formes de fonction de coûts. Une forme trinôme nécessitait davantage d'informations : en effet, on ne disposait pas de la ventilation des coûts par culture, on connaît seulement le coût total par exploitation. On pourrait évaluer statistiquement une relation linéaire entre le coût total et les surfaces de chaque culture par région. Dans ce cas $C_i = b_i s_i$ et on se retrouve dans une modélisation linéaire. Or ne disposant pas de suffisamment d'informations externes pour calibrer ce type de modèle, on ne peut pas tester cette forme de fonction de coût.

On connaît, à partir du RICA, les superficies irriguées et non irriguées pour chaque culture. Pour les cultures hors fourrage, viticulture, horticulture, fruits et légumes on peut facilement connaître leurs prix, rendements, et aides à l'hectare (à partir des variables quantités produites, valeurs de productions, montant totale des aides perçues et superficies de référence). Des problèmes se posent, toutefois, pour le traitement de ces cultures (fourrage, viticulture, horticulture, fruits et légumes).

Ainsi pour ces cultures, les quantités produites sont exprimées dans différentes unités (pour le fourrage, par exemple, on a à la fois un nombre de bêtes et une quantité de fourrage en quintal) et les valeurs de production sont associées à différents produits (pour le fourrage, toujours, la valeur de production est renseignée à la fois dans la valeur de production des différents animaux, du fourrage en tant que tel, et du lait produit). On ne peut donc pas calculer facilement prix et rendements. On calcule alors une valeur de production globale, en considérant les vignes, les fruits, les olives, les légumes et l'horticulture, dans leur ensemble, sans distinguer les différents fruits, légumes....

Pour les fourrages, on distingue prairies, maïs fourrager et autres fourrages. Quand une exploitation dispose de plusieurs types de fourrage, la valeur de production globale se répartit uniformément sur ces 3 catégories de fourrages. On fixe ensuite, par convention, le prix de ces cultures à 1, et les rendements sont assimilés à une rentabilité à l'hectare en divisant la valeur de la production par les quantités produites. Pour les aides PAC animales que l'on rattache aux fourrages, on suppose que le nombre et la répartition des différentes catégories d'animaux sont fixes par hectare. On peut alors calculer pour chaque exploitation un montant total d'aides animales à rapporter à la superficie fourragère.

Une fois ces informations rassemblées, on calibre dans un premier temps les coefficients de la fonction de coûts (b_i) via la PMP.

Pour le grand groupe d'OTEX « vins », le calibrage des b_i abouti à des résultats irréalistes avec des coûts variables négatifs associés à certaines cultures. Par simplification, on considère ce grand groupe comme hors champ. L'impact sur les résultats de cette exclusion est quasiment nul puisque ce groupe représente moins de 0,24% de la surface agricole utile de ces 9 régions, et 0,01% de la superficie irriguée.

Les valeurs de coûts variables de production par culture et par hectare ainsi estimés sont en moyenne les plus faibles pour les prairies permanentes (0,36 euros par ha) et les jachères (0,74) et les plus élevés pour la vigne (368,9) et les légumes frais (231,0). Ces coûts sont en moyenne plus élevés pour les cultures irriguées (73,2) que pour les cultures non irriguées (27) (sans doute en partie pour des raisons structurelles : les vergers et les légumes, par exemple, étant souvent irrigués et associés à des coûts plus importants).

On dispose alors de toutes les informations pour résoudre simplement le programme de maximisation :

$$\text{Max} \sum_i (p_i r_i s_i + a_i s_i - b_i s_i^2)$$

Sous la contrainte : $\sum_i s_i \leq s_T$

Par construction l'année de référence vérifie ce programme de maximisation. On comparera cette situation de référence avec une situation comparable en terme de rendement et de prix mais sans aide PAC à l'hectare (découplage total : $a_i=0$) puis avec 25% des montants des aides aux cultures recouplées, ainsi que les différents recouplages des aides animales choisies par la France (option française).

1.2. La prise en compte du risque.

La prise en compte du risque permet d'intégrer le caractère parfois assurantiel de l'irrigation. L'irrigation permet en effet pour certaines cultures, de se prémunir contre des baisses trop importantes des rendements suite à des aléas climatiques. Cet aspect pourrait venir limiter ou accentuer les seuls effets de la PAC.

On considère que l'exploitant de chaque macro-ferme cherche à la fois à maximiser son profit et à s'assurer contre une baisse trop importante de sa rentabilité en cas d'aléa climatique.

L'écart type des rentabilités annuelles par hectare pour chacune des cultures (une culture en irriguée et en sec constituant deux cultures différentes) donne une bonne approximation du risque associé à une culture particulière. Le risque maximum acceptable par macro-ferme peut alors se mesurer de différentes façons :

- Si on se trouve dans une situation où le risque est systématiquement rémunéré et que, donc, plus une solution est risquée plus elle est profitable, chaque exploitant des macro-fermes choisit, à l'optimum, une solution qui maximise son profit à son niveau de risque maximum acceptable. La somme des risques associés aux cultures mise en œuvre, pour chaque macro-ferme, l'année de référence, correspond alors au risque maximum acceptable. Cette solution semble toutefois assez peu adaptée aux situations auxquelles sont confrontés les exploitants.
- Dans une situation où le risque n'est pas toujours plus profitable, comme il est sans doute le cas ici, on peut calculer, pour chacune des années de la série, le niveau de risque atteint pour chaque exploitant des différentes macro-fermes, et considérer que le risque maximum acceptable est le maximum observé au cours de cette série. Avec cette solution on approche le maximum accepté en utilisant au mieux l'information dont on dispose.

Il convient alors d'ajouter au modèle précédent de maximisation une contrainte supplémentaire telle que la somme du risque pour chacune des cultures ne dépasse pas le maximum accepté.

Un problème subsiste toutefois dans une telle spécification du risque. En effet, il n'y a pas réellement de comportement symétrique de l'agriculteur selon que la variation potentielle de rendement représente une baisse ou une hausse. Quantifier le risque en terme d'écart type revient à attribuer autant d'importance à la hausse qu'à la baisse. Or économiquement parlant, l'agriculteur cherche à se protéger contre les baisses. Par exemple, si par la mise en œuvre la culture X, il rend ses rendements plus volatils mais autour d'une moyenne bien plus haute, cette culture X ne représentera pas une hausse de risque à proprement parler.

Plutôt que la volatilité des rendements agricoles en fonction des cultures, il conviendrait d'estimer la semi-volatilité qui est le pendant statistique du risque de baisse. Cela consiste à ne

considérer que les variations temporelles négatives de rendements et d'estimer l'écart type de cette série filtrée. Le résultat est ainsi plus satisfaisant économiquement parlant mais réclame une disponibilité de données plus importante pour arriver à un résultat statistiquement robuste. En effet, il faut que plusieurs périodes de baisse aient été rencontrées pendant la période constituant l'échantillon de données pour que l'estimation soit fiable.

Dans le cas de cette étude, une telle méthode ne pouvait être mise en œuvre faute de disposer d'une série temporelle suffisamment longue distinguant cultures irriguées et non irriguées. En effet, c'est seulement à partir de l'année 2002 que le RICA distingue les superficies irriguées et non irriguées de chacune des cultures.

On considère alors l'évolution moyenne des rentabilités par hectare des différentes cultures entre une année climatique moyenne : 2002 et une année marquée par une importante sécheresse : 2003. Ce taux d'évolution moyenne (em_i) par culture permet d'évaluer le risque associé à chaque culture. L'exploitant cherche à se prémunir d'une baisse trop importante, on construit une variable de risque à l'hectare par culture R_i qui vaut :

- 1 si l'évolution de la rentabilité est positive
- $1-em_i$ si cette évolution est négative.

Le risque total associé à la culture i vaut : $RT_i = R_i * s_i * p_i * r_i$

On calcule le risque maximum acceptable pour une macro-ferme d'une région particulière et d'un grand groupe d'OTEX spécifique comme étant la valeur médiane des baisses observées entre 2002 et 2003, des rentabilités par hectare globales de l'ensemble des exploitants constituant ce groupe (R_{max}). La valeur maximale, ainsi que les différents quantiles intermédiaires jusqu'à la médiane ont également été testés. Si, à partir de ce niveau médian, on observe une légère modification des comportements des agents ce n'est pas le cas pour les autres valeurs. On retiendra donc ce niveau de risque et on ne présentera que les résultats associés à ce niveau.

$$RT_{max} = (1 - R_{max}) * \frac{\sum_i p_i r_i s_i}{s_T}$$

On ajoute ensuite une contrainte supplémentaire au programme de maximisation obtenu après calibrage de la fonction de coût :

$$\text{Max} \sum_i (p_i r_i s_i + a_i s_i - b_i s_i^2)$$

$$\text{Sous les contraintes : } \sum_i s_i \leq s_T$$

$$\sum_i RT_i \leq RT_{max}$$

Cette méthode pour quantifier le risque, en ne reposant plus sur un ensemble d'années mais sur une unique évolution, perd en fiabilité et généralité. Toutefois, l'état actuel des données dont on dispose ne permet que ce type d'évaluation.

2. Estimation du lien entre superficies irriguées par culture et volume d'eau consommé.

Le modèle de PMP ainsi mis en œuvre permet de simuler l'impact de la PAC sur les superficies irriguées par région et grand groupe d'OTEX. Pour évaluer ensuite l'impact des

changements de la PAC sur les volumes d'eau consommés par l'irrigation, il faut pouvoir établir un lien entre les superficies irriguées par culture et l'ensemble de l'eau consommée par l'irrigation. On estime ce lien via un modèle linéaire simple (MCO) à partir des données départementales du recensement agricole 2000 (RA 2000) et des données de l'IFEN sur les prélèvements et la consommation d'eau par usage [Réf 2].

Afin de traiter le problème de la non représentativité des superficies irriguées de la base RICA, un système de pondération supplémentaire, relatif à l'irrigation, y est ajouté. Le poids obtenu par le calage des superficies irriguées dans le RICA de l'année 2000, par région, sur celles observées dans le RA 2000 est ensuite appliqué sur les données 2002 du RICA.

Pour chacun des 50 départements des neuf régions retenues, on exprime donc le volume d'eau consommé par l'irrigation en fonction de la superficie irriguée totale, de celle de différentes cultures (blé tendre, blé dur, maïs, autres céréales, soja, tournesol, protéagineux, verger, vigne, légume frais). On ne retient ensuite que les variables dont le coefficient est significativement différent de zéro.

En région PACA, le département des Bouches-du-Rhône est très atypique. Si, en moyenne, un hectare irrigué consomme 1800 m³ d'eau, dans les Bouches-du-Rhône il en consomme 7500 m³. Cet écart peut provenir de la vétusté des réseaux spécifiques à cette région ou de l'utilisation particulièrement importante du mode d'irrigation gravitaire (Mode d'irrigation ancestrale qui consiste à transporter l'eau jusqu'au bord et à l'intérieur des parcelles dans des canaux aménagés suivant la pente naturelle. Cette méthode nécessite un volume d'eau prélevé important dont une part, elle aussi importante, est restituée au milieu.). En considérant les volumes consommés plutôt que prélevés on se dégage en partie de ce biais. L'intégralité des volumes consommés ne l'est, toutefois, pas nécessairement par les cultures et ce mode d'irrigation peut alors impliquer la non restitution au milieu d'origine d'un plus grand volume d'eau. Ce département présente d'autre part des spécificités importantes en terme d'assolement. Le quart de la superficie française en blé dur irrigué se trouve notamment dans ce département. De ce fait en considérant chaque département comme un individu, la superficie irriguée en blé dur expliquait particulièrement les variations inter-départementales de volumes consommés. Cette corrélation impliquait des réactions exagérément fortes des volumes consommés aux variations de la superficie en blé dur. Ainsi, une diminution d'un hectare de blé dur entraînait une diminution de 26 000 m³ des volumes consommés. Pour palier ce problème, on agrège l'ensemble de la région PACA en un unique individu dans le modèle de régression. La spécificité régionale sans doute due à l'importance de l'irrigation gravitaire et à l'état du réseau d'irrigation se reporte alors de la superficie irriguée en blé dur vers l'indicatrice régionale (coefficient de 583 500). En Languedoc-Roussillon, la consommation d'eau à l'hectare est comme en PACA plus importante que dans le reste de la France (beaucoup d'irrigation gravitaire). Cette spécificité est captée par l'indicatrice régionale (tableau 4).

Ce modèle estime assez finement les volumes d'eau consommés par l'agriculture (annexe 4). L'importance des écarts entre le volume d'eau réellement consommé et celui ainsi estimé est toutefois variable. Afin de limiter l'impact des biais (issus du modèle mais aussi de la pondération) on comparera les volumes estimés par ce modèle aussi bien pour la situation de référence que pour les scénarios simulés.

Tableau 4 : Résultat de la régression.

	Variable	coefficients	p-value
	constante	-6881	0,08
Indicatrice régionale	Poitou Charente	13793	0,04
	Midi Pyrénées	14359	0,004
	Rhône Alpes	13710	0,01
	Languedoc Roussillon	200803	<0,0001
	PACA	583506	<0,0001
Superficie irriguée par culture	superficie irriguée totale	0,46577	0,05
	Maïs	1,39022	<0,0001
	Tournesol	-11,0696	0,10
	Légumes frais	4,15418	<0,0001

IV. PRESENTATION ET ANALYSE DES IMPACTS QUANTITATIFS AINSI SIMULES

Dans un premier temps, le modèle de PMP permet en simulant le comportement des exploitants d'évaluer les impacts quantitatifs de la réforme de la PAC sur les superficies irriguées.

Des analyses de sensibilités ne peuvent pas être réalisées facilement sur ce modèle, si ce n'est en modifiant les hypothèses sur les différents prix. On peut donc difficilement évaluer la qualité de nos évaluations à partir de ce type d'analyse.

En revanche, on peut comparer certains résultats de nos évaluations avec ceux obtenus à partir d'autres modèles. On retrouve un certain nombre de résultats communs aux différentes simulations de la nouvelle réforme produites par d'autres études. Les primes à l'hectare définies par la réforme de 1999 étant plus faibles dans l'élevage que dans les grandes cultures, la simulation du découplage dans la plupart des études montre une augmentation des superficies fourragères au détriment des surfaces COP ([Réf 5], [Réf 6]). Dans notre étude, les surfaces fourragères augmentent ainsi de 4,1 % au détriment des surfaces COP qui diminuent de 5,4 % sur l'ensemble des neuf régions étudiées. La superficie en jachère est quasiment stable (+ 0,2 %). La comparaison des résultats de différents modèles permet d'évaluer en partie la qualité de notre modèle (tableau 5).

Tableau 5 : Comparaison des résultats de différents modèles. Evolutions des surfaces en cas du découplage total prévu par la réforme de la PAC (en %)

Modèles	Surfaces fourragères	COP	grandes cultures hors COP	jachères	Domaine	type de comparaison
MAGALI	+1,2	-5,1	+2,4	-	France métropolitaine	projection pour 2008
MEGAAF	+6,0		-5,1	-	France métropolitaine	projection d'un scénario de référence
PMP INRA	+7,7	-6,1	-	stable	France métropolitaine	projection pour 2008
résultat de l'étude	+4,1	-5,4	+10,2	+0,2	les neuf régions françaises qui irriguent le plus	comparaison toutes choses égales par ailleurs avec 2002

Nos résultats sont cohérents avec ceux obtenus via ces autres modèles. Notre modèle donne des résultats médians quoique son champ soit très spécifique (encadré 1).

L'impact de la PAC sur les superficies irriguées constitue donc le premier élément de cette analyse. Toutefois en terme de pression environnementale, c'est moins cette évolution qui nous intéresse que celle des volumes d'eau consommés. Ce deuxième point caractérise l'évolution de la pression quantitative exercée sur l'eau par l'agriculture.

Encadré 1 : Présentation d'autres modèles utilisés pour simuler les impacts de la PAC sur les assolements

Le modèle MAGALI est un modèle économétrique, de projection, construit par les ministères de l'agriculture et des finances. Il considère l'ensemble de l'agriculture française comme une macro-ferme. Comme les modèle de PMP, c'est un modèle d'offre.

Le modèle MEGAAF est un modèle d'équilibre général (offre et demande) de l'agriculture et de l'agroalimentaire français développé par l'INRA.

Le modèle de PMP de l'INRA est un modèle d'offre. Il permet, comme le nôtre, de distinguer des macros-fermes régionales et donc de tirer des conclusions à la fois globales et régionales. Contrairement au notre, il ne s'intéresse pas particulièrement aux superficies irriguées, et repose sur des projections (d'où la mise en œuvre de rendement endogène, d'hypothèses d'évolutions des prix...).

Dans cette étude, on ne projette pas le niveau d'eau consommé à un horizon déterminé. On compare le niveau qui aurait prévalu si les conditions de la PAC de 2003 avait été remplies l'année de référence : 2002. Les autres modèles n'adoptent pas cette position.

1. Impacts de la réforme de la PAC sur les superficies irriguées.

La nouvelle réforme de la PAC peut agir sur les superficies irriguées via le découplage des aides (partie II.2). L'impact de la PAC sera donc mesuré par la comparaison de la situation de référence post réforme (l'année 2002) avec un premier scénario où les aides seraient totalement découplées, toutes choses égales par ailleurs. La France a opté pour le recouplage des aides à hauteur de 25% pour les cultures COP et pouvant atteindre 100% pour certaines aides animales. Cette option française constituera un deuxième scénario de comparaison. Enfin on testera sur ces deux scénarii l'effet d'une hausse très importante (25%) du prix du maïs. Le gain important de rentabilité de cette culture, particulièrement irriguée, représente une tentative d'approximation d'un frein « maximum » à la baisse de l'irrigation.

1.1. Evolution de la superficie irriguée en cas de découplage total

La surface irriguée en 2002, sur l'ensemble des neuf régions qui irriguent le plus (90 % de la superficie française irriguée), aurait diminué de 10,1 % si les aides avaient été totalement découplées.

Le maïs, qui est la culture la plus irriguée (50 % de la SI), connaîtrait, en cas de découplage total, une baisse de 14,6 % (tableau 6). Cette baisse est celle qui contribue le plus fortement à la diminution globale. Ainsi, 72 % de la diminution globale de la SI est due à la

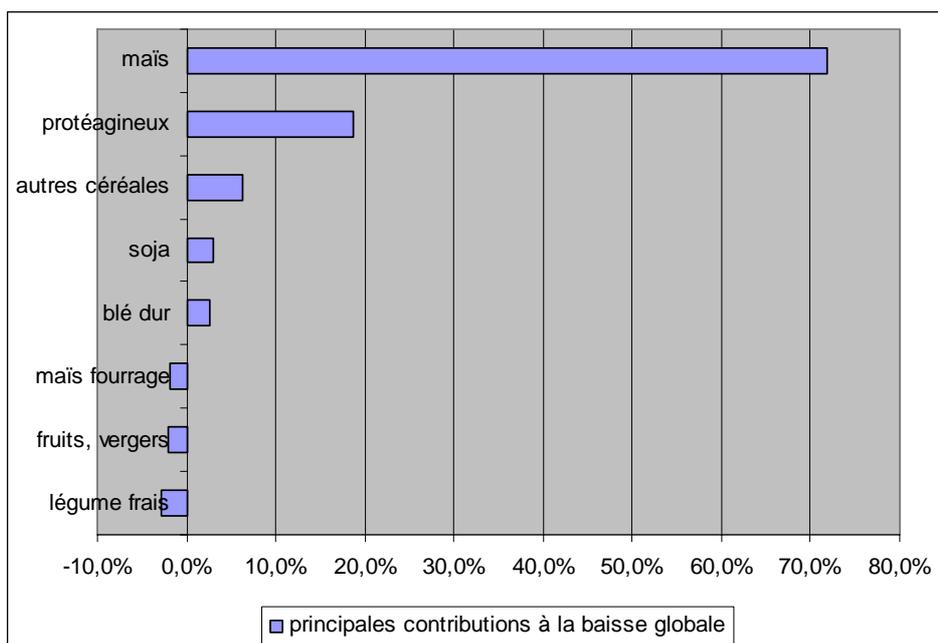
baisse de la superficie en maïs irrigué, 12 % à celle des protéagineux irrigués, qui connaissent la baisse de superficie irriguée la plus marquée (28 %), et 6 % à celle des autres céréales irriguées (hors blé tendre, blé dure et maïs). Les baisses des SI des protéagineux, du blé dur et des autres céréales sont, en proportion, plus fortes mais ont un impact plus limité sur l'évolution globale de la superficie irriguée car leurs SI sont beaucoup plus faibles que celle du maïs (graphique 1).

Ce résultat global cache toutefois de fortes disparités régionales

Tableau 6 : Impacts sur la SI des différentes cultures, du découplage total

cultures	évolutions des surfaces en cas de découplage total
protéagineux	-28,2%
blé dur	-24,2%
autres céréales	-15,8%
maïs	-14,6%
soja	-13,4%
prairies permanentes	-11,4%
blé tendre	-8,3%
tournesol	0,3%
jachères	1,2%
colza	2,1%
fruits, vergers	2,7%
maïs fourrage	2,8%
riz	3,4%
légume frais	3,5%
pomme de terre de plant	4,4%
prairies temporaires	4,6%
vigne	5,2%
pomme de terre de conservation	6,7%
autres fourrages	9,1%
autres cultures	10,2%

Graphique 1 : Comparaison des contributions à l'évolution globale observée des principales cultures



Les régions du sud-est, où l'irrigation est la plus ancienne, connaîtraient l'évolution la moins marquée de leurs SI (tableau 7). En cas de découplage total, toute chose égale par ailleurs en 2002, les superficies irriguées en Provence-Alpes-Côte d'Azur diminueraient de seulement 2 % et stagneraient en Languedoc-Roussillon (+0,2 %). Ces régions irriguent en effet principalement les fruits, les légumes et la vigne qui ne sont pas concernés par les aides à l'hectare de la PAC de 1999. Les cultures irriguées y sont donc moins souvent bénéficiaires d'aides PAC couplées, et le découplage total y aurait donc logiquement un impact plus faible.

A l'opposé, ce sont dans les régions du sud-ouest de la France que les diminutions des superficies irriguées seraient les plus fortes en cas de découplage total des aides PAC. La région Midi-Pyrénées connaîtrait la baisse de SI la plus marquée (23 %) contribuant ainsi à 43 % de la baisse globale observée. L'ensemble des trois régions du sud-ouest : Midi-Pyrénées, Poitou-Charentes et Aquitaine, représenteraient à elles seules plus des trois quarts de cette diminution globale.

Ces régions illustrent bien les deux éléments de baisse induits par le découplage :

- la réorientation des cultures aidées (principalement COP) vers des cultures non aidées, qui sont aussi moins souvent irriguées.
- la réorientation d'une même culture vers un mode de conduite « en sec » par la suppression de la surprime à l'irrigation (générée par les rendements de référence différenciés).

En Alsace, si la quasi-totalité des cultures irriguées est bénéficiaire d'aides PAC, l'écart entre rendements de référence irrigué et non-irrigué est beaucoup plus faible. Il est de seulement 7 % contre des écarts allant de 23 % à 71 % dans les départements des régions du sud-ouest (annexe 2). De ce fait, la diminution de la SI y est plus limitée (4,6 %) et les diminutions des superficies des cultures aidées sont quasiment identiques qu'elles soient irriguées ou non (ainsi pour le maïs, par exemple, sa superficie irriguée diminuerait de 4,5 %, très proche de la diminution de celle « en sec », de 4,3 %).

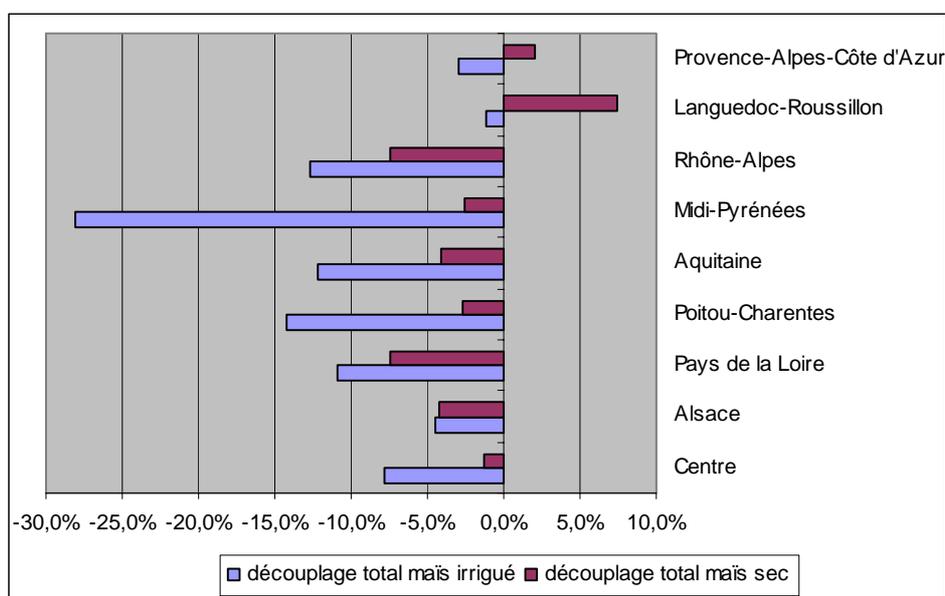
Tableau 7 : Impacts régionaux du découplage total sur la SI

nom de la région	Evolutions des superficies irriguées en cas de découplage total
Midi-Pyrénées	-22,9%
Poitou-Charentes	-14,2%
Aquitaine	-8,5%
Rhône-Alpes	-6,5%
Pays de la Loire	-5,9%
Centre	-5,3%
Alsace	-4,6%
Provence-Alpes-Côte d'Azur	-1,9%
Languedoc-Roussillon	+0,2%
Ensemble	-10,1%

Les régions Centre, Pays de la Loire, et Rhône-Alpes présentent une position intermédiaire. Elles irriguent majoritairement les cultures COP (essentiellement le maïs) mais de

façon plus modérée que dans les régions du sud-ouest et de l'Alsace. Une part significative de la SI y est dédiée à d'autres cultures non (ou moins) primées à l'hectare: la betterave industrielle (10% de la SI) dans la région Centre, les cultures fourragères (28 % de la SI pour le maïs fourrage) en Pays de la Loire, les légumes, vergers et autres fruits (26 % de la SI) dans la région Rhône-Alpes. De même, la plupart des départements de ces régions distinguent des rendements de référence irrigué et non-irrigué. Comme dans les régions du sud-ouest, la conjonction de ces deux éléments aboutit à une évolution significative de la SI, mais moins marquée. En cas de découplage total, la SI diminuerait de 6,5 % en Rhône-Alpes, 5,9 % en Pays de la Loire, et 5,4 % dans la région Centre. Pour une même culture, la suppression de la surprime irriguée y provoquerait une baisse plus importante de la partie irriguée que de la partie « en sec », mais là encore de façon moins nette que dans le sud-ouest. Dans le cas du maïs, pour la région Pays de la Loire, la superficie diminuerait de 11 % pour la partie irriguée, contre 7 % pour celle « en sec ». Dans la région Centre, ces baisses seraient de respectivement 8 % contre 2 % (graphique 2).

Graphique 2 : Comparaison des Impacts du découplage total sur les superficies en maïs irrigué et « en sec »



Les impacts du découplage total sur les superficies irriguées est donc particulièrement variable d'une région à l'autre. Ils dépendent de la part des cultures irriguées aidées parmi l'ensemble des cultures irriguées de la région, et de l'importance de la surprime à l'irrigation, elle aussi variable selon les régions.

L'évolution de la superficie irriguée est assez homogène par grands groupes d'OTEX. Le groupe correspondant aux fleurs, fruits et légumes est toutefois tout à fait à part. Logiquement, dans ce groupe, les principales cultures irriguées sont les fruits, fleurs et légumes qui ne sont pas bénéficiaires d'aides PAC. Il est donc le seul groupe dans lequel la superficie irriguée serait stable (-0,17 %) en cas de découplage total.

Dans les autres groupes, cette baisse varie entre 9,5 %, pour le grand groupe de polyculture, et 16,5 % pour le grand groupe de poly-élevage (tableau 8).

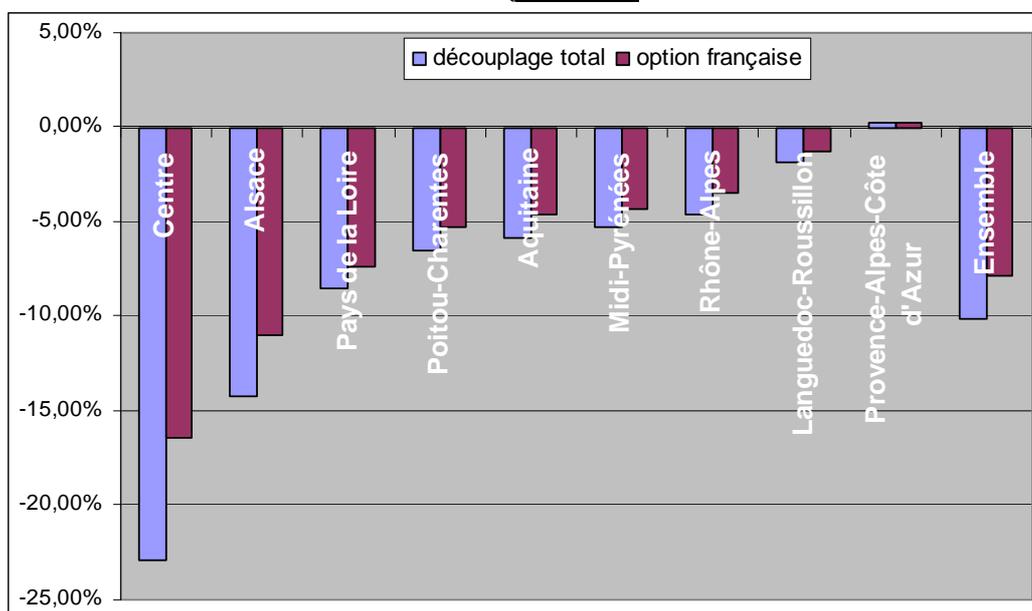
Tableau 8 : Impacts du découplage total sur la SI par grand groupe d'OTEX

Grand groupe d'OTEX	Evolutions des superficies irriguées en cas de découplage total
Poly-élevage	-16,6%
Combinaisons cultures-élevage	-15,3%
Céréales, oléagineux, protéagineux	-11,6%
élevage	-10,7%
Autres grandes cultures	-9,9%
Polyculture	-9,5%
Fleurs, fruits et légumes	0,2%

1.2. Evolution de la SI suite à l'option française de recouplage partiel

Les effets sur les superficies irriguées de l'option de recouplage choisie par la France, seraient qualitativement identiques à ceux obtenus via le découplage total, mais de moins grande ampleur (graphique 3).

Graphique 3 : Comparaison des évolutions des SI entre le découplage total et l'option française



Ainsi, si l'option française avait été mise en œuvre en 2002, la superficie irriguée aurait diminué de 7,9 % relativement à celle observée sous le régime de la PAC de 1999, soit deux points de moins qu'avec l'option du découplage total. Les contributions des maïs, protéagineux et autres céréales dans cette diminution sont les mêmes qu'en cas de découplage total, la diminution de chacun étant réduite dans des proportions identiques. Ainsi la superficie en maïs irriguée diminuerait de 11,8 %, celle en protéagineux de 20,2 % et celle en autres céréales de 12,4 %.

Les conclusions régionales sont également identiques avec des évolutions moins importantes. Pour les mêmes raisons qu'en cas de découplage total, les régions du sud-ouest connaîtraient, via la mise en œuvre de l'option française, les diminutions les plus fortes (tableau 9) et les régions du sud-est (Languedoc-Roussillon et PACA) les diminutions les plus faibles.

Le recouplage partiel choisi par la France limiterait ainsi les impacts positifs de la réforme de la PAC sur la réduction de la superficie irriguée.

Tableau 9 : Impacts régionaux de l'option française sur la SI

nom de la région	Evolutions des superficies irriguées avec l'option française
Midi-Pyrénées	-16,4%
Poitou-Charentes	-11,0%
Aquitaine	-7,4%
Rhône-Alpes	-5,3%
Pays de la Loire	-4,6%
Centre	-4,3%
Alsace	-3,5%
Provence-Alpes-Côte d'Azur	-1,3%
Languedoc-Roussillon	0,2%
Ensemble	-7,9%

1.3. Effets d'une augmentation du prix du maïs.

La part de l'irrigation pour la culture du maïs est particulièrement importante. Elle représente 45% de la surface cultivée en maïs (en moyenne la surface irriguée représentant moins de 6% de la SAU cf. partie II). Une augmentation importante du prix de vente de cette culture entraîne donc une augmentation de la SI et peut venir limiter l'impact du découplage sur la diminution de la SI.

Prenant un scénario extrême de limitation de la baisse potentielle de l'irrigation, nous avons choisi de tester l'impact d'une forte augmentation du prix de vente du maïs sur la SI puis la demande en eau. Ainsi en 2002, une augmentation de 25% du prix du maïs entraînerait, toute chose égale par ailleurs, une hausse de presque 7% de la SI sur les neuf principales régions d'irrigation.

En revanche l'impact du découplage reste quasiment identique. Dans cette situation caractérisée par un prix élevé du maïs relativement aux autres cultures, la mise en œuvre du découplage total s'accompagnerait d'une diminution de 9,4% de la SI, c'est à dire 0,7 points de pourcentage de moins qu'en l'absence de l'augmentation du prix du maïs. De même, dans le cas du découplage partiel choisi par la France, l'augmentation de 25% du prix du maïs ne réduit son impact sur la SI que d'un point de pourcentage (tableau 10).

Tableau 10 : Comparaison de l'impact du découplage sous deux conditions différentes de prix du maïs.

nom de la région	Evolutions des superficies irriguées en cas de découplage total		Evolutions des superficies irriguées dans l'option française de recouplage	
	prix du maïs observé en 2002	prix du maïs augmenté de 25% par rapport à 2002	prix du maïs observé en 2002	prix du maïs augmenté de 25% par rapport à 2002
Midi-Pyrénées	-22,9%	-20,4%	-16,4%	-13,3%
Poitou-Charentes	-14,2%	-12,7%	-11,0%	-9,0%
Aquitaine	-8,5%	-8,0%	-7,4%	-6,5%
Rhône-Alpes	-6,5%	-6,2%	-5,3%	-4,8%
Pays de la Loire	-5,9%	-5,5%	-4,6%	-4,2%
Centre	-5,3%	-5,3%	-4,3%	-3,9%
Alsace	-4,6%	-4,2%	-3,5%	-31,0%
Provence-Alpes-Côte d'Azur	-1,9%	-1,9%	-1,3%	-1,3%
Languedoc-Roussillon	+0,2%	+0,2%	0,2%	0,2%
Ensemble	-10,1%	-9,4%	-7,9%	-6,9%

Si on s'intéresse aux effets cumulés de l'augmentation de 25% du prix du maïs et de la mise en œuvre de la PAC, la SI diminuerait de 3% par rapport à 2002 en cas de découplage total (à niveau de rendement identique) et d'un peu plus de 1% dans le cas du découplage partiel retenu par la France (tableau 11). L'effet à la hausse de la SI du prix du maïs est donc, au global, plus que compensé par l'effet à la baisse de la mise en œuvre du découplage. La baisse de la SI est ainsi maintenue dans les régions souffrant le plus souvent de pénuries (Midi-Pyrénées, Aquitaine, Poitou-Charentes...). Le recouplage partiel des aides ne permet toutefois pas de maintenir cette diminution pour la région Poitou-Charentes.

Tableau 11 les effets cumulés des découplages et de la hausse de 25% du prix du maïs

nom de la région	découplage total et augmentation du prix du maïs de 25%	découplage partiel et augmentation du prix du maïs de 25%
Centre	+0,8%	+2,0%
Alsace	+3,8%	+ 5,0%
Pays de la Loire	+0,9%	+2,0%
Poitou-Charentes	-1,5%	+1,0%
Aquitaine	-1,9%	-0,9%
Midi-Pyrénées	-13,2%	-7,7%
Rhône-Alpes	-1,3%	-0,2%
Languedoc-Roussillon	+1,2%	+1,2 %
Provence-Alpes-Côte d'Azur	-1,9%	-1,3%
Ensemble	-3,0%	-1,2%

Ce scénario d'une augmentation de 25% du prix du maïs, les autres prix et les rendements restant inchangés, constitue un cas extrême et caricatural rendant le maïs particulièrement intéressant relativement aux autres cultures.

2. Impacts de la réforme de la PAC sur les volumes d'eau consommés.

Pour que la baisse de la SI se traduise par une diminution de la pression quantitative, il ne faut pas qu'elle se fasse au bénéfice de cultures très fortement consommatrices d'eau (comme les vergers ou légumes frais). C'est donc moins l'impact de la PAC sur la superficie irriguée que sur les volumes consommés qu'il convient d'observer, les deux étant bien entendu liés.

2.1. Impacts du découplage total sur les volumes d'eau consommés par l'agriculture.

Au niveau global, l'évolution des volumes consommés est, en pourcentage, légèrement moins forte que celle des superficies irriguées. En cas de découplage total, les volumes d'eau consommés par l'irrigation auraient été inférieurs à ceux observés en 2002 de 7,5 % contre une diminution de 10,1 % pour la superficie irriguée (tableau 12).

Tableau 12 : Evolution des volumes consommés en cas de découplage total

nom de la région	Evolutions des volumes consommés	Evolutions des superficies irriguées
Midi-Pyrénées	-23,2%	-22,9%
Poitou-Charentes	-13,6%	-14,2%
Rhône-Alpes	-12,0%	-6,5%
Aquitaine	-8,3%	-8,5%
Pays de la Loire	-8,0%	-5,9%
Centre	-5,7%	-5,3%
Alsace	-4,9%	-4,6%
Languedoc-Roussillon	-0,5%	0,2%
Provence-Alpes-Côte d'Azur	-0,1%	-1,9%
Ensemble	-7,5%	-10,1%

En effet, le maïs est la seule culture dont la superficie irriguée diminue et pour laquelle les volumes d'eau prélevés par hectare sont supérieurs à la moyenne observée (1800 m³). Ainsi, si l'ensemble de la baisse des superficies estimées correspondait à celle du maïs uniquement, la baisse en volume (13,5%) aurait été plus forte que la baisse en superficie (10,1%). Mais une partie seulement de la baisse globale des superficies irriguées correspond à une diminution de la superficie irriguée en maïs.

Les autres cultures pour lesquelles les superficies irriguées diminuent sont associées à des volumes d'eau consommés inférieurs à la moyenne observée. Elles ont donc un impact sur les volumes consommés inférieur à leur impact sur les superficies. C'est le cas principalement des protéagineux et des céréales hors blé et maïs.

D'autre part, l'augmentation de plus de 3,5% des superficies irriguées en légumes frais, qui sont associés à des consommations d'eau très supérieures à la moyenne, compense en partie la diminution induite par la baisse des superficies en maïs irrigué. Cette augmentation des volumes consommés via l'augmentation de la SI en légumes frais représente 12% de la baisse induite par le maïs irrigué.

Pour six des neuf régions qui irriguent le plus, l'impact du découplage total sur les volumes consommés est quasiment identique à celui sur les superficies irriguées. L'écart entre

l'évolution des volumes consommés et celle des superficies irriguées n'est significatif que pour les régions Pays de la Loire, Rhône-Alpes et PACA.

On isole avec le modèle de régression quatre types différents de contribution à l'évolution régionale : l'effet moyen d'un hectare de superficie irriguée, et les effets spécifiques du maïs, du tournesol et des légumes irrigués.

En Rhône Alpes, Pays de la Loire et Aquitaine la contribution spécifique du maïs est plus forte (avec respectivement 76%, 79% et 85%) que celle observée en moyenne sur les neuf régions (74%) induisant une baisse plus importante des volumes que des superficies. Mais tandis que l'effet compensatoire de l'augmentation de la superficie en légumes frais n'est que faiblement marqué en Rhône Alpes et Pays de la Loire (-4% contre -5% en moyenne) il est plus marqué en Aquitaine (-13%). Ceci explique pourquoi l'écart entre l'évolution des volumes et des superficies ne soit plus significatif en Aquitaine alors qu'il l'est pour les deux autres régions.

En PACA, tandis que les superficies irriguées diminuent de presque 2%, les volumes d'eau consommés restent stables (-0,1%). Dans cette région, ce sont essentiellement les superficies irriguées en blé dur et protéagineux qui diminuent, impliquant une diminution plus faible des volumes consommés. Parallèlement, la hausse des superficies irriguées (+1%) en légumes compense cette légère baisse.

2.2. Impacts de l'option française de recouplage sur les volumes d'eau consommés par l'agriculture.

Les résultats issus de la simulation de l'option française sont, à nouveau, qualitativement très proches de ceux obtenus pour le découplage total, mais sont quantitativement plus faibles.

Les écarts entre l'évolution des volumes d'eau consommés et celle des superficies irriguées sont identiques pour la plupart des régions hormis pour Midi-pyrénées (tableau 13). En effet, le recouplage en Midi-Pyrénées se fait proportionnellement moins au bénéfice du maïs (-21% dans l'option française contre -22% en cas de découplage total) que des autres cultures COP (exemple : pour les protéagineux la superficie irriguée diminuerait de 27% dans le cas de l'option française contre 29% en cas de découplage total).

Cet écart important observé en Midi-Pyrénées comble une partie de l'écart observé pour le découplage total entre l'évolution des volumes consommés et celle des superficies irriguées. Dans le cas de l'option française, sur l'ensemble des neuf régions, ces deux baisses sont très proches : 6,9% pour les volumes consommés contre 7,9% pour les superficies.

Tableau 13 : Evolution des volumes consommés dans le cas de l'option française de recouplage.

nom de la région	Evolutions des volumes consommés	Evolutions des superficies irriguées
Midi-Pyrénées	-20,8%	-16,4%
Poitou-Charentes	-12,0%	-11,0%
Rhône-Alpes	-10,3%	-5,3%
Aquitaine	-8,3%	-7,4%
Pays de la Loire	-7,3%	-4,6%
Centre	-5,0%	-4,3%
Alsace	-3,9%	-3,5%
Languedoc-Roussillon	-0,3%	+0,2%
Provence-Alpes-Côte d'Azur	-0,2%	-1,3%
Ensemble	-6,9%	-7,9%

2.3 Impacts d'une augmentation du prix du maïs

Le cas extrêmement défavorable à une baisse de l'irrigation (cas d'une augmentation très importante du prix du maïs (25%) relativement aux autres cultures), entraînerait une augmentation des volumes d'eau consommés par l'agriculture d'environ 6% par rapport à la situation de 2002. Le découplage permet de compenser en partie, cette augmentation. Ainsi par rapport à la situation observée en 2002, l'augmentation du prix du maïs de 25% et la mise en œuvre française du découplage n'entraînerait pas de modification des volumes consommés sur l'ensemble des neufs principales régions (tableau 14). Dans le cas de l'option française, les volumes restent stables ou diminuent pour toutes les régions du sud de la France. Seule la région Midi-Pyrénées, la plus sensible aux effets de la PAC, connaîtrait une baisse des volumes consommés par l'agriculture (-5% environ).

Tableau 14 : les effets cumulés des découplages et de la hausse de 25% du prix du maïs sur les volumes consommés

nom de la région	découplage total et augmentation du prix du maïs de 25%	découplage partiel et augmentation du prix du maïs de 25%
Provence-Alpes-Côte d'Azur	0,0%	0,0%
Languedoc-Roussillon	-0,1%	0,0%
Alsace	4,8%	5,9%
Centre	4,8%	6,1%
Pays de la Loire	1,5%	2,9%
Aquitaine	-1,2%	-0,3%
Rhône-Alpes	0,6%	3,0%
Poitou-Charentes	0,7%	3,1%
Midi-Pyrénées	-9,2%	-4,9%
Ensemble	-0,7%	0,0%

Ce scénario extrême permet ainsi d'évaluer l'effet du différentiel de la marge brute du maïs relativement aux autres cultures sur la consommation d'eau par l'agriculture. Finalement cette situation extrême compense à peine, au global, la baisse des volumes consommés permise par le découplage partiel. Cela confirme donc la réalisation d'une baisse future de la demande en eau agricole via la mise en œuvre du découplage.

3. Impacts de la prise en compte du risque

L'intégration du risque dans le modèle mis en œuvre ici est largement contrainte par les données dont on dispose. Il faudrait pouvoir tester des méthodes plus robustes quand on disposera d'une série temporelle plus longue. En effet, dans la plupart des macro-fermes (une par région et OTEX), la contrainte de risque n'est pas saturée via la simulation des découplages total et partiel, c'est à dire que la plupart des macro-fermes maximisent leurs profits sans atteindre le niveau maximum de risque acceptable estimé. L'arbitrage entre les différentes cultures fait intervenir le couple rentabilité/risque de la culture.

3.1. Impacts sur la superficie irriguée

Sur l'ensemble des neuf régions, la prise en compte d'un risque maximal acceptable a un effet très restreint sur la SI. Ainsi, en cas de découplage total, la diminution de la SI serait de 10,3 % si on intègre le risque dans le modèle, contre 10,1 % sans l'intégration de ce risque (tableau 15).

Pour cinq des neuf régions retenues, la prise en compte d'un niveau de risque maximum par macro-ferme n'a aucun impact. C'est le cas des régions Centre, Aquitaine, Rhône-Alpes, Languedoc-Roussillon, et PACA. Pour l'Alsace, les Pays de la Loire, et la région Midi-Pyrénées la différence entre les résultats avec et sans risque est négligeable. Finalement, la différence n'est significative que pour la région Poitou-Charentes.

Dans cette région, la diminution de la superficie irriguée est plus importante si l'on prend en compte le risque dû aux aléas climatiques : 15,4 % contre 14,2 % sans cet aléa. La prise en compte des risques associés aux différentes cultures y entraîne une diminution plus forte des superficies irriguées de certains protéagineux (essentiellement le pois protéagineux) et des céréales hors blé et maïs au profit essentiellement du blé tendre « en sec ».

Tableau 15 : Comparaison des impacts régionaux du découplage total avec et sans prise en compte du risque.

nom de la région	avec la prise en compte du risque	sans la prise en compte du risque
Midi-Pyrénées	-22,6%	-22,9%
Poitou-Charentes	-15,4%	-14,2%
Aquitaine	-8,5%	-8,5%
Rhône-Alpes	-6,5%	-6,5%
Pays de la Loire	-6,0%	-5,9%
Centre	-5,3%	-5,3%
Alsace	-4,7%	-4,6%
Provence-Alpes-Côte d'Azur	-1,9%	-1,9%
Languedoc-Roussillon	+0,2%	+0,2%
Ensemble	-10,3%	-10,1%

3.2. Impacts sur les volumes consommés

La prise en compte du risque a, comme au niveau des superficies irriguées, assez peu d'effets en matière de volumes d'eau consommés. La diminution des volumes consommés serait alors de 7,6 % avec intégration du risque contre 7,5 % sans (tableau 16).

Tableau 16 Comparaison des impacts sur les volumes d'eau consommés du découplage total avec et sans prise en compte du risque.

nom de la région	avec la prise en compte du risque	sans la prise en compte du risque
Midi-Pyrénées	-23,7%	-23,2%
Poitou-Charentes	-14,7%	-13,6%
Rhône-Alpes	-12,0%	-12,0%
Aquitaine	-8,3%	-8,3%
Pays de la Loire	-8,3%	-8,0%
Centre	-5,7%	-5,7%
Alsace	-5,0%	-4,9%
Languedoc-Roussillon	-0,5%	-0,5%
Provence-Alpes-Côte d'Azur	-0,1%	-0,1%
Ensemble	-7,6%	-7,5%

Il faut rappeler que ce modèle de risque comporte deux niveaux d'incertitudes liés à l'absence de série temporelle suffisamment longue :

- dans l'estimation du risque par culture qui correspond à une évolution entre deux années uniquement.
- dans l'estimation du risque maximum accepté par macro-ferme calculée elle aussi à partir des évolutions entre deux années uniquement.

Ces biais potentiels peuvent être à l'origine de la non-saturation des contraintes de risque pour de nombreuses macro-fermes. Cette prise en compte du risque est donc une première approche qu'il conviendrait d'approfondir quand nous disposerons de davantage de données.

CONCLUSION

L'usage agricole est l'usage le plus consommateur d'eau (49% des volumes consommés). Il est donc régulièrement au cœur des conflits d'usages, et ce d'autant plus que ces besoins se manifestent essentiellement au cours de la période où la ressource est la moins disponible (l'usage agricole représente 80% des volumes consommés en période d'été). C'est toutefois un problème spécifique à certaines cultures (maïs, légumes frais, fruits et vergers) et à certaines régions (principalement : Poitou-Charentes, Aquitaine, Midi-Pyrénées)

Jusqu'à présent les PAC successives étaient plutôt incitatives par rapport à l'irrigation, avec notamment l'existence d'une surprime à l'irrigation depuis la réforme de 1992. Le système de rendements de références spécifiques « en sec » et « en irrigué » instaurait un transfert de prime au profit des producteurs « irrigants » et au détriment des producteurs « non-irrigants ».

A court-moyen terme, la nouvelle réforme de la PAC, via le découplage total des primes, fera disparaître cette incitation, en supprimant de fait la surprime à l'irrigation. Le recouplage partiel choisi par la France (25 % du montant autorisé pour les COP), maintient toutefois une partie de la surprime. Son impact sur l'irrigation serait alors plus limité.

Le choix des agriculteurs en matière de culture est modélisé en maximisant leur marge brute et en prenant en compte la vertu assurancielle de l'irrigation par rapport aux aléas climatiques.

La mise en oeuvre d'un modèle de simulation permet de quantifier l'importance de cette évolution selon le niveau de découplage retenu. L'impact de la PAC est mesuré par la comparaison de la situation de référence pré réforme observée (l'année 2002) avec un premier scénario où les aides seraient totalement découplées, toutes choses égales par ailleurs. La France ayant opté pour le recouplage des aides à hauteur de 25% pour les cultures COP et pouvant atteindre 100% pour certaines aides animales, on a comparé également cette option à la situation de référence. Enfin on a testé sur ces deux scénarii l'effet d'une hausse très importante (25%) du prix du maïs. Cela permet d'approcher l'effet d'une limite à la baisse de l'irrigation presque maximale.

Pour les parties qui sont comparables (évolutions des surfaces fourragères, surfaces COP... suite à la réforme), la comparaison de prévisions issues de notre modèle à celles d'autres modèles montre que nos prévisions sont assez proches et semblent ainsi plausibles. Les résultats ne prennent pas en compte les évolutions normales du marché qui pourraient survenir (évolutions des prix des cultures et des intrants, des rendements...).

La simulation des impacts de la réforme de la PAC sur la superficie irriguée montre que l'option française de découplage pourrait apporter une réponse partielle aux situations de conflits d'usages en réduisant significativement la superficie irriguée (-8 %) et, par suite, les volumes d'eau consommés (-7%). Cette diminution est avant tout le fait de la baisse de la superficie irriguée en maïs et en protéagineux. Néanmoins, l'option de recouplage choisie par la France limite les effets bénéfiques de la PAC sur la demande en eau d'origine agricole par comparaison à l'option d'un découplage total. Ils restent toutefois marqués.

Les impacts régionaux montrent, d'autre part, que les régions dans lesquelles les conflits d'usage sont les plus forts, dans le sud-ouest notamment, sont aussi celles qui verraient les volumes consommés par l'irrigation le plus diminuer (21% en Midi-pyrénées, 12% en Poitou-Charentes et 8% en Aquitaine).

Une augmentation très forte, et peu réaliste, du prix du maïs (+25%) n'influence quasiment pas l'impact spécifique de la PAC sur l'irrigation, mais induit une hausse des superficies irriguées et des volumes d'eau consommés qui compenserait, au global, les effets bénéfiques attendus. La remise en cause d'une baisse de la consommation future d'eau par l'agriculture engendrée par le découplage ne serait donc permise que par une hausse particulièrement forte de la profitabilité du maïs relativement aux autres cultures.

Ces résultats mettent en valeur deux enseignements sur les conflits d'usages dans les régions concernées par des pénuries :

- Du point de vue de la demande en eau, les effets de la nouvelle PAC devraient être sensibles, notamment dans les secteurs géographiques les plus conflictuels, même si le découplage total accentuerait légèrement ces effets positifs.
- Les évaluations en cours, des projets de création de ressources nouvelles bénéficiant, au moins pour partie à l'agriculture, devraient être reprises en y intégrant la baisse future de la consommation d'eau pour l'agriculture engendrée par le découplage.

La prise en compte du risque modifie peu les résultats de l'étude même si l'intégration du risque dans le modèle reste limitée.

BIBLIOGRAPHIE

[Réf 1] G Gleyses, T Rieu : *L'irrigation en France, Etat des lieux 2000 et évolutions*, 2004, Cemagref-Editions.

[Réf 2] l'IFEN (institut français de l'environnement) pour le RNDE : *Les prélèvements d'eau en France en 2001*.

[Réf 3] Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, *Les dossiers de la PAC n°3, L'OCM céréales*, décembre 1998

[Réf 4] Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, *Les dossiers de la PAC n°4, l'Accord de Berlin, la nouvelle PAC*, juillet 1999

[Réf 5] JP Butault, A Gohin, H Guyomard, et A Barkaoui, *La réforme de la politique agricole commune de juin 2003: que peut-on attendre du découplage de la politique de soutien des revenus ?*

[Réf 6] INRA sciences sociales N° 4-5/03 *LA REFORME DE LA POLITIQUE AGRICOLE COMMUNE DE JUIN 2003. Simulations des effets micro-économiques et macro-économiques*.

[Réf 7] A Gohin et F Chantreuil, *La programmation mathématique positive dans les modèles d'exploitation agricole*, mars 1999.

ANNEXE 1 MONTANTS DE REFERENCE DES PAIEMENTS COMPENSATOIRES DES CULTURES ARABLES

<i>en euros/tonne</i>	1999	2000	2001	2002--2006
céréales/maïs	54,34	58,67	63,00	63,00
protéagineux	78,49	72,50	72,50	72,50
oléagineux	94,24	81,74	72,37	63,00
lin oléagineux	105,10	88,26	75,63	63,00
blé dur paiement supp, zones traditionnelles	344,50	344,50	344,50	344,50
blé dur paiement supp, autres zones	138,90	138,90	138,90	138,90
fécule de pomme de terre	86,94	98,74	110,54	110,54
gel des terres	68,83	58,67	63,00	63,00

ANNEXE 2 RENDEMENTS DE REFERENCE DU PLAN DE REGIONALISATION DE 2002, PAR DEPARTEMENT.

NOM	Rendements COP		Rendements maïs			
	Sec	Irrigué	Maïs sec	Maïs irrigué	Sec hors maïs	Irrigué hors maïs
Ain	55,8	75,6				
Aisne	66,2	79,9				
Allier A	55,9	82,2				
Allier B	49,1	82,2				
Alpes de Hte Provence	43,0	81,7				
Alpes Mar.	42,4					
Ardèche	44,8	73,2				
Ardennes	62,2					
Ariège	47,1	76,0				
Aube	65,0					
Aude A	46,6	71,4				
Aude B	41,2	71,4				
Aveyron	47,2	69,0				
Belfort (terr)	53,4					
Bouches du Rhône			71,9		45,1	
Calvados	64,5					
Cantal	48,4	84,7				
Charente	52,0	81,5				
Charente Mar.	54,7	74,4				
Cher	56,7	71,0				
Corrèze			79,4		45,5	
Corse du Sud	38,8					
Cote D'Or	56,4					
Côtes d'Armor	58,9					
Creuse	49,4					
Deux Sèvres	53,3	75,6				
Dordogne			56,9	78,7	49,1	68,1
Doubs A	54,8					
Doubs B	51,7					
Doubs C	45,0					
Drome	46,9	79,2				
Essonne	62,2	67,3				
Eure	64,1					
Eure et Loir	62,7	74,7				
Finistère	55,6					
Gard	44,5	75,3				
Garonne (Haute)	48,7	76,3				
Gers	50,8	77,4				
Gironde A			58,7	85,9	49,3	
Gironde B	70,3					
Haute Corse			92,2		35,5	
Haute Loire A	57,1	67,2				
Haute Loire B	48,6	67,2				
Haute Loire C	42,7	67,2				
Haute Marne	55,9					
Haute Savoie	53,2	72,6				
Hautes Alpes			78,8		47,2	
Hauts de seine						
Hérault	40,6	82,2				
Ille et Vilaine	55,3					
Indre	54,6	70,3				
Indre et Loire	55,8	71,2				
Isère	53,0	90,1				
Jura A	45,0					
Jura B	56,2	69,3				

NOM	Rendements COP		Rendements maïs			
	Sec	Irrigué	Maïs sec	Maïs irrigué	Sec hors maïs	Irrigué hors maïs
Landes			71,4	88,1	50,4	
Loir et Cher	58,0	74,7				
Loire Atlant.	52,5	77,2				
Loire Chambons	56,9	75,8				
Loire montagne	42,6	75,8				
Loire Plaine	50,6	75,8				
Loiret	58,9	70,8				
Lot A	52,6	74,5				
Lot B	43,5	74,5				
Lot et Garonne	50,6	76,4				
Lozère	43,6					
Maine et Loire	53,8	80,6				
Manche	57,1					
Marne	66,0					
Mayenne	58,7	70,9				
Meurthe et Moselle	56,4					
Meuse	56,5					
Morbihan	55,9					
Moselle	55,5					
Nièvre	55,4	68,7				
Nord	66,1					
Oise	65,4					
Orne	59,7					
Paris						
Pas de Calais	66,0					
Puy de Dôme A	62,3	82,2				
Puy de Dôme B	45,5	74,7				
Pyrénées Atl.			71,4	88,1	50,8	
Pyrénées Orient.	40,8	76,6				
Pyrénées (Hautes)			66,4	87,4	45,7	
Rhin (Haut)			77,8	83,3	56,3	
Rhin(Bas)			78,9	84,1	55,8	
Rhône	52,3	89,7				
Saône (Haute)	55,5					
Saône et Loire A	46,7	67,0				
Saône et Loire B	54,1	67,0				
Sarthe	56,4	70,9				
Savoie			70,7	89,3	52,3	
Seine et Marne	65,4					
Seine Maritime	66,1					
Seine St Denis	66,4					
Somme	67,0	78,0				
Tarn	49,9	78,4				
Tarn et Garonne	49,0	77,9				
Val de Marne	63,9					
Val d'Oise	65,4					
Var	40,8	79,0				
Vaucluse	46,5	74,7				
Vendée	54,9	73,6				
Vienne	53,8	85,5				
Vienne (Haute)	49,4					
Vosges	52,6					
Yonne	59,7	67,2				
Yvelines	62,2					

ANNEXE 3 GRANDS GROUPES D'ORIENTATION TECHNIQUE

N° OTEX	Nom de l'OTEX	Grand groupe d'OTEX
13	Céréales, oléagineux, protéagineux	Céréales, oléagineux, protéagineux
14	Autres grandes cultures	Autres grandes cultures
28	Maraîchage	Fleurs, fruits et légumes
29	Fleurs et horticulture diverse	
39	Fruits et autres cultures permanentes	
41	Bovins lait	élevage
42	Bovins élevage et viande	
43	Bovins lait, élevage et viande	
44	Ovins, caprins et autres herbivores	
50	Granivores	
60	Polyculture	Polyculture
71	Poly-élevage à orientation herbivores	Poly-élevage
72	Poly-élevage à orientation granivores	
81	Grandes cultures et herbivores	Combinaisons cultures-élevage
82	Autres combinaisons cultures - élevage	
37	Vins de qualité	Vins
38	Autre viticulture	

Le classement dans une OTEX dépend du type d'activité représentant le produit brut le plus important de l'exploitation.

ANNEXE 4 EVALUATION DU MODELE STATISTIQUE UTILISE POUR CALCULER LES VOLUMES CONSOMMES.

nom de la région	écart entre les données IFEN et les données estimées sur le RA 2000	écart entre les données IFEN et les données estimées sur le RICA 2002
Centre	5,1%	-20,5%
Alsace	-0,3%	3,3%
Pays de la Loire	10,6%	-6,6%
Poitou-Charentes	0,0%	15,1%
Aquitaine	-5,1%	9,4%
Midi-Pyrénées	0,0%	-0,5%
Rhône-Alpes	0,0%	-7,3%
Languedoc-Roussillon	0,0%	-1,2%
Provence-Alpes-Côte d'Azur	0,0%	4,2%
Ensemble	0,0%	-1,5%

R^2 ajusté=0.99.

Les estimations obtenues sont de très bonne qualité. Construit sur 2000, le modèle perd en précision en 2002, et ce sans doute en grande partie du fait que le RICA ne cherche pas à être représentatif pour la superficie irriguée. Afin de limiter ce biais potentiel sur les évolutions des volumes consommés, on ne comparera pas les simulations avec les données IFEN mais toujours avec les données estimées par le modèle.

ANNEXE 5 LISTE DES DOCUMENTS DE TRAVAIL PUBLIES

- 05 – E05 Place de l'environnement dans le système juridique de l'OMC
Ruth GABBAY
- 05 - E04 Comment les politiques publiques peuvent-elles accélérer le progrès sur les technologies de lutte contre le changement climatique ?
Aurélie VIEILLEFOSSE
- 05 - E03 Modélisation du découplage des aides et environnement en agriculture
Elsa LAVAL Nouveautés
- 05 - E02 Efficacité de la filière piles et accumulateurs
Olivier ARNOLD
- 05 - E01 Les régulations environnementales ont-elles un effet sur le commerce extérieur de l'industrie française ?
Sébastien RASPILLER, Nicolas RIEDINGER, Céline BONNET
- 04 - E10 Les politiques environnementales ont-elles un impact sur la croissance ?
Nicolas RIEDINGER
- 04 - E09 Estimation des nuisances pour la collectivité générées par les éoliennes de Sigean
Sébastien TERRA
- 04 - E08 Stratégies d'échantillonnage et modèles de comptage dans la méthode des coûts de transport
Sébastien TERRA
- 04 - E07 Bien public global et instruments des politiques nationales unilatérales
Christine CROS, Sylviane GASTALDO
- 04 - E06 Principe de précaution et décision médicale
Dominique BUREAU, Emmanuel MASSE
- 04 - E05 Préservation des ressources globales et développement économique
Dominique BUREAU
- 04 - E04 Evaluation du coût subi par EDF suite à une mesure en faveur de la vie piscicole sur la Dordogne
Franck FREDEFON
- 04 - E03 Valorisation économique d'une amélioration de la qualité de l'eau de l'étang de Berre
Franck FREDEFON
- 04 - E02 La prise en compte du changement technique endogène affecte-telle l'équivalence entre taxes et permis ?
Gilles SAINT-PAUL
- 04 - E01 Les différences de sévérité environnementale entre pays influencent-elles les comportements de localisation des groupes français ?
Sébastien RASPILLER, Nicolas RIEDINGER

- 03 - E09 Evaluation économique des aménités récréatives d'un parc urbain : le cas du parc de Sceaux
Sylvie SCHERRER
- 03 - E08 Analyse économique de la rentabilité des filtres à particules sur les véhicules diesels neufs
Emmanuel MASSE
- 03 - E07 Note sur l'évaluation des infrastructures de transport et l'étalement urbain
Dominique BUREAU, Nicolas THOUVEREZ
- 03 - E06 Evaluation des bénéfices pour le public de la protection des espaces littoraux remarquables
Sylvie SCHERRER
- 03 - E05 Evaluation économique des aménités récréatives d'une zone humide intérieure : le cas du lac de Der
Sylvie SCHERRER
- 03 - E04 Exploration des engagements futurs en matière de changement climatique
Vincent VAN STEENBERGHE
- 03 - E03 Quels instruments pour une politique environnementale ?
Gilles SAINT-PAUL
- 03 - E02 Couverture des charges d'infrastructure et tarification de l'usage de la route
Isabelle ROVIRA, Martine PERBET
- 03 - E01 Les dommages visuels et sonores causés par les éoliennes : une évaluation par le consentement à payer des ménages dans le cas des éoliennes de Sigean
Sylvie SCHERRER
- 02 - E07 Pollutions atmosphériques transfrontières : mise en œuvre du protocole de Goteborg et de la directive plafonds
Daniel DELALANDE
- 02 - E06 Régulation du bruit à Roissy : efficacité et instruments économiques
Dominique BUREAU
- 02 - E05 Gisement d'énergie éolienne par région : quelques éléments d'éclairage économique
Sabine GUILLAUME
- 02 - E04 Les accords de Bonn et Marrakech : analyse quantitative et mise en perspective
Sandrine ROCARD, Eve ROUMIGUIERES
- 02 - E03 Typologie des modes de gestion des déchets ménagers par les collectivités locales
Anne-Claire BOITEL, Christine LAGARENNE
- 02 - E02 Evaluation économique des pertes d'usage dues aux tempêtes Lothar et Martin de décembre 1999 : le cas de la forêt de Fontainebleau
Sylvie SCHERRER
- 02 - E01 Régulation de la durée des contrats dans le secteur de l'eau
Patrick DERONZIER

- 01 - E07 Effet de serre document de base de la maquette SAGESSE
Eve ROUMIGUIERES
- 01 - E06 Déterminants de la consommation en produits de l'agriculture biologique
Sylvie SCHERRER
- 01 - E05 Effet de serre : quantification de l'effort économique par les parties du protocole de Kyoto
Eve ROUMIGUIERES
- 01 - E04 Déterminants des comportements de tri des ménages
Christine LAGARENNE, Séverine WILTGEN
- 01 - E03 Combinaison des instruments prix et quantités dans le cas de l'effet de serre
Boris COURNEDE, Sylviane GASTALDO
- 01 - E02 Politiques nationales de lutte contre le changement climatique et réglementation de la concurrence : le cas de la fiscalité
Jérôme RIEU
- 01 - E01 Effets économiques du Protocole de Kyoto : une maquette internationale
Jean-Pierre BERTHIER, Martin GUESPEREAU, Eve ROUMIGUIERES

II - Méthodes :

- 05 - M03 Options réelles environnementales
Emmanuel MASSE, Stéphane GALLON Nouveautés
- 05 - M02 Guide pour l'élaboration de cahiers des charges pour des études de valorisation des dommages et aménités environnementales en 5 questions/réponses
Sébastien TERRA
- 05 - M01 Guide pour la mise en œuvre de la méthode des prix hédoniques
Sébastien TERRA
- 04 - M07 Maquette ECHEANCES : Epuisement des Combustibles selon Hotelling et Application Naturelle au Contingentement de l'Effet de Serre
Hélène OLLIVIER
- 04 - M06 Articulation entre quotas échangeables et mesures de gestion des ressources halieutiques : éléments pour l'évaluation économique d'aires marines protégées
Dominique BUREAU
- 04 - M05 Qu'est-ce qu'un marché de permis ? Adaptation du jeu de simulation de l'ENSAE à un marché de crédits « Azote »
- 04 - M04 Tourisme, loi littoral et économie de l'environnement
Dominique BUREAU
- 04 - M03 Fiches DPSEEA élaborées à partir du rapport final de la commission d'orientation pour le plan santé Environnement
Camille FEVRIER

- 04 - M02 Arbitrages intertemporels, risque et actualisation
Stéphane GALLON, Emmanuel MASSE
- 04 - M01 Le cycle de la prévention et de l'information sur les risques
Patrick MOMAL
- 03 - M03 La culture du risque et de la sûreté
Patrick MOMAL
- 03 - M02 Rapport du groupe de réflexion environnement et applications de l'espace
Bertrand GALTIER, Michel LEBLANC
- 03 - M01 Le système d'information environnementale français
Armelle GIRY
- 02 - M02 Santé environnement : problèmes et méthodes
Benoît VERGRIETTE
- 02 - M01 Intérêts et limites des variables biologiques en écotoxicologie aquatique
Patrick FLAMMARION
- 01 - M02 Indicateurs environnementaux : méthodes et utilisation pour l'évaluation des politiques publiques
Xavier DELACHE
- 01 - M01 Méthodologie de valorisation des biens environnementaux
Sylvie SCHERRER

III - Synthèses :

- 05 - S03 Les études de monétarisation des externalités associées à la gestion des déchets
Benoît CHEZE, Olivier ARNOLD
- 05 - S02 Plan National d'Affectation des Quotas : retour d'expérience
Sébastien MERCERON
- 05 - S01 Les différentes gestions du dossier de l'amiante
Grégoire LAGNY



- 04 - S07 Mécanismes économiques à l'œuvre sur la biodiversité dans les secteurs de l'agriculture, la forêt, l'eau, la pêche, le tourisme et les transports
Christine CROS
- 04 - S06 Evolution du régime d'indemnisation des catastrophes naturelles
Annie ERHARD-CASSEGRAIN, Emmanuel MASSE, Patrick MOMAL
- 04 - S05 Développement durable et aménagement routier : le cas de la RN88
Stéphanie ANTOINE
- 04 - S04 L'économie de l'effet de serre : point sur les engagements internationaux de lutte contre le changement climatique
Aurélie VIEILLEFOSSE

- 04 - S03 Entreprises et développement durable
Irène CABY
- 04 - S02 Références méthodologiques pour la prise en compte de l'environnement dans les projets routiers
Stéphanie ANTOINE
- 04 - S01 Déchets ménagers en France. Financement du service et recyclage : Exemples de travaux d'évaluation économiques utiles à la décision publique
Patrick DERONZIER, Olivier ARNOLD
- 03 - S06 L'évaluation des aménités et des dommages environnementaux
Sylvie SCHERRER
- 03 - S05 Les enseignements pour la France des régimes de responsabilité environnementale en vigueur à l'étranger : l'exemple des Etats-Unis et du Brésil
Catherine SCHLEGEL, Laurent VERDIER
- 03 - S04 Les engagements futurs dans les négociations sur le changement climatique
Séminaire D4E
- 03 - S03 Economie de l'environnement et décision publique
Dominique BUREAU
- 03 - S02 Biens publics mondiaux et négociations internationales
Hélène FRANCES, François NASS
- 03 - S01 Axes pour la recherche en environnement et en développement durable dans le sixième programme cadre de recherche et développement de l'union européenne
Groupe thématique national français « recherche européenne, environnement et développement durable »
- 02 - S02 Marchés de droits : expériences passées et débuts pour l'effet de serre
Christine CROS, Sylviane GASTALDO
- 02 - S01 Microéconomie du développement durable : une introduction
Dominique BUREAU
- 01 - S05 L'impact économique des tempêtes de décembre 1999
Annie ERHARD-CASSEGRAIN
- 01 - S04 Ouverture des marchés de l'électricité et environnement
Dominique BUREAU, Sylvie SCHERRER
- 01 - S03 La responsabilité environnementale
Patrick MOMAL
- 01 - S02 Gouvernance mondiale et environnement
Dominique BUREAU, Marie-Claire DAVEU, Sylviane GASTALDO
- 01 - S01 Les rapports environnementaux des entreprises
CHRISTINE LAGARENNE, MARC AVIAM