



N° 3365

---

# ASSEMBLÉE NATIONALE

CONSTITUTION DU 4 OCTOBRE 1958

DOUZIÈME LÉGISLATURE

---

---

Enregistré à la Présidence de l'Assemblée nationale le 12 octobre 2006

## AVIS

PRÉSENTÉ

AU NOM DE LA COMMISSION DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES, DE L'ENVIRONNEMENT  
ET DU TERRITOIRE SUR LE PROJET DE LOI **de finances pour 2007** (n° 3341),

TOME X

**RECHERCHE ET ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR**

**RECHERCHE DANS LE DOMAINE DE LA GESTION DES MILIEUX  
ET DES RESSOURCES**

PAR M. ANDRÉ CHASSAIGNE,

Député.

---



## SOMMAIRE

	Pages
<b>INTRODUCTION</b> .....	7
<b>I.— LES ACTIONS DU PROGRAMME</b> .....	11
1. Recherches scientifiques et technologiques sur les ressources, les milieux et leur biodiversité.....	11
2. Recherches scientifiques et technologiques sur les systèmes de production et de transformation associés.....	11
3. Recherches scientifiques et technologiques sur les systèmes socio-économiques associés .....	12
4. Recherches scientifiques et technologiques sur l'alimentation, ses produits et leurs effets sur le bien-être .....	12
5. Recherches scientifiques et technologiques sur la sécurité alimentaire, sanitaire, environnementale et sur les risques naturels.....	13
6. Diffusion, transfert et valorisation des connaissances scientifiques, des technologies et des compétences.....	13
7. Conception et gestion d'infrastructures pour la recherche et l'appui aux politiques publiques .....	14
8. Moyens généraux.....	14
<b>II.— LES OPÉRATEURS DU PROGRAMME</b> .....	18
1. L'Institut national de la recherche agronomique.....	18
2. L'Institut de recherche pour le développement .....	18
3. Le CEMAGREF .....	20
4. Le Bureau de recherches géologiques et minières.....	21
5. Le CIRAD .....	22
6. L'IFREMER .....	23
<b>III.— LA RÉALISATION DES OBJECTIFS DU PROGRAMME</b> .....	25
<u>OBJECTIF N° 1</u> : PRODUIRE DES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES AU MEILLEUR NIVEAU INTERNATIONAL .....	25
<u>OBJECTIF N° 2</u> : CONTRIBUER À L'AMÉLIORATION DE LA COMPÉTITIVITÉ DES FILIÈRES ÉCONOMIQUES ASSOCIÉES PAR LE TRANSFERT ET LA VALORISATION DES RÉSULTATS DE LA RECHERCHE.....	27

<i>Indicateur n° 3 : Intensité du partenariat avec les entreprises</i> .....	28
<b>OBJECTIF N° 3 : MOBILISER LES CONNAISSANCES EN APPUI AUX POLITIQUES PUBLIQUES</b> .....	28
<b>OBJECTIF N° 4 : CONTRIBUER AU DÉVELOPPEMENT DU SUD PAR LE PARTENARIAT SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE</b> .....	29
<i>Indicateur n° 1</i> .....	29
<i>Indicateur n° 2 : Proportion de co-publications réalisées avec des partenaires du Sud parmi les publications des établissements du programme.</i> .....	29
<b>OBJECTIF N° 5 : PARTICIPER ACTIVEMENT À LA CONSTRUCTION DE L'ESPACE EUROPÉEN DE LA RECHERCHE</b> .....	30
<i>Indicateur n° 1 : Taux de participation des opérateurs du programme aux projets des programmes cadres de l'Union européenne (PCRD)</i> .....	30
<i>Indicateur n° 2 : Taux de coordination des projets de recherche du PCRD par les opérateurs du programme</i> .....	31
<b>IV.— LES QUATRE AXES D'ANALYSE RETENUS</b> .....	32
<b>A.— LA SURVEILLANCE DE LA TOXICITÉ DES EAUX CÔTIÈRES</b> .....	32
1) La menace des phycotoxines .....	32
2) L'organisation de la surveillance .....	33
3) Le repérage de la toxicité .....	34
a) Les deux types de tests « souris ».....	35
b) Les analyses chimiques.....	35
c) Les recherches en cours suite à la crise de l'été .....	36
d) Le remplacement des tests « souris » .....	36
4) L'amélioration des conditions de la surveillance.....	37
<b>B.— LA REDYNAMISATION DE LA FILIÈRE VITICOLE</b> .....	38
1) L'étude de la demande de consommation de vin .....	39
a) Le suivi du comportement des consommateurs.....	39
b) Le décryptage de la perception sensorielle du vin .....	39
2) La mise au point de produits nouveaux .....	40
a) Des procédés nouveaux .....	40
b) Une offre nouvelle .....	41
3) Le renforcement des canaux de diffusion de l'innovation .....	42
<b>C.— LA RÉDUCTION DE LA FRACTURE ALIMENTAIRE MONDIALE</b> .....	43
1) Les limites de la « Révolution verte » .....	44
2) Les axes de la « Révolution doublement verte » .....	45
a) La biodiversité et la génomique .....	45
b) La fertilité des sols et l'aridité .....	46

<i>c) La protection des végétaux et la santé animale .....</i>	47
<i>d) Les pratiques agronomiques et l'élevage .....</i>	48
<i>e) La préservation des ressources forestières et halieutiques .....</i>	48
3) Les modalités de partenariat avec les pays du Sud .....	49
D.— LES MODÉLES D'ANALYSE GLOBALE .....	50
1) La problématique .....	50
2) Une préoccupation nouvelle pour l'INRA.....	50
3) L'analyse de cycle de vie .....	51
4) La dimension prospective.....	52
<b>CONCLUSION .....</b>	55
<b>EXAMEN EN COMMISSION .....</b>	57



MESDAMES, MESSIEURS,

Les controverses suscitées pendant l'été sur la mesure de la toxicité des huîtres d'Arcachon, les réflexions en cours sur les moyens de donner un nouvel élan à la filière viticole française, le besoin de conduire une évaluation véritablement globale de l'impact écologique des substituts aux hydrocarbures, l'adaptation des stratégies de réduction de la fracture alimentaire mondiale, autant de questions au cœur de l'actualité qui soulignent toute l'importance du maintien d'un effort public soutenu et efficace en faveur de la recherche dans le domaine de la gestion des milieux et des ressources.

Derrière son intitulé quelque peu abstrait, la recherche dans le domaine de la gestion des milieux et des ressources vise en effet à développer un ensemble de connaissances et de technologies pour tenter de mieux gérer les relations entre l'homme et les différents milieux naturels, de manière à ce que ces relations puissent s'inscrire dans le cadre d'un développement durable, et que l'exploitation des ressources et des produits issus de ces milieux puisse répondre aux besoins des sociétés des pays du Sud comme celles des pays du Nord.

Les politiques publiques de soutien à la recherche dans les domaines de l'environnement, de la santé, de l'alimentation, de l'énergie, de la gestion des risques naturels sont donc toutes concernées, dans une perspective intégrant les préoccupations des sociétés des pays du Sud.

C'est donc un honneur d'avoir été reconduit par notre Commission des affaires économiques, pour l'année 2007, comme rapporteur pour un avis sur le programme budgétaire relatif à la recherche dans le domaine de la gestion des milieux et des ressources, car ce programme budgétaire touche à des aspects cruciaux pour l'avenir de notre pays, de notre territoire, de notre cadre de vie, et un domaine où l'effort public national n'a de sens que resitué dans le contexte d'une coopération de l'humanité à l'échelle européenne et internationale.

Ce programme budgétaire issu des découpages effectués pour la mise en œuvre de la LOLF embrasse un champ opérationnel très vaste et les moyens correspondants sont principalement regroupés dans six grands établissements de recherche qui contribuent au rayonnement international de la France :

- l’Institut national de la recherche agronomique ;
- l’Institut de recherche pour le développement, l’ancien ORSTOM ;
- le CEMAGREF, institut public de recherche pour l’ingénierie de l’agriculture et de l’environnement ;
- le Bureau de recherches géologiques et minières ;
- le CIRAD, Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement ;
- et l’IFREMER, Institut français de recherche pour l’exploitation de la mer.

Le programme est structuré en 8 actions : cinq actions qui déclinent les domaines de recherche, et trois actions transversales qui concernent la valorisation, l’expertise et la gestion de la recherche par les établissements;

- Action 1 : recherches scientifiques et technologiques sur les ressources, les milieux et leur biodiversité ;
- Action 2 : recherches scientifiques et technologiques sur les systèmes de production et de transformation associés ;
- Action 3 : recherches scientifiques et technologiques sur les systèmes socio-économiques associés ;
- Action 4 : recherches scientifiques et technologiques sur l’alimentation, ses produits et leurs effets sur le bien-être ;
- Action 5 : recherches scientifiques et technologiques pour la sécurité alimentaire, sanitaire et environnementale et sur les risques naturels ;
- Action 6 : diffusion, transfert et valorisation des connaissances scientifiques, des technologies et des compétences ;
- Action 7 : conception et gestion d’infrastructures partagées pour la recherche et l’appui aux politiques publiques ;
- Action 8 : moyens généraux.

Les ressources des six établissements précités proviennent pour partie de prestations sous contrat à destination de divers commanditaires institutionnels ou privés. Mais l’essentiel de ces ressources est constitué de crédits reçus de l’État, et



c'est sous cet angle que le programme trouve sa place dans la nouvelle nomenclature budgétaire.

Ces crédits correspondent exclusivement à des dépenses de fonctionnement, au titre de subventions pour charges de fonctionnement. Leur montant total s'élève à un peu plus d'un milliard d'euros, et progresse nettement au cours des dernières années :

- un milliard soixante neuf millions dans la loi de finances pour 2004 ;
- un milliard cent trente quatre millions dans la loi de finances pour 2005, chiffre reconduit en légère augmentation (un milliard cent trente six millions) pour 2006.

Dans le budget pour 2007, il dépasse un milliard cent soixante trois millions, augmentant de 2,3 %.

Un peu moins des trois-quarts de ces crédits, soit 73 % en 2005 et 69 % en 2006 et 2007, vont aux actions de recherche proprement dites.

Ce sont les actions transversales qui ont le plus progressé de 2004 à 2005, à hauteur de 22 % contre 0,3 % seulement pour les actions de recherche proprement dites. De 2005 à 2006, elles ont progressé de 1,9 % alors que les actions de recherche ont reculé de 0,5 %. À nouveau de 2006 à 2007, elles augmentent de 3,2 %, alors que les actions de recherche n'augmentent que de 1,9 %. On sent là l'effet d'un accent mis sur les moyens d'infrastructure de la recherche.

Le budget proposé pour 2007 se distingue par un très fort mouvement de réallocation au sein de l'ensemble des actions de recherche, par prélèvement sur les moyens des actions 3 et 4 (recherches sur les systèmes socio-économiques et sur la dimension qualitative de l'alimentation) au profit des actions 1 et 5 (recherches sur les systèmes biologiques et écologiques et sur la prévention des catastrophes naturelles et la sécurité alimentaire). Ce mouvement correspond à une réorientation de l'effort budgétaire en direction de l'analyse fondamentale des phénomènes, par une focalisation vers l'amont de l'effort de recherche, parfaitement en cohérence avec les besoins décelés l'année dernière par votre rapporteur.

L'augmentation globale des moyens de 6,1 % entre 2004 et 2005, de 1,8 % entre 2005 et 2006, puis de 2,3 % entre 2006 et 2007 marque certes la volonté d'un effort en faveur de ce programme budgétaire tourné vers l'avenir. Mais une progression régulière de ces moyens aurait certainement été plus souhaitable.



## I.— LES ACTIONS DU PROGRAMME

Le programme comporte huit actions, dont cinq concernent des aspects de la recherche dans le domaine de la gestion des milieux et des ressources et trois sont des actions transversales.

### **1. Recherches scientifiques et technologiques sur les ressources, les milieux et leur biodiversité**

La finalité de l'action est de développer une gestion durable des différents milieux, au bénéfice des populations qui y vivent, grâce à une connaissance écosystémique de leurs ressources et de leurs usages. Il s'agit de prendre en compte la diversité des enjeux économiques, écologiques et sociaux de cette gestion durable, dans une perspective de mise en valeur des engagements internationaux de la France.

Les opérateurs du programme sont amenés en particulier à hiérarchiser les impacts de l'intervention de l'homme sur les milieux et les ressources, dans un contexte prévisible de changements globaux et d'exploitation renforcée des ressources, notamment en vue d'établir un corpus de connaissances pour la constitution d'une véritable ingénierie des systèmes écologiques.

L'action s'étend à la mise à disposition des gestionnaires publics des connaissances et méthodes nécessaires pour atteindre les objectifs de gestion durable de la biodiversité, compatibles avec la pérennité des systèmes de production et dans le respect des équilibres économiques et naturels.

### **2. Recherches scientifiques et technologiques sur les systèmes de production et de transformation associés**

La finalité de l'action est de faire évoluer les modes de production vers l'exploitation durable des ressources et des milieux, grâce à des pratiques et des technologies adaptées, qui réduisent les impacts négatifs sur les ressources, les habitats et l'environnement en général, tout en améliorant la sécurité des acteurs. Les domaines d'intervention sont multiples : agriculture, aquaculture, pêche, élevage, exploitation des ressources minérales et naturelles.

L'action vise en particulier à la maîtrise de la qualité des produits, et au premier chef des aliments, lors de la mise en œuvre des procédés de transformation et de conservation.

### **3. Recherches scientifiques et technologiques sur les systèmes socio-économiques associés**

Tout système technique de production s'inscrit dans un champ social et économique qui conditionne ses relations avec son environnement et son efficacité productive. La finalité de l'action est de transformer les rapports entre les divers acteurs, socio-économiques, professionnels, publics et décideurs, pour définir une nouvelle approche des conflits d'usage des ressources et des milieux dans une perspective de gestion durable. Il s'agira de concilier biens publics et productions marchandes dans une optique multifonctionnelle et respectueuse de chacun, de gérer des processus de développement local diversifiés, d'aider les acteurs à affronter de nouveaux arbitrages pour l'occupation de l'espace et l'accès aux ressources.

L'évaluation de l'impact des mesures de gestion en vigueur suppose le renforcement du réseau de collecte des données d'observation des ressources, des milieux et des usages, le développement de l'information économique, l'amélioration des diagnostics sur l'état de l'exploitation et de l'évolution des ressources. À titre d'exemple, les nouveaux modes de gouvernance de l'eau devraient permettre de mieux concilier décentralisation et solidarités financières, sociales, environnementales aux diverses échelles de temps, notamment à moyen-long terme.

### **4. Recherches scientifiques et technologiques sur l'alimentation, ses produits et leurs effets sur le bien-être**

La finalité de l'action est de mieux connaître la qualité des aliments, leur mode d'assimilation et les phénomènes associés à l'appétence qu'ils créent au niveau individuel et collectif.

Un premier aspect des recherches associées à cette action concerne la nutrition, en relation avec les besoins physiologiques des individus et la capacité des aliments, naturels ou transformés, à satisfaire leurs besoins essentiels, du point de vue de la concentration en nutriments, oligoéléments, vitamines... Il implique également l'étude de leurs effets, négatifs ou positifs, sur la santé.

Ces recherches peuvent concerner par ailleurs la traçabilité des produits, la protection et la promotion des appellations d'origine contrôlée, notamment au niveau européen, et la connaissance des éléments qui déterminent le goût.

Elles peuvent enfin viser à une meilleure compréhension des déterminants socioéconomiques de la consommation.

## **5. Recherches scientifiques et technologiques sur la sécurité alimentaire, sanitaire, environnementale et sur les risques naturels**

La finalité de l'action est de maîtriser les éléments constitutifs de la sécurité des individus et des populations, à tous les niveaux d'intervention possibles.

Les recherches associées visent ainsi à comprendre et prévoir les risques naturels, compte tenu des effets attendus du changement climatique sur la fréquence des phénomènes extrêmes (inondation, sécheresse, risques géologiques, etc.), et à élaborer des stratégies de prévention et des outils de gestion de crise. Elles conduisent à la mise en œuvre de systèmes de surveillance, notamment dans le cadre des grands programmes internationaux sur le climat et la surveillance de la Terre.

Les recherches associées à cette action concernent également la qualité des produits alimentaires en vue de la protection de la santé des consommateurs. Elles visent ainsi, par exemple, à une meilleure surveillance de la santé des cheptels, ou à la mise au point de systèmes de production respectueux de l'environnement et compatibles avec leurs autres usages des ressources naturelles.

## **6. Diffusion, transfert et valorisation des connaissances scientifiques, des technologies et des compétences**

Cette action regroupe les moyens consacrés au partage des connaissances nouvellement acquises avec les divers publics intéressés.

Au premier rang d'entre eux figurent les membres de la communauté scientifique nationale et internationale, dont l'intérêt pour les résultats obtenus constitue un élément de mesure de la performance de l'effort de recherche.

Le transfert du savoir s'effectue aussi en direction des institutions d'enseignement, à tous les niveaux, de l'école primaire à l'Université. Il peut alors prendre différentes formes, comme la participation des chercheurs à l'enseignement, mais également des actions de sensibilisation et d'animation, des expositions, permanentes ou temporaires, des journées portes ouvertes.

La diffusion des connaissances se fait également au profit des décideurs publics, au niveau de l'État comme au niveau des collectivités locales, à travers notamment la mise à disposition d'outils d'aide à la décision ayant vocation à identifier l'ensemble des éléments pertinents de la chaîne des causes et des effets.

Les entreprises enfin contribuent elles aussi à la diffusion des connaissances, notamment au travers de contrats de collaboration, par lesquels elles apportent leur concours à la recherche afin de bénéficier en contrepartie du soutien de communauté scientifique sous différentes formes : expertises

spécifiques, transferts de savoir-faire, licences d'exploitation, formation concertée par la recherche.

L'action de diffusion des connaissances à destination du monde économique peut se traduire par la prise de brevets et de certificats d'obtention végétale, par la participation aux réflexions sur la normalisation européenne, ou encore par la production de guides à usage des professionnels, de manuels techniques et de publications dans des revues spécialisées.

## **7. Conception et gestion d'infrastructures pour la recherche et l'appui aux politiques publiques**

Cette action regroupe l'ensemble des moyens propres à l'acquisition et la qualification de données sur les ressources et les milieux, en vue d'en assurer la disponibilité publique, notamment à travers l'accès aux grandes banques de données mondiales. Ces moyens peuvent comprendre de très grands équipements, comme la flotte océanographique et les engins d'exploration du milieu marin de l'IFREMER.

Les banques de données ou les collections, mises à la disposition de la communauté scientifique, des responsables des politiques publiques ou du grand public sont des instruments essentiels pour le développement des connaissances et de l'expertise, en particulier dans le domaine de l'environnement et des risques. Elles sont alimentées par des observatoires de recherche en environnement et des réseaux de surveillance, dont l'efficacité est tributaire des progrès de la science et de la technologie, notamment dans le domaine de la mesure.

## **8. Moyens généraux**

Les moyens généraux du programme regroupent les moyens généraux des six organismes opérateurs. Ils sont gérés dans une perspective d'harmonisation des systèmes d'information de gestion, de contrôle de gestion et de gestion des emplois et des compétences, malgré les disparités actuelles liées notamment aux statuts différents des opérateurs.

Les simplifications administratives en cours ou à venir limiteront quantitativement l'importance de cette action. La mise en place progressive d'un espace européen de la recherche et le développement de partenariats scientifiques conduisent à faire apparaître des modalités nouvelles, participatives, de l'exploitation de ces moyens généraux.

**ÉVOLUTION DES CRÉDITS DE PAIEMENT PAR ACTION 2004 – 2005**

<b>ACTIONS</b>	<b>LFI 2004</b>	<b>LFI 2005</b>	<b>%</b>
01 Rech. sc. et techn. sur les ressources, les milieux et leur biodiversité	194 509 822	205 165 958	5,5
02 Rech. sc. et techn. sur les systèmes de production et de transformation associés	238 128 228	232 898 004	-2,1
03 Rech. sc. et techn. sur les systèmes socio-économiques associés	96 448 836	96 367 941	-0,1
04 Rech. sc. et techn. sur l'alimentation, ses produits et leurs effets sur le bien-être	118 871 371	115 599 945	-2,7
05 Rech. sc. et techn. pour la sécurité alimentaire, sanitaire, environnementale et sur les risques naturels	137 527 136	137 887 534	0,3
<b>Total des actions de recherche</b>	<b>785 485 393</b>	<b>787 919 382</b>	<b>0,3</b>
06 Diffusion, transfert et valorisation des connaissances scientifiques, des technologies et des compétences	50 076 476	68 112 781	36,0
07 Conception et gestion d'infrastructures pour la recherche et l'appui aux politiques publiques	62 194 000	65 056 000	4,6
08 Moyens généraux	171 664 577	213 165 418	24,2
<b>Total des actions transversales</b>	<b>283 935 053</b>	<b>346 334 199</b>	<b>21,9</b>
<b>TOTAL GÉNÉRAL</b>	<b>1 069 420 446</b>	<b>1 134 253 581</b>	<b>6,1</b>

Source : Projet annuel de performance pour 2005

**ÉVOLUTION DES CRÉDITS DE PAIEMENT PAR ACTION 2005 - 2006**

<b>ACTIONS</b>	<b>LFI 2005</b>	<b>LFI 2006</b>	<b>%</b>
01 Rech. sc. et techn. sur les ressources, les milieux et leur biodiversité	205 165 958	202 715 664	-1,2
02 Rech. sc. et techn. sur les systèmes de production et de transformation associés	232 898 004	228 384 390	-1,9
03 Rech. sc. et techn. sur les systèmes socio-économiques associés	96 367 941	98 213 645	1,9
04 Rech. sc. et techn. sur l'alimentation, ses produits et leurs effets sur le bien-être	115 599 945	114 221 417	-1,2
05 Rech. sc. et techn. pour la sécurité alimentaire, sanitaire, environnementale et sur les risques naturels	137 887 534	140 418 377	1,8
<b>Total des actions de recherche</b>	<b>787 919 382</b>	<b>783 953 493</b>	<b>-0,5</b>
06 Diffusion, transfert et valorisation des connaissances scientifiques, des technologies et des compétences	68 112 781	65 110 854	-4,4
07 Conception et gestion d'infrastructures pour la recherche et l'appui aux politiques publiques	65 056 000	63 654 738	-2,2
08 Moyens généraux	213 165 418	224 066 492	5,1
<b>Total des actions transversales</b>	<b>346 334 199</b>	<b>352 832 084</b>	<b>1,9</b>
<b>TOTAL GÉNÉRAL</b>	<b>1 134 253 581</b>	<b>1 136 785 577</b>	<b>0,2</b>

Source : Projet annuel de performance pour 2006



**ÉVOLUTION DES CRÉDITS DE PAIEMENT PAR ACTION 2006 - 2007**

<b>ACTIONS</b>	<b>LFI 2006</b>	<b>PLF 2007</b>	<b>%</b>
01 Rech. sc. et techn. sur les ressources, les milieux et leur biodiversité	202 715 664	250 050 372	23,4
02 Rech. sc. et techn. sur les systèmes de production et de transformation associés	228 384 390	243 022 351	6,4
03 Rech. sc. et techn. sur les systèmes socio-économiques associés	98 213 645	82 315 666	-16,2
04 Rech. sc. et techn. sur l'alimentation, ses produits et leurs effets sur le bien-être	114 221 417	69 477 944	-39,2
05 Rech. sc. et techn. pour la sécurité alimentaire, sanitaire, <b>environnementale et sur les risques naturels</b>	140 418 377	153 963 520	9,6
<b>Total des actions de recherche</b>	<b>783 953 493</b>	<b>798 831 860</b>	<b>1,9</b>
06 Diffusion, transfert et valorisation des connaissances scientifiques, <b>des technologies et des compétences</b>	65 110 854	64 960 966	-0,2
07 Conception et gestion d'infrastructures pour la recherche et l'appui aux politiques publiques	63 654 738	53 198 698	-16,4
08 <b>Moyens généraux</b>	224 066 492	246 127 408	9,8
<b>Total des actions transversales</b>	<b>352 832 084</b>	<b>364 287 072</b>	<b>3,2</b>
<b>TOTAL GÉNÉRAL</b>	<b>1 136 785 577</b>	<b>1 163 116 925</b>	<b>2,3</b>

Source : Projet annuel de performance pour 2007

## **II.— LES OPÉRATEURS DU PROGRAMME**

La mise en œuvre de la recherche dans le domaine de la gestion des milieux et des ressources est confiée à six établissements publics, définissant leur activité dans le cadre d'un contrat quadriennal d'objectifs avec l'État.

### **1. L'Institut national de la recherche agronomique**

L'Institut national de la recherche agronomique (Inra) est un organisme de recherche scientifique publique finalisée, placé sous la double tutelle des ministères chargés de la recherche et de l'agriculture.

Il s'agit d'un établissement public à caractère scientifique et technique (EPST).

L'Inra a été fondé en 1946, il est aujourd'hui le premier institut européen de recherche agronomique.

Ses recherches concernent les questions liées à l'agriculture, à l'alimentation et à la sécurité des aliments, à l'environnement et à la gestion des territoires, avec un accent tout particulier en faveur du développement durable.

L'Inra mène une politique de partenariat active avec les autres organismes de recherche, mais aussi avec les divers acteurs socio-économiques : entreprises, organisations collectives agricoles, collectivités territoriales.

Il entretient de multiples collaborations et échanges avec la communauté scientifique internationale dans de nombreux pays en Europe, Amérique, Asie et Afrique.

Ses effectifs se composent de 1 850 chercheurs, 2 270 ingénieurs, 4 440 techniciens et administratifs, 1 600 doctorants et près de 2 700 stagiaires.

Son organisation se répartit sur 14 départements scientifiques, 21 centres de recherche régionaux, et près de 265 sites de recherche et d'expérimentation dans toute la France.

Son budget prévisionnel pour l'année 2006 atteint 680 millions d'euros, dont un peu plus de 85 % proviennent des crédits du budget de l'État, et un peu moins de 15 % résultent de ressources propres.

### **2. L'Institut de recherche pour le développement**

Créé en 1944, connu sous le nom d'ORSTOM, l'Institut de recherche pour le développement (IRD) est, depuis 1984, un établissement public français à

caractère scientifique et technologique (EPST), placé sous la double tutelle des ministères chargés de la recherche et de la coopération.

L'IRD conduit des programmes scientifiques centrés sur les relations entre l'homme et son environnement dans les pays du Sud, dans l'objectif de contribuer à leur développement. Il remplit les missions fondamentales de recherche, expertise et valorisation, soutien et formation, information scientifique.

Les recherches effectuées dans le cadre de l'IRD s'organisent autour de six grands thèmes :

- Aléas environnementaux et sécurité des populations du Sud ;
- Gestion durable des écosystèmes du Sud ;
- Ressources et usages des eaux continentales et côtières du Sud ;
- La sécurité alimentaire dans le Sud ;
- Épidémies, maladies endémiques, systèmes de santé dans le Sud ;
- Enjeux économiques et sociaux des dynamiques spatiales au Sud.

Le transfert des résultats et la valorisation des savoir-faire passe par le dépôt de brevets, la mise en place de contrats de valorisation et de conseil, le soutien à des créations d'entreprises. L'IRD s'efforce par ailleurs d'accroître les capacités autonomes de recherche du Sud en favorisant, au-delà des aides de nature financière, technique et scientifique, l'acquisition des compétences.

L'ensemble des activités de recherche de l'IRD sont réalisées en partenariat. L'IRD développe cette stratégie de partenariat dans les pays du Sud, d'où l'importance de sa représentation physique à l'étranger, mais aussi en France, y compris dans l'outre-mer tropical français, et en Europe. Il dispose ainsi de 35 centres et représentations dans le monde, dont cinq centres en France métropolitaine, cinq centres dans les DOM-TOM et vingt-cinq représentations dans des pays étrangers. Les chercheurs de l'IRD interviennent dans une cinquantaine de pays.

Ses effectifs se composent de 2 172 agents dont 789 chercheurs, 799 ingénieurs et techniciens et 584 personnels locaux et non titularisés. 938 agents sont établis hors métropole. L'IRD accueille en outre 234 bourses attribuées à des étudiants et équipes du Sud dont 147 bourses de thèse, 53 bourses d'échanges scientifiques et 34 bourses de formation continue.

Son organisation se répartit sur 83 unités de recherche et de service dont 26 unités mixtes avec d'autres organismes de recherche français ou des universités.

Son budget prévisionnel représente 190 millions d'euros en 2006, dont 92,6 % proviennent de subventions pour charges de service public, et 7,4 % de ressources propres.

### **3. Le CEMAGREF**

Le Centre national du machinisme agricole du génie rural et des eaux et forêts (Cemagref) est un institut public de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement placé sous la double tutelle des ministères chargés de la recherche et de l'agriculture.

Il a, depuis 1985, un statut d'établissement public scientifique et technique (EPST). Il a pour mission de rester la référence en sciences pour l'ingénierie de la gestion durable des eaux et des territoires.

Ses recherches contribuent directement au développement durable des territoires. Elles aident à protéger et gérer les hydrosystèmes et les milieux terrestres, à dynamiser les activités qui les valorisent et à prévenir les risques qui leur sont associés. Ses objets d'études sont donc le plus souvent des systèmes complexes, en relation avec des questions de société et sa démarche est presque toujours interdisciplinaire.

Outre la contribution au progrès des connaissances, le Cemagref diffuse des méthodes de diagnostic et de contrôle, il développe des outils de négociation et de gestion, il conçoit des technologies innovantes et apporte son expertise aux services publics et aux entreprises.

Ses quatre orientations scientifiques concernent :

- le fonctionnement des hydrosystèmes ;
- le génie des équipements et services pour l'eau et les déchets ;
- la gestion des territoires à dominante rurale ;
- le génie des équipements dans le secteur agricole et alimentaire.

Les recherches conduites au Cemagref, intégratrices de disciplines diverses, contractualisées, ancrées sur le réel, s'effectuent dans le cadre d'une stratégie de partenariat très développée. Il met ainsi ses compétences au service des besoins exprimés par les ministères chargés de l'agriculture et de l'environnement, ainsi que des collectivités locales. Il développe des recherches conjointes avec les industriels et les bureaux d'études.

Ces multiples partenariats garantissent une pratique de la recherche ouverte sur des questions concrètes, constituent une forme d'assurance quant à la pertinence et l'utilité des travaux réalisés tout autant qu'ils sont source d'une contribution déterminante au budget de l'institut.

Les effectifs du Cemagref atteignent 900 personnes dont 450 ingénieurs et chercheurs. Leurs compétences, centrées sur les sciences de l'ingénieur, intègrent les sciences de la nature et du vivant, les sciences de l'univers et mobilisent les sciences humaines et sociales. Le Cemagref accueille en outre 200 doctorants, 23 post-doctorants et 250 stagiaires de longue durée.

Son implantation régionale s'appuie sur vingt-neuf unités de recherche réparties dans dix groupements géographiques.

Son budget prévisionnel représente 65,7 millions d'euros en 2006, la part des recettes provenant des contrats s'étant élevée à 16 millions d'euros, soit 24,3 %, le reste des ressources résultant de subventions pour charges de service public.

#### **4. Le Bureau de recherches géologiques et minières**

Le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) créé en 1959, et placé sous la triple tutelle des ministères chargés de la recherche, de l'industrie et de l'environnement.

Il se positionne comme l'établissement de référence dans le domaine des sciences de la terre. Il a en effet pour objectifs de comprendre les phénomènes géologiques, de contribuer à la prévention des risques naturels et des pollutions, de développer les outils nécessaires aux politiques publiques d'aménagement du territoire, et de gestion du sol, du sous-sol et des ressources.

Il représente la France dans les instances géologiques internationales. Il réalise une part conséquente de ses recherches (réalisées pour plus de 20 % en cofinancement) en coopération avec des universités, d'autres organismes de recherche, ou des entreprises.

Depuis 2006, il effectue pour le compte de l'État, dans le cadre des obligations liées à la gestion de « l'après mines », une mission de prévention, de surveillance et de sécurité sur les anciens sites miniers.

Outre ses missions de recherche et d'appui aux politiques publiques, il a vocation à participer à l'effort de coopération internationale et d'aide au développement, sur la base de financements bilatéraux ou multinationaux. Il intervient ainsi dans plus de 40 pays du monde.

Ses effectifs atteignent 849 personnes, dont 645 ingénieurs, chercheurs et techniciens. Il réunit l'expérience et la compétence de spécialistes dans toutes les disciplines des sciences de la terre : géologues, hydrogéologues, hydrauliciens, géotechniciens, agronomes, écologues, chimistes, géochimistes, sismologues, géophysiciens ainsi que des économistes.

Il s'appuie sur un réseau national de 29 services géologiques régionaux, auxquels s'ajoutent 7 implantations dans les départements d'outre-mer.

Son budget prévisionnel représente 93 millions d'euros en 2006, dont un peu plus de la moitié (50,2 %) provient de ressources propres.

À côté de ses activités propres, le BRGM constitue un groupe disposant de filiales et de participations dans le domaine minier, parmi lesquelles figurent :

– CFG Services, qui intervient dans les domaines de la géothermie, de la maintenance des groupes de pompage et de centrales géothermiques, du forage spécialisé, et de la corrosion ;

– Géothermie Bouillante, dont l'activité unique de la société est d'exploiter une installation de production d'électricité à partir du gisement géothermique de Bouillante en Guadeloupe ;

– Metso Minerals, qui assure la vente d'appareils de contrôle et de procédés ;

– IRIS Instruments, qui conçoit, fabrique et commercialise des appareils de mesures géophysiques, hydrogéologiques et géotechniques.

## **5. Le CIRAD**

Le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) est, depuis 1984, un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) placé sous la double tutelle des ministères chargés de la recherche et de la coopération. Il est issu du regroupement de neuf instituts dédiés à la recherche agronomique tropicale, pour certains depuis plus d'un siècle.

Il a pour vocation de soutenir la recherche agronomique au service du développement des pays du Sud et de l'outre-mer français. Ses compétences relèvent des sciences du vivant, des sciences humaines et des sciences de l'ingénieur, appliquées à l'agriculture et l'alimentation, à la gestion des ressources naturelles et aux sociétés.

Il organise son intervention autour des thèmes suivants :

- le rôle de l'agriculture et des forêts dans la séquestration du carbone ;
- la connaissance et l'utilisation des ressources biologiques tropicales et subtropicales afin de gérer et maintenir la biodiversité ;
- la valorisation non alimentaire des matériaux d'origine agricole ;
- la lutte contre la désertification ;

- la gestion des ressources foncières et des sols, la lutte contre l'érosion et la prévention des pollutions d'origine agricole ;
- la prévention des maladies émergentes ;
- la gestion durable des espaces forestiers et pastoraux ;
- la gestion intégrée de l'eau dans les écosystèmes ;
- l'aide à la coordination et à la négociation entre acteurs, pour la gestion et l'aménagement des territoires.

Il privilégie la recherche en partenariat avec des acteurs nombreux et variés : pouvoirs publics, instituts de recherche, universités, entreprises privées, groupements de producteurs, organisations professionnelles paysannes, entreprises du secteur agro-industriel, organisations non gouvernementales.

Son action vise à promouvoir des stratégies de développement durable. Cette démarche prend en compte les conséquences écologiques, économiques et sociales, à long terme, des processus de transformation des sociétés et des territoires du Sud. Le CIRAD n'intervient donc pas seulement par des recherches et des expérimentations, mais aussi par des programmes de formation, d'information, d'assistance technique.

Son champ d'action s'étend à plus de cinquante pays dans le monde. Il entretient des contacts avec les sociétés humaines, les lieux de production agricole, animale et forestière, les milieux physiques et biologiques des pays tropicaux et subtropicaux.

Il rassemble 1 850 agents, dont 950 cadres, et son organisation comprend 7 départements et 60 unités.

Son budget prévisionnel pour 2006 est de 199 millions d'euros, dont 75 millions, soit 37,5 %, résultent de ressources propres.

## **6. L'IFREMER**

L'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER) est un établissement public placé sous la quadruple tutelle des ministères chargés de la recherche, de la pêche, des transports, et de l'environnement.

Ses missions s'organisent autour de trois axes :

- connaître, évaluer et mettre en valeur les ressources des océans et permettre leur exploitation durable ;
- améliorer les méthodes de surveillance, de prévision d'évolution de protection et de mise en valeur du milieu marin et côtier ;

– favoriser le développement économique du monde maritime.

Son domaine d'action concerne la recherche, la surveillance de l'environnement littoral et des ressources vivantes des océans, la mise à disposition de moyens pour la flotte océanographique (navires et engins sous-marins) et le transfert de technologie vers les entreprises.

L'IFREMER procède ainsi à des contrôles sur les produits de la mer, teste la qualité de l'eau. Il s'intéresse aussi à l'évolution du climat, aux écosystèmes marin et côtier, surveille les quantités de poissons pêchées pour évaluer les risques de disparition de certaines espèces. Il participe à la recherche océanographique et intervient dans le domaine économique pour encadrer le développement d'activités liées à la mer. Enfin, l'IFREMER apporte sa connaissance scientifique et sa contribution technique lorsque surviennent des catastrophes comme le naufrage du Prestige en novembre 2002.

Pour conduire ses différentes missions, l'IFREMER peut être amené à travailler avec d'autres organismes de recherche. Il participe activement aux programmes de l'Union européenne relatifs à la pêche, et au « Marine Board » de la Fondation européenne pour la science. Il est aussi membre des organisations internationales dans son domaine de compétence (Commission générale des pêches en Méditerranée, Commission océanographique intergouvernementale, Conseil international pour l'exploitation de la mer). Il contribue aux programmes internationaux de recherche (étude du climat, de l'environnement et de la biodiversité). Il anime également de nombreux accords bilatéraux.

Son implantation est répartie sur 5 centres (Boulogne-sur-Mer, Brest, Nantes, Toulon, Tahiti), auxquels sont rattachées 21 stations sur le littoral métropolitain et dans les DOM TOM. Il dispose de 25 départements de recherche, 7 navires (dont 4 hauturiers), un sous-marin, un engin téléguidé pour les grandes profondeurs.

Ses effectifs atteignent 1 380 salariés, auxquels il convient d'ajouter les 320 salariés de l'armateur Genavir, groupement d'intérêt économique auquel participent le CNRS et l'ERD, qui assure l'armement des navires de l'IFREMER, entretient l'ensemble des moyens navals qui lui sont confiés, exécute le programme des campagnes et assure l'acquisition et la validation des données collectées en mer.

Son budget prévisionnel représente 176,6 millions d'euros en 2006, dont environ 30 millions d'euros (17 %) de ressources propres.



### III.— LA RÉALISATION DES OBJECTIFS DU PROGRAMME

Les objectifs identifiés du programme « Recherche dans le domaine de la gestion des milieux et des ressources » sont au nombre de cinq et sont relatifs respectivement à la production de connaissances, à l'appropriation de ces connaissances par les entreprises, à la mobilisation de ces mêmes connaissances dans le cadre des politiques publiques, à l'intensité du partenariat scientifique et technologique avec les pays du Sud, au degré d'intégration à l'espace européen de la recherche.

#### **OBJECTIF N° 1 : PRODUIRE DES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES AU MEILLEUR NIVEAU INTERNATIONAL.**

La recherche dans le domaine de la gestion des milieux et des ressources, bien que largement finalisée, partage avec la recherche non orientée l'impératif d'excellence et de compétitivité internationale, qui se mesure avec les mêmes indicateurs de performance : publications et indices d'impact.

#### ***Indicateur n° 1 : Production scientifique des établissements du programme***

Elle est mesurée par la part, dans la production scientifique, des publications de référence internationale des établissements du programme, pour l'ensemble des disciplines relevant de leur activité. Cette mesure est effectuée au double niveau :

- de l'Union européenne,
- du monde.

		2003	2004	2006	2007
	Unités	Réalisation	Réalisation	Prévision	Prévision
<b>UE</b>	%	0,8	0,8	0,8	0,8
<b>Monde</b>	%	0,3	0,3	0,3	0,3

#### **Précisions méthodologiques :**

**Méthode de calcul :** Chacun des établissements du programme identifie les articles qu'il a produits dans la base de données de la production scientifique internationale maintenue par l'Observatoire des sciences et des techniques (OST). Une fois ce repérage fait avec l'ensemble des établissements, les doublons (articles écrits en collaboration par plusieurs établissements du programme) sont éliminés pour construire l'ensemble des articles du programme.

**Disponibilité** : Une fois l'étape de repérage effectuée, les indicateurs sont immédiatement disponibles, car la base de l'OST est pré-structurée par espaces géographiques (pays, Union européenne, monde) et par disciplines (huit disciplines). L'OST a déjà mené à bien des analyses de ce type.

L'évaluation de la part de la production scientifique des établissements du programme dans les disciplines relevant du domaine des sciences humaines des sociales (SHS) pose actuellement des problèmes de disponibilité. L'absence à ce jour d'univers de référence internationale comparable à la base SCI (*Science Citation Index*) qui existe pour les sciences de la nature, ne permet pas de renseigner dans l'immédiat un indicateur de performance global. Toutefois, la fondation européenne de la science (ESF), à l'initiative de la France, a lancé un plan d'action pour la création d'un index européen des citations SHS qui devrait être disponible dans les deux prochaines années et permettre une évaluation comparative à l'échelle de l'Union européenne.

**Indicateur n° 2 : Reconnaissance scientifique des établissements du programme**

Elle est exprimée par l'indice de citation à deux ans des articles produits par les établissements du programme, pour l'ensemble des disciplines relevant des activités des opérateurs.

	2002	2006	2007
Unités	Réalisation	Prévision	Prévision
%	0,84	0,85	0,85

**Précisions méthodologiques :**

**Mesure** : cet indice est la valeur moyenne du nombre de citations recueillies par chaque article dans la base, pour l'ensemble des articles du programme, au cours des deux années suivant leur publication (nombre de citations reçues à deux ans / nombre d'articles). Il exprime l'impact sur la recherche internationale des connaissances produites par les établissements du programme.

**Disponibilité** : elle est immédiate, à partir de l'indicateur précédent (indicateur de production).

Cette méthode exhaustive implique cependant un délai de deux années avant l'obtention des données.

**OBJECTIF N° 2 : CONTRIBUER À L'AMÉLIORATION DE LA COMPÉTITIVITÉ DES FILIÈRES ÉCONOMIQUES ASSOCIÉES PAR LE TRANSFERT ET LA VALORISATION DES RÉSULTATS DE LA RECHERCHE**

À travers cet objectif, il s'agit d'appréhender l'activité des six opérateurs du programme dans leur relation avec les secteurs professionnels concernés, en fonction des finalités socio-économiques de leurs travaux.

Leur performance est mesurée grâce à plusieurs indicateurs qui intègrent leur capacité d'innovation dans les domaines de la gestion des milieux et des ressources, mais aussi l'impact des résultats de cette innovation sur les filières économiques.

La mesure s'effectue en prenant en compte les brevets, les certificats d'obtention végétale (COV), les licences, les logiciels ainsi que les redevances qui en résultent.

***Indicateur n° 1 : Efficacité de la politique de valorisation***

Cette efficacité est évaluée par :

– le ratio « nombre de licences sur brevets, COV et logiciels / nombre total de brevets, COV et logiciels » (a) ;

– la part des opérateurs du programme dans les brevets déposés à l'INPI par des déposants français (b) ;

– la part des opérateurs du programme dans les brevets déposés à l'Office européen des brevets par des déposants européens (c).

		2003	2004	2005	2006	2007
	Unités	Réalisation	Réalisation	Réalisation	Prévision	Prévision
(a)	Nombre	82	77	97	91	108
(b)	%	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
(c)	%	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03

***Indicateur n° 2 : Efficience de la politique de valorisation***

Elle est évaluée par le ratio « produits des redevances sur brevets, COV et logiciels et licences / dépenses liées aux frais de propriété intellectuelle ».

	2003	2004	2005	2006	2007
Unités	Réalisation	Réalisation	Réalisation	Prévision	Prévision
%	3,3	3,2	3,3	3,6	3,7

**Indicateur n° 3 : Intensité du partenariat avec les entreprises**

Elle est appréciée par la part des contrats de recherche ou de transfert de savoir-faire passés avec des entreprises dans les ressources totales des établissements du programme. On distingue le cas des établissements publics scientifiques et techniques des autres établissements (BRGM, CIRAD, IFREMER).

		2003	2006	2007
	Unités	Réalisation	Prévision	Réalisation
EPST	%	1,6	2	2
Autres	%	4,3	4,4	4,5

**Précisions méthodologiques :**

Ces données intègrent les contrats passés avec des groupements d'entreprises (groupements professionnels, filières spécialisées, centres techniques, ...). Les ressources totales prises en compte sont les ressources externes, investissements compris, mais hors dotations budgétaires.

Ces indicateurs sont construits par extraction des données des établissements et consolidées par le responsable du programme.

**OBJECTIF N° 3 : MOBILISER LES CONNAISSANCES EN APPUI AUX POLITIQUES PUBLIQUES.**

Il s'agit, à travers cet objectif, d'évaluer la contribution de l'ensemble des organismes du programme à la mise au point d'outils aidant les autorités publiques à la définition et la mise en œuvre des politiques qui mettent en jeu les interdépendances complexes régissant le monde aux diverses échelles spatiales et temporelles.

Cette contribution s'apprécie au travers du nombre d'expertises et d'avis rendus, de recueils de données effectués et de banques de données constituées. Sa performance se mesure par le nombre d'agents impliqués dans ces opérations.

**Indicateur : Proportion des ETP (équivalent temps plein) annuels consacrés par les établissements du programme aux expertises, avis et productions de données pour des donneurs d'ordre publics.**

	2003	2004	2005	2006	2007
Unités	Réalisation	Réalisation	Réalisation	Prévision	Prévision
%	6	6	6	6	6

### **Précisions méthodologiques :**

Sont pris en compte, les conventions avec les ministères techniques pour des opérations sortant du cadre de la recherche, les activités de surveillance (sismique, par exemple) et les observatoires, ainsi que les contrats avec les directions générales techniques de la commission de Bruxelles (par exemple, les DG pêche, environnement, agriculture, développement, hors DG recherche).

Les données sont fournies par les établissements et consolidées par le responsable du programme.

### **OBJECTIF N° 4 : CONTRIBUER AU DÉVELOPPEMENT DU SUD PAR LE PARTENARIAT SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE**

Cet objectif met l'accent sur l'effort accompli pour construire des partenariats équilibrés et respectueux avec les pays du Sud. La France s'est toujours donnée pour mission d'accompagner les pays moins favorisés dans leur développement. Cet effort participe d'une démarche de prise en compte d'un besoin évident de solidarité dans la gestion des ressources de la planète, les pays du Nord ayant un intérêt bien compris à aider les pays du Sud, qui hébergent la majeure partie des réserves mondiales de biodiversité, à gérer celles-ci de la meilleure manière possible compte tenu des défis majeurs en matière de développement auxquels ils sont par ailleurs confrontés.

Deux organismes participent essentiellement à cet effort de coopération, considéré statutairement comme leur responsabilité première, le CIRAD et l'IRD. Mais les quatre autres opérateurs du programme poursuivent aussi cet objectif à des degrés divers et dans des champs d'application variés.

***Indicateur n° 1 : Intensité du partenariat, exprimée par le nombre d'accords de partenariat passés avec des pays du Sud.***

	2004	2005	2006	2007
Unités	Réalisation	Réalisation	Prévision	Prévision
%	413	477	398	395

***Indicateur n° 2 : Proportion de co-publications réalisées avec des partenaires du Sud parmi les publications des établissements du programme.***

Cet indicateur n° 2 est complémentaire de celui conçu par le ministère des affaires étrangères dans le cadre du programme « Rayonnement culturel et scientifique » de la mission « Action extérieure de l'État », mais il est essentiel pour mesurer l'apport spécifique de la communauté scientifique au développement.

	2003	2004	2005	2006	2007
Unités	Réalisation	Réalisation	Prévision	Prévision	Prévision
%	9,7	12,4	12,9	13,0	13,2

**Précisions méthodologiques :**

- **Sources des données :** Ces données sont fournies par les établissements et consolidées par le responsable du programme.

**OBJECTIF N° 5 : PARTICIPER ACTIVEMENT À LA CONSTRUCTION DE L'ESPACE EUROPÉEN DE LA RECHERCHE**

La construction de l'offre de recherche du programme ne se conçoit pas sans l'intégration de la dimension européenne, pertinente aussi bien en raison de la nature internationale des préoccupations relatives à la gestion des écosystèmes, qu'en raison de la nécessité de coordonner les efforts à des fins de compétitivité scientifique et économique.

L'espace européen constitue en effet une opportunité unique pour rassembler les compétences et les moyens, et élargir les possibilités de valorisation des recherches. C'est en tous cas l'espace à l'échelle duquel se construisent désormais la plupart des politiques publiques auxquelles les organismes du programme sont amenés à participer.

Deux indicateurs ont été retenus pour mesurer l'effort d'insertion dans une logique de coopération européenne, l'un prenant en compte la participation aux instruments du programme cadre de recherche et de développement technologique (PCRD), l'autre dénombrant les cas de reconnaissance de la France comme chef de file du domaine, capable d'en assumer l'animation et la dynamique.

***Indicateur n° 1 : Taux de participation des opérateurs du programme aux projets des programmes cadres de l'Union européenne (PCRD)***

Il est évalué à travers le ratio « nombre de participations des opérateurs du programme / nombre total de participations aux projets financés » :

	2002	2004	2006
Unités	Réalisation	Réalisation	Prévision
%	0,6	0,5	0,5

**Précisions méthodologiques :**

Les chiffres qui figuraient dans le PAP 2006 étaient comptés différemment, en pourcentage de projets avec participations des opérateurs du programme. À titre indicatif, la réalisation actualisée pour le 5<sup>ème</sup> PCRD (1999-2002) était de 3,5 %, et à mi-parcours du 6<sup>ème</sup> PCRD (2002-2006), elle était de

5,8 %. L'écart important entre les deux valeurs est lié à un différentiel de structure (sur la taille des projets et les thématiques des programmes) entre les deux PCRD. Le changement de mode de calcul permet de réduire fortement cet effet de structure et justifie un ajustement de la cible qui correspond au mi-parcours du 7<sup>ème</sup> PCRD (2007-2013).

Compte tenu des durées des projets, la donnée définitive pour le 5<sup>ème</sup> PCRD (0,6) n'a été stabilisée qu'en 2006. La donnée 2004 (0,5) qui concerne le mi-parcours du 6<sup>ème</sup> PCRD reste à ce stade provisoire.

***Indicateur n° 2 : Taux de coordination des projets de recherche du PCRD par les opérateurs du programme***

Il est mesuré par le ratio : « nombre de projets coordonnés par des opérateurs du programme / nombre total de projets financés »

	2003	2005	2006	2007
Unités	Réalisation	Réalisation	Prévision	Prévision
%	1,1	1,3	1,4	1,4

**Précisions méthodologiques :**

Le chiffre de réalisation pour 2004 est la part cumulée des projets coordonnés par les opérateurs du programme parmi les projets financés entre 1998 et 2002 dans le cadre du 5<sup>ème</sup> PCRD. Le chiffre de réalisation pour 2005 est la part cumulée des projets coordonnés par les opérateurs du programme parmi les projets à mi-parcours du 6<sup>ème</sup> PCRD. L'indicateur correspondant du PAP 2006 mesurerait ce taux de coordination au niveau des laboratoires des opérateurs, et non au niveau des opérateurs eux-mêmes.

***Indicateur n° 3 : Part des articles co-publiés avec un pays membre de la Communauté européenne***

Il est mesuré par le ratio : « Nombre d'articles des opérateurs écrits en collaboration avec un pays de l'UE 25/ nombre d'articles total des opérateurs »

	2002	2003	2004	2007
Unités	Réalisation	Réalisation	Réalisation	Prévision
%	19,9	20,1	20,3	21,3

**Précisions méthodologiques :**

Les données sont fournies sous forme de moyenne trisannuelle.

#### **IV.— LES QUATRE AXES D'ANALYSE RETENUS**

La richesse de la matière et sa très grande diversité ont conduit votre rapporteur à maintenir une approche par points d'éclairage pour l'examen au fond du programme budgétaire. Comme lors de son avis sur le budget pour 2006, il a choisi de l'aborder sous quatre angles qui lui semblaient plus particulièrement pertinents, eu égard en particulier aux données de l'actualité récente.

##### **A.— LA SURVEILLANCE DE LA TOXICITÉ DES EAUX CÔTIÈRES**

Au cours de cet été 2006, comme au printemps 2005, la commercialisation des coquillages du bassin d'Arcachon a été interdite par arrêté préfectoral. Les mesures effectuées par l'IFREMER ont mis en évidence une source de toxicité dans l'eau, et un lien a été fait entre la consommation d'huîtres et le décès de deux personnes, même si les premiers résultats de l'enquête sanitaire ont conduit à relativiser ce lien, des informations judiciaires étant de toute façon en cours pour établir définitivement les causes de ces deux décès suspects.

Ces circonstances dramatiques ont mis en lumière le rôle joué par l'IFREMER dans sa mission consistant à « *améliorer les méthodes de surveillance, de prévision d'évolution, de protection et de mise en valeur du milieu marin et côtier* », telle qu'elle a été confiée à cet établissement par l'article 3 du décret n°84-428 du 5 juin 1984 relatif à la création, à l'organisation et au fonctionnement de l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, l'article 4 l'invitant à cette fin à poursuivre des efforts de recherche, y compris en collaboration avec d'autres établissements français ou internationaux.

##### **1) La menace des phycotoxines**

Des milliers d'espèces de phytoplanctons (ou micro-algues) sont présents dans les eaux marines. La plupart d'entre elles sont profitables aux animaux marins en ce qu'elles constituent le premier maillon de la chaîne alimentaire, c'est-à-dire la nourriture des herbivores, parmi lesquels les mollusques filtreurs.

Certaines de ces micro-algues sont toxiques pour la faune aquatique, notamment pour les poissons et les coquillages. En revanche, d'autres espèces de micro-algues, non toxiques pour la faune marine, libèrent des phycotoxines, lorsqu'elles sont absorbées par les mollusques, les rendant impropres à la consommation humaine.

Les intoxications liées aux toxines phytoplanctoniques sont identifiées depuis longtemps, mais la mise en évidence des risques d'intoxication indirecte du fait de la relation entre la présence de certaines espèces de micro-algues dans l'eau et la toxicité des mollusques est assez récente, puisqu'elle date des années 1970.



Depuis cette époque, la liste des phycotoxines présentes dans les mollusques n'a cessé d'augmenter, ainsi que la liste des espèces phytoplanctoniques impliquées dans ces toxicités. Cette liste a d'emblée une portée mondiale, car les micro-algues se disséminent rapidement entre les différents pays du monde, notamment par les eaux de ballast des navires, mais également du fait des échanges multiples de mollusques vivants entre différents pays ou régions. Seules les *pfisteria* semblent pour le moment localisées sur la côte Est des États-Unis. Un bilan cartographique mondial, établi en 2000, a montré que le nombre de régions touchées par des problèmes sanitaires liés à la présence de phycotoxines avait plus que doublé entre 1970 et 1999.

Les vagues de contamination peuvent avoir des conséquences sanitaires très graves : ainsi, en 1987, au Canada, 145 personnes ont été intoxiquées suite à la consommation de coquillages, avec des symptômes digestifs, neurologiques, et surtout perte de mémoire ; parmi elles, quatre décès et des séquelles neurologiques permanentes pour d'autres. Après des recherches intensives qui ont mobilisé d'importants moyens humains et financiers, la phycotoxine responsable de ces intoxications amnésiantes a été identifiée en 1989 comme étant l'acide domoïque, et l'espèce phytoplanctonique responsable comme une diatomée du genre *pseudo-nitzschia*.

En 1994, en Irlande, des intoxications humaines inexplicables avec des symptômes de type diarrhéique ont été signalées à la suite de la consommation de coquillages. Des travaux de purification ont abouti à l'isolement de la famille des azaspiracides.

## **2) L'organisation de la surveillance**

En France, la surveillance des zones de production conchylicoles est confiée, en application du décret n°84-428 du 5 juin 1984 précité, à l'IFREMER, qui l'exerce en coordination avec l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA).

Cette surveillance se décline en quatre formes d'expertise : l'identification des toxines et contaminants connus ; la détection d'anomalies trophiques et éco-physiologiques ; la prédiction de l'environnement marin ; et la sauvegarde des ressources vivantes.

Elle est mise en œuvre au travers de trois réseaux de surveillance à l'échelle nationale : le réseau national d'observation de la qualité du milieu marin (RNO) ; le réseau de suivi du phytoplancton et des phycotoxines (Rephy) ; le réseau de contrôle microbiologique des zones conchylicoles (REMI) :

– le réseau national d'observation (RNO) est coordonné par l'IFREMER pour le compte du ministère de l'écologie et du développement durable ; il a pour objectifs l'évaluation des niveaux et des tendances des contaminants chimiques et

des paramètres généraux de la qualité du milieu, ainsi que la surveillance des effets biologiques des contaminants ;

– le réseau de contrôle microbiologique (REMI) assure un contrôle sanitaire fondé sur le dénombrement des bactéries *Escherichia coli* (*E. coli*). En effet, la quasi-totalité des microorganismes pathogènes identifiés dans les eaux littorales sont de provenance fécale, humaine ou animale, et sont, en permanence, accompagnés d'*E. coli* en grande abondance, et spécifiques des matières fécales. Les prélèvements sont effectués en 380 points du littoral, selon une fréquence mensuelle, bimestrielle ou trimestrielle, en fonction des risques de dégradation épisodiques de la qualité bactériologique de chaque zone ;

– le réseau de suivi du phytoplancton et des phycotoxines (Rephy) est coordonné par l'IFREMER, sous la tutelle de la direction des pêches maritimes et de l'aquaculture. Il a pour objectifs d'une part, d'observer l'ensemble des espèces phytoplanctoniques des eaux côtières, et de recenser les événements tels que les eaux colorées, les efflorescences exceptionnelles et les proliférations d'espèces toxiques ou nuisibles pour la faune marine, et d'autre part, de surveiller plus particulièrement les espèces produisant des toxines dangereuses pour les consommateurs de coquillages. Les prélèvements sont effectués régulièrement toute l'année sur une soixantaine de points de prélèvement répartis sur l'ensemble du littoral ; en cas de repérage de micro-algues toxiques, la surveillance est renforcée par une multiplication des points de contrôle, et une augmentation de la fréquence des prélèvements ; en outre, les coquillages du secteur concerné sont soumis à des analyses visant à évaluer leur toxicité.

Au total, ces trois réseaux nationaux interviennent sur plus de 600 points de prélèvements.

### **3) Le repérage de la toxicité**

La surveillance des phycotoxines est effectuée dans un cadre réglementaire strict, dicté par la réglementation européenne, en particulier une directive de 1992 modifiée en 1997, et deux décisions de la Commission européenne datant de 2002. Les modalités de mise en œuvre de cette réglementation, ainsi que les recommandations émises par le « laboratoire communautaire de référence » (situé à Vigo, en Espagne) sont relayées à tous les organismes en charge de cette surveillance, dont l'IFREMER, par le « laboratoire national de référence » (LNR) de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA).

Trois types de protocoles de mesure sont concernés, dont les deux premiers, servant à la détection, sont effectués sur des souris.

### ***a) Les deux types de tests « souris »***

Un test « souris » consiste à injecter des extraits de glandes digestives de coquillages à des souris. Si deux souris sur trois meurent dans un délai de 24 heures, les résultats du test sont déclarés positifs. Ce test établit le caractère toxique des coquillages. À lui seul, il ne donne pas d'indications quand à la nature de la toxine présente.

Il existe deux types de tests « souris » utilisés pour la détection, l'un, des toxines lipophiles (incluant les toxines diarrhéiques ou DSP) ; l'autre, des toxines paralysantes (PSP).

Le test « souris » pour les toxines lipophiles a été mis au point dans sa première version au Japon, en 1978. Il permet de détecter l'ensemble des toxines liposolubles connues (AO et dérivés DTXs, PTXs, YTXs, AZAs, SPXs et GYM), en évitant toute interférence avec les phycotoxines polaires connues (amnésiatives ou ASP, et PSP lorsqu'elles sont présentes à l'état de traces).

Le test « souris » PSP a été utilisé pour la première fois en 1937. Il est devenu une méthode normalisée AOAC (Association of Official Analytical Chemist). Ce test permet de détecter et quantifier l'ensemble des toxines appartenant à la famille des toxines PSP, qui sont des toxines hydrosolubles.

Ces deux tests ont été mis en œuvre dans un grand nombre de pays et sont reconnus par la Commission européenne comme tests de référence depuis 1991. En Europe, leur mise en œuvre est faite conformément à la méthodologie mise au point par le laboratoire communautaire de référence de Vigo dont le correspondant français est le laboratoire national de référence de l'AFSSA, situé à Maisons-Alfort.

### ***b) Les analyses chimiques***

Quand le test souris est positif et que les analyses phytoplanktoniques ne permettent pas d'attribuer clairement cette toxicité à une micro-algue identifiée, les équipes de l'IFREMER recherchent alors la nature de la toxine par des analyses chimiques.

Depuis 1984, année du début de la surveillance, les connaissances sur le risque toxique en France ont progressé : plusieurs toxines lipophiles ont été identifiées, en plus de l'acide okadaïque (AO) qui avait motivé en 1984 la mise en place du réseau RePHY.

Pour la majorité des toxines connues au plan international, les analyses de la chair de coquillages par spectrométrie de masse couplées à la chromatographie liquide permettent de reconnaître leur présence et de calculer leur concentration : c'est le cas actuellement pour les groupes de toxines AO et DTXs, PTXs, GYM et SPXs. Mais ce n'est pas encore le cas de toutes les toxines connues : ainsi pour les

AZAs et les YTXs, pour lesquelles il n'existe pas d'étalon, les scientifiques savent aujourd'hui détecter leur présence mais pas encore établir leur concentration.

Lors des premiers temps du suivi de la toxicité des mollusques par l'IFREMER, seules les moules étaient prises en compte. On estimait (et cela reste vrai pour un certain nombre de toxines DSP), que les moules accumulent beaucoup plus de toxines que les autres espèces de mollusques. Cette stratégie a évolué à la suite des remarques émises par les inspecteurs de l'Office alimentaire vétérinaire de l'Union européenne, en 1999, qui ont demandé que les autres espèces fassent aussi l'objet de suivi de toxicité. Depuis cette époque, tous les mollusques exploités font l'objet de tests DSP en accord avec la réglementation européenne.

### *c) Les recherches en cours suite à la crise de l'été*

La cause de l'intoxication des huîtres du bassin d'Arcachon durant l'été 2006 reste à identifier. Il pourrait s'agir d'une algue inconnue, d'une espèce jamais répertoriée, qui deviendrait toxique en fonction de l'environnement, ou encore d'un champignon ou d'une bactérie. Déjà en 2005, l'IFREMER avait été confronté dans le bassin à une toxine produite par un plancton non répertorié, et un épisode analogue en 2002 n'a jamais été élucidé.

De fait, depuis la fin du mois d'août 2006, les souris de laboratoire utilisées pour tester la toxicité des huîtres du bassin d'Arcachon meurent, mettant en évidence la présence de phycotoxines dans la chair des mollusques. Mais, à ce jour, aucune des phycotoxines connues n'a pu être isolée.

À l'origine, il pourrait très bien s'agir d'un organisme introduit par les eaux de ballast des navires, qui lestent leurs cales vides avec de l'eau de mer au départ, puis vidangent le long des côtes quand ils sont parvenus à destination. Comme le centre du bassin d'Arcachon constitue un écosystème fermé assez particulier, une tempête, ajoutée aux grandes marées d'équinoxe, permettrait probablement, comme en 2002, de disperser l'élément nocif, et de rendre le milieu plus équilibré.

### *d) Le remplacement des tests « souris »*

L'interdiction de la commercialisation des mollusques par arrêté préfectoral a déclenché un mouvement de protestation des ostréiculteurs, qui remettent en cause le « test de la souris » pratiqué par l'IFREMER, pourtant utilisé dans le cadre des préconisations de la réglementation communautaire. Ils expliquent que les quantités de toxines injectées aux rongeurs dans les laboratoires représentent, en proportion, quelque soixante-quinze douzaines d'huîtres pour un être humain, et qu'ils n'ont pas arrêté d'en manger durant ces dernières semaines, sans être malades. Ils estiment que les tests « souris » ne sont pas fiables.

De fait, de nombreux scientifiques étudient la possibilité de remplacer les tests « souris », notamment DSP, par l'analyse chimique des échantillons. Cette

question fait l'objet d'un programme scientifique européen qui va prendre fin en 2007. L'un des problèmes à régler est la mise à disposition d'étalons pour certaines toxines affectées d'un seuil sanitaire réglementaire : c'est le cas pour les azaspiracides et les yessotoxines. En effet, en l'absence de ces étalons, on peut dire que ces toxines sont présentes ou absentes dans un échantillon de mollusque, mais on ne peut pas dire en quelle quantité.

À l'issue de ce programme, si des réponses claires sont apportées quant à la validité des analyses chimiques pour protéger le consommateur, la réglementation européenne évoluera très probablement.

En 2005, les laboratoires de l'IFREMER ont réalisé 969 tests souris DSP (toxine diarrhéique), 269 tests souris PSP (toxine paralysante) et 642 analyses ASP (toxine amnésiante), auxquels il convient d'ajouter tous les examens réalisés par les laboratoires départementaux d'analyse en charge de la surveillance des coquillages mis sur le marché, sous la tutelle de la direction générale de l'alimentation du ministère de l'agriculture.

#### **4) L'amélioration des conditions de la surveillance**

Les prélèvements d'échantillons effectués par les réseaux de surveillance pilotés par l'IFREMER vont au-delà de ce qui est prévu pour l'application stricte des textes réglementaires, afin que l'observation du phytoplancton, par exemple, ne soit pas circonscrite aux seules espèces toxiques. Les informations ainsi recueillies contribuent à l'avancement des connaissances, aident à la compréhension des changements observés et peuvent conduire à la détection de nouvelles toxines. Les études concernent les conditions environnementales favorisant l'apparition des phénomènes observés, jusque dans leurs conséquences socio-économiques, et mobilisent des efforts de recherche importants. Après une analyse chimique ou une observation au microscope, chaque donnée d'échantillonnage est enregistrée dans le système d'information Quadrigé, géré pour ce qui la concerne par l'IFREMER, avec le soutien du ministère en charge de l'environnement, dans le cadre du système national de l'information sur l'eau.

À l'inverse, la recherche utilise de plus en plus les résultats de la surveillance pour valider les hypothèses formulées dans les laboratoires. Ainsi, les images satellitaires sur la couleur de l'eau peuvent être validées, en termes de biomasse du phytoplancton, par les données RePHY.

La directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau fixe, en son article 4, l'horizon 2015 aux États membres de l'Union européenne pour atteindre l'objectif de « bon état » des eaux. L'IFREMER est associé avec les agences de l'eau à la maîtrise d'ouvrage du programme de surveillance des eaux côtières et estuariennes françaises. Ce texte, comme les nouveaux règlements portant sur le classement et la surveillance des zones conchylicoles, demande, dès 2006, une adaptation des réseaux actuels, en incitant

à une prise en compte du bassin versant et de ses impacts. L'IFREMER contribue directement à cette action par un effort en matière d'assurance qualité, à travers la mise en place d'un plan d'accréditation de ses laboratoires et d'un système de gestion des documents de prescription relatifs à la surveillance (cartographie, méthodes analytiques).

## **B.— LA REDYNAMISATION DE LA FILIÈRE VITICOLE**

La filière viticole revêt deux aspects bien différents selon que l'on considère, d'un côté, les grands crus dont l'assise commerciale est historiquement assurée, mais qui sollicitent une vigilance constante de leurs conditions de production, de l'autre, les vins de table, soumis à de récurrentes crises de surproduction.

L'INRA s'est engagé dans un ensemble de recherches, au travers de onze divers projets nationaux ou européens intégrés au 6ème Programme cadre de recherche technologique (PCRDT), et diverses collaborations internationales avec des pays non européens comme l'Australie, le Brésil, le Chili, les États-Unis, le Maroc, qui mobilisent une large gamme de disciplines scientifiques, de la génomique aux sciences sociales, en passant par l'agronomie, la biochimie ou la microbiologie, avec le double objectif d'améliorer les conditions de la production, et de mettre à jour des possibilités d'innovation. Le centre de Montpellier, et l'unité expérimentale de Pech-Rouge qui lui est rattaché, jouent un rôle pivot dans ces recherches.

► Les recherches visant à l'amélioration des conditions de la production passent par des efforts d'une part, pour mieux comprendre la biologie de la vigne, et d'autre part, pour concevoir des systèmes de culture durable.

Les recherches sur la biologie de la vigne concernent le séquençage du génome, utile pour un référencement infalsifiable des appellations d'origine contrôlée, la sélection de clones pour améliorer les caractéristiques qualitatives, l'identification des fragilités génétiques et physiologiques face aux champignons, bactéries, virus, insectes, l'apport des croisements de cépage contre les maladies.

Les recherches pour concevoir des systèmes de culture durable portent sur l'étude de l'effet de terroir, la prédiction des risques sanitaires pour cantonner les traitements chimiques aux périodes indispensables, l'impact des pratiques viticoles sur l'érosion des sols et la pollution diffuse, l'optimisation des conditions d'exploitation en ce qui concerne l'irrigation ou l'association avec des cultures intercalaires.

► Les recherches tournées vers l'effort d'innovation peuvent se regrouper autour de trois thèmes : l'étude de la demande de consommation de vin; la mise au point de produits nouveaux; le renforcement des canaux de diffusion des innovations.

Elles revêtent un intérêt tout à fait stratégique pour les zones rurales comme celles de l'Aude où le relief, la qualité de la terre et le climat offrent peu de possibilité d'alternative agricole à la culture de la vigne.

### **1) L'étude de la demande de consommation de vin**

Il s'agit d'une part, d'étudier le comportement des consommateurs, et d'autre part de décrypter la perception sensorielle du vin.

#### ***a) Le suivi du comportement des consommateurs***

Une enquête Onivins-Inra réalisée en 2000 a fait ressortir qu'en France, la consommation moyenne par personne s'est réduite de moitié en 40 ans. Les Français boivent moins, mais les Français ne dépensent pas moins, ce qui fait dire qu'ils boivent mieux. Ils boivent plus de vins de qualité produits dans des régions déterminées (la moitié de l'ensemble des vins bus, et les trois-quarts en valeur). L'AOC, après une longue période de fort développement, s'est quelque peu banalisée en étant présente sur quasiment tous les segments de marché. Les appellations ne semblent plus aujourd'hui échapper sur certains créneaux stagnants, voire en régression, à la concurrence des autres vins. Les vins de pays occupent une part croissante (environ le quart en volume et 15 % en valeur), alors que les vins de table au sens strict (français ou des pays européens) continuent de baisser.

L'argument de la santé est parfois mis en avant pour expliquer la baisse régulière de la consommation de vin en France. Une étude menée par l'INRA de Montpellier et l'Onivins auprès de 4 010 foyers en France a permis de montrer que, même si les messages de modération concernant la consommation d'alcool sont généralement bien compris, l'argument « santé » n'est pas le seul argument de la baisse de la consommation de vin.

#### ***b) Le décryptage de la perception sensorielle du vin***

Au-delà des récepteurs olfactifs, les travaux de l'INRA ont analysé l'influence des autres sens (vision en particulier) et des données contextuelles (mémoire, information sur le produit) sur la représentation sensorielle et le jugement des dégustateurs ou consommateurs.

La première idée à accepter est que le goût ou l'odeur du vin, ou de n'importe quel produit, n'existent pas en eux-mêmes mais ne résultent que de l'interaction de certaines molécules présentes dans le vin avec nos récepteurs sensoriels, gustatifs ou olfactifs. Cette constatation a pour conséquence que le goût et l'odeur perçus sont fonction de notre équipement personnel en récepteurs sensoriels. Cet équipement, génétiquement déterminé, varie d'une personne à l'autre. Son activation engendra donc des signaux différents suivant les individus, y compris les dégustateurs les plus avertis. Des chercheurs de l'INRA de Montpellier, en collaboration avec la Faculté d'œnologie de Bordeaux, ont réalisé

des études mettant en évidence la force des représentations dans la dégustation des vins.

Un programme de recherche mené à l'INRA de Versailles-Grignon a étudié par ailleurs la manière dont producteurs, critiques et amateurs construisent leur jugement sur le vin, en mettant en évidence l'impact des différents dispositifs grâce auxquels il est qualifié, doté d'une qualité particulière.

Il ne faudrait évidemment pas que ces analyses aillent à l'encontre de l'exigence de valoriser la typicité du vin, issue d'un savoir-faire ancestral et spécifique à chacun des terroirs, alors que certains négociants, notamment ceux opérant à l'échelle du monde, manifestent la volonté de développer sur le marché des produits aux caractéristiques sensorielles et organoleptiques standardisées.

## **2) La mise au point de produits nouveaux**

La mise au point de nouvelles technologies permet d'obtenir la baisse du degré alcoolique, des teneurs en sucre et de l'acidité des jus, ou d'extraire du vin ou des co-produits vinicoles, des fractions valorisables grâce à leurs propriétés fonctionnelles (colorant) ou anti-oxydantes. Ces travaux permettent de définir pour leur développement des gammes de produits mieux adaptées aux attentes des consommateurs : jus de raisins moins sucrés, vins moins alcoolisés, boissons à base de vins ou de jus plus riches en polyphénol, dont les effets nutritionnels bénéfiques éventuels suscitent d'ailleurs un grand intérêt au plan international depuis quelques années.

### ***a) Des procédés nouveaux***

L'INRA a développé des approches microbiologiques, physiques, chimiques et sensorielles pour identifier les composés et les mécanismes responsables de la qualité et de la stabilité des vins, et pour maîtriser la fermentation alcoolique. Enfin, même si les découvertes fondamentales sur le rôle des levures datent de plus d'un siècle, de nombreuses interrogations subsistent encore concernant les différents mécanismes impliqués dans les transformations en jeu.

Par leur abondance et leur réactivité, les composés phénoliques, tannins et anthocyanes, jouent ainsi un rôle essentiel dans la couleur, la saveur et la stabilité des vins, et leur évolution au cours du vieillissement. Des avancées significatives ont été réalisées dans la mise en évidence des voies réactionnelles impliquant ces composés et la caractérisation de certains produits marqueurs des réactions.

L'ingénierie génétique et la génomique ont permis des progrès considérables dans la caractérisation métabolique des levures œnologiques et la compréhension de leurs mécanismes d'adaptation aux conditions de la fermentation alcoolique, ouvrant la possibilité de mieux contrôler celle-ci.



Comme il est indispensable d'évaluer les risques potentiellement associés à l'introduction de ces nouvelles technologies dans l'industrie œnologique, des chercheurs de l'INRA de Montpellier ont mené une étude de dissémination de levures commerciales dans le vignoble dans le cadre d'un projet franco-portugais (2001-2003). Elle a montré que la dissémination des levures commerciales est limitée dans l'espace et le temps et, de plus, largement favorisée par la présence d'effluents liquides. Si certaines des souches peuvent survivre dans le vignoble, elles ne s'implantent pas de manière systématique et ne sont pas capables de dominer la flore naturelle.

### ***b) Une offre nouvelle***

Pour l'ensemble des recherches finalisées, l'INRA privilégie les méthodes physiques sur raisin ou sur vin par rapport aux méthodes additives faisant appel à des incorporations de substances exogènes de correction ou de stabilisation des moûts ou des vins.

- Ainsi, pour **éliminer les dépôts de sels tartriques** qui se forment fréquemment dans les bouteilles de vin, traditionnellement éliminés par le froid, mais de façon insuffisamment efficace, les chercheurs de l'INRA de Montpellier ont mis au point un procédé par filtration sélective sur membrane des ions responsables de ces dépôts.

- Une PME de l'Île de la Réunion a mis au point un procédé pour extraire les arômes de fruits exotiques, en vue d'**enrichir le vin en arômes et pigments** contenus dans la peau du raisin. Cette application technologique, initiée par des chercheurs de l'INRA de Montpellier en Languedoc-Roussillon, a rencontré un vif succès auprès des industriels de la filière ... bien que l'on puisse s'interroger sur le bien-fondé du recours à un tel procédé.

- Une demande existe pour un **vin sans alcool**, concept qui peut sembler *a priori* antinomique : cela concerne des consommateurs privés d'alcool pour raison de santé, ou préoccupés par leur ligne, ou simplement amateurs de ce nouveau produit pour sa saveur et sa faible teneur en calories. L'UCCOAR, un des premiers groupements de producteurs de vin en France, et une distillerie vinicole, ont développé en partenariat avec l'INRA de Montpellier un vin à teneur réduite en alcool à partir d'un procédé permettant de retirer l'alcool du vin tout en lui conservant sa richesse de composition. Apparus en Allemagne au début du siècle, les vins désalcoolisés existent maintenant en France, Allemagne, Australie et États-Unis.

- La consommation de jus de raisin souffrant de ce qu'il est à juste titre perçu comme trop sucré, en comparaison des autres jus de fruits, l'INRA s'est efforcé d'identifier des cépages à plus faible potentiel en sucre et à très fort potentiel en polyphénols. L'alicante, cépage à pulpe rouge, encore très présent en Languedoc-Roussillon répond à ces critères. L'apport de la technologie pour extraire les polyphénols sans utilisation de sulfites, un assemblage avec des jus

d'autres cépages récoltés avant véraison à basse teneur en sucre, a permis de proposer un modèle de **jus de raisin au goût intense moins sucré**. Ce jus est en test sur le Narbonnais et à la cité de la vigne et du vin de Gruissan.

Le pôle de compétitivité « QualiMed » a retenu au cours de l'été 2006 un projet de recherche visant à démontrer le bénéfice en termes de santé pour l'homme d'une consommation régulière de ce jus de raisin rouge, riche en polyphénol. Mais ce projet est bloqué, l'INSERM ayant des difficultés à dégager les crédits nécessaires à la part de recherche qui lui revient.

- Constatant que la consommation de soda a été multipliée par six en 20 ans, la société Totovino a développé depuis 2005 un partenariat avec l'INRA pour mettre au point une gamme de boissons gazeifiées, sans alcool ou peu alcoolisées (moins de 5 % vol).

Un soda classique est composé de sucre, le plus souvent de saccharose, d'acide fort tel que l'acide phosphorique, de colorants, d'arômes et d'une formulation gardée secrète à base d'extraits végétaux. Le projet consistait à mettre au point un « **soda de vigne** », en utilisant des ingrédients uniquement tirés des produits dérivés de la production viticole.

L'idée essentielle était d'utiliser du verjus, connu comme ingrédient depuis l'Antiquité. Le verjus se produit en contrôlant la maturation du raisin, et en le récoltant lorsque son acidité est à sa teneur maximale, avant la véraison (coloration rouge des baies de raisin). À ce moment-là, vers la mi-juillet, la teneur en acide (malique et tartrique) est plus élevée que celle en sucre. De plus le goût acidulé, bien que très prononcé, est très agréable.

Le soda de vigne, très rafraîchissant, est proposé à une teneur en sucre beaucoup plus réduite que celle de la plupart des sodas, ce qui permet d'abaisser l'apport calorique jusqu'à un facteur deux. Vendu sous une présentation très moderne en canettes, il a séduit les consommateurs. L'intérêt de sa production pour le viticulteur est qu'une récolte anticipée permet de limiter fortement les contraintes de culture et les traitements phytosanitaires.

### **3) Le renforcement des canaux de diffusion de l'innovation**

Certaines recherches de l'INRA ont conduit à analyser le rôle des structures d'organisation dans les mécanismes de diffusion des innovations et les dynamiques d'apprentissage.

Ainsi, en Languedoc Roussillon, les entreprises coopératives ont un poids très important dans la sphère agro-alimentaire. Elles contribuent notamment à 70 % de la production et de la commercialisation du vin. Face à la crise actuelle du marché des vins de table (encore 45 % de leur production), aux nouveaux défis posés à l'agriculture (multifonctionnalité, exigence de qualité, respect de l'environnement), mais aussi aux évolutions du contexte général (mondialisation,

déréglementation des économies), les responsables des coopératives et leurs partenaires sont demandeurs d'une réflexion en profondeur sur la nécessaire évolution des formes d'organisation coopératives.

Sous la responsabilité de la Délégation à l'agriculture, au développement et à la prospective (DADP) de l'INRA, et en lien avec l'ensemble des partenaires de la filière vin, une équipe de chercheurs de Montpellier a lancé un programme de recherche afin de répondre à cette demande.

### **C.— LA RÉDUCTION DE LA FRACTURE ALIMENTAIRE MONDIALE**

À l'échelle de la planète, l'agriculture est confrontée à un défi quantitatif considérable : la population mondiale atteignait trois milliards en 1960 ; elle représente le double aujourd'hui ; en 2050, elle sera de neuf milliards.

Il s'agit donc de nourrir trois milliards d'habitants supplémentaires qui viendront s'ajouter aux 850 millions de personnes souffrant déjà de sous-alimentation, sachant par ailleurs que la hausse du revenu moyen dans les pays en développement augmente tendanciellement la consommation de viande, laquelle multiplie en amont les besoins en production végétale.

La sollicitation de l'agriculture à des fins alimentaires risque de devenir très problématique, et ce d'autant plus qu'elle devra aussi simultanément, de façon croissante, produire des biocarburants pour répondre aux besoins de substitution énergétique aux hydrocarbures.

En outre, la faible base de l'alimentation humaine constitue un risque important pour la sécurité alimentaire de la planète. En effet, sur 13 000 plantes alimentaires connues, 4 800 sont cultivées, mais 4 seulement représentent 50 % de l'alimentation humaine : blé, maïs, riz, et pomme de terre.

Le commerce international ne saurait apporter qu'une solution subsidiaire à ces immenses besoins quantitatifs, émanant principalement des pays en développement. Quant à une réponse en termes d'accroissement des surfaces à technologie inchangée, les simulations montrent qu'elle conduirait au sacrifice de la totalité de la forêt tropicale humide, entraînant un choc écologique très dommageable.

C'est donc de l'effort de recherche que dépend fondamentalement la mise au point des moyens de concilier l'effort d'ajustement de l'offre alimentaire, à cette échelle gigantesque, avec la gestion des grands problèmes écologiques mondiaux comme l'effet de serre et le maintien de la diversité biologique.

Les établissements de recherche français, dont le CIRAD, s'inscrivant dans la mise en œuvre des recommandations issues de la conférence de Rio en 1992, contribuent activement à l'émergence de solutions scientifiques adaptées, en

tirant les leçons de la « Révolution verte » pour promouvoir une « Révolution doublement verte ».

### **1) Les limites de la « Révolution verte »**

Initiée dans les années 60 et 70, la « Révolution Verte » visait à l'augmentation de la production agricole par l'utilisation de variétés améliorées, d'engrais et éventuellement de produits phytosanitaires. Précisément, elle a démarré en Inde en 1966, après qu'à la demande de la Fondation Rockefeller, des chercheurs nord-américains eurent acclimaté des blés d'Amérique du Nord aux climats tropicaux ; la création de ces blés dits « à haut rendement » a valu un prix Nobel à l'un d'entre eux, Norman Borlaug. Presque simultanément, en Inde, le généticien M.S. Swaminathan mettait au point des riz améliorés. Blé et riz à haut rendement ont été cultivés dans les périmètres irrigués du Panjab, grâce au développement de l'irrigation dans la vallée du Gange, puis dans toutes les basses vallées irriguées de l'Inde. Relayées par une politique publique puissamment incitative, ces nouvelles méthodes ont été à l'origine d'un accroissement exceptionnel de la production.

Le même modèle s'est diffusé peu à peu dans toute l'Asie : Taiwan, Indonésie, Philippines, Thaïlande puis Vietnam. La Chine a pratiqué peu ou prou la même politique. En Amérique latine, le modèle a été adapté à la culture du maïs et au développement de l'élevage à viande et laitier (amélioration génétique, amélioration sanitaire, amélioration des pâturages). Presque simultanément, au Zimbabwe, les producteurs africains de taille moyenne adoptaient les maïs hybrides issus de la recherche locale et bénéficiaient de politiques équivalentes.

Si, en Asie, il en est résulté une amélioration nette de la sécurité alimentaire, cependant les populations pauvres ne disposant pas de terre, en Asie comme en Amérique latine n'ont pu profiter de cette révolution ; en Afrique, elle a presque échoué : elle a certes bénéficié aux plantations paysannes de café, cacao, palmier et hévéa en zone tropicale humide, mais n'a pas permis de développer des productions irriguées en zone de savane et en zone aride, en dépit des efforts de la coopération internationale pour financer des grands périmètres irrigués rizicoles modernes et mécanisés.

En 1994, l'analyse des signes de plafonnement des rendements au Panjab a conduit à une remise en cause des fondements de la « Révolution verte » : on a constaté une salinisation des sols due à l'excès d'utilisation des eaux d'irrigation issues des nappes phréatiques, la baisse rapide et généralisée de ces nappes phréatiques (quelquefois de 60 à 70 mètres) entraînant la nécessité de recréer les puits et d'acheter des pompes plus puissantes, et des niveaux élevés de pollution des eaux par les intrants chimiques. En outre, la stratégie d'utilisation massive d'engrais s'est heurtée à l'accroissement des prix (résultant lui-même de la baisse des subventions aux engrais imposée par les politiques d'ajustement et de libéralisation).

S'est alors dégagée l'idée d'une « Révolution doublement verte », promouvant une approche plus écologique et environnementale de la production agricole, en réorientant la recherche de rendements élevés vers des techniques moins polluantes, et moins dépendantes des subventions, grâce à l'intensification des fonctions naturelles des écosystèmes, permettant d'améliorer la fertilité, de mieux conserver l'eau dans les écosystèmes cultivés, ou de mieux contrôler les maladies et les ravageurs.

## **2) Les axes de la « Révolution doublement verte »**

Les recherches engagées concernent la biodiversité, les ressources génétiques, la fertilité des sols, la protection des cultures et la santé des animaux, les pratiques agronomiques, les prélèvements dans les milieux non ou peu cultivés.

### ***a) La biodiversité et la génomique***

La signature de la Convention sur la diversité biologique est l'un des résultats majeurs du sommet de Rio en 1992. Il s'agissait de replacer la recherche agronomique dans le cadre d'une réflexion sur la nature, les fonctions et la dynamique de la biodiversité en vue de tirer parti de la diversité naturelle au lieu de continuer à la réduire par la mise en œuvre de procédés agro-chimiques.

La présence au sein des écosystèmes de *pools* d'espèces liées de manière complexe avec le milieu donne en effet à ces écosystèmes des propriétés intéressantes, quant aux capacités de recyclage et de limitation des pertes de nutriments, la résistance aux perturbations. Au fur et à mesure que les connaissances progressent, l'action sur la biodiversité devrait contribuer à l'amélioration de la productivité et à la résistance des écosystèmes aux chocs climatiques ainsi qu'aux maladies et aux ravageurs.

La France s'est dotée, en 1999, d'un Institut français de la biodiversité, association de plusieurs ministères, d'organismes publics de recherche, d'ONG et de groupements professionnels.

Les recherches dans le domaine de la génomique (séquençage, cartographie, identification des fonctions des gènes, bio-informatique, etc.) nécessitent des moyens d'équipement et de matériel importants, et les principaux établissements français concernés se sont regroupés autour de plates-formes communes, impliquant également les principaux semenciers privés, comme le programme Génoplante, pour lequel plusieurs plantes modèles ont été choisies, dont le riz. Dans ce domaine également, la France s'est dotée d'un outil collectif de coordination, le Bureau des ressources génétiques (BRG).

Concernant les ressources cultivées et les animaux d'élevage, les recherches ont porté sur les techniques de conservation *ex situ*, et sur la promotion de la conservation *in situ* et à la ferme. Ces initiatives permettent de maintenir des

collections libres d'accès et de reconnaître le rôle des communautés de producteurs dans la connaissance et l'amélioration historique des ressources génétiques existantes. Elles constituent la base de programmes de sélection pour détecter des variétés résistantes aux maladies ou particulièrement adaptées aux techniques de l'agriculture biologique; cela concerne, par exemple, le sorgho et le mil dans la zone sahélienne.

Un projet international de recherche mené par le CIRAD en partenariat avec des organismes d'Australie, du Brésil et des Philippines, étudie l'adaptabilité morphologique du riz à son milieu : les ajustements spontanés du système racinaire, du tallage, de la taille des feuilles ou de l'inflorescence jouent en effet un rôle capital dans la productivité des cultures. Un système de signal contrôlé par certains enzymes a été mis en évidence, qui permet à la plante de modifier sa morphologie. Cette découverte, notamment s'il est possible de la généraliser à l'ensemble des céréales, et d'en décrypter les fondements génétiques, ouvre des perspectives nouvelles pour l'amélioration variétale.

### ***b) La fertilité des sols et l'aridité***

L'un des principaux acquis de ces dernières années a été la prise en compte de la dimension biotique des sols, longtemps abordés de manière quasi exclusive à partir de leurs composantes physicochimiques.

Les recherches s'orientent sur l'étude du fonctionnement des sols, en agissant par des pratiques agronomiques nouvelles sur les cycles biogéochimiques en interaction avec les peuplements microbiologiques et macrofaunistiques. Elles reposent sur de nouvelles conceptions de la fertilité des sols, vue comme un complexe d'interactions entre des pratiques, des plantes, des flux d'éléments chimiques et des fonctionnements écologiques édaphiques mal connus, selon des régimes hydriques diversifiés. On constate ainsi un renouvellement des méthodes et outils d'étude de ces problèmes, que ce soit en laboratoire (analyses classiques des sols) ou sur le terrain (indicateurs culturaux et plus seulement du niveau de photosynthèse), ouvrant de larges perspectives aux techniques de modélisation.

Ces connaissances débouchent sur la mise au point et la diffusion de nouvelles techniques comme, par exemple, le semis direct sous couverture végétale. Elles reposent sur l'intensification du cycle de la matière organique, en augmentant la part de la biomasse restituée au sol, et en favorisant les conditions d'humidité et de température pour dégrader la biomasse. L'idée est de s'appuyer sur les phénomènes naturels qui assurent la viabilité et la fertilité des grands écosystèmes pérennes comme la forêt tropicale humide et la prairie.

Plus classiquement, il s'agit d'utiliser les matières organiques, les effluents d'élevage et déchets organiques urbains. On peut aussi espérer, par la recherche génétique, doter les principales céréales alimentaires de la capacité de fixer l'azote de l'air de manière naturelle, comme le font les légumineuses, ou de mieux utiliser le phosphore des sols.

Cette évolution dans l'approche des ressources naturelles touche aussi la question de la désertification, distincte de l'aridité, qui est désormais abordée d'un point de vue écosystémique et non plus seulement par des techniques de défense et de restauration des sols.

Les établissements français sont ainsi engagés dans le réseau ROSELT d'observatoires en Afrique aride *circum* saharienne de surveillance de la désertification en relation avec les changements globaux du climat et locaux des modes d'utilisation des terres. Des expériences, à partir de simulateurs de pluie, permettent ainsi d'étudier les processus de ruissellement, d'évaporation et de percolation de l'eau de pluie dans le sol.

### ***c) La protection des végétaux et la santé animale***

Les ennemis des cultures et des forêts constituent une des contraintes majeures de la production, ce qui a conduit depuis longtemps les firmes de la phytopharmacie à investir et devancer la recherche publique. Mais les conséquences environnementales des méthodes de lutte chimique sont devenues de plus en plus préoccupantes, amenant la recherche publique à développer de nouvelles pistes d'investigation.

Celles-ci sont ainsi passées des principes de la lutte biologique aux concepts de la production intégrée qui aborde la protection des cultures comme inhérente à la conception d'un système de production, grâce à une meilleure connaissance des mécanismes fondamentaux de la pathogénicité, des interactions « hôtes pathogènes » - « vecteurs auxiliaires », des flux et de l'épidémiologie des principaux pathogènes. Ainsi, des méthodes de protection intégrée des cultures sont mises en œuvre pour maîtriser les pathologies majeures des grandes filières tempérées et tropicales. Il s'agit bien ici de maîtriser et non nécessairement « d'éradiquer » tant il a été démontré que les stratégies d'éradication des ravageurs tendent à les rendre résistants aux traitements. Le CIRAD a ainsi mis au point un dispositif de détection de la résistance des palmiers à huile à un champignon, le *Ganoderma*, provoquant une pourriture du tronc à sa base ; cet outil va permettre une sélection *a priori* des plants moins sensibles à cette maladie qui se déclare au bout de sept ans.

En ce qui concerne les animaux, les derniers développements concernent les vaccins de nouvelle génération, la résistance génétique aux maladies, les outils de diagnostic sanitaire, l'écopathologie. Dans les pays du Sud, les priorités ont porté sur l'épidémiosurveillance et l'épidémiologie dans le cadre de réseaux internationaux. Dans ces pays malheureusement, la pauvreté, la précarité des approvisionnements et la déficience des encadrements conduisent trop souvent à la renaissance épidémique de maladies pourtant simples à prévenir avec les vaccins existants.

#### ***d) Les pratiques agronomiques et l'élevage***

L'amélioration des pratiques agronomiques peut passer dans certains cas par une meilleure intégration de l'élevage et de l'agriculture, avec utilisation des sous-produits agricoles (tourteaux, par exemple).

S'agissant de l'élevage transhumant, les recherches ont porté sur la restauration et l'amélioration des pâturages. La gestion des pâturages s'est enrichie de l'apport des sciences sociales et notamment de la géographie, de l'anthropologie et de l'économie, cette dernière s'intéressant notamment à la gestion de l'accès aux pâtures et à l'émergence d'agréments entre sédentaires et transhumants.

Enfin, d'importants travaux sont engagés sur la faune sauvage, la gestion des parcs et des aires protégées, la gestion et l'exploitation de la faune, l'intégration des animaux dans la construction de modèles de gestion durable des terroirs et des exploitations, etc.

Le CIRAD, dans le cadre d'un projet financé par l'Institut français de la biodiversité, a conduit, par exemple, une recherche pour vérifier que les mils et sorghos du Niger parviennent à maintenir leur diversité génétique, grâce au système semencier traditionnel, et en dépit d'épisodes récurrents de sécheresse. Une telle étude pourrait utilement être étendue au Mali et au Burkina, où la coexistence avec l'exploitation du maïs et du coton pourrait mener à des résultats différents.

#### ***e) La préservation des ressources forestières et halieutiques***

Les recherches en ce domaine concernent la gestion des espaces forestiers, la métrologie des processus de stockage de carbone, l'éco-labellisation des produits forestiers et la production des normes correspondantes, les techniques de réhabilitation des milieux boisés et les aménagements agro-forestiers.

L'application des modèles d'aménagement forestier sur le terrain peut entrer en contradiction avec les pratiques locales des peuples forestiers ; les pratiques et les savoirs doivent être pleinement pris en compte au risque de dommages culturels, écologiques et sociaux irréversibles.

Ainsi, le CIRAD pilote depuis 2000 un projet d'appui à la réalisation des plans d'aménagement forestier en République centrafricaine, qui a pour objectif d'appuyer l'administration forestière dans la mise en place des concessions accordées aux entreprises d'exploitation. Cela implique un inventaire de toutes les espèces ligneuses (plus de 300 espèces), selon un dispositif statistique rigoureux ; la « possibilité écologique » de chaque concession est alors évaluée en volumes exploitables durablement. La biodiversité est inventoriée et des enquêtes socioéconomiques complètent l'étude. L'ensemble est confronté au schéma industriel des entreprises. Le plan est ensuite rédigé et cartographié, avec l'établissement de zones et de règles d'exploitation. Une convention définitive



d'exploitation est finalement signée entre les entreprises et l'État. Cette démarche permet aujourd'hui de mettre en fonction du personnel formé sur le terrain et connaissant parfaitement le contenu des plans d'aménagement. La transmission du savoir-faire à une cellule nationale, grâce à un programme de formation, constitue un gage d'efficacité pour le suivi à long terme de l'exécution des plans d'aménagement.

La gestion responsable des pêches en milieux continentaux doit tenir compte de l'impact du prélèvement d'une espèce cible sur la dynamique des peuplements, comme de l'impact des aménagements et des pratiques de gestion des effluents agricoles, urbains et industriels sur les milieux aquatiques. En réponse, la recherche a permis un développement de la pisciculture, avec un effort particulier sur les espèces de tilapia à destination d'une grande diversité de situations tropicales. L'écologie scientifique s'intéresse aussi au transfert d'espèces d'un écosystème à un autre et à ses conséquences potentielles.

### **3) Les modalités de partenariat avec les pays du Sud**

La « Révolution doublement verte » suppose une réorientation générale des bailleurs de fonds, encore trop tournés vers l'accroissement de production, quand l'amélioration du conditionnement, du stockage et du transport permettrait de diminuer sensiblement des pertes très élevées après récolte, pouvant aller jusqu'à 50 % dans certains cas (poisson transformé, par exemple).

S'agissant de l'assistance fournie par les organismes de recherche, l'accès aux technologies de la « Révolution doublement verte » nécessite de former, dans les pays du Sud, des équipes à leur utilisation et de les doter des équipements nécessaires à leur autonomie; ainsi des plates-formes de génomique devraient pouvoir être implantées dans les années qui viennent dans les pays les plus disposés à s'engager dans cette voie.

Par ailleurs, un effort considérable reste à entreprendre pour aider les pays les plus pauvres dans la mise sur pied des instruments légaux et réglementaires leur permettant de contrôler les activités des firmes sur leur territoire. La Convention sur la biodiversité ne laissant à ces pays, sous couvert de « souveraineté », que le contrôle de l'accès à leurs ressources, il est essentiel qu'ils puissent tirer parti de cette faible marge de manœuvre.

Les instituts publics français de recherche pour le développement ont opté pour une politique de propriété intellectuelle qui garantit l'accès prioritaire des pays pauvres partenaires aux brevets détenus par ces organismes. La propriété intellectuelle va ici à l'encontre de son usage habituel, dans la mesure où elle est utilisée, non pas pour être confisquée par des intérêts privés, mais pour profiter aux plus pauvres.

## **D.— LES MODÈLES D'ANALYSE GLOBALE**

En économie, les analyses qui semblent pertinentes au niveau d'un marché ou d'un secteur ont besoin parfois d'être resituées dans l'ensemble des flux qui traduisent, dans le temps et dans l'espace, les interactions à l'œuvre dans le monde réel pour être validées dans leurs conclusions. De même, les solutions d'origine agricole mises en avant pour économiser la consommation d'hydrocarbures fossiles, que ce soit dans une perspective de réduction des émissions de gaz à effet de serre, de protection de l'environnement contre les emballages plastiques ou de promotion des biocarburants, risquent de se révéler décevantes quant à l'objectif visé, si les conditions d'insertion dans l'environnement existant n'ont pas été pleinement prises en compte.

### **1) La problématique**

Ainsi, l'implantation d'une usine de biocomposants voit sa portée écologique limitée si cette usine est approvisionnée en matières premières par une noria de poids lourds fonctionnant au gazole, et si les produits finis qu'elle fabrique sont amenés vers les lieux de distribution par un mouvement en sens inverse, tandis que l'électricité fournie aux machines de production provient de centrales au charbon.

Un bilan global, écologique et énergétique, doit donc pouvoir être effectué pour mettre en valeur sans ambiguïté les conditions qui vont assurer l'efficacité des solutions alternatives, écologiques ou énergétiques, envisagées.

Or, il semble qu'en ce domaine le savoir scientifique ne soit pas encore tout à fait constitué. Il existe certes des études qui sont conduites jusqu'à effectuer un bilan global, mais elles gardent un caractère *ad hoc*, tandis que la multiplicité des interrogations sur l'avenir de l'humanité et de la planète en termes écologiques ou énergétiques appelle à la mise au point d'instruments d'analyse de portée générale. L'étude d'un tel canevas de modélisation globalisée paraît pourtant s'inscrire proprement au cœur de la recherche dans le domaine de la gestion des milieux et des ressources. Et les instruments d'analyse de portée générale ont vocation à devenir indispensables à la conduite des politiques publiques.

### **2) Une préoccupation nouvelle pour l'INRA**

L'INRA a pris la mesure de ce problème, confrontée qu'elle y est du fait de ses trois pôles de compétence, l'agriculture, l'alimentation et l'environnement, trois domaines où l'on est de plus en plus amené à aborder les problèmes en termes de bilan global. Des programmes de recherche vont y être mis en place pour les années 2007 et 2008, en liaison avec une campagne de recrutement des compétences d'appoint requises.

Ces programmes vont s'attacher à promouvoir l'approche en termes de bilan global sur des filières, « du berceau à la tombe », avec notamment la mise en

évidence des possibilités d'exploiter la plante entière, lorsque la filière procède des qualités particulières d'une plante cultivable ; mais ces programmes pourront aussi transcender l'analyse par filière, et s'efforcer de faire progresser une analyse plus systémique, s'appuyant sur l'élaboration de tableaux de bord ; il va s'agir en ce cas de mettre en évidence des facteurs limitants, comme par exemple la biomasse disponible, puis de déterminer des critères de choix pour optimiser l'utilisation des ressources contraintes afin d'atteindre les objectifs souhaités.

L'INRA a d'ores et déjà déterminé quatre filières pour lesquelles une approche en termes d'analyse globale serait plus particulièrement fructueuse ; en allant vers des domaines de plus en plus prospectifs, il s'agit de la filière « oléagineux » dont le dimensionnement doit encore être optimisé, de la filière « fibres » en plein essor, de la filière « lignocellulose » (bois, paille) considérée comme ayant un grand potentiel de développement, enfin de la filière « génie métabolique », qui devrait occuper une place déterminante dans le futur. Le génie métabolique consiste à identifier les étapes limitantes dans les mécanismes de synthèse, et à moduler en conséquence le métabolisme des cellules.

### **3) L'analyse de cycle de vie**

L'Agrice (agriculture pour la chimie et l'énergie), consortium formé d'organismes de recherche scientifique, technique et économique, d'entreprises, et d'organisations professionnelles agricoles, a été amené, à travers plusieurs études pilotées plus particulièrement par l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie), à développer une approche de bilan global, spécifiquement à propos des biocarburants. Une étude, datant de 2002, peut être mentionnée à cet égard : « Bilans énergétiques et gaz à effet de serre des filières de production de biocarburants en France ».

La méthodologie utilisée s'appuie ce qu'on appelle « l'analyse de cycle de vie », développée au départ, dans les années soixante, pour sélectionner des matériaux d'emballage. Elle a fait l'objet depuis 1997 d'une norme internationale « ISO 14040 ».

Elle conduit à analyser l'ensemble des étapes élémentaires permettant l'élaboration d'un produit, de l'obtention des matières premières jusqu'à sa fin de vie. Chaque filière conduisant au même produit final est ainsi décomposée en étapes élémentaires, chacune de ces étapes élémentaires étant alors caractérisée par des flux entrants (matières premières, énergie, ...) et sortant (produits, effluents, ...). Toutes les étapes sont reliées entre elles de manière cohérente, de manière à établir un diagramme complet et logique du cycle de vie du produit. Puis, les flux entrants et sortants sont estimés, et quantifiés du point de vue de leur impact environnemental.

Le traitement des flux sortants de coproduits est délicat, particulièrement dans le cas des biocarburants où ils peuvent être plus abondants que le produit final : une tonne de biocarburant génère en général près de deux tonnes de

coproduits. En l'absence d'indication de la norme ISO 14040, les coproduits se voient allouer arbitrairement des rejets et des consommations de matières premières, selon des coefficients classiques.

Les approches basées sur l'analyse de cycle de vie comportent un certain nombre de limites. Elles se cantonnent de fait à l'évaluation des impacts environnementaux, car elles se combinent mal avec d'autres critères, de nature économique par exemple, pouvant piloter la décision. Surtout, elles tendent vite à démultiplier les données, ce qui complexifie la prise de décision, et accroît le degré d'incertitude de celle-ci, déjà inhérente au traitement arbitraire des coproduits.

Les études conduites jusque-là sur ce modèle tendent à confirmer l'effet favorable du recours aux biocarburants sur l'émission de gaz à effet de serre, le gain le plus important étant obtenu lorsque le produit de transformation sert lui-même à la production du biocarburant, comme dans le cas d'une production à partir de matières lignocellulosiques (bois, paille) ; elles montrent également que, dans le cadre d'un bilan énergétique, l'économie totale de carburants fossiles n'est jamais possible.

#### **4) La dimension prospective**

Un modèle d'analyse globale se conçoit *a priori* comme permettant d'apprécier l'introduction d'une innovation écologique ou énergétique, « toutes choses égales par ailleurs ». Cependant, outre que son introduction aura nécessairement un effet économique en retour, modifiant les données initiales, la dimension temporelle peut jouer un rôle dans l'appréciation de l'efficacité de l'innovation, par la modification des paramètres d'environnement qu'elle induit nécessairement.

À cet égard, il convient de citer une observation figurant dans l'annexe 3 (« Prospective et comptabilité énergétique ») du rapport du Groupe de travail sur la « division par quatre des émissions de gaz à effet de serre de la France à l'horizon 2050 », remis aux ministres chargés de l'industrie et de l'écologie en juillet 2006.

*« À un horizon aussi éloigné que 2050, la modélisation des situations énergétiques d'un pays ou d'une région du Monde, se heurte à une grande complexité. Si l'on considère que les principaux déterminants de l'évolution de la demande d'énergie sont la population, le PIB par habitant, le progrès technique, les effets de structure (tertiarisation, délocalisation, taille des ménages, pyramide des âges, espérance de vie,...), les comportements, les actions des pouvoirs publics (infrastructures, réglementations,...) et les prix des énergies ou autres coûts d'usage, on conçoit que tous ces facteurs, si ce n'est le premier (la population) qui est relativement bien prévisible, sont particulièrement difficiles à prendre en compte sur très longue période. Soit ils sont fixés de façon exogène, en tant qu'hypothèses, soit ils résultent de calculs basés sur d'autres hypothèses,*

*mais dans les deux cas l'incertitude inhérente aux déterminants est croissante avec l'horizon temporel. »*

Pour illustrer la part d'incertitude inhérente à un exercice de modélisation de ce genre, la même annexe de ce rapport distingue quatre grandes familles de scénarios, non exclusives l'une de l'autre :

- les scénarios d'optimisation, celle-ci résultant d'un modèle économique basé sur une représentation mathématique aussi pertinente que possible du système énergétique considéré ;

- les scénarios de simulation, calculés comme pour les scénarios d'optimisation à l'aide d'un modèle économique, mais avec l'ambition de fournir une image aussi fidèle que possible du futur qui se produirait dans les hypothèses considérées, secteur par secteur ; ces modèles peuvent être à « équilibre partiel » ou à « équilibre général », selon leur sophistication mathématique ;

- les scénarios téléologiques (« *back casting* ») qui décrivent l'évolution d'un système énergétique vers un horizon partiellement ou totalement défini à l'avance ;

- les scénarios descriptifs (« *story telling* ») proposant des images partielles du système énergétique du futur, sur la base d'un modèle simple ou même sans modèle, afin de pouvoir comprendre les grands enjeux.

Le modèle d'analyse globale relève en fait, dans l'absolu, compte tenu des effets économiques induits, de la catégorie du « scénario de simulation » à partir d'un modèle économique à « équilibre général ». Il est cependant probable qu'à un horizon de moyen terme, une telle approche n'est pas concevable sans emprunt, d'une manière ou d'une autre, ne serait-ce qu'au travers de la formulation d'hypothèses, au « scénario téléologique » ou au « scénario descriptif ».



## CONCLUSION

Les crédits de ce programme représentent donc un milliard cent soixante trois millions d'euros, soit 5,5 % à peine des crédits affectés à la mission « recherche et enseignement supérieur » : ils ne sont pas à la hauteur de l'importance des sujets couverts, notamment au regard des potentialités qu'offre la recherche fondamentale pour la mise à jour de solutions d'avenir face à des difficultés majeures, nationale ou planétaire, comme celles liées à la revitalisation des filières agricoles naturelles, telle la viticulture, ou à la résorption de la fracture alimentaire mondiale.

Ces crédits affectés aux actions de recherche proprement dites progressent plus lentement que ceux affectés aux dépenses de structure, ce qui traduit une forme d'autisme au regard des crises récentes comme celle révélant l'insuffisance des moyens d'investigation de l'IFREMER pour identifier les agents toxiques à l'origine de l'empoisonnement des eaux du bassin d'Arcachon à l'été 2006, comme à l'été 2005 et à l'été 2002.

Par ailleurs, on a peine à retrouver, dans les documents budgétaires, les crédits affectés aux quatre questions plus particulièrement analysées dans ce rapport. La LOLF ne garantit que l'enveloppe globale du programme. Une action n'est qu'indicative ; c'est un fonctionnaire, en l'occurrence le directeur général de la recherche et de l'innovation au ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche, qui affectera les crédits du programme aux actions.

On constate cependant une amélioration dans la présentation du projet annuel de performances pour l'année 2007 par rapport à celui publié l'an dernier pour l'année 2006, notamment dans la précision des données fournies.

Mais, ce budget traduit néanmoins un manque d'ambition manifeste des pouvoirs publics à l'égard de la recherche dans le domaine de la gestion des milieux et de la ressource.

Ainsi, les moyens fixés par le gouvernement pour réaliser les objectifs de ce programme sont trop parcimonieux : il est inconcevable d'apprendre les à-coups budgétaires auxquels ont été confrontés, ces dernières années, les chercheurs du centre de Montpellier de l'INRA, avant d'avoir les moyens de mettre au point le « soda de vigne » qui redonne une chance potentielle non négligeable à la filière.

Le même centre de l'INRA a mis au point un jus de raisin peu sucré, soutenu par pôle de compétitivité « QualiMed », qui ouvre d'extraordinaires possibilités d'exportation en Allemagne. Et voilà que le projet de recherche visant à démontrer le bénéfice en termes de santé pour l'homme d'une consommation régulière de ce jus de raisin rouge, riche en polyphénol, est bloqué parce que

l'INSERM a des difficultés à dégager les crédits nécessaires à la part de recherche qui lui revient.

Ce manque de considération pour l'inventivité de nos chercheurs est certes l'expression de l'état de délabrement de l'ensemble de la recherche publique française, mais elle est évidemment indigne d'une puissance comme la nôtre.

Autre marque de désintérêt d'une grande légèreté, cette allocation tardive de moyens pour financer, au sein de l'INRA, des programmes permettant enfin de prendre en compte par des modèles d'analyse globale, l'impact des efforts d'innovation en matière de substitution aux hydrocarbures, et de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Il est pourtant évident que ce type d'instruments est indispensable à un pilotage efficace de la politique énergétique nationale, encore davantage aujourd'hui avec la multiplication des projets concernant les biocarburants. Car il est essentiel d'évaluer ceux-ci en fonction d'un bilan énergétique complet intégrant à tout le moins l'énergie consommée pour la fabrication et le transport.

De manière générale, la plupart des critères d'évaluation de ce programme de recherche se contente d'avoir pour objectif une stabilité dans la réalisation des objectifs. Ce n'est simplement pas à la hauteur des enjeux.

En outre, certains critères d'évaluation de ces politiques, relatifs non à leur efficacité scientifique mais plutôt à leur efficacité économique et à leur rentabilité, paraissent extrêmement réducteurs.

Constatant en conséquence le trop grand nombre d'interrogations que soulèvent les orientations de la politique de la recherche de l'actuel gouvernement sur toutes les questions qui touchent aujourd'hui de manière cruciale à l'équilibre des relations entre l'homme et la nature, votre rapporteur émet un avis défavorable à l'adoption des crédits du programme « Recherche dans le domaine de la gestion des milieux et des ressources ».



## EXAMEN EN COMMISSION

Lors de sa réunion du 26 octobre 2006, la Commission a examiné les crédits du programme « Recherche dans le domaine de la gestion et des ressources », sur le rapport de M. André Chassaigne, rapporteur pour avis.

Après l'exposé du rapporteur pour avis, Mme Geneviève Gaillard, s'exprimant au nom du groupe socialiste, a salué la réorientation de certains axes de recherche, et d'une esquisse de soutien budgétaire, mais a estimé que les montants prévus n'étaient pas à la hauteur des enjeux, pourtant soulignés par le Président de la République dans des déclarations relatives à l'environnement, la diversité biologique et la stratégie de développement durable. Les membres de la mission d'information sur la grippe aviaire ont ainsi pu constater que le CIRAD ne disposait pas des moyens nécessaires pour effectuer des prélèvements sur le terrain. Quant à l'utilisation des animaux en laboratoire, elle continue à poser de graves problèmes d'efficacité scientifique, faute de se donner les moyens d'investir dans d'autres solutions. En conséquence, le groupe socialiste votera contre l'adoption de ces crédits.

M. Philippe Feneuil, s'exprimant au nom du groupe UMP, a constaté que les députés, quel que soit leur groupe politique, souhaitent le développement de la recherche dans le domaine de la gestion des milieux et ressources. Il a remercié le rapporteur d'avoir souligné les efforts nécessaires pour sortir la filière viticole française de son marasme. Malgré l'intérêt des biocarburants, la destination première des productions agricoles demeure la filière agroalimentaire. Pour ne pas alourdir le bilan des biocarburants en termes de rejets de gaz carbonique, il faudra concentrer les zones de production végétales près des usines de transformation pour limiter les transports, quitte à ce que d'autres régions se spécialisent dans des productions alimentaires. Il est dommage que les groupes socialiste et communiste s'opposent par principe à l'adoption de ces crédits, le groupe UMP pour sa part les votera.

M. André Chassaigne, rapporteur pour avis, a approuvé les remarques de Mme Geneviève Gaillard sur les problèmes liés à l'utilisation d'animaux en laboratoire. Les tests réalisés par l'IFREMER sur des souris pour mesurer la toxicité de certaines huîtres laissent sceptiques sur leur intérêt scientifique, puisque les doses injectées aux souris correspondent à la consommation par l'homme de 75 douzaines d'huîtres. C'est pourquoi un programme européen de recherche a été mis en place pour étudier les possibilités d'un remplacement de ces tests par des analyses chimiques.

Contrairement aux conclusions du rapporteur, la Commission a donné un *avis favorable* à l'adoption des crédits de ce programme.

