

INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX POUR L'AGRICULTURE

Volume 1
Concepts et
cadre d'analyse

© OCDE, 1999

© Logiciel, 1987-1996, Acrobat, marque déposée d'ADOBE.

Tous droits du producteur et du propriétaire de ce produit sont réservés. L'OCDE autorise la reproduction d'un seul exemplaire de ce programme pour usage personnel et non commercial uniquement. Sauf autorisation, la duplication, la location, le prêt, l'utilisation de ce produit pour exécution publique sont interdits. Ce programme, les données y afférentes et d'autres éléments doivent donc être traités comme toute autre documentation sur laquelle s'exerce la protection par le droit d'auteur.

Les demandes sont à adresser au :

Chef du Service des Publications,
Service des Publications de l'OCDE,
2, rue André-Pascal,
75775 Paris Cedex 16, France.

INDICATEURS
ENVIRONNEMENTAUX
POUR L'AGRICULTURE

Concepts et cadre d'analyse

Volume 1

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

En vertu de l'article 1^{er} de la Convention signée le 14 décembre 1960, à Paris, et entrée en vigueur le 30 septembre 1961, l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE) a pour objectif de promouvoir des politiques visant :

- à réaliser la plus forte expansion de l'économie et de l'emploi et une progression du niveau de vie dans les pays Membres, tout en maintenant la stabilité financière, et à contribuer ainsi au développement de l'économie mondiale;
- à contribuer à une saine expansion économique dans les pays Membres, ainsi que les pays non membres, en voie de développement économique;
- à contribuer à l'expansion du commerce mondial sur une base multilatérale et non discriminatoire conformément aux obligations internationales.

Les pays Membres originaires de l'OCDE sont : l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la France, la Grèce, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Luxembourg, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie. Les pays suivants sont ultérieurement devenus Membres par adhésion aux dates indiquées ci-après : le Japon (28 avril 1964), la Finlande (28 janvier 1969), l'Australie (7 juin 1971), la Nouvelle-Zélande (29 mai 1973), le Mexique (18 mai 1994), la République tchèque (21 décembre 1995), la Hongrie (7 mai 1996), la Pologne (22 novembre 1996) et la Corée (12 décembre 1996). La Commission des Communautés européennes participe aux travaux de l'OCDE (article 13 de la Convention de l'OCDE).

Also available in English under the title:

ENVIRONMENTAL INDICATORS FOR AGRICULTURE
Concepts and Framework

Réimprimé en 1999

© OCDE 1999

Les permissions de reproduction partielle à usage non commercial ou destinée à une formation doivent être adressées au Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris, France, Tél. (33-1) 44 07 47 70, Fax (33-1) 46 34 67 19, pour tous les pays à l'exception des États-Unis. Aux États-Unis, l'autorisation doit être obtenue du Copyright Clearance Center, Service Client, (508)750-8400, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA, or CCC Online: <http://www.copyright.com/>. Toute autre demande d'autorisation de reproduction ou de traduction totale ou partielle de cette publication doit être adressée aux Éditions de l'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16, France.

AVANT-PROPOS

Les effets, tant nocifs que bénéfiques, de l'agriculture et des politiques agricoles sur l'environnement constituent une question primordiale dans les pays de l'OCDE. L'OCDE a donc entrepris d'élaborer un ensemble d'indicateurs agro-environnementaux afin de déterminer et quantifier l'ampleur de ces effets, et de mieux comprendre l'impact sur l'environnement des différentes mesures prises par les pouvoirs publics.

Le développement de la demande d'informations sur les liens entre agriculture et environnement témoigne de la priorité croissante accordée à l'amélioration de l'état de l'environnement dans le secteur agricole. C'est ainsi que la Commission des Nations Unies pour le développement durable a invité les pays à élaborer des indicateurs pour mesurer les progrès accomplis sur la voie du développement durable, en particulier dans le secteur agricole, conformément à l'un des objectifs dégagés par la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (CNUED) qui s'est tenue à Rio de Janeiro en 1992.

Les données chiffrées dont on dispose sur les rapports entre agriculture et environnement sont actuellement insuffisantes. Or, sans cette information, les pouvoirs publics et les diverses parties prenantes ne sont pas en mesure de déterminer, hiérarchiser et mesurer les effets écologiques liés à l'agriculture, ce qui rend difficile de mieux cibler les programmes agricoles et environnementaux, et d'assurer le suivi et l'évaluation des politiques.

Cette étude montre comment l'OCDE a entrepris de répondre à ce besoin de données. L'Organisation joue un rôle novateur en établissant des définitions et des méthodes de mesure globalement cohérentes, et en encourageant les pays Membres à partager leurs expériences respectives en matière d'élaboration d'indicateurs.

La section I de cette étude présente les grands objectifs visés par l'élaboration de ces indicateurs, tandis que la section II examine le cadre d'action dans lequel s'inscrivent ces travaux. La section III définit un cadre analytique pour déterminer et structurer les indicateurs de façon à étayer l'analyse des liens entre l'agriculture, l'environnement et le développement durable. La section IV examine le choix des indicateurs, dans ce cadre général de l'analyse, en regard de quatre critères : pertinence politique, justesse d'analyse, mesurabilité, niveau d'agrégation. La section V recense les principaux problèmes agro-environnementaux présentant un intérêt pour les décideurs de l'OCDE, et elle examine chacun de ces problèmes sous l'angle des conditions techniques, des indicateurs appropriés, ainsi que des données disponibles et de la mesurabilité. En conclusion, la section VI définit les travaux futurs sur les indicateurs agro-environnementaux de l'OCDE, en particulier ceux qui sont nécessaires pour procurer des données pertinentes et calculer les indicateurs.

Cette publication est le résultat des travaux effectués par le Groupe de travail mixte du Comité de l'agriculture et du Comité des politiques d'environnement. Les deux comités de tutelle ont approuvé ce rapport en 1996 et ils sont convenus de le publier sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE.

TABLE DES MATIÈRES

SIGLES ET ABRÉVIATIONS	7
INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX POUR L'AGRICULTURE	9
I. INTRODUCTION	9
II. CADRE D'ACTION	10
III. CADRE PROPOSÉ POUR LA DÉFINITION ET LA MISE AU POINT D'INDICATEURS	11
1. Rappel	11
2. Le modèle « causes agissantes-état-réponses » – définition et portée	13
3. Liens entre les causes agissantes, l'état et la réponse	15
IV. CRITÈRES DE SÉLECTION DES INDICATEURS AGRO-ENVIRONNEMENTAUX	16
1. Pertinence politique	17
2. Justesse d'analyse	18
3. Mesurabilité	18
4. Niveau d'agrégation	19
V. INDICATEURS APPLICABLES AUX PROBLÈMES AGRO-ENVIRONNEMENTAUX PRÉSENTANT UN INTÉRÊT POUR LES DÉCIDEURS	19
1. Éléments fertilisants utilisés en agriculture	21
2. Pesticides utilisés en agriculture	23
3. Ressources en eau utilisées en agriculture	24
4. Exploitation et conservation des terres agricoles	25
5. Qualité des sols agricoles	27
6. Agriculture et qualité de l'eau	28
7. Gaz à effet de serre d'origine agricole	30
8. Agriculture et biodiversité	31
9. Agriculture et habitats naturels	32
10. Paysages agricoles	33
11. Gestion des exploitations	35
12. Ressources financières des exploitations	36
13. Aspects socio-culturels liés à l'agriculture	37
VI. FUTURS TRAVAUX DE MISE AU POINT D'INDICATEURS AGRO-ENVIRONNEMENTAUX DE L'OCDE	39
1. Aspects théoriques et analytiques	39
2. Problèmes liés aux données et mesurabilité	39
3. Liens en jeu dans le modèle « causes agissantes-état-réponses »	40
4. Conclusions	40
NOTES	42
BIBLIOGRAPHIE	46

SIGLES ET ABRÉVIATIONS

AIEA	Agence internationale de l'énergie atomique (ONU)
CCCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
CH ₄	Méthane
CNUED	Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement
CO ₂	Dioxyde de carbone
CORINAIR	Partie du programme européen CORINE concernant l'atmosphère
CORINE	Programme de travail de la Commission concernant un projet expérimental pour la collecte, la coordination et la mise en cohérence de l'information sur l'état de l'environnement et des ressources naturelles de la Communauté
DSR	« causes agissantes-état-réponses » (Driving Force-State-Response)
EUROSTAT	Office statistique des Communautés européennes
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
GES	Gaz à effet de serre
GESAMP	Groupe mixte OMCI/FAO/UNESCO/OMM sur les aspects scientifiques de la pollution des mers
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
IAE	Indicateurs agro-environnementaux
N ₂ O	Hémioxyde d'azote
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OMI	Organisation maritime internationale
OMS	Organisation mondiale de la santé
ONU	Organisation des Nations Unies
OSPARCOM	Conventions d'Oslo et de Paris pour la prévention de la pollution marine
PSR	Pression-état-réponse (Pressure-State-Response)
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
SARD	Développement agricole et rural durable
SIG	Système d'information géographique
UE	Union européenne
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture

INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX POUR L'AGRICULTURE

I. INTRODUCTION

L'OCDE a entrepris d'élaborer un ensemble d'indicateurs agro-environnementaux (IAE), soutenu par l'évolution générale de la réforme agricole et compte tenu de la nécessité d'assurer la cohérence entre les politiques d'environnement et les politiques agricoles. Ces indicateurs ont pour objet¹ :

- **de fournir des informations**, aux décideurs et au public en général, sur l'état actuel et les modifications des conditions de l'environnement naturel dans le secteur agricole ;
- **d'aider les décideurs** à mieux cerner les relations de cause à effet entre l'agriculture et la politique agricole, d'une part, et l'environnement, d'autre part, en contribuant à orienter les initiatives suscitées par les modifications de l'état de l'environnement ; et
- **de contribuer au suivi et à l'évaluation** de l'efficacité des mesures prises pour encourager une agriculture écologiquement viable.

Dans le cadre de l'Organisation, la nécessité d'élaborer des indicateurs environnementaux a été formulée pour la première fois à l'occasion d'une réunion du Conseil de l'OCDE au niveau des ministres, en 1989, les participants ayant préconisé une intégration plus systématique et plus efficace des décisions environnementales et économiques dans l'optique du développement durable. Cette demande a été réitérée par le G-7 à Paris (en juillet 1989), puis à Houston (en juillet 1990).

En 1991, le Conseil de l'OCDE a adopté une Recommandation sur les indicateurs et les informations concernant l'environnement, visant à «continuer à mettre au point des ensembles d'indicateurs d'environnement qui soient fiables, lisibles, mesurables et pertinents pour les politiques d'environnement»². Les engagements en ce sens ont été réaffirmés lors de la réunion du Comité des politiques d'environnement de l'OCDE au niveau ministériel, en février 1996³. Les travaux sur les indicateurs sont entrepris à l'OCDE en coopération étroite avec les pays Membres, parallèlement à des travaux analogues menés par d'autres instances internationales, à la suite de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (CNUED) tenue en juin 1992 à Rio de Janeiro (Brésil).

Il ressort du débat entre les pays Membres qu'il importe que l'OCDE montre la voie en développant un ensemble clé d'indicateurs agro-environnementaux accompagné, dans toute la mesure du possible, de définitions cohérentes et de méthodes de mesure qui pourraient être également utiles aux gouvernements nationaux pour élaborer leurs propres ensembles d'indicateurs. Les indicateurs choisis devraient couvrir, parmi les diverses incidences du secteur agricole primaire sur l'environnement, celles qui sont pertinentes pour les responsables politiques et dont la mesure ne soulève pas de problèmes pratiques, compte tenu des données disponibles et des moyens à mettre en œuvre pour la collecte et le traitement des données⁴.

A la suite de cette introduction, on examinera dans la **section II** le cadre d'action dans lequel s'inscrit la mise au point des IAE. La **section III** sera consacrée à un cadre analytique permettant de recenser et de structurer les indicateurs, de manière à faciliter l'étude des liens entre le secteur agricole, l'environnement et une agriculture écologiquement viable. Dans la **section IV**, le choix des indicateurs sera examiné, dans le cadre analytique général, en fonction de divers critères : utilité pour l'action, justesse d'analyse, mesurabilité et niveau d'agrégation voulu. La **section V** décrit les principaux problèmes d'environnement rencontrés dans le secteur agricole qui présentent un intérêt pour les

décideurs de la zone OCDE, et examiné les fondements techniques, les indicateurs appropriés ainsi que les aspects liés aux données et à la mesurabilité qui se rapportent aux diverses questions. Enfin, la **section VI** conclura par une esquisse des futurs travaux relatifs aux indicateurs agro-environnementaux de l'OCDE.

II. CADRE D'ACTION

D'importants programmes sont en cours, au sein des administrations nationales, des organisations internationales, et des agences non gouvernementales, pour l'élaboration d'IAE. Le volume croissant des activités relatives aux IAE, dans divers pays et différentes instances, reflète dans une large mesure la priorité accrue accordée à l'amélioration de l'environnement dans le secteur agricole, conséquence de l'intérêt grandissant du public pour l'amélioration de la qualité de l'environnement.

Dans de nombreux pays Membres de l'OCDE, la demande croissante d'indicateurs et d'autres informations agro-environnementales s'explique en partie par le fait que les pouvoirs publics sont tenus de fournir des études d'impact sur l'environnement (EIE) à propos des programmes agricoles et des programmes d'environnement. Des informations toujours plus nombreuses sur les liens entre les deux domaines sont exigées non seulement par les responsables de la politique agricole, mais aussi par les exploitants et autres utilisateurs des terres, auxquels s'ajoutent les chercheurs, les médias, le public et les organisations internationales.

Les accords internationaux dans le domaine de l'environnement se traduisent également, pour les pouvoirs publics, par un besoin croissant de contrôler les résultats obtenus dans le cadre de ces accords. La Commission des Nations Unies du développement durable, par exemple, a demandé aux pays d'utiliser dans leurs rapports annuels des indicateurs mesurant les progrès réalisés sur la voie d'un développement durable, notamment les indicateurs de développement agricole et rural durable (SARD), selon la définition qui en est donnée par le Programme «Action 21», adopté en 1992, au sommet de la CNUED à Rio de Janeiro⁵.

La nécessité, pour les décideurs, d'aborder les questions agro-environnementales se fait également sentir à un moment où de nombreux pays sont engagés dans la réforme des politiques agricoles et dans la mise en œuvre des engagements prévus par l'Accord issu des négociations d'Uruguay, entré en vigueur en 1995. Pour élaborer des politiques cohérentes dans le domaine de l'agriculture et de l'environnement, il faut cerner les effets écologiques des politiques agricoles et de la réforme entreprise dans ce secteur, sans oublier les mesures agro-environnementales.

Pour les décideurs, l'assistance d'un outil d'analyse est rendue nécessaire par la complexité des liens entre les activités agricoles et les incidences sur l'environnement. Cette complexité traduit les processus biologiques, les variations dans l'état naturel de l'environnement, les facteurs socio-économiques, les politiques agricoles et environnementales ainsi que les changements introduits dans ces politiques. Les liens sont encore compliqués par les variations dans l'espace, à l'intérieur d'un pays ou entre différents pays, des effets de l'agriculture sur l'environnement, et par le fait que de nombreuses pratiques agricoles peuvent avoir un effet progressif et cumulatif sur l'environnement. Des études engagées au sein de l'OCDE visent à préciser les prolongements environnementaux qu'entraînent dans le secteur agricole les mesures prises par les pouvoirs publics, ainsi que la modification de ces mesures⁶.

Toutefois, on manque pour l'instant d'informations pour répondre à cette demande croissante d'explication des liens agro-environnementaux et de la notion d'agriculture écologiquement viable ayant pour but :

- de déterminer les problèmes, les risques et les avantages écologiques liés à l'agriculture;
- de mieux cibler les programmes traitant des questions agro-environnementales; et
- de favoriser le suivi et l'évaluation des politiques et des programmes.

Pour contribuer à répondre à ce besoin d'informations supplémentaires et d'analyse des liens entre l'agriculture et l'environnement, l'OCDE a commencé à élaborer un cadre d'analyse à l'intérieur

duquel il sera possible d'examiner ces liens et à identifier des indicateurs susceptibles d'aider les décideurs, notamment pour le suivi des progrès accomplis vers une agriculture écologiquement viable, telle qu'elle est décrite à la section ci-après. En déterminant des IAE, l'OCDE favorise la mise au point de définitions d'indicateurs et de méthodes de mesure relativement cohérentes entre les pays Membres, et incite les pays à mettre en commun les enseignements tirés de l'élaboration d'indicateurs pour l'analyse des liens agro-environnementaux du point de vue de l'action des pouvoirs publics.

III. CADRE PROPOSÉ POUR LA DÉFINITION ET LA MISE AU POINT D'INDICATEURS

1. Rappel

Un défi primordial à relever consiste à établir des fondements théoriques et méthodologiques solides pour étayer l'analyse empirique des liens entre l'agriculture et l'environnement, notamment en termes de mesure quantitative de l'impact des politiques et des réformes agricoles sur l'environnement dans le secteur de l'agriculture. Afin de mieux comprendre les liens entre l'agriculture et l'environnement, de recenser et de mettre au point des indicateurs utiles pour l'action, on a accordé une attention particulière à trois facteurs, estimant qu'il fallait :

- reconnaître les caractéristiques spécifiques aux liens entre l'agriculture et l'environnement ;
- replacer l'agriculture dans le contexte, plus général, de la durabilité, notamment du point de vue des relations entre les dimensions économique, sociale et environnementale ;
- veiller à ce que le cadre retenu pour l'analyse agro-environnementale coïncide de manière générale avec celui qui s'applique habituellement aux travaux du même ordre entrepris par l'OCDE et par d'autres instances.

Diverses caractéristiques de l'agriculture liées à l'environnement font que, dans une certaine mesure, les liens entre le secteur agricole et l'environnement se distinguent de ceux qui existent entre d'autres secteurs de l'économie et l'environnement. Trois de ces caractéristiques spécifiques sont particulièrement importantes.

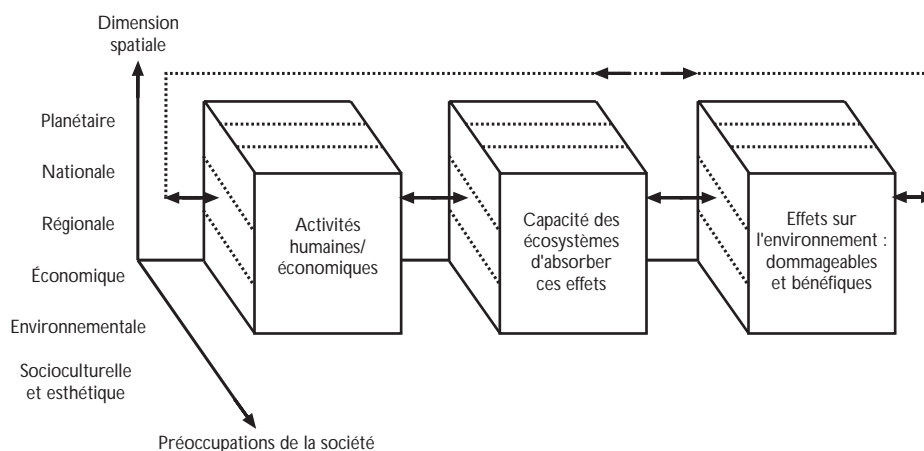
Premièrement, les activités agricoles ont tout un éventail d'effets, bénéfiques et nuisibles, sur la qualité de l'environnement. L'exploitation des terres peut conduire à une dégradation de la qualité du sol, de l'eau et de l'air, à la disparition de certains habitats et à une perte sur le plan de la diversité biologique. En revanche, l'activité agricole peut constituer un avantage du point de vue de l'environnement, par exemple en jouant le rôle de puits de gaz à effet de serre, en protégeant et en améliorant la diversité biologique et la valeur esthétique du paysage, ainsi qu'en limitant les inondations et les glissements de terrain.

Deuxièmement, les relations entre les activités agricoles et l'environnement sont souvent complexes, particulières au site, et non linéaires. Les impacts de l'agriculture sur l'environnement peuvent être déterminés par différents agro-écosystèmes et différentes caractéristiques physiques du terrain, par les conditions économiques et la technologie de production existantes, et par les pratiques de gestion retenues par les exploitants agricoles en fonction des conditions naturelles.

Troisièmement, les secteurs agricoles sont, dans la plupart des pays Membres de l'OCDE, caractérisés par des politiques marquées par des niveaux élevés de soutien et d'intervention des pouvoirs publics (OCDE, 1996a). Le comportement des agriculteurs peut se trouver fortement modifié par ces politiques, en ce qu'elles influent sur le niveau de la production agricole, sur sa localisation, sur les pratiques agricoles et les systèmes de gestion utilisés. Par ailleurs, les modifications dans la qualité de l'environnement peuvent susciter des réactions du marché et de la collectivité qui, à leur tour, peuvent influencer les décisions des pouvoirs publics dans les domaines de l'agriculture et de l'environnement.

La situation de l'agriculture doit être envisagée dans le contexte, plus général, du développement durable. Bien que le concept de « durabilité » puisse être interprété de diverses manières, il est généralement admis qu'il comporte des éléments économiques, sociaux et environnementaux (OCDE,

◆ Figure 1. *Vue schématique des composantes principales de l'analyse de la durabilité*



Source : Secrétariat de l'OCDE, 1996, adapté de Midmore, *et al.* 1995.

1995c). On reconnaît très largement qu'une meilleure compréhension des liens entre l'économie, la société et l'environnement est nécessaire pour promouvoir des stratégies de développement durable. La figure 1 présente une vision simplifiée des éléments, des liens et des effets en retour les plus déterminants pour l'analyse de la durabilité. Ce graphique propose une séquence de causes et d'effets dans l'ordre suivant :

- *les activités humaines*, passant par des initiatives agricoles et économiques, et modifications possibles sous la forme de plans, de programmes et de politiques, liées à
- *la capacité des systèmes naturels*, notamment des agro-écosystèmes, d'absorber les effets des activités humaines sur l'environnement, qui détermine
- *les impacts sur l'environnement*, favorables et défavorables, ainsi que la viabilité à long terme des écosystèmes visés.

La perception de cet ordre, ainsi que des éléments et des processus en jeu, pourrait normalement entraîner une certaine rétroaction par le biais d'une modification des activités humaines (Midmore *et al.*, 1995). Dans le contexte agricole, cela peut prendre la forme de changements dans les attitudes des agriculteurs et dans les réactions des pouvoirs publics, lorsque l'on a le sentiment ou la certitude que ces activités constituent une menace pour la durabilité à long terme, et dans la mesure où elles se reflètent dans les coûts et les signaux du marché. L'analyse de la durabilité englobe :

- *la dimension spatiale*, l'échelle pouvant aller du champ à l'exploitation, au bassin versant, à la région, au pays et à la planète ;
- *la dimension temporelle*, autrement dit la période de référence pour l'examen de la durabilité ;
- *la dimension sociétale*, qui recouvre l'économie, les valeurs et attitudes socio-culturelles et esthétiques, ainsi que l'environnement.

On a particulièrement veillé à articuler cette activité avec le programme de l'OCDE sur l'élaboration des indicateurs d'environnement et avec d'autres travaux entrepris parallèlement dans ce domaine par les pays Membres et diverses organisations et instances internationales. Nombre de ces

travaux s'appuient sur le modèle pression-état-réponse (Pressure-State-Response – PSR) ou sur une variante de ce modèle, qui permet d'élaborer des indicateurs selon les critères suivants :

- *la pression* exercée sur l'environnement par les activités humaines et économiques, qui modifie
- *l'état* ou les conditions de l'environnement et peut provoquer
- *des réponses* de la société visant à changer les pressions et l'état de l'environnement.

Le choix du modèle PSR comme base d'élaboration des indicateurs agro-environnementaux a été influencé par l'analyse générale de l'environnement portant sur l'ensemble de l'économie et par les travaux sur les indicateurs. On peut citer notamment à cet égard les activités en cours au sein de l'OCDE relatives au corps central d'indicateurs d'environnement destinés aux examens des performances environnementales (OCDE, 1994b). La Commission des Nations Unies du développement durable utilise aussi dans ses travaux une variante du modèle PSR pour élaborer des indicateurs liés au développement durable, ainsi qu'il a été signalé à la section précédente. Les travaux menés dans le cadre des Nations Unies prennent en compte les dimensions sociale, économique, institutionnelle et environnementale de la durabilité par le biais d'un modèle « causes agissantes-état-réponses » (Driving Force-State-Response – DSR) (Nations Unies, 1995).

2. Le modèle « causes agissantes-état-réponses » – définition et portée

Le cadre esquissé ici pour l'analyse des liens agro-environnementaux et l'élaboration d'IAE, « **causes agissantes-état-réponses** » (DSR)⁷, correspond à une version modifiée du modèle « pression-état-réponse » (PSR). Il prend en compte les caractéristiques précises de l'agriculture et ses liens avec l'environnement, le rôle de l'agriculture dans le contexte plus général du développement durable, ainsi que les projets déjà engagés par certains pays Membres de l'OCDE et divers organismes pour pousser plus avant les travaux sur les indicateurs. La méthode adoptée est également compatible, en général, avec le modèle PSR modifié qu'utilise l'OCDE pour mettre au point d'autres indicateurs d'environnement, par exemple dans les secteurs des transports et de l'énergie.

Le modèle DSR renvoie à un ensemble de questions touchant le réseau complexe de liens et d'effets en retour entre l'agriculture et l'environnement :

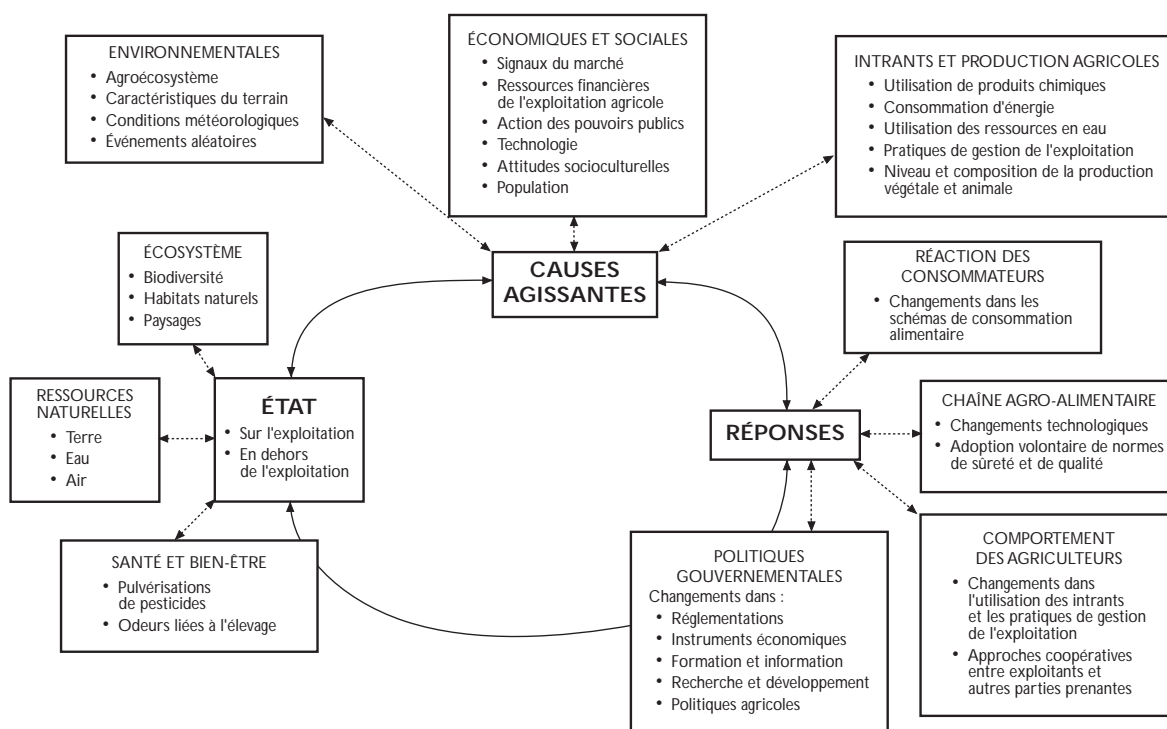
- Quels sont les facteurs qui induisent des modifications des conditions environnementales dans l'agriculture (*causes agissantes*) ?
- Quel effet cela a-t-il sur l'état ou les conditions de l'environnement dans l'agriculture (*état*) ?
- Quelles sont les mesures prises pour répondre aux modifications de l'état de l'environnement dans l'agriculture (*réponse*) ?

En faisant ressortir ces questions, le modèle DSR peut fournir un cadre polyvalent permettant :

- *de mieux appréhender la complexité des liens et des répercussions en jeu dans la relation de cause à effet*, qu'il s'agisse de l'impact de l'agriculture sur l'environnement ou des mesures prises par les agriculteurs, les décideurs et la collectivité vis-à-vis de l'évolution des conditions agro-environnementales ; et
- *de déterminer des indicateurs* aptes à rendre compte et à donner une mesure chiffrée de ces liens et effets en retour.

Le modèle DSR se compose d'un vaste ensemble d'interactions entre les activités humaines et l'environnement, qui fait intervenir différents liens et effets en retour, comme l'illustre la figure 2. Par exemple, les sédiments emportés dans le réseau hydrographique par ruissellement à partir des terres agricoles risquent de compromettre des activités de loisirs telles que la pêche, bien que les cours d'eau (le milieu naturel) puissent absorber ces sédiments sans difficulté. S'il s'agit d'analyser des questions agro-environnementales et d'élaborer des indicateurs présentant une utilité pratique, le modèle DSR est essentiellement un sous-ensemble du cadre général esquissé pour l'analyse du développement durable, reproduit dans la figure 1. On trouvera dans les paragraphes ci-après une description plus précise des composantes et de la séquence logique d'étapes interdépendantes du modèle DSR.

◆ Figure 2. Le modèle Cause agissantes-État-Réponse appliqué aux liens agro-environnementaux et à l'agriculture durable



Source : Secrétariat de l'OCDE, 1996.

Les causes agissantes englobent tous les éléments qui provoquent des modifications de l'état de l'environnement. On peut citer :

- *les processus et les facteurs naturels de l'environnement*, y compris l'agro-écosystème, les caractéristiques physiques du terrain, les conditions météorologiques, et les événements aléatoires tels que les tremblements de terre ;
- *les intrants et les extrants biophysiques au niveau de l'exploitation agricole*, qui englobent l'utilisation de produits chimiques, d'énergie et de ressources en eau ; les pratiques de gestion appliquées dans les exploitations ; et les décisions touchant le niveau de production et la gamme de biens agricoles produits ;
- *les causes agissantes liées à l'économie ou à la collectivité*, qui englobent les réactions suscitées par les signaux économiques ou stratégiques, provenant respectivement des marchés et des pouvoirs publics ; les fluctuations du niveau et de la composition des ressources financières des exploitants ; les progrès technologiques ; les réflexes culturels et les pressions exercées par l'opinion publique ; les structures sociales ; et la croissance démographique.

Cette définition des « causes agissantes » tient compte du fait que les activités agricoles peuvent avoir aussi bien des *effets favorables* sur la qualité de l'environnement, par exemple en augmentant la capacité de rétention d'eau de certains systèmes agricoles qui peut remédier aux problèmes d'érosion des sols, de glissements de terrain ou d'inondation, que des *effets défavorables*, tels que l'utilisation de quantités excessives d'engrais et de pesticides et le recours à des pratiques de gestion inopportunes. Par ailleurs, elle englobe plus largement les éléments influant sur l'environnement dans le cadre de l'agriculture et des pratiques durables, notamment le comportement des exploitants, les politiques retenues par les pouvoirs publics, ainsi que divers facteurs économiques, sociaux et culturels.

L'état de l'environnement dans le secteur agricole renvoie aux modifications des conditions du milieu qui peuvent résulter de diverses causes agissantes. Les impacts de l'agriculture sur l'environnement peuvent se manifester au niveau de l'exploitation ou en dehors de l'exploitation, comme en témoignent les effets sur la diversité biologique et les changements climatiques, et s'exercer à différentes échelles temporelles et spatiales, du simple champ à l'ensemble du globe. Bien que l'état de l'environnement dans le secteur agricole fasse intervenir des éléments très divers, on peut distinguer schématiquement les sous-catégories suivantes :

- *état des ressources naturelles* utilisées dans la production agricole (sols, eau et air), sous l'angle physique, chimique et biologique ;
- *composition, structure et fonctionnement de l'écosystème* affecté par les activités agricoles, notamment la diversité biologique et les habitats naturels, cette sous-catégorie comprenant aussi, pour certains pays, l'environnement aménagé par l'homme, notamment par le biais des paysages agricoles ;
- *santé et bien-être liés à l'environnement*, compte tenu, par exemple, du risque pour la santé découlant des pulvérisations de pesticides et des nuisances olfactives résultant de l'élevage intensif de bétail. L'éventail des problèmes, dans cette sous-catégorie, peut varier considérablement d'un pays à l'autre, en fonction des limites assignées aux questions agro-environnementales et de l'importance que la collectivité attache à ces questions.

Il est essentiel, lorsque l'on examine la composante « état » dans le modèle DSR, de déterminer la part de l'agriculture dans le milieu écologique ou dans le problème en question, et d'en évaluer l'importance du point de vue des mesures à prendre par les pouvoirs publics. En règle générale, l'agriculture n'est qu'une activité économique parmi d'autres ayant un impact sur l'état de l'environnement. La qualité des eaux fluviales et souterraines, par exemple, peut résulter d'une combinaison d'activités agricoles et industrielles et de l'élimination des résidus urbains. Dans ce contexte, un autre aspect est à retenir : l'agriculture peut avoir une incidence sur l'état de l'environnement, mais les activités de production agricole peuvent aussi subir les effets des changements dans les conditions ambiantes, comme par exemple les émissions atmosphériques acides ou l'appauvrissement de la couche d'ozone.

Les réponses font référence à la réaction de certaines catégories de la société et des décideurs face aux modifications, réelles ou perçues, de l'état de l'environnement dans le secteur agricole et de la viabilité écologique de l'agriculture, et face aux signaux du marché. Les réponses sont de divers ordres :

- *comportement de l'exploitant*, par des changements dans les intrants et dans les pratiques de gestion des exploitations, notamment la lutte intégrée contre les ravageurs, ainsi que par le recours à des actions concertées associant des exploitants entre eux ou des exploitants à d'autres parties prenantes ;
- *réactions des consommateurs*, par la modification des schémas de consommation alimentaire, en privilégiant notamment les produits de l'agriculture biologique ;
- *réponses de la chaîne agro-alimentaire*, assorties de changements technologiques visant à produire des pesticides moins toxiques et de l'adoption volontaire, par l'industrie alimentaire, de normes de sûreté et de qualité plus rigoureuses ;
- *actions entreprises par les pouvoirs publics*, en modifiant les mesures, notamment les approches réglementaires, l'utilisation d'instruments économiques (subventions et fiscalité), les programmes de formation et d'information, les activités de recherche et de développement ainsi que les politiques agricoles.

3. Liens entre les causes agissantes, l'état et la réponse

L'analyse des liens entre les causes agissantes, l'état et la réponse contribue de manière déterminante à éclaircir les relations entre les causes et les effets de l'impact de l'agriculture sur l'environnement afin de mieux guider les décideurs dans leur réponse aux modifications de l'état de l'environnement

ment dans le secteur agricole. Au stade actuel des travaux de l'OCDE et de l'analyse en cours ailleurs, toutefois, ces liens n'ont pas encore été parfaitement élucidés⁸. D'importants travaux, plus approfondis, devront être entrepris à l'intention des décideurs et d'autres parties intéressées, pour étudier les liens entre les indicateurs retenus dans le modèle DSR avant qu'il ne soit possible de mieux comprendre et d'exprimer aisément les relations causales et les effets en retour.

L'analyse des liens entre l'agriculture et l'environnement dans le cadre du modèle DSR souligne la nécessité non seulement d'acquérir des connaissances sur les facteurs physiques, chimiques et biologiques qui mettent en relation les changements dans les pratiques d'exploitation, l'utilisation des intrants et la production du secteur agricole d'une part, et les modifications de la qualité de l'environnement d'autre part, mais aussi d'approfondir les connaissances sur les facteurs économiques, socio-culturels ou tenant à l'action des pouvoirs publics qui déterminent ou influencent les effets écologiques des activités agricoles. L'examen des questions agro-environnementales et des indicateurs qui s'y rapportent, présenté dans ses grandes lignes à la section V ci-après, contribuera à approfondir l'analyse visant à cerner les liens entre l'agriculture et l'environnement.

Les causes agissantes ne suffisent pas toujours à expliquer les modifications de l'état de l'environnement parce que l'environnement, dans le secteur agricole, est capable d'absorber une certaine quantité de contraintes. De plus, il peut être délicat de chiffrer une modification donnée de l'environnement et de l'interpréter comme étant bénéfique ou nuisible dans tous les cas, notamment lorsque les jugements portés sur la qualité de l'environnement sont affectés par des attitudes, en évolution, liées à la culture ou à la société. Cela souligne à quel point il est important de comprendre les liens entre les politiques, la production agricole et la qualité de l'environnement afin de mieux guider les réponses qu'apporteront les décideurs aux modifications de l'état de l'environnement dans le secteur agricole.

Le modèle DSR esquissé ici est essentiellement un outil, dont il sera possible de modifier les composantes à mesure que l'on comprendra mieux les liens entre l'agriculture et l'environnement et qu'évolueront les objectifs des politiques agricole et environnementale. Ce processus est actuellement complété par d'autres analyses orientées vers l'action entreprises par l'OCDE, qui pourraient contribuer à l'élaboration d'un ensemble d'IAE dignes d'intérêt pour les pouvoirs publics⁹.

En se référant au modèle DSR, on devrait faire en sorte que les indicateurs ne soient pas élaborés de manière isolée, mais puissent fournir aux décideurs un éclairage sur les liens économiques, sociaux et environnementaux entre les éléments d'une agriculture écologiquement viable. On notera, à cet égard, qu'il peut être nécessaire de compléter l'interprétation d'un indicateur quelconque par d'autres indicateurs et de l'envisager dans le contexte général de l'ensemble des indicateurs ou du sous-ensemble approprié.

A mesure que les travaux de l'OCDE progresseront, il importera d'examiner les moyens de chiffrer les liens qu'entretiennent tous les éléments du modèle DSR pour mieux cerner, suivre et évaluer les liens agro-environnementaux et l'agriculture durable. Il s'agit surtout, dans un premier temps, de définir et d'élaborer des indicateurs appropriés pour chacune des treize questions agro-environnementales de fond décrites dans la section ci-après. En outre, des travaux sont en cours également pour mieux comprendre les liens d'ordre plus général – économiques, sociaux et environnementaux – entre les principales composantes intervenant dans le modèle DSR afin de contribuer à une analyse approfondie de l'action à mener et d'assurer un suivi des progrès vers une agriculture écologiquement viable.

IV. CRITÈRES DE SÉLECTION DES INDICATEURS AGRO-ENVIRONNEMENTAUX

De multiples indicateurs agro-environnementaux pourraient être élaborés pour contribuer à chiffrer les diverses composantes et les liens mis en jeu dans le modèle DSR. Pour faciliter le choix d'un ensemble opérationnel d'indicateurs dans ce cadre, chaque indicateur est mis en regard de quatre critères de caractère général :

- pertinence politique ;
- justesse d'analyse ;

- mesurabilité;
- niveau d'agrégation.

1. Pertinence politique

Le critère de pertinence politique se rapporte aux problèmes agro-environnementaux que le modèle DSR a permis de qualifier d'importants pour les décideurs. Si l'inventaire, non limitatif, doit être suffisamment ouvert pour qu'on puisse ajouter de nouveaux problèmes ou en retrancher d'autres, on trouvera dans la figure 3 ceux qui, à l'heure actuelle, sont les plus dignes d'intérêt pour les décideurs dans les pays de l'OCDE. Il convient toutefois de reconnaître que l'importance relative de chaque problème variera d'un pays à l'autre, en fonction des préoccupations environnementales ou agricoles particulières des pouvoirs publics respectifs.

◆ Figure 3. **Liste des thèmes agro-environnementaux présentant un intérêt pour les décideurs**

1. TERRE	Salinisation des sols, acidification, équilibre en oligo-éléments, contamination toxique, compactage, saturation en eau et teneur du sol en matières organiques, productivité des sols, érosion des sols et glissements de terrains.
2. EAU	Qualité des eaux de surface, des eaux souterraines et des eaux marines altérée par le ruissellement ou la lixiviation d'azote, de phosphore, de résidus toxiques de pesticides, des substances acides et des sédiments du sol. Utilisation des ressources en eaux de surface et souterraines, distribution spatio-temporelle des ressources en eau ainsi que débit solide relatif et débit des eaux de surface.
3. AIR	
<i>Contamination</i>	Contamination atmosphérique, imputable aux pesticides, au sol, aux odeurs dégagées par le bétail, et à la combustion de la biomasse.
<i>Changement climatique</i>	Émissions de gaz à effet de serre imputables à l'agriculture, fonction de puits de gaz à effet de serre de l'agriculture, consommation d'énergie.
<i>Appauvrissement de la couche d'ozone</i>	Appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique dû à l'utilisation dans l'agriculture de certaines substances chimiques détruisant l'ozone, bromure de méthyle, par exemple.
4. NATURE	
<i>Biodiversité</i>	Biodiversité des plantes et animaux « domestiqués » et bio-diversité de la faune et de la flore « sauvages ».
<i>Habitats</i>	Habitats de la faune et de la flore sauvages sur les terres agricoles, habitats semi-naturels et naturels.
<i>Paysages</i>	Caractéristiques des paysages agricoles découlant des interactions entre les caractéristiques topographiques, le climat, la distribution des biotopes, les systèmes d'exploitation agricole et les valeurs socio-culturelles.
5. ASPECTS FINANCIERS DES EXPLOITATIONS	Aspects susceptibles d'influencer le comportement des agriculteurs à l'égard de l'environnement, notamment les ressources financières dont ils disposent.
6. ASPECTS SOCIO-CULTURELS	Aspects susceptibles d'influencer la relation entre agriculture et environnement, y compris l'équilibre démographique entre zones rurales et urbaines.

Source : Secrétariat de l'OCDE, 1996.

L'indicateur doit permettre de chiffrer les éléments et les problèmes décelés dans le cadre du modèle DSR, et une grande place devrait être faite à l'agriculture à cet égard. Il doit aussi être pertinent pour traiter un problème d'environnement qui se pose dans l'agriculture et auquel il est possible de s'attaquer par des politiques particulières, c'est-à-dire qui relève de la compétence des décideurs. L'indicateur doit aussi contribuer à la compréhension et à l'interprétation de ces problèmes, ainsi qu'à

l'analyse des liens entre les aspects agro-environnementaux et l'agriculture durable décrits par le modèle DSR.

2. Justesse d'analyse

Le critère de justesse d'analyse vise, en particulier, la fiabilité des liens établis par l'indicateur entre les activités agricoles et l'état de l'environnement, et se rapporte donc plus précisément aux caractéristiques qui permettent d'attribuer une valeur chiffrée à l'indicateur. Par ailleurs, il faut que l'indicateur rende compte du lien entre l'agriculture et le problème d'environnement considéré sous une forme facile à interpréter et applicable à un large éventail de systèmes d'exploitation. Il doit aussi faire ressortir des tendances et des fourchettes de valeurs au fil du temps, qui puissent être complétées par des objectifs et des limites à l'échelle nationale, lorsqu'il en existe. Une étude pilote de l'OCDE sur les IAE effectuée en 1995 dans les pays Membres et les connaissances spécialisées des différents pays Membres dans des domaines particuliers ont d'ores et déjà permis de réaliser des progrès considérables, en mettant en lumière les points forts et les points faibles, au plan analytique, des indicateurs actuellement mis au point, comme on le verra dans la section suivante¹⁰.

Dans certains pays, les responsables déterminent *des objectifs et des limites chiffrés* correspondant aux choix et aux normes voulus (Adriaanse, 1993). Toutefois, la comparaison des objectifs et limites avec les valeurs effectivement attribuées aux indicateurs, et l'évaluation correspondante, appellent dans la plupart des cas une analyse plus poussée. Les objectifs et limites peuvent être difficiles à calculer car on ne dispose pas nécessairement d'éléments scientifiques suffisants pour déterminer certains effets sur l'environnement. Par ailleurs, ils ne sont pas toujours harmonisés à l'intérieur d'un même pays, compte tenu de la diversité des ressources naturelles et des conditions du milieu d'une région à l'autre. Il convient cependant de noter que l'utilité de ces informations pour les décideurs tient au sens général de l'évolution et à la fourchette de valeurs associée à l'indicateur au fil des ans dans chaque pays.

3. Mesurabilité

Le critère de mesurabilité se rapporte aux données appropriées dont on dispose pour mesurer l'indicateur. L'indicateur devrait être élaboré à partir de données nationales ou infranationales établies, et en utilisant de préférence, lorsqu'elles existent, de longues séries chronologiques, compte tenu du fait qu'un grand nombre de problèmes d'environnement ne se manifestent que beaucoup plus tard. D'après les derniers travaux de l'OCDE, malgré l'existence, dans les pays Membres, d'une base de données considérable permettant de déterminer la valeur chiffrée des indicateurs, les problèmes touchant la définition des données, leur qualité, la régularité de leur collecte et les méthodes de mesure des indicateurs demeurent des obstacles à l'avancement des travaux sur certains indicateurs, qui seront évoqués dans la section suivante.

Pour surmonter certaines de ces difficultés, l'OCDE a engagé une réflexion sur l'élaboration de définitions et de méthodes de mesure des indicateurs uniformes pour tous les pays. Il est toutefois important, dans ce processus, de reconnaître que les caractéristiques mesurées pour chaque indicateur peuvent être sensibles aux spécificités nationales et infranationales. Ainsi, l'importance relative des indicateurs dans le traitement de la question de la qualité des sols agricoles – érosion hydrique et éolienne, salinisation, acidification, engorgement hydrique, bilan des oligo-éléments et contamination toxique – variera d'un pays à l'autre et à l'intérieur d'un même pays.

Certains pays ont entrepris un *classement* rendant compte du rôle de l'agriculture dans divers effets sur l'environnement, par rapport à d'autres secteurs économiques, et de l'importance relative des différentes répercussions environnementales dans le secteur agricole¹¹. Ce travail va également dans le sens de l'utilisation des indicateurs à des fins d'ajustement des comptes de la nation, consistant à prendre en compte les externalités liées à l'environnement. Or, tant qu'on n'aura pas estimé un ensemble plus complet d'indicateurs dans les différents secteurs économiques, les efforts de classement des effets sur l'environnement seront limités.

4. Niveau d'agrégation

Le niveau d'agrégation renvoie à la détermination de l'échelle (c'est-à-dire l'exploitation, le secteur, la région ou le pays) à laquelle l'indicateur peut être utilisé de manière significative en termes de politiques sans toutefois dissimuler davantage qu'il ne révèle. Ce critère met en lumière la difficulté qu'il y a à saisir la diversité spatiale et temporelle de l'environnement et l'échelle géographique des différents problèmes d'environnement du niveau de l'exploitation à celui de la planète. De plus, d'une zone agro-écologique à l'autre, les différences en termes de caractéristiques des ressources physiques et de droits de propriété sur ces ressources peuvent modifier l'incidence des résultats de l'activité agricole sur l'environnement¹².

Dans de nombreux pays, les données agricoles nationales sont souvent recueillies par unité politique ou administrative, comme la région infranationale, au lieu de l'être par zone agro-écologique, ce qui permettrait pourtant une subdivision plus appropriée des données nationales pour l'élaboration des IAE. Pour résoudre certains de ces problèmes liés aux données, on envisage depuis peu la possibilité de recourir à des *systèmes d'informations géographiques* (SIG).

Il s'agit de systèmes informatiques conçus pour collecter, gérer, analyser et afficher des données référencées dans l'espace (Taupier et Wills, 1994). Ces systèmes d'informations géographiques pourraient améliorer l'analyse empirique de problèmes environnementaux géographiquement liés, du niveau de l'exploitation au niveau national. En outre, ils permettraient également d'agrèger des informations en fonction de zones agro-écologiques à partir, bien souvent, de données déjà collectées au niveau de l'unité administrative, et pourraient aussi aider à résoudre le problème de confidentialité que posent des données extrêmement éclatées.

Il n'existe pas de moyen unique de s'attaquer au problème de l'intégration pour chaque indicateur, et le moyen le plus efficace sera de s'y attaquer de manière pragmatique, par pays, par problème et par indicateur. L'OCDE et les pays Membres ont néanmoins entrepris l'évaluation et l'élaboration de méthodes permettant d'obtenir, au niveau national, des indicateurs prenant en compte la diversité spatiale, pour aider les responsables dans les différents pays et pour faciliter les comparaisons internationales. Pour un certain nombre d'indicateurs, quelques pays envisagent, par exemple, de mesurer le pourcentage de superficies cultivées inférieur à une valeur objectif ou limite, ou de calculer un écart-type par rapport à la moyenne nationale.

Si, la plupart du temps, les politiques agricoles sont déterminées à l'échelle nationale, les effets environnementaux qu'elles entraînent varient du fait de la diversité spatiale des agro-écosystèmes à l'intérieur des pays. Il faut donc réfléchir davantage à l'emploi de méthodes d'élaboration d'indicateurs nationaux capables de rendre compte, le cas échéant, de la diversité régionale à l'intérieur d'un pays.

Par ailleurs, le niveau d'agrégation des données se rapporte directement aux possibilités de comparaisons internationales des informations données par les indicateurs. Avec la plupart des indicateurs, les différences dans les conditions climatiques et environnementales obligent à interpréter avec prudence les données agro-environnementales lorsqu'on les met en regard d'un pays à l'autre, tout particulièrement lors de la comparaison des niveaux absolus de chaque indicateur. Il serait toutefois approprié, par exemple, de comparer les tendances ou les changements dans le temps.

V. INDICATEURS APPLICABLES AUX PROBLÈMES AGRO-ENVIRONNEMENTAUX PRÉSENTANT UN INTÉRÊT POUR LES DÉCIDEURS

Les problèmes agro-environnementaux examinés dans la présente section ont été placés par les pays Membres de l'OCDE parmi les domaines auxquels les indicateurs doivent s'appliquer en priorité. La sélection des problèmes et des indicateurs qui s'y rapportent est le fruit d'un très large débat entre les pays Membres de l'OCDE, étayé notamment par la contribution de plusieurs réunions d'experts de l'OCDE, s'inscrivant dans le cadre de l'étude du modèle DSR et des critères généraux de sélection des indicateurs, sur lesquels ont porté les sections précédentes.

Les problèmes agro-environnementaux définis jusqu'à présent par les pays de l'OCDE s'intègrent dans un processus dynamique, qui suit les évolutions des grandes priorités et des préoccupations

agro-environnementales ainsi que celles de l'analyse théorique, notamment en ce qui concerne le modèle DSR, et les progrès des méthodes de mesure. Les pays Membres de l'OCDE ont recensé treize problèmes agro-environnementaux prioritaires pour lesquels des indicateurs sont actuellement mis au point :

- utilisation d'éléments fertilisants;
- utilisation de pesticides;
- utilisation des ressources en eau;
- exploitation et conservation des terres;
- qualité des sols;
- qualité de l'eau;
- gaz à effet de serre;
- biodiversité;
- habitats des espèces sauvages;
- paysages;
- gestion des exploitations;
- ressources financières des exploitations;
- aspects socio-culturels.

L'importance de ces différents problèmes agro-environnementaux varie d'un pays à l'autre en fonction du *patrimoine naturel* (par exemple, qualité des sols), des *atouts et handicaps naturels* (les pays froids nécessitent généralement moins de pesticides que les pays chauds), des *pressions relatives sur les ressources en sols* (les pays à forte densité de population sont davantage susceptibles d'insister sur les effets des systèmes d'agriculture plus intensive et sur l'intérêt des « espaces verts »), du *niveau de revenus* (par rapport aux pays à faibles revenus, les pays à revenus élevés peuvent choisir de consacrer des superficies plus importantes à des réserves naturelles et être plus sensibilisés aux atteintes à l'environnement), et des *domaines d'action prioritaires* (ceux-ci varient selon les attitudes culturelles et sociales ainsi qu'en fonction des objectifs politiques, différents d'un pays à l'autre).

D'autres questions qui présentent un intérêt pour les décideurs, recensées à l'aide du modèle DSR, ont également été retenues par certains pays Membres de l'OCDE pour élaborer éventuellement à l'avenir des indicateurs les concernant. Il s'agit par exemple des questions relatives à l'utilisation de l'énergie dans l'agriculture, et tout particulièrement de la mesure de l'efficacité énergétique dans le secteur agricole. En outre, des travaux ultérieurs pourraient porter aussi sur les problèmes relatifs à l'innocuité des produits alimentaires et l'élaboration d'indicateurs qui s'y rapportent; la relation entre les activités en amont (production d'intrants agricoles) et en aval (transformation et distribution) liées à l'agriculture et les impacts sur l'environnement qui y sont associés; la préférence des consommateurs pour des produits biologiques qui se manifeste au niveau des points de vente au détail et exerce, par contrecoup, des pressions en faveur de formes d'agriculture biologique sur les sites d'exploitation; et enfin, sur les influences de facteurs environnementaux externes, tels que les pluies acides et les changements climatiques.

Dans la dernière partie de la présente section, on examinera chaque problème agro-environnemental en envisageant les aspects suivants :

- **Description technique du problème agro-environnemental** : bref aperçu des conditions techniques dans lesquelles s'inscrit le problème visé par l'indicateur, y compris la relation entre le problème environnemental et l'agriculture, ainsi que des liens avec d'autres problèmes agro-environnementaux pour lesquels des indicateurs sont en cours d'élaboration.
- **Description des indicateurs, ou indicateurs éventuels**, permettant de chiffrer le problème agro-environnemental considéré.
- **Données actuellement disponibles pour mettre au point l'indicateur** dans les bases de données de l'OCDE et à l'échelle nationale, et difficultés de mesurabilité liées à la mise au point ultérieure des indicateurs, notamment en ce qui concerne la fréquence à laquelle les indicateurs doivent être mesurés, compte tenu de la disparité chronologique des modifications affectant les milieux de l'environnement imputables aux activités agricoles.
- **Travaux complémentaires éventuellement nécessaires** : par exemple, destinés à affiner encore plus la méthode d'élaboration des indicateurs, à conférer un caractère plus théorique à l'analyse

des liens entre agriculture et environnement, ainsi qu'à définir et à recenser les indicateurs appropriés pour aborder le problème agro-environnemental dont il s'agit.

Pour chaque problème évoqué dans cette section, certaines sources et références bibliographiques sont présentées dans les notes. La liste ne prétend pas être exhaustive, mais constitue un tour d'horizon utile pour le lecteur intéressé par des informations plus détaillées¹³.

1. Éléments fertilisants utilisés en agriculture¹⁴

Considérations techniques

La croissance des plantes exige qu'il y ait, dans le sol, une quantité suffisante d'éléments fertilisants, et en particulier de l'azote, du phosphore et du potassium. Les pertes du sol en éléments fertilisants peuvent être dues à la production agricole, à la lixiviation et à l'érosion du sol, et aux pertes de nitrates par suite de la conversion en gaz azotés ou de la volatilisation de l'ammoniac. Les carences en éléments fertilisants, toutefois, peuvent conduire à l'extraction d'éléments fertilisants et à une réduction de la qualité des sols. Le réapprovisionnement des sols en éléments fertilisants peut se faire par l'application d'engrais chimiques, de fumier organique ou de boues d'épuration (résidus partiellement séchés provenant de l'épuration des eaux usées). D'autres pratiques agricoles, telles que la mise en place de cultures de couverture ou l'utilisation d'engrais verts, contribuent également à atténuer les pertes et, dans certains cas, à remplacer les éléments fertilisants.

Une teneur excessive du sol en éléments fertilisants peut contribuer aux problèmes d'eutrophisation, de pollution des eaux potables, d'acidification du sol et de changements climatiques. L'azote et les phosphates associés à l'utilisation des engrais, du fumier et des boues d'épuration, et aux niveaux excessifs de ces éléments fertilisants dans les sols, posent le problème d'environnement le plus préoccupant.

Indicateurs

Pour cerner l'efficacité de l'utilisation d'éléments nutritifs dans l'agro-écosystème, l'OCDE met au point actuellement une méthode fondée sur le bilan des éléments fertilisants. Ce bilan peut être un indicateur traduisant dans quelle mesure la production agricole aboutit à un excédent (ou déficit) net d'éléments fertilisants dans les sols, l'eau ou l'atmosphère. Néanmoins, un bilan déficitaire ou excédentaire des éléments fertilisants ne correspond pas systématiquement, du moins à court terme, à un effet favorable ou défavorable sur l'environnement. Cette méthode fait fond sur la notion de cycles des éléments fertilisants, cycles complexes et non entièrement élucidés.

Pour mesurer les bilans d'éléments fertilisants, on peut faire appel à plusieurs méthodes, qui présentent toutes diverses limites, tenant en partie au niveau auquel on entend appliquer le bilan, qui peut aller de l'exploitation jusqu'à l'échelle nationale, ainsi qu'à la disponibilité des données. Deux approches principales sont à l'étude en vue de chiffrer les bilans d'éléments fertilisants; dans l'état actuel des travaux, elle se cantonnent au bilan azoté et au bilan phosphaté. Elles concernent notamment :

- **Le bilan à la surface du sol**, qui mesure la différence entre l'apport ou l'épandage d'éléments fertilisants qui pénètrent dans le sol et la production ou le prélèvement d'éléments fertilisants du sol. Si l'on retient l'exemple de l'azote, les *entrées* englobent essentiellement l'épandage d'engrais chimiques ou de fumier organique, mais il se peut que l'on tienne compte d'autres intrants, notamment boues d'épuration, dépôts atmosphériques d'éléments fertilisants sur le sol (ammoniac surtout), teneur en azote des résidus de récoltes (de pommes de terre, par exemple) restant dans les champs et fixation biologique de l'azote par les plantes légumineuses. Les *sorties* englobent l'azote prélevé sur les quantités récoltées et les cultures fourragères.
- **Le bilan à la sortie de l'exploitation**, qui mesure la différence entre la teneur en éléments fertilisants des intrants agricoles et celle des produits qui sortent de l'exploitation. Reprenant l'exemple de l'azote, les *entrées* englobent les produits achetés tels engrais chimiques, fumier, fourrage et bétail, bien que des phénomènes naturels, comme le dépôt atmosphérique d'azote

sur le sol et sa fixation biologique par les légumineuses, puissent être pris en compte également. Les *sorties* comprennent la teneur en azote du lait, de la viande, du fumier, du fourrage et des céréales vendus.

Problèmes liés aux données et mesurabilité

Quelques pays ont procédé à des estimations des bilans des éléments fertilisants, en appliquant les deux méthodes susmentionnées – bilans à la surface du sol et à la sortie de l'exploitation – tandis que d'autres commencent à travailler dans ce domaine. Une grande partie des données de base requises pour établir ces bilans (utilisation d'engrais au niveau de l'exploitation, engrais organiques, effectifs et composition du cheptel, et production végétale) sont largement disponibles et régulièrement mises à jour pour de nombreux pays. Toutefois, les coefficients permettant de déterminer la quantité de fumier organique produit par le cheptel et sa teneur en éléments fertilisants, et le prélèvement d'azote par les cultures et les pâturages, sont plus limités, notamment à l'échelle régionale, bien qu'un certain nombre de coefficients normalisés aient été élaborés par certains pays.

Travaux à venir

Étant donné que les problèmes d'environnement liés aux déséquilibres des éléments nutritifs dépendent de facteurs agro-environnementaux spécifiques, les informations déduites d'un bilan des éléments fertilisants doivent être associées aux connaissances que l'on a du système de production (par exemple, type et effectifs du cheptel, économie de la production végétale, état du sol et qualité de l'eau). C'est ainsi que l'emploi de cet indicateur en association avec d'autres indicateurs, en particulier ceux qui concernent la gestion des éléments fertilisants au niveau de l'exploitation ou la qualité des sols et de l'eau, permet d'enrichir les connaissances sur le lien entre l'agriculture et l'environnement. A cet égard, il convient de souligner qu'une mesure de la quantité d'engrais utilisée par hectare offre peu de renseignements sur des relations de cette nature.

Des travaux plus poussés sont d'ores et déjà engagés dans certains pays de l'OCDE pour affiner les bilans des éléments fertilisants à prendre en compte, notamment la fixation de l'azote par les légumineuses, les dépôts ou pertes atmosphériques d'éléments nutritifs et l'application d'éléments fertilisants par le recours aux boues d'épuration. Par ailleurs, on pourra s'inspirer pour ce type de bilan des lignes directrices élaborées par le Groupe de travail sur les éléments fertilisants relevant des Conventions d'Oslo et de Paris pour la prévention de la pollution marine (voir OSPARCOM, 1994), ainsi que des travaux considérables en cours dans un certain nombre de pays Membres de l'OCDE.

Un autre perfectionnement possible consisterait à rapprocher les apports d'azote et les quantités de protéines obtenues (exprimées par les ventes de bétail et de produits agricoles hors de l'exploitation), en vue de donner une mesure de l'efficacité de l'utilisation des éléments fertilisants dans l'agriculture qui pourrait être prise en compte parallèlement à une mesure du risque pour l'environnement, autrement dit les apports d'éléments fertilisants et les éléments fertilisants obtenus. Cette méthode s'efforce de suivre l'un des principes essentiels du développement durable, en ce qu'elle tient compte à la fois de l'avantage économique et du risque pour l'environnement que suppose l'utilisation d'éléments fertilisants dans l'agriculture. Elle ne prend pas en compte cependant l'utilisation d'azote sur le site d'exploitation, à laquelle peuvent être généralement imputés une large part des effets sur l'environnement. En outre, bien qu'elle permette de mesurer l'efficacité de la conversion en protéines des éléments fertilisants, elle ne traite pas directement la question du déficit ou de l'excédent d'éléments fertilisants, essentielle pour cet indicateur et pour l'évaluation des risques environnementaux, touchant notamment la qualité des sols et de l'eau.

Un travail supplémentaire pourrait également être nécessaire pour rendre compte des disparités régionales dans un bilan national des éléments fertilisants, par exemple en calculant des bilans distincts pour les cultures et les pâturages, ou en estimant le pourcentage des bassins versants affectés, plus ou moins gravement, par des excédents d'éléments fertilisants. Quoi qu'il en soit, les bilans des éléments fertilisants donnent une information uniquement sur le risque d'atteinte environnementale et non sur la pollution effective. Pour mesurer celle-ci, il faut étudier les variables qui

traduisent les conditions particulières aux sites, telles que le type de sol, les conditions hydrogéologiques et le climat.

2. Pesticides utilisés en agriculture¹⁵

Considérations techniques

Les pesticides ont largement contribué à l'augmentation de la productivité agricole et à la qualité de la production végétale mais, une fois introduits dans l'environnement, ils peuvent s'accumuler dans le sol et dans l'eau et provoquer des dommages à la flore et à la faune, lorsque les concentrations dans les chaînes alimentaires deviennent assez élevées pour nuire à la faune et à la flore sauvages. Par ailleurs, les résidus des pesticides portent atteinte à la qualité des eaux potables, contaminent les aliments destinés à la consommation humaine, ont des effets négatifs sur la santé des travailleurs agricoles qui y sont directement exposés, tandis que certains pesticides contiennent des composés de bromure qui, une fois volatilisés, se transforment dans la stratosphère en gaz responsables de l'appauvrissement de la couche d'ozone.

L'une des difficultés liées à la définition d'indicateurs se rapportant au problème de l'emploi de pesticides dans l'agriculture est qu'ils présentent des degrés de toxicité, de persistance et de mobilité très variables selon le type et la concentration de leurs matières actives. Les risques qu'ils font peser sur l'environnement varient donc considérablement. D'autre part, une augmentation de l'utilisation de pesticides pourrait coïncider avec une réduction des dommages causés à l'environnement, lorsque l'on emploie davantage de pesticides moins nocifs, et *vice versa*; ces remarques montrent bien qu'il est indispensable d'entreprendre une évaluation des risques liés à l'utilisation de pesticides. De plus, la quantité de pesticides entraînée dans le sol et dans l'eau dépend, par exemple, des propriétés du sol et de sa température, du drainage, du type de culture, des conditions météorologiques, ainsi que des méthodes, du moment et de la fréquence des applications. Par ailleurs, dès lors que les pesticides sont associés à certaines pratiques, notamment dans le cadre d'une lutte intégrée contre les ravageurs, les effets préjudiciables sur l'environnement, les utilisateurs de pesticides ou les consommateurs de produits alimentaires peuvent être négligeables ou inexistantes.

Indicateurs

La méthode envisagée par l'OCDE pour mesurer les aspects relatifs à l'utilisation des pesticides en agriculture implique :

- le classement des données sur l'utilisation des pesticides par catégorie de risques environnementaux, en termes quantitatifs.

Cette méthode combine des informations sur l'utilisation de pesticides à celles sur les caractéristiques chimiques des pesticides influant sur le risque pour l'environnement, à savoir la toxicité, la persistance et la mobilité. Toutefois, en attendant que l'OCDE mette au point un système adapté de classification des risques pour l'environnement imputables aux pesticides, il faudrait commencer par recueillir des données sur l'utilisation de pesticides, exprimées par la quantité de matière active appliquée par culture et/ou par hectare, compte tenu du pourcentage de terres agricoles sur lequel sont appliqués des pesticides, et de la distinction entre les applications sur des cultures et sur des pâturages.

Problèmes liés aux données et mesurabilité

Il existe, pour la plupart des pays, des données sur l'utilisation de pesticides exprimées en tonnes de matières actives, encore que les séries chronologiques ne soient pas tout à fait complètes. Il est difficile de comparer ces données d'un pays à l'autre, en partie à cause des différences de toxicité, de mobilité et de persistance des pesticides. Un autre problème est celui de l'identification de l'utilisation de pesticides pour des cultures spécifiques et dont il y a lieu de tenir compte également en agriculture, car certains pays incluent dans les données relatives à l'« agriculture » les pesticides utilisés pour

la sylviculture, les jardins et les terrains de golf, par exemple. Certains pays disposent de séries chronologiques sur la superficie des terrains où sont appliqués des pesticides, mais les données renvoyant à des références géographiques sont limitées. Rares sont les pays qui ont achevé la mise au point d'un système de classement des risques liés aux pesticides, et pratiquement aucun n'a réparti les quantités de pesticides utilisées entre les différentes catégories de risques. L'une des difficultés de ce processus tient au fait qu'il y a, selon les estimations, de 300 à 700 matières actives entrant dans la composition des différents pesticides, et que chacune d'entre elles présente un risque différent pour l'environnement.

Travaux à venir

Les travaux à venir sur les indicateurs relatifs à l'utilisation de pesticides en agriculture comportent deux éléments clés : l'élaboration d'un système de classement des pesticides en fonction des risques pour l'environnement, et la répartition des données quantitatives sur l'utilisation des pesticides en fonction de ce système. Il faudra peut-être toutefois, pour la mise au point d'un système complet de classement des risques, établir un système fondé sur les pesticides dont la présence a déjà été détectée dans l'environnement, l'atmosphère et les produits alimentaires.

Pour mettre au point un système approprié de classement des risques, il sera nécessaire d'examiner les systèmes nationaux déjà établis et de s'efforcer de parvenir à un consensus international pour une normalisation de ces différents systèmes. Des travaux en la matière sont déjà engagés par des pays Membres de l'OCDE, dans le cadre du Forum sur les pesticides de l'OCDE et des activités du Groupe sur l'état de l'environnement de l'OCDE. De même, des liaisons sont actuellement établies entre l'OCDE et d'autres organisations internationales travaillant sur les questions relatives au risque lié à l'emploi de pesticides, par exemple EUROSTAT, la FAO et l'OMS.

Pour élaborer plus avant des indicateurs dans ce domaine, il importera également de déterminer, parmi les risques pour l'environnement, ceux qui constituent une source de préoccupation, tels que les impacts sur la qualité de l'eau et des sols, sur la faune et la flore sauvages, sur la santé humaine (dus aux pulvérisations ou à la contamination des produits alimentaires), et aussi l'ampleur de la couverture des centaines de matières actives. Des travaux complémentaires sont également nécessaires pour examiner les liens avec d'autres indicateurs connexes, notamment ceux applicables à la qualité de l'eau et à la gestion de l'utilisation des pesticides dans les exploitations dans la mesure où celle-ci constitue un moyen de réduire les risques liés à l'utilisation de pesticides.

3. Ressources en eau utilisées en agriculture¹⁶

Considérations techniques

La pénurie d'eau peut constituer un obstacle majeur à la production agricole, et provoquer des dommages aux habitats aquatiques ainsi qu'à la faune et la flore sauvages de ces milieux. Outre l'eau de pluie, l'agriculture consomme de l'eau provenant de sources de surface ou souterraines. Pour que l'agriculture puisse évoluer vers une utilisation durable des ressources en eaux de surface et en eaux souterraines, il faudrait que diminue la quantité d'eau prélevée sur ces ressources par tonne de biomasse/de production de bétail. La nécessité de maintenir et de rétablir l'état «naturel» des ressources en eau fait partie intégrante des pratiques de gestion de l'eau et d'une agriculture écologiquement viable. Dans de nombreux pays, l'intensification des pratiques agricoles a augmenté les taux de prélèvement par rapport à des ressources limitées en eaux de surface et en eaux souterraines.

De même, des pratiques impropres de gestion des sols, comme l'abattage d'arbres sur des terres agricoles, peut provoquer des problèmes d'«excès» d'eau, la montée de la surface de la nappe phréatique aboutissant à la salinisation et à la saturation en eau. Dans de nombreux pays de l'OCDE, les décideurs sont très inquiets de la concurrence grandissante dont font l'objet les ressources en eau, compte tenu de la demande accrue des consommateurs industriels et publics, qui s'ajoute à celle de l'agriculture.

Indicateurs

La mesure de l'utilisation des ressources en eau à des fins agricoles est actuellement envisagée dans l'optique suivante :

- établir des bilans hydrologiques portant à la fois sur l'utilisation par l'agriculture des ressources en eaux de surface et en eaux souterraines, tout en étudiant les rapprochements possibles avec des indicateurs relatifs à la gestion des exploitations, et notamment avec les aspects touchant à la gestion de l'irrigation.

Certains des indicateurs rendant compte du bilan hydrologique font intervenir diverses équations relatives à l'efficacité de l'utilisation de l'eau¹⁷, ainsi que le suivi du débit des cours d'eau (eaux de surface) et du niveau de la nappe souterraine. Ce suivi pourrait consister à évaluer le lien, dans le temps, entre les débits des eaux de surface et les niveaux des eaux souterraines, d'une part, et la pluviométrie dans un bassin versant, d'autre part. Pour assurer un suivi de l'« excès » d'eau, on pourrait recourir notamment à des indicateurs mesurant les niveaux des eaux souterraines et l'incidence des inondations. Sont à l'étude d'autres indicateurs, passant par le calcul des coûts de l'eau par tonne de culture/bétail produite, et l'estimation de la quantité d'eau restituée aux réservoirs d'eaux souterraines par le biais de certaines pratiques agricoles définies dans l'indicateur relatif à la conservation des terres agricoles.

Problèmes liés aux données et mesurabilité

S'agissant de l'élaboration d'indicateurs relatifs à l'utilisation de l'eau à des fins agricoles, il faut surtout se demander dans quelle mesure l'utilisation des ressources en eau peut être liée à l'agriculture. Dans les pays de l'OCDE, on ne dispose à l'heure actuelle que de très peu de données sur l'utilisation, par le secteur agricole, des ressources en eaux de surface et souterraines, et les rares collectes de données ne se font parfois que tous les cinq ans. On dispose toutefois, pour de nombreux pays de l'OCDE, de données sur les taux globaux de prélèvement des eaux de surface et souterraines, sans qu'il y ait d'identification des principaux secteurs économiques consommateurs. Dans de nombreux pays, l'irrigation représente la principale forme d'utilisation des ressources en eau par le secteur agricole. Par conséquent, les données sur les taux de prélèvement pour l'irrigation, associées aux informations recueillies à propos de l'indicateur relatif à la gestion des exploitations, et plus particulièrement à la gestion de l'irrigation, peuvent contribuer à faire apparaître des liens entre la consommation d'eau par le secteur agricole et les problèmes d'épuisement des ressources en eau.

Travaux à venir

Il importe d'approfondir les travaux pour concevoir une méthode fondée sur le bilan hydrologique, sous l'angle de l'utilisation viable des ressources en eau dans le secteur agricole, et d'étudier les liens avec les indicateurs relatifs à la gestion de l'irrigation. Dans ce dernier cas, il faut déterminer les différentes techniques d'irrigation et les classer en fonction de leur efficacité d'utilisation de l'eau par rapport à une unité déterminée de production agricole. Il convient également d'examiner la répartition géographique de la consommation d'eau par le secteur agricole, d'analyser le problème de la distinction entre la consommation d'eau du secteur agricole et celle des autres secteurs de l'économie, et enfin de prendre en compte la question connexe de la tarification des ressources en eau.

4. Exploitation et conservation des terres agricoles¹⁸

Considérations techniques

Les caractéristiques et tendances de l'utilisation des terres agricoles peuvent avoir d'importantes répercussions sur les ressources naturelles, la biodiversité, les habitats naturels et les paysages. Les changements d'utilisation peuvent englober aussi bien la mise hors production définitive des terres et leur entretien à des fins de protection de l'environnement que l'affectation de terres agricoles à des aménagements urbains, à des activités industrielles et à des activités de loisirs. Par ailleurs, bien que

l'utilisation des terres agricoles puisse entraîner des dommages pour l'environnement, certaines pratiques agricoles peuvent aussi jouer un rôle dans la conservation des ressources naturelles, comme la qualité des sols, pour laquelle d'autres indicateurs sont en cours d'élaboration. C'est ainsi que certaines pratiques de gestion des engrais peuvent contribuer à une amélioration de la fertilité et de la structure des sols; certaines façons culturales, comme les cultures en terrasses, peuvent minimiser l'érosion; les terres cultivées et les pâturages peuvent offrir des habitats à la flore et la faune sauvages; enfin, certaines pratiques d'irrigation, comme celles des rizières, et la construction de digues peuvent contribuer à régulariser le débit des cours d'eau, à prévenir les inondations et les glissements de terrain, et à améliorer la recharge des réservoirs d'eaux souterraines.

Indicateurs

Les indicateurs à l'étude en vue de suivre l'évolution de *l'exploitation des terres agricoles* visent notamment à mesurer :

- les terres soustraites à la production et entretenues à des fins de conservation;
- le rapport entre le total des terres consacrées à l'agriculture et la superficie du territoire;
- les terres agricoles par habitant;
- le changement d'affectation des terres agricoles pour faire place à d'autres activités, notamment l'abandon de terres agricoles;
- les changements intervenant dans l'utilisation des sols par conversion des zones humides en terres agricoles.

Les indicateurs à l'étude relatifs à *la conservation des terres agricoles* se rapportent au rôle de ce secteur dans l'atténuation de l'érosion, des glissements de terrain et des inondations, en chiffrant le volume de :

- l'eau stockée par les sols voués à l'agriculture ainsi qu'au moyen de buttes et de remblais (prévention des inondations);
- l'eau pénétrant dans les réservoirs d'eaux souterraines par rapport au volume d'eau rejeté par l'agriculture dans les écoulements de surface (utilisation durable des ressources en eau par le secteur agricole);
- sols entraînés des terres agricoles en pente lorsqu'elles sont abandonnées (prévention de l'érosion et des glissements de terrain).

Problèmes liés aux données et mesurabilité

Les données sur l'évolution des caractéristiques nationales de l'utilisation des sols, en ce qui concerne aussi bien la répartition entre terres agricoles et d'autres utilisations qu'à l'intérieur du secteur agricole lui-même, sont en général largement disponibles pour la plupart des pays de l'OCDE. Dans nombre de cas, cependant, ces données ne sont recueillies que tous les dix ans, et les définitions des types d'utilisation des sols, « prairies permanentes » par exemple, peuvent présenter de grandes différences d'un pays à l'autre. La collecte des données requises pour chiffrer les indicateurs relatifs à la question de la conservation des sols commence à se faire dans certains pays. Néanmoins, étant donné les liens étroits entre l'utilisation des terres à des fins agricoles, la conservation des sols et d'autres aspects – par exemple, utilisation de l'eau, qualité du sol et de l'eau, gestion des exploitations, habitats d'espèces sauvages, paysages agricoles et questions socio-culturelles –, il s'offre peut-être des possibilités considérables d'utiliser ce plus large éventail d'indicateurs et le plus vaste ensemble de données de base qui s'y rapportent.

Travaux à venir

En poursuivant la mise au point des indicateurs relatifs à l'exploitation et à la conservation des terres agricoles, il faudra définir plus précisément l'articulation entre un changement particulier d'utili-

sation des sols et leur conservation ainsi que la qualité de l'environnement, et établir donc les indicateurs pertinents en la matière. Il est à noter que la compréhension de ces relations présente de l'intérêt aussi pour un certain nombre d'autres problèmes agro-environnementaux examinés dans le présent rapport. Toutefois, le problème considéré et les indicateurs correspondants peuvent apporter des informations sur l'aptitude de l'agriculture à apporter des avantages environnementaux qui ne sont pas pris en compte par les autres indicateurs examinés dans ce document. Il importera aussi de cerner plus précisément les liens entre l'exploitation et la conservation des sols, d'une part, et d'autres problèmes agro-environnementaux déjà mis en lumière plus haut, d'autre part.

5. Qualité des sols agricoles¹⁹

Considérations techniques

La dégradation des sols a pour causes l'érosion et la détérioration chimique et physique. Au niveau de l'exploitation, *l'érosion des sols* réduit la productivité de la terre, qui dépend en partie de la structure du sol, de son état d'ameublissement, et de sa capacité de rétention d'eau; en dehors de l'exploitation, l'érosion affecte la qualité de l'air et de l'eau, ce qui se traduit par des dommages pour les habitats aquatiques et pour la santé. Du fait de l'érosion, le sol voit également se réduire sa capacité de fixation du dioxyde de carbone et de jouer le rôle de puits de gaz à effet de serre; l'érosion amoindrit la capacité de stockage de l'eau des fleuves, des lacs et des réservoirs, augmentant les inondations et endommageant les réseaux de distribution d'eau.

La *détérioration chimique* du sol prend la forme d'une perte en éléments fertilisants et en matières organiques et d'une accumulation de métaux lourds et autres éléments toxiques (imputables à l'épandage de boues d'égout sur les terres agricoles, par exemple), qui entraînent la salinisation, l'acidification et la contamination par des produits toxiques, tandis que les *dommages physiques* renvoient notamment au tassement du sol et à l'engorgement hydrique. La contamination des sols par des métaux lourds et autres éléments toxiques peut aussi provenir d'activités non agricoles, telles que les industries extractives.

La détérioration chimique et physique du sol résulte, à des degrés divers, de processus naturels, de pratiques mal adaptées sur les plans de l'irrigation et de la gestion des sols, du défrichage, d'une utilisation excessive d'intrants chimiques, et d'une mauvaise utilisation de matériel agricole lourd. Toutes ces questions intéressent les décideurs; la gravité de certains aspects de la dégradation des sols, en effet, tient au fait qu'ils peuvent n'être que lentement réversibles (baisse de la teneur en matières organiques) ou ne pas l'être du tout (érosion), encore que l'importance relative de chacune de ces questions puisse varier d'un pays à l'autre. Le recyclage des déchets urbains et industriels doit également intervenir dans l'élaboration des mesures de protection de la qualité des sols.

Indicateurs

La mesure des incidences de l'agriculture sur la qualité des sols est actuellement étudiée en mettant au point une méthode d'évaluation des risques pédologiques qui associe des indicateurs relatifs aux aspects suivants :

- la vulnérabilité des sols vis-à-vis des divers processus de dégradation;
- l'ampleur de la dégradation des sols;
- les pratiques de gestion des sols.

Cette méthode met l'accent sur la mesure du «risque» plutôt que de l'«état» de la qualité du sol, parce que la mesure de ce dernier est difficile et coûteuse, tout comme la distinction entre les effets naturels de l'érosion hydrique et éolienne et l'influence des pratiques agricoles sur la qualité des sols. A l'heure actuelle, la méthode du risque est mieux adaptée aux processus d'érosion des sols et de dégradation due à la salinisation qu'aux aspects de la qualité des sols tels que l'engorgement hydrique et la contamination par des produits toxiques.

Le risque estimé de dégradation des sols peut être exprimé en termes absolus (tonnes par hectare), en catégories de sévérité (faible à excessive), ou sous forme de tendance (variation en pourcentage), compte tenu de l'agro-écosystème spécifique. Cette méthode permet d'intégrer les informations sur la sensibilité naturelle des sols au changement et celles sur les pratiques de gestion des sols. Bien que la méthode fondée sur le risque pédologique ne fasse pas apparaître toute l'ampleur des dommages causés à l'environnement, elle peut donner une indication du degré de fragilité des sols dans certaines régions.

Malgré l'accent mis sur les processus biophysiques du risque de dégradation des sols, les conséquences économiques de cette dégradation sont pertinentes également. Ainsi, les effets économiques de la dégradation des sols pourraient se mesurer notamment par la production sacrifiée, à l'aide de données sur les tendances d'évolution des rendements, et par le coût de la remise en état des sols ayant subi une dégradation.

Problèmes liés aux données et mesurabilité

La méthode de mesure du «risque» de détérioration de la qualité des sols est encore à l'étude, bien que, du moins dans le cas de l'érosion de sols, l'équation universelle de perte de sols ait été employée sous différentes formes par certains pays pour estimer les taux d'érosion, qui peuvent être ensuite classés en fonction du risque. Les pays de l'Union européenne commencent à recueillir, dans le cadre du projet CORINE (Programme de travail de la Commission concernant un projet expérimental pour la collecte, la coordination et la mise en cohérence de l'information sur l'état de l'environnement et des ressources naturelles de la Communauté), un certain nombre de données utiles pour la mesure du risque pédologique, encore que le risque d'érosion y soit estimé pour la superficie totale des terres plutôt que pour la superficie des terres agricoles. Quelques autres pays de l'OCDE ont également entamé des travaux pour l'estimation du risque de dégradation des sols. Les données nationales sur différents types de dégradation des sols donnent à penser qu'à l'heure actuelle les informations sur les superficies affectées par l'érosion et par l'acidification des sols sont plus largement disponibles que celles qui portent sur d'autres aspects de la dégradation des sols, tandis que certains pays disposent également de données sur la contamination du sol par des substances toxiques.

Travaux à venir

Il convient de poursuivre le travail d'analyse en vue de déterminer la possibilité d'associer des indicateurs relatifs à la qualité des sols à d'autres indicateurs, en particulier la gestion des exploitations. Certaines pratiques de gestion des exploitations sont cependant déjà prises en compte dans la méthode d'évaluation des risques liés aux sols esquissée ci-dessus, et se rapportent notamment à la couche de couverture (qui dépend des cultures pratiquées et des méthodes de préparation des sols employées). Par ailleurs, on pourrait envisager d'ajouter à la méthode d'évaluation des risques liés aux sols certains indicateurs correspondant à l'exploitation et à la conservation des sols, rendant compte, par exemple, du rôle écologiquement favorable que joue l'agriculture par le biais de la capacité de rétention d'eau.

6. Agriculture et qualité de l'eau²⁰

Considérations techniques

L'impact de l'agriculture sur la qualité de l'eau se manifeste essentiellement par la présence de niveaux excessifs d'azote et de phosphore, de métaux lourds, de matières actives des pesticides, de substances acides et de sédiments. Les niveaux excessifs d'azote et de phosphore résultant de l'utilisation d'engrais conduisent à une eutrophisation de l'eau susceptible de réduire les populations de poissons. Lorsque les métaux lourds, provenant des engrais, se trouvent en quantités élevées dans l'eau, ils peuvent s'introduire dans la chaîne alimentaire humaine par le biais de la consommation de poisson. La contamination de l'eau par des substances toxiques provenant de l'utilisation des pesticides peut découler de la lixiviation, ou se produire directement lorsque la pulvérisation s'effectue à proximité des eaux de

surface. L'utilisation des engrais et des combustibles fossiles, et la combustion de la biomasse peuvent avoir pour conséquence une *acidification de l'eau*.

Les *sédiments* provenant des terres agricoles et des prairies soumises à un surpâturage, entraînés par le vent et les précipitations, peuvent provoquer une turbidité de l'eau, diminuant la lumière solaire et l'oxygène disponibles pour les plantes aquatiques et les poissons, et réduisant ainsi les populations de poissons, de mollusques et de crustacés. Les sédiments entraînés par le ruissellement diminuent aussi la capacité de stockage de l'eau dans les lacs et réservoirs, engorgent les cours d'eau et les canaux, augmentent la fréquence et la sévérité des inondations, et endommagent les réseaux de distribution d'eau.

Indicateurs

La méthode à l'étude pour établir les incidences de l'agriculture sur la qualité de l'eau suppose que l'on fasse la synthèse des méthodes axées sur l'«état» et le «risque» pour mesurer la qualité des eaux de surface (cours d'eau et lacs) et des eaux souterraines dans le secteur agricole :

- La méthode axée sur l'«état» mesure les données sur les concentrations, exprimées en poids par litre d'eau dans les cas suivants : azote, phosphore, oxygène dissous, demande biochimique en oxygène, demande chimique en oxygène, résidus toxiques de pesticides, bactéries, virus, ammonium, salinité et matières en suspension résultant des activités agricoles.
- La méthode axée sur le «risque» mesure le rapport de la concentration potentielle d'un contaminant à la concentration tolérable ou admissible, et repose sur une budgétisation partielle pour les éléments fertilisants et les pesticides.

Problèmes liés aux données et mesurabilité

La principale difficulté, dans la méthode axée sur l'«état», est d'identifier les sources agricoles de pollution, souvent diffuses, dont les effets peuvent être perçus après un long intervalle de temps. La contribution des sources de pollution diffuses, et par exemple le ruissellement d'éléments fertilisants à partir des champs, à un impact donné sur l'environnement est plus difficile à déterminer que celle des sources ponctuelles. En outre, l'eau n'est pas toujours un milieu d'échantillonnage approprié pour de nombreux contaminants d'origine agricole, stockés dans les sédiments ou susceptibles de bio-accumulation. En fait, il n'existe que peu de données nationales sur les différents types de polluants de l'eau spécifiques à l'agriculture, mais des données plus générales sont largement disponibles.

La méthode axée sur le «risque» utilise des données portant par exemple sur le bilan des éléments fertilisants, l'utilisation des pesticides et les caractéristiques des sols, et intègre par conséquent de nombreuses informations intervenant dans d'autres indicateurs agro-environnementaux. Plusieurs pays commencent à élaborer des méthodes fondées sur le risque pour mesurer la qualité de l'eau, notamment parce qu'elles peuvent être mises en relation directe avec l'agriculture. Ces démarches peuvent fournir une indication précoce d'un problème potentiel, et leur suivi n'est pas coûteux pour les administrations nationales.

Travaux à venir

Des travaux complémentaires seront nécessaires pour améliorer les données de base et les méthodes, s'agissant aussi bien de celle axée sur l'«état» que de celle axée sur le «risque», afin de mesurer l'impact de l'agriculture sur la qualité de l'eau. On explore actuellement plus avant les liens avec d'autres aspects agro-environnementaux, en particulier l'utilisation d'éléments fertilisants et de pesticides, l'exploitation et la conservation des terres, la qualité des sols et la gestion des exploitations. La mise au point de méthodes permettant d'exprimer la diversité régionale des indicateurs relatifs à ce domaine s'avère également indispensable, notamment pour effectuer des comparaisons avec des normes nationales de qualité de l'eau. Les travaux pourraient aussi englober l'impact de l'agriculture sur la qualité de l'eau de mer et tirer parti d'autres initiatives internationales dans ce domaine, par exemple celles du Groupe mixte d'experts sur les aspects scientifiques de la pollution

des mers (GESAMP, 1990) et des Conventions d'Oslo et de Paris pour la prévention de la pollution marine (voir OSPARCOM, 1994).

7. Gaz à effet de serre d'origine agricole²¹

Considérations techniques

Les gaz contribuant à l'effet de serre et dont l'émission résulte des activités agricoles sont essentiellement le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et l'hémioxyde d'azote (N₂O). Ces gaz peuvent contribuer à des degrés divers, que l'on peut exprimer en équivalents CO₂, au réchauffement de la planète. Les émissions de CO₂ d'origine agricole ont lieu lorsque les matières organiques du sol sont oxydées et subissent l'action des pratiques culturales ou de l'érosion éolienne. La formation de CH₄ résulte en grande partie de la fermentation entérique des ruminants et des déjections animales, des rizières, et de la combustion de la biomasse. Les émissions de N₂O proviennent des engrais, des urines animales, des décharges, de la combustion de la biomasse et de l'utilisation de combustibles fossiles.

L'agriculture joue aussi un rôle de puits de GES; le sol est un puits de première importance pour le CO₂, par le biais de la fixation du carbone par les pâturages, et possède une capacité non négligeable de décomposition du méthane en dioxyde de carbone, moins actif, bien que les connaissances relatives à la fixation du N₂O par les sols soient encore insuffisantes. En outre, la production végétale et l'exploitation du bois sur les terres agricoles contribuent, par le biais de la photosynthèse, à la fixation du CO₂.

La surveillance des sources et puits de GES attribués à l'agriculture présente un intérêt pratique d'autant plus grand que de nombreux pays se sont engagés, à l'échelle internationale, à suivre l'évolution des GES comme le prévoit la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCCC), entrée en vigueur le 21 mars 1994. Il faudra cependant préciser le rôle de l'agriculture dans le changement climatique, qu'il s'agisse des sources ou des puits de GES, par rapport à celui d'autres secteurs économiques.

Indicateurs

Pour mesurer les émissions et l'accumulation de GES d'origine agricole, l'OCDE procède à l'établissement d'un :

- bilan net des rejets et de l'accumulation de dioxyde de carbone, de méthane et d'hémioxyde d'azote dans le secteur agricole, exprimés en équivalents CO₂.

Cette méthode de mesure axée sur le bilan net peut mieux rendre compte de la contribution du secteur agricole au changement climatique qu'une simple mesure des émissions brutes, parce qu'elle tient compte du rôle de puits de GES joué par l'agriculture. Par ailleurs, la nécessité d'assurer la cohérence avec d'autres méthodes internationales de calcul des GES est importante.

Problèmes liés aux données et mesurabilité

Toutes les méthodes de calcul des GES comportent une part d'incertitude, compte tenu des marges d'erreur liées à l'évaluation des émissions et des puits du secteur agricole. De surcroît, si l'on connaît assez bien les sources et les puits dans le secteur agricole, leur ampleur est moins bien définie puisqu'elle dépend de facteurs en rapport avec le sol, le climat et la gestion.

Au titre de la CCCC, l'établissement d'un inventaire des données se rattachant à cette question est en cours, dans le cadre d'un programme conjoint (groupe d'experts sur la CCCC) du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), du Forum de l'OCDE sur le changement climatique et de l'Agence internationale de l'énergie. Ce travail se traduira rapidement par un inventaire annuel de données désagrégées relatives aux pays signataires de la CCCC, ainsi que par des mesures visant à réduire les GES. Des données sur les GES dans les pays d'Europe occidentale sont également

recueillies au titre du projet CORINAIR (partie du programme européen CORINE concernant l'atmosphère).

Travaux à venir

La mesure du bilan net des GES devra être encore affinée : il faudra inclure l'utilisation des combustibles fossiles dans le cadre des exploitations agricoles, et clarifier la distinction entre foresterie paysanne et sylviculture. Il faudra par ailleurs apporter des informations qui mettent en évidence les divers facteurs d'incertitude entourant la part estimée de l'agriculture en tant que source et puits de gaz à effet de serre; cette part peut, comme le montrent certaines études, être substantielle. On doit également envisager d'examiner les liens avec l'indicateur relatif à la gestion des exploitations pour évaluer les choix visant à réduire les émissions de GES ou à développer des puits dans le secteur agricole.

8. Agriculture et biodiversité²²

Considérations techniques

La signature par plus de 150 pays de la Convention sur la diversité biologique au sommet de Rio de Janeiro de la CNUED, en 1992, témoigne de l'importance accordée à la question de la biodiversité. Selon une définition largement utilisée, la biodiversité englobe les trois niveaux énumérés ci-après, qui sont toutefois étroitement liés :

- la diversité à l'intérieur des espèces (diversité *au niveau génétique*);
- le changement dans le nombre d'espèces et dans la taille de leur population (diversité *au niveau des espèces*);
- les changements dans les habitats naturels offrant les conditions nécessaires aux populations d'espèces (diversité *au niveau des écosystèmes*).

Au *niveau génétique*, l'agriculture tire parti du réservoir de gènes lié à la biodiversité pour améliorer la productivité des plantes et des animaux, encore que le développement de la diversité génétique ait parfois été négligé dans le secteur agricole. Par exemple, une réduction de la base génétique des cultures pratiquées sur une grande surface peut accroître le risque d'infection par des parasites ou des maladies, et entraîner ainsi une utilisation accrue de pesticides, peut-être au détriment de la biodiversité sur l'exploitation agricole et en dehors de l'exploitation.

La biodiversité des espèces végétales et animales «domestiquées» en agriculture revêt une grande importance, étant donné l'augmentation des risques pour l'environnement et des coûts qui peut aller de pair avec les systèmes de production axés sur la monoculture. Ces systèmes agricoles peuvent se répercuter sur la biodiversité au *niveau des espèces* par le biais d'une exposition à des doses excessives d'éléments fertilisants ou de pesticides, mais aussi, dans certains cas, par le fait que certaines espèces «domestiquées» pénètrent dans des habitats «naturels» et affectent le nombre, la population et la répartition des espèces. Cela conduit ainsi à un impact de l'agriculture sur la biodiversité au *niveau des écosystèmes*, qui peut aussi provoquer des changements dans les habitats naturels par suite de la modification des paysages agricoles.

Indicateurs

L'élaboration d'indicateurs aptes à rendre compte de la biodiversité dans le secteur agricole est complexe parce que celle-ci joue un rôle à différents niveaux et que l'OCDE n'a pas encore défini des indicateurs destinés à mesurer la biodiversité dans l'agriculture. Étant donné qu'il est possible de préserver la biodiversité *sur les sites* et *hors site*, les indicateurs qui pourraient rendre compte de la

diversité biologique dans le secteur agricole devront correspondre aux deux méthodes, et notamment mesurer :

- la biodiversité des espèces « domestiquées » en agriculture ;
- les effets de l'agriculture sur la biodiversité des espèces « sauvages ».

Problèmes liés aux données et mesurabilité

De nombreux pays de l'OCDE déploient actuellement des efforts considérables pour s'attaquer à la question de la biodiversité dans ses relations avec l'agriculture, tant au niveau théorique qu'empirique. Sont ainsi étudiés un certain nombre d'indicateurs permettant de chiffrer la biodiversité ; il s'agit, par exemple, de déterminer le degré de diversité des variétés de plantes et des races d'animaux utilisées dans la production agricole, ou de savoir si la production repose sur une base génétique étroite. On envisage également d'estimer l'état et les tendances du réservoir génétique, y compris dans les banques de gènes, utilisé par le secteur agricole pour introduire des caractères spécifiques (gènes) dans des plantes et des animaux.

Certains pays surveillent aussi l'évolution d'espèces sauvages (plantes, insectes et animaux), constituant des « indicateurs clés », qui se trouvent à proximité de certains agro-écosystèmes. Ces « espèces clés » sont représentatives de l'habitat d'un agro-écosystème particulier ou sont « en danger » ou « menacées » en cas de disparition de cet habitat.

Travaux à venir

Les travaux futurs sur cet indicateur devront s'attacher à préciser le lien entre l'agriculture et la biodiversité, notamment en distinguant mieux la biodiversité des espèces « domestiquées » de la biodiversité des espèces « sauvages ». Par ailleurs, ils devront être plus particulièrement axés sur l'importance des caractéristiques propres aux sites, étant donné que certains aspects de la biodiversité sont à envisager à l'échelle régionale.

Il faudra également élaborer des méthodes permettant d'interpréter l'impact environnemental de l'agriculture sur la biodiversité. On pourrait notamment cerner la question de savoir si une structure caractérisée par des parcelles relativement peu étendues et un réseau plus dense et plus vaste de lisières, telles que des haies et des bandes non exploitées, crée des conditions plus favorables à la biodiversité. Il faudra également faire des rapprochements avec les liens entre l'agriculture, les habitats naturels et les paysages, pour mieux mettre en évidence la manière dont différents éléments des habitats et des paysages influent sur la biodiversité dans un cadre agricole.

9. Agriculture et habitats naturels²³

Considérations techniques

De nombreuses pratiques agricoles ont, sur la qualité et la disponibilité des habitats naturels, un impact qui peut avoir des effets sur la faune et la flore sauvages. De nombreuses espèces d'oiseaux, par exemple, sont désormais tributaires des pâturages permanents, des prairies semi-naturelles et des habitats peu étendus, tels que les haies, qu'offrent certains paysages. Les activités agricoles ont aussi une incidence sur la faune et la flore sauvages qui ne se trouvent pas directement sur les terres agricoles, mais auxquelles elles sont reliées, par exemple, par les effets en aval des résidus d'éléments fertilisants et de pesticides contenus dans l'eau, ou par l'évolution de la longueur de la « zone de contact » entre les terres agricoles et les habitats « naturels ». L'agriculture peut également avoir un effet sur les habitats « naturels » par la pénétration d'espèces domestiquées, comme on l'a noté plus haut à propos de la biodiversité. L'agriculture pourrait aussi influencer la qualité des habitats naturels du fait d'un morcellement accru risquant d'entraîner des effets négatifs sur la population, la taille et la répartition des espèces, auxquels s'ajoute une diminution éventuelle de la diversité des espèces.

Indicateurs

Des indicateurs permettant de chiffrer les habitats agricoles et ceux des espèces sauvages n'ont pas encore été mis au point, mais les indicateurs suivants sont à l'étude, notamment pour mesurer :

- les changements affectant la superficie occupée par certains habitats « étendus » dans le secteur de l'agriculture, tels que les terres boisées, les marécages et les pâturages ;
- le morcellement des habitats, tant dans les agro-écosystèmes que dans les habitats « naturels » ;
- la longueur de la « zone de contact » entre terres agricoles et terres non agricoles.

Aucun de ces indicateurs ne permet d'établir un lien direct de cause à effet entre les activités agricoles et les incidences sur les habitats naturels ; toutefois, associés à d'autres indicateurs relatifs à l'utilisation d'éléments fertilisants et de pesticides, à l'exploitation et la conservation des terres et à la gestion des exploitations, ils peuvent apporter des informations utiles sur les liens de ce type. Par ailleurs, ils ne renseignent guère sur les liens entre l'évolution de la qualité des habitats naturels et l'agriculture, encore que l'évaluation des changements touchant les espèces sauvages qui jouent le rôle d'« indicateurs clés » (évoquées dans le cadre de l'agriculture et de la biodiversité) et du morcellement des habitats puisse présenter un intérêt à cet égard.

Problèmes liés aux données et mesurabilité

De nombreux pays de l'OCDE ont entrepris de mesurer les changements dans les superficies occupées par les habitats naturels liés à l'agriculture, et notamment l'évolution des superficies des prairies semi-naturelles, des pâturages permanents, des terres boisées et des marécages, bien que certains problèmes se posent à propos de la qualité et de la fiabilité de ces données. Toutefois, la mesure du morcellement des habitats et de la longueur de la zone de contact entre exploitations agricoles et habitats naturels est encore à l'étude dans certains pays.

Dans certains pays, des données sont recueillies sur le nombre et la superficie des habitats « officiellement » protégés et, dans d'autres, sur les caractéristiques des habitats à petite échelle, tels que les haies, les fossés à l'air libre et les murets de pierres. Plusieurs pays disposent aussi de séries de données sur les espèces clés, notamment sur les oiseaux et populations d'oiseaux. Dans un petit nombre de pays, des travaux sont en cours pour recueillir des informations sur les habitats naturels, grâce à la télédétection par satellite complétée par une analyse de ces informations faisant appel à des systèmes d'informations géographiques.

Travaux à venir

Pour mettre au point des indicateurs rendant compte du lien entre agriculture et habitats naturels, des travaux sont nécessaires afin de pouvoir cerner plus précisément l'étendue des habitats naturels dans le secteur agricole et établir des liens entre les habitats d'espèces sauvages et l'agriculture, notamment eu égard aux espèces clés jouant le rôle d'indicateurs et aux paysages. La législation nationale et les accords internationaux peuvent contribuer à préciser ces définitions et ces liens. D'autres travaux sont à entreprendre pour interpréter le sens des incidences environnementales sur la biodiversité. Il faudra aussi, à l'avenir, aborder les difficultés qui empêchent d'englober dans les indicateurs nationaux visant les habitats naturels toute la diversité géographique des habitats en question.

10. Paysages agricoles²⁴

Considérations techniques

Les « paysages » peuvent renvoyer à une manière de décrire des agro-écosystèmes et des habitats semi-naturels²⁵. On peut aussi se référer à l'aspect esthétique des paysages agricoles, dans lequel interviennent la beauté naturelle des sites, les marques laissées par l'histoire et la manifestation de certaines valeurs culturelles, autrement dit aux effets, passés et actuels, de l'utilisation des sols. La

valeur particulière des paysages dépend des modalités d'affectation des terres, des pratiques agricoles, de la structure des systèmes de production et de la répartition des habitats et des éléments façonnés par l'homme, tels que les murets de pierre ou les monuments. L'évolution plus ou moins rapide de ces caractéristiques détermine celle des paysages, qui peut aller de la conservation jusqu'à la transformation complète.

Les pays fortement peuplés jugent souvent indispensable d'adopter une démarche intégrée à l'égard de la fonction de production des terres pour parvenir à la conservation des paysages. Cette démarche intégrée peut prendre en compte à la fois les conséquences écologiquement défavorables de l'agriculture et les avantages environnementaux apportés par les agro-écosystèmes. D'autres pays estiment que les paysages renvoient à des choix collectifs et politiques déterminés par des réflexes socio-culturels et n'entrent pas à proprement parler dans les aspects environnementaux de l'agriculture.

Indicateurs

Dans le cadre de l'OCDE, on n'a pas encore élaboré d'indicateurs rendant compte de la complexité et de la diversité des paysages agricoles; toutefois, certains pays Membres commencent à le faire, notamment pour chiffrer les caractéristiques des paysages par :

- *l'estimation de la valeur monétaire des paysages*, à l'aide de techniques d'évaluation économique non marchande, comme la méthode d'évaluation contingente. Ces techniques posent encore des difficultés théoriques et pratiques, dans la mesure où leur application à grande échelle peut réclamer des ressources considérables et mettre en jeu des interprétations subjectives;
- *l'élaboration d'un inventaire des caractéristiques physiques des paysages*, par exemple la distance linéaire des haies, le suivi de l'évolution de l'utilisation des sols et l'apparition d'espèces clés. Cette méthode soulève une difficulté, à savoir le choix des caractéristiques ou des espèces clés à inclure dans l'inventaire (qui varient selon les pays, et selon les régions à l'intérieur d'un même pays), et pose le problème de l'évaluation du caractère favorable ou défavorable des incidences sur l'environnement d'une modification de l'inventaire, par rapport aux activités agricoles.

Problèmes liés aux données et mesurabilité

Pour définir les « paysages », les pays se sont parfois inspirés des politiques en vigueur dans ce domaine, applicables notamment aux zones ayant une valeur esthétique particulière. Cependant, il reste beaucoup à faire pour élucider avec exactitude les éléments des paysages dont il y a lieu de tenir compte dans un cadre agricole et que l'on peut chiffrer en termes de coûts d'entretien, de valeurs attribuables aux paysages ou de mesures physiques.

Les difficultés surgissent dans l'élaboration d'indicateurs recevables pour « chiffrer » les paysages parce que la valeur attribuée à un paysage donné et l'incidence physique de l'agriculture sur tel ou tel paysage sont souvent subjectives. Par ailleurs, d'autres secteurs, notamment la sylviculture, et certaines caractéristiques, telles que les villages ruraux, peuvent aussi jouer un rôle dans le paysage rural. En outre, il n'est pas facile de déterminer si l'agriculture améliore un paysage ou lui porte atteinte, et de quelle manière cela peut se produire. Les indicateurs relatifs au tourisme rural peuvent répondre aux besoins dans la mesure où, grâce à leur fonction touristique, les paysages agricoles constituent dans les zones visées une source importante de revenus et d'emplois, qui incitent à maintenir des systèmes agricoles traditionnels dans les régions peuplées de longue date de certains pays de l'OCDE.

Travaux à venir

Un important travail complémentaire sera nécessaire pour mettre en évidence les liens entre les paysages, l'agriculture et l'environnement, et pour déterminer les indicateurs appropriés. Des travaux supplémentaires pourraient également s'attacher à l'examen des liens entre les paysages et ceux qui concernent l'agriculture, la biodiversité et les habitats naturels, en étudiant ces liens à différents niveaux, notamment les espèces et les gènes au niveau inférieur; les habitats, les biotopes et les

caractéristiques anthropiques des paysages au niveau intermédiaire; et le paysage au niveau supérieur.

11. Gestion des exploitations²⁶

Considérations techniques

La gestion des exploitations se rapporte au comportement de l'agriculteur et à l'adoption de technologies dans toute une hiérarchie de pratiques, qui vont de celles concernant spécifiquement les intrants agricoles, les milieux de l'environnement tels que le sol et la lutte contre les parasites, jusqu'à la gestion globale de l'exploitation. Si les problèmes agro-environnementaux énumérés dans la figure 3 renvoient aux effets des conditions agro-écologiques, ainsi qu'au taux et à l'efficacité des intrants utilisés, ils découlent aussi des pratiques de gestion et des techniques retenues par les agriculteurs en fonction des conditions locales, et de la gamme et du niveau des extrants agricoles.

De nombreux éléments scientifiques permettent d'établir un lien entre des pratiques agricoles données et diverses atteintes à l'environnement, mais de multiples recherches ont aussi conduit à l'adoption de techniques améliorant la qualité de l'environnement. Certains pays incitent les agriculteurs à adopter des pratiques qui vont dans ce sens et favorisent l'agriculture écologiquement viable par le biais de programmes publics économiques, réglementaires et d'information; d'autres pays s'y emploient par des approches volontaires ou coopératives²⁷.

Indicateurs

Un certain nombre d'indicateurs permettant d'évaluer les incidences environnementales des pratiques de gestion des exploitations sont à l'étude, notamment pour mesurer :

- **la gestion des éléments fertilisants** – le pourcentage de l'ensemble des terres qui fait l'objet d'analyses régulières pour établir la teneur en phosphore du sol; le pourcentage d'exploitations appliquant un plan de gestion des éléments fertilisants; la superficie de terres agricoles nécessitant moins d'éléments fertilisants qu'il n'est préconisé normalement; la superficie de terres agricoles qui reçoivent trop d'éléments fertilisants (c'est-à-dire plus que les niveaux préconisés); la périodicité de l'application de lisier et les quantités de lisier stockées dans l'exploitation, exprimées en nombre de mois; ainsi que l'utilisation de machines d'épandage de lisier à faible émission d'ammoniac;
- **la lutte contre les ennemis des cultures** – la part des terres sur laquelle on pratique une lutte intégrée contre les ennemis des cultures, l'utilisation de systèmes de prévision des attaques de parasites, la superficie des terres cultivées sur laquelle on n'utilise pas de pesticides, et l'évaluation de l'efficacité des équipements de pulvérisation de pesticides;
- **la gestion des sols** – la part de l'ensemble des terres sur laquelle on a adopté des pratiques de conservation des sols, avec notamment des cultures de couverture en hiver et des pratiques appropriées de labour;
- **la gestion de l'irrigation** – l'efficacité en matière d'utilisation de l'eau sur les terres irriguées en termes de quantité d'eau utilisée pour obtenir une unité de production agricole; et la tarification de l'eau utilisée par le secteur agricole;
- **la gestion globale des exploitations** – le taux d'adoption de plans au niveau de l'exploitation ou de plans de gestion des propriétés terriennes – lesquels, s'ils sont élaborés de façon complète, contiennent des informations sur les facteurs économiques, biophysiques ou environnementaux ainsi que sur les facteurs de production mis en œuvre dans l'exploitation – soit avec l'approbation des pouvoirs publics, soit de manière volontaire.

Problèmes liés aux données et mesurabilité

L'un des obstacles importants à la mise au point d'indicateurs relatifs aux pratiques de gestion des exploitations tient au manque de données, bien qu'il existe dans quelques cas des séries statistiques.

La mesurabilité dans ce domaine suppose que l'on s'attache à définir plus précisément des indicateurs pertinents pour les décideurs dans un grand nombre de pays et d'applicabilité à des systèmes de production ou agro-écosystèmes particuliers. Il importera aussi d'évaluer le niveau de confiance dans la technologie ou la pratique spécifique à laquelle se rapporte l'indicateur; et de mesurer le degré d'adoption par les agriculteurs de technologies ou de pratiques agricoles données, et notamment les taux de participation aux programmes pertinents mis en œuvre par les pouvoirs publics ou aux programmes coopératifs.

Certains pays envisagent de faire de l'agriculture biologique un critère de référence à long terme pour l'évaluation des systèmes de production agricole apparemment respectueux de l'environnement. Parmi les principales difficultés liées à l'élaboration d'indicateurs relatifs à la gestion des exploitations on peut citer la distinction entre pratiques de gestion appropriées et contre-indiquées. Cela tient au fait que la qualité de la décision de gestion conjuguée à son opportunité peut faire une grande différence quant au caractère préjudiciable ou bénéfique des effets d'une pratique sur l'environnement. Un autre problème est à noter : une pratique de gestion des exploitations susceptible de remédier à un problème d'environnement particulier peut en aggraver un autre. Par exemple, la réduction de la mécanisation fait augmenter les quantités de pesticides utilisées, mais diminuer l'érosion des sols. L'introduction plus fréquente de prairies dans la rotation des cultures contribue à réduire les quantités de pesticides et l'érosion des sols et peut améliorer la qualité des matières organiques du sol, mais on doit alors exploiter des superficies plus importantes pour obtenir les mêmes volumes de céréales, non sans entraîner des conséquences préjudiciables pour les habitats naturels et la biodiversité, voire pour la qualité de l'eau.

Travaux à venir

Il faudra analyser plus avant les pratiques de gestion des exploitations pour définir des indicateurs répondant au critère de mesurabilité aptes à distinguer les pratiques qui conviennent de celles qui ne conviennent pas à l'environnement. Des rapprochements seraient également à envisager avec d'autres problèmes agro-environnementaux et avec des indicateurs apparentés. Divers pays ayant déjà inscrit certaines pratiques, notamment l'« agriculture biologique », dans la législation nationale, parallèlement à l'élaboration par la FAO de définitions admises à l'échelle internationale pour certaines pratiques de gestion des exploitations, telles que la lutte intégrée contre les ravageurs, ces informations pourraient contribuer à la mise au point d'indicateurs relatifs à la gestion des exploitations.

12. Ressources financières des exploitations²⁸

Considérations techniques

Entre le niveau et l'évolution des ressources financières des exploitations, d'une part, et les incidences sur l'environnement, d'autre part, on note des liens et effets en retour complexes. Ces interactions peuvent être très variables d'un pays à l'autre comme à l'intérieur d'un même pays. D'une part, elles dépendent des compétences des exploitants et de leur aptitude à gérer les ressources financières dont ils disposent, sans oublier leur capacité d'adaptation à l'évolution de leur situation financière, et selon qu'ils exercent leur activité à temps partiel ou à temps plein, qu'ils sont fermiers ou propriétaires et qu'ils recourent ou non à une main-d'œuvre salariée. D'autre part, la relation entre les ressources financières des exploitations et l'environnement est tributaire également de facteurs échappant au contrôle des exploitants considérés isolément, tels que l'agro-écosystème physique, la politique en vigueur, ainsi que les conditions économiques et socio-culturelles qui sous-tendent la gestion des exploitations.

Les ressources financières des agriculteurs comprennent les recettes de la vente des produits, les revenus non agricoles, les capitaux d'emprunt et les capitaux propres, ainsi que les transferts des contribuables (par le soutien budgétaire de l'État) et des consommateurs (par le soutien des prix du marché). Les ressources financières dont dispose l'exploitation agricole peuvent influencer sur les aspects suivants : l'aptitude à exercer ce type d'activité; le type, le niveau et l'intensité de l'utilisation des

intrants et de la production; la capacité d'acquérir de nouvelles technologies; l'adoption (ou non) de méthodes de production écologiquement rationnelles, compte tenu de l'attitude de l'exploitant vis-à-vis des risques pour l'environnement; les taux d'ajustement structurel, y compris les fusions d'exploitations, les entrées et les sorties; et les pressions en faveur de l'intervention des pouvoirs publics.

Bien que tous ces facteurs puissent être associés, directement ou indirectement, aux impacts sur l'environnement, les différentes formes de ressources financières des exploitations peuvent avoir des prolongements écologiques plus ou moins importants. Cela peut arriver notamment si l'on modifie les incitations axées sur les comportements, selon le calendrier des divers types de ressources financières, ainsi que le degré de certitude entourant le flux de ressources. Dans certains pays, où la protection de l'environnement dans le secteur agricole est presque entièrement financée par les exploitants, le niveau et l'évolution des ressources financières conditionnent l'aptitude de ceux-ci à utiliser ces ressources à des fins environnementales. En outre, ils influent aussi sur leur motivation à adopter des pratiques favorisant une agriculture durable, dans la mesure où les coûts d'environnement sont internalisés dans les résultats financiers des exploitants.

Indicateurs

Les indicateurs à l'étude dans le domaine des liens entre les ressources financières des exploitations et l'environnement visent notamment à mesurer :

- le revenu agricole net et les revenus non agricoles;
- les transferts au titre des politiques;
- le taux moyen de rentabilité des capitaux engagés;
- le ratio moyen d'endettement, par exploitation et corrigé pour tenir compte de l'inflation en termes réels.

Problèmes liés aux données et mesurabilité

La mise au point des définitions et la collecte de données de base pour chiffrer chacun des indicateurs possibles énumérés ci-dessus suppose une analyse plus poussée mais pourrait s'appuyer sur certains éléments issus de travaux engagés ou achevés par ailleurs à l'OCDE. Ces activités concernent notamment le suivi annuel des politiques de soutien agricole (voir OCDE, 1996a), le bilan économique de l'agriculture, l'analyse des revenus des ménages agricoles et le projet d'élaboration d'un ensemble d'indicateurs agricoles structurels. Il est toutefois très difficile de déterminer lesquels des indicateurs potentiels servant à mesurer les ressources financières des exploitations représentent des « indicateurs de causes agissantes » dans le modèle DSR décrit plus haut.

Travaux à venir

Des travaux complémentaires sont à prévoir pour définir le sens des répercussions écologiques qui vont de pair avec l'évolution du niveau des ressources financières des exploitations. Il s'impose en outre d'étudier plus à fond les liens entre ces ressources, les pratiques de gestion agricoles retenues et les effets sur l'environnement, en tenant compte d'autres facteurs, tels que les changements climatiques et la croissance démographique à plus long terme, qui risquent d'influencer indirectement le comportement des exploitants et les résultats en matière de protection de l'environnement.

13. Aspects socio-culturels liés à l'agriculture²⁹

Considérations techniques

Un certain nombre d'aspects socio-culturels liés à l'agriculture et à l'environnement et, plus généralement, à l'agriculture durable, constituent une préoccupation commune à bien des pays de l'OCDE. On peut citer à cet égard la perte de terres agricoles productives au profit d'autres utilisations ou du fait de leur dégradation. On considère comme importante également l'évolution de la répartition

entre populations rurales et populations urbaines, et notamment l'effet de la baisse ou de l'essor démographique en milieu rural sur l'existence et la qualité des agréments ruraux, qu'il s'agisse des paysages ou du rôle de l'agriculture dans la lutte contre les incendies de forêt. Un autre aspect qui suscite de l'intérêt est le niveau de formation et de sensibilisation des agriculteurs aux pratiques agricoles écologiquement viables. Enfin, par exemple, on s'intéresse aussi aux modifications affectant la structure des exploitations, les régimes de propriété et la pyramide des âges de la population agricole ainsi qu'aux effets sur les agriculteurs des produits chimiques et des machines utilisés sur les sites d'exploitation.

Si certains des aspects évoqués ci-dessus sont à prendre en compte dans les impacts sur l'environnement et la viabilité écologique de l'agriculture, d'autres peuvent néanmoins être plus étroitement liés à la structure socio-culturelle, au sens large, des communautés rurales, encore que la distinction entre ces deux aspects ne soit pas toujours évidente. Dans un grand nombre de cas, les aspects ici décrits sont toutefois étroitement liés à des questions abordées sous d'autres rubriques du présent document, par exemple l'utilisation et la conservation des sols.

Indicateurs

Bien qu'on admette généralement l'importance des aspects socio-culturels pour l'analyse de l'agriculture et de l'environnement, notamment de l'agriculture durable, aucune définition précise des questions de fond en la matière, ni des indicateurs correspondants, n'est arrêtée pour l'instant. A la lumière de la description qui précède concernant les aspects socio-culturels qui présentent de l'intérêt pour certains pays de l'OCDE du point de vue de l'agriculture et de l'environnement, les indicateurs énumérés ci-après sont à l'étude, notamment afin de mesurer :

- l'évolution de l'utilisation des sols, et tout particulièrement l'affectation de terres agricoles à l'aménagement urbain;
- l'évolution de la croissance démographique et de la composition de la population, en particulier les changements concernant populations urbaines et rurales;
- la formation et la sensibilisation des exploitants à l'adoption de plans d'environnement et de pratiques agricoles écologiquement viables.
- la santé et la sécurité des exploitants eu égard à l'utilisation de pesticides et de machines en agriculture.

Problèmes liés aux données et à la mesurabilité

A l'évidence, il existe des possibilités d'établir des liens entre les indicateurs de mesure relatifs à ce domaine et d'autres problèmes agro-environnementaux examinés dans le présent rapport, l'utilisation et la conservation des sols ou la gestion des exploitations, par exemple. Pour certains des indicateurs que l'on pourrait mettre au point pour traiter les aspects socio-culturels dans le secteur agricole, des travaux préliminaires sur les données et les mesures sont déjà engagés dans le cadre de diverses activités de l'OCDE, bien qu'ils privilégient généralement le développement rural et l'ajustement structurel dans le secteur agricole, par rapport à l'agriculture écologiquement viable en tant que telle.

D'autres travaux actuellement menés dans le cadre de l'OCDE portent sur les conséquences qui découlent, pour l'économie rurale, de l'ajustement et de la diversification de l'agriculture, et la collecte préliminaire de données à cette fin couvre par exemple l'évolution, par région, de la taille des exploitations, de leurs revenus et des emplois. En outre, le Groupe du Conseil sur le développement rural de l'OCDE a entrepris des travaux applicables à l'agriculture durable, par exemple l'élaboration d'indicateurs ruraux comportant un ensemble en rapport avec le bien-être social et l'équité dans les zones rurales, ainsi qu'avec l'emploi en milieu rural.

Travaux à venir

Les travaux à venir sur les aspects socio-culturels liés à l'agriculture visent essentiellement à définir précisément les problèmes qui se posent aux pouvoirs publics et à élaborer des indicateurs correspondants. Les activités en cours traitant parallèlement d'autres problèmes agro-environnementaux, l'utilisation des sols et la gestion des exploitations par exemple, et les travaux entrepris par ailleurs à l'OCDE, notamment sur le développement rural et l'ajustement structurel dans le secteur agricole, pourraient être mis à profit pour la détermination des problèmes et des indicateurs. Toutefois, il importe de poursuivre plus avant la réflexion théorique sur les liens entre les composantes socio-culturelles, économiques et environnementales du modèle DSR évoqué dans le présent rapport et de prendre en compte également les aspects géographiques de ces liens dans la mise au point des indicateurs voulus.

VI. FUTURS TRAVAUX DE MISE AU POINT D'INDICATEURS AGRO-ENVIRONNEMENTAUX DE L'OCDE

Bien que les travaux de l'OCDE sur les IAE n'aient pas dépassé la phase préliminaire, le présent rapport montre que des progrès considérables ont été accomplis dans la description du cadre à retenir pour l'élaboration des indicateurs et de la méthode de mesure préconisée pour l'attribution d'une valeur. L'évolution ultérieure dépendra en partie également de l'expérience acquise à la faveur des calculs effectués pour la mise au point des indicateurs. Les principaux domaines à étudier – décrits en détail, thème par thème et indicateur par indicateur, dans la section précédente – touchent les *aspects théoriques et analytiques, les questions liées aux données et à la mesurabilité, ainsi que les liens en jeu dans le modèle DSR.*

1. Aspects théoriques et analytiques

Il importe de poursuivre les travaux théoriques sur certains problèmes agro-environnementaux pour faire davantage ressortir le lien entre l'agriculture et l'aspect environnemental en jeu, et déterminer les indicateurs appropriés, par exemple, paysages, ressources financières des exploitations et aspects socio-culturels. Il faudra aussi mettre au point des indicateurs plus précis pour chiffrer certains problèmes, et vérifier l'existence et la qualité des données, notamment sur la biodiversité et les habitats naturels. Devra également retenir l'attention l'interprétation de la tendance ou du changement de direction, pour chaque indicateur (ou sous-ensemble d'indicateurs), dans le sens d'une amélioration ou d'une dégradation de l'environnement.

2. Problèmes liés aux données et mesurabilité

Il faudra entreprendre de nouveaux travaux pour recueillir systématiquement les données permettant de chiffrer tous les indicateurs, améliorer la qualité des données et combler les lacunes dans les séries de données. Pour les problèmes agro-environnementaux (notamment ceux qui sont évoqués dans le paragraphe précédent) qui nécessitent des travaux plus poussés afin de définir plus précisément les aspects visés et les indicateurs correspondants, il faudra aussi apprécier l'ampleur et la qualité des données disponibles. Lorsque plusieurs indicateurs ont été retenus pour un problème agro-environnemental donné, des travaux complémentaires s'imposeront en vue de déterminer la marche à suivre pour les regrouper en des indices uniques rendant compte, par exemple, de la qualité des sols et de la qualité de l'eau³⁰.

Les travaux doivent être également approfondis sur le niveau d'agrégation voulu pour chaque indicateur, en particulier lorsque les indicateurs seraient susceptibles de conduire à une interprétation erronée des performances environnementales dans une région ou un pays déterminé. Il conviendrait d'étudier des moyens permettant de prendre en compte les disparités géographiques dans les indicateurs régionaux et nationaux, bien que ces disparités s'avèrent plus ou moins importantes selon l'indicateur. La nécessité d'améliorer la cohérence des définitions et des caractéristiques des indicateurs à l'échelle internationale vient encore justifier la réalisation de travaux complémentaires.

3. Liens en jeu dans le modèle « causes agissantes-état-réponses »

Pour mettre en évidence les liens entre les politiques agricoles, les pratiques agricoles et les effets sur l'environnement, les travaux d'analyse ultérieurs devront s'efforcer de chiffrer les liens entre causes agissantes, état et réponses. Seront mis à profit, de façon conjuguée, les travaux sur les indicateurs agro-environnementaux, les indicateurs élaborés pour l'analyse des politiques agricoles et les études de cas relatives aux mesures agro-environnementales.

Une part essentielle des travaux de mise au point des fondements théoriques et méthodologiques, concernant à la fois l'ensemble des liens mis en jeu dans le modèle DSR et les diverses composantes agro-environnementales et relatives à l'agriculture durable de ce modèle, est actuellement menée en s'appuyant sur les efforts déployés par les pays pilotes de l'OCDE. La formule du pays pilote consiste, pour l'essentiel, à mettre à profit l'intérêt particulier porté par certains pays à des questions spécifiques, ou leurs connaissances spécialisées en la matière. C'est ainsi que certains pays pilotes ont, par exemple, acquis des compétences très approfondies dans les domaines de l'établissement de bilans des éléments fertilisants ou des indicateurs relatifs à la qualité des sols, tandis que d'autres étudient actuellement les moyens prévisionnels que procurent les IAE pour évaluer les conséquences économiques et écologiques qui découleraient d'une réforme de la politique agricole nationale³¹.

Les travaux à venir, en particulier la collecte et le traitement des données, s'appuieront aussi sur les activités engagées par ailleurs à l'OCDE. C'est ainsi que diverses bases de données, déjà constituées ou actuellement mises en place par la Direction de l'alimentation, de l'agriculture et des pêcheries de l'OCDE, devraient constituer une source de données de base concernant certains aspects utiles pour les IAE. La coordination est également assurée avec d'autres activités connexes de l'OCDE, notamment les travaux de la Direction de l'environnement de l'OCDE et, en particulier, ceux qui portent sur l'élaboration d'un ensemble d'indicateurs d'environnement de portée générale, ainsi que les travaux sur les pesticides et le changement climatique, outre les activités s'inscrivant dans le cadre du programme sur le développement rural du Service du développement territorial.

En outre, le Secrétariat de l'OCDE s'attache à établir des contacts étroits avec divers organismes travaillant sur les indicateurs agro-environnementaux, notamment EUROSTAT et la FAO, pour éviter le chevauchement des travaux. Seules la coopération et la coordination des travaux entre le Secrétariat de l'OCDE, les administrations nationales et les organisations internationales, permettront de tirer le meilleur parti des ressources limitées du Secrétariat, des pays Membres et des organisations internationales.

4. Conclusions

Le cadre général et la méthode élaborés par l'OCDE en vue d'établir un ensemble d'indicateurs agro-environnementaux peuvent également présenter un intérêt pour de nombreux pays non membres. L'étude des questions agro-environnementales et l'élaboration de méthodes et d'indicateurs pour la surveillance des impacts agro-environnementaux revêtent désormais une importance grandissante pour la plupart des pays et régions du monde. L'intérêt accru attaché au suivi des incidences agro-environnementales ressort à l'évidence des engagements nationaux dans les travaux de la Commission du développement durable des Nations Unies visant à mettre au point des indicateurs destinés à mesurer les progrès accomplis dans la voie d'un développement durable, tel qu'il a été défini en 1992 dans le cadre du Programme « Action 21 » à l'occasion du sommet de Rio de Janeiro de la CNUED.

Si le présent rapport esquisse le cadre dans lequel élaborer les IAE à l'OCDE, les travaux à venir à court ou à moyen terme devront principalement être axés sur un certain nombre de domaines, en visant d'une manière générale à aider les décideurs. Il faudra s'attacher notamment à :

- l'analyse du modèle DSR dans son ensemble, pour mieux appréhender les relations agro-environnementales et la notion d'agriculture durable ;

- une réflexion méthodologique sur certains problèmes agro-environnementaux spécifiques qui appellent une étude plus poussée pour être en mesure de déterminer les indicateurs et les méthodes de mesure correspondants;
- la collecte de données de base et l'attribution d'une valeur aux indicateurs, s'agissant des problèmes agro-environnementaux spécifiques pour lesquels la phase méthodologique des travaux est suffisamment avancée.

En outre, les travaux futurs sur les indicateurs agro-environnementaux de l'OCDE devront être examinés régulièrement de façon à tenir compte d'une possible évolution des priorités ou de l'apparition de nouvelles préoccupations. Néanmoins, l'OCDE continuera d'avoir pour priorités fondamentales d'informer les décideurs et le grand public sur l'état de l'environnement dans le secteur agricole; d'aider les décideurs à mieux cerner les liens agro-environnementaux de façon à leur permettre d'affiner leurs politiques et leurs décisions; ainsi que de contribuer au suivi et à l'évaluation de l'efficacité des mesures en faveur d'une agriculture durable dans le cadre global de la réforme des politiques agricoles.

NOTES

1. La demande plus **spécifique de travaux sur les indicateurs agro-environnementaux (IAE)** découle des activités de l'OCDE, qui visent en particulier à élaborer des indicateurs comme source d'information pour :
 - le travail que le **Groupe de travail mixte du Comité de l'agriculture et du Comité des politiques de l'environnement (GTM)** consacre à l'analyse des politiques agricoles et de l'environnement dans les pays de l'OCDE, et notamment l'analyse de l'agriculture écologiquement viable et des liens entre l'agriculture, les échanges et l'environnement;
 - la surveillance et l'évaluation de l'état actuel, des tendances et des nouveaux problèmes du domaine agro-environnemental, et des politiques connexes dans l'optique du rapport annuel **Politiques, marchés et échanges agricoles dans les pays de l'OCDE : suivi et perspectives** (voir OCDE 1996a), et des études publiées dans la série **Politiques nationales et échanges agricoles – Études par pays**;
 - **d'autres travaux du Comité de l'agriculture**, comme l'analyse de l'ajustement structurel dans l'agriculture et des indicateurs qui s'y rapportent, ainsi que du développement rural; et
 - la coopération concernant **d'autres travaux de l'OCDE** en rapport avec le projet sur les IAE, comme l'élaboration d'indicateurs ruraux par le Groupe du Conseil sur le développement rural (voir OCDE, 1994a), les activités du Forum de l'OCDE sur les pesticides (voir Grandy et Richards, 1994) et celles du Forum de l'OCDE sur le changement climatique.
2. Les travaux de l'OCDE menés pour répondre aux demandes concernant l'élaboration d'indicateurs environnementaux sont principalement entrepris par le **Groupe sur l'état de l'environnement du Comité des politiques de l'environnement**, dans le cadre de son programme d'indicateurs environnementaux et par les ateliers associés à ce programme. Les principaux objectifs sont d'élaborer des indicateurs (voir OCDE, 1996b) aux fins suivantes :
 - suivre l'état et l'évolution de l'environnement et des activités humaines connexes, ainsi que les progrès accomplis, notamment pour l'élaboration d'indicateurs environnementaux. Les indicateurs figurent dans la publication « Indicateurs d'environnement – Corps central de l'OCDE » et sont employés, parmi d'autres instruments, dans la série de publications de l'OCDE **Examens des performances environnementales** (voir OCDE 1993a et 1995a). Ces examens portent sur les questions relatives à la pollution et à la gestion des ressources naturelles, l'intégration des politiques (économiques et sectorielles) et la coopération internationale. Il convient de noter que ces examens n'abordent pas systématiquement le secteur agricole dans son ensemble, mais l'agriculture a été évoquée dans des sections distinctes d'un certain nombre d'examens par pays. La publication « Indicateurs d'environnement – Corps central de l'OCDE » est parue en 1991 et 1994 (voir OCDE 1994b), et une mise à jour est en préparation;
 - mieux intégrer les problèmes d'environnement dans les politiques économiques, en général au moyen d'indicateurs calculés à partir de la comptabilité environnementale. Cela implique la mise au point de comptes des ressources naturelles, l'ajustement des comptes économiques nationaux et la création de comptes satellites ayant des objectifs liés à l'environnement; et
 - mieux intégrer les problèmes d'environnement dans les politiques sectorielles. Cette tâche consiste généralement à analyser les tendances sectorielles présentant de l'intérêt pour l'environnement, les interactions de l'environnement et du secteur dont il s'agit, ainsi que des considérations économiques et relevant de l'action des pouvoirs publics. Des travaux de cette nature sont d'ores et déjà achevés en ce qui concerne l'énergie (voir OCDE 1993c), les transports (voir OCDE 1993d) et la foresterie, tandis que les activités sur l'agriculture sont menées dans le cadre des travaux du GTM mentionnés à la note 1.
3. Pour plus de précisions, voir *Réunion du Comité des politiques d'environnement de l'OCDE au niveau ministériel – Communiqué*, Communiqué de presse de l'OCDE, 20 février 1996.

4. Le «secteur agricole primaire», au sens large, englobe ici la production végétale, prés et pâturages compris, et la production animale, ainsi que les terrains agricoles boisés, la sylviculture n'étant cependant pas prise en compte. La sylviculture, l'agriculture et l'environnement ont été étudiés par l'OCDE (voir OCDE 1995b).
5. Dans le cadre du programme «Action 21» de la Commission des Nations Unies du développement durable visant à mettre en place des systèmes d'information sur le développement durable (voir Nations Unies, 1995), la FAO a entrepris l'élaboration de lignes directrices pour la collecte et l'utilisation d'indicateurs liés au développement agricole et rural durable (SARD).
6. Voir deux études de cas récentes orientées vers la recherche de solutions à cet égard : OCDE (1997a) et OCDE (1997b).
7. L'examen du modèle DSR, dans la présente section, s'appuie sur les sources suivantes : US Environmental Protection Agency (1995a), Banque mondiale (1995) et World Resources Institute (1995).
8. Pour un choix de travaux publiés sur les liens entre les impacts sur l'environnement, les pratiques d'exploitation agricole et les politiques agricoles et environnementales, se reporter par exemple aux ouvrages suivants : Abler (1996); Abler et Shortle (1992); Antle et Crissman (1994); Batie (1995); FAO (1995); Greiner (1994); Hanley (1991); Hrubovcak, Le Blanc et Miranowski (1990); Just et Antle (1990); Just et Bockstael (1991); et Mabbs-Zeno et Antle (1994).
9. Des exemples récents des travaux menés par l'OCDE sur l'action des pouvoirs publics en la matière sont mentionnés à la note 6.
10. Une étude pilote sur les indicateurs agro-environnementaux dans les pays Membres de l'OCDE a été conduite en 1995. Ses objectifs principaux étaient de :
 - recenser les définitions et les méthodes de mesure actuellement utilisées par les pays pour ce qui concerne les indicateurs agro-environnementaux; et
 - déterminer, pour chaque pays, la disponibilité et la qualité des données et de tout coefficient nécessaire à la mesure des indicateurs proposés.
11. La question de la hiérarchisation des problèmes d'environnement par secteur économique et à l'intérieur du secteur agricole est examinée par Adriaanse (1993); Haan, Keuning et Bosch (1993). Pour le rôle de l'agriculture dans le réchauffement planétaire, voir Born, Bouwman et Leemans (1992).
12. Les difficultés que soulève la prise en compte de la dimension géographique dans l'élaboration des IAE sont examinées plus avant dans Agricultural Council of Australia and New Zealand (1993, pp. 14-19) et Basher, Greer et Korte (1993).
13. Il convient également de noter qu'un certain nombre de documents de référence plus généraux offrent une synthèse intéressante de la plupart des problèmes et des indicateurs évoqués dans le présent document. On peut citer : Agricultural Council of Australia and New Zealand (1993) et (1996); Commission des Communautés européennes (1994); Environment Challenge Group (1995); Agence européenne pour l'environnement (1995); Hodges (1973); INRA (1995); McCann (1995); McRae (1995); McRae et Lombardi (1994); National Research Council (1989); New Zealand Ministry of Agriculture and Fisheries (1995); UK Department of the Environment (1996); Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (1992); US Department of Agriculture (1994). La Natural Resources Inventory Division du Natural Resources Conservation Service du Department of Agriculture des États-Unis, Washington DC, publie aussi régulièrement des notes sur les différents aspects intéressant le suivi des questions agro-environnementales : se reporter à la série NRCS/RCA Issue Briefs, notamment celles récemment parues intitulées *Agriculture and Climate Change* (Brief 3, octobre 1995); *Wetland – Values and Trends* (Brief 4, novembre 1995); *Soil Quality* (Brief 5, novembre 1995); *Animal Manure Management* (Brief 7, décembre 1995); *Water Quality* (Brief 9, mars 1996).
14. Le calcul d'un bilan des éléments fertilisants fait actuellement l'objet d'un examen du Groupe de travail sur les éléments fertilisants, relevant des Conventions de Paris et d'Oslo pour la prévention de la pollution marine – voir OSPARCOM (1994). On peut également consulter les travaux de Bomans *et al.* (1996a); Brouwer *et al.* (1994a); Follett (1995); Lander et Moffitt (1996); Leuck (1993); Moon et Selby (1995); Schleef et Kleinhanb (1994); Shaffer (1995); Sharpley (1995) et Tunney (1990).
15. Pour plus de détails quant au Forum OCDE sur les pesticides, voir Grandy et Richards (1994), et quant aux études en rapport avec la mesure de l'utilisation des pesticides dans le secteur agricole, voir Antle et Capalbo (1991); Brouwer *et al.* (1994b); Narayanan (1995); OCDE (1993b); US Environmental Protection Agency (1995b); et Ward *et al.* (1993). Pour un aperçu général des données sur les pesticides dans l'Union européenne, voir EUROSTAT (1996). La question de l'utilisation de pesticides et de l'appauvrissement de la couche d'ozone est traitée dans Marcotte (1996).

16. L'équation d'efficience de l'utilisation de l'eau analysée dans la présente section est extraite de notes non publiées sur l'actualisation des travaux sur les IAE en Australie, énoncés dans Agricultural Council of Australia and New Zealand (1993), et tire parti des travaux de French et Schultz (1984). Pour une discussion du problème de la tarification de l'eau, y compris l'eau d'irrigation, voir Industry Commission (1992).
17. L'efficience de l'utilisation de l'eau, pour les superficies agricoles irriguées (et, éventuellement, pour d'autres zones d'agriculture intensive), pourrait être mesurée par l'équation suivante : indice de la valeur totale de la production agricole dans les zones irriguées/hectares de zones irriguées/pluviométrie annuelle en mm + quantité d'eau d'irrigation en mm (voir French et Schultz, 1984), ainsi que par une autre équation actuellement élaborée par des chercheurs japonais : $E = \frac{\text{total des quantités d'eau utilisées} - \text{quantités d'eau non renouvelables utilisées}}{\text{total des quantités utilisées}}$. Dans cette équation, E = efficacité/viabilité de l'utilisation des ressources en eau à des fins agricoles; quantités d'eau utilisées = quantités d'eau utilisées en agriculture, eau souterraine comprise – en tonnes; quantités d'eau non renouvelables utilisées = quantités d'eau souterraine utilisées en agriculture – en tonnes (apports d'eau par le biais des terres agricoles non compris).
18. Deux institutions japonaises, le National Institute of Agricultural Engineering et le National Institute of Agro-Environmental Sciences, ont entrepris un vaste programme de recherche sur la mesure de plusieurs caractéristiques de l'indicateur concernant la conservation des terres agricoles : prévention des inondations, utilisation durable de l'eau, et prévention de l'érosion.
19. Pour les sources en rapport avec la qualité des sols agricoles, voir Acton et Gregorich (1995); Bomans *et al.* (1996b); Buckman et Brady (1969); et Warkentin (1995).
20. Pour les ouvrages traitant de la question de la qualité de l'eau en agriculture, voir Cooman *et al.* (1993); Crutchfield *et al.* (1995); MacDonald et Spaling (1995a et 1995b); Sinner (1992); et Warren (1971). A propos des répercussions de l'agriculture sur la qualité de l'eau de mer, voir GESAMP (1990) et OSPARCOM (1994).
21. Pour une vue d'ensemble des lignes directrices du GIEC et de l'OCDE pour les inventaires nationaux des gaz à effet de serre, qui prennent en compte l'agriculture, voir GIEC (1995), et pour d'autres études portant sur la mesure des GES liés à l'agriculture, voir Born *et al.* (1992); Phipps et Hall (1994); et Smith *et al.* (1995). On peut se procurer un rapport sur l'état d'avancement des travaux du Programme GIEC/OCDE/AIE sur les inventaires des gaz à effet de serre en s'adressant à la Division de la prévention et du contrôle de la pollution, Direction de l'environnement, OCDE, Paris, France.
22. Pour un examen d'ordre général des indicateurs relatifs à la diversité biologique, voir Reid *et al.* (1993). Sur la question de la biodiversité en général, voir OCDE (1996c).
23. Une grande partie des publications qui traitent de l'indicateur concernant les relations entre les habitats agricoles et naturels abordent également les indicateurs concernant la biodiversité agricole et les questions relatives aux paysages; voir à ce propos les notes 22 et 24 respectivement, mais aussi Baldock *et al.* (1993); Brady et Flather (1995); Flather, Brady et Inkley (1992); Montgomery (1996); Office fédéral de la statistique (1995); et Schamberger (1988).
24. Pour une vue d'ensemble sur la question de la définition des paysages agricoles, voir Meeus (1993). A propos de la mesure relative à la question des paysages agricoles par le biais de diverses techniques d'évaluation économique ne relevant pas du marché, voir par exemple les études nationales de Adger et Whitby (1991) pour le Royaume-Uni; de Brunstad (1995) pour la Norvège; de Drake (1992) pour la Suède; du ministère japonais de l'Agriculture, des Forêts et des Pêches (1994) pour le Japon; et de Pevetz, Hofer et Pirringer (1990) et de Pruckner (1995) pour l'Autriche. On trouvera une brève analyse de ces méthodes d'évaluation des externalités et des biens d'intérêt publics dans OCDE (1994c). Pour un exemple d'inventaire physique des caractéristiques du paysage, voir UK Department of Environment (1993), ainsi que Poiret et Vidal (1994).
25. Pour une description de la démarche systémique appliquée aux paysages, voir le rapport Dobris, chapitre 8 (pp. 172-189), Agence européenne pour l'environnement (1995).
26. Pour une vue d'ensemble dans le domaine de la gestion des exploitations, voir Dumanski *et al.* (1994); Hillary, Spearin et Culver (1995) et US Department of Agriculture (1989). A propos de la **gestion des éléments fertilisants**, un séminaire a été organisé en avril 1996 par le ministère britannique de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Alimentation, conjointement avec l'OCDE, afin d'étudier l'élaboration d'indicateurs applicables à la gestion des éléments fertilisants en agriculture, dont le résumé figure dans le compte rendu du séminaire : *United Kingdom Report on Agricultural Nutrient Management Indicators* et que l'on peut se procurer auprès de : Environment Protection Division, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Nobel House, 17 Smith Square, London SW1P 3JR, Royaume-Uni. S'agissant de la **lutte contre les parasites**, voir OCDE (1995d) et World Wildlife Fund (1995). Quant à la **gestion des sols**, voir Simmons (1991) et UK Ministry of Agriculture, Fisheries and Food

- (1993). A propos de la *gestion de l'irrigation*, voir UK Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (1991). Enfin, à propos de la **gestion globale des exploitations**, voir New Zealand Ministry for the Environment (1996).
27. Pour un examen des démarches coopératives visant à favoriser l'agriculture écologiquement viable, voir OCDE (1997b).
 28. Pour les sources de données sur les revenus des exploitations pertinentes pour établir des évaluations chiffrées dans le domaine des ressources financières des exploitations, voir OCDE (1995e), et à propos de la mesure des transferts effectués au titre des politiques, voir OCDE (1996a).
 29. Pour davantage de détails sur les travaux consacrés aux indicateurs ruraux que mène, au sein de l'OCDE, le Groupe du Conseil sur le développement rural, voir OCDE (1994a) et OCDE (1996d).
 30. Sur la possibilité d'ajuster les indices de productivité agricole pour prendre en compte les externalités liées à l'environnement, voir par exemple Ball et Nehring (1994), et sur la construction d'un indice de viabilité écologique pour l'agriculture, voir Heinonen (1993). Certaines recherches pourraient s'appuyer sur l'analyse de l'ensemble du cycle de vie pour rendre compte d'aspects plus généraux de l'agriculture touchant l'environnement et la viabilité écologique.
 31. Des travaux sur l'examen des moyens prévisionnels offerts par les IAE dans le cadre de l'évaluation des politiques agro-environnementales sont actuellement menés au Canada, par exemple, voir Smith (1995).

BIBLIOGRAPHIE

- ABLER, D.G. (1996), *The Environmental Impacts of Agro-environmental Policies: an International Comparison, Report*, rapport rédigé pour le Natural Resources and Environment Division, Economic Research Service, US Department of Agriculture, mars, Washington DC, États-Unis.
- ABLER, D.G. et Shortle, J.S. (1992), «Environmental and Farm Commodity Policy Linkages in the US and the EC», *European Review of Agricultural Economics*, vol. 19, n° 2, pp. 197-217.
- ACTON, D.F. et Gregorich, L.J. (dir. pub.) (1995), *The Health of our Soils – Toward Sustainable Agriculture in Canada*, Agriculture et Agri-Food Canada, Ottawa, Ontario, Canada.
- ADGER, N. et Whitby, M. (1991), «Accounting for the Impact of Agriculture and Forestry on Environmental Quality», *European Economic Review*, vol. 35, pp. 629-641.
- ADRIAANSE, A. (1993), *Environmental Policy Performance Indicators – a Study on the Development of Indicators for Environmental Policy in the Netherlands*, Ministry of Housing, Physical Planning and the Environment, La Haye, Pays-Bas.
- AGENCE EUROPÉENNE POUR L'ENVIRONNEMENT (1995), *Europe's Environment: The Dobris Assessment*, Office des publications officielles des Communautés européennes, Luxembourg.
- AGRICULTURAL COUNCIL OF AUSTRALIA AND NEW ZEALAND (1993), *Sustainable Agriculture: Tracking the Indicators for Australia and New Zealand*, Standing Committee on Agriculture and Resource Management, CSIRO Publications, Victoria, Australie.
- AGRICULTURAL COUNCIL OF AUSTRALIA AND NEW ZEALAND (1996), *Indicators for Sustainable Agriculture: Evaluation of Pilot Testing*, rapport rédigé pour le Sustainable Land and Water Resources Management Committee, Standing Committee on Agriculture and Resource Management, CSIRO Publications, Victoria, Australie.
- ANTLE, J.M. et Capalbo, S.M. (1991), «Physical and Economic Model Integration for Measurement of the Environmental Impacts of Agricultural Chemical Use», *Northeastern Journal of Agricultural and Resource Economics*, vol. 20, n° 1, pp. 68-82.
- ANTLE, J.M. et Crissman, C.C. (1994), «Empirical foundations of environment-trade linkages: Evidence from an Andean study», document publié dans Bredahl, M. et Roe, T. (dir. pub.), *Agricultural Trade and the Environment: Understanding and Measuring the Critical Linkages*, University of Minnesota Press, États-Unis.
- BALDOCK, D. et al. (1993), *Nature Conservation and New Directions in the EC Common Agricultural Policy*, Institute for European Environmental Policy, Londres, Royaume-Uni.
- BALL, E. et Nehring, R. (1994), «Building a Better Ag Productivity Index», *Agricultural Outlook*, mars, pp. 1-3, US Department of Agriculture, Washington DC, États-Unis.
- BANQUE MONDIALE (1995), *Monitoring Environmental Progress – A Report on Work in Progress*, Département de l'environnement, Washington DC, États-Unis.
- BASHER, L.R., Greer, J. et Korte, C. (1993), *Environmental Indicators for Sustainable Land Use in New Zealand*, Landcare Research Contract Report: LC9394/4, rapport préparé pour le ministère de l'Environnement, Wellington, Nouvelle-Zélande.
- BATIE, S.S. (éd.) (1995), *Developing Indicators for Environmental Sustainability: The Nuts and Bolts*, Proceedings of the Resource Policy Consortium Symposium, Washington DC, États-Unis, 12-13 juin 1995, Special Report (SR) 89.
- BOMANS, E. et al. (1996a), *Development of an Indicator for Agricultural Nutrient Balances for the OECD*, Report No. 96/AC/010, rapport rédigé par le Soil Service of Belgium (W. de CROYLAAN 48, B-3001 Leuven-Heverlee, Belgique), pour le ministère de la Communauté flammande; Direction de l'Administration de l'environnement, de la nature, du sol et de l'eau, Bruxelles, Belgique.
- BOMANS, E. et al. (1996b), *Development of an Agricultural Soil Quality Indicator for the OECD*, Report No. 96/AC/011, rapport rédigé par le Soil Service of Belgium (W. de CROYLAAN 48, B-3001 Leuven-Heverlee, Belgique), pour le ministère de la Communauté flammande; Département de l'environnement et des infrastructures, Direction de l'administration de l'environnement, de la nature, du sol et de l'eau, Bruxelles, Belgique.

- BORN, van den G.J., Bouwman, A.F. et Leemans, R. (1992), *Rôle de l'agriculture dans les changements planétaires : nécessité d'une utilisation durable des sols à l'avenir*, document présenté au Séminaire de l'OCDE sur les technologies et pratiques d'une agriculture durable, 11-13 février, Paris, France.
- BRADY, S.J. et Flather, C.H. (1995), «Using the National Resources Inventory in Wildlife Assessment Models», pp. 92-101, dans Lee, L.K. (éd.), *Proceedings of the 1992 National Resources Inventory – Environmental and Resource Assessment Symposium*, 19-20 juillet 1994, Université de Georgetown, Washington DC, États-Unis.
- BROUWER, F.M. et al. (1994a), *Mineral Balances of the European Union at Farm Level*, Agricultural Economics Research Institute, La Haye, Pays-Bas.
- BROUWER, F.M. et al. (1994b), *Pesticides in the EC*, Agricultural Economics Research Institute, La Haye, Pays-Bas.
- BRUNSTAD, R. et al. (1994), «Agriculture as a Provider of Public Goods: A case study of Norway», *Agricultural Economics*, vol. 13, n° 1, pp. 39-49.
- BUCKMAN, H.O. et Brady, N.C. (1969), *The Nature and Properties of Soils*, Macmillan Press, Londres, Royaume-Uni.
- COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES (1994), *Europe's environment 1993*, Bruxelles, Belgique.
- COMMISSION ÉCONOMIQUE DES NATIONS UNIES POUR L'EUROPE (1992), *The Environment in Europe and North America: Annotated Statistics 1992*, première partie – Séries chronologiques et indicateurs; deuxième partie – L'agriculture et l'environnement, Nations Unies, New York, États-Unis.
- COOMAN, de P. et al. (1993), *Évaluation par bassin hydrographique des pertes en nutriments dans les eaux de surface provoquées par l'activité agricole en Belgique*, ministère de l'Agriculture, Tervuren, Belgique.
- CRUTCHFIELD, S.R. et al. (1995), *The Benefits of Protecting Rural Water Quality*, Economic Research Service, Agricultural Economic Report No. 701, US Department of Agriculture, Washington DC, États-Unis.
- DUMANSKI, J. et al. (1994), *The Status of Land Management Practices on Agricultural Land in Canada*, Agriculture et Agri-Food Canada, Bulletin technique 1994-3E, Ottawa, Ontario, Canada.
- DRAKE, L. (1992), «The Non-market Value of the Swedish Agricultural Landscape», *European Review of Agricultural Economics*, vol. 19, n° 3, pp. 351-364.
- ENVIRONMENTAL CHALLENGE GROUP (1995), *Environmental Measures: Indicators for the UK Environment*, Environmental Challenge Group, Royaume-Uni.
- EUROSTAT (1996), *Overview of Pesticide Data in the European Union*, Statistics in Focus – Environment, n° 1, EUROSTAT, Luxembourg.
- FAO (1995), *The measurability of the impact of environmental regulations on trade*, document présenté au FAO Committee on Commodity Problems, soixantième session, 3-7 avril, Rome, Italie.
- FLATHER, C.H., Brady, S.J. et Inkley, D.B. (1992), «Regional habitat appraisals of wildlife communities: a landscape-level evaluation of a resource planning model using avian distribution data», *Landscape Ecology*, vol. 7, n° 2, pp. 137-147.
- FOLLETT, R.F. (1995), *Fate and Transport of Nutrients – Nitrogen*, RCA III, Working Paper No. 7, septembre, US Department of Agriculture, Washington DC, États-Unis.
- FRENCH, R.J. et Schultz, J.E. (1984), «Water use efficiency of Wheat in a Mediterranean-type Environment», *Australian Journal of Agricultural Research*, vol. 35, pp. 743-764.
- GESAMP (1990), *The State of the Marine environment*, Blackwell Scientific Publications, Royaume-Uni.
- GIEC (1995), *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*, en trois volumes présentant respectivement les instructions pour l'établissement des rapports, le cahier d'inventaire, et le manuel de référence, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), Bracknell, Royaume-Uni.
- GRANDY, N.J. et Richards, J. (1994), *International Harmonisation of Pesticide Control Procedures – The OECD Pesticides Programme*, Actes de la Brighton Crop Protection Conference, pp. 1409-1418, Royaume-Uni.
- GREINER, R. (1994), *The extensification debate in European agriculture*, document présenté à la 38^e conférence annuelle de l'Australian Agricultural Economics Society, Wellington, Nouvelle-Zélande.
- HAAN, M., Keuning, S.J. et Bosch, P.R. (1993), *Integrating Indicators in a National Accounting Matrix Including Environmental Accounts (NAMEA)*, Netherlands Central Bureau of Statistics, Voorburg, Pays-Bas.
- HANLEY, N. (dir. pub.) (1991), *Farming and the Countryside: an Economic Analysis of External Costs and Benefits*, Commonwealth Agricultural Bureau International, Wallingford, Royaume-Uni.
- HEINONEN, E. (1993), «Sustainability in Agriculture, How to Define it and Can it be Measured?», *NJF-Utredninger*, Rapporteur 89, pp. 140-151, Pays-Bas.

- HILLARY, N., Spearin, M. and Culver, D. (1995), *Farm Resource Management Indicator: Inputs Management Component – Discussion Paper on a Survey of Inputs Management Practices*, Policy Branch, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, Ontario, Canada.
- HODGES, L. (1973), *Environmental Pollution: A survey emphasising physical and chemical principles*, Holt, Finehart and Winston, Inc., New York, États-Unis.
- HRUBOVCAK, J., Le Blanc, M. et Miranowski, J. (1990), «Limitations in Evaluating Environmental and Agricultural Policy Coordination Benefits», *American Economic Review*, vol. 80, n° 2, pp. 208-212.
- INDUSTRY COMMISSION (1992), *Water Resources and Waste Water Disposal*, Rapport n° 26, Australian Government Publishing Service, Canberra, Australie.
- INRA (1995), *L'Environnement à l'INRA*, Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, France.
- JUST, R.E., et Antle, J.M. (1990), «Interactions between Agricultural and Environmental Policies: a Conceptual Framework», *American Economic Review*, vol. 80, n° 2, pp. 197-202.
- JUST, R.E. et Bockstael, N. (dir. pub.) (1991), *Commodity and Resource Policies in Agricultural Systems*, Springer-Verlag, Berlin, Allemagne.
- LANDER, C.H. et Moffit, D. (1966), *Nutrient Use in Cropland Agriculture (Commercial Fertiliser and Manure) – Nitrogen and Phosphorus*, RCA III, Working Paper No. 14, février, US Department of Agriculture, Washington DC, États-Unis.
- LEUCK, D.J. (1993), *Policies to Reduce Nitrate Pollution in the European Community and Possible Effects on Livestock Production*, Economic Research Service, US Department of Agriculture, Staff Report No. AGES 9318, Washington DC, États-Unis.
- MABBS-ZENO, C. et Antle, J.M. (1994), «Measuring the impact of government policies on the environment», chapitre 3 de l'ouvrage publié par le US Department of Agriculture, *Environmental Policies: Implications for Agricultural Trade*, Foreign Agricultural Economic Report No. 252, Washington DC, États-Unis.
- MACDONALD, K.B. et Spaling, H. (1995a), *Indicateur des risques de contamination pour l'eau : concepts et principes*, Équipe pédologique de l'Ontario, Centre de recherches sur les terres et les ressources biologiques, Direction de la recherche, Agriculture et Agro-alimentaire Canada, Guelph, Canada.
- MACDONALD, K.B. et Spaling, H. (1995b), *Indicateur des risques de contamination pour l'eau : développement d'une méthode*, Équipe pédologique de l'Ontario, Centre de recherches sur les terres et les ressources biologiques, Direction de la recherche, Agriculture et Agro-alimentaire Canada, Guelph, Canada.
- MARCOTTE, M. et al. (1996), *Heat, Phosphine and CO₂ Collaborative Experimental Structural Fumigation – Canadian Leadership in the Development of Methyl Bromide Alternatives*, Environment Bureau, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, Ontario, Canada.
- MCCANN, S. (1995), *Agricultural Indicators Indicator Program Descriptions*, World Resources Institute, mars, Washington DC, États-Unis.
- McRAE, T. (1995), *Report of the Second National Consultation Workshop on Environmental Indicators for Canadian Agriculture*, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, Ontario, Canada.
- McRAE, T. et Lombardi, N. (1994), *Rapport sur l'atelier de consultation nationale sur les indicateurs agro-environnementaux pour l'agriculture canadienne*, Bureau de l'environnement, Direction des politiques, Agriculture et Agri-Food Canada, Ottawa, Ontario, Canada.
- MEEUS, J.H.A. (1993), «The transformation of agricultural landscapes in Western Europe», *The Science of the Total Environment*, n° 129, pp. 171-190, Elsevier, Amsterdam, Pays-Bas.
- MIDMORE, P. et al. (1995), *Developing an Holistic Approach to the Concept of Environmental Quality*, rapport au Scottish Natural Heritage, Université du Pays de Galles, Aberystwyth, Royaume-Uni.
- MINISTÈRE JAPONAIS DE L'AGRICULTURE, DES FORÊTS ET DES PÊCHES (1994), *Environmental Externalities of Japan's Paddy Fields Farming*, Tokyo, Japon.
- MINISTÈRE NÉO-ZÉLANDAIS DE L'AGRICULTURE ET DES PÊCHES (1995), *Proceedings of the Indicators for Sustainable Agriculture Seminar*, MAF Policy Technical Paper 95/7, août, Wellington, Nouvelle-Zélande.
- MINISTÈRE NÉO-ZÉLANDAIS DE L'AGRICULTURE ET DES PÊCHES (1996), *Sustainable Land Management – a Strategy for New Zealand*, ministère de l'Environnement, Wellington, Nouvelle-Zélande.
- MONTGOMERY, G.L. (1996), *Riparian Areas – Reservoirs of Diversity*, RCA III, Working Paper No. 13, février, US Department of Agriculture, Washington DC, États-Unis.
- MOON, D.E. et Selby, C.J. (1995), *A Nutrient Balance Indicator: Concepts and Recommendations*, Centre for Land and Biological Resources Research, Research Branch, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, Ontario, Canada.

- NARAYANAN, S. (1995), *Input Use Efficiency: Use Efficiency for Fertilisers, Pesticides and Energy*, Farm Economic Division, Policy Branch, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, Ontario, Canada.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1989), *Alternative Agriculture*, National Research Council, National Academy Press, Washington DC, États-Unis.
- NATIONS UNIES (1995), chapitre 40, *Information for Decision-Making and Earthwatch*, Conseil économique et social, Commission du développement durable, E/CN.17/1995/7, février 1995, New York, États-Unis.
- OCDE (1993a), *Corps central d'indicateurs de l'OCDE pour les examens des performances environnementales*, Monographies sur l'environnement, n° 83, Paris, France.
- OCDE (1993b), *L'intégration des politiques de l'agriculture et de l'environnement : Progrès récents et nouvelles orientations*, Paris, France.
- OCDE (1993c), *Indicateurs pour l'intégration des préoccupations environnementales dans les politiques de l'énergie*, Environment Monograph No. 79, Paris, France.
- OCDE (1993d), *Indicateurs pour l'intégration des préoccupations environnementales dans les politiques des transports*, Environment Monograph No. 80, Paris, France.
- OCDE (1994a), *Créer des indicateurs ruraux pour étayer la politique territoriale*, Paris, France.
- OCDE (1994b), *Indicateurs d'environnement – Corps Central de l'OCDE*, Paris, France.
- OCDE (1994c), « Réforme de la politique agricole : externalités et biens d'intérêt public environnementaux », partie V de *Réforme de la politique agricole : nouvelles orientations – Le rôle des paiements directs au revenu*, Paris, France.
- OCDE (1995a), *Données OCDE sur l'environnement, Compendium 1995*, Paris, France.
- OCDE (1995b), *Sylviculture, agriculture et environnement*, Paris, France.
- OCDE (1995c), *L'agriculture durable – Questions de fond et politiques dans les pays de l'OCDE*, Paris, France.
- OCDE (1995d), *Lignes directrices établies à l'intention des organismes d'aide relatives à la lutte contre les parasites et la gestion des pesticides*, Comité d'aide au développement de l'OCDE, Lignes directrices sur l'aide et l'environnement n° 6, Paris, France.
- OCDE (1995e), *Examen des revenus des ménages agricoles dans les pays de l'OCDE*, Diffusion générale, OCDE/GD(95)97, Paris, France.
- OCDE (1996a), *Politiques, marchés et échanges agricoles dans les pays de l'OCDE, Suivi et évaluation 1996*, Paris, France.
- OCDE (1996b), *L'Intégration de l'environnement et de l'économie – Progrès dans les années 90*, Paris, France.
- OCDE (1996c), *Les mécanismes du marché au service de la diversité biologique – Le rôle des mesures d'incitation économique*, Paris, France.
- OCDE (1996d), *Indicateurs territoriaux de l'emploi – le point sur le développement rural*, Paris, France.
- OCDE (1997a), *Effets sur l'environnement des programmes de mise hors culture des terres agricoles*, Paris, France.
- OCDE (1997b), *Actions concertées en faveur de l'agriculture durable*, Paris, France.
- OFFICE FÉDÉRAL DE LA STATISTIQUE (1995), « Les plantes, les animaux et leurs habitats », *Statistique suisse de l'environnement*, n° 2, Berne, Suisse.
- OSPARCOM (1994), *OSPARCOM Guidelines for Calculating Mineral Balances*, Working Group on Nutrients, Conventions d'Oslo et de Paris pour la prévention de la pollution marine (OSPARCOM), NUT 94/8/1-E Berne, Suisse.
- PEVETZ, W., Hofer, O. et Pirringer, H. (1990), *Quantifizierung von Umweltleistungen des Österreichischen Landwirtschaft* (Quantification des avantages de l'agriculture autrichienne pour l'environnement – avec un résumé en anglais, pp. 103-109), Bundesanstalt für Agrarwirtschaft Schriftenreihe n° 60, Vienne, Autriche.
- PHIPPS, S. et Hall, N. (1994), *Reducing Greenhouse Gas Emissions from Australian Agriculture – A regional analysis*, Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics Research Report 94.5, Canberra, Australie.
- POIRET, M. et Vidal, C. (1994), *Valorisation environnementale des enquêtes du système français de statistique agricole*, document présenté à la Conférence des statisticiens européens, 24-26 octobre, Séance de travail sur les statistiques liées aux problèmes en rapport avec les liens entre l'agriculture et l'environnement, Genève, Suisse.
- PRUCKNER, G.J. (1995), « Agricultural Landscape Cultivation in Austria: An application of the CVM », *European Review of Agricultural Economics*, vol. 22, n° 2, pp. 173-190.
- REID, W.V. et al. (1993), *Biodiversity Indicators for Policy Makers*, World Resources Institute, Washington DC, États-Unis.
- SCHAMBERGER, M. (1988), « Monitoring Wildlife Habitat – A Critique of Approaches », *Annali di Statistica*, Anno 119, série IX, vol. 8, pp. 225-241.

- SCHLEEF, K.H., et Kleinhanb, W. (1994), *Mineral Balances in Agriculture in the EU*, Institute of Farm Economics, Federal Agricultural Research Centre, Braunschweig, Allemagne.
- SCHAFFER, M.J. (1995), *Fate and Transport of Nitrogen – What Models Can and Cannot Do*, RCA III, Working Paper No. 11, septembre, US Department of Agriculture, Washington, DC, États-Unis.
- SHARPLEY, A. (1995), *Fate and Transport of Nutrients – Phosphorus*, RCA III, Working Paper No. 8, octobre, US Department of Agriculture, Washington DC, États-Unis.
- SIMMONS, P. (1991), *Soil Management: Private versus Public Interest*, document présenté à la National Agricultural Resources Outlook Conference, Australian Bureau of Agriculture and Resource Economics, Canberra, Australie.
- SINNER, J. (1992), *Making Water Quality Decisions: When Costs and Benefits Don't fit our Assumptions*, MAF Policy Technical Paper 92/7, Wellington, Nouvelle-Zélande.
- SMITH, C.A.S. (1995), *Research and Development Needs in Monitoring Agro-Ecosystems in Canada*, document présenté au North American Workshop on Monitoring for Ecological Assessment of Terrestrial and Aquatic Ecosystems, Mexico City, septembre 1995, au nom du Research Branch, Agriculture et Agri-Food Canada, Ottawa, Ontario, Canada.
- SMITH, W.N. et al. (1995), *Agroecosystems Greenhouse Gas Balance Indicator: Carbon Dioxide Component*, Centre for Land and Biological Resources Research, Research Branch, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, Ontario, Canada.
- TAUPIER, R. et Willis, C. (1994), «Geographic Information Systems and Applied Economics: An Initial Discussion of Potential Applications and Contributions», *Agricultural and Resource Economics Review*, vol. 23, n° 2, pp. 140-149.
- TUNNEY, H. (1990), «A Note on a Balance Sheet Approach to Estimating the Phosphorus Fertiliser Needs of Agriculture», *Irish Journal of Agricultural Research*, vol. 29, n° 2, pp. 149-154.
- UK DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT (1993), *Countryside Survey 1990 Main Report*, Londres, Royaume-Uni.
- UK DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT (1996), *Indicators of Sustainable Development for the United Kingdom*, Londres, Royaume-Uni.
- UK MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD (1991), *Code of Good Agricultural Practice for the Protection of Water*, Londres, Royaume-Uni.
- UK MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD (1993), *Code of Good Agricultural Practice for the Protection of Soil*, Londres, Royaume-Uni.
- US DEPARTMENT OF AGRICULTURE (1989), *The Second RCA Appraisal: Soil, Water and Related Resources on Non-federal Land in the United States, Analysis of Conditions and Trends, Soil and Water Resources Conservation Act (RCA)*, publication occasionnelle, n° 1482, juin, Washington DC, États-Unis.
- US DEPARTMENT OF AGRICULTURE (1994), *Agricultural Resources and Environmental Indicators*, Economic Research Service, Natural Resources and Environment Division, Agricultural Handbook No. 705, Washington DC, États-Unis.
- US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1995a), *A Conceptual Framework to Support the Development and Use of Environmental Information for Decision-Making*, Office of Policy, Planning and Evaluation, EPA 230-R-94-012, février, Washington DC, États-Unis.
- US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1995b), *Office of Pesticide Programs Annual Report for 1994*, EPA 735-R-95-001, janvier, Washington DC, États-Unis.
- WARD, N. et al. (1993), *Water Pollution from Agricultural Pesticides*, Centre for Rural Economy, Université de Newcastle Upon Tyne, Royaume-Uni.
- WARKENTIN, B.P. (1995), «The Changing Concept of Soil Quality», *Journal of Soil and Water Conservation*, vol. 50, n° 3, pp. 226-228.
- WARREN, C.E. (1971), *Biology and Water Pollution Control*, W.B. Saunders Company, Philadelphie, États-Unis.
- WORLD RESOURCES INSTITUTE (1995), *Environmental Indicators: A systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development*, Washington DC, États-Unis.
- WORLD WILDLIFE FUND (Fonds mondial pour la nature) (1995), *Measuring Progress Toward Bio-Intensive IPM: a Methodology to Track Pesticide Use, Risks and Reliance*, Rapport technique, Gland, Suisse.

LES ÉDITIONS DE L'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16
IMPRIMÉ EN FRANCE
(51 1999 07 2 P) ISBN 92-64-27134-1 – n° 49182 1999