

4. INDICATEURS AGROENVIRONNEMENTAUX

Les indicateurs environnementaux visent à évaluer la pression exercée par les activités agricoles sur l'environnement. Quatorze indicateurs ont été définis et regroupés sous les thèmes de la qualité de l'eau, la qualité des sols et la qualité de l'air.

L'évaluation d'un indicateur consiste à déterminer une classe de risque pour celui-ci, les différentes classes de risque étant les suivantes :

- TF : Très faible
- F : Faible
- M : Modéré
- E : Élevé
- TE : Très élevé

Chaque indicateur est défini par un certain nombre de paramètres d'importance relative différente (indice de pondération). Le calcul de l'indicateur se fait en déterminant d'abord une classe de risque pour chacun des paramètres qui le composent, puis en cumulant ces classes en tenant compte de l'indice de pondération de chaque paramètre. Le niveau de risque global est présenté à la dernière ligne du tableau de chaque indicateur.

Les indices de pondération et les classes de risque ont été attribués par les membres du groupe de travail sur les indicateurs environnementaux au meilleur de leurs connaissances. Le modèle est donc utilisable pour apprécier les niveaux de risque et visualiser l'importance des paramètres qui ont une influence pour une thématique donnée. Le groupe de travail a retenu dans la mesure du possible des paramètres sur lesquels les producteurs et les productrices agricoles peuvent intervenir dans la conduite de leurs pratiques agricoles.

Il est par ailleurs important de rappeler que cet outil a également ses limites. Ainsi, le modèle n'a pas été validé avec des mesures de terrain. D'autre part, il détermine des niveaux de risques et non des impacts réels sur l'état des ressources environnementales. De même, dans la majorité des cas, les résultats régionaux traduisent un risque applicable au territoire agricole seulement, sans égard au degré d'occupation du territoire global par les activités agricoles.

Les indicateurs agroenvironnementaux sont calculés pour les entreprises spécialisées en production porcine.

4.1. QUALITÉ DE L'EAU

Les tableaux 4.1 à 4.5 présentent les résultats obtenus pour les indicateurs relatifs à la qualité de l'eau.

4.1.1. Pollution localisée par l'azote et le phosphore

Les risques de pollution localisée par l'azote et le phosphore sont associés aux modalités d'entreposage des déjections, aux pratiques de gestion de l'eau et à l'intensité de la pression animale dans un secteur donné. Le tableau 4.1 présente les résultats.

Pour les structures d'entreposage, un indice de pondération élevé a été accordé aux unités animales non reliées à une structure étanche. La proportion que représentent ces unités animales est très faible (< 10 %) pour les entreprises porcines. La réglementation oblige les entreprises à entreposer les déjections dans des structures étanches.

Les installations d'entreposage sont de façon générale situées au-delà des distances minimales prescrites pour la protection des points d'eau. En effet, pour tous les points d'eau, le niveau de risque est très faible, ce qui signifie que moins de 20 % du cheptel se retrouve en deçà des distances prescrites pour chacun de ces points.

Les entreprises porcines élèvent globalement environ 12 000 unités animales de ruminants (bovins laitiers et bovins de boucherie). Sur le plan de la gestion de l'eau, le pourcentage des unités animales de ruminants qui ont accès directement au cours d'eau demeure globalement élevé (45-60 %). De même, la proportion des unités animales de bovins laitiers dont les eaux de laiterie sont éliminées sans traitement est d'environ 56 % (risque modéré).

La densité des sites d'élevage et la taille des sites, caractérisée par le volume moyen de fumier à gérer par site, donnent un indice combiné des risques associés aux volumes entreposés, à la manipulation de ces volumes et à leur transport. Ainsi, la densité des élevages des entreprises porcines dépasse 6 sites/100 km² (risque élevé) et le volume moyen à gérer est de 3016 m³/site (risque très élevé).

Globalement, le niveau de risque de pollution localisée par l'azote et le phosphore est modéré pour les entreprises porcines.

4.1.2. Pollution localisée par les pesticides

Les risques de pollution localisée par les pesticides ont été évalués à partir d'informations sur la densité et la dimension des sites d'entreposage de pesticides et sur les pratiques reliées à l'entreposage, la manutention et l'élimination des pesticides (tableau 4.2). Le groupe de travail a estimé que les étapes de manutention et de préparation des pesticides (35 points sur 100) et les pratiques d'entreposage (30 points sur 100) sont les éléments les plus critiques dans l'évaluation des risques ponctuels.

La plupart des entreprises entreposent leurs pesticides dans un local ouvert et ce local est rarement situé dans un bâtiment réservé et aménagé spécifiquement à cette fin. Cette habitude augmente les risques pour la santé des travailleurs et les dangers d'accident, particulièrement si les pesticides sont entreposés près de produits pétroliers ou à proximité de zones de travail.

La proportion globale des entreprises porcines qui utilisent des aires de manutention à moins de 50 mètres d'un puits est élevée (49 %). Les risques ponctuels de pollution concernent donc directement la qualité de l'eau de consommation des entreprises ou des voisins. Par ailleurs, 36 % des entreprises utilisent des pompes non munies de dispositif anti-retour, ce qui constitue un risque faible pour ce paramètre.

Les deux paramètres de pression d'utilisation font ressortir les entreprises qui exploitent des superficies importantes en grandes cultures et en cultures maraîchères, ces catégories étant celles où l'utilisation de pesticides est importante. Ces cultures représentent environ 50 % de la superficie totale exploitée par les entreprises porcines (tableau 3.8). Ainsi, la densité des bâtiments d'entreposage de pesticides est associée à un risque modéré alors que les superficies appliquées par bâtiment sont relativement élevées.

Les pratiques d'élimination sont assez bien contrôlées par les entreprises porcines. Enfin, sur le plan de la sécurité et des mesures de prévention, la proportion des entreprises ne disposant pas d'agents absorbants en cas de déversement varie entre 45 et 60 % (risque élevé).

Pour l'ensemble des paramètres, les risques de pollution localisée par les pesticides sont modérés et les efforts d'information devraient être consentis sur les points névralgiques de risque, soit les pratiques de manutention et d'entreposage. Par ailleurs, le travail à forfait tend à faire diminuer les volumes entreposés et donc à réduire le niveau de risque associé aux pratiques d'entreposage.

4.1.3. Pollution diffuse par l'azote

Les risques de pollution diffuse par l'azote ont été abordés en distinguant les risques associés à la problématique des eaux de surface et celle des eaux souterraines (tableau 4.3). Dans les deux cas, les enjeux sont les facteurs du milieu, les charges azotées appliquées et perdues, les pratiques de conservation des sols et le drainage. Les charges fertilisantes excédentaires et les pertes potentielles en azote ont été considérées comme les facteurs les plus influents dans la mesure du risque (40 % des points). Les bases de calcul utilisées dans l'établissement du bilan de l'azote ont été présentées à la section 3.4.1.

Les entreprises porcines ont un excédent de charge en azote entre 0 et 40 kg N/ha sur les superficies réceptrices d'engrais organiques ou minéraux. Cet excédent entraîne donc un risque modéré autant pour les eaux de surface que pour les eaux souterraines. Par ailleurs, les charges en azote des fumiers perdues par volatilisation sont associées au mode d'épandage et au délai d'incorporation. Elles se situent à 21 % de l'équivalent minéral de première année, ce qui constitue un risque modéré pour les eaux de surface et pour les eaux souterraines. Finalement, la charge en azote perdue en fonction des périodes d'épandage est inférieure à 5 % pour l'ensemble des entreprises compte tenu de la faible proportion des fumiers et lisiers déclarés épandus tard à l'automne, soit un risque très faible pour les deux problématiques.

Dans les facteurs du milieu, deux paramètres ont été retenus pour chacune des deux problématiques : l'indice de ruissellement potentiel et la proportion des superficies ayant une pente supérieure à 10 %. Ces deux paramètres affectent de façon inverse les risques de pollution diffuse en azote des eaux de surface et celle des eaux souterraines. L'indice de ruissellement tient compte de la nature des cultures, de la capacité d'infiltration des sols et des pratiques de

conservation. Ainsi, pour une région où les cultures annuelles et les sols ayant une faible capacité d'infiltration dominant, la problématique des eaux de surface sera mise en évidence par rapport à celle des eaux souterraines. Inversement, la problématique des eaux souterraines sera prédominante pour une région avec une forte proportion de cultures pérennes et des sols d'une grande capacité d'infiltration. D'autre part, une pente plus forte entraîne les éléments fertilisants vers les eaux de surface alors qu'une faible pente favorise leur migration vers les eaux souterraines. Pour les entreprises porcines, l'indice de ruissellement et l'indice d'infiltration entraînent des risques modérés à la fois pour les eaux de surface et les eaux souterraines. La proportion des superficies avec une pente supérieure à 10 % établit des risques faible pour les eaux de surface et élevés pour les eaux souterraines.

Les pratiques culturales jouent également un rôle très important dans l'évaluation des risques de pollution diffuse par l'azote. Ainsi, les risques sont plus élevés dans le cas où les cultures annuelles dominant, le sol étant laissé à nu après les opérations culturales. Ce risque est réduit lorsque des pratiques de conservation (cultures intercalaires, de couverture ou d'engrais verts) sont entreprises. L'adoption de ces mesures permet en effet de récupérer le maximum des charges fertilisantes appliquées et de limiter physiquement les pertes environnementales, particulièrement dans le cas des cultures annuelles. En ce sens, ces mesures sont efficaces pour limiter à la fois la problématique pour les eaux de surface et souterraines.

Les cultures annuelles représentent environ 59 % des superficies en culture des entreprises porcines, ce qui entraîne des risques élevés à ce chapitre. D'autre part, les pratiques de conservation touchent environ 4 % des superficies pour des risques très élevés à cet égard.

Finalement, le drainage souterrain des superficies en culture affecte les risques de pollution diffuse de façon inverse pour les eaux de surface et pour les eaux souterraines. D'un côté le drainage réduit l'importance du ruissellement et de la charge azotée qui l'accompagne. Par contre, il diminue l'effet épurateur du sol en interceptant les eaux infiltrées chargées d'azote pour les diriger vers les eaux de surface. Le second processus étant jugé plus important que le premier, le drainage des sols augmentera donc les risques de contamination des eaux de surface pour réduire ceux des eaux souterraines. Les sols cultivés des entreprises porcines sont drainés dans une proportion de 50 % et ce paramètre est donc jugé à risque modéré pour les deux problématiques de l'azote.

Pour les entreprises porcines, les risques de pollution diffuse par l'azote ont été jugés modérés autant pour les eaux de surface que pour les eaux souterraines.

4.1.4. Pollution diffuse par le phosphore

Le phosphore étant un élément relativement bien retenu dans le sol, les risques de perte à l'environnement sont principalement corrélés avec les pertes de sol et bien entendu, avec les quantités de phosphore disponibles à l'entraînement dans les eaux de surface (tableau 4.4).

Le bilan en phosphore (P_2O_5) à la surface du sol comptabilise les quantités de phosphore présentes dans les engrais minéraux et les quantités présentes dans les déjections animales avant toute perte à l'environnement. Ces quantités cumulées sont réparties sur l'ensemble des superficies en culture. Les experts ont établi que les risques deviennent élevés lorsque les

quantités de phosphore calculées dépassent les prélèvements des cultures de plus de 20 kg de phosphore (P_2O_5) à l'hectare.

Le bilan à la surface du sol des entreprises porcines dégage un excédent moyen de 75 kg de phosphore (P_2O_5) par hectare sur les 76 200 hectares de superficies recensées pour ces entreprises spécialisées (risque très élevé). De façon générale, des quantités importantes de phosphore sont potentiellement disponibles à l'entraînement. Les paramètres du milieu et les paramètres de régie moduleront les risques réels de pertes à l'environnement.

Les indices de ruissellement élevés se retrouvent surtout dans les sols argileux peu perméables ou supportant des cultures annuelles. Le calcul de l'érosion potentielle intègre la susceptibilité des sols à l'érosion, la nature des pentes et le type de culture. Le poids relatif de la nature des cultures dans l'équation de perte de sol est élevé, ce qui limite les risques pour les secteurs où la proportion de prairies et de pâturages est importante. Pour les entreprises porcines, les risques d'érosion demeurent faibles (4,4 t/ha/an).

Par ailleurs, les sols légers et bien drainés sont généralement plus altérés (podzolisés), plus riches en aluminium et fixent mieux le phosphore que les sols argileux. Les résultats obtenus pour les capacités de fixation traduisent cette tendance. Ainsi, pour les entreprises porcines, entre 20 % et 40 % des superficies en culture ont de faibles capacités de fixation pour le phosphore (< 1100 mg/kg Al Mehlich). Ces capacités de fixation ont été évaluées à partir des principales caractéristiques pédologiques des séries de sol présentes sur le territoire.

Ainsi, les régions comprenant une proportion importante de sols lourds et de cultures annuelles présentent globalement des facteurs du milieu favorisant davantage les pertes de phosphore. Les cultures annuelles offrent une protection plus faible contre l'érosion que les cultures pérennes et le ratio des superficies des cultures annuelles sur les superficies cultivées totales donne un bon indice des risques d'érosion et de perte de phosphore. Les risques sont élevés à cet égard pour les entreprises porcines.

La proportion des volumes d'engrais de ferme déclarés épandus après le 1^{er} octobre est très inférieure à 20 %. Par ailleurs, la proportion des engrais de ferme laissés en surface traduit la nature des cultures, les valeurs élevées étant associées le plus souvent aux prairies et aux pâturages où l'incorporation n'est possible que sur retour de culture. La proportion des engrais de ferme laissés en surface se situe entre 40 % et 60 % (risque modéré) pour les entreprises porcines.

Pour la problématique du phosphore, le drainage souterrain aura tendance à limiter la saturation du sol en prévenant la création de conditions propices au ruissellement. Les risques sont modérés pour ce paramètre.

Globalement, pour tous les paramètres de l'indicateur, le niveau de risque de pollution diffuse par le phosphore est élevé pour les entreprises porcines.

Il est à noter que des engrais de ferme appliqués jusqu'à concurrence des besoins en azote des plantes apporteront souvent des charges en phosphore au-delà des besoins pour la saison de végétation en cours. Si un enrichissement minimal des sols en phosphore est souhaitable sur le plan agronomique, des applications répétées d'engrais de ferme sur la base des besoins en azote auront tendance à générer une accumulation de phosphore à un niveau au-delà duquel les risques de pertes à l'environnement deviennent très concrets. La capacité naturelle des sols à fixer ce phosphore et les conditions du milieu conditionneront à ce moment l'ampleur des pertes à l'environnement.

La problématique du phosphore n'a été que récemment prise en compte sur le plan réglementaire. Le Portrait ne comprend aucune donnée sur les niveaux de fertilité en phosphore. Le défi du contrôle de la pollution diffuse consistera donc à prendre en considération les enjeux et les dynamiques distinctes du phosphore et de l'azote dans les systèmes de production.

4.1.5. Pollution diffuse par les pesticides

Les risques de pollution diffuse par les pesticides ont été évalués en tenant compte de l'importance de l'utilisation des pesticides (30 points), des facteurs du milieu (12 points) et surtout des pratiques de gestion des pesticides par les entreprises (58 points; tableau 4.5). En général, les pesticides sont plus utilisés dans les grandes cultures et les cultures maraîchères. Pour les entreprises porcines, ce paramètre se traduit par un niveau de risque élevé.

Les régions où les indices de ruissellement sont élevés et où le drainage souterrain est important risquent d'avoir une problématique davantage reliée à la qualité des eaux de surface. Au contraire, les sols perméables peuvent favoriser la migration des pesticides vers les eaux souterraines. Les risques d'érosion hydrique potentielle, comme dans le cas du phosphore, tiennent compte du sol, des pentes et de la culture, ce dernier paramètre étant le plus sensible. Ainsi, les régions à forte proportion de prairies et de pâturages ont des risques limités par rapport à l'emploi des pesticides. Les risques d'érosion hydrique sont effectivement faibles pour les entreprises porcines.

Sur le plan des pratiques, le pourcentage des superficies subissant des applications préventives ou de routine demeure élevé (45-60 % des superficies réceptrices). Si les superficies sans stratégie d'application définie sont très faibles (< 15 %), les applications sont plus souvent généralisées par type de culture que par champ.

La proportion des équipements de pulvérisation réglés à un intervalle supérieur à un an est entre 15 % et 30 % (risque faible) pour les entreprises porcines. Pour moins de 15 % des entreprises, les buses des équipements de pulvérisation n'ont pas été vérifiées depuis la dernière année (risque très faible). Des données plus précises à ce propos sont disponibles au tableau 3.17 pour l'ensemble des entreprises déclarant des porcs. Moins de 40 % des entreprises porcines tiennent un registre d'épandage des pesticides. Enfin, les pratiques de lutte non chimique ne sont pas très populaires sur les superficies en cultures annuelles des entreprises porcines.

Globalement, les risques sont élevés pour la pollution diffuse par les pesticides. Les défis dans ce secteur consisteront à raffiner les stratégies d'intervention pour minimiser les quantités appliquées et à développer davantage les stratégies de lutte non chimique.

Tableau 4.1
Grille d'évaluation des risques de pollution localisée par l'azote et le phosphore

Paramètres	Indices de pondération	Niveau de risque				
		Très faible 1	Faible 2	Modéré 4	Élevé 8	Très élevé 16
Structures d'entreposage						
% des unités animales non reliées à une structure étanche (1)	23	< 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40	> 40
Âge des structures d'entreposage (années)	7	0 - 5	<u>5 - 15</u>	15 - 20	20 - 25	> 25
% des structures sans attestation d'ingénieur	4	< 20	<u>20 - 40</u>	40 - 60	60 - 80	> 80
% des unités animales situées à moins de :						
30 m d'un puits individuel	3	< 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
300 m d'une prise d'eau de source ou d'aqueduc	3	< 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
15 m du lit d'un cours d'eau ou d'un lac	4	< 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
15 m d'un marécage, d'un marais ou d'un étang	1	< 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
Sous-total	45					
Gestion de l'eau						
% des unités animales ayant accès au cours d'eau (2)	5	< 15	15 - 30	30 - 45	<u>45 - 60</u>	> 60
% des unités animales avec eaux de laiterie rejetées sans traitement	5	< 20	20 - 40	<u>40 - 60</u>	60 - 80	> 80
% des unités animales avec eaux de lavage rejetées sans traitement	5	< 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
Sous-total	15					
Pression animale en azote et phosphore						
Volume moyen à gérer par site (m ³ /site)	10	0-250	250-500	500-1000	1000-1500	<u>>1500</u>
Densité des sites d'élevage (nombre/100 km ²) (3)	15	<2	2 - 4	4 - 6	<u>6 - 8</u>	> 8
% des unités animales avec moins de 200 jours d'entreposage (4)	6	< 15	15 - 30	30 - 45	45 - 60	> 60
% des unités animales avec 200 à 250 jours d'entreposage (4)	3	< 15	15 - 30	30 - 45	<u>45 - 60</u>	> 60
% des unités animales sous gestion liquide (4)	6	< 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	<u>> 80</u>
Sous-total	40					
Total	100	100 à 150	151 à 300	<u>301 à 600</u>	601 à 1200	1201 à 1600

(1) : Les structures étanches comprennent les réservoirs, les plates-formes (avec murets), les purots, les caves à lisier, l'entreposage réglementaire au champ et les élevages minimums.

(2) : Unités animales de ruminants seulement.

(3) : La superficie totale des municipalités où il y a au moins un site d'élevage a été considérée.

(4) : Pour tous les types d'animaux élevés par les entreprises porcines.

Tableau 4.2
Grille d'évaluation des risques de pollution localisée par les pesticides

Paramètres	Indices de pondération	Niveau de risque				
		Très faible	Faible	Modéré	Élevé	Très élevé
		1	2	4	8	16
Pression d'utilisation						
Nombre de bâtiments d'entreposage / 100 km ²	3	< 1,5	1,5 - 3,0	<u>3,0 - 4,5</u>	4,5 - 6,0	> 6,0
Superficies avec applications (ha) / bâtiment d'entreposage	2	< 40	40 - 60	60 - 80	<u>80 - 100</u>	> 100
Sous-total	5					
Pratiques d'entreposage (1)						
% du volume entreposé :						
dans un bâtiment autre que réservé	5	< 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	<u>> 80</u>
à moins de 50 m d'un puits	7	< 15	15 - 30	30 - 45	<u>45 - 60</u>	> 60
à moins de 50 m d'un cours d'eau	10	< 15	<u>15 - 30</u>	30 - 45	45 - 60	> 60
dans un local autre que fermé	4	< 20	20 - 40	40 - 60	<u>60 - 80</u>	> 80
sur un plancher en terre sans étagères	4	<u>< 20</u>	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
Sous-total	30					
Pratiques de manutention et de préparation						
% des aires de manutention situées à moins de :						
50 m d'un puits	12	< 15	15 - 30	30 - 45	<u>45 - 60</u>	> 60
50 m d'un cours d'eau	14	<u>< 15</u>	15 - 30	30 - 45	45 - 60	> 60
% de pompes sans dispositif antiretour	9	< 20	<u>20 - 40</u>	40 - 60	60 - 80	> 80
Sous-total	35					
Pratiques d'élimination						
% des entreprises effectuant moins de 3 rinçages des contenants vides	5	< 20	<u>20 - 40</u>	40 - 60	60 - 80	> 80
% des entreprises dont les contenants vides vont au dépotoir de la ferme	4	<u>< 20</u>	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
% des entreprises dont les produits non utilisables vont au dépotoir de la ferme	5	<u>< 20</u>	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
% des entreprises qui éliminent les eaux de rinçage sur le sol ou sur le chemin de ferme	6	<u>< 20</u>	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
Sous-total	20					
Plan d'urgence						
% des entreprises n'ayant aucun agent absorbant disponible	5	< 15	15 - 30	30 - 45	<u>45 - 60</u>	> 60
% des entreprises n'ayant identifié aucun contact en cas de déversement	5	< 15	15 - 30	<u>30 - 45</u>	45 - 60	> 60
Sous-total	10					
Total	100	100 à 150	151 à 300	<u>301 à 600</u>	601 à 1200	1201 à 1600

(1) : Les volumes sont pondérés en fonction du temps de leur entreposage.

Tableau 4.3
Grille d'évaluation des risques de pollution diffuse par l'azote

Paramètres	Indices de pondération	Niveau de risque					
		Très faible 1	Faible 2	Modéré 4	Élevé 8	Très élevé 16	
EAUX DE SURFACE							
Charge fertilisante en N sur les terres cultivées réceptrices							
Charge N - équivalent minéral en excédent des prélèvements (kg/ha)	(1)	30	< - 40	- 40 - 0	<u>0 - 40</u>	40 - 80	> 80
% azote perdu par volatilisation (%)	(2)	5	> 30	25 - 30	<u>15 - 25</u>	10 - 15	< 10
% azote perdu en fonction des modalités d'épandage (%)	(3)	5	<u>< 5</u>	5 - 10	10 - 15	15 - 20	> 20
Sous-total		40					
Facteurs spécifiques au milieu							
Indice de ruissellement potentiel (curve number)	(4)	13	< 60	60 - 70	<u>70 - 80</u>	80 - 90	> 90
Proportion des pentes supérieures à 10 %	(5)	12	< 5	<u>5 - 10</u>	10 - 20	20 - 40	> 40
Sous-total		25					
Pratiques culturales							
% des superficies en cultures annuelles / superficies totales cultivées		27	< 15	15 - 30	30 - 45	<u>45 - 60</u>	> 60
% des superficies en cultures intercalaires, en cultures de couverture et en engrais verts / superficies des cultures annuelles		3	> 20	15 - 20	10 - 15	5 - 10	<u>< 5</u>
Sous-total		30					
Drainage souterrain							
% des terres en culture avec drainage souterrain		5	< 20	20 - 40	<u>40 - 60</u>	60 - 80	> 80
Total		100	100 à 150	151 à 300	301 à 600	601 à 1200	1201 à 1600
EAUX SOUTERRAINES							
Charge fertilisante en N sur les terres cultivées réceptrices							
Charge N - équivalent minéral en excédent des prélèvements (kg/ha)	(1)	30	< - 40	- 40 - 0	<u>0 - 40</u>	40 - 80	> 80
% azote perdu par volatilisation (%)	(2)	5	> 30	25 - 30	<u>15 - 25</u>	10 - 15	< 10
% azote perdu en fonction des modalités d'épandage (%)	(3)	5	<u>< 5</u>	5 - 10	10 - 15	15 - 20	> 20
Sous-total		40					
Facteurs spécifiques au milieu							
Indice d'infiltration potentielle (100 - curve number)	(4)	17	< 10	10 - 20	<u>20 - 30</u>	30 - 40	> 40
Proportion des pentes supérieures à 10 %	(5)	3	> 40	20 - 40	10 - 20	<u>5 - 10</u>	< 5
Sous-total		20					
Pratiques culturales							
% des superficies en cultures annuelles / superficies totales cultivées		30	< 15	15 - 30	30 - 45	<u>45 - 60</u>	> 60
% des superficies en cultures intercalaires, en cultures de couverture et en engrais verts / superficies des cultures annuelles		5	> 20	15 - 20	10 - 15	5 - 10	<u>< 5</u>
Sous-total		35					
Drainage souterrain							
% des terres en culture avec drainage souterrain		5	> 80	60 - 80	<u>40 - 60</u>	20 - 40	< 20
Total		100	100 à 150	151 à 300	301 à 600	601 à 1200	1201 à 1600

- (1) : Tient compte, pour les engrais organiques, de l'efficacité nette en fonction de l'équivalent minéral de la année et des modalités d'épandage. Une efficacité de 100 % est considérée pour les engrais minéraux (CPVQ, bulletin technique 22, 1995). Pour les légumineuses, le prélèvement pour l'azote non symbiotique a été considéré.
- (2) : Tient compte, pour les engrais organiques, du type de produit, du mode d'épandage et du délai d'incorporation (CPVQ, bulletin technique 22, 1995). Le pourcentage global de perte est calculé sur l'équivalent minéral apporté.
- (3) : Tient compte, pour les engrais organiques, de la période d'épandage, du type de culture, du type de produit et du type de sol (CPVQ, bulletin technique 22, 1995). Les apports d'automne sont ceux réalisés après le 1er octobre. Le pourcentage global de perte est calculé sur l'équivalent minéral moins les pertes par volatilisation.
- (4) : Conformément à la méthodologie du Soil Conservation Service (TR no.35).
- (5) : Selon la base de données des pédo-paysages (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 1996). Les pentes des superficies agricoles et forestières sont considérées.

Tableau 4.4
Grille d'évaluation des risques de pollution diffuse par le phosphore

Paramètres	Indices de pondération	Niveau de risque				
		Très faible	Faible	Modéré	Élevé	Très élevé
		1	2	4	8	16
Charge fertilisante en phosphore sur les terres cultivées réceptrices						
Bilan P ₂ O ₅ à la surface du sol (apports – prélèvements) (kg/ha/an) (1)	50	< -20	- 20 - 0	0 - 20	20 - 40	<u>≥ 40</u>
Facteurs du milieu						
Indice de ruissellement potentiel (<i>curve number</i>) (2)	10	< 60	60 - 70	<u>70 - 80</u>	80 - 90	> 90
Érosion potentielle (t/ha/an) (3)	10	0 - 3	<u>3 - 6</u>	6 - 12	12 - 18	> 18
% des superficies en cultures avec faible capacité de fixation (< 1100 mg/kg Al Mehlich) (4)	5	< 5	5 - 10	10 - 20	<u>20 - 40</u>	> 40
Sous-total	25					
Pratiques culturales						
% des superficies en cultures annuelles / superficies totales cultivées	15	< 15	15 - 30	30 - 45	<u>45 - 60</u>	> 60
Modes d'épandage						
% des engrais de ferme épandus après le 1 ^{er} octobre	2	<u>< 20</u>	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
% des engrais de ferme laissés en surface	3	< 20	20 - 40	<u>40 - 60</u>	60 - 80	> 80
Sous-total	5					
Drainage souterrain						
% des terres en culture avec drainage souterrain	5	> 80	60 - 80	<u>40 - 60</u>	20 - 40	< 20
Total	100	100 à 150	151 à 300	301 à 600	<u>601 à 1200</u>	1201 à 1600

- (1): Tient compte des charges organiques et minérales effectivement appliquées sur les terres cultivées des entreprises à partir des données du Portrait.
(2): Conformément à la méthodologie du Soil Conservation Service (TR no.55).
(3): Évalué à partir du modèle RUSLE. Les facteurs RKLS ont été compilés par pédo-paysage par Agriculture et Agroalimentaire Canada (1996). Les facteurs C et P sont évalués à partir des données du Portrait.
(4): La classe de capacité de fixation est estimée à partir des séries de sols identifiés pour chaque pédo-paysage, des informations du fichier des noms de sol du Québec (Lamontagne et Nolin, 1997) et des données expérimentales déjà colligées (Tabi et al., 1990, Giroux et Tran, 1996; etc.)

Tableau 4.5
Grille d'évaluation des risques de pollution diffuse par les pesticides

Paramètres	Indices de pondération	Niveau de risque				
		Très faible 1	Faible 2	Modéré 4	Élevé 8	Très élevé 16
Charge actuelle en pesticides						
% des superficies en culture ayant reçu des pesticides en 1998 (1)	30	< 15	15 - 30	30 - 45	<u>45 - 60</u>	> 60
Facteurs du milieu						
Indice de ruissellement potentiel (curve number) (2)	6	< 60	60 - 70	<u>70 - 80</u>	80 - 90	> 90
Érosion potentielle (t/ha/an) (3)	6	0 - 3	<u>3 - 6</u>	6 - 12	12 - 18	> 18
Sous-total	12					
Gestion des pesticides						
% des superficies réceptrices où l'épandage est réalisé sans connaissance précise des produits utilisés et des ennemis visés : (4)						
Herbicide (toutes cultures confondues)	3	<u>< 15</u>	15 - 30	30 - 45	45 - 60	> 60
Insecticide, acaricide et nématicide (toutes cultures confondues)	3	<u>< 15</u>	15 - 30	30 - 45	45 - 60	> 60
Fongicide (toutes cultures confondues)	3	<u>< 15</u>	15 - 30	30 - 45	45 - 60	> 60
Sous-total	9					
Stratégies d'application sur les superficies réceptrices :						
% des superficies sans stratégie d'application définie	3	<u>< 15</u>	15 - 30	30 - 45	45 - 60	> 60
% des superficies avec stratégie d'application par culture uniquement	3	< 15	15 - 30	30 - 45	45 - 60	<u>> 60</u>
% des superficies avec applications de routine	3	< 15	15 - 30	30 - 45	<u>45 - 60</u>	> 60
% des superficies avec applications d'herbicides en pré-semis, semis	3	< 15	<u>15 - 30</u>	30 - 45	45 - 60	> 60
% des superficies avec fréquence de rotation de plus de 5 applications	3	<u>< 15</u>	15 - 30	30 - 45	45 - 60	> 60
Sous-total	15					
Pulvérisations :						
% des équipements appliquant 3 types de pesticides ou plus	2	<u>< 15</u>	15 - 30	30 - 45	45 - 60	> 60
% des équipements dont l'intervalle de réglage est de plus d'un an	6	< 15	<u>15 - 30</u>	30 - 45	45 - 60	> 60
% des équipements dont les buses n'ont pas été vérifiées depuis un an	6	<u>< 15</u>	15 - 30	30 - 45	45 - 60	> 60
% des entreprises ne tenant pas de registre d'applications de pesticides	10	< 15	15 - 30	30 - 45	45 - 60	<u>> 60</u>
Sous-total	24					
Pratiques de lutte non chimique :						
% des superficies en céréales, légumes et fruits pour lesquelles il n'y a aucune pratique de lutte non chimique	5	< 15	15 - 30	30 - 45	<u>45 - 60</u>	> 60
% des superficies en céréales, légumes et fruits pour lesquelles il n'y a aucune autre pratique de lutte non chimique que le sarclage mécanique	5	< 15	15 - 30	30 - 45	<u>45 - 60</u>	> 60
Sous-total	10					
Total	100	100 à 150	151 à 300	301 à 600	<u>601 à 1200</u>	1201 à 1600

(1): Calculé pour le type de pesticide le plus utilisé sur une culture donnée.

(2): Conformément à la méthodologie du Soil Conservation Service (TR no. 55).

(3): Évalué à partir du modèle RUSLE. Les facteurs RKLS ont été compilés par pédo-paysage par Agriculture et Agroalimentaire Canada (1996).
Les facteurs C et P sont évalués à partir des données du Portrait.

(4): Seulement pour les cas où le producteur choisit lui-même ses pesticides.

4.2. QUALITÉ DU SOL

Les tableaux 4.6 à 4.11 présentent les résultats obtenus pour les indicateurs relatifs à la qualité des sols.

4.2.1. Risques de compaction des sols agricoles

Les risques de compaction ont été évalués à partir des caractéristiques des équipements utilisés, des pratiques culturales, du drainage et des paramètres d'état et de perception (tableau 4.6).

Le critère utilisé pour la machinerie de travail du sol ne dégage pas de risques notables. La puissance moyenne des équipements de travail primaire du sol des entreprises porcines est de 117 hp, ce qui est inférieur au critère de 200 hp utilisé. La charge moyenne appliquée par les équipements d'épandage de fumiers et lisiers est légèrement inférieure à 2,8 tonnes par roue (risque élevé). La proportion des épandeurs d'engrais de ferme de plus de 10 tonnes et qui n'ont pas de pneus haute flottaison est de 15 %, ce qui est sous le seuil de 20 % défini pour les risques très faibles.

Les critères retenus pour les pratiques culturales sont plus discriminants que ceux utilisés pour les équipements. La proportion des cultures annuelles met en lumière les risques associés aux conditions automnales de certaines récoltes (ex. : maïs-grain). Les risques sont élevés pour les entreprises porcines. La proportion des cultures annuelles dans les rotations est toutefois modérée.

Les apports de matière organique au sol contribuent à maintenir une stabilité structurale qui permet de résister aux pressions de déformation de la machinerie. Les sols qui ne reçoivent pas l'équivalent en carbone de ce qu'ils consomment annuellement risquent de voir leur teneur actuelle en matière organique diminuer au fil du temps. Ces sols deviennent alors plus sensibles à la compaction. La proportion des superficies où les apports en carbone sont limités est entre 20 % et 40 % (risque faible) pour les entreprises porcines. La problématique du maintien des niveaux de matière organique est discutée plus en détail à la section 4.2.4.

Le drainage souterrain tend à diminuer les périodes de saturation en eau du sol et donc les conditions plus propices à la compaction. Près de 50 % des superficies en culture des entreprises porcines sont drainées souterrainement (risque modéré). La proportion de sols ayant déjà subi de la compaction a été estimée sur la base de caractéristiques physiques simples des principaux sols de la région (texture, matière organique, densité). Les résultats font état de risques faibles. Ce paramètre doit toutefois être interprété avec discernement, considérant qu'il est basé sur des valeurs moyennes. On devrait s'attendre à une variabilité beaucoup plus grande sur le terrain.

Les superficies déclarées affectées par la compaction (3 %-6 %) sont associées à des risques modérés. Cette variable est assez bien corrélée avec la proportion des entreprises déclarant deux indices de compaction ou plus. À l'échelle du Québec, les superficies déclarées affectées par les entreprises porcines seraient de l'ordre de 3000 hectares en culture. Globalement, les risques de compaction sont modérés.

4.2.2. Risques d'érosion hydrique des sols agricoles

Les risques d'érosion hydrique ont été évalués à partir de paramètres de pression et d'état. Les facteurs du milieu, les pratiques culturales et les pratiques de conservation des sols entrent dans les paramètres de pression et les paramètres d'état correspondent aux perceptions des producteurs agricoles quant aux superficies affectées par l'érosion (tableau 4.7).

L'érosion potentielle maximale tient compte de l'érosivité des précipitations, de la sensibilité intrinsèque des sols et des paramètres de pente mais elle ne tient pas compte ici du facteur de culture. Cet indice traduit donc le niveau de risque associé à un sol nu. Les données indiquent des risques modérés pour les entreprises porcines, qui sont distribuées sur une partie importante du territoire sous des conditions variées.

Les cultures annuelles représentent environ 59 % des superficies totales en culture pour les entreprises porcines. Le maintien d'une couverture de résidus au sol de plus de 30 % après le semis est considéré une protection efficace contre l'érosion hydrique. La proportion des cultures annuelles ayant moins de 30 % de couverture au sol représente entre 45 % et 60 % des superficies en culture (risque élevé) pour l'ensemble des entreprises.

Les superficies des cultures en bandes, des bandes enherbées, des engrais verts et des cultures de couverture représentent entre 5 % et 10 % des superficies totales des cultures annuelles (risque élevé). L'adoption de mesures de conservation des sols demeure rare de façon générale pour le Québec, la proportion des entreprises utilisant des voies d'eau engazonnées ou aménageant des bandes riveraines étant de 4 % et 14 % respectivement pour les entreprises déclarant des porcs. Des données plus précises sur l'adoption des mesures de conservation sont présentées aux tableaux 3.23 et 3.24.

Environ 11 % des entreprises déclarant des porcs déclarent percevoir de l'érosion au champ ou près des cours d'eau. Par contre, les superficies déclarées affectées par l'érosion au champ sont moins importantes et se situent entre 1 % et 3 % (risque faible) pour les entreprises porcines. Les superficies déclarées affectées totaliseraient ainsi environ 1750 hectares pour l'ensemble des superficies en culture des entreprises porcines du Québec.

Pour l'ensemble des paramètres retenus, les risques d'érosion hydrique sont élevés sur les entreprises porcines.

4.2.3. Risques d'érosion éolienne

Les risques d'érosion éolienne sont associés d'abord à la présence de sols sensibles, comme les sols sableux fins et les sols organiques, et à l'existence de cultures ou de pratiques à risque (tableau 4.8).

La proportion des sols naturellement sensibles a été évaluée à 41 % pour les entreprises porcines à l'échelle du Québec. D'autre part, la proportion de sols sensibles inclut à la fois les sols forestiers et agricoles. Dans certains secteurs, plusieurs séries de sols sableux très fins sont

laissés sous couvert forestier. Ainsi, la proportion réelle de sols cultivés sensibles devrait être en deçà de 41 %.

Les pratiques culturales, comme la proportion des cultures annuelles et la protection offerte par les résidus de cultures sur ces superficies, sont des éléments de risques considérés. Les niveaux de risque sont considérés élevés pour les entreprises porcines étant donné l'importance des superficies en cultures annuelles. Les pratiques de conservation sont tout de même limitées en proportion des superficies en cultures annuelles, ce qui constitue un risque élevé. Pour les entreprises porcines, les superficies affectées sont entre 1 % et 3 % (risque faible), soit l'équivalent d'environ 1750 hectares à l'échelle de l'ensemble des superficies en culture de ce genre d'entreprises.

Les risques d'érosion éolienne pour les entreprises porcines sont globalement élevés.

4.2.4. Bilan des apports en matière organique

Les apports de matière organique au sol ont été comptabilisés en tenant compte des apports par les cultures et par les engrais de ferme selon la méthodologie présentée au tableau 9 de l'annexe 3. Deux éléments ont été entre autres utilisés : le pourcentage des superficies en céréales pour lesquelles les pailles sont récoltées et une proportion de 20 % du carbone total apporté est effectivement converti en carbone de la matière organique du sol. Les calculs sont basés sur la référence que la matière organique d'un sol moyen (3 % de matière organique) se minéralise à un taux d'environ 2,5 % par année. Sur cette base, des contributions annuelles de 850 kg C/ha à la matière organique du sol sont nécessaires afin d'assurer un équilibre entre les apports en matière organique et son oxydation dans le sol. Les classes de risques ont donc été fixées sur ces contributions. Les résultats sont présentés au tableau 4.9.

Ce tableau indique que les apports totaux sur les superficies en culture des entreprises porcines sont de 1196 kg C/ha/an et que les cultures, via leur biomasse aérienne et souterraine, contribuent à environ de 70 % de ces apports. De façon générale, l'importance des apports totaux est fortement corrélée à l'ampleur des superficies en prairies et pâturages dans une région, ces cultures apportant des quantités importantes de carbone via leur système racinaire. Dans le cas des entreprises porcines, la contribution des fumiers à la matière organique du sol est d'environ 30 %, ce qui est élevé par rapport à la moyenne pour le Québec, qui est de 15 %. Ces apports de fumiers compensent en partie le fait que les cultures annuelles représentent plus de la moitié des superficies en culture, ce qui limite la contribution des plantes.

Globalement, la proportion des superficies où les apports annuels sont moins élevés que le seuil de 850 kg c/ha se situe entre 20 et 40 %, ce qui constitue un risque faible pour cet indicateur.

4.2.5. Apports de produits d'origine non agricole

Le bilan des apports de produits d'origine non agricole sur les sols présente la proportion des superficies en culture ayant reçu des boues par type de produit et l'encadrement technique alloué à cette activité (tableau 4.10). Les résultats de la dernière colonne du tableau 3.9 viennent compléter le bilan des apports, permettant de visualiser des données globales par région administrative pour les entreprises déclarant des porcs.

La proportion des sols cultivés ayant reçu des boues municipales, industrielles ou agroalimentaires est inférieure à 5 % pour tous les types de boues et les risques sont considérés très faibles. Les amendements chaulants non traditionnels ont été utilisés sur environ 500 hectares, soit moins de 1 % des superficies en culture des entreprises porcines (risques très faibles).

L'encadrement de cette activité est variable au Québec. Pour les entreprises porcines, moins de 5 % des superficies ayant reçu des boues n'ont pas fait l'objet d'un plan de fertilisation (risque très faible). Dans le cas des amendements chaulants non agricoles, cette proportion est de 26 %, ce qui dépasse le seuil de 20 % pour le niveau très élevé de risque. Même si les superficies réceptrices de produits d'origine non agricole demeurent encore relativement faibles au Québec, un effort d'encadrement et d'information devra être maintenu afin de diminuer les risques reliés aux pathogènes ou à l'accumulation de métaux lourds dans le sol.

4.2.6. Risques d'acidification des sols

Les risques d'acidification des sols sont liés à l'intensité de la fertilisation azotée, au suivi de la fertilisation et à la sensibilité intrinsèque des sols à l'acidification (tableau 4.11).

La charge azotée, principalement celle d'origine minérale, est le facteur prépondérant dans les risques d'acidification. Pour les entreprises porcines, les charges azotées minérales et organiques se situent entre 50 et 100 kg N/ha de superficie réceptrice d'engrais (risque faible).

La sensibilité des sols a été évaluée en fonction de la nature des sols. Les sols sableux, podzolisés et naturellement acides sont plus sensibles que les matériaux argileux et les sols qui ont évolué dans des matériaux originaux calcaires. Pour les entreprises porcines, la proportion des sols sensibles a été évaluée à 61 %, soit l'équivalent d'un risque élevé.

Sur le plan des pratiques, les entreprises analysent leurs parcelles à une fréquence moyenne qui varie entre 3 et 5 ans (risque faible) et la proportion des entreprises qui n'évaluent pas les besoins en chaux de leurs sols est inférieure à 20 %.

Globalement, les risques d'acidification sont faibles pour les entreprises porcines du Québec. L'acidification est un phénomène facile à corriger via un suivi régulier de la fertilité et de l'acidité active du sol. Ce phénomène n'apparaît donc pas comme un enjeu environnemental majeur.

Tableau 4.6
Grille d'évaluation des risques de compaction des sols agricoles

Paramètres	Indices de pondération	Niveau de risque				
		Très faible 1	Faible 2	Modéré 4	Élevé 8	Très élevé 16
PARAMÈTRES DE PRESSION/RÉPONSE						
Tracteurs pour le travail primaire du sol						
% des tracteurs avec plus de 200 hp et avec 2 roues motrices	13	<u>< 20</u>	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
Équipements d'épandage des fumiers et lisiers						
Charge moyenne par roue (capacité en tm/nombre de roues)	18	< 2,2	2,2 - 2,4	2,4 - 2,6	<u>2,6 - 2,8</u>	> 2,8
% des équipements de plus de 10 tm sans pneus haute flottaison	4	<u>< 20</u>	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
Sous-total	22					
Pratiques culturales						
% des superficies cultivées avec plus de 2 passages (façons sec.)	13	<u>< 15</u>	15 - 30	30 - 45	45 - 60	> 60
% des superficies cultivées avec cultures annuelles	6	< 15	15 - 30	30 - 45	<u>45 - 60</u>	> 60
% des superficies cultivées où les cultures annuelles occupent plus de 75 % de la rotation	13	< 15	15 - 30	<u>30 - 45</u>	45 - 60	> 60
% des superficies avec apports de carbone < 850 kg/ha/an (1)	13	< 20	<u>20 - 40</u>	40 - 60	60 - 80	> 80
Sous-total	45					
Drainage souterrain						
% des terres en culture avec drainage souterrain	5	> 80	60 - 80	<u>40 - 60</u>	20 - 40	< 20
PARAMÈTRES D'ÉTAT						
% des superficies avec pression de consolidation > 100 kPa (2)	5	< 15	<u>15 - 30</u>	30 - 45	45 - 60	> 60
% des superficies en cultures affectées par la compaction (3)	5	< 1	1 - 3	<u>3 - 6</u>	6 - 10	> 10
% des entreprises ayant déclaré 2 indices de compaction ou plus (3)	5	< 5	<u>5 - 10</u>	10 - 20	20 - 40	> 40
Sous-total	15					
Total	100	100 à 150	151 à 300	<u>301 à 600</u>	601 à 1200	1201 à 1600

(1) : Conformément à la procédure utilisée pour l'indicateur spécifique au bilan des apports en matière organique sur les sols.

(2) : Évalué selon la procédure de Veenhof et McBride (1996) et McBride et Joose (1996). Les données de base nécessaires à l'évaluation sont prises ou déduites de la base de données sur les pédo-paysages du Québec (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 1996) et de données expérimentales disponibles.

(3) : Selon la déclaration des producteurs.

Tableau 4.7
Grille d'évaluation des risques d'érosion hydrique des sols agricoles

Paramètres	Indices de pondération	Niveau de risque				
		Très faible	Faible	Modéré	Élevé	Très élevé
		1	2	4	8	16
PARAMÈTRES DE PRESSION/RÉPONSE						
Facteurs du milieu						
Érosion potentielle maximale (t/ha/an) (1)	20	< 10	10 - 20	<u>20 - 40</u>	40 - 60	> 60
Pratiques culturales						
% des superficies cultivées avec cultures annuelles	30	< 15	15 - 30	30 - 45	<u>45 - 60</u>	> 60
% des superficies cultivées avec cultures annuelles et moins de 30 % de résidus au sol (2)	30	< 15	15 - 30	30 - 45	<u>45 - 60</u>	> 60
Sous-total	60					
Pratiques de conservation des sols						
% des superficies avec cultures en bandes, bandes enherbées, cultures de couverture et engrais verts / superficies totales des cultures annuelles	4	> 20	15 - 20	10 - 15	<u>5 - 10</u>	< 5
% des entreprises ayant déclaré des voies d'eau engazonnées	4	> 80	60 - 80	40 - 60	20 - 40	<u>< 20</u>
% des entreprises ayant déclaré des bandes riveraines	4	> 80	60 - 80	40 - 60	20 - 40	<u>< 20</u>
Sous-total	12					
Drainage souterrain						
% des terres en culture avec drainage souterrain	3	> 80	60 - 80	<u>40 - 60</u>	20 - 40	< 20
PARAMÈTRES D'ÉTAT						
Érosion hydrique au champ						
% des superficies en cultures affectées par l'érosion (3)	2	< 1	<u>1 - 3</u>	3 - 6	6 - 10	> 10
% des entreprises ayant déclaré 2 indices d'érosion ou plus (3)	1	<u>< 5</u>	5 - 10	10 - 20	20 - 40	> 40
Sous-total	3					
Érosion hydrique des rigoles, fossés et cours d'eau						
% des entreprises ayant déclaré 2 indices d'érosion ou plus (3)	2	<u>< 5</u>	5 - 10	10 - 20	20 - 40	> 40
Total	100	100 à 150	151 à 300	301 à 600	601 à 1200	1201 à 1600

(1) : Selon la base de données des pédo-paysages (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 1996) et des compilations annuelles des facteurs RKLS de l'équation révisée de perte de sol (RUSLE) calculés par Agriculture et Agroalimentaire Canada pour chaque polygone de pédo-paysage.

(2) : Déterminé à partir des séquences de travail du sol réalisées sur retour de culture.

(3) : Selon la déclaration des producteurs.

Tableau 4.8
Grille d'évaluation des risques d'érosion éolienne des sols agricoles

Paramètres	Indices de pondération	Niveau de risque				
		Très faible 1	Faible 2	Modéré 4	Élevé 8	Très élevé 16
PARAMÈTRES DE PRESSION/RÉPONSE						
Facteurs du milieu						
Proportion des sols sensibles à l'érosion éolienne (%) (1)	20	< 15	15 - 30	<u>30 - 45</u>	45 - 60	> 60
Pratiques culturales						
% des superficies cultivées avec cultures annuelles	30	< 15	15 - 30	30 - 45	<u>45 - 60</u>	> 60
% des superficies cultivées avec cultures annuelles et moins de 30 % de résidus au sol (2)	30	< 15	15 - 30	30 - 45	<u>45 - 60</u>	> 60
Sous-total	60					
Pratiques de conservation des sols						
% des superficies avec cultures en bandes, bandes enherbées, cultures de couverture et engrais verts / superficies totales des cultures annuelles	5	> 20	15 - 20	10 - 15	<u>5 - 10</u>	< 5
% des superficies en brise-vent / superficies totales des cultures annuelles	5	> 15	10 - 15	5 - 10	<u>2 - 5</u>	< 2
Sous-total	10					
Gestion de l'eau						
% des terres en culture avec drainage souterrain	2,5	< 20	20 - 40	<u>40 - 60</u>	60 - 80	> 80
% des terres en culture irriguées	2,5	> 15	10 - 15	5 - 10	1 - 5	<u>< 1</u>
Sous-total	5					
PARAMÈTRES D'ÉTAT						
% des superficies en cultures affectées par l'érosion (3)	3	< 1	<u>1 - 3</u>	3 - 6	6 - 10	> 10
% des entreprises déclarant deux indices d'érosion ou plus (3)	2	<u>< 5</u>	5 - 10	10 - 20	20 - 40	> 40
Sous-total	5					
Total	100	100 à 150	151 à 300	301 à 600	<u>601 à 1200</u>	1201 à 1600

(1) : Selon la base de données des pédo-paysages, en fonction de la sensibilité attribuée à chaque série de sol (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 1996).

(2) : Déterminé à partir des séquences de travail du sol réalisées sur retour de culture.

(3) : Selon la déclaration des producteurs.

Tableau 4.9
Contribution des cultures et des engrais de ferme au carbone de la matière organique du sol

Apports moyens de carbone à la matière organique du sol			Proportion des superficies avec apports < 850 kg C/ha		
Total kg C/ha	Plantes %	Engrais de ferme %	Proportion %	Niveau de risque	Classe de risque
1 196	70	30	26	F	20 - 40 %

Tableau 4.10
Grille d'évaluation des apports en produits d'origine non agricole sur les sols cultivés

Paramètres	Indices de pondération	Niveau de risque				
		Très faible	Faible	Modéré	Élevé	Très élevé
		1	2	4	8	16
Proportion des superficies en culture ayant reçu des boues						
Boues municipales	10	<u>≤ 5</u>	5 - 10	10 - 15	15 - 20	> 20
Boues industrielles (papetières)	5	<u>≤ 5</u>	5 - 10	10 - 15	15 - 20	> 20
Boues agroalimentaires	5	<u>≤ 5</u>	5 - 10	10 - 15	15 - 20	> 20
Sous-total	20					
Proportion des superficies en culture ayant reçu des amendements chaulants autres que la chaux						
	10	<u>≤ 5</u>	5 - 10	10 - 15	15 - 20	> 20
Proportion des superficies en culture ayant reçu des boues et dont l'épandage n'a pas fait l'objet d'un plan de fertilisation						
Boues municipales, industrielles ou agroalimentaires	40	<u>≤ 5</u>	5 - 10	10 - 15	15 - 20	> 20
Amendements chaulants autres que la chaux	30	< 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	<u>> 20</u>
Sous-total	70					
Total	100	100 à 150	151 à 300	301 à 600	601 à 1200	1201 à 1600

Tableau 4.11
Grille d'évaluation des risques d'acidification des sols cultivés

Paramètres	Indices de pondération	Niveau de risque				
		Très faible 1	Faible 2	Modéré 4	Élevé 8	Très élevé 16
Utilisation d'engrais azotés (kg N/ha)						
Charge annuelle en azote minéral sur les terres cultivées réceptrices (1)	40	0 - 50	50 - 100	100 - 125	125 - 150	> 150
Charge annuelle en azote organique sur les terres cultivées réceptrices (2)	5	0 - 50	50 - 100	100 - 125	125 - 150	> 150
Sous-total	45					
Suivi de la fertilisation						
Fréquence moyenne d'analyse d'une même parcelle (années)	20	< 3	3 - 5	5 - 7	7 - 9	> 9
% des entreprises n'ayant pas évalué les besoins en chaux des sols	25	< 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
Sous-total	45					
Sensibilité relative des sols						
% des superficies hautement sensibles à l'acidification (3)	10	< 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
Total	100	100 à 150	151 à 300	301 à 600	601 à 1200	1201 à 1600

(1) : Considère les superficies cultivées ayant effectivement reçu des engrais minéraux et les achats d'engrais minéraux réalisés en 1998.

(2) : Tient compte, pour les engrais organiques, du coefficient moyen d'efficacité établi en fonction du type de produit et du type de sol.

(3) : Selon la base de données des pédo-paysages, en affectant une classe de sensibilité intrinsèque à chaque série (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 1996).

4.3. QUALITÉ DE L'AIR

Les tableaux 4.12 à 4.15 présentent les résultats obtenus pour les indicateurs relatifs à la qualité de l'air.

4.3.1. Perception d'odeurs aux installations d'élevage

Les risques de perception d'odeurs en provenance des installations d'élevage ont été évalués en tenant compte des caractéristiques de ces infrastructures (bâtiments d'élevage et structures d'entreposage), de la gestion des déjections animales ainsi que des caractéristiques générales du milieu, particulièrement la proximité des lieux habités (tableau 4.12).

Les distances séparatrices constituent à elles seules 40 % de la pondération de cet indicateur. Le risque est très faible pour les distances séparatrices relatives aux immeubles protégés et au chemin public le plus proche et faible pour celles relatives au périmètre urbanisé. Entre 40 % et 60 % du cheptel des entreprises porcines sont situées à l'intérieur des distances proposées pour les maisons d'habitations voisines (risque modéré).

Dans le cas des caractéristiques des bâtiments, les risques de perception d'odeurs sont plus élevés que pour les distances séparatrices. Le faible pourcentage d'écrans boisés, l'utilisation peu fréquente de la ventilation par cheminée haute ainsi que le nettoyage peu fréquent des bâtiments d'élevage sont responsables de cette situation. Le recours à la gestion liquide des déjections est cependant le facteur le plus important dans le cas des bâtiments et entraîne un risque très élevé pour ce groupe d'entreprises.

Le risque est très élevé pour trois des quatre paramètres touchant les structures d'entreposage. L'absence de traitement des fumiers et des lisiers et la faible proportion de structures d'entreposage avec toiture expliquent ce risque élevé.

Les caractéristiques générales du milieu tiennent compte de la densité animale des entreprises porcines, de la densité de population dans les municipalités où il y a des entreprises porcines et de l'importance des boisés. Dans le cas des entreprises porcines, la densité animale est très élevée et densité de population est globalement très faible, ce qui diminue les risques.

Une fois les paramètres pondérés, les risques de perception d'odeurs aux installations d'élevage sont élevés pour les entreprises porcines.

4.3.2. Perception d'odeurs à l'épandage

Les risques de perception d'odeurs à l'épandage ont été évalués en considérant les caractéristiques générales du milieu (30 points), l'importance des volumes épandus (35 points) les modes d'épandage des engrais de ferme (20 points) et les périodes d'épandage (15 points). Les résultats sont présentés au tableau 4.13.

En ce qui a trait au milieu, le ratio des superficies non boisées sur les superficies totales donne un indice du potentiel de dispersion des odeurs et du pouvoir physique des écrans boisés naturels. Pour les entreprises porcines, cette proportion est entre 40 % et 60 % (risque modéré). La densité animale et la densité humaine donnent un indice des risques de perception des odeurs par la population et génèrent des risques très élevé et très faible, respectivement.

La proportion des engrais de ferme épandus sous forme liquide dépasse 40 % (risque très élevé). Les modes d'épandage posent des risques de perception d'odeurs importants. L'utilisation de rampes n'est pas encore très répandue pour les lisiers, le pourcentage combiné des modes par aspersion, par irrigation ou par canon se situe entre 60 et 80 % (risque élevé). La rampe compte parmi les équipements d'épandage qui réduit considérablement les odeurs à l'épandage.

Les délais d'incorporation posent également un risque pour la majorité des entreprises. Bien que l'incorporation rapide des lisiers ne soit pas possible dans les prairies, par exemple, les valeurs élevées obtenues indiquent que cette pratique n'est pas encore populaire, même dans les cultures annuelles.

Globalement, les risques de perception d'odeurs à l'épandage sont élevés pour les entreprises porcines.

4.3.3. Production de gaz à effet de serre

Étant donné l'importance de ses activités et des superficies qu'elle occupe, l'agriculture contribue avec les autres secteurs de l'activité humaine à la production de gaz à effet de serre (GES). La figure 4.1 indique qu'à l'échelle du Québec, l'agriculture contribuait à environ 9 % des émissions de gaz à effet de serre en 1996, les principaux producteurs étant les transports (37 %) et le secteur industriel (34 %).

Exprimées en équivalent de gaz carbonique, les émissions de GES au Canada en 1996 sont attribuables au gaz carbonique (CO₂; 76 %), au méthane (CH₄; 12 %), à l'oxyde nitreux (N₂O; 11 %) et aux composés halogénés (1 %) (Legault, 1999). La contribution de l'agriculture à l'émission des GES se fait surtout par le biais du méthane et de l'oxyde nitreux et la présente analyse portera sur ces deux éléments.

À l'échelle sectorielle, il est opportun de pouvoir identifier les sources agricoles de GES et de quantifier les émissions au meilleur des connaissances actuelles. La présente démarche ne prétend toutefois pas être exhaustive et remplacer les initiatives actuelles entreprises par les équipes fédérales et provinciales spécialement dédiées à cette problématique.

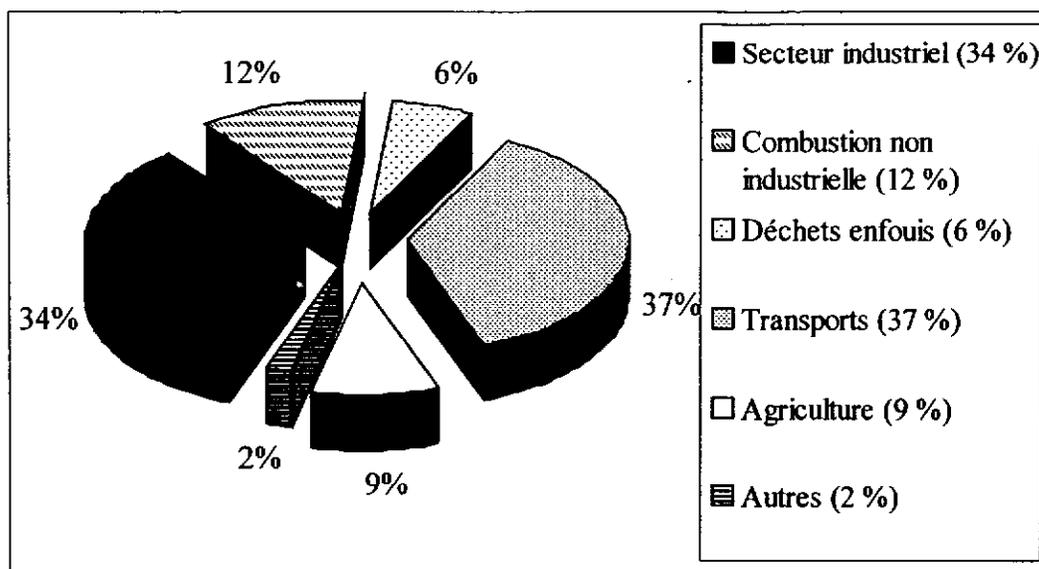


Figure 4.1
Contribution des activités humaines au réchauffement climatique
 (source : Legault, 1999)

La méthodologie du *Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat* (GIEC) a été utilisée mais adaptée au contexte de l'agriculture du Québec et à la précision des données du Portrait (IPCC, 1996).

Méthane (CH₄)

Les émissions de méthane (CH₄) par les élevages proviennent principalement des animaux eux-mêmes et de quantités produites par la digestion des engrais de ferme en absence d'oxygène. Ce sont surtout les ruminants qui produisent le méthane via les processus complexes de fermentation qui ont lieu dans le rumen. Dans le cas des animaux monogastriques (ex. : porcs, volaille), c'est par l'entreposage des engrais de ferme, surtout des lisiers, que pourra être généré le méthane.

Le tableau 4.14 traduit donc ces grands principes. Les entreprises porcines contribueraient à environ 32 % de la production totale de CH₄ (animaux et fumiers) au Québec. Environ 95 % des 37 956 tonnes de CH₄ émises annuellement par les entreprises porcines sont générées par les porcs. Les bovins laitiers et les bovins de boucherie contribueraient à environ 4,4 % des émissions totales. Les quantités indiquées sont calculées pour les unités animales recensées, qui correspondent à environ 88 % des unités animales totales enregistrées au MAPAQ.

Les facteurs sensibles qui régissent les taux d'émission de méthane concernent entre autres l'efficacité de la régie de l'alimentation, les durées et les températures d'entreposage des déjections et l'importance des quantités de litière utilisées et de l'aération permise en gestion solide. Les sols agricoles, particulièrement les sols bien drainés, sont des puits de méthane, c'est-à-dire qu'ils permettent de capter une partie du méthane présent dans l'environnement et de le convertir en d'autres éléments. L'importance quantitative de cette fixation demeure toutefois marginale par rapport aux quantités générées.

Oxyde nitreux (N₂O)

Les émissions d'oxyde nitreux (N₂O) proviennent de sources directes et indirectes. Le tableau 4.15 présente les émissions annuelles de N₂O exprimées en tonnes métriques. La contribution des différentes sources directes et indirectes est présentée en proportion des émissions totales.

Pour les entreprises porcines, les principales sources d'émission de N₂O sont les fumiers, via leur action directe (36 %), et indirecte (22 %), la décomposition des résidus de culture (14 %) et les déjections animales présentes au bâtiment d'élevage (10 %). Les émissions indirectes se font à la suite de la déposition atmosphérique d'ammoniac (NH₃) et de NO_x sur les sols ou via les transformations dans le sol d'une fraction de l'azote perdue par lessivage.

Les GES n'ont pas tous le même pouvoir de produire un effet de serre et généralement, le CO₂ est utilisé comme référence avec une valeur de 1. Les potentiels de réchauffement du globe sont donnés pour des périodes de 20, 100 ou 500 ans. À titre comparatif, pour une période de 100 ans, le CH₄ a un pouvoir établi à 21 alors que la valeur du N₂O est d'environ 310 (AAC, 1998). À quantités égales, le N₂O est donc environ 15 fois plus néfaste que le CH₄ sur l'effet de serre. Les données quantitatives doivent donc être regardées dans cette perspective.

Ramenées en équivalent CO₂, les émissions de N₂O calculées pour les entreprises porcines au tableau 4.15 sont 2 fois inférieures aux émissions de CH₄ par les mêmes entreprises. Contrairement au méthane, la production de N₂O est favorisée dans les systèmes de régie solide des déjections où les processus de nitrification et de dénitrification peuvent s'exercer.

Les techniques connues de réduction des émissions d'oxyde nitreux sont entre autres l'ajustement des apports d'engrais organiques et minéraux aux besoins des plantes, l'utilisation de formulations favorisant une libération lente de l'azote dans le sol, le maintien d'une bonne stabilité structurale dans les sols, l'utilisation d'inhibiteurs de nitrification, l'utilisation de cultures de couverture et le chaulage.

Gaz carbonique (CO₂)

La dynamique de la production et de la consommation de CO₂ dans l'écosystème agricole est complexe. Il est ainsi très difficile d'établir le bilan du CO₂ en provenance du secteur agricole. Considérant cette complexité et l'importance moins grande de cet élément par rapport au méthane et à l'oxyde nitreux en agriculture, aucun bilan de CO₂ n'a été réalisé à partir des données du Portrait.

Par ailleurs, la dynamique du CO₂ est intimement liée à celle du carbone et donc de la matière organique du sol. Le bilan en matière organique réalisé à partir des données du Portrait indique qu'à l'échelle du Québec, les apports de carbone au sol seraient supérieurs d'environ 39 % au carbone dégradé dans le sol durant la même période. Cette donnée, bien que ne touchant qu'un des aspects du bilan du CO₂, indique que cette source d'apport au CO₂ atmosphérique serait relativement limitée.

Tableau 4.12
Grille d'évaluation des perceptions d'odeurs aux installations d'élevage

Paramètres	Indices de pondération	Niveau de risque					
		Très faible	Faible	Modéré	Élevé	Très élevé	
		1	2	4	8	16	
Caractéristiques générales du milieu							
% des superficies ouvertes sur superficies totales (ouvertes et boisées)	(1)	15	< 20	20 - 40	<u>40 - 60</u>	60 - 80	> 80
Densité animale (unités animales/superficie totale (km ²))	(2)	5	< 1	1 - 3	3 - 5	5 - 7	≥ 7
Densité de population (habitant/superficie totale (km ²))	(2)	5	< <u>25</u>	25 - 50	50 - 75	75 - 100	> 100
Sous-total		25					
Distances séparatrices des installations d'élevage							
Périmètre d'urbanisation							
% du cheptel situé à l'intérieur des distances proposées	(3)	15	< 10	<u>10 - 20</u>	20 - 30	30 - 40	> 40
Immeubles protégés							
% du cheptel situé à l'intérieur des distances proposées		12	< <u>20</u>	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
Maisons d'habitation (autres que celle du propriétaire)							
% du cheptel situé à l'intérieur des distances proposées		8	< 20	20 - 40	<u>40 - 60</u>	60 - 80	> 80
Chemin public							
% du cheptel situé à l'intérieur des distances proposées		5	< <u>20</u>	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> 80
Sous-total		40					
Caractéristiques des bâtiments d'élevage							
% du cheptel sous gestion liquide des déjections		8	< 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	> <u>80</u>
% du cheptel situé dans des bâtiments avec écran boisé		4	> 80	65 - 80	50 - 65	35 - 50	< <u>35</u>
% du cheptel avec ventilation par cheminée haute et/ou traitement de l'air		4	> 80	60 - 80	40 - 60	20 - 40	< <u>20</u>
% du cheptel sur plancher entièrement latté		3	< 20	<u>20 - 40</u>	40 - 60	60 - 80	> 80
% du cheptel avec intervalle de nettoyage de plus de 2 jours (gestion liquide)		1	< 15	15 - 30	30 - 45	<u>45 - 60</u>	> 60
Sous-total		20					
Caractéristiques des structures d'entreposage							
% du cheptel avec entreposage liquide des déjections sans traitement reconnu	(4)	8	< 15	15 - 30	30 - 45	45 - 60	> <u>60</u>
% du cheptel avec entreposage solide des déjections sans traitement reconnu	(5)	2	< 15	15 - 30	30 - 45	45 - 60	> <u>60</u>
% du cheptel avec entreposage des déjections sous toiture		3	> 40	30 - 40	20 - 30	10 - 20	<u>0 - 10</u>
Superficie ouverte moyenne des réservoirs à lisier (m ² /m ³)	(6)	2	< 0,25	<u>0,25 - 0,30</u>	0,30 - 0,35	0,35 - 0,40	> 0,40
Sous-total		15					
Total		100	100 à 150	151 à 300	301 à 600	601 à 1200	1201 à 1600

(1) : Déterminé à l'aide de l'Atlas des boisés du Québec ou des cartes d'utilisation du sol les plus récentes (MAPAQ, 1997).

(2) : Le nombre d'unités animales est pondéré par la charge d'odeur par animal présentée à l'annexe C de la Directive relative à la détermination des distances séparatrices relatives à la gestion des odeurs en milieu agricole (MENV, 1998). La population est tirée du répertoire des municipalités du Québec (1998).

(3) : Calculé en fonction des distances de base de la Directive du MENV sur les odeurs (2 mars 1998), du type de fumier et du facteur d'atténuation (F) pour les toitures et la ventilation, le cas échéant. Les lieux d'entreposage situés à plus de 150 m d'une installation d'élevage ont été considérés à raison de 20 m³/u. a. Les distances proposées sont calculées en considérant les bases de calcul applicables aux nouvelles installations d'élevage. Les valeurs obtenues n'ont aucun lien avec un niveau de conformité réglementaire, ce dernier étant établi à partir des augmentations réelles de cheptel prévues pour chaque projet.

(4) : Traitement reconnu : aération, oligolyse, marais filtrant, séchage.

(5) : Traitement reconnu : compostage.

(6) : Superficie non recouverte des réservoirs à lisier par mètre cube de volume total du réservoir.

Tableau 4.13
Grille d'évaluation des perceptions d'odeurs à l'épandage

Paramètres	Indices de pondération	Niveau de risque				
		Très faible 1	Faible 2	Modéré 4	Élevé 8	Très élevé 16
Caractéristiques générales du milieu						
% des superficies ouvertes sur superficies totales (ouvertes et boisées) (1)	12	< 20	20 - 40	<u>40 - 60</u>	60 - 80	> 80
Densité animale (unités animales/superficie totale (km ²)) (2)	9	< 1	1 - 3	3 - 5	5 - 7	<u>> 7</u>
Densité de population (habitant/superficie totale (km ²)) (2)	9	<u>< 25</u>	25 - 50	50 - 75	75 - 100	> 100
Sous-total	30					
Volumes épandus						
% des volumes totaux épandus sous forme liquide	30	< 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40	<u>> 40</u>
Équivalent en charge animale appliquée sur les superficies cultivées (unités animales/hectare)	5	< 1	1 - 1,5	1,5 - 2	2 - 3	<u>> 3</u>
Sous-total	35					
Modes d'épandage						
% des lisiers non épandus par rampe	10	< 20	20 - 40	40 - 60	<u>60 - 80</u>	> 80
% des lisiers laissés en surface ou incorporés après 24 heures ou plus	5	< 20	20 - 40	40 - 60	<u>60 - 80</u>	> 80
% des lisiers incorporés à l'épandage	3	> 40	30 - 40	20 - 30	<u>10 - 20</u>	< 10
% des fumiers laissés en surface ou incorporés après 24 heures ou plus	2	< 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	<u>> 80</u>
Sous-total	20					
Périodes d'épandage						
Fréquence de brassage (nombre/année)	10	< 1,5	<u>1,5 - 2,5</u>	2,5 - 3,5	3,5 - 4,5	> 4,5
Nombre moyen d'épandages par culture par année	5	< 1	1 - 1,5	<u>1,5 - 2,0</u>	2,0 - 2,5	> 2,5
Sous-total	15					
Total	100	100 à 150	151 à 300	301 à 600	<u>601 à 1200</u>	1201 à 1600

(1) : Déterminé à l'aide de l'Atlas des boisés du Québec ou des cartes d'utilisation du sol les plus récentes (MAPAQ, 1997).

(2) : Le nombre d'unités animales est pondéré par la charge d'odeurs par animal présentée à l'annexe C de la Directive relative à la détermination des distances séparatrices relatives à la gestion des odeurs en milieu agricole (MENV, 1998). La population est tirée du répertoire des municipalités du Québec (1998).

Tableau 4.14
Évaluation de la production de CH₄ par les élevages

Type d'entreprise	Types d'apports			Proportion de la production totale de CH ₄	Catégories d'animaux							
	Apports par les animaux	Apports par les fumiers	Apports totaux		Bovins laitiers	Bovins de boucherie	Veaux lourds	Porcs	Ovins	Chevaux	Volaille	Autres
	Tonnes de CH ₄ par an				% de la production de CH ₄ par type d'entreprise							
Entreprises porcines	6 416	31 540	37 956	32,0	2,7	1,7	0,1	94,9	0,0	0,0	0,5	0,0
Toutes les entreprises	74 060	44 663	118 723	100,0	48,8	11,4	1,4	34,9	0,8	0,1	2,4	0,2

Tableau 4.15
Évaluation de la production d'oxyde nitreux (N₂O) par l'agriculture

Type de production	Émissions totales tm N ₂ O/an	Émissions directes							Émissions indirectes			
		Animaux au bâtiment	Animaux au pâturage	Résidus de culture	Engrais minéraux	Fumiers	Cultures fixatrices d'azote	Sols organiques cultivés	Via ammoniac		Via lessivage	
									Engrais minéraux	Engrais organiques	Engrais minéraux	Engrais organiques
		% des émissions totales							% des émissions totales			
Entreprises porcines	1 399	10	2	14	4	36	2	0	0	6	3	22
Toutes les entreprises	13 805	17	6	28	9	13	11	1	1	2	6	8

5. CONCLUSIONS

Le Portrait a permis de colliger une quantité imposante de données et les constats qui pourront en être tirés sont multiples. Les données présentées dans ce rapport ne représentent qu'une partie des données du Portrait mais l'analyse de ces informations permet de dégager de grandes tendances pour les entreprises porcines.

Les enjeux à venir dans le contrôle de la pollution de source ponctuelle sont principalement le maintien de la qualité des structures d'entreposage actuellement en place sur le territoire, la promotion d'aménagements pour la protection des cours d'eau pour les unités animales non porcines (ex. : contrôle de l'accès des animaux au cours d'eau), et la sensibilisation des producteurs à l'égard des pratiques de manutention, de préparation, d'élimination et d'entreposage des pesticides.

Un défi plus important pour les années à venir demeure sans contredit le contrôle de la pollution diffuse. Dans le cas de l'azote, les données indiquent un excédent global de l'ordre de 19 kg d'azote à l'hectare par rapport aux prélèvements des cultures. Les excédents sont particulièrement importants dans les régions où les engrais minéraux comblent déjà une fraction importante des prélèvements des cultures. Des gains économiques et environnementaux intéressants peuvent être obtenus en adoptant des stratégies basées sur l'utilisation prioritaire des engrais de ferme et le recours aux engrais minéraux comme fertilisation de complément.

Dans le cas du phosphore, toutes les régions sont en excédent par rapport aux prélèvements des cultures. Les régions les plus à risque sont celles où les séquences culturales et la gestion des résidus de culture offrent peu de protection contre le ruissellement et l'érosion, principaux processus de perte de phosphore à l'environnement.

Dans le cas de l'azote comme du phosphore, un raffinement des stratégies de fertilisation (modes, périodes) et l'adoption plus généralisée de mesures et de structures de conservation du sol contribueront à minimiser les impacts des charges fertilisantes excédentaires appliquées. Les actions devront être orientées vers l'appui technique aux entreprises mais également vers la recherche de solutions régionales dans les zones de concentration d'élevage.

Du côté des pesticides, les entreprises porcines font une utilisation de ces produits sur au moins la moitié de leurs superficies en culture. Ils ont une connaissance de base des produits utilisés et des ennemis visés, et les équipements de pulvérisation sont réglés et vérifiés sur une base régulière. Des gains sont toutefois possibles en raffinant les stratégies d'utilisation des pesticides et en implantant plus à fond les techniques de la lutte intégrée, telle que préconisée dans la stratégie phytosanitaire du Québec. Ces actions devraient conduire à une réduction générale des quantités de pesticides utilisées et des risques associés à leur usage.

Divers enjeux relatifs à la qualité des sols ont été analysés dans le cadre du Portrait. Pour la compaction des sols agricoles, plusieurs entreprises ont déjà adopté des stratégies pour minimiser l'impact de leurs équipements sur les sols (poids des équipements, pneus haute flottaison, optimisation du nombre de passages, etc.). Les risques demeurent toutefois importants dans les régions où les cultures annuelles dominent (ex. : maïs-grain) et où les pratiques culturales et de conservation sont insuffisantes pour offrir une protection adéquate aux sols en place.

Les risques d'érosion hydrique sont intimement liés à la nature des cultures en place. Pour les entreprises porcines, les risques sont élevés considérant l'importance des cultures annuelles dans le processus de production. Une protection plus importante des cultures annuelles permettrait toutefois des gains supplémentaires à ce chapitre.

L'érosion éolienne est une problématique assez ciblée en fonction de la distribution des sols sableux fins et des sols organiques en culture. Ici encore, les risques sont essentiellement localisés dans la plaine de Montréal. Dans ces régions, l'adoption de mesures de protection du sol (couverture de résidus au sol, brise-vent, etc.) devrait être privilégiée.

Un bilan des apports en matière organique a été réalisé à partir des données du Portrait. Pour les entreprises porcines du Québec, les apports moyens sont supérieurs à la consommation, ce qui se traduit par des risques faibles d'appauvrissement de la matière organique du sol. Toutefois, plus de 25 % des superficies en culture ne recevraient pas l'équivalent en carbone de ce qu'elles dégradent, ce qui constitue des zones à risque. Dans le cas des cultures annuelles, l'emphase devra être mise sur les mesures qui maintiennent des niveaux de base assurant une activité biologique minimale (rotations, conservation des résidus de culture, apports de matière organique, etc.).

L'utilisation de produits d'origine non agricole est actuellement assez limitée mais pourrait prendre de l'importance au cours des prochaines années, surtout avec l'apparition des usines de traitement secondaires des eaux usées des papetières. Un suivi et un encadrement plus systématique de ces activités seraient souhaitables.

Un autre enjeu majeur de l'activité agricole demeure le contrôle des odeurs. Aux installations d'élevage, des gains intéressants pourraient être réalisés au bâtiment (écrans boisés, intervalles de nettoyage) ou à l'entreposage (traitement, toiture, etc.). La pertinence technico-économique de ces interventions doit toutefois être évaluée à la lumière du contexte régional et chaque entreprise.

Dans le cas des activités d'épandage, la promotion de techniques, d'équipements et de modalités d'épandage limitant ces impacts devra être privilégiée. Des avenues non techniques pourront également être explorées localement, selon des processus de concertation prévus dans les orientations gouvernementales en matière d'aménagement.

L'analyse du présent rapport sectoriel pourra être complétée en comparant les résultats avec ceux du rapport pour le Québec et ceux des rapports régionaux.

BIBLIOGRAPHIE

- Agriculture et Agroalimentaire Canada, La santé de l'air que nous respirons : vers une agriculture durable, Agriculture et Agroalimentaire Canada, 1998. 100 p. Disponible sur www.agr.ca/research/branch.
- Fédération des producteurs de bovins de boucherie, Guide de bonnes pratiques agroenvironnementales pour la gestion des fumiers de bovins de boucherie, Bibliothèque nationale du Québec. ISBN 2-9801411-1-9. 1999. 40 p.
- GREPA-BPR, 1998. Le recensement agroenvironnemental des entreprises porcines du Québec. ISBN 2-921519-45-3. 147p. + annexes.
- IPCC, Revised IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories, *International Panel of climate control*, 3 volumes. OECD Bookstore. 1995, revised 1996. www.iea.org/ipcc/invs1.htm.
- Lamontagne L et Drolet J-Y. Pédo-paysage du Canada, Québec-Sud-Ouest, *Inventaire des terres du Canada*. Équipe pédologique du Québec, Centre de recherche sur les terres et les ressources biologiques, Agriculture Canada. Contribution No. 89-02. 1992. 32 p. et une carte 1 : 1 000 000
- Lamontagne, L. Pédo-paysage du Canada, Québec-Sud-Est, *Inventaire des terres du Canada*. Équipe pédologique du Québec, Centre de recherche sur les terres et les ressources biologiques, Agriculture Canada. Contribution No. 92-195. 1993. 14 p. une carte 1 : 1 000 000
- Legault, R.. (1999). L'effet de serre, tout un défi pour l'humanité et les entreprises, dans *Vecteur environnement*, vol.32 no.4. 1999. p. 15-21.
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Inventaire des problèmes de dégradation des sols agricoles du Québec, Rapport synthèse, Entente auxiliaire Canada-Québec sur le développement agroalimentaire, ISBN 2-550-211161-8, 1990. 71 p.

ANNEXE 1

Équipe technique

Formation des recenseurs : Diane Gilbert, GREPA
Jean-Yves Drolet, BPR Groupe-conseil
Sylvain Pigeon, BPR Groupe-conseil

Chefs d'équipe : Michèle de Repentigny
Liliane Chénard
Marc-Antoine Drouin

Soutien aux recenseurs : Diane Gilbert
Jean Nolet
Julie Paradis
Sonia Leclerc
Nathalie Martin
Dorice Bégin

Saisie des données : Isabel Bégin Julie Bélanger
Sandra Gauvin Lise Groleau
Jonathan Marois Jacqueline Matte
Paula Morais Lucie Perron
Huguette Tardif Caroline Vézina

Validation des résultats : Andréanne Bilodeau
Claude Massicotte
Diane Paradis
Isabelle Tremblay
Denis Lavoie

Compilation et analyse des données : BPR-GREPA

Traitement des données : Denis Lavoie
Sylvain Pigeon
Jean-Yves Drolet
Marie-Christine Bélanger

Collaborateurs : Lise Bélanger, RAAQ
Gilbert Bilodeau, IQDHO
André Carrier, MAPAQ
Régis Charbonneau, MAPAQ
Gérald, Chouinard, CRVP
Jean-Marc Cossette, AAC
Gaétan Gingras, MAPAQ
André Gosselin, Université Laval
Luc Lamontagne, AAC
François Léveillé, CIDES
Sylvie Thibodeau, Terre à terre agronomes-conseils enr.

Recenseurs :

Allard, Sylvain	Fleury, Gabriel	Morin, Linda
Amane, Abderrahmane	Fleury, Sylvain	Morin, Clément
Anctil-Bruneau, Alexandre	Fortin, Alain	Naud, Joël
Arseneault, Jean	Gagnon, Anny	Novak, Marco
Avendano, Samuel	Gaudreault, Annie	Ouellet, Roberto
Bahl, Claudette	Gauthier, Luc	Pagé, Geneviève
Banville, Hélène	Gélinas, Yves	Paquette, Christine
Baribeault, Pierre	Gendron, Guylaine	Payant, Liette
Bastien, Ingrid	Giguère, Patrick	Picard, Michel
Beauchesne, Nathalie	Giguère, Yan	Picard, Chantale
Beaudoin, Denis	Gilbert, Mélanie	Poiré, Marc-André
Beaudry, Chantal	Godin, Éric	Pouliot, Andrée
Beaumier, Michel	Grégoire, Angèle	Prévost, Pierre
Beaumont, Hélène	Guay, Stéphane	Proulx, Jacqueline
Beauregard, André	Hallée, Gina	Quintal, Julie
Bélanger, Danielle	Houle, Kathleen	Quintal, Denis
Bellavance, Patrice	Jetté, Sylvain	Rainville, Gérard
Bergeron, Michel	Labonté, Denis	Raynauld, Catherine
Bergeron, Lucie	Labrie, Oliva	Reid, Daniel
Bergeron, Françoise	Lacroix, Geneviève	Renaud, Caroline
Bernard, Florian	Lafontaine, Julie	Riopel, Josée
Bérubé, Louis-Georges	Laforest, Mireille	Roberge, Andrée
Bibeau, René	Lainet, Dominique	Robert, Julie
Bonneau, Jacques	Lalonde, Francine	Robert, Alain
Boucher, Luc	Lambert, François	Robitaille, Vincent
Bourque, Denis	Lamontagne, Louise	Roger, Claude
Boutin, Jenny	Langevin, Michel	Rojas Martel, Nathalie
Boutouili, Ghania	Langlais, Michèle	Rousseau, Yves
Breton, Camil-Gaston	Lavallée, Sophie	Roy, Roger
Caron, Nancy	Lazure, Marie-Josée	Roy, Alain
Charbonneau, Laure	Leduc, Claire Lucie	Savich, Danielle
Chartier, Carole	Lefebvre, Patrice-André	Savoie, Claire
Chartrand, Louise	Lefebvre, Nancy	Stairs, James
Cormier, Claudine	Leroux, Dominique	St-Cyr, Fernand
Côté, Manon	Loiselle, Carmen	St-Fleur, Ketty Élodie
Croteau, Eric	Lussier, Nicolas	St-Jacques, Annie
Deschênes, Lynda	Maltais, Louise	St-Pierre, Gilles
Deschênes, Martin	Martel, Luc	Talbot, Claude
Dionne, Suzanne	Martin, Monique	Tardif, Laval
Dittburner, Erica	Martineau, Jean-Louis	Thibodeau, Solange
Doyon, Christian	Masse, Patricia	Tourigny, Line
Drapeau, Rodrigue	Méthot, Vincent	Tremblay, Erick
Dubé, Lise	Michaud, Jacques M.	Tremblay, Yvon
Duchesne, Guylaine	Moisan, Carolle	Vachon, Gaston
Dumas, Louise	Moreau, Sylvie	Vézina, Martin
Duval, Adrien	Morin, Caroline	Vincent-Picard, Jacqueline
Ferland, Guy	Morin, Hélène	Ziglioli, Robert

ANNEXE 2

Équivalence nombre de têtes par unité animale

Description	Nombre de têtes par unité animale
Vaches laitières	1
Taures laitières	2
Génisses laitières	2
Petits veaux lait. d'abattage	5
Taureaux laitiers	1
Vaches de boucherie	1
Taures de boucherie	2
Génisses de remplacement	2
Bovins de semi-finition	2
Bovins de finition	2
Taureaux de boucherie (plus d'un an)	1
Taureaux de boucherie (moins d'un an)	2
Veaux d'embouche de boucherie	5
Veaux lourds de lait	5
Veaux lourds de grain	5
Truies – maternité	4
Truies de remplacement - maternité	4
Verrats – maternité	3
Porcelets – maternité	25
Porcs – engraissement	5
Porcelets – pouponnière	5
Brebis	4
Agnelles	4
Béliers	4
Agneaux de lait	25
Agneaux légers	20
Agneaux lourds	12
Juments et pouliches - courses	1
Juments et pouliches - selle	1
Juments et pouliches - trait	1
Juments et pouliches - viande	1

Description	Nombre de têtes par unité animale
Hongres – courses	1
Hongres – selle	1
Hongres – trait	1
Hongres – viande	1
Étalons et poulains - courses	1
Étalons et poulains - selle	1
Étalons et poulains - trait	1
Étalons et poulains - viande	1
Poules - œufs de consommation	125
Poules - œufs d'incubation	125
Gros poulets	150
Poulets à griller	250
Poulets de grain	200
Poules, poulettes (moins de 20 semaines)	250
Dindon de reproduction	63
Dindon à griller	100
Dindons lourds	55
Ratites	10
Canards	250
Cailles	1500
Faisan	300
Pintades	300
Autres volailles	100
Chèvres laitières	6
Chèvres angora	6
Chinchillas femelles	625
Lapines	40
Renardes	40
Visons femelles	100
Sangliers femelles	5
Cervidés femelles	1
Bisons femelles	1
Autres productions animales	10

ANNEXE 3

Grilles d'évaluation des indicateurs agroenvironnementaux

Mise en contexte

Les indicateurs agroenvironnementaux permettent de prendre en compte plusieurs variables dans la détermination des risques environnementaux associés à une problématique donnée. L'intégration de ces différentes variables se fait par le biais de *grilles* d'évaluation des risques. Les grilles comprennent des *paramètres* qui sont jugés importants pour la problématique étudiée. Chaque paramètre a un *indice de pondération* en fonction de son importance relative par rapport aux autres paramètres de la grille. La somme des indices de pondération pour un indicateur donné est 100.

Cinq *niveaux de risque*, variant de «Très faible» à «Très élevé», sont associés à chaque paramètre en fonction d'intervalles de valeur donnés. Chaque niveau de risque a également un poids qui varie entre 1 (risque faible) et 16 (risque très élevé).

Pour un paramètre donné, l'*indice de risque* est calculé en multipliant l'indice de pondération du paramètre par le poids du niveau de risque calculé pour ce paramètre. Ainsi, un paramètre avec un indice de pondération de 5 et un niveau de risque modéré (4) aura un indice de risque de 20.

L'indice global de risque est calculé en faisant la somme des indices individuels pour chaque paramètre. Ce total permet d'établir le niveau de risque global pour un indicateur agroenvironnemental donné.

Tableau 9
Bilan des apports de matière organique sur les sols

L'indicateur calcule les apports annuels en matière organique par les cultures et les pratiques de fertilisation organique. Les résultats globaux peuvent être exprimés en g C-m⁻² ou en kg C- ha⁻¹. Les classes seront déterminées en fonction des apports moyens reconnus comme pouvant maintenir les niveaux de matière organique dans le sol.

A. Apports par les cultures

1. Céréales

- Les éléments suivants sont pris en considération :
- Les rendements en grain par région (via le rendement moyen de zone de la RAAQ, ramené à l'échelle municipale);
- Les indices de récolte (*harvest index*) pour chaque culture, i.e. le ratio du rendement en grain sur le rendement total (grain + pailles) à l'exclusion des racines. Obtenu de la littérature (Dubuc, 1995; Bolinder et al., 1997, etc.).
- Le pourcentage des superficies où les pailles sont récoltées, par culture. Disponible du recensement par entreprise et par culture.
- Les ratios parties aériennes/parties racinaires à maturité (*shoot to root ratios*) pour chaque culture. Obtenu de la littérature.
- La contribution du C extra-racinaire (sécrétions, exsudats, etc.). Cette source de C atteint environ 50% du C total sous la surface du sol dans le cas des céréales. Obtenu de la littérature.

2. Autres cultures

- Les rendements des cultures par région (via le rendement moyen de zone de la RAAQ, ramené à l'échelle municipale);
- Les ratios parties aériennes/parties racinaires à maturité (*shoot to root ratios*) pour chaque culture. Obtenu de la littérature.
- Le pourcentage des superficies où les pailles sont récoltées, par culture. Disponible du recensement par entreprise et par culture.
- La contribution du C extra-racinaire (sécrétions, exsudats, etc.). Obtenu de la littérature.

B. Apports par les engrais organiques (fumiers, lisiers, boues, composts)

- Les apports d'engrais organiques sur les terres possédées et louées des entreprises (Disponible du recensement par entreprise, par culture et par type de produit).
- Les teneurs en matière sèche et en carbone des différents types de fumier et lisier. Obtenu de la littérature.

Tableau 14 et Tableau 15

Évaluation de la production de gaz à effet de serres

L'indicateur calcule la production de méthane (CH₄) et de protoxyde d'azote (N₂O) par l'agriculture.

Pour le méthane, les résultats expriment les émissions totales annuelles en provenance des différentes catégories de productions animales. Pour le protoxyde d'azote, on a quantifié la production annuelle des différentes sources directes et indirectes de production de ce gaz.

La méthodologie du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) a été utilisée mais adaptée au contexte de l'agriculture du Québec et au niveau de précision des données du Portrait.

Les grands éléments de la méthodologie de calcul sont les suivants :

A. Méthane (CH₄)

- Taux d'émission par type d'espèce animale (kg CH₄/ animal /an);
- Facteur d'émission par l'entreposage des engrais de ferme en fonction du mode de gestion (solide vs liquide) des déjections par type d'espèce animale.

B. Protoxyde d'azote (N₂O)

1. Émissions directes

1. Émissions par les animaux (Bâtiment et entreposage)
 - Azote (N) total excrété par animal et facteur d'émission en fonction du mode de gestion des déjections (solide vs liquide);
2. Émissions par les sols
 - Composante engrais minéraux (N minéral apporté et facteur d'émission);
 - Composante fumiers (N organique apporté et facteur d'émission);
 - Composante cultures fixatrices d'azote (superficies et facteur d'émission);
 - Composante résidus de culture (N apporté et facteur d'émission).
3. Émissions par les sols organiques cultivés
 - Superficies des sols organiques cultivés et facteur d'émission
4. Émissions par les pâturages
 - Azote excrété au pâturage et facteur d'émission.

2. Émissions indirectes

1. Émissions par les engrais minéraux via NH_3
 - Azote minéral appliqué, facteur d'émission de NH_3 et facteur d'émission de $\text{N-N}_2\text{O}$ sur le NH_3 émis;
2. Émissions par les engrais de ferme via NH_3
 - Azote des engrais de ferme appliqué, facteur d'émission de NH_3 et facteur d'émission de $\text{N-N}_2\text{O}$ sur le NH_3 émis;
3. Émissions via le lessivage de l'azote des engrais minéraux
 - Azote minéral appliqué, facteur de lessivage et facteur d'émission de $\text{N-N}_2\text{O}$ sur l'azote lessivé;
4. Émissions via le lessivage de l'azote des engrais de ferme
 - Azote des engrais de ferme appliqué, facteur de lessivage et facteur d'émission de $\text{N-N}_2\text{O}$ sur l'azote lessivé;

ANNEXE 4

Glossaire

TYPE DE BÂTIMENT

Bâtiment chaud : bâtiment isolé, chauffé au besoin.

Bâtiment froid fermé : bâtiment non chauffé et fermé. Les animaux n'ont généralement pas accès à une cour d'exercice.

Bâtiment froid ouvert : bâtiment non chauffé dont la façade ouverte est avantageusement orientée vers le sud ou le sud-est. Les animaux ont généralement accès à une cour d'exercice extérieure.

Bâtiment chaud-froid : Bâtiment dont une partie est constituée d'un bâtiment chaud (isolé et chauffé) et une partie d'un bâtiment froid, avec ou sans cour d'exercice.

Bâtiment solaire : une variation du bâtiment froid fermé. Il laisse pénétrer le soleil au travers d'un toit translucide orienté côté sud et généralement fait de panneaux de fibre de verre.

Élevage minimum : bâtiment utilisé pour la production de bovins de boucherie et qui consiste en un abri minimum pour les vêlages et pour les animaux malades. Se retrouve généralement avec des enclos d'hivernage.

AMÉNAGEMENT DES PLANCHERS

Plancher plein : plancher bétonné sur toute sa superficie. Peut se rencontrer pour une gestion sur fumier solide ou sur lisier.

Plancher partiellement latté : plancher composé d'une partie lattée (ajourée) qui sert de zone de déjections alors que la partie pleine (non lattée) sert de zone de confort.

Élevage sur litière : élevage sur fumier solide où les animaux sont gardés en stabulation libre et où les déjections animales sont accumulées au bâtiment en utilisant une quantité suffisante de litière pour retenir les liquides qu'elles renferment.

Élevage en cages : élevage dans lequel les animaux sont continuellement gardés en cages. Se rencontre principalement mais non exclusivement, pour les poules pondeuses, lapins et visons.

TYPE DE STRUCTURE

Réservoir : bassin en sol (lagunes) et structures en matériaux artificiels (béton, acier, géomembrane) pour l'entreposage des lisiers. Généralement circulaire mais parfois rectangulaire (cave à lisier).

Plate-forme : structure étanche de forme variable, avec murets, permettant d'entreposer les fumiers solides. Les liquides s'écoulant des amoncellements de fumier peuvent être recueillis

dans un purot ou être accumulés dans la structure même. Les dalles de reprise sans murets ne sont pas considérées comme des structures d'entreposage, si le purin n'est pas entreposé dans un purot étanche.

Purot : structure en sol ou en matériaux artificiels qui sert à entreposer les liquides (purin) s'écoulant des amas de fumier solide ou des cours d'exercice.

Entreposage au champ : type d'entreposage où les déjections sont entreposées directement sur le sol. Pour être reconnu par le ministère de l'Environnement, il doit rencontrer les exigences suivantes telles que présentées dans le Règlement sur la réduction de la pollution d'origine agricole :

- l'installation ne doit pas demeurer sur le même endroit plus de deux ans consécutifs;
- l'installation doit être recouverte en permanence avec un matériau imperméable si plus de 35 unités animales;
- les eaux de ruissellement ne doivent pas atteindre l'installation;
- le sol sur lequel l'installation est aménagée doit avoir une pente de moins de 5 %;
- l'installation ne doit pas être à l'intérieur de la ligne d'inondation de 20 ans d'un cours d'eau ou d'un lac;
- l'installation doit être située à plus de 300 mètres d'une prise d'eau, à plus de 150 mètres d'un lac, cours d'eau ou marais et à plus de 30 mètres d'un fossé.

GESTION DES DÉJECTIONS

Déjections : matières fécales, excréments.

Engrais de ferme : toutes les déjections animales, sous forme solide ou liquide, provenant d'une exploitation agricole, et utilisées pour fertiliser des parcelles.

Fumier : engrais naturel d'origine animale, mélange des litières et des déjections liquides et solides.

Fumier liquide : fumier produit par des systèmes utilisant peu ou pas de litière et dont la teneur en eau du produit évacué est supérieure à 85 % (teneur en solides inférieure à 15 %).

Fumier solide : fumier produit par des systèmes utilisant suffisamment de litière pour amener les déjections à une teneur en eau inférieure à 85 % (teneur en solides supérieure à 15 %).

Purin : partie liquide du fumier constituée par les urines et la décomposition des parties solides.

Lisier : mélange d'excréments d'animaux contenant une grande quantité d'eau.

Plan de fertilisation : recommandation de fertilisation basée sur l'adéquation entre les apports en fertilisants et les besoins des cultures et sur une analyse de sol réalisée durant les trois dernières années, celle-ci caractérisant la variabilité des sols des parcelles visées par le plan.

Traitement (entreposage) : Les procédés de traitement des déjections à l'entreposage qui étaient spécifiés au questionnaire sont : aération, additifs, oligolyse, séparation mécanique, décantation, marais filtrant, compostage et séchage.

Pesticides : produits chimiques homologués et reconnus par le MENV et utilisés pour lutter contre les ennemis des cultures. Ils sont regroupés en cinq classes : herbicide, insecticide, acaricide, fongicide, nématicide.

PRATIQUES DE LUTTE NON CHIMIQUE

Lutte culturale : type de lutte non chimique incluant rotations, plantes tolérantes ou résistantes, jachère, cultures intercalaires, engrais verts, plantes de couverture, faux semis, etc.

Lutte mécanique : type de lutte non chimique incluant sarclage mécanique à la houe ou avec peigne, sarclage manuel, etc.

Lutte biologique : type de lutte non chimique utilisant prédateurs, parasites, parasitoïdes, agents pathogènes, *Bacillus thuringiensis*, etc.

Lutte physique : type de lutte non chimique par l'utilisation de paillis, couvertures flottantes, pièges à fosses, etc.

PRATIQUES DE CONSERVATION DES SOLS

Culture en contours : le semis de la culture est fait parallèlement aux courbes de niveaux. Il n'y a pas nécessairement d'aménagements de type terrasse ou de modification de la topographie.

Culture en bandes : mode de culture qui établit une rotation de plantes annuelles et herbagères en bandes longues et étroites. Ces bandes sont préférablement orientées en travers de la pente ou perpendiculaire à la direction des vents dominants, pour combattre l'érosion.

Cultures intercalaires : pratique visant à imbriquer simultanément deux cultures ou plus sur la même parcelle (ex. : culture 1 sur le rang et culture 2 entre les rangs).

Bandes enherbées : bandes de terrain adjacentes aux parcelles en culture qui sont aménagées avec des espèces herbacées permettant un contrôle de l'érosion. Ces bandes ne sont pas adjacentes à un cours d'eau (bandes riveraines) et ne servent pas au transport des eaux de précipitations (voies d'eau engazonnées).

Culture de couverture : pratique qui consiste à semer une espèce spécialement pour protéger les champs contre l'érosion après la récolte annuelle jusqu'à l'ensemencement de la culture suivante.

Engrais verts : culture destinée à être enfouie dans le sol afin d'améliorer la fertilité. Elle peut être semée après une culture récoltée tôt et rester en place tout l'hiver, au printemps avant une culture à semis tardif, au printemps pour toute la saison ou en culture intercalaire entre les rangs.

RIVE

Selon la politique de protection des rives, du littoral et des cours d'eau (décret 103-96, 24 janvier 1996), la rive est définie comme une bande de terre qui borde les lacs et les cours d'eau et qui s'étend à l'intérieur des terres à partir de la ligne des hautes eaux. La largeur de la rive à protéger se mesure horizontalement.

La rive a un minimum de 10 mètres :

- lorsque la pente est inférieure à 30 %, ou;
- lorsque la pente est supérieure à 30 % et présente un talus de moins de 5 mètres de hauteur.

La rive a un minimum de 15 mètres :

- lorsque la pente est continue et supérieure à 30 %, ou;
- lorsque la pente est supérieure à 30 % et présente un talus de plus de 5 mètres de hauteur.

Dans la rive, sont interdits toutes les constructions, tous les ouvrages et tous les travaux à l'exception de :

- a) ...
- b) ...
- c) les ouvrages et travaux suivants relatifs à la végétation :
 - ...
 - les semis et la plantation d'espèces végétales, d'arbres ou d'arbustes et les travaux visant à rétablir un couvert végétal permanent et durable;
 - les divers modes de récolte de la végétation herbacée lorsque la pente de la rive est inférieure à 30 % et uniquement sur le haut du talus lorsque la pente est supérieure à 30 %.
- d) La culture du sol à des fins d'exploitation agricole; cependant une bande minimale de trois mètres de rive devra être conservée. De plus, s'il y a un talus et que le haut de celui-ci se situe à une distance inférieure à trois mètres à partir de la ligne des hautes eaux, la largeur de la rive doit inclure un minimum d'un mètre sur le haut du talus.

DONNÉES EXTERNES

Indice de ruissellement : L'indice de ruissellement est une mesure du risque de ruissellement de l'eau de précipitations. Cet indice est déterminé en fonction de la méthodologie standard développée par le *Soil Conservation Service* américain (*Technical release 55*). L'indice de ruissellement correspond à un numéro de courbe (*curve number*) qui est établi en fonction de la capacité d'infiltration des sols (familles hydrologiques), de la couverture du sol (ex. : cultures en rangées, prairies, etc.) et des pratiques de conservation (ex. : résidus de culture, cultures en contours, etc.).

Équation universelle de perte de sol : L'équation universelle de perte de sol (USLE : *Universal soil loss equation* ou sa version modifiée RUSLE, *Revised Universal soil loss equation*) est un modèle mathématique de prédiction des pertes potentielles de sol à long terme en fonction de paramètres mesurables simples. L'Équation établit des pertes potentielles en fonction du produit des paramètres R·K·L·S·C·P, où R est l'érosivité des précipitations, K est la sensibilité naturelle du sol à l'érosion, L est la longueur de pente, S est le pourcentage de pente, C est le facteur de culture et P est le facteur de pratiques culturales.

Pédo-paysage : Agriculture et Agroalimentaire Canada a élaboré une base de données informatisée pour enregistrer les attributs du sol et des terres pour le Canada et a préparé des cartes au 1 : 1 000 000 à partir de ces renseignements. Les cartes sont divisées en zones unitaires appelées polygones. Chaque polygone est décrit par un ensemble d'attributs. Un ensemble d'attributs décrivant un type de sol distinct et ses caractéristiques associées (ex. : pente) est appelé un *pédo-paysage*. Un polygone peut ainsi contenir un ou deux pédo-paysages distinctifs ainsi que des inclusions mineures d'autres types de sol. On peut consulter et obtenir cette base de données directement à partir du site Internet d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (<http://res.agr.ca/cansis/nsdb/slc/v2.2/overview.html>).

ANNEXE 5

Informations complémentaires sur le calcul des charges

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Calcul des surplus et déficits d'éléments fertilisants

Les surplus et les déficits sont calculés sur les superficies en culture qui ont reçu des engrais organiques, des engrais minéraux ou les deux. Les exemples suivants sont basés sur les données du rapport **pour le Québec** mais le principe est identique pour tous les rapports régionaux ou sectoriels.

Les tableaux de charge indiquent les superficies totales en culture et la proportion des superficies réceptrices d'engrais. Dans l'exemple, 82,8 % des 1 547 141 ha recensés ont reçu des engrais (organique ou minéral). Ainsi, les superficies en culture recensées se répartissent comme suit :

- 1 281 032 ha de superficies **réceptrices** d'engrais (1 547 141 ha x 82,8 %)
- 266 109 ha de superficies **non réceptrices** d'engrais (1 547 141 ha x (100 – 82,8 %))

Superficie en culture		Prélèvement des cultures	
Totale	Réceptrice d'engrais	Azote	Phosphore
ha	%	kg N/ha	kg P ₂ O ₅ /ha
1 547 141	82,8	82	34

Les charges en excédent ou en déficit sont calculées pour les superficies réceptrices d'engrais et sont exprimées en tonnes et en kg par hectare de superficie réceptrice d'engrais. Les quantités présentées sont des quantités d'azote et de phosphore EFFICACES.

Superficie en culture	Surplus ou déficit			
	Azote		Phosphore	
ha	tm N	kg N/ha	tm P ₂ O ₅	kg P ₂ O ₅ /ha
1 547 141	-3 756	-3	28 251	22

Ainsi, le **surplus en phosphore EFFICACE** est :

$$\frac{28\,251 \text{ tonnes}}{(1\,281\,032 \text{ ha})} \times 1000 \text{ kg/t} = 22 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ EFFICACE par hectare de superficie réceptrice}$$

On peut estimer la situation si l'on répartissait le surplus sur l'ensemble des superficies en culture du groupe d'entreprises considéré. On doit d'une part estimer le prélèvement moyen des superficies non réceptrices. Si l'on présume qu'il se rapproche du prélèvement moyen de l'ensemble des cultures, on a, pour le phosphore :

$$\text{Superficies non réceptrices d'engrais} \times \text{Prélèvement des cultures} \div 1000 \text{ kg/t} :$$

$$266\,109 \text{ ha} \times 34 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha} \div 1000 \text{ kg/t} = 9048 \text{ tonnes de P}_2\text{O}_5$$

On peut ensuite déduire ce prélèvement du surplus calculé pour les superficies réceptrices et répartir la nouvelle quantité sur l'ensemble des superficies en culture. La nouvelle valeur donnerait le surplus ou le déficit si toutes les superficies en culture étaient utilisées.

$28\,251 \text{ tonnes} - 9048 \text{ tonnes} \times 1000 \text{ kg/t} \div 1\,547\,141 \text{ ha} = 12,4 \text{ kg de } P_2O_5 \text{ en surplus par hectare en culture (total recensé).}$

Éléments totaux et éléments efficaces

Pour évaluer les quantités d'azote et de phosphore efficaces, les éléments suivants ont été entre autres considérés : coefficients de pertes d'efficacité de l'azote et du phosphore publiés par le CPVQ (AGDEX), caractéristiques des infrastructures sur les entreprises, type de produit (efficacité de première année), modes d'épandage et périodes d'épandage. En moyenne, pour le Québec, les parties efficaces de l'azote et du phosphore sont environ les suivantes :

	Azote	Phosphore
Quantité produite («sous la queue»)	1,0	1,0
Coefficients de pertes :		
au bâtiment (25 %)	× 0,75	
à l'entreposage (5 %)	× 0,95	
Efficacité de première année (selon le produit)	× 0,60	× 0,70
Pertes reliées aux modes d'épandage (23 %)	× 0,77	
Pertes reliées aux périodes d'épandage (2 %)	× 0,98	× 0,98
Partie efficace (moyenne pour le Québec)	= 32 %	= 69 %

Bilan du phosphore efficace et bilan à la surface du sol

Il ne faut pas confondre le *bilan du phosphore efficace* présenté au chapitre 3 des rapports et le concept du *bilan à la surface du sol* utilisé dans l'indicateur de risque de pollution diffuse par le phosphore (section 4.1.4).

Le *bilan du phosphore efficace* (chapitre 3) s'applique au phosphore *efficace* déclaré épandu sur les superficies qui ont reçu des engrais minéraux, des engrais organiques, ou les deux. Le phosphore minéral est considéré 100 % efficace pour les fins du calcul. Pour la partie organique, les coefficients d'efficacité de première année et les pertes reliées aux modes d'épandage sont considérés. Les prélèvements des cultures sur les superficies réceptrices sont soustraits de ces quantités.

Le *bilan à la surface du sol* comptabilise toutes les quantités de phosphore présentes dans les engrais minéraux et les déjections animales AVANT toute perte à l'environnement. Le prélèvement de toutes les superficies en culture recensées est soustrait de ces quantités et l'excédent est ramené sur ces mêmes superficies. Ainsi, le bilan global pour le Québec présente un excédent de phosphore total d'environ 28 kg P_2O_5 /ha.

Calcul de la contribution des engrais minéraux et organiques à la charge totale appliquée

Il est possible d'estimer de façon sommaire la contribution respective des engrais organiques et minéraux aux apports totaux en éléments efficaces à partir des données des tableaux du chapitre 3. Dans notre exemple pour le Québec, les quantités apportées en azote et en phosphore par les engrais minéraux et les engrais organiques se calculent de la façon suivante. La même logique de calcul peut être appliquée pour chaque région et chaque secteur.

		Azote efficace	Phosphore efficace
Engrais minéraux			
Superficie en culture (ha)	tableau 3.11	1 547 141 ha	
× Superficies réceptrices d'engrais minéraux (%)	tableau 3.9	64,5 %	
× Prélèvement d'azote ou de phosphore (kg/ha)	tableau 3.12	82 kg/ha	34 kg/ha
De kg en tonnes		÷ 1000	
× Charge fertilisante minérale (% des prélèvements)	tableau 3.11	85 %	118 %
= Quantités apportées par les engrais minéraux (tonnes/an)		69 500 t/an	40 000 t/an
Engrais organiques			
Superficie en culture (ha)	tableau 3.11	1 547 141 ha	
× Superficies réceptrices d'engrais organiques (%)	tableau 3.9	47,3 %	
× Prélèvement d'azote ou de phosphore (kg/ha)	tableau 3.12	82 kg/ha	34 kg/ha
De kg en tonnes		÷ 1000	
× Charge fertilisante organique (% des prélèvements)	tableau 3.11	48 %	112 %
= Quantités apportées par les engrais organiques (tonnes/an)		28 800 t/an	27 900 t/an
Engrais minéraux et/ou organiques			
Superficie en culture (ha)	tableau 3.11	1 547 141 ha	
× Superficies réceptrices d'engrais (%)	tableau 3.12	82,8 %	
× Prélèvement d'azote ou de phosphore (kg/ha)	tableau 3.12	82 kg/ha	34 kg/ha
De kg en tonnes		÷ 1000	
× Charge fertilisante totale (% des prélèvements)	tableau 3.11	96 %	165 %
= Quantités apportées par tout engrais (tonnes/an)		100 800 t/an	71 800 t/an

Les quantités ainsi calculées donnent une bonne idée des charges totales mais elles sont approximatives puisque ce calcul utilise le prélèvement moyen de toutes les cultures alors que les surplus sont calculés en détail avec le prélèvement réel des superficies réceptrices d'engrais organiques ou minéraux. C'est pourquoi dans notre exemple le total des quantités apportées par les engrais minéraux et par les engrais organiques ne correspond pas exactement aux quantités calculées par tout engrais (minéral, organique, ou les deux).