

UNE ÉTUDE SUR LA GESTION DU FUMIER DE VOLAILLE : ***Directions pour l'avenir***

Agriculture et Agroalimentaire Canada
Section de la volaille
Le 17 août 1990

Table des matières

(Cliquer sur un sujet pour en voir le contenu)

- 1. Introduction***
 - 2. Composition chimique du fumier de volailles***
 - 3. Traitement du fumier de volailles***
 - a) Transformation anaérobie du fumier de volailles***
 - i) Lagunage en bassins anaérobies***
 - ii) Digesteurs anaérobies***
 - b) Transformation aérobie***
 - i) Lagunage en bassins aérobie***
 - ii) Fossé d'oxydation***
 - c) Compostage***
 - d) Déshydratation***
 - e) Incinération***
 - 4. Manutention***
 - a) Collecte***
 - b) Transfert et stockage***
 - c) Reprise, transport et incorporation***
 - 5. Gestion du fumier de volaille -- lignes directrices et législation***
 - 6. Gestion écologique du fumier de volaille***
 - a) Pollution de l'eau***
 - b) Gaz de fumier***
 - i) Dioxyde de carbone***
 - ii) Ammoniac***
 - iii) Sulfure d'hydrogène***
 - iv) Méthane***
 - v) Monoxyde de carbone***
 - c) Odeurs***
 - d) Autres motifs de préoccupation***
 - e) Principes de gestions***
 - 7. Utilisations du fumier de volaille***
 - a) Comme aliments des animaux***
 - i) Déshydratation***
 - ii) Ensilage***
 - iii) Traitement***
 - b) Comme engrais***
 - i) Non traité***
 - ii) Sous forme de compost***
 - iii) Digéré***
 - iv) Déshydraté***
 - 8. Conclusions***
- Travaux cités***
- Annexe I : Sommaire des systèmes d'évacuation des déjections de volaille***
- Annexe II : Estimation de la production canadienne de fumier de volaille***
- Annexe III : Composition des fumiers***
- Annexe IV : Systèmes de manutention du fumier de volaille***
- Annexe V : Propriétés des principaux gaz de fumier et les réactions physiologiques qu'ils entraînent chez des personnes adultes***

1. Introduction

La production de fumier est un résultat du fonctionnement quotidien normal de l'élevage des volailles. C'est un sous-produit d'une valeur non négligeable de ce secteur d'activité, qui laisse entrevoir des usages intéressants au-delà de son utilisation habituelle comme engrais⁵. En fait, si l'on regarde strictement l'aboutissement final des intrants nutritionnels, on constate que le principal produit de n'importe quel système engraissement est le fumier, pas la protéine animale²⁶. Or, le fumier est souvent considéré comme un déchet qu'il faut éliminer. Toutefois, si on le voyait comme un sous-produit de l'élevage, on pourrait peut-être y trouver des usages dans une économie de marché, d'autant plus que la plupart des élevages avicoles d'aujourd'hui, qui sont axés sur la production de masse, ne sont pas situés sur des superficies suffisantes pour que le fumier soit simplement utilisé comme engrais. Les énormes quantités de fumier qu'ils produisent posent de graves problèmes socio-économiques, le plus aigu étant la pollution de l'environnement et la mise en péril des ressources de notre milieu.

Du fumier est produit durant le fonctionnement normal des couvoirs ainsi que des élevages de pondeuses et de poulets à griller. Il en est de même dans les fermes de dindons et d'oiseaux aquatiques. Comme la majeure partie du fumier de volaille provient des élevages de pondeuses et de poulets à griller, nous nous concentrerons sur ces deux secteurs de l'aviculture.

Tout d'abord, les élevages de pondeuses et ceux de poulets à griller sont fondamentalement différents dans leur aménagement, ce qui donne des types différents de déjections. Les pondeuses sont surtout élevées en cages, bien que ce système soit de plus en plus employé également pour les poulets à griller. Dans les poulaillers de ponte, chaque cage, qui renferme 1 à 25 poules, est suspendue au-dessus d'une fosse²⁴. Les modes de configuration des cages vont de l'aménagement en escalier classique ou modifiée en batteries proprement dites, en passant par les cages disposées en un ou deux étages avec planches de déjection²⁴. La profondeur de la fosse variera selon la consistance du fumier : peu profonde pour un lisier, que l'on vidangera à quelques jours d'intervalle; profonde pour un fumier solide qu'on n'évacuera qu'une ou plusieurs fois par année²⁴.

Les poulets à griller, quant à eux, sont le plus souvent élevés au sol. Un matériau absorbant est généralement épandu sur le sol, le choix de la litière dépendant du degré d'absorption nécessaire et de la disponibilité dans le commerce²⁴. Cette litière solide est enlevée après le passage de chaque bande ou une fois par année; on peut aussi la laisser sur place plus longtemps pour que la couche s'épaississe (on parle alors de « litière profonde »). On trouvera à l'annexe I un résumé des différentes options qui s'offrent pour la collecte du fumier de volaille.

Dans les deux types d'élevage considérés, une poule typique produit environ 55 kg de fumier par année¹⁵. La quantité approximative de fumier de volaille produite au Canada en 1989 aurait été de 5,5 millions de tonnes (voir annexe II). Aux États-Unis, en 1980, elle s'est chiffrée à 158 millions de tonnes, dont plus de 7 millions seraient attribuables aux pondeuses et aux poulets à griller¹⁰. Ces chiffres ne tiennent pas compte des déchets des couvoirs ni des fientes de dindes et d'oiseaux aquatiques. On voit, par ces estimations, que la quantité

produite au Canada est énorme. Or, tout ce fumier ne peut être épandu sur les pâturages, car une bonne partie de la production se concentre en des endroits précis. Compte tenu de la tendance vers les grands élevages avicoles en claustration, il est évident qu'il faudra trouver d'autres solutions à ce problème.

Plusieurs procédés peuvent être utilisés pour résoudre le problème de la production de fumier dans les grands élevages à forte densité.

Tableau 1: Procédés utilisés dans les grands élevages à forte densité

<u>Fumier sec</u>	<u>Fumier liquide (lisier)</u>
Poulaillers très hauts	Procédés aérobies
Séchage « in situ »	Fossé d'oxydation
Déshydratation	Aération en surface
	Procédés anaérobies
	Injection dans le sol
	Digestion

(Ostrander, 1975)

Tous ces procédés de traitement du fumier de volaille seront expliqués un peu plus loin dans cette étude. Il est important de noter que tous sont valables. L'un d'eux peut fonctionner pour telle exploitation, mais pas pour telle autre à cause de certains facteurs, comme l'emplacement, le climat, la taille de l'exploitation, l'étendue de terres disponible, les cultures pratiquées et les marchés existants. Tous ces facteurs influent grandement sur la façon dont le fumier de volaille est ramassé, manutentionné et traité. Chaque procédé de collecte, de manutention et de traitement a ses mérites et ses usages. Chacun vise à résoudre le problème de l'élimination du fumier de volaille.

La présente étude examinera plusieurs aspects du problème posé par le fumier de volaille. On y trouvera des renseignements généraux sur la composition chimique de ce dernier. On se penchera sur les lignes directrices et les lois en vigueur au Canada, aux États-Unis et en Grande-Bretagne en matière de gestion du fumier. Les auteurs examineront les procédés de traitement et de manutention du fumier de volaille décrits auparavant. Ils s'attarderont également à l'impact environnemental de la production du fumier de volaille ainsi qu'à certains aspects de son recyclage. L'étude se terminera sur deux aspects précis de ce recyclage : l'usage du fumier de volaille comme engrais et son utilisation comme aliment pour les animaux de ferme.

La quantité de fumier de volaille produite et sa composition militent en faveur de son utilisation dans une économie de marché. En effet, lorsqu'on dispose d'un produit, on essaie naturellement de lui trouver un usage sur le marché²⁶. Tous les procédés que l'on examinera vont dans ce sens. En cette époque où le développement durable est devenu partie intégrante des bonnes pratiques agricoles, il est important de souligner que ce qui était vu auparavant comme un déchet peut trouver maintes applications écologiques réduisant la pollution.

2. Composition chimique du fumier de volaille

Au cours des trente dernières années, la composition chimique du fumier de volaille a été longuement analysée. Plusieurs études en font foi^{16,19,21}. Il convient toutefois de souligner que la composition chimique de ce fumier dépendra de plusieurs facteurs :

1. source du fumier,
2. régime alimentaire des volailles,
3. leur âge,
4. leur état,
5. mode de stockage et de manutention,
6. litière utilisée.

(Mariakulandai et Manickam, 1975)

Comme nous l'avons déjà dit, le principal produit résultant de l'alimentation des volailles est le fumier, et non la protéine animale²⁶.

Tableau 2 : Pourcentage approximatif de nutriments absorbés qui sont excrétés dans le fumier de volaille

	<u>N</u>	<u>P</u>	<u>K</u>
Poulets à griller	61	69	80
Poules pondeuses	70	68	87

(Robinson et Beauchamp, 1982)

On trouvera à l'annexe III une analyse très détaillée de la composition chimique de la litière de poulets à griller et des fientes de volailles déshydratées. Le fumier de volaille frais contient 20 à 23 % de matière sèche¹⁵. De cette matière sèche, sont particulièrement intéressantes les quantités d'azote, de potassium et de phosphore utilisables comme engrais.

Tableau 3 : Production et composantes en kg/poule/année pouvant servir d'engrais

Fumier	Cendre brute	Matière organique	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
54,8	3,84	8,60	0,62	0,48	0,30

(Kroodsma, 1986)

Le fumier de volaille frais contient 77 à 80 % d'eau. Il renferme 1 % d'azote, 0,9 % de phosphore et 0,5 % de potassium. À l'état sec, les proportions passent à 5 % d'azote, 3,9 % de phosphore et 2,4 % de potassium.

Dans un élevage de ponte, une pondeuse typique consommera de la nourriture contenant 1,1 kg N et produira environ 250 oeufs¹⁸. Dans un élevage de poulets à griller, une année-poulet typique (6,7 poulets commercialisés par année) absorbera également 1,1 kg N par année, dont 0,6 kg N sera excrété et 0,5 kg N assimilé dans les tissus corporels¹⁸.

Les concentrations données de macronutriments et de micronutriments (voir annexe III) démontrent que le fumier de volaille est très riche en azote, en phosphore et en potassium ainsi qu'en d'autres éléments. Le fumier de volaille ne devrait donc pas être considéré comme un déchet, mais comme une source appréciable de nutriments.

La composition chimique du fumier de volaille est très importante, car elle joue très directement sur son impact environnemental ainsi que sur ses applications pratiques. Étant donné sa forte concentration en certains macronutriments, un épandage excessif peut entraîner la pollution de l'eau et du sol. À cause de la nature de ses composantes, le fumier de volaille peut produire divers gaz toxiques ainsi que des odeurs nauséabondes. De même, de par sa chimie, c'est un bon engrais et une source d'aliments pour les animaux qui pourrait être très utile et économique.

Avant que le fumier de volaille puisse être ainsi mis à profit, il doit subir l'un des nombreux traitements possibles. Ces traitements dicteront l'usage ultérieur qui en sera fait.

3. *Traitement du fumier de volaille*

Il existe plusieurs façons de ramasser et de traiter le fumier de volaille. Le procédé à utiliser dépendra de plusieurs facteurs, comme la grosseur de l'exploitation, le climat, le type d'oiseau, etc. À noter que, dans bien des cas, ce seront des considérations économiques (coûts) qui pèseront le plus lourd. Chaque procédé étant plus ou moins avantageux et plus ou moins coûteux, il faudra déterminer avec soin celui qui conviendra le mieux compte tenu des facteurs qui interviendront dans son fonctionnement. La présente étude débattrait de plusieurs de ces procédés. Il s'agit de la digestion anaérobie (lagunage, digesteurs), de la digestion aérobie (lagunage, fossés, compostage), la déshydratation et l'incinération.

a) Transformation anaérobie

La transformation anaérobie du fumier se produit dans presque tous les tas (fumières), fosses et bassins de stockage⁶. Son principe sous-jacent est la dégradation du fumier en l'absence d'oxygène par des bactéries dites anaérobies. Deux types fondamentaux de bactéries entrent en jeu. Les premières transforment les acides gras, les hydrates de carbone et les protéines du fumier en des composés plus simples. Il s'agit de bactéries qui se reproduisent rapidement et qui sont insensibles aux variations des conditions ambiantes⁶. Elles produisent des gaz extrêmement odorants ainsi que des substances volatiles que l'on associe habituellement au fumier⁶. Le deuxième type consiste en des bactéries productrices de méthane, qui réduisent les odeurs et produisent de l'énergie. Elles sont peu nombreuses, se reproduisent lentement et sont généralement sensibles aux conditions ambiantes, surtout à la présence d'oxygène⁶. Si la transformation anaérobie se déroule bien, elle produit : du méthane, du bioxyde de carbone, de l'eau, de nouvelles cellules bactériennes, des matières solides inertes, des traces d'hydrogène et de sulfure d'hydrogène, de l'ammoniac, de la vapeur d'eau et d'autres gaz⁶. Les deux procédés anaérobies les plus utilisés pour le traitement du fumier sont le lagunage et les digesteurs anaérobies.

i) Lagunage en bassins anaérobies

Dans les bassins de lagunage anaérobie, l'activité bactérienne a pour effet de réduire la masse solide, mais elle se traduit souvent par la production de gaz odorants qui rendent cette option inacceptable, sauf dans les régions isolées¹. Le lagunage anaérobie liquéfie et décompose la matière solide du fumier, mais tout n'est pas totalement dégradé; ce qui ne l'est pas se dépose au fond du bassin et s'y accumule sous forme de boue. Un bassin comporte initialement peu de coûts et est facile à exploiter. Il est possible d'économiser d'avantage sur la main-d'oeuvre en éliminant les liquides par l'irrigation¹⁷. Si le stockage dure longtemps, le pompage en est facilité grâce à l'action des bactéries qui décomposent les solides, action qui entraîne une grande stabilisation du produit et, par conséquent, une diminution des odeurs dégagées durant l'épandage¹⁷. Le procédé se traduit aussi par une réduction marquée de la quantité d'azote présent, chose avantageuse si le liquide doit être épandu sur une petite surface. Cela évite en effet qu'une partie importante de l'azote soit lessivée. Au Canada, en raison du froid, la décomposition s'opère très lentement, de sorte que les bassins s'encombrent de solides non stabilisés qui dégagent des odeurs nauséabondes⁶. Souvent, à cause d'une mauvaise conception et d'une utilisation inadéquate, ils deviennent de simples bassins de rétention. Un

autre inconvénient du lagunage anaérobie est la diminution marquée de la valeur nutritive du lisier. En effet, il arrive que 80 % de l'azote soit ainsi perdu, tandis que la plupart du phosphore précipite au fond et n'est récupéré que lors de la vidange de la boue sédimentaire¹⁷.

En ce qui concerne l'aviculture, on utilisera le lagunage anaérobie chaque fois qu'on disposera d'une fosse équipée d'un dispositif de lavage à l'eau (voir annexe II). Lorsqu'on utilise, une fosse à lisier, le fumier est évacué du poulailler avec un jet d'eau tous les jours ou tous les deux ou trois jours²⁴. Si la fosse est moyennement profonde, le fumier peut aussi être dilué avec de l'eau pour former un « bassin intérieur » dans le poulailler, que l'on drainera une ou plusieurs fois par année²⁴. Dans ce cas, des précautions spéciales s'imposent, car la production de gaz et de vapeurs délétères risque d'incommoder les poules pondeuses. Quoiqu'il en soit, le bassin anaérobie doit satisfaire aux exigences de base suivantes : être situé loin des zones d'habitations et être aménagé sur un terrain suffisamment grand pour permettre un agrandissement éventuel⁶; les eaux de surface ne doivent pouvoir s'y écouler et le contenu du bassin, s'en échapper. En aviculture, un bassin anaérobie bien conçu et utilisé constitue une façon efficace et économique de traiter le fumier. Mais, par contre, un lagunage qui fonctionne efficacement entraîne le gaspillage des nutriments. Dans le cas des grosses exploitations à forte densité situées dans des régions dépourvues de terres agricoles pour y épandre le fumier, le lagunage anaérobie constitue une option économiquement viable et acceptable sur le plan écologique.

ii) Digesteurs anaérobies

Le deuxième procédé de transformation anaérobie qui est largement utilisé dans le cas du fumier est le digesteur anaérobie. Le digesteur lui-même est généralement une structure cylindrique hermétique de hauteur et de volume variables, munie de mélangeurs et d'échangeurs thermiques qui permettent de garder le fumier à 35° C⁶. La principale raison justifiant la construction d'un digesteur et le maintien de la température aux alentours de 35° C, c'est de produire du biogaz²⁸. Dans le cas du fumier de volaille, la digestion anaérobie libère un biogaz qui consiste en un mélange de méthane et de bioxyde de carbone. Il existe trois façons réalistes d'utiliser le biogaz de volailles :

- s'en servir comme tel pour la cuisson, l'éclairage, le chauffage ambiant et celui de l'eau, le séchage du grain ou le fonctionnement des réfrigérateurs et des climatiseurs au gaz;
 - le transformer en électricité par combustion dans un moteur actionnant une génératrice;
 - le laisser s'échapper dans l'atmosphère.
- (G.C.U.F., 1979)

La plupart des digesteurs sont couplés à une génératrice qui produit de l'électricité, dont la chaleur du moteur sert à maintenir la température du digesteur à 35° C. Rappelons que le fumier de volaille produit plus de biogaz par unité de poids vif que tout autre fumier courant²⁸.

L'exploitation d'un digesteur anaérobie pour le fumier de volaille comporte plusieurs avantages. C'est un procédé stable et fiable à condition que : le digesteur reçoive quotidiennement une quantité égale de déchets; sa température demeure constante; les antibiotiques présents dans les fientes ne ralentissent pas l'activité biologique¹⁷. La partie organique biodégradable du fumier de volaille est ainsi transformée en biogaz. La matière semi-solide qui reste est relativement inodore; elle renferme la totalité de l'azote, du phosphore et du potassium du fumier original et peut être épandue dans les champs⁶.

Par contre, ce procédé comporte plusieurs inconvénients, notamment son coût prohibitif. Celui-ci dépendra de plusieurs facteurs :

- le degré d'automatisation recherché;
 - le taux de dilution nécessaire, et, par conséquent, les dimensions du digesteur;
 - l'investissement en sus des coûts de manutention du fumier;
 - l'utilisation envisagée du biogaz.
- (G.C.U.F., 1979)

Au Canada, d'autres facteurs comme la nécessité d'isoler le digesteur, à cause du froid, jouent aussi sur le coût final du système. Pour que le digesteur soit économique, l'investissement doit être compensé par des économies d'énergie, l'usage de l'engrais obtenu et le remplacement de la litière¹⁷. Un autre inconvénient est que, contrairement au fumier frais qui est facilement transportable à l'état solide, le fumier digéré subira, à cause de sa dilution par l'eau, un accroissement d'environ quatre fois son volume original⁶. De plus, le biogaz ainsi produit dégage peu d'énergie par unité de volume et ne peut servir qu'aux opérations sur place, comme le fonctionnement d'une génératrice électrique. Parmi les autres problèmes associés aux digesteurs, mentionnons la nécessité de procéder au pompage, au broyage et au mélange du fumier ainsi qu'au tamisage de débris divers¹⁷. Un problème important dans le cas du fumier de volaille est la présence de gravier dans les fientes, qui doit être enlevé au moyen d'un réservoir de sédimentation, sinon le digesteur devra être nettoyé souvent²⁸. Autres problèmes : les fuites de gaz (le méthane est explosif en présence de 5 à 15% d'air) ainsi que la corrosion des tuyaux et des valves.

Aux États-Unis, en 1984, dix digesteurs de fumier de volaille ont été construits, dont quatre seulement ont fonctionné²⁸. Pour les autres, l'échec s'explique par une piètre conception et des coûts prohibitifs. Dans un élevage de volailles suffisamment gros, si le digesteur est couplé à une génératrice, l'électricité produite en sus des besoins quotidiens peut être vendue au réseau public, ce qui permet une rentabilisation du dispositif à long terme. Au Canada, à cause des coûts supplémentaires et des inconvénients que ce procédé comporte, l'usage de digesteurs anaérobies ne peut être recommandé pour les élevages de volailles ordinaires⁶.

Cependant, malgré les coûts énormes de construction et de fonctionnement d'un digesteur anaérobie, ce procédé peut être une façon très efficace et efficiente de traiter le fumier de volaille à condition de bien planifier l'utilisation de l'énergie et du produit obtenus. Non seulement obtient-on de l'énergie sous forme de biogaz (transformable en électricité), mais aussi un produit qui est inodore et qui conserve tous les nutriments contenus à l'original dans le fumier. Au Canada, un tel système conviendrait idéalement aux gros élevages à forte

densité qui ont accès à de vastes étendues agricoles permettant l'épandage du fumier ainsi transformé. Bien que d'un coût exorbitant, les digesteurs de fumier de volaille sont écologiques en plus d'être éventuellement une bonne source d'énergie à utiliser sur place.

b) Transformation aérobie

La transformation du fumier de volaille nécessite la présence de bactéries qui ont besoin d'oxygène pour décomposer la matière organique. La décomposition se produit lorsqu'un mélange de déchets organiques dilués est alimenté en oxygène⁶. En présence de ces conditions, les bactéries aérobies utilisent le fumier dilué comme source nutritive dans différentes réactions biochimique et d'oxydation pour se reproduire. Lorsque la transformation aérobie du fumier de volaille se déroule bien, les produits finals sont : de nouvelles cellules bactériennes, du bioxyde de carbone et, surtout, de l'eau⁶. En réalité, ce n'est pas tout le fumier de volaille qui sera digéré de façon aérobie, de sorte qu'il y aura une certaine accumulation de ces solides stabilisés et de solides fixes⁶. Il existe plusieurs façons de transformer le fumier de volaille par voie aérobie. Celles dont nous parlerons dans la présente étude sont : le lagunage aérobie, les fossés aérobies, le compostage et la déshydratation. De plus, nous aborderons brièvement la question de l'incinération.

i) Lagunage en bassins aérobies

Le lagunage obéit essentiellement au même principe que le lagunage anaérobie, sauf que, dans ce cas, le bassin est aéré. Il existe deux types fondamentaux de bassins : le bassin aéré naturellement (appelé parfois étang d'oxydation) et le bassin aéré mécaniquement⁶.

Le bassin aéré naturellement est de conception très semblable au bassin anaérobie, sauf pour la profondeur. En effet, il est généralement peu profond (1 m au maximum), et la transformation de la matière organique dépend de la présence de bactéries et d'algues⁶. Les avantages qu'il comporte sont : la souplesse d'utilisation, sa capacité à réduire les odeurs et son faible coût initial. Malheureusement, l'absence d'été long et chaud au Canada et la facilité avec laquelle on peut le surcharger en limitent l'applicabilité ici en aviculture⁶. Un autre inconvénient est le risque de gel en hiver, qui stoppe le processus de décomposition.

Le bassin aéré mécaniquement est, lui aussi, très semblable dans sa conception au bassin anaérobie. Dans ce cas, un aérateur mécanique (soit une pompe, soit un ventilateur) flotte sur place dans le bassin⁶. Le bassin aéré mécaniquement présente plusieurs avantages. Il offre une certaine souplesse par rapport à l'emplacement du bâtiment existant et comporte des coûts initiaux assez faibles⁶. Il réduit de beaucoup la teneur en matière organique ainsi qu'en azote du fumier original. Un autre avantage est sa capacité à réduire les odeurs de décomposition. Toutefois, s'il est mal planifié et utilisé, un bassin aéré mécaniquement peut devenir inesthétique. Au Canada, comme pour un bassin aéré naturellement, il risque de geler en hiver. Afin d'empêcher le développement de bactéries génératrices d'odeurs et de relancer le processus de décomposition aérobie, on a intérêt à faire démarrer l'aérateur le plus tôt possible au printemps⁶.

Aux États-Unis, les bassins aérés mécaniquement sont souvent utilisés dans les élevages de volailles où la lutte contre les odeurs est essentielle et où la surface d'épandage est limitée. On y a constaté que plus de 90 % de la matière organique du fumier pouvait en être retirée ainsi que plus de 80 % de l'azote⁴. La forte baisse de la teneur en matière organique s'explique par l'action des bactéries aérobies, tandis que la perte élevée d'azote est due à la volatilisation de l'ammoniac par l'aérateur de surface⁴. Dans les bassins bien entretenus, non seulement la teneur en matière organique et en azote est très faible, mais les odeurs y sont aussi imperceptibles⁴.

Qu'ils soient aérés naturellement ou mécaniquement, les bassins bien conçus et entretenus constituent une façon efficace et rentable de traiter le fumier de volaille. L'action aérobie qui s'exerce dans les deux cas a pour effet de retirer du fumier la plupart des composantes appréciées dans l'épandage. Dans les régions où l'on trouve de gros élevages à forte densité et où l'absence d'odeurs et l'épandage sont importants, le lagunage aérobie constitue un procédé économiquement intéressant et adéquat pour traiter le fumier de volaille.

ii) Fossé d'oxydation

Le fossé d'oxydation fonctionne à peu près comme le bassin aéré mécaniquement. C'est un genre de tranchée en forme de piste de courses dans laquelle le lisier est oxygéné et gardé en mouvement à l'aide d'une pale, d'un rotor à balais ou d'une pompe à air⁶. En aviculture, il est souvent utilisé sous le sol des aménagements en cages⁶. En voici les avantages :

- Bien conçu, aménagé et utilisé, le fossé d'oxydation peut réduire énormément les odeurs;
- Comme pour le lagunage aérobie, l'aération du fossé à l'aide d'un dispositif rotatif peut réduire sensiblement la teneur en matière organique et en nutriments du fumier de volaille;
- Le fossé nécessite généralement moins d'espace qu'un bassin, et les coûts de collecte et d'évacuation sont relativement faibles;
- Ce système fonctionne bien sous les climats froids pourvu que la majeure partie du fossé se trouve à l'intérieur du poulailler.

(G.C.U.F., 1979)

Malheureusement, ce procédé présente aussi plusieurs inconvénients :

- Non seulement les coûts de construction et d'installation sont-ils élevés, mais l'entretien peut poser des difficultés;
- Une écume se forme souvent à la surface;
- S'il est mal conçu, installé et entretenu, le fossé peut devenir inesthétique et dangereux pour les animaux.

(G.C.U.F., 1979)

Un fossé d'oxydation bien conçu et exploité peut être un moyen efficace de traiter le fumier de volaille. Bien que de construction et d'entretien coûteux, il a réduit dans le passé le coût d'évacuation des fientes. L'action aérobie des bactéries abaisse les concentrations de matière

organique et d'azote. Là encore, dans les régions où l'on trouve de gros élevages à forte densité et où l'absence d'odeurs et l'épandage sont importants, les fossés d'oxydation constituent un moyen réaliste de traiter le fumier de volaille. Il est possible d'améliorer le rapport coûts-efficacité de ce procédé en facturant pour l'épandage du fumier traité dans les pâturages. À l'heure actuelle, les fossés d'oxydation sont trop coûteux pour les élevages canadiens habituels.

c) Compostage

L'une des façons les plus prometteuses de traiter le fumier de volaille par voie aérobie est le compostage. C'est un procédé relativement rapide qui consiste à faire décomposer la matière organique par des bactéries et des champignons pour produire un humus relativement stable. L'aération du fumier peut se faire de différentes manières, par exemple à l'aide d'un grattoir mécanique ou d'une andaineuse⁶. On peut accélérer le compostage en utilisant un tambour rotatif recevant de l'air forcé¹⁷. Le compostage génère sa propre chaleur (environ 60° C) et peut produire un compost dans une dizaine de jours si des conditions favorables sont maintenues⁶. Le fumier de volaille se composte bien si l'humidité demeure entre 50 et 60 % et que l'on y ajoute des ingrédients qui améliorent le mélange, comme de la litière et des déchets de papier. Le compostage permet de réaliser plusieurs objectifs intéressants :

- Stabiliser la matière organique putrescible;
 - Tuer les agents pathogènes et les graines de mauvaises herbes;
 - Obtenir un sous-produit constant, stérile, inodore et relativement sec;
 - Préserver les nutriments et la matière organique que renferme le fumier de volaille brut;
 - Réaliser l'opération en l'absence d'insectes, de rongeurs et d'odeurs, de la façon la moins chère et la plus fiable possible;
 - Produire un engrais et un amendement apprécié.
- (Livestock Waste Facilities Handbook, 1985)

L'ajout de compost améliore l'humidification des sols légers et la porosité des sols lourds tout en leur donnant une structure relativement stable et résistante à l'érosion¹⁷. Le degré et la vitesse de compostage dépendent de la teneur en eau, de la grosseur des particules, de la température d'aération et du rapport initial carbone-azote de la matière première¹⁷. Des inconvénients existent toutefois. Mentionnons :

- Le procédé peut devenir dispendieux si l'on désire un compostage rapide, l'aération et le mélange de la masse nécessitant alors un équipement spécial;
 - Le compostage exige du travail et du temps — un brassage quotidien est généralement nécessaire⁶;
 - Le compost n'est pas un engrais riche, puisqu'il ne contient que 0,5 % d'azote, 0,4 % de phosphore et 0,2 % de potassium.
- (Livestock Waste Facilities Handbook, 1985)

Le compostage est un moyen de plus en plus populaire de recycler les déchets biodégradables. L'appliquer au fumier de volaille semble tout à fait souhaitable sur les plans

environnemental et économique. Sa rentabilité est peut-être douteuse dans les gros élevages à forte densité, mais il convient aux exploitations canadiennes ordinaires. L'épandage du compost peut servir à améliorer les terres que possède l'aviculteur. Si la superficie n'est pas suffisante, le compost peut être vendu sur le marché des consommateurs ou servir d'ingrédient principal dans l'alimentation du bétail. Cette dernière possibilité sera débattue plus loin dans la présente étude.

d) Déshydratation

Le fumier de volaille contient plus de matière sèche que tout autre fumier. Il est coûteux d'y ajouter de l'eau pour les raisons suivantes :

- L'eau est chère et ajoute du poids et du volume;
 - Le lisier de volaille nécessite un équipement spécial d'évacuation, de transformation et d'élimination, qui peut être coûteux;
 - Dans plusieurs cas, l'ajout d'eau fait démarrer la fermentation anaérobie du fumier, provoquant une perte élevée de nutriments et la présence d'odeurs de décomposition.
- (Kroodsmá, 1986)

Il ressort de cela que le fumier de volaille a plus de potentiel à l'état sec. De tous les fumiers, celui de volaille est le plus riche en nutriments et le plus sec au départ, sans compter qu'il peut être séché davantage dans le poulailler par diverses méthodes de ventilation et de chauffage⁶. Il y a plusieurs façons de la déshydrater : la fosse profonde disposée sous des poulaillers très hauts, le séchage à l'intérieur sur caillebotis, le séchage à l'intérieur sur courroies et le séchoir mécanique.

Le premier procédé, sous poulaillers très hauts, consiste à accumuler le fumier sous les cages dans des fosses profondes. Le séchage à l'air est assuré par des ventilateurs brasseurs d'air installés dans la fosse, qui réduisent d'au moins de moitié l'humidité du fumier¹⁷. Si la circulation d'air et la ventilation sont suffisantes, il est possible de traiter le fumier déshydraté comme un solide et d'éviter le problème d'ammoniac et d'odeurs que dégagent les fosses humides. De plus, lorsque le fumier est déshydraté, les conditions ambiantes sont meilleures pour le personnel et la volaille⁸. Les avantages de ce procédé sont :

- Coûts faibles d'évacuation et de transformation;
 - La matière sèche est facile à entasser, et la pollution de l'air est faible⁷;
 - Le fumier de volaille déshydraté peut servir à l'alimentation des animaux de ferme si sa teneur en eau est ramenée à 10 %, ou à la fabrication de produits horticoles, si elle est ramenée à 35 %.
- (Akers *et al*, 1975)

Toutefois, il y a plusieurs inconvénients :

- Pertes d'azote élevées;
- Pertes énergétiques élevées des nutriments;

- La matière déshydratée peut contenir des agents pathogènes;
- Le fumier déshydraté peut contenir des mottes qu'il faut parfois pulvériser avant de l'utiliser;
- La lenteur du séchage en limite la faisabilité;
- Ce procédé ne donne de bons résultats que dans les régions arides et semi-arides;
- Seule la fraction solide est utilisée.
(Day, 1980)

Pour terminer, le procédé de séchage en fosse profonde nécessite des ventilateurs pour faire circuler l'air et sécher le fumier; il bénéficiera de dispositifs mécaniques, qui en amélioreront le résultat.

Le procédé de séchage *in situ* sur caillebotis est un moyen efficace et économique de faire sécher le fumier à l'intérieur⁸, plus d'ailleurs que le procédé en fosse profonde. Il nécessite moins de mécanismes et met à profit la ventilation déjà existante pour sécher les lattes de bois.

Dans ce système, des lattes de bois retiennent le fumier. Elles sont disposées sur deux niveaux. À l'étage supérieur, des lattes et des écartements de 10 cm permettent à la moitié du fumier de tomber au niveau inférieur et assurent la libre circulation de l'air⁸. Le niveau inférieur comporte des lattes de 12,5 cm écartées de 7,5 cm. Le fumier s'entasse en de hautes colonnes continuellement exposées à l'air jusqu'à son évacuation. L'efficacité du procédé s'explique comme suit :

- Puisqu'il demeure adhérent, le fumier frais s'entasse en de hautes colonnes offrant une grande surface de contact;
- L'air chaud de la ventilation passe au-dessus de ces colonnes avant d'être expulsé sous les lattes par des orifices de sortie à l'épreuve du vent pratiqués dans les parois de la fosse;
- La chaleur est fournie par la métabolisation animale de l'énergie contenue dans la nourriture tandis que le mouvement de l'air est assuré par le système de ventilation existant.
(Elson et King, 1975)

Lorsque les volailles sont retirées du poulailler, on enlève les lattes et on dépose le fumier au fond de la fosse. Le fumier peut alors être manutentionné sous forme solide à l'aide d'un tracteur et d'une pelle chargeuse. Une certaine quantité de fumier est déposée à l'origine dans la fosse. Le fumier de volaille normal est suffisamment humide pour adhérer aux colonnes qui s'élèvent sur les lattes. La fraction qui n'adhère pas aux colonnes est beaucoup plus sèche et tombe directement dans la fosse. Si les lattes sont étroites et peu espacées, le séchage se fait rapidement, mais, à cause d'un écartement plus étroit, il y a « voûtage » du fumier, ce qui en ralentit le séchage ou nécessite le vidage du caillebotis à intervalles plus rapprochés⁸. L'analyse d'un échantillon séché sur lattes pendant six mois est donnée au tableau 4.

Tableau 4 : Composition d'un échantillon typique de fumier de volaille séché sur caillebotis

	<u>%</u>	
Eau		15,0
Azote	4,9	
Phosphore	2,1	
Potassium	2,3	

(Elson et King, 1975)

Le séchage sur caillebotis permet d'atténuer le problème de dégagement d'ammoniac que l'on observe dans les poulaillers très hauts aménagés sur fosse profonde. Le fumier étant beaucoup plus sec, il dégage moins de ce gaz⁸. Les concentrations d'ammoniac sont ainsi réduites, et l'odeur est beaucoup moins forte à l'intérieur du poulailler⁸.

Le procédé de séchage sur caillebotis présente plusieurs avantages, notamment :

- L'humidité du fumier peut être ramenée à 12-15 % sans dépense de combustible;
 - La matière déshydratée ainsi obtenue est facile à manutentionner et peut être broyée pour donner un produit inodore et d'aspect agréable;
 - Ce produit a une valeur supérieure au fumier humide et peut servir d'engrais ou d'ingrédient alimentaire;
 - Le personnel et la volaille jouissent de conditions ambiantes non polluées;
 - Ce procédé de séchage ne dégage pas d'odeurs nauséabondes comme dans les poulaillers sur fosse profonde.
- (Elson et King, 1975)

Quelques inconvénients existent cependant :

- Bien que le procédé ne soit pas coûteux et ne demande pas beaucoup de main-d'oeuvre, il faut quand même acheter les lattes de bois et bâtir le dispositif;
 - En général, il faut vider le caillebotis environ tous les six mois pour éviter le « voûtage » du fumier;
 - Plusieurs des inconvénients mentionnés pour le séchage à l'air naturel en fosse profonde s'appliquent également ici.
- (Elson et King, 1975)

Le procédé de séchage sur caillebotis est une façon écologique et rentable de déshydrater simplement le fumier de volaille. Le produit ainsi obtenu peut ensuite être utilisé comme engrais ou comme ingrédient alimentaire. C'est donc un moyen très économique et efficace, semble-t-il, de transformer le fumier de volaille.

Un autre procédé qui est utilisé pour déshydrater le fumier de volaille est le séchage *in situ* sur courroies. C'est une opération en deux étapes. La première consiste en un pré-séchage à

l'air sur des courroies¹⁵. La deuxième comporte le post-séchage du fumier dans des entrepôts couverts par chauffage interne¹⁵. Toutefois, des échangeurs d'air sont nécessaires pour accélérer le séchage. On laisse le fumier s'accumuler sur les courroies et y sécher pendant une semaine. Après ce pré-séchage d'une semaine, le fumier a une teneur en matière sèche d'environ 45 %¹⁵. À ce stade, il ne se prête pas au transport ni à l'entreposage à l'air libre. En effet, la fermentation anaérobie se produirait spontanément pour donner un fumier collant et malodorant qui serait difficile à traiter¹⁵. Pour qu'il sèche davantage, le fumier est stocké dans des contenants scellés où on laisse s'opérer un chauffage interne spontané. Ce dernier débute rapidement dans le tas, phénomène qui est favorisé par l'ajout hebdomadaire d'une nouvelle couche de fumier¹⁵. Après un chauffage de six semaines, on obtient un fumier dont la teneur en matière sèche est de 55 à 60 %¹⁵. Ce fumier peut maintenant être facilement transporté et stocké comme un solide sans dégager d'odeurs nauséabondes. Au cours du réchauffement spontané, les températures sont parfois hautes dans les couches supérieures (>60 °C) et se maintiennent entre 30 et 50 °C dans les couches inférieures¹⁵.

La déshydratation sur courroies présente de nombreux avantages :

- Le processus global est plus rapide que le séchage en fosse profonde ou sur caillebotis;
- C'est un procédé qui est applicable n'importe où dans le monde y compris dans les régions humides;
- À cause d'une évacuation fréquente, les conditions ambiantes qui règnent dans le poulailler sont bonnes pour le personnel et le troupeau;
- Peu d'odeurs;
- Le produit ne peut servir que d'engrais et doit être séché davantage pour être utilisé comme provende;
- Comme pour le compostage, la chaleur interne peut détruire certains agents pathogènes et graines de mauvaises herbes;
- Ce procédé est encore moins cher que le séchage en fosse profonde.
(Kroodsmas, 1986)

Les inconvénients sont les suivants :

- Le coût d'achat et de construction du dispositif de séchage comprenant courroies et entrepôt couvert pour chauffage interne;
- Exige plus de travail à cause de la nécessité d'enlever fréquemment le fumier des courroies;
- Nécessite de l'énergie afin de sécher plus rapidement le fumier;
- Comme pour les autres procédés de séchage à l'air, les pertes d'azote et de nutriments sont parfois élevées.
(Kroodsmas, 1986)

Il est possible de réduire les pertes de nutriments en enlevant fréquemment le fumier des courroies. L'expérience des procédés de séchage à l'intérieur montre que la moitié de la matière organique et de l'azote se perd durant le stockage prolongé à l'intérieur¹⁵. Le

réchauffement spontané mis à profit dans ce procédé stimule le séchage sans provoquer de perte excessive de nutriments.

Le séchage sur courroies est un moyen économique et écologique de traiter le fumier de volaille. Le produit obtenu peut servir à remplacer de la provende. Malgré qu'il nécessite un plus grand apport d'énergie que les deux procédés de déshydratation précédents, ce procédé présente un bon rapport coûts-efficacité parce que le séchage se fait rapidement.

La dernière méthode de séchage du fumier de volaille dont nous parlerons est l'emploi de séchoirs mécaniques. Le séchoir est un contenant qui est porté à une certaine température pour déshydrater le fumier. Le produit obtenu peut être utilisé à des fins horticoles ou pour nourrir les animaux. Un séchoir mécanique possédera certaines caractéristiques souhaitables :

- Être stérile — pour l'alimentation des animaux — par le maintien d'une température suffisamment élevée pendant un temps suffisant;
- Ne pas dégager d'odeurs, c'est-à-dire être inodore ou se prêter à un traitement facile de désodorisation;
- Nécessiter peu de travail et être simple à réaliser (surtout pour les installations sur place);
- Être souple, c'est-à-dire pouvoir traiter un fumier de composition variable et en rajuster l'humidité;
- Pouvoir surmonter le problème des « corps étrangers »;
- Être fait de matériaux de construction répondant aux spécifications du produit et résistants à la corrosion;
- Pour les modèles de ferme, être doté de mécanismes simples et rapides d'allumage et de fermeture qui le rendent efficient;
- Être économique, en investissements comme pour l'installation et le fonctionnement.

(Akers *et al*, 1975)

Comparativement aux trois méthodes de déshydratation dont nous avons parlé précédemment, le séchoir mécanique est beaucoup plus énergivore. Parce que le séchage se fait à l'air chauffé, ce procédé mécanisé présente des avantages et des inconvénients particuliers. En voici les avantages :

- La matière sèche est facile à incorporer comme engrais ou provende et facile aussi à entasser;
- Les agents pathogènes sont tués par de fortes températures;
- La matière sèche est désodorisée.

(Akers *et al*, 1975)

En voici les inconvénients :

- Il risque d'y avoir pollution de l'air durant la transformation, d'où la nécessité d'un appareillage anti-odeurs;

- L'usine de transformation (déshydratation) peut être frappée par des restrictions réglementaires ou de zonage;
 - Les coûts énergétiques de séchage sont élevés (ils risquent d'être prohibitifs dans l'avenir);
 - L'équipement est assez coûteux;
 - Le temps et l'énergie nécessaires pour ramasser le fumier et le transporter vers les déshydrateurs et l'en sortir sont considérables.
- (Day, 1980)

Pour faire du séchoir une solution économique et adéquate, il faut tenir compte des coûts du système, de la grosseur de l'exploitation et des coûts généraux associés au système. Les petits séchoirs ont l'avantage d'être peu dispendieux et d'être à l'échelle humaine, tandis que les gros séchoirs industriels offrent les avantages d'une « économie d'échelle » et d'un contrôle sur la qualité du produit (p. ex. analyse et stérilité)⁷.

Le séchage du fumier pour une exploitation de l'ordre de 50 000 volailles et plus peut se faire de différentes façons: séchoirs à plateaux, séchoirs à bande continue, séchoirs à brassage continu, tambours rotatifs chauffés directement ainsi que séchoirs pneumatiques (éclair).

Les séchoirs à plateaux ont une capacité relativement faible, car ils s'appliquent généralement au séchage de substances chimiques fines². Ils ne conviennent pas au séchage du fumier de volaille à cause des coûts qu'ils comportent, du travail qu'ils exigent, de leurs besoins en services publics et des problèmes d'odeurs².

Les séchoirs à bande continue posent des problèmes d'odeurs en raison de la faible vitesse des gaz. Les dispositifs de post-combustion, les cheminées, les filtres et les épurateurs nécessitent une forte vitesse des gaz². La vitesse de séchage étant faible et les besoins de main-d'oeuvre élevés, ce type de séchoir ne constitue pas une solution attrayante².

Le séchoir à brassage continu semble convenir le mieux aux usages agricoles à cause de sa souplesse de fonctionnement. En voici les avantages :

- Fonctionne de façon satisfaisante à des vitesses intermittentes; donne des aliments dont la teneur en humidité peut varier; la matière étrangère ne pose pas de problème;
 - Peu de travail et faibles coûts d'investissement et de fonctionnement;
 - Stérilité du produit presque assurée.
- (Akers *et al*, 1975)

Il présente toutefois plusieurs inconvénients :

- Sa capacité maximale étant limitée, il y a perte d'économie d'échelle;
 - Faible efficacité thermique;
 - Taux de dépréciation élevé;
 - Les pertes de nutriments peuvent être fortes.
- (Akers *et al*, 1975)

Les séchoirs à agitation continue seraient, croit-on, le moyen le plus intéressant de sécher le fumier de volaille pour les petites exploitations (avec moins de 50 000 têtes). Un autre système est le séchoir à tambour rotatif chauffé directement. Le séchage s'y fait sous chaleur extrême. À cause de cela, il faut refroidir le produit car il est déchargé à 100° C².

Le séchoir à tambour rotatif chauffé directement présente plusieurs avantages, notamment:

- La qualité du produit est très élevée, et l'on peut ajuster le degré d'humidité de l'aliment;
 - Le procédé ne nécessite pas beaucoup de travail;
 - Le problème de la matière étrangère est facilement réglé;
 - Les séchoirs peuvent être faits de divers matériaux.
- (Akers *et al*, 1975)

Toutefois, cette option s'accompagne de divers inconvénients, notamment :

- Les coûts d'investissement sont élevés par rapport aux séchoirs pneumatiques ou à agitation continue;
 - L'efficacité thermique laisse à désirer lorsque le système fonctionne par intermittence;
 - Les pertes de nutriments peuvent être élevées.
- (Akers *et al*, 1975)

Du point de vue technique, ce sont les séchoirs qui conviennent le mieux au traitement du fumier de volaille². Le peu de travail qu'ils nécessitent pour la petite exploitation et les faibles coûts d'investissement pour les grosses rendent ce procédé de séchage compétitif sur le plan économique².

Le dernier procédé de séchage mécanique dont il sera question est le séchoir pneumatique (éclair). Ce type de séchoir présente plusieurs avantages :

- Son efficacité thermique, lorsqu'il fonctionne continuellement, peut approcher les 90 %;
 - La faible vitesse d'écoulement des gaz et la forte vélocité aident à contrôler les odeurs;
 - Il prend peu de place;
 - Le séchage se fait délicatement et réduit les pertes de nutriments.
- (Akers *et al*, 1975)

Il présente toutefois plusieurs inconvénients :

- Stérilité insuffisante à cause des températures relativement basses et du court séjour du produit dans le séchoir;
- Tendance à former des mottes;

- Nécessité de faire macérer la matière étrangère si le produit sert à nourrir les animaux.
(Akers *et al*, 1975)

En raffinant davantage le séchoir pneumatique, il serait possible, croit-on, de corriger le manque de stérilité du produit. Le séchoir constitue le meilleur système de séchage pour les grosses exploitations (plus d'un million de têtes)².

Avec l'augmentation des prix des engrais et de la nourriture pour les animaux, le séchage mécanique du fumier de volaille devient plus faisable. La tendance vers le recyclage et la protection de l'environnement rend cette option souhaitable ainsi qu'économiquement avantageuse. Tout dépendant des dimensions et des besoins de la ferme avicole, il y a sans doute un type de séchoir qui permet la transformation du fumier de volaille produit par cette exploitation.

e) Incinération

L'incinération est un moyen très inefficace de transformer le fumier de volaille d'autant plus qu'elle entraîne beaucoup de gaspillage. En effet, elle laisse tous les nutriments bénéfiques s'échapper dans l'atmosphère. L'air est pollué par les odeurs et par les particules qui sont libérées⁶. Comme le fumier de volaille a une forte teneur en matière organique, l'incinération donne quand même un produit qui est très riche en cendre : 10 à 30 % de la matière sèche initiale⁶. De plus, le ramassage du fumier et son transport au lieu d'incinération font de cette opération un moyen dispendieux de traiter le fumier de volaille. Maintenant que la plupart des Canadiens sont sensibilisés à l'environnement et que les gouvernements établissent des politiques axées sur la qualité du milieu et un environnement durable, l'incinération comme traitement pour éliminer le fumier de volaille est une option qui cadre mal, semble-t-il, avec les principes d'une bonne gestion.

4. Manutention

Les systèmes de manutention du fumier suivent à peu près tous la même séquence : collecte, transfert, stockage, enlèvement, transport et incorporation. Le choix du système par un aviculteur reposera sur des considérations économiques et techniques, la réaction de la population et la réglementation ainsi que sur de nombreux facteurs liés à l'agriculture et à l'exploitation¹⁷. Les principes sous-jacents à ce choix sont :

- Le fait que, dans la plupart des systèmes, le fumier de volaille sert d'engrais. Seuls quelques-uns prévoient actuellement d'autres fins, comme le recyclage dans l'alimentation des animaux.
- Tous les systèmes constituent un compromis entre l'investissement, le travail, la commodité, l'esthétique et le respect de la réglementation.
- Aucun système n'est parfait : chacun comporte des avantages et des inconvénients. Le système idéal pour une exploitation donnée dépend de l'investissement et de la main-d'oeuvre, des sources de déchets, du type de

sol, des pratiques agricoles, des préférences personnelles, etc.
(Livestock Waste Facilities Handbook, 1985)

On trouvera à l'annexe IV un bon résumé des systèmes de manutention du fumier de volaille. Il donne un bref aperçu de ce dont nous discuterons en profondeur dans la présente partie de l'étude.

Le système de manutention du fumier commence par le système d'alimentation. Le principe sous-tendant la production avicole est que la nourriture est transformée en produits avicoles dans des conditions contrôlées. Pour que le système fonctionne, il faut absolument maîtriser le problème de la manutention du fumier⁵. Les volailles sont généralement placées près de l'eau et de la nourriture, mais, elles et les oeufs, sont gardés loin du fumier⁵. La litière facilite le séchage du fumier en absorbant et en libérant l'humidité⁵.

Dans la plupart des cas, la teneur en eau du fumier est le facteur qui détermine le choix de l'équipement de manutention et les installations à utiliser par une exploitation. Le fumier est manutentionné sous forme liquide, solide ou pâteuse. Pour obtenir du lisier, on ajoute de l'eau. Pour obtenir un fumier solide, soit qu'on y ajoute de la litière, soit qu'on le fasse sécher. En général, on ne manutentionne pas le fumier de volaille à l'état pâteux.

Dans la présente partie, nous examinerons les diverses composantes du système de manutention du fumier de volaille. Comme ce dernier est un sous-produit intéressant de l'aviculture, il faudrait voir comment les systèmes de manutention du fumier s'intègrent à la conduite des élevages avicoles⁵.

a) Collecte

Un très bref résumé du mode de collecte du fumier dans les élevages en cages et au sol a déjà été présenté à l'annexe I. La plupart des élevages en cages comportent une fosse. Le fumier est ensuite traité sous forme liquide ou solide, puis transféré et stocké selon sa consistance.

L'évacuation du fumier vers la fosse située sous la rangée de cages peut se faire de l'une des quatre façons suivantes :

- chute directe;
- couloirs déflecteurs;
- raclage mécanique des planches à déjections;
- roulement mécanique, vers une extrémité des rangées de cages, des plateaux collecteurs situés entre les étages.

(Bird, 1982)

Pour les poulaillers installés sur fosse profonde ou disposés en hauteur, qui prévoient un stockage à long terme sous les cages, la collecte ne va pas plus loin. Les autres types de fosses (peu profondes ou moyennement profondes) sont réunies ici sous l'appellation de poulaillers « classiques ». Pour ces systèmes, la collecte se fait par l'un des moyens suivants :

- racleurs de fosses à câble et vis transversale;
- minitracteur muni d'un racleur à lames de type à ailettes et vis transversale;
- racleur de fosse autopropulsé et vis transversale;
- chasse hydraulique.

(Bird, 1982)

Certaines de ces méthodes fonctionnent mieux lorsque le fumier est à l'état solide, d'autres, lorsqu'il est liquide. Le raclage de la fosse est la seule méthode qui convienne aux batteries reposant sur le sol⁵. Il se fait généralement à intervalle d'un jour à une semaine⁵. Le minitracteur ou le racleur autopropulsé sont utilisés dans les poulaillers à cages suspendues et entrent en jeu à intervalle d'une semaine à un mois⁵. Le système de chasse hydraulique est d'usage très limité à cause, dans ce cas, des odeurs que dégagent les fosses⁵. Les racleurs montés sur tracteur, les racleurs à câble et les vis transversales fonctionnent plus facilement avec du fumier humide ou très sec. Comme un fumier très sec est difficile à obtenir, ces méthodes conviennent mieux au lisier⁵.

Pour les élevages au sol, la collecte du fumier consiste simplement à entasser le fumier mélangé à de la litière pour en contrôler le degré d'humidité. Le mélange s'accumule sur le sol du poulailler et peut être évacué après le passage de chaque bande ou peut y être laissé plus longtemps. On peut ensuite ramasser le fumier à l'aide d'un racleur ou d'une pelle à fumier montés sur un tracteur, d'un élévateur ou encore d'une pompe à piston¹⁷. Il importe au plus haut point de bien planifier l'installation afin de permettre un accès pratique à l'équipement de chargement et de manutention.

La collecte du fumier de volaille dépend essentiellement du mode d'élevage : en cages ou au sol. Dans la plupart des cas, les fosses conviennent à l'élevage en cages et la simple litière, à l'élevage au sol. Quant aux systèmes d'évacuation et de stockage, ils dépendent de la consistance plus ou moins humide du fumier obtenu.

b) Transfert et stockage

Le fumier recueilli est évacué et emmagasiné par divers procédés selon qu'il est à l'état liquide ou solide. Comme il a déjà été mentionné, ces opérations ne sont pas nécessaires dans les poulaillers très hauts, car le fumier est généralement entreposé dans les fosses profondes.

Dans les poulaillers de type « classique », le fumier est évacué vers un lieu d'entreposage par une vis transversale⁵. Celle-ci complète la collecte du fumier en le recevant et le transportant sur le côté du bâtiment où un élévateur l'amène jusque dans un réservoir de stockage du lisier⁵. Si un réservoir souterrain est utilisé pour l'entreposage, on n'a pas besoin de vis transversale⁵.

Dans les élevages au sol, l'évacuation se fait à l'aide d'un tracteur et d'un chargeur à godets, si le lieu d'entreposage est près; s'il est loin, le fumier doit être chargé dans un camion-benne ou un épandeur de fumier pour y être transporté⁵.

Dans les poulaillers très hauts, le stockage se fait sur place. Dans la plupart des cas, le fumier est déposé au fond de la fosse située sous les cages où il sèche à l'air. Ce système nécessite un dispositif de circulation et d'évacuation de l'air pour accélérer le séchage et éliminer les odeurs et les gaz. Le séchage se fait difficilement par temps chaud et humide⁵. De plus, une consommation excessive ou un gaspillage d'eau peuvent entraîner l'accumulation d'eau dans la fosse. Cela entraîne la production d'odeurs à cause des conditions d'anaérobiose, ainsi que l'émanation de certains produits chimiques dangereux, comme l'ammoniac.

Le type d'installation de stockage utilisé pour les poulaillers de type « classique » est le réservoir à lisier. Ce réservoir devrait être situé à un endroit pratique, mais qui permet aussi l'expansion éventuelle des installations et du lieu d'entreposage⁶. Son accès pratique devrait faciliter le va-et-vient entre celui-ci et le poulailler. Mais il devrait être suffisamment éloigné des résidences pour ne pas nuire à la qualité de vie. Pour l'entreposage souterrain, il faut éviter les lieux où la nappe phréatique est élevée et où ruissellent des eaux de surface⁶. Dans les entrepôts hors-terre, le sol doit être suffisamment compacté pour empêcher le tassement de la structure⁶. Pour les réservoirs à lisier, il peut être nécessaire d'agiter ou d'aérer la masse pour empêcher la production d'odeurs. De plus, il peut s'avérer nécessaire de couvrir ces lieux d'entreposage pour éviter les odeurs et l'accumulation d'eau de pluie. S'il s'agit d'une installation creusée, le sol doit être hermétique au purin ou être rendu tel par une doublure imperméable.

Les types d'entreposage utilisés pour les élevages au sol de poulets à griller vont de la fumièrre à ciel ouvert située en un lieu bien drainé, à un hangar⁵. Une dalle de béton déjà existante ou un silo horizontal conviennent très bien. L'entassement près d'un mur de butée est souhaitable pour faciliter le chargement du fumier par une pelle montée sur un tracteur¹⁷. Si la litière est déjà assez sèche, il est fortement recommandé de l'entreposer dans une aire couverte afin de la garder sèche et relativement exempte d'odeurs⁵.

Le transfert et le stockage du fumier de volaille dépend s'il est liquide ou solide. S'il est sous forme solide, le fumier est généralement stocké au sec pour subir une transformation plus poussée ou pour être épandu comme engrais. Si c'est un lisier, il est conservé dans un réservoir ou un bassin où il y demeure jusqu'à ce qu'on puisse l'épandre comme engrais liquide.

c) Reprise, transport et incorporation

Comme pour la collecte, le stockage et le transfert, les opérations que sont la reprise, le transport et l'incorporation dépendent entièrement de l'état sous lequel le fumier est entreposé.

L'entreposage sur place du fumier de volaille séché pose généralement des problèmes spéciaux de reprise. Ces problèmes sont liés à l'énorme quantité de fumier à enlever par benne chargeuse et à la distance énorme à parcourir pour extraire chacune des charge des gros poulaillers à étages⁵. On peut raccourcir ce temps de reprise en dotant le poulailler de plusieurs voies d'accès pour enlever le fumier. Ce dernier s'entassant pendant des mois et des

années dans la plupart de ces poulaillers, on comprend que son enlèvement peut prendre énormément de temps⁵.

Le fumier de volaille sec peut être transporté et épandu avec n'importe quel type classique d'épandeur à caisson⁵. Il peut l'être aussi par des épandeurs à fléaux, des camions à benne, des véhicules de terrassement ou des remorques¹⁷. Le fumier de volaille devrait être épandu aussi uniformément que possible. L'épandage de fumier solide se fait généralement à la volée suivi d'un enfouissement par disquage, ou à la volée sans enfouissement ni disquage¹⁷. Pour éviter une perte excessive de nutriments, l'opération devrait se faire idéalement lorsque la terre peut être immédiatement labourée ou travaillée⁵. Le fumier de volaille produit par les élevages de poulets à griller peut être repris, transporté et incorporé de la même façon que les déchets solides extraits des élevages de poudeuses en cages. Comparativement aux autres fumiers secs, la litière de poulets à griller s'étend généralement en couches plus minces⁵. Pour empêcher l'émanation d'odeurs et conserver les nutriments végétaux, il est bon de l'incorporer rapidement après l'épandage.

Le lisier de volaille peut être traité comme un liquide si sa teneur en matière solide s'élève au plus à 4 %¹⁷. Entre 4 et 15 %, c'est un fumier pâteux que l'on peut traiter comme un liquide à condition d'utiliser un équipement spécial, comme des pompes déchiqueteuses pour broyer la matière fibreuse ou des pompes à piston pour traiter les déchets mêlés de litière¹⁷. Si de grandes quantités de liquide doivent être véhiculées, il sera préférable d'utiliser de la tuyauterie plutôt des remorques-citernes.

L'équipement d'irrigation élimine le lisier tout en engraisant et en arrosant les cultures. Ce système peut ainsi être rentabilisé par l'amélioration de la production végétale résultant de l'irrigation. Il y a plusieurs façons d'irriguer des terres agricoles avec du lisier. Mentionnons :

- l'irrigation de surface;
- l'irrigation par aspersion;
- l'injection dans le sol.

Dans l'irrigation de surface, le lisier est amené par un tuyau portable ou stationnaire et épandu à l'aide d'un tuyau d'irrigation à vanne réglable ou par un fossé muni de siphons d'arrosage. Un tel système présente plusieurs avantages :

- faible coût;
 - peu énergivore;
 - peu de pièces mécaniques.
- (Livestock Waste Facilities Handbook, 1985)

Toutefois, il comporte plusieurs inconvénients :

- nécessite une excellente maîtrise du système pour éviter le ruissellement et obtenir une répartition uniforme;
- manque de souplesse quant aux superficies à couvrir;
- comporte une quantité modérée de travail;

- ne peut être utilisé là où la pente est supérieure à 2 %.
(Livestock Waste Facilities Handbook, 1985)

À moins d'une absorption rapide par le sol, la perte de nutriments peut être élevée.

Tableau 5 : Pertes d'azote durant l'épandage

Pourcentage de N appliqué qui est perdu dans les quatre jours suivant l'épandage

Méthode d'épandage	Type de déchets	Perte d'azote (%)
À la volée	Solide	15-30
	Liquide	10-25
À la volée avec travail immédiat du sol	Solide	1-5
	Liquide	1-5
Enfouissement au moyen de coutres	Liquide	0-2
Irrigation par aspersion	Liquide	15-35

(Livestock Waste Facilities Handbook, 1985)

Le tableau 5 montre la vitesse avec laquelle les nutriments se perdent lorsqu'un système d'irrigation est utilisé pour le lisier sans un enfouissement rapide.

L'irrigation par aspersion permet la répartition du lisier sur des terres valonneuses et irrégulières. Ce système d'irrigation présente des avantages, notamment :

- demande peu de main-d'oeuvre;
- automatisation possible du système;
- permet parfois un épandage plus uniforme qu'avec d'autres systèmes.
(Livestock Waste Facilities Handbook, 1985)

Mais il compte aussi quelques inconvénients, entre autres :

- les coûts initiaux et de fonctionnement sont plus élevés que pour l'irrigation superficielle;

- les odeurs dégagées par le lisier peuvent nuire à la qualité de vie des voisins;
- les pertes de nutriments sont parfois très élevées.
(Livestock Waste Facilities Handbook, 1985)

Plusieurs genres d'asperseurs peuvent être utilisés pour le lisier de volaille. Mentionnons :

- gicleurs;
- asperseurs manuels;
- aile remorquée;
- lance stationnaire;
- lance remorquée;
- lance roulante.
(Livestock Waste Facilities Handbook, 1985)

Un bref exposé des avantages et des inconvénients de chacun suit. On trouvera aussi à la figure 1 des illustrations de ces différents systèmes d'irrigation par aspersion et d'irrigation superficielle.

La grosseur de ces appareils varie des simples gicleurs aux grosses machines de type lance munies de buses de 1 po et de capacité supérieure à 1 000 gallons à la minute¹⁷. Les asperseurs comportent généralement de multiples petites buses tandis que les lances ne comportent qu'une grosse buse qui projette le liquide très loin. Les grosses buses ont moins de chance de s'obturer que les petites.

Le dispositif d'aspersion déplaçable est avantageux à plusieurs points de vue :

- faible investissement initial;
- peu de pièces mécaniques susceptibles de mal fonctionner;
- peu énergivore (50 psi au giclage);
- s'adapte à la forme du champ — différentes longueurs peuvent être installées et actionnées dans presque n'importe quelle direction pour couvrir les coins isolés.
(Livestock Waste Facilities Handbook, 1985)

Mais il comporte aussi des inconvénients :

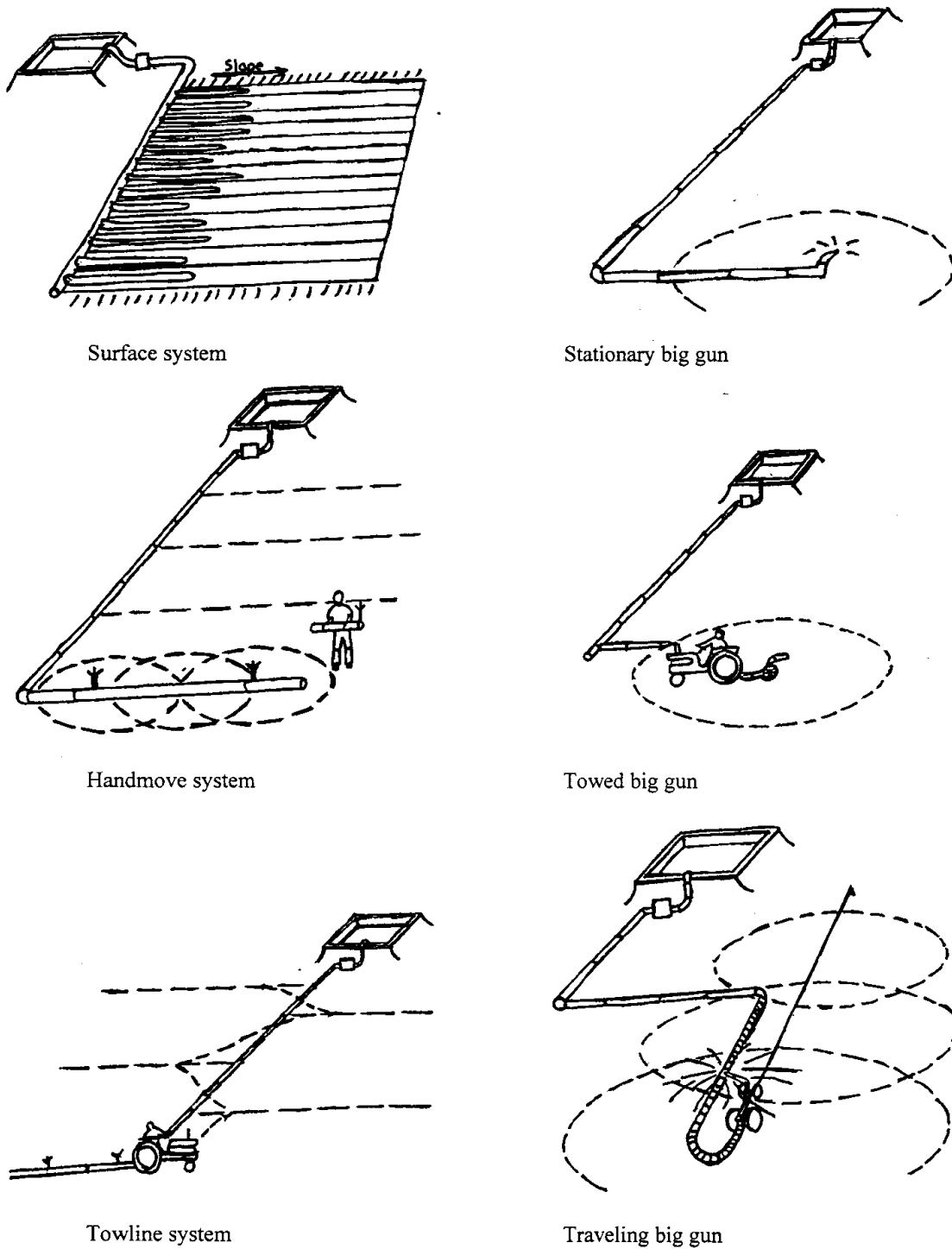
- demande beaucoup de travail — il faut déplacer des sections de tuyauteries, tâche qui peut être très déplaisante lorsqu'on travaille avec des déjections;
- les orifices des petits gicleurs peuvent se boucher.
(Livestock Waste Facilities Handbook, 1985)

Un autre système qui ressemble beaucoup à l'asperseur manuel est l'aile remorquée. En voici les avantages :

- faible coût d'investissement initial;

- demande moins de travail que le précédent — la personne n'a pas à travailler dans la boue ni le fumier pour déplacer le système;
 - comporte peu de pièces mécaniques qui risquent de mal fonctionner;
 - peu énergivore (50 psi au giclage).
- (Livestock Waste Facilities Handbook, 1985)

FIGURE 1: LIQUID POULTRY MANURE IRRIGATION SYSTEMS



(Livestock Waste Facilities Handbook, 1985)

FIGURE 1 : SYSTÈMES D'IRRIGATION AVEC DU LISIER DE VOLAILLE

Traduction des termes utilisés (Figure 1) :

Surface System:
Irrigation superficielle

Handmove System:
Dispositif déplacé manuellement

Towline System:
Aile remorquée

Stationary Big Gun:
Lance stationnaire

Towed Big Gun:
Lance remorquée

Traveling Big Gun:
Lance roulante

Mais l'aile remorquée présente plusieurs inconvénients, notamment :

- les champs de forme irrégulière peuvent poser des difficultés à cause du bras latéral fixe;
 - les petits gicleurs peuvent s'obturer;
 - dans les cultures hautes pratiquées en rangs, il faut prévoir des passages pour le tracteur.
- (Livestock Waste Facilities Handbook, 1985)

Parlons maintenant de la lance stationnaire, dispositif applicable à de nombreux systèmes d'élimination des déjections. Ses avantages sont les suivants :

- peu de pièces mécaniques qui risquent de mal fonctionner;
 - une grosse buse risque peu de se boucher;
 - système souple quant à la superficie à couvrir;
 - on a légèrement moins besoin de tuyauterie qu'avec les petits gicleurs;
 - exige un travail modéré.
- (Livestock Waste Facilities Handbook, 1985)

Mais elle comporte des inconvénients :

- coût d'investissement initial moyen à élevé;
 - énergivore (90 psi au giclage);
 - répartition inégale dans les zones venteuses.
- (Livestock Waste Facilities Handbook, 1985)

Un autre dispositif à envisager est la lance remorquée, qui est une aile dont les petits gicleurs ont été remplacés par une buse de lance. En voici les avantages :

- peu de pièces mécaniques qui risquent de mal fonctionner;
 - demande moins de travail que l'asperseur déplacé à la main ou la lance stationnaire;
 - une grosse buse risque peu de se boucher;
 - demande un peu moins de tuyauterie qu'avec les petits gicleurs.
- (Livestock Waste Facilities Handbook, 1985)

En voici maintenant les inconvénients :

- énergivore;
 - s'adapte mal à la superficie à couvrir;
 - il faut prévoir des passages pour le tracteur.
- (Livestock Waste Facilities Handbook, 1985)

Le dernier système que nous examinerons est la lance roulante. Celle-ci se prête particulièrement bien à de très vastes superficies qui ont besoin d'être irriguées plusieurs fois par année. Elle présente les avantages suivants :

- de tous les systèmes énumérés, c'est celui qui demande le moins de travail;
 - la grosse buse ne risque pas de se boucher;
 - s'adapte à la superficie à couvrir.
- (Livestock Waste Facilities Handbook, 1985)

En voici maintenant les inconvénients :

- coût initial plus élevé que pour les autres dispositifs;
 - énergivore;
 - comporte plus de pièces mécaniques que les autres systèmes, surtout avec un moteur auxiliaire.
- (Livestock Waste Facilities Handbook, 1985)

Les systèmes d'aspersion sont un moyen très efficace d'amener le lisier de volaille jusqu'aux champs. Si l'utilisation d'un tel procédé est bien planifiée et gérée, ce dernier peut être en même temps un moyen très efficace d'arroser les champs. Le tableau 5 montre clairement que la perte de nutriments peut être réduite par l'incorporation rapide du lisier dans le sol (la simple irrigation avec du lisier de volaille entraîne énormément de gaspillage). Un minimum de planification et une gestion judicieuse peuvent rendre n'importe quel système d'irrigation à la fois efficace et écologique.

La dernière méthode d'irrigation dont nous parlerons est l'injection dans le sol. Cette méthode comporte l'utilisation d'injecteurs qui acheminent le lisier sous pression de la citerne jusqu'à des tubulures situées derrière les dents d'une herse⁶. En voici les avantages :

- dispositif le plus prometteur pour éliminer les odeurs;
 - peut allonger la période d'application du fumier au printemps;
 - permet d'incorporer du lisier dans des champs de foin et des pâturages sans détruire complètement la culture;
 - permet aussi de réaliser un taux d'application acceptable.
- (G.C.U.F. , 1979)

Bien que l'injection dans le sol soit la façon la plus écologique d'irriguer des champs avec du lisier de volaille, ce procédé présente quelques inconvénients :

- des améliorations sont encore nécessaires pour éviter l'accumulation de déchets devant l'appareil d'injection ;
 - du travail s'impose pour assurer une couverture suffisante derrière l'appareil;
 - il faudrait adapter les injecteurs à l'épandage dans les cultures en rang, et ce pour un large éventail de types et de grosseur de plantes et de conditions du sol.
- (G.C.U.F. , 1979)

Le fumier de volaille étant un sous-produit d'une valeur non négligeable en aviculture, les agriculteurs ont adopté des moyens pratiques de le ramasser, l'entreposer et l'utiliser. Ces

systemes traitent le fumier sous forme liquide, solide ou p#ateuse. # # l'etat liquide ou p#ateux, le fumier est utilis#e comme engrais pour enrichir les terres agricoles. # # l'etat solide, il peut servir soit d'engrais, soit d'ingr#edient alimentaire pour nourrir les animaux de ferme. #tant donn#e que la majeure partie des nutriments contenus dans la nourriture de la volaille finissent dans les d#ejections apr#es avoir #t#e m#etabolis#es, utiliser le fumier pour fertiliser les terres agricoles et nourrir les animaux de ferme appara#t comme une approche sens#ee et respectueuse d'un environnement durable.

5. *Gestion du fumier de volaille — lignes directrices et législation*

Plusieurs programmes réglementaires portent sur les méthodes de gestion du fumier. Il sort du cadre de la présente étude d'analyser et de discuter les lois concernant ces méthodes. Nous signalerons les programmes législatifs; si le lecteur a besoin de plus de renseignements, il peut consulter les documents juridiques utiles. Nous ferons un bref survol des lignes directrices et des lois qui, au Canada, concernent la gestion du fumier. Les méthodes de gestion sont réglementées par l'État fédéral et les provinces. De même, nous mentionnerons les lois américaines et britanniques, lorsque les méthodes convenables de gestion qui y sont exposées diffèrent des méthodes canadiennes. La présente partie se veut un survol très général, et nous ne tenterons aucunement de présenter des articles précis de lois ni d'en discuter.

Au Canada, les lois fédérales constituent une petite partie des lois concernant la gestion du fumier. Fondamentalement, deux lois ont des effets partout au Canada : la *Loi sur les pêches* et la *Loi sur les ressources en eau du Canada*. La *Loi sur les pêches* sévit contre la pollution des eaux fréquentées par le poisson⁶. La *Loi sur les ressources en eau du Canada* prévoit la réalisation d'études fédérales-provinciales de bassins, dont les résultats peuvent servir à établir des normes de qualité de l'eau⁶.

La réglementation des nuisances et des pollutions agricoles relève principalement des provinces. Celles-ci s'attaquent aux problèmes de pollution dus aux exploitations agricoles par des lignes directrices et des programmes de sensibilisation, plutôt que par des règlements détaillés et précis⁶. Elles sont de plus en plus nombreuses à adopter un programme de certificats de conformité en vertu desquels elles donnent leur agrément par écrit aux exploitations qui se conforment à des normes reconnues⁶. On trouvera dans l'annexe 6 un résumé des lignes directrices et des lois provinciales utiles.

La plupart des provinces réglementent la gestion des déchets avec le concours de plusieurs organismes et au moyen de plusieurs lois. Même si les organismes diffèrent, leurs méthodes sont tout à fait semblables. Toutes les provinces constatent que les sols ont une capacité limitée de recevoir du fumier sans problème (de pollution de l'eau, par exemple). Beaucoup de provinces ont des exigences fondées sur la distance, qui permettent de séparer convenablement des habitations, des routes et des cours d'eau les installations où se trouve du fumier. Plusieurs provinces ont adopté des lois sur les systèmes de manutention des fumiers et lisiers liquides et solides. On constate qu'une planification rigoureuse et une gestion avisée peuvent contribuer énormément à prévenir les éventuels problèmes reliés à la production de fumier. De même, la plupart des provinces ont adopté des lois qui précisent les modalités et le moment de l'épandage du fumier afin de protéger les cours d'eau. Il est évident que toutes les provinces protègent de nombreuses façons l'environnement contre les méthodes inadaptées de gestion du fumier. Elles se conforment toutes à des principes de base afin d'atteindre cet objectif. Il importe de noter que la plupart des lois et des règlements concernant la gestion du fumier de volaille se fondent réellement sur le sens commun et qu'une conception et une gestion convenables préviennent habituellement les problèmes reliés au fumier de volaille.

Les lois et règlements américains sur la gestion du fumier de volaille sont très semblables aux lois et aux règlements canadiens. À l'échelle fédérale, le fumier de volaille relève de l'Environmental Protection Agency (EPA), sous le régime de la Federal Water Pollution Control Act et de ses modifications de 1972³. De même, les règlements fédéraux sont promulgués par le ministère de l'Agriculture des États-Unis (USDA), avec le concours de plusieurs organismes tels que l'Animal Waste Subcommittee de l'Environmental Quality Committee de l'USDA¹⁰. Aux États-Unis, l'État fédéral semble intervenir davantage dans la réglementation de la gestion du fumier de volaille.

Chaque État possède aussi des organismes et a adopté des lois pour réglementer la gestion du fumier de volaille. Les similitudes entre les États-Unis et le Canada sont très évidentes. Nous n'en discuterons pas.

Nous aborderons cependant la loi appliquée par la Food and Drug Administration (FDA), sur le fumier de volaille. Aux États-Unis, on utilise beaucoup plus qu'ici le fumier de volaille comme ingrédient des aliments des animaux. En 1967, la FDA a adopté une politique dans laquelle elle déclarait ne pas autoriser l'utilisation de la litière de volaille comme ingrédient des aliments des animaux³¹. En 1980, en raison de l'intérêt du public et d'indications sans équivoque que l'alimentation de la volaille au fumier de volaille était largement répandue, elle l'a révoquée, laissant à chaque État le soin de réglementer la réutilisation des déjections animales comme aliments pour les animaux³¹. Vu la production intensive des installations avicoles américaines, on a estimé plus prudent d'élargir les emplois du fumier de volaille, en ajoutant à celui, ordinaire, d'engrais celui, plus progressiste, d'aliment pour les animaux.

Au Royaume-Uni, les lois et les règlements concernant le fumier de volaille sont très semblables, eux aussi, à ceux du Canada. À l'échelle fédérale, le fumier de volaille tombe sous le régime des lois (et des règlements) suivantes :

- Rivers (Prevention of Pollution) Acts, de 1951 et de 1961;
 - Clean Rivers (Estuaries and Tidal Waters) Act, de 1960;
 - Water Resources Act, de 1963;
 - Salmon and Freshwater Fisheries Act, de 1975;
 - Public Health Act, de 1961;
 - Deposit of Poisonous Waste Act, de 1972;
 - Countryside Act, de 1968;
 - Building Regulations, de 1976;
 - Control of Pollution Act, de 1974.
- (Grundey, 1980)

Il semble que, plus encore que le gouvernement fédéral américain, le britannique légifère sur les déjections agricoles tels que le fumier de volaille. Plus qu'au Canada, les Britanniques ont centralisé le pouvoir de réglementer plutôt que de le donner aux instances régionales. La loi britannique qui diffère de la façon la plus intéressante des lois canadiennes est le Control of Pollution Act, de 1974. La plupart des autres lois concernent principalement les eaux et la pêche, de façon très semblable à ce qu'on observe au Canada. Ici, la législation

antipollution se double d'une législation provinciale, mais en Grande-Bretagne, elle est fédérale. Cette différence nous amène à discuter brièvement de cette loi britannique.

La Control of Pollution Act, de 1974, possède une portée très large afin d'améliorer la maîtrise de la pollution et des nuisances¹². Elle compte plusieurs articles qui se rangent sous les titres suivants :

- Partie 1 — Épandage des déjections
 - Partie 2 — Pollution de l'eau
 - Partie 3 — Bruit
 - Partie 4 — Pollution atmosphérique
 - Partie 5 — Dispositions supplémentaires
 - Partie 6 — Dispositions diverses
- (Grundey, 1980)

L'agriculture est principalement visée par les parties 1 et 2, mais elle peut l'être également par les parties 3 et 4. On a constaté que la coutume, en agriculture, était d'épandre le fumier dans le cadre de la production alimentaire¹². Malheureusement, les sols recouvrent la nappe phréatique de l'eau potable nationale. On a tranché le dilemme par la notion de code de bonnes pratiques agricoles, selon lequel si on accuse un agriculteur d'avoir pollué l'eau, il suffira à ce dernier, pour se disculper, de montrer aux tribunaux inférieurs que la pollution est survenue alors qu'il fonctionnait conformément au code¹². Le code est très semblable au certificat canadien de conformité, sauf qu'il peut servir de moyen de disculpation.

À noter qu'il semble que l'élimination des déchets en Grande-Bretagne semble plus réglementée qu'au Canada ou qu'aux États-Unis. Cela s'explique probablement par la petite taille du pays, qui limite les occasions d'épandage, et par la nécessité de trouver des solutions de rechange convenables. De même, on y produit le fumier de volaille en volumes importants, en quantités concentrées ; le producteur ne peut probablement pas tout l'épandre sur ses terres. Au Canada ou aux États-Unis, nous n'en sommes pas là, mais le fumier de volaille est un problème de taille dans les petits pays à forte densité de population, comme la Grande-Bretagne et les Pays-Bas.

Il est évident que, à la faveur de la demande croissante de produits de la volaille par les consommateurs, les problèmes de fumier de volaille s'aggraveront. Des pays tels que le Canada, les États-Unis et la Grande-Bretagne se sont dotés de lignes directrices et de lois pour limiter les effets du rejet de ces déchets sur l'environnement. Fondamentalement, ces trois pays se plient par les mêmes moyens à ces lois. La seule différence réelle provient du fait que certains d'entre eux ont un gouvernement plus décentralisé, ce qui exige des autorités locales ou régionales qu'elles légifèrent sur l'élimination des déchets, tandis que dans les autres pays, un gouvernement fédéral fort atteint les mêmes résultats. Il importe le plus de noter que les pays reconnaissent les pratiques de l'agriculture intensive comme nocives pour l'environnement et qu'ils souhaitent établir des lignes directrices et adopter des lois pour le protéger, tout en contribuant à l'agriculture intégrée (durable).

6. Gestion écologique du fumier de volaille

Il importe de savoir que le fumier de volaille est une ressource que nous devons apprendre à utiliser de façon économique et efficace³. Le fumier des établissements avicoles peut constituer un danger pour l'environnement et une nuisance pour la santé et la sécurité de l'homme et des animaux⁶. Même s'ils sont bien planifiés et gérés, les systèmes de gestion du fumier peuvent encore éprouver des difficultés qui échappent à la volonté des éleveurs. En étant sensibilisé aux dangers et aux problèmes rattachés à la gestion du fumier de volaille, on peut être beaucoup plus en mesure de comprendre les méthodes de gestion du fumier de volaille et d'en élaborer de judicieuses. La parade aux nombreux dangers et problèmes consiste d'abord à en reconnaître l'existence, puis à faire attention et à faire preuve de sens commun pour les éviter⁶.

Le présent paragraphe est consacré à certains dangers et problèmes reliés à la gestion du fumier de volaille. Le sujet sera traité dans cinq sous-paragraphe consacrés aux sujets suivants :

- la pollution de l'eau ;
- les gaz de fumier ;
- les odeurs ;
- les autres motifs de préoccupation ;
- les principes de gestion.

Les producteurs ont dû modifier leurs méthodes d'exploitation pour y intégrer les façons de bien manutentionner et éliminer le fumier, sans polluer l'atmosphère et l'eau ni causer de problèmes de santé³. Dans ce contexte où l'on est sensibilisé à l'environnement et où le prix de l'énergie et des engrais croît sans cesse, il est évident que la gestion du fumier procure des avantages matériels et économiques considérables. Ce fumier est désormais considéré comme ressource alors que ses pénuries sont considérées comme une perte³.

a) Pollution de l'eau

La grande solubilité du fumier de volaille dans l'eau évoque le risque élevé de pollution du milieu aquatique. L'épandage de quantités excessives de ce fumier peut entraîner le lessivage des éléments nutritifs au travers du sol, jusque dans les eaux souterraines locales. La gestion efficace du fumier fait en sorte que ce dernier ou ses constituants ne peuvent pas parvenir aux cours d'eau, aux lacs ou aux sources d'alimentation en eau⁶.

La pollution de l'eau due à l'épandage de fumier de volaille peut survenir de plusieurs façons. Certaines sont plus évidentes dans certaines circonstances que dans d'autres. Ainsi, nous mentionnerons les causes suivantes :

- l'épandage direct du fumier dans les eaux de surface ;
- l'accès direct des animaux aux cours d'eau pour s'abreuver ;

- le ruissellement des parcs d'engraissement ou des tas de fumier ;
 - le débordement des fosses à lisier de capacité insuffisante.
- (G.C.U.F. , 1979)

Il existe des causes plus subtiles, notamment les suivantes :

- le ruissellement printanier, après épandage hivernal de fumier sur le sol gelé, en pente vers un cours d'eau ;
 - les infiltrations consécutives à un épandage excessif ;
 - les infiltrations à partir des cuves à déjections et des étangs de rétention aménagés en sols poreux ;
 - l'absorption possible des constituants volatils du fumier (présents dans l'atmosphère) par une nappe d'eau voisine sous le vent de l'exploitation avicole.
- (G.C.U.F. , 1979)

Ces causes évidentes (ou non) de pollution de l'eau ne sauraient être les seules. Il existe probablement plusieurs façons de polluer l'eau que l'on n'a pas complètement étudiées ou comprises.

Certains constituants du fumier de volaille tels que les nitrates et les phosphates peuvent causer, directement ou indirectement, l'eutrophisation, puis enlaidir les étendues d'eau en y faisant proliférer des algues⁶. La concentration excessive d'éléments nutritifs dans les eaux de surface peut provoquer des fleurs d'eau, appauvrir les pêcheries, tuer le poisson, créer de mauvaises odeurs et aggraver la turbidité¹⁷. On a constaté que certaines pratiques agricoles augmentent la concentration de nitrates dans les eaux souterraines. C'est le cas de l'épandage du fumier de volaille, dont les effets sont pires que ceux des engrais industriels²⁵. En effet, son apport en éléments nutritifs excède les besoins des cultures²⁵. Habituellement, les doses visent à maximiser le rendement des cultures. Cela peut entraîner des concentrations excessives d'azote dans le sol, parce que les paramètres limitant la dose d'application ne sont pas la fertilité du sol³⁰.

La pollution de l'eau par le fumier de volaille peut entraîner plusieurs conséquences. L'eau est désoxygénée, parce que les bactéries décomposant le fumier exercent une demande d'oxygène à cette fin. Si la concentration d'oxygène dissous est gravement réduite, l'eau ne peut plus subvenir aux besoins des formes de vie aquatiques recherchées telles que le poisson ; elle s'infecte plutôt et acquiert des caractéristiques désagréables⁶.

La pollution de l'eau par le fumier de volaille peut également poser un risque pour la santé de l'homme et du bétail. Plusieurs maladies, transmissibles dans les déjections du bétail transportées par l'eau, pourraient infecter les animaux et l'homme¹⁷. On peut interrompre le cycle de l'infection si on gère comme il se doit les épandages et si on empêche la pollution de l'eau¹⁷.

De même, la pollution de l'eau par le fumier de volaille peut causer l'empoisonnement aux nitrates des animaux et de l'homme, particulièrement des nourrissons⁶. Chez ces derniers, La pollution de l'eau par les nitrates, du fait de l'application excessive d'azote, peut causer la cyanose (maladie bleue) et peut-être la diarrhée dite chimique¹⁷.

Enfin, la pollution de l'eau par le fumier de volaille peut diminuer considérablement la qualité de l'eau potable. Le fumier peut conférer à cette dernière un goût et des odeurs désagréables⁶.

Il est évident que la gestion convenable du fumier de volaille s'impose, parce qu'il est facile de polluer notre eau par les constituants du fumier présents en quantités excessives. Habituellement, une planification judicieuse mène à la réduction au minimum des dangers reliés à l'épandage du fumier de volaille sur les terres agricoles.

b) Gaz de fumier

Après leur excrétion, les déjections animales commencent à subir une certaine décomposition microbienne. Le principe de cette décomposition est le suivant : les molécules complexes des déjections de la volaille sont décomposées en molécules plus simples. Souvent, le processus s'accompagne d'un dégagement de gaz caractéristiques⁶. La décomposition du fumier peut être soit aérobie (en présence d'oxygène), auquel cas elle est fondamentalement inodore, en produisant de la matière organique stabilisée, du bioxyde de carbone et de l'eau ; la plupart du temps cependant, la décomposition est anaérobie, typique des procédés de manutention des lisiers liquides et caractéristique des fosses de réception, des cuves de rétention et des bassins à déjections⁶. La décomposition anaérobie se caractérise par des odeurs désagréables et le dégagement de quantités considérables de gaz dangereux à la fois pour l'homme et le bétail. Les gaz dont nous parlerons sont les suivants :

- le bioxyde de carbone ;
- l'ammoniac ;
- le sulfure d'hydrogène ;
- le méthane ;
- le monoxyde de carbone.

Certains de ces gaz ont tué ou presque tué des hommes et des animaux, ce qui a entraîné des dégâts et des pertes matérielles⁶. Dans l'annexe V, nous énumérons certains des effets et des propriétés de ces gaz chez l'homme. Les accidents qu'ils provoquent sont habituellement dus à des concentrations excessivement élevées dans des locaux fermés. Les fortes concentrations de ces gaz peuvent causer l'asphyxie, leur présence n'étant pas évidente puisqu'ils sont tous incolores. Dans un bâtiment où l'ambiance est contrôlée, les gaz nocifs n'atteignent habituellement pas des concentrations mortelles ni même nocives, sauf en cas de panne de la ventilation ou d'agitation vigoureuse des fosses à déjections¹⁷.

(i) Bioxyde de carbone

Très soluble dans l'eau, le bioxyde de carbone se dégage à la faveur de la décomposition du fumier et de la respiration animale¹⁷. Il fait rarement problème dans une installation bien ventilée. Les problèmes peuvent survenir en cas de panne du système de ventilation.

L'asphyxie est très rare. Souvent, dans une installation mal ventilée ou quand le système de ventilation fonctionne mal, la mort sera probablement l'aboutissement d'un stress dû à la chaleur et au manque d'oxygène⁶. L'annexe V montre les effets du bioxyde de carbone chez l'homme.

(ii) Ammoniac

L'ammoniac est aussi très soluble dans l'eau et il peut être explosif à de fortes concentrations¹⁷. Son odeur piquante est irritante pour le nez et les tissus humides, à des concentrations relativement faibles⁶. Le gaz se dégage du fumier frais et pendant la décomposition anaérobie. Fortement soluble dans l'eau, il peut être plus facile à maîtriser en phase liquide que solide. À faible concentration, il peut nuire considérablement à la santé et aux performances des animaux. On peut en maîtriser la concentration de plusieurs façons, notamment les suivantes :

- l'évacuation rapide du fumier de l'installation ;
- un sol en pente suffisante pour assurer une bonne évacuation des liquides ;
- l'utilisation généreuse de litière et l'accroissement du débit de la ventilation ;
- le recours à un procédé en phase liquide pour solubiliser l'ammoniac.
(G.C.U.F. , 1979)

L'annexe V montre les effets de l'ammoniac chez l'homme.

(iii) Sulfure d'hydrogène

C'est le plus toxique des gaz de fumier et peut-être le plus dangereux. Comme il est aussi soluble dans l'eau, on peut en quelque sorte le maîtriser grâce à des taux élevés de dilution¹⁷. Son odeur rappelle l'œuf pourri. Inflammable, il peut être explosif en mélange avec l'oxygène¹⁷. Il est produit par la décomposition anaérobie du fumier. L'agitation et le pompage des déjections liquides peuvent en dégager de fortes concentrations¹⁷. Le risque maximal qu'il fait courir survient à la vidange des réservoirs et des fosses, au-dessus desquels la concentration peut atteindre un seuil mortel en quelques minutes à peine⁶. Plusieurs façons permettent de réduire au minimum le danger qu'il pose, notamment :

- Ne pas agiter le contenu des fosses situées dans un bâtiment, quand on les vidange. En même temps, assurer une ventilation maximale.
- Si l'agitation est nécessaire, faire sortir les animaux de l'installation. Si cette solution est impraticable, faire le travail par journée venteuse, pour assurer un échange maximal d'air par les portes et les fenêtres ouvertes.

- Grâce à des clapets antiretour des gaz dans les conduites de déjections entre les fosses couvertes à l'extérieur et les poulaillers, on empêche l'accumulation de gaz.
- Vider les fosses le plus souvent possible, plus particulièrement par temps chaud.
(G.C.U.F. , 1979)

L'annexe V montre les effets du sulfure d'hydrogène chez l'homme.

(iv) Méthane

Le méthane n'est pas très soluble dans l'eau et il est très inflammable. À de faibles concentrations, il brûle en formant une flamme bleue, mais aux fortes concentrations, le danger d'explosion est réel⁶. La plus grande partie du méthane provient de la décomposition du fumier. Les ruminants peuvent en libérer des quantités minimes¹⁷. Comme le gaz est plus léger que l'air, il a tendance à s'élever et à s'accumuler au sommet des encoignures où l'air est stagnant ou dans les fosses à déjections étanches¹⁷. On peut maîtriser le risque que pose ce gaz de plusieurs façons, notamment les suivantes :

- Interdire le tabagisme ou les flammes nues dans les bâtiments où il se trouve du fumier et dans les installations de stockage du fumier ainsi qu'autour.
- Doter les ventilateurs et l'équipement de moteurs électriques antidéflagrants.
- Faire déboucher les enceintes fermées vers l'extérieur.
- Utiliser des conduites courbées en U ou des clapets à gaz antiretour pour empêcher le retour de ces gaz des réservoirs de l'extérieur vers l'installation.
- Assurer la ventilation ininterrompue de l'installation dans laquelle on stocke le fumier.
(G.C.U.F. , 1979)

L'annexe V présente les effets du méthane chez l'homme.

(v) Monoxyde de carbone

C'est le dernier des gaz de fumier dont nous parlerons. Incolore, ayant à peu près la même densité que l'air¹⁷, il n'est pas produit directement par le fumier de volaille mais il peut l'être par sa manipulation. Il se dégage des moteurs à explosion, des appareils de chauffage au gaz, au mazout et au charbon. La meilleure façon d'en empêcher l'accumulation toxique est de s'assurer que les gaz d'échappement de tous les moteurs sont évacués à l'extérieur de l'installation. Si cela est impraticable, on devrait fournir une ventilation suffisante pour empêcher l'accumulation du gaz.

Il est toujours dangereux de pénétrer dans les lieux et les fosses où l'on stocke le fumier de volaille, notamment au cours de la vidange ou après. Comme tous les gaz dégagés sont incolores, la prudence doit être extrême. Plusieurs précautions sont à prendre, notamment les suivantes :

- Toujours pénétrer dans ces lieux en étant protégé par un appareil respiratoire et un harnais.
- Se passer d'appareil respiratoire uniquement lorsque la ventilation est positive elle purge les gaz de fumier.
- S'assurer d'un apport d'air frais et constant vers l'installation.
- Ne pas suivre un animal qui est tombé dans une fosse à déjections.
- Ne pas pénétrer seul dans les lieux. S'assurer que quelqu'un peut venir à la rescousse en cas d'étourdissement.
- Ne jamais allumer de flamme ni provoquer d'étincelle près d'un lieu de collecte du fumier à moins que l'endroit n'ait d'abord été ventilé.
(*Livestock Waste Facilities Handbook*, 1985 ; G.C.U.F. , 1979)

La production des gaz de fumier est inévitable, en raison des processus aérobie et anaérobie de décomposition. La solution aux dangers que posent ces gaz est de reconnaître leur existence et de faire preuve de sens commun afin d'éviter leurs effets. Le respect des principes de la gestion du fumier complet de volaille est la meilleure façon de parer aux dangers et aux risques rattachés à ces gaz.

c) Odeurs

Les plaintes du public contre la plupart des exploitations avicoles sont principalement motivées par les mauvaises odeurs qui les entourent. Ces odeurs proviennent de la décomposition biologique du fumier de volaille, dans des conditions anaérobies, dans les lieux de stockage, que ce soit en tas, en bassin ou dans des fosses intérieures⁶. La plupart du temps le public se plaint lorsque l'on épand le fumier comme engrais sur un terrain agricole. Certains paramètres des odeurs intéressent la recherche : qualité de l'odeur (comparée à une odeur connue) ; intensité de l'odeur (quantité d'air frais nécessaire pour diluer l'air nauséabond à une concentration seuil) ; survenue de l'épisode de mauvaises odeurs (fréquence et durée totale de la persistance des mauvaises odeurs)¹⁷.

L'odeur perçue des établissements d'élevage provient d'un mélange de composés²². Certaines substances, comme l'ammoniac et le sulfure d'hydrogène, sont produites en quantités faciles à déceler, tandis que d'autres, comme les mercaptans et les amines, sont présentes en parties par milliard, qui ne sont décelables que par un équipement perfectionné⁶. Bien que produites en petites quantités, ces substances peuvent encore offusquer l'odorat. La plupart des odeurs du fumier de volaille proviennent de gaz ou de vapeurs. Cependant, certaines doivent être dues à des particules et à des aérosols.

L'odeur du fumier possède plusieurs origines, dus à l'exploitation quotidienne de l'élevage avicole. Ce sont notamment les suivantes :

- Les odeurs des aliments donnés à la volaille, quand ces aliments sont constitués de matières résiduelles ou de produits fermentés.
 - Les composés malodorants provenant des surfaces couvertes de fumier ou des installations de traitement.
 - Les installations couvertes produisent souvent beaucoup de mauvaises odeurs en raison de la forte densité des animaux, de la forte quantité de fumier et des entraves aux échanges d'air.
 - D'autres ouvrages comme les cuves à fumier, les bassins anaérobies et les sols couverts de fumier produisent des odeurs repoussantes.
 - Tout milieu humide favorise la décomposition anaérobie à grande échelle et peut être source d'odeurs.
- (Miner, 1980)

On peut maîtriser à l'aide de diverses techniques les sources potentielles d'odeurs dans le fumier de volaille. Ces techniques s'inspirent notamment des principes suivants :

- Certains composés volatils peuvent être transformés en composés moins malodorants et moins volatils par réglage du pH, transformation chimique ou transformation biologique.
 - On peut aussi tenter d'inhiber la décomposition anaérobie du fumier.
 - Une troisième solution consiste à confiner les sources de mauvaises odeurs derrière des barrières physiques. Les cuves à déjections couvertes et les dispositifs de traitement anaérobie du fumier empêchent les matières malodorantes de s'échapper.
- (Miner, 1980)

Ces dernières années, partout dans le monde, la recherche s'est intensifiée sur les odeurs du fumier. On a beaucoup étudié la possibilité d'ajouter des agents désodorisants aux cuves de déjections ou aux aires d'affouragement²². Les agents qui empêchent le dégagement de composés malodorants, qui en empêchent la formation ou qui en masquent l'odeur sont des plus efficaces dans la lutte contre les mauvaises odeurs.

Les agents oxydant tels que le permanganate de potassium sont prometteurs pour la neutralisation des mauvaises odeurs²². On a constaté qu'ils supprimaient notablement le dégagement de gaz malodorants.

On a aussi proposé pour combattre les odeurs des élevages les enzymes et d'autres agents de digestion²². Malheureusement, le secret de la fabrication empêche les fabricants de divulguer la composition de ces agents, ce qui en rend l'évaluation difficile²². Pour la plupart, ces produits ne réduisent pas sensiblement les mauvaises odeurs du fumier et ils sont coûteux.

Chaque installation avicole étant unique, chaque exploitation s'y prend différemment dans la lutte contre les odeurs. Le moyen peut-être le plus déterminant et le plus efficace pour réduire les plaintes contre les mauvaises odeurs consiste à bien choisir l'emplacement²². Il faut toujours consulter les règlements régionaux et provinciaux avant d'établir au bon endroit une exploitation avicole.

À cet égard, la direction du vent est très importante dans l'évaluation de l'emplacement²². Les installations devraient être situées sous le vent des quartiers résidentiels. La plupart des plaintes sont dues à l'épandage de fumier de volaille sur les terres cultivées, qui dégage des odeurs repoussantes pour le voisinage. L'épandage est plus souhaitable le matin qu'à la fin de l'après-midi, moment qui se prête moins au séchage du fumier²². Les voisins sont généralement plus sensibles aux problèmes d'odeurs au début de la soirée, lorsqu'ils profitent des installations de loisirs en plein air²². De même, on devrait éviter l'épandage près des habitations ou des grandes routes, à moins d'injecter directement le fumier dans le sol ou de travailler immédiatement ce dernier⁶. Ces méthodes ne limitent pas seulement la production d'odeurs, mais elles réduisent également au minimum la perte des éléments nutritifs.

Les odeurs peuvent également faire problème dans l'élevage même. On peut le mieux les maîtriser en pliant l'installation à une norme rigoureuse d'hygiène⁶. Le nettoyage à fond et l'enlèvement fréquent du fumier pour le transporter vers des lieux de stockage en même temps qu'une bonne évacuation des liquides et l'utilisation généreuse de litière, au besoin, tout cela contribue à accroître l'hygiène de l'installation⁶.

La planification et l'exploitation convenables d'un établissement avicole offrent de nombreuses occasions de maîtriser les odeurs. Lorsque l'on maintient en bon état de marche un système bien pensé, très peu d'odeurs sont produites, et la probabilité de plaintes est moindre²². Si l'on observe tous les règlements, y compris municipaux, alors la réduction des nuisances dues aux odeurs se résume à une question de sens commun et de respect du droit d'autrui⁶.

d) Autres motifs de préoccupation

Nous mentionnerons rapidement deux autres motifs de préoccupation que suscite le fumier de volaille. Il s'agit de la poussière et du fumier comme substrat pour les insectes.

Dans une large mesure, la poussière est une caractéristique des élevages⁶. Ce peut être un problème grave dans les exploitations avicoles, particulièrement si on y produit un dérivé final sec du fumier. La poussière n'est pas seulement une nuisance physique, mais elle peut également transporter des odeurs et des pathogènes⁶. La bonne circulation de l'air et une ventilation convenable limitent les effets des poussières sur le troupeau de volailles et sur les exploitants. Une bonne gestion et le maintien d'une hygiène rigoureuse peuvent considérablement réduire les problèmes de poussières découlant du fumier de volaille.

Le second motif de préoccupation est le substrat idéal qu'offre le fumier à diverses formes de vie pour qu'elles s'y nourrissent et s'y reproduisent. Le fumier est un lieu idéal de reproduction pour divers insectes, notamment les mouches, et il tend à attirer les oiseaux et même les rongeurs⁶. Toutes ces formes de vie tendent à être des nuisances, mais, fait plus important encore, elles peuvent devenir des vecteurs de maladie⁶. La solution à ce problème éventuel réside encore une fois dans la bonne planification et la bonne gestion du fumier de volaille.

Ces motifs de préoccupation pourraient ne pas être aussi évidents que les gaz, les odeurs et la pollution de l'eau, mais ils peuvent fortement s'aggraver. On peut y répondre par une bonne planification et gestion du fumier de volaille. Après avoir mis au point un système pour veiller à ces motifs de préoccupation, il suffit de le maintenir en bon ordre pour éviter l'émergence d'éventuels problèmes.

e) Principes de gestion

Les poulaillers exerceront toujours des effets sur l'environnement. La nocivité de ces répercussions dépendra de la qualité de la gestion des élevages⁶. En dépit des caractéristiques communes à la plupart des exploitations, chacune est en quelque sorte unique. La meilleure façon de réduire au minimum le risque pour l'environnement dû au fumier de volaille consiste à examiner les options qui, dans chaque cas, s'offrent à leur gestion. Ces options sont notamment les suivantes :

- Quand c'est possible, épandre le fumier sur des terres cultivées, en tenant compte du risque de pollution de l'eau et en favorisant l'utilisation la plus efficace des éléments nutritifs du fumier par les végétaux.
 - Si la superficie agricole est insuffisante, rechercher des solutions de rechange à l'élimination du fumier, pour en arriver à une solution écologique.
 - S'assurer de posséder une capacité de stockage suffisante du fumier pour en supprimer les rejets accidentels dans l'environnement. Le type de stockage doit supprimer le risque d'infiltration jusque dans les eaux souterraines.
 - Éviter l'épandage hivernal et permettre l'utilisation la plus efficace des éléments nutritifs par les cultures.
 - Situer les poulaillers de façon à éviter les plaintes contre les nuisances dues aux odeurs, aux poussières, aux mouches, au bruit et aux atteintes esthétiques, en assurant une distance suffisante et en aménageant des écrans convenables.
 - Utiliser au mieux les conditions météorologiques pour réduire les nuisances dues aux odeurs au cours de l'épandage.
 - Injecter le fumier dans le sol ou le recouvrir rapidement de sol et profiter de la forte réduction des pertes d'azote et de la maîtrise de l'éventuelle pollution due au ruissellement.
 - Maîtriser les gaz de fumier, notamment du lisier liquide en fosses, dans le souci de la santé et de la sécurité de l'homme et des animaux, soit par de nombreux transferts des poulaillers vers des fosses séparées de stockage ou par la purge d'une quantité suffisante de l'air de l'espace libre des fosses à fumier intérieures pour empêcher l'accumulation de gaz.
 - Fournir aux animaux en pâturage des abreuvoirs convenables, pour qu'ils ne s'abreuvent pas à même les cours d'eau ou les lacs et les contaminent.
- (G.C.U.F. , 1979)

Dans l'exploitation avicole, une partie ou la totalité de ces principes de gestion peut exiger un examen plus soigné, afin d'en arriver à un procédé de gestion du fumier de volaille qui soit économiquement et écologiquement acceptable⁶. Une exploitation bien planifiée et bien gérée permet de réduire considérablement les problèmes de gestion du fumier. La gestion du fumier de volaille peut procurer des avantages matériels et économiques considérables. Comme on insiste désormais et à juste titre sur le développement agricole durable, il est tout à fait évident que la gestion écologique du fumier de volaille fait partie intégrante de la stratégie visant à réduire au minimum les répercussions des exploitations produisant du fumier de volaille sur l'environnement.

7. Utilisations du fumier de volaille

a) Comme aliments des animaux

(i) Déshydratation

Comme nous en avons déjà discuté, le fumier de volaille est très prometteur, sous forme sèche, parce que c'est déjà le plus sec de tous les fumiers ordinaires. On peut l'utiliser sec, comme engrais ou comme ingrédient d'aliments des animaux.

L'emploi des fumiers dans l'alimentation animale est théoriquement séduisant, parce qu'il est susceptible de comprimer les coûts des aliments et de résoudre en partie le problème de la gestion des fumiers et les problèmes d'environnement²¹. On peut déterminer la valeur alimentaire des fumiers par les paramètres suivants :

- La composition des fumiers en éléments nutritifs, pour arrêter des stratégies judicieuses d'utilisation et pour estimer leur valeur.
- Les avantages pécuniaires éventuels de la réduction des coûts des aliments et de l'accroissement des revenus tirés de la viande, du lait ou des œufs, à la lumière des résultats des essais d'alimentation.
- Les avantages éventuels d'une stratégie de réutilisation du fumier dans les aliments pour la lutte antipollution.

(Martin *et al.*, 1983)

On a tenté plusieurs expériences d'utilisation du fumier déshydraté de volaille comme constituant des aliments des animaux. On a considéré le fumier séché comme comparable aux aliments protéiques tels que les tourteaux de soja et de coton, en raison des similitudes de leur teneur en protéines brutes²¹. On a posé par hypothèse, du point de vue économique, que le fumier séché de volaille était comparable à ces aliments protéiques. Malheureusement, cette supposition est extrêmement boiteuse, parce qu'elle insiste uniquement sur un aspect de la composition du fumier en éléments nutritifs²¹.

De fait, les déjections séchées de volaille semblent pouvoir mieux se comparer du point de vue nutritif aux fourrages tels que l'ensilage de maïs et le foin, plutôt qu'avec les aliments énergétiques ou protéiques²¹. On a en effet découvert que le fumier sec de volaille est pauvre en protéines digestibles et assez pauvre en énergie. Dans l'annexe III, nous en présentons les teneurs en protéines et en énergie. Comme aliment, ce fumier possède une valeur positive au moins égale à sa valeur comme engrais.

Il importe de noter que les animaux peuvent tolérer le fumier de volaille séché comme aliment uniquement jusqu'à une certaine concentration. Nous traiterons rapidement de trois études dans lesquelles on s'est servi de fumier de volaille comme aliment, afin de donner une meilleure idée des emplois de ce fumier dans l'alimentation des animaux.

On a constaté que la concentration maximale et optimale de fumier de volaille séché dans les rations des poudeuses et des ruminants, compte tenu des performances des sujets, variait de 5 à 20 %²⁰. Habituellement, lorsque le taux de fumier excède ces chiffres, la consommation alimentaire augmente tandis que la production diminue. Le fumier de volaille séché n'est donc pas aussi économiquement viable dans ces conditions que lorsque son taux est maintenu sous ces chiffres. D'après les analyses économiques, le fumier de volaille séché utilisé au taux optimal possède comme aliment une valeur pécuniaire supérieure à sa valeur comme engrais²⁰.

Utilisé en même temps que d'autres matières, le fumier de volaille séché peut donner un aliment non classique. On a constaté que des boîtes de carton, des dates entières et du fumier de volaille séché étaient une façon économique de nourrir le mouton¹⁴. De nouveau, il faut souligner l'existence d'un plafond au taux de fumier de volaille séché dans le régime des moutons. Le fumier de volaille procure ainsi, à titre d'ingrédient alimentaire, un avantage économique notable, qui chute rapidement dès que le taux de fumier dans l'aliment excède sa valeur optimale.

Le fumier de volaille séché peut également entrer dans la composition des aliments de la volaille. Des études ont permis de constater qu'il pouvait constituer sans danger jusqu'à 10 % de la ration des poulets à griller, sans avoir d'effet négatif sur la vitesse de croissance, l'efficacité alimentaire et les performances²⁹. À ce taux, on réduit considérablement les coûts des aliments²⁹. Au-dessus, on observe un ralentissement considérable de la vitesse de croissance, qui réduit fortement les avantages de son emploi dans les aliments de la volaille²⁹.

Quand on utilise le fumier de volaille séché dans les aliments des animaux, il importe d'en optimiser le taux et non d'en maximiser la quantité. De même, on ne devrait pas oublier que ce fumier peut être porteur de maladies s'il n'a pas été traité convenablement. Il est évident qu'il faut faire très attention et planifier beaucoup pour utiliser sans problème le fumier de volaille séché comme supplément alimentaire. L'utilisation de ce produit est économiquement viable tout en constituant un débouché écologique au fumier de volaille.

(ii) Ensilage

Une autre façon d'utiliser le fumier de volaille comme aliment pour les animaux consiste à l'ensiler. L'ensilage consiste à réunir 20 % de litière de volaille et 30 % de fumier de poudeuses élevées en cages à 50 % de maïs moulu, puis à ajouter de la mélasse et des bactéries pour faire fermenter le tout³². Après mélange et stockage dans des récipients étanches, on laisse fermenter le tout trois semaines³². L'ensilage possède plusieurs avantages par rapport à la déshydratation, notamment les suivants :

- Les pertes d'élément nutritif sont faibles.
- L'ensilage améliore l'appétabilité et réduit le nombre de pathogènes.
- L'ensilage est économique et consomme moins de combustible que la déshydratation.
- Il s'ajoute à la déshydratation pour s'appliquer aux aliments des animaux.
- Il permet d'utiliser une proportion plus grande de fumier de volaille.

- Le produit ensilé peut être stocké.
- On maîtrise les odeurs.
- On utilise les fractions liquide et solide.
(Day, 1980)

Cette solution possède également des inconvénients, notamment :

- Au moment de l'ensilage, on utilise souvent des matières de charge.
- L'ensilage selon les règles de l'art prend du temps. On peut comprimer ce dernier, de six à huit semaines à moins de trois semaines, par l'ajout de mélasse et de culture bactérienne convenable.
- Il exige une enceinte de stockage convenable, qui est assez étanche, pour empêcher la contamination.
- Il faut du travail de manutention ou de la main-d'œuvre pour récolter, transporter dans un lieu de stockage et ensiler les matières, transporter l'ensilage des enceintes de stockage aux mangeoires en plein air.
- Le changement des saisons fait que des matières de charge fourragère ne sont pas toujours disponibles.
(Day, 1980)

L'ensilage peut de fait donner un aliment plus complet¹¹. La digestibilité des matières ensilées est très bonne, et l'azote disponible dans le fumier de volaille est utilisé de façon efficace¹¹.

L'ensilage du fumier de volaille est une autre façon d'utiliser le fumier comme constituant des aliments des animaux. C'est un débouché très économique et écologique du fumier de volaille.

(iii) Traitement

D'autres méthodes que la déshydratation et l'ensilage permettent de transformer le fumier de volaille en aliment pour les animaux. La déshydratation occupe le premier rang sur le marché de la réalimentation des déjections ; l'ensilage vient loin derrière en deuxième place ; le traitement du fumier de volaille occupe une position très modeste. Les méthodes de traitement comprennent la cuisson, l'autoclavage et le traitement chimique.

La cuisson du fumier de volaille est très simple. Elle utilise deux parties de fumier et une d'eau¹³. Après 24 heures de cuisson, le produit est déshydraté au four. Le processus comporte plusieurs avantages, notamment :

- La perte d'aliments nutritifs est assez faible.
- La matière sèche est facile à intégrer dans le régime et stocker.
- La matière sèche est désodorisée.
- La température d'ébullition de l'eau tue les pathogènes.
- Les animaux acceptent bien cet aliment.

La méthode souffre également de plusieurs inconvénients, notamment :

- La cuisson et le séchage coûtent cher en énergie.
- L'équipement de cuisson et de séchage est coûteux.
- La collecte et le transport prennent beaucoup de temps et d'énergie.

Si la cuisson n'est pas aussi répandue que la déshydratation et l'ensilage, elle peut parfois constituer une façon acceptable de traiter le fumier de volaille afin de le redonner à manger aux animaux.

La deuxième méthode de traitement qui est très rarement utilisée est l'autoclavage. C'est une méthode de séchage rapide du fumier de volaille. Ses avantages et ses inconvénients sont à peu près les mêmes que ceux du séchage. Ce processus très coûteux ne semble utile qu'à petite échelle²⁹. Nous ne le mentionnons qu'en passant parce qu'on l'utilise dans certaines expériences scientifiques pour obtenir un fumier séché qui sert dans les études de réalimentation.

La dernière méthode dont nous discutons est le traitement chimique du fumier afin de le transformer en aliments pour les animaux. Dans cette méthode, le fumier recueilli est traité chimiquement en présence de substances telles que le Grazon⁷. On incorpore d'autres ingrédients tels que le maïs, pour obtenir la ration souhaitée. La transformation chimique du fumier de volaille en aliments pour animaux possède notamment les avantages suivants :

- L'aliment est rendu plus acceptable aux animaux.
 - La collecte et la réalimentation immédiates réduisent les pertes.
 - Aucun stockage n'est exigé.
 - On maîtrise les odeurs.
 - Les besoins en énergie et en main-d'œuvre sont faibles.
 - On utilise les fractions liquide et solide.
- (Day, 1980)

La transformation chimique possède plusieurs inconvénients, notamment :

- Il faut une récolte et un traitement quotidiens.
 - La courte durée de conservation n'autorise pas la constitution de grosses réserves.
 - Il faut de l'équipement de malaxage.
 - Les agents chimiques sont coûteux.
- (Day, 1980)

Dans le cas de la transformation chimique aussi, le procédé est utilisé à très petite échelle par rapport à la déshydratation et à l'ensilage. Parfois, ce peut être une façon très acceptable de traiter le fumier de volaille pour le redonner à manger aux animaux.

Le système de production de volaille en usage dans le monde entier produit beaucoup de fumier. Comme beaucoup d'installations disposent de très peu de terrain, il importe beaucoup

que l'on trouve d'autres utilisations à ce fumier que l'épandage habituel comme fumure. Le fumier de volaille est très prometteur comme aliments des animaux. On croit que sa valeur économique à ce titre excède sa valeur économique en tant qu'engrais, sur les marchés d'aujourd'hui. Cela peut être vrai du point de vue économique, mais on devrait faire remarquer qu'il subsiste des oppositions très fortes à l'emploi du fumier de volaille comme aliments des animaux. Le fumier de volaille reste principalement utilisé comme engrais. Lorsque l'épandage de ce fumier sur les terrains disponibles est convenablement planifié et géré, cette matière peut influencer de façon très positive sur la croissance et le rendement des cultures. D'autre part, du fait de l'augmentation ininterrompue du prix des aliments pour les animaux, l'emploi du fumier de volaille comme aliment de remplacement devient de plus en plus attrayant. Son utilisation comme aliment de la volaille représente une solution très judicieuse, viable et écologique à l'appui de ce sous-secteur de l'agriculture qu'est la production industrielle de volaille.

b) Comme engrais

La façon la plus pratique d'éliminer le fumier de volaille est de l'épandre sur les terres agricoles, comme engrais. Les constituants du fumier de volaille qui en font un engrais convenable sont ses concentrations d'azote, de phosphore et de potassium. Habituellement, les cultures ont plus besoin d'azote que de tout autre élément majeur⁶. Pour mieux comprendre l'emploi du fumier de volaille comme engrais, il faut saisir quelques principes de base de la chimie des éléments nutritifs du sol.

L'azote du fumier frais se trouve sous forme organique, qui est transformée en azote ammoniacal. L'ammonium s'adsorbe fermement aux particules du sol mais il peut se volatiliser, et de très grandes quantités peuvent être ainsi perdues par le sol⁶. Les bactéries du sol transforment l'azote ammoniacal en azote nitrique, facilement assimilable par les végétaux. L'azote nitrique ne s'adsorbe pas aux particules de sol et il est facilement lessivable par le mouvement de l'eau⁶.

Le phosphore du sol est habituellement absorbé par les végétaux sous forme de phosphates minéraux, qui, habituellement, proviennent de l'altération de la roche mère⁶. Les phosphates sont presque immobiles dans le sol, de sorte que, en tout moment, une petite proportion du phosphore du sol est assimilable par les végétaux⁶.

Les stocks de potassium dans le sol sont généralement 10 fois plus importants que les stocks d'azote ou de phosphore⁶. La majorité du potassium ajouté au sol par le fumier de volaille est facilement assimilable et il finit par être utilisé par la culture ou par s'adsorber au sol pour être utilisé en une autre occasion⁶. Le potassium n'est pas lessivé autant que l'azote.

(i) Non traité

Bien géré, le fumier de volaille est un moyen efficace pour engraisser les sols agricoles. On a reconnu depuis longtemps que c'est une excellente source d'éléments nutritifs pour la production de maïs, de petites céréales, de fruits et de légumes³⁰. L'élément nutritif le plus important que renferme le fumier de volaille destiné à l'engraissement des cultures est l'azote.

Le problème de l'épandage de fumier de volaille survient lorsque les quantités épandues sont supérieures aux besoins des végétaux. Cela entraîne le lessivage des nitrates du sol, qui peut mener à la contamination des eaux souterraines.

Les doses d'application du fumier de volaille se sont souvent fondées sur la quantité nécessaire pour maximiser les rendements des cultures³⁰. Malheureusement, cela peut se traduire par l'application d'une quantité excessive d'azote sur les sols. La meilleure stratégie d'épandage sur les terres agricoles serait d'optimiser les rendements des cultures. Cela exige une planification et une gestion soignées. Il faut connaître la quantité d'azote présent dans le sol et dans le fumier et connaître également combien d'azote exigera la croissance de la culture³⁰. On a constaté qu'il fallait uniquement d'un peu de fumier de volaille pour optimiser l'engraisement de la plupart des terres cultivées. On a aussi observé que les doses de fumier dans un procédé bien planifié et géré approchaient les limites inférieures auxquelles l'équipement actuel parvient à épandre uniformément le fumier de volaille sur les terres cultivées³⁰.

Il n'y a pas de doute que l'épandage du fumier de volaille peut être un moyen efficace d'engraisir les terres cultivées. Le problème provient du fait que, souvent, des applications excessives finissent par entraîner la pollution et la contamination des eaux souterraines. L'application à outrance de fumier sur tout sol, provoque sur une longue période l'accumulation des éléments nutritifs (la concentration de phosphore est également préoccupante) bien au-delà des besoins des cultures⁶. Elle peut polluer l'eau, en raison, également, du phosphore excédentaire⁶. On a un grand besoin de recherche dans les techniques de gestion du fumier de volaille. Plusieurs facteurs — type de fumier, de sol, drainage, précipitations, etc. — influent fortement sur les modalités de l'épandage dans une culture donnée. Pour empêcher l'épandage excessif et la pollution, les agriculteurs ont besoin de connaître et de comprendre tous ces facteurs afin d'engraisir convenablement et sans danger leurs terres. Le but de la gestion agronomique efficace du fumier de volaille devrait être d'estimer la vitesse à laquelle il faut fournir une quantité convenable d'azote, d'après un objectif de rendement réaliste et les particularités (travail du sol, irrigation) susceptibles d'influer sur les besoins en azote de la culture³⁰.

(ii) Sous forme de compost

L'épandage comme engrais a toujours été la méthode de gestion du fumier de volaille⁷. L'un de ses inconvénients réside dans le gaspillage important d'éléments nutritifs, du fait des méthodes normalement utilisées pour recueillir, stocker et épandre le fumier⁷. Pour limiter les pertes, on devrait ramasser le fumier souvent et l'utiliser sans délai⁷. Une solution est le compostage.

Il a déjà été question du compostage du fumier de volaille dans le § 3 c). Même si cette opération n'arrête pas totalement la perte d'éléments nutritifs, elle stabilise leur concentration et elle empêche les pertes observées après l'épandage de fumier brut de volaille en tant qu'engrais.

Les avantages du compostage sont notamment les suivants :

- Il est possible de constituer des réserves.
- Le compost n'a pas d'odeur.
- Le processus est relativement simple.

(Day, 1980)

Ces avantages font du compostage une méthode très judicieuse de transformation des matières que l'on veut utiliser comme engrais. Pour empêcher la perte d'éléments nutritifs, il faut recueillir le fumier brut, l'épandre et l'intégrer dans le sol presque immédiatement. Le compostage autorise un délai entre la collecte et l'épandage, parce que l'on peut stocker le compost. De même, il faut intégrer immédiatement dans le sol le fumier brut de volaille, car le simple épandage peut susciter des plaintes du fait des odeurs du fumier. Le compost permet de retarder l'intégration dans le sol, parce qu'il est assez stable et relativement inodore.

Le compost de fumier de volaille est au moins un engrais aussi bon que le fumier brut. Ses avantages font qu'il convient mieux à un système exigeant un stockage plus long et un épandage facile. Le seul inconvénient du compostage est d'exiger des superficies supplémentaires de stockage et, peut-être, de l'équipement spécial. Le compostage est une façon excellente de transformer le fumier de volaille en une matière qui se prête très bien à l'engraisement des sols.

(iii) Digéré

Après l'avoir traité, on utilise le fumier de volaille digéré en anaérobiose et en aérobiose. La valeur nutritive du liquide ainsi obtenu dépend de la méthode de traitement. Dans la digestion anaérobie comme dans l'aérobie, le système peut perdre beaucoup d'éléments nutritifs. Ces pertes sont inhérentes aux procédés de traitement, de manutention et de stockage. Elles aboutissent à un volume moindre de liquide à épandre sur les sols. Évidemment, si on utilise un procédé de digestion anaérobie en milieu fermé, on n'observe pas cet appauvrissement nutritif.

Dans le digesteur anaérobie, il ne se perd que 1 % de l'azote initial et presque rien du phosphore et du potassium⁶. Le fumier digéré semble un meilleur engrais que le fumier brut ordinaire, puisque la digestion augmente le taux d'azote minéral, facilement assimilable par les végétaux⁶. Le fumier de volaille digéré en anaérobiose a également servi à montrer que l'application de matières digérées accroît l'adsorption du phosphore dans le sol de même que son assimilabilité par les végétaux⁹.

Il tombe sous le sens que la digestion anaérobie et aérobie du fumier de volaille donne beaucoup d'engrais liquide, qu'il faut éliminer par épandage sur les terres cultivées. Comme cela se produit chez tous les fumiers, les pertes d'éléments nutritifs proviennent de la manutention, du traitement, du stockage et de l'épandage du liquide. Lorsqu'on réduit ces pertes au minimum, l'application du fumier liquide selon les règles de l'art est un moyen efficace d'engraisser les champs. Encore une fois, il faut insister sur la nécessité d'une planification et d'une gestion convenables de tout le procédé afin de prévenir le gaspillage et

la pollution. Lorsque le liquide résultant de la digestion anaérobie ou aérobie est convenablement appliqué dans un champ cultivé, c'est une façon très efficace et très efficiente de maintenir une méthode durable d'élimination des déjections des volailles.

(iv) Déshydraté

La déshydratation est une autre façon de transformer le fumier de volaille en engrais. Nous avons déjà discuté des méthodes de déshydratation. Si la déshydratation peut débarrasser le fumier d'une fraction importante de ses éléments nutritifs, la matière séchée obtenue est très facile à utiliser comme engrais solide. Pour expliquer plus en détail comment on peut obtenir un engrais déshydraté à partir de fumier de volaille, nous prendrons comme exemple le système de déshydratation de Dynamic Lifter Canada Inc.

Cette société est la filiale d'une entreprise qui a exploité cinq usines en Australie pendant 17 ans et qui, aujourd'hui, produit annuellement 45 000 t d'engrais à partir de fumier de volaille séché²⁷. Elle inaugurera sa première usine canadienne à Abbotsford (C.-B.), fin 1990. L'engrais est produit à partir de fumier de volaille (poulets à griller, pondeuses, reproducteurs)²⁷. Le processus commence par l'installation gratuite dans les poulaillers de pondeuses ou d'oiseaux reproducteurs, d'un système à l'eau qui permet de réduire l'humidité du fumier de volaille, qui passe de 70 à 30 %²⁷. La société paie ensuite un entrepreneur pour qu'il ramasse la litière de la volaille et la livre dans une usine centrale de traitement.

L'éleveur voulant adhérer à ce type de système y trouve plusieurs avantages, notamment :

- la forte réduction des odeurs, des mouches et des asticots, en raison de l'humidité réduite du fumier.
 - des économies sur la litière (copeaux), dont il n'a plus besoin.
 - des économies au ramassage et au nettoyage, frais qu'acquitte la compagnie.
 - des oiseaux beaucoup plus en santé.
 - des poulaillers pouvant être nettoyés et repeuplés en tout temps.
- (Romani, 1990)

Dans cet exemple précis, la compagnie exige simplement de l'éleveur qu'il signe un contrat pour les droits sur tout le fumier de volaille, pour la durée d'existence du poulailler.

Après que le fumier a été livré à l'usine de transformation, il y est composté, séché, classé et aggloméré. Sous sa forme finale, c'est un engrais organique concentré dont la teneur finale en humidité varie autour de 7 %²⁷. On peut l'entreposer, l'emballer et l'accumuler sous toutes les formes, sans écoulement des nitrates ni dégagement d'odeur de méthane²⁷. Le fumier organique granulé et aggloméré peut être épandu par les moyens classiques, par exemple des distributeurs centrifuges, des semoirs, ou par épandage aérien²⁷. On peut le traiter exactement comme tout autre type d'engrais solide. Parce qu'il est aggloméré, il libère lentement, à un rythme contrôlé, les éléments nutritifs qu'il renferme, ce qui optimise la croissance végétale. De même, on peut ajouter des éléments nutritifs à l'engrais pour en modifier les caractéristiques, conformément aux besoins de certains clients²⁷.

Bien que l'utilisation du fumier de volaille comme engrais n'ait rien d'inédit, ce processus industriel utilisé pour en modifier les caractéristiques afin d'en améliorer les performances et la qualité en tant qu'engrais de même que pour le rendre plus attrayant est certainement une stratégie bien judicieuse. L'engrais séché est d'un emploi pratique et d'un transport très facile. Il est écologique : la libération lente des éléments nutritifs diminue les probabilités de contamination de l'eau souterraine par les nitrates qui y parviennent par lessivage.

La majorité des autres entreprises qui sèchent le fumier de volaille ne le transforment pas autant que Dynamic Lifter Canada Inc. Pour épandre le fumier séché, on peut également utiliser les moyens classiques, mais souvent ce n'est pas sous forme agglomérée. Le fumier est assez facile à manutentionner sous forme solide et il est inodore. Comme dans le cas de tout engrais, il faut une planification et une gestion soignées pour prévenir les applications excessives de fumier séché. Ceci peut également mener à l'intoxication des sols et à la contamination des eaux souterraine.

Le fumier de volaille trouve fondamentalement deux usages distincts : soit comme aliment de remplacement pour les animaux, soit comme engrais. Dans les deux cas, lorsque le système de gestion est convenablement planifié et exécuté, il procure d'excellents débouchés au fumier de volaille. Les deux applications peuvent avoir des effets négatifs, mais grâce à la sensibilisation des intéressés, elles peuvent constituer des utilisations efficaces du fumier de volaille. Avec la sensibilisation de plus en plus grande à l'environnement, il est très réconfortant de constater la tendance vers le recyclage et la réutilisation de ce qui a déjà été considéré comme un déchet dont il fallait se débarrasser. L'utilisation du fumier de volaille comme aliment pour les animaux et comme engrais est une indication nette du sérieux avec lequel on commence à considérer l'environnement, mais c'est aussi une indication de l'efficacité du message en faveur du développement durable en agriculture, qui commence à porter fruit dans le milieu agricole en général.

8. *Conclusions*

Il est inévitable que, au Canada et dans le reste du monde, les poulaillers industriels, où le nombre d'oiseaux atteint des densités élevées, produisent énormément de fumier. Ce sous-produit est d'autant plus précieux que la plus grande partie des éléments nutritifs donnés à la volaille se retrouvent dans le fumier et non sous forme de protéines animales.

La composition chimique du fumier de volaille en fait un engrais ou un aliment très convenable en raison de ses concentrations d'azote, de phosphore et de potassium. Malheureusement, cette richesse peut causer la pollution des sols et de l'eau si l'élimination du fumier n'est pas convenablement planifiée ni gérée.

On peut manutentionner le fumier de volaille de plusieurs façons, selon que les matières sont liquides ou solides. Toutes les méthodes ont des points forts et des points faibles inhérents. Chaque exploitation étant différente, elle utilise le procédé le mieux adapté à ses besoins. Si un système donné est plus écologique ou d'un meilleur rapport efficacité-coûts, cela ne signifie qu'il convient le plus dans tous les cas. Bien que très diversifiés, tous ces systèmes ont un point en commun : ils permettent de manutentionner le fumier de volaille.

Si les méthodes d'évacuation sont assez nombreuses, il en est de même des méthodes de traitement du fumier de volaille. Le traitement peut porter sur des matières liquides ou solides, se dérouler en conditions anaérobies ou aérobies. Ici encore, tous les systèmes de traitement ont leurs propres avantages et inconvénients. Un système peut convenir dans une exploitation donnée, mais être totalement inutilisable ailleurs. Tous les systèmes parviennent à l'objectif commun de traiter, par différents moyens, le fumier de volaille.

Les lois et les lignes directrices concernant la gestion du fumier de volaille sont fédérales et provinciales. Elles traduisent une préoccupation très forte à l'égard du risque de pollution et des problèmes qui découlent de l'élimination du fumier de volaille. Il est vraiment surprenant d'observer que la plupart des provinces utilisent simplement le sens commun et la gestion bien réfléchie pour déterminer leurs politiques législatives à l'égard de la production et de l'élimination du fumier de volaille.

En raison de sa composition chimique, le fumier de volaille peut idéalement servir d'engrais ou d'aliment pour les animaux. L'engrais peut se trouver sous forme liquide ou solide. On peut transformer le fumier de volaille en aliments pour les animaux de diverses façons, qui confèrent au produit un goût agréable pour les animaux. Comme pour tous les autres aspects de la gestion du fumier de volaille, l'utilisation de ce fumier comme engrais ou comme aliment comporte des avantages et des inconvénients. L'application excessive d'engrais peut causer la pollution tandis que le traitement inadéquat du fumier peut propager des maladies et des pathogènes qui pourraient être nuisibles pour les animaux qui s'en nourrissent.

Notre survol de base s'inscrit dans le contexte plus général du système agricole. À remarquer que tous les procédés dont nous avons discuté et qui s'insèrent dans la gestion du fumier de volaille possèdent leurs propres points forts et points faibles. Chaque exploitant doit prendre en considération plusieurs facteurs avant de choisir le procédé qui convient le mieux au type

de gestion qu'il prévoit d'adopter. Une fois le système choisi, il peut, s'il est convenablement planifié et maintenu, faire partie intégrante d'un système d'agriculture intégrée, à la fois efficace et écologique. Il est agréable de constater que le fumier de volaille, auparavant considéré comme déchet, se prête à une gestion efficace, qui protège l'environnement, tout en étant un rouage important de l'industrie agricole en croissance constante.

Travaux cités

1. *Agricultural Code of Practice for Ontario*. 1973. Ministries of Environment and Agriculture and Food, Canada, p. ONT 117.0 - ONT 122.0.
2. AKERS, J.B. *et al.* 1975. « Drying of poultry manure - an economic and technical feasibility study », dans *Proc. of the Third International Symp. on Livestock Wastes*, Michigan, U.S.A., p. 473-477.
3. BADGER, D.D. 1980. « Economics of manure management », dans *Proc. of the Fourth International Symp. on Livestock Wastes*, Michigan, U.S.A., p. 15-16.
4. BARKER, J.C. *et al.* 1980. « Performance of aerated lagoon - land treatment systems for swine manure and chick hatchery wastes », dans *Proc. of the Fourth International Symp. on Livestock Wastes*, Michigan, U.S.A., p. 217-220.
5. BIRD, N.A. 1982. « Poultry manure handling systems », dans *The Manure Management Handbook*, Ont. Soil and Crop Imp. Ass., Ont. Min. of Agriculture and Food, Ont. Agricultural College, Canada, p. G1 à G17.
6. *Guide canadien d'utilisation des fumiers*. 1979. Agriculture Canada, Ottawa, p. 1-37.
7. DAY, D.L. 1980. « Processing manure for use as feed ingredients », dans *Proc. International Symp. on Biogas, Microalgae and Livestock Wastes*, Chine, p. 31-42.
8. ELSON, H.A. et KING, A.W.M. 1975. « In house manure drying - the slat system », dans *Proc. of the Third International Symp. on Livestock Wastes*, Michigan, U.S.A., p. 83-84 et 92.
9. FIELD, J.A. *et al.* 1985. « Effects of anaerobically digested poultry manure on soil phosphorus absorption and extractibility ». *J. of Environ. Qual.* 14: 105-107.
10. FOGG, C.E. 1980. « Confined livestock production: state-of-the-art », dans *Proc. of the Fourth International Symp. on Livestock Wastes*, Michigan, U.S.A., p. 17-18.
11. FONTENOT, J.P. *et al.* 1975. « Ensiling broiler litter with corn forage, corn grain and water », dans *Proc. of the Third International Symp. on Livestock Wastes*, Michigan, U.S.A., p. 222-226.
12. GRUNDEY, K. 1980. *Tackling Farm Waste*. Farming Press Ltd., Suffolk, Angleterre, p. 30-40.
13. ILIAN, M.A. et SALMAN, J.A. 1986. « Feeding processed hatchery wastes to poultry ». *Agricultural Wastes* 15: 179-186.
14. ILIAN, M.A. *et al.* 1988. « Unconventional feeds for sheep: Effects on performance and meat quality and composition ». *Biological Wastes* 24: 115-125.

15. KROODSMA, I.W. 1986. « Treatment of livestock manure: Air drying and composting poultry manure », dans *Odour prevention and Control of Organic Sludge and Livestock Farming*, Pays-Bas, p. 166-174.
16. LANE, T.H. et BATES, T.E. 1982. « Sampling and chemical analysis of manure », dans *The Manure Management Handbook*, Ont. Soil and Crop Imp. Ass., Ont. Min. of Agriculture and Food, Ont. Agricultural College, Canada, p. B2-1 à B2-2.
17. *Livestock Waste Facilities Handbook*. 1985. Second Edition, Midwest Plan Service, Ames, Iowa, U.S.A., p. 1.1-11.1.
18. *Manure Management Guidelines - Province of British Columbia*. 1985. Ministry of Agriculture and Food, Soils Branch, Canada, p. 6.
19. MARIAKULANDAI, A. et MANICKAM, T.S. 1975. *Chemistry of Fertilizers and Manures*. Asia Publ. House, New York, U.S.A., p. 224-230.
20. MARTIN, J.H. *et al.* 1983b. « Animal manures as feedstuffs: Poultry manure feeding trials ». *Agricultural Wastes* 6: 193-220.
21. MARTIN, J.H. *et al.* 1983. « Animal manures as feedstuffs: Nutrient characteristics ». *Agricultural Wastes* 6: 131-166.
22. MINER, J.R. 1980. « Controlling odours from livestock production facilities: state-of-the-art », dans *Proc. of the Fourth International Symp. on Livestock Wastes*, Michigan, U.S.A., p. 297-301.
23. OSTRANDER, C.E. 1975. « Techniques that are solving pollution problems for poultrymen », dans *Proc. of the Third International Symp. on Livestock Wastes*, Michigan, U.S.A., p. 71-73.
24. OVERCASH, M.R. *et al.* 1983. *Livestock Waste Management - Volume I*. CRC Press Inc., Boca Raton, U.S.A., p. 125-180.
25. RITTER, W.F. et CHIRNSIDE, A.E.M. 1987. « Influence of agricultural practices on nitrates in the water table aquifer ». *Biological Wastes* 19: 165-178.
26. ROBINSON, J.B. et BEAUCHAMP, E.G. 1982. « The resource conservation ethic applied to manure management », dans *The Manure Management Handbook*, Ont. Soil and Crop Imp. Ass., Ont. Min. of Agriculture and Food, Ont. Agricultural College, Canada, p. *B1-1 à B1-2.
27. ROMANI, H. 1990. Communication privée sur la méthode employée par Dynamic Lifter Canada Inc. pour déshydrater le fumier de volaille et ainsi le transformer en engrais.

28. SAFLEY, L.M. 1987. « Operating a full-scale poultry manure anaerobic digester ». *Biological Wastes* 19: 79-90.
29. SAIKIA, B.N. *et al.* 1987. « The nutritional value of dried poultry manure on the growth performance and carcass quality of broiler chickens ». *Indian J. of Poultry Science* 22: 190-193.
30. SIMS, J.T. 1987. « Agronomic evaluation of poultry manure as a nitrogen source for conventional and no-tillage corn ». *Agro. J.* 79: 563-570.
31. TAYLOR, J.C. et HANSARD, S.L. 1980. « Animal waste as a feed component: regulatory aspects », dans *Proc. of the Fourth International Symp. on Livestock Wastes*, Michigan, U.S.A., p. 13-14.
32. VEZEY, S.A. et DOBBINS, C.N. 1975. « Ensiling poultry floor litter and cage layer manure », dans *Proc. of the Third International Symp. on Livestock Wastes*, Michigan, U.S.A., p. 195-196.

Sommaire des systèmes d'évacuation des déjections de volaille¹

Logement en claustration : en cages

Fosse peu profonde — chasse d'eau

Fosse peu profonde — racloir

Fosse de profondeur moyenne — eau de l'évacuateur — drain

Fosse de profondeur moyenne — racloir

Fosse de profondeur moyenne — planches de déjections — racloir

Fosse profonde — racloir

Fosse profonde — eau de l'évacuateur — drain

Logement en claustration : sur litière ou au sol

Litière — racloir

Litière profonde — racloir

1 Overcash *et al.*, 1983

Estimation de la production canadienne de fumier de volaille

Chaque oiseau produit environ 55 kg de fumier par année (Kroodsma, 1986).

Production de poulets à griller en 1989

369 545 504 oiseaux

divisé par 6,7 troupeaux par année (*Manure Management Guidelines — B.C.*)

$369\,545\,504 / 6,7$

= 55 156 045 par cycle

× 55 kg

= $0,303 \times 10^{10}$

Production d'œufs en 1989

476 572 000 douzaines

= $0,572 \times 10^{10}$ œufs

Comme la production moyenne d'œuf par poule et par année

= 250 œufs (*Manure Management Guidelines —
Province of British Columbia*)

alors, le nombre de pondeuses

= $(0,572 \times 10^{10})/250$

= $22\,875\,456 \times 55$ kg

= $0,126 \times 10^{10}$

Une estimation très approximative de la production de fumier par des poulets à griller et des pondeuses donne par conséquent, par année, les chiffres suivants :

$0,303 \times 10^{10}$

$0,126 \times 10^{10}$

$0,429 \times 10^{10}$ kg

soit environ 4,3 milliards de kilogrammes de fumier de volaille (4,3 Mt) par année.

Composition des fumiers

Tous les tableaux de composition des fumiers ci-dessous sont tirés de Martin *et al.*, 1983, « Animal Manures as Feedstuffs: Nutrient Characteristics », *Agricultural Wastes* 6, 131-166.

Composition des fumiers en éléments nutritifs

Composition de la matière sèche (%)	Déjections de volaille séchées	Litière de poulets à griller séchées
	Moyenne	Moyenne
Protéines brutes	28,0	26,8
Protéines vraies	14,6	15,8
Protéines digestibles (par les ruminants)	12,6	22,6
Azote non protéique × 6,25	9,7	7,6
Ammoniac × 6,25	—	5,1
Extrait à l'éther	2,2	2,4
Fibres brutes	13,0	21,2
Extrait non azoté	33,4	27,5
Unités nutritives totales	52,3	58,9
Fibres au détergent acide	24,7	30,4
Cellulose au détergent neutre	52,4	47,4
Lignine	1,4	9,7
Énergie (kcal·kg ⁻¹)		
Énergie brute	3 047	3 652
Énergie digestible (par les ruminants)	2 456	2 440
Énergie métabolisable (par la volaille)	1 309	—
(par les ruminants)	1 900	1 627
Matière sèche (%)	84,7	80,6

Composition des fumiers en minéraux

Composition de la matière sèche (%)	Déjections de volaille séchées	Litière de poulets à griller
	Moyenne	Moyenne
Cendres	27,6	18,6
Aluminium	0,11	0,05
Calcium	8,07	2,60
Chlorures	0,87	0,35
Fer	0,54	0,07
Magnésium	0,50	0,39
Phosphore	2,29	1,81
Potassium	2,24	1,78
Sodium	0,60	0,38
Soufre	—	0,24
Arsenic (ppm)	1,5	4,1
Cadmium (ppm)	0,94	0,86
Chrome (ppm)	4,9	6
Cuivre (ppm)	66,0	50
Plomb (ppm)	4,6	2,3
Manganèse (ppm)	320	211
Mercure (ppm)	< 0,04	0,06
Sélénium (ppm)	0,68	0,44
Zinc (ppm)	376	187

Composition des fumiers en acides aminés

Acides aminés en pourcentage de la matière sèche	Déjections de volaille séchées	Litière de poulets à griller
	Moyenne	Moyenne
Arginine*	0,39	0,84
Cystine	0,06	0,22
Glycine	1,65	2,12
Histidine*	0,20	0,29
Leucine*	0,64	1,11
<i>Iso</i> -Leucine*	0,40	0,64
Lysine*	0,41	0,69
Méthionine*	0,16	0,30
Phénylalanine*	0,38	0,64
Tyrosine	0,31	0,48
Valine*	0,52	0,88
Alanine	0,67	0,94
Proline	0,58	1,34
Acide glutamique	1,33	2,66
Sérine	0,52	0,76
Thréonine*	0,45	0,67
Acide aspartique	1,03	1,27
Tryptophane*	0,53	—
Acides aminés totaux	10,23	15,85
Acides aminés essentiels (% du total)	3,63 35,5	5,39 34,0

* Acides aminés essentiels

Systèmes de manutention du fumier de volaille

Type de poulailler	Type de fumier	Collecte et transfert	Stockage	Reprise et transport vers le lieu d'épandage	Observations
Élevage au sol, sur litière (poulets à griller, poulettes de relève, reproducteurs)	Litière sèche	Au sol, chargement frontal dans un camion ou un épandeur de fumier, puis stockage	Au sol (lot actuel de poulets à griller) : stockage intérimaire en fumière sur dalle de béton à muret	D'une chargeuse frontale à un épandeur, puis épandage	Fumière nécessaire uniquement s'il faut nettoyer le poulailler et le repeupler alors qu'on ne peut pas épandre le fumier.
Sur sol chauffé, sans litière (poulets à griller)	Fientes séchées	Sur sol de béton ou de bois	Au sol (lot actuel de poulets à griller) : stockage intérimaire sous abri étanche à l'eau	D'une chargeuse frontale à un épandeur, puis épandage	Dalle chauffée par circulation d'eau chaude dans des conduites d'acier ou de plastique.
En cages suspendues ou portées (pondeuses)	Lisier	En rigole peu profonde, par racloir à va-et-vient mu par tracteur (pour les cages suspendues) ou par câble (pour les cages portées) jusqu'à une ouverture dans la fosse ou par un transporteur transversal qui l'achemine vers la fosse.	Cuve de stockage ou réservoir creusé	D'une pompe-agitateur à un réservoir, puis épandage, ou d'une remorque-citerne vers l'épandage	Apport d'eau de dilution au cours de l'agitation, pour permettre le pompage.
	Fumier pâteux	En rigole peu profonde, par racloir à va-et-vient mu par tracteur (pour les cages suspendues) ou par câble (pour les cages portées) jusqu'à une ouverture dans la fosse ou par un transporteur transversal qui l'achemine vers la fosse.	Fumière sur une aire murée	D'une chargeuse frontale à un épandeur, puis épandage	On évite d'ajouter trop d'eau.
	Fumier pâteux	Les fientes tombent directement dans une fosse profonde		D'une chargeuse frontale à un épandeur, puis épandage	On évite d'ajouter de l'eau de dilution, afin de réduire les odeurs au minimum. Ventilation maximale dans le secteur des fosses pour aider à faire sécher le fumier.
En cages superposées (pondeuses)	Fumier pâteux	Par courroie mobile, jusqu'à un transporteur transversal. Planches à déjections, racloir mécanique jusqu'à un transporteur transversal	Fumière sur une aire murée	D'une chargeuse frontale à un épandeur, puis épandage	On évite d'ajouter trop d'eau.
Sur sol en grillage de métal ou en caillebotis de bois	Fumier pâteux	Au sol, par une chargeuse frontale qui le verse dans un camion, puis stockage, ou dans un épandeur de fumier, puis épandage	Au sol (troupeau actuel) : stockage provisoire en fumière sur dalle à muret	D'une chargeuse frontale à un épandeur, puis épandage	Fumière nécessaire uniquement s'il faut nettoyer le poulailler et le repeupler alors qu'on ne peut pas épandre le fumier.
	Eau de ruissellement de fumière	Drain de surface et/ou égout	Rétention en stockage ou évacuation vers un réservoir de rétention ou un bassin creusé	D'une remorque-citerne aux champs	On évite d'ajouter de l'eau de dilution.

(G.C.U.F. , 1979)

Propriétés des principaux gaz de fumier et les réactions physiologiques qu'ils entraînent chez des personnes adultes

Gaz	Densité	Odeur	Couleur	Solubilité	Limites d'inflammabilité (%) en volume		Valeur limite d'exposition (ppm)	Coefficient d'amplification	Limite moyenne pondérée en fonction du temps (ppm)	Concentration du gaz (ppm) et réaction physiologique	
					Inf.	Sup.					
Ammoniac	0,6	Forte et piquante	Incolore	Grande	15,5	27,0	25	1,5	37,5		IRRITANT 5-50 — odeur la moins décelable 100-500 — irritations aux muqueuses en une heure 400-700 — irritation immédiate des yeux, du nez et de la gorge 2 000-3 000 — irritation grave des yeux, toux et formation d'écume à la bouche, mort possible 5 000 — spasme respiratoire, asphyxie rapide, mort possible 10 000 — mort rapide
Bioxyde de carbone	1,5	Inodore	Incolore	Moyenne	—	—	5 000	1,25	6 250,0		ASPHYXIANT 20 000 — sans danger 30 000 — accélération de la respiration 40 000 — somnolence, maux de tête 60 000 — halètement, respiration d'asphyxié 300 000 — mort possible (exposition de 30 min)
Sulfure d'hydrogène	1,2	Repoussante, œufs pourris	Incolore	Grande	4,3	45,5	10	2,0	20,0		TOXIQUE 0,01-0,7 — seuil de détection d'odeur 3-5 — odeur repoussante 10 — irritation des yeux 20 — irritation des muqueuses et des poumons 50-100 — irritation des yeux et des voies respiratoires (exposition d'une heure) 150 — paralysie du nerf olfactif, mort en 8 à 48 h 200 — étourdissement (une heure), dépression du système nerveux central 500-600 — nausée, excitation, perte de conscience, mort possible (30 min) 700-2 000 — mort rapide
Méthane	0,6	Inodore	Incolore	Faible	5,0	15	—	—	—		ASPHYXIANT 500 000 — mal de tête, non toxique

(G.C.U.F. , 1979)