

# Risques sanitaires et pollution de l'environnement

L'apport de matières organiques sur les cultures est une pratique de recyclage qui peut être considérée comme durable si elle est réalisée dans le respect des réglementations et du conseil agronomique.

Dans les pratiques agricoles, le « principe de précaution » doit donc être appliqué car il constitue un gage de crédibilité pour la filière de recyclage au sol. Il concerne aussi bien la qualité des matières fertilisantes utilisées que le respect des normes ou l'amélioration des épandages. L'irrespect de ces critères de qualité de la fertilisation organique peut engendrer des risques sanitaires et des risques de pollution de l'environnement.



Etude des risques sur  
colonne au laboratoire.  
© P.-F. Chabalier

|  |            |
|--|------------|
| <b>Risques sanitaires</b> .....  | <b>90</b>  |
| <i>Risques pour les populations humaines</i> .....                             | 90         |
| <i>Risques pour les animaux</i> .....  | 91         |
| <i>Les gestes de l'agriculteur pour réduire les risques sanitaires</i> .....   | 92         |
| <b>Pollution de l'environnement</b> .....                                      | <b>93</b>  |
| <i>Qualité des sols et des cultures</i> .....                                  | 94         |
| <i>Qualité de l'eau</i> .....  | 96         |
| <i>Qualité de l'air</i> .....  | 97         |
| <i>Les gestes de l'agriculteur pour réduire les risques de pollution</i> ..... | 100        |
| <b>Ce qu'il faut retenir du chapitre 6</b> .....                               | <b>102</b> |

## Risques sanitaires

Les risques sanitaires sont liés à une éventuelle contamination des populations humaines, des animaux et de l'environnement par des microorganismes pathogènes contenus dans les matières organiques brutes (c'est-à-dire non hygiénisées). Ces matières organiques brutes,

d'origine humaine ou animale (boues d'épuration urbaines, lisiers, fumiers, fientes de volaille...) peuvent héberger quatre types de microorganismes pathogènes : les parasites, les bactéries, les virus et les champignons.



### En savoir plus

#### Parasite, bactérie, virus, champignon

**Un parasite** est un être vivant unicellulaire (protozoaire) ou pluricellulaire (métazoaire). Il vit la totalité ou une partie de son existence aux dépens d'un ou de plusieurs autres êtres vivants, appelés hôtes (être humain, animal, plante...). Le plus souvent, le parasite ne se multiplie pas en dehors de son hôte (ou de ses hôtes).

**Une bactérie** est un microorganisme « procaryote » parce que son matériel génétique, c'est-à-dire l'acide désoxyribonucléique ou ADN, n'est pas logé dans un vrai noyau. La bactérie est formée d'une cellule qui assure sa survie et sa multiplication. Dans l'environnement, une bactérie peut se multiplier très rapidement, surtout si elle est placée dans des conditions qui lui sont propices. Certaines bactéries produisent des spores qui leur permettent de résister plus longtemps à des conditions défavorables (température, teneur en oxygène, humidité...).

**Un virus** est un organisme vivant très simple. Il est constitué d'un acide nucléique (son matériel génétique) inséré dans une enveloppe de protéines. Le virus pénètre dans une cellule hôte qui assure sa multiplication. Cette cellule se remplit de virus puis les libère lors de sa dissolution. Dans l'environnement (matières organiques brutes, eau, air...), le virus ne peut pas se multiplier s'il n'est pas logé dans une cellule hôte : il reste en l'état ou il est dégradé.

**Un champignon** produit des spores qui peuvent causer des rhinites allergiques et de l'asthme. Il se développe essentiellement sur un tas de matière organique en décomposition, comme un fumier ou un compost.

**La survie de ces agents pathogènes** dépend donc des conditions de milieu dans lequel ils se trouvent : température, insolation, pH (acide, neutre ou basique), accès aux nutriments...

### Risques pour les populations humaines

Une personne est exposée aux microorganismes pathogènes lorsqu'elle ingère des particules de sol, des fruits ou des légumes mal lavés, lorsqu'elle a une mauvaise hygiène (mains sales), ou lorsqu'elle inhale, lors d'activités en plein air, des particules de sol polluées en suspension.

Les risques sanitaires concernent d'abord les personnes qui manipulent les matières organiques brutes (lisiers, fientes, fumiers, boues d'épuration urbaines). Ces personnes doivent porter des gants et se laver les mains régulièrement.

Bactéries et champignons aux effets allergiques peuvent également être présents au cours des phases de fabrication des composts.

Dans une boue d'épuration urbaine, la concentration en microorganismes dépend du climat, de l'état sanitaire de la population humaine raccordée au réseau d'égout, de la composition des eaux usées provenant d'activités industrielles ou agro-alimentaires, ainsi que du procédé de traitement des eaux usées. Les maladies provoquées par les microorganismes pathogènes sont



surtout de nature digestive. Elles peuvent être bénignes (troubles intestinaux, nausées) ou plus graves (dysenteries) (**tableau 1**). Les symptômes peuvent apparaître assez rapidement, quelques heures ou quelques jours après le contact, mais de nombreux facteurs interviennent : la résistance des microorganismes, leur capacité à se multiplier; la dose minimale infectante (DMI : quantité minimale de pathogènes absorbée par une personne pour que les symptômes de la maladie se manifestent), la réponse de la

personne contaminée, qui varie selon l'âge, le sexe et l'état de santé.



### Pratique

#### Epandage de lisier

L'épandage de lisier sous pression augmente les risques de contamination par projection. Il faut donc diminuer la pression de sortie du lisier afin de réduire ce risque (utilisation de cuves avec des pendillards).

Tableau 1.

Exemples de maladies provoquées par des microorganismes pathogènes (toutes ne sont pas actuellement présentes à La Réunion).

| Microorganisme pathogène |  | Pathologie  |
|--------------------------|--|---|
| Parasites                | Parasites intestinaux (coccidies, cryptosporidies)                             | Entérite hémorragique   |
|                          | Vers parasites, <i>tænia</i> et <i>Ascaris spp</i>                             | Strongyloses gastro-intestinales, téniasis, ascaridioses, cysticérose |
| Virus                    | Entérovirus  | Méningite, fièvre, éruption cutanée, poliomyélite                     |
|                          | Hépatovirus  | Hépatites   |
|                          | Rotavirus  | Gastro-entérite   |
| Bactéries                | <i>Salmonella spp</i>  | Salmonellose (fièvre typhoïde ou toxi-infection alimentaire)          |
|                          | <i>Clostridium botulinum</i>   | Botulisme   |
|                          | <i>Listeria spp</i>  | Listériose, méningite, septicémie, méningo-encéphalite                |
|                          | <i>Campylobacter</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Shigella spp...</i> | Entérite (inflammation de la muqueuse intestinale)                    |
|                          | <i>Mycobacterium paratuberculosis</i> et <i>Brucella</i>                       | Brucelose et paratuberculose  |

## Risques pour les animaux

Le risque de contamination direct concerne les animaux qui pâturent une prairie, juste après l'épandage de matière organique brute et fraîche. L'épandage sur une parcelle en pente et en amont peut aussi entraîner, en cas de ruissellement, la contamination des parcelles en aval.

Une matière organique issue d'un élevage de volailles ne doit pas être épandue sur prairie, notamment en cas de pâturage parce qu'elle peut contenir *Clostridium botulinum* (bactéries et spores) responsable du botulisme, qui peut toucher le bétail et la population humaine.

## Les gestes de l'agriculteur pour réduire les risques sanitaires

Des techniques permettent de supprimer les agents pathogènes des matières organiques avant épandage. Ce sont des techniques de traitement ou de stockage (durée et température spécifiques de transformation ou de stockage, adjuvants de traitement, compostage...). Les matières ainsi traitées sont dites « hygiénisées ». L'enfouissement de la matière organique avec du matériel adapté, juste après épandage, limite les risques de contamination.

Le respect de la réglementation sur l'épandage permet de réduire fortement les risques. Les analyses d'agents pathogènes sont obligatoires dans la réglementation sur l'épandage des boues d'épuration urbaines et pour certains produits normalisés (normes NFU 44-051, NFU 44-095...). La réglementation applicable lors d'un épandage agricole de boue d'épuration (arrêté d'application du 08 janvier 1998) impose l'analyse de parasites (œufs d'helminthes), de virus (entérovirus) et de bactéries (salmonelles et coliformes thermotolérants).

La norme NFU 44-095 (arrêté d'application du 18 mars 2004) sur les composts de boues d'épuration ou de déchets verts urbains impose l'analyse d'indicateurs de traitement : *Escherischia coli*, *Clostridium perfringens*, bactéries entérocoques (dont la présence ou l'absence

sert à vérifier l'efficacité du traitement), œufs d'helminthes viables, *Listeria monocytogènes*, salmonelles.



### Pratique

#### Hygiénisation des matières organiques

**Lisier de porc.** Utilisation de deux fosses de stockage pour un auto-assainissement, pendant deux à trois mois ; traitement à la cyanamide calcique (5 l/m<sup>3</sup>), trois semaines avant l'épandage.

**Fumier.** Compostage avec deux retournements de l'andain et une montée en température.

#### Réduire les risques de contamination de l'eau

Pour réduire les risques de contamination des eaux, la réglementation sur l'épandage agricole prévoit des périmètres de protection autour des captages d'eau et des distances minimales pour l'épandage (➔ chapitre 8 - *Réglementation sur les épandages en agriculture*). Par exemple, le Règlement sanitaire départemental (RSD) de La Réunion précise qu'il est interdit d'épandre des matières organiques à moins de 35 mètres des puits et des forages, des sources, des berges de cours d'eau.



Pomme de terre et réservoir d'eau, Piton Hyacinthe. © V. van de Kerchove



# Pollution de l'environnement

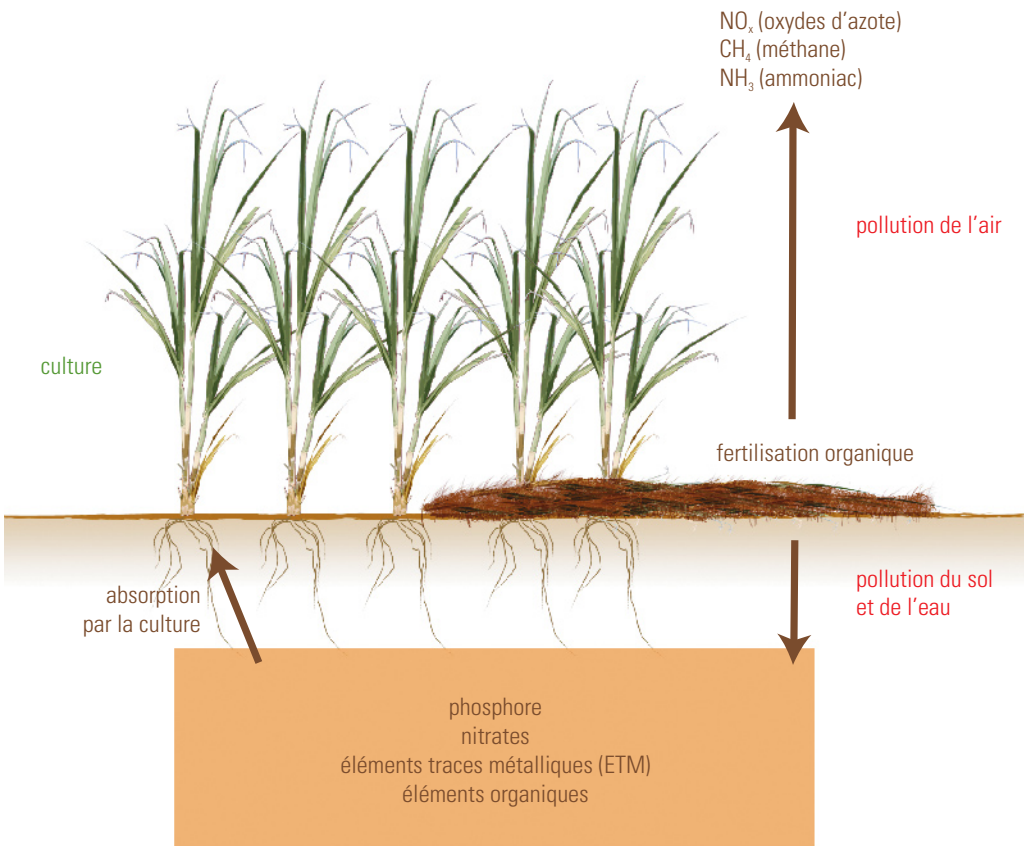
Les risques de pollution de l'environnement sont les risques de contamination par les nitrates, les phosphates, les éléments traces métalliques (ETM), et les composés traces organiques (CTO) éventuellement présents dans les matières organiques utilisées en agriculture. Ces risques apparaissent en cas de mauvaises pratiques de la fertilisation organique : surdosage, répartition irrégulière sur la parcelle, teneur élevée en contaminants des matières épandues. Ces éléments potentiellement dangereux peuvent

polluer l'atmosphère, polluer les sols, être exportés vers la chaîne alimentaire, être transférés vers les nappes d'eau souterraines. Ces pollutions peuvent toucher les trois compartiments de l'environnement : le sol, l'eau et l'air (**figure 1**). Elles peuvent être ponctuelles ou diffuses :

- ponctuelles, ou localisées, comme les fuites d'effluents issus des bâtiments d'élevage ;
- diffuses, provoquées par le ruissellement, le lessivage, ou par des dépôt atmosphériques d'éléments dangereux.

Figure 1.

Pollution de l'air, de l'eau et du sol en cas de surdosage de fertilisation organique.



## ! Pratique

**Risques de pollutions agricoles à La Réunion**

Les calculs de fertilisation étant le plus souvent fondés sur les apports en azote, l'excès de phosphore est à craindre lorsque les matières organiques épandues sont riches en cet élément. Des surdosages de lisier peuvent apporter du cuivre et du zinc en excès dans le sol.

En maraîchage, les quantités de matière organique épandues sont parfois considérables : le dosage de l'azote et du phosphore est en général excessif. La superficie des planches cultivées est parfois mal estimée, la valeur fertilisante des matières organiques n'est pas connue avec précision.

Ces pratiques engendrent des risques de pollution de l'environnement qui peuvent avoir des effets sur la qualité du sol, des produits agricoles récoltés, de l'eau et de l'air.

**Qualité des sols et des cultures**

La Commission européenne a lancé, en avril 2002, une « stratégie pour la protection des sols » qui place la préservation de la qualité de la ressource en sol au centre de sa politique de développement durable, au même titre que l'eau et l'air. La fertilisation organique est un moyen efficace pour lutter contre l'érosion, la perte de matière organique et la perte de biodiversité des sols (→ chapitres 2, 3 et 4). Mais la fertilisation organique peut être source de contamination diffuse des sols et des eaux si elle n'obéit pas à des pratiques rigoureuses.

Certaines matières organiques utilisées pour la fertilisation des cultures contiennent des éléments traces métalliques (ETM) et des composés organiques peu biodégradables. Les produits organiques sont en grande partie décomposés par les microorganismes du sol et ne présentent alors plus de risques. D'autres polluants potentiels, comme les ETM, le phosphore et des molécules organiques complexes non dégradables peuvent s'accumuler dans les sols.

**Toxicité azotée**

Une sur-fertilisation en azote (surdosage ou mauvaise répartition de la dose sur la parcelle) peut entraîner, pendant de courtes périodes, des concentrations importantes dans le sol.

C'est le cas de l'azote ammoniacal, apporté par des lisiers, qui peut être dangereux pour les cultures en place, particulièrement sensibles en début de cycle (brûlure de feuilles et mort des plantules).

Certains légumes (salades, brèdes) sont capables de stocker de grandes quantités de nitrates dans leurs tissus et peuvent alors devenir toxiques pour le consommateur (→ chapitre 1 - *La culture*).

**Toxicité liée à d'autres éléments minéraux**

Certaines graminées (canne à sucre, cannes fourragères...) présentent une consommation de luxe en potassium (→ chapitre 1 - *La culture*). L'excès de potassium peut entraîner des troubles digestifs chez les ruminants qui pâturent une prairie de ce type, mais cela a été rarement observé. Lorsqu'une culture de canne à sucre est très riche en potassium, la cristallisation du sucre s'effectue mal à l'usine et le sucre est évacué avec les mélasses.

**Toxicité par les éléments traces métalliques (ETM)**

L'accumulation d'éléments traces métalliques dans les sols peut entraîner des risques de



toxicité pour la flore, la faune et les populations humaines (→ chapitre 2 - *Le sol* + chapitre 8 *Réglementation sur les épandages en agriculture*). La législation retient le cadmium, le chrome, le cuivre, le nickel, le mercure, le plomb et le zinc comme contaminants potentiels de l'épandage agricole des boues d'épuration urbaines.

Des teneurs élevées en ETM peuvent se produire dans des matières d'origine agricole, comme les fumiers et les lisiers (cuivre et zinc), et dans les matières d'origine urbaine, comme les composts de déchets verts et les boues d'épuration.

Les composts urbains de La Réunion contiennent parfois des quantités élevées de chrome et nickel. La provenance du chrome et du nickel n'est pas encore connue précisément, mais ces éléments sont présents naturellement dans les sols volcaniques de l'île.

Actuellement, à La Réunion, les boues de stations d'épuration urbaines ne présentent pas de risque de pollution en ETM car il y a très peu d'industries et les eaux usées proviennent essentiellement des habitations raccordées au réseau.

## Toxicité par les composés traces organiques

Cette toxicité concerne les boues de station d'épuration. Les composés traces organiques (CTO) sont les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les polychlorobiphényles (PCB). Une vingtaine de HAP est présente dans l'environnement, dont les plus cancérigènes sont les pyrènes (ils comportent 4 ou 5 noyaux benzéniques). Ils proviennent essentiellement de la combustion des hydrocarbures, surtout du gazole, et se retrouvent dans les eaux d'égouts et dans les stations d'épuration.

Les PCB (plus de 200 molécules formées avec des molécules de type biphényle chloré qui s'associent) sont issus des industries : peinture, plastique, électrotechnie (transformateurs), métallurgie. Ils pourraient également se former dans les eaux usées à partir de mélange de détergents et d'organochlorés. Ils sont très résistants et leur persistance est considérable dans l'environnement. Ils sont amenés par les eaux d'égouts. Ils sont peu présents dans les boues d'épuration urbaines produites à La Réunion.

La législation sur l'épandage agricole des boues d'épuration urbaines (arrêté du 08 janvier 1998) impose au producteur de boue l'analyse des teneurs en plusieurs composés traces organiques de la boue :

- hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), c'est-à-dire le fluoranthène, le benzo(a)pyrène et le benz(o)fluoranthène (ce sont les seuls HAP qui doivent être recherchés) ;
- polychlorobiphényles (PCB) numéros 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180.

Les boues d'épuration ne peuvent pas être épandues si elles contiennent des composés traces organiques en quantités supérieures aux teneurs maximales fixées par l'arrêté du 08 janvier 1998.



### En savoir plus

#### Inventaire des ETM à La Réunion

À La Réunion, l'inventaire des ETM dans les sols, les déchets et les végétaux, réalisé en 2003, révèle qu'aucune accumulation d'ETM n'est actuellement détectable.

Cependant, afin d'analyser les impacts de la fertilisation organique sur les teneurs en ETM des sols et des végétaux, des expérimentations au champ et des essais en laboratoire sont en cours au CIRAD et à la Mission de valorisation agricole des déchets (MVAD) de la Chambre d'agriculture.



## Qualité de l'eau

Lorsque des sols sont pollués ou sur-fertilisés, les éléments solubles dans l'eau sont facilement entraînés par ruissellement, infiltration, drainage et lixiviation et peuvent polluer les eaux de surface ou les nappes phréatiques. Les mesures correctives visent le plus souvent la protection des sols contre l'érosion.

### Nitrates

Après une fertilisation azotée inadaptée (sur-fertilisation, mauvaise répartition, forte pluie après l'épandage...), la culture risque de ne pas absorber tout l'azote apporté. Les nitrates présents dans le sol sont alors perdus par lixiviation et se retrouvent en partie dans les nappes phréatiques (→ *partie La matière organique du sol et le cycle de l'azote du chapitre 5 - Les matières organiques produites à la Réunion*). Des teneurs élevées en nitrates s'observent souvent à l'aval ou au cœur des zones maraîchères où la sur-fertilisation des cultures est fréquente. Il est donc indispensable d'ajuster la fertilisation aux besoins de la culture. En revanche, la majorité des surfaces fourragères présente très peu de risques de lessivage des nitrates.

### Phosphore

Dans l'ouest de l'île, au cours des fortes précipitations de l'été austral ou des cyclones, les phénomènes érosifs sont importants. Ils ont de graves répercussions sur le lagon qui reçoit les eaux de ruissellement chargées en terre et en éléments fertilisants provenant des bassins versants cultivés en amont. Le taux de phosphore des eaux douces ou salées est un facteur déterminant de la croissance des algues et du plancton. Une eau concentrée en phosphore stimule le processus de fixation de l'azote de l'atmosphère par les algues et accélère leur croissance : c'est l'eutrophisation des cours d'eau. Le lagon est très sensible à l'eutrophisation et aux apports de terre : les algues



### En savoir plus

#### Eau potable à La Réunion

À La Réunion (Atlas de l'environnement, 2002), l'eau est en général de très bonne qualité mais les dépassements temporaires des normes de potabilité des eaux sur quelques captages sont préoccupants. Près de la moitié des unités de distribution délivrent une eau polluée ponctuellement. La population réunionnaise est alimentée en eau par plus de deux cents captages dont au moins la moitié est estimée vulnérable aux risques de pollution. En 2002, il y avait seulement 25 périmètres de protection des eaux de captage, et une dizaine en cours de procédure de classement.

Une eau est considérée comme potable lorsqu'elle contient moins de 50 mg/l d'azote nitrique. L'évolution des taux de nitrates dans l'eau de certaines unités de distribution peut être interprétée localement comme un signe de dégradation de la ressource. Cependant, il est actuellement impossible de déterminer si une pollution azotée est d'origine urbaine ou agricole. Certaines sources peuvent être polluées par des pesticides.

dites gazonnantes se développent au détriment des coraux qui dépérissent rapidement. Les conséquences économiques (tourisme, pisciculture...) s'ajoutent alors aux dommages écologiques.

Des pratiques agricoles permettent de lutter contre l'érosion :

- maintien d'une couverture végétale pendant la période des pluies (décembre à fin mars) sur les sols à forte pente ;
- aménagement des parcelles en terrasses ;
- haies anti-érosives ;
- pas de sur-fertilisation des cultures en phosphore, il faut donc respecter l'équilibre entre les besoins de la culture, les apports fertilisants et la fourniture du sol ;
- pas de travail du sol pendant la période des pluies, surtout les défrichements sur les pentes.





## Qualité de l'air

La fabrication et la manipulation de matières organiques peuvent affecter la qualité de l'air à proximité du lieu d'émission ou à une plus grande échelle — on parle dans ce dernier cas de pollution atmosphérique.

### Emissions gazeuses à proximité du lieu émetteur

Le lisier stocké dégage de l'ammoniac et, dans une moindre mesure, d'autres gaz. Lorsque la fosse à lisier est vidangée, juste avant l'épandage, les émanations d'ammoniac peuvent intoxiquer la personne qui manipule (évanouissement, chute dans la fosse). Ces émanations dangereuses ont lieu aussi à la manipulation des composts très riches en ammoniac (compost produit à partir de lisier apporté sur litière de volaille), à la mise en andains et à la reprise par un andaineur-mélangeur.

À l'épandage de matières organiques riches en azote ammoniacal (certains lisiers), des molécules malodorantes et du gaz ammoniacal se dégagent. Les aérosols azotés se déplacent sur de courtes distances selon la force du vent et fertilisent les parcelles proches du lieu d'épandage.

Le dégagement de molécules plus ou moins volatiles contenues dans la plupart des matières organiques entraîne des contraintes d'épandage. Les émanations d'odeurs désagréables sont surtout importantes en période sèche et chaude.

### Pollution atmosphérique à grande échelle

#### Pollutions acides

Dans la couche basse de l'atmosphère (**figure 2**), la pollution acide est due aux polluants  $\text{SO}_2$  (anhydride sulfureux),  $\text{NO}_x$  (oxydes d'azote), et aux vapeurs d'acides fluorhydrique et chlorhydrique (HF, HCl) émis par les activités humaines.  $\text{SO}_2$  et  $\text{NO}_x$  se transforment en sulfates ( $\text{SO}_3$ ) et en nitrates ( $\text{NO}_3$ ) lorsque l'atmosphère est sèche, et en acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) et en

acide nitrique ( $\text{HNO}_3$ ) lorsque l'atmosphère est humide. Tous ces composés sont acides et retombent à proximité des sources émettrices ou beaucoup plus loin, selon les vents. À La Réunion, les nuages de gaz d'anhydride sulfureux émis lors des éruptions volcaniques brûlent parfois légèrement la végétation à moyenne altitude (les agrumes semblent sensibles).

Les retombées acides ont des effets sur les matériaux de construction, les écosystèmes forestiers, les cultures, les écosystèmes d'eau douce et à un moindre degré sur le milieu marin.

#### Formation d'ozone dans l'air ambiant

Des réactions photochimiques aboutissent à la formation d'ozone ( $\text{O}_3$ ) dans la couche d'air proche du sol et dans la troposphère (**figure 2**). Ces réactions sont induites par le rayonnement solaire ultraviolet et par la présence de polluants primaires précurseurs, comme les oxydes d'azote et des composés organiques volatils non méthaniques (COVNM : aldéhydes, cétones, terpènes, etc., dont une partie est émise par les forêts). L'ozone ainsi formé est appelé « mauvais ozone » parce qu'il a des effets sur la santé humaine (irritant respiratoire) et sur les écosystèmes forestiers et agricoles. La pollution par l'ozone est également liée aux pluies acides.

Les émissions directes d'ozone dues aux activités humaines proviennent surtout de l'utilisation de carburants fossiles (stockage, distribution, mauvaise combustion) et de solvants.

#### Effet de serre

Une partie du rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre n'atteint pas l'espace mais est absorbée par des composés présents dans l'atmosphère ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , CFC). Cette absorption aboutit à la production de chaleur qui réchauffe l'atmosphère : c'est l'effet de serre. C'est un phénomène naturel qui contribue au développement et au maintien de

la vie sur Terre. Cependant, depuis l'ère industrielle, la concentration de gaz à effet de serre augmente.

C'est le cas du protoxyde d'azote ( $N_2O$ ), qui provient naturellement des océans et du sol. L'activité agricole produit aussi ce gaz par la transformation des produits azotés dans les sols agricoles (engrais, fumier, lisier, résidus de récolte). Plus les quantités d'azote apportées aux cultures dépassent leurs besoins, plus les pertes sous forme de gaz sont importantes.

La contribution de chaque gaz à l'effet de serre est spécifique. Dans l'atmosphère terrestre actuelle, c'est l'eau puis le gaz carbonique ( $CO_2$ ) qui sont les grands contributeurs de l'effet de serre (64 % des apports de gaz à effet de serre). Le méthane ( $CH_4$ ) provenant de l'élevage et de l'agriculture, représente 19 % des apports,  $N_2O$ , 6 %, et les CFC, 11 %. Le réchauffement ou le refroidissement climatique est directement lié à la quantité des gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère, en particulier  $CO_2$  et dans une bien moindre mesure  $CH_4$ , deux gaz appartenant au cycle du carbone.



Tas de fumier en attente d'épandage. © A. Nougadère

### En savoir plus

#### Andosols : producteurs de gaz à effet de serre ?

Dans des andosols très humides et dans certaines conditions d'anaérobiose (sol détrempé, période très pluvieuse), des formes réduites d'azote et de carbone ( $NO_x$  et  $CH_4$ ) sont synthétisées par voie microbienne et se volatilisent dans l'atmosphère. Ces gaz sont à effet de serre. A La Réunion, ce phénomène n'a pas été mesuré, bien qu'il pourrait exister dans les andosols perhydratés des hauts de l'île, dans lesquels de nombreux facteurs semblent favorables à la formation de  $NO_2$  et  $CH_4$ . Il faudrait effectuer des mesures pour savoir s'il est nécessaire de gérer les apports d'intrants dans ces sols.

#### Emissions de gaz à La Réunion et en métropole

En France, l'Institut français de l'environnement (IFEN, 2004) précise que les émissions de gaz à effet de serre en provenance du secteur agricole représentent 20 % des émissions totales. L'élevage, quant à lui, joue un rôle quasi exclusif pour les émissions de méthane.

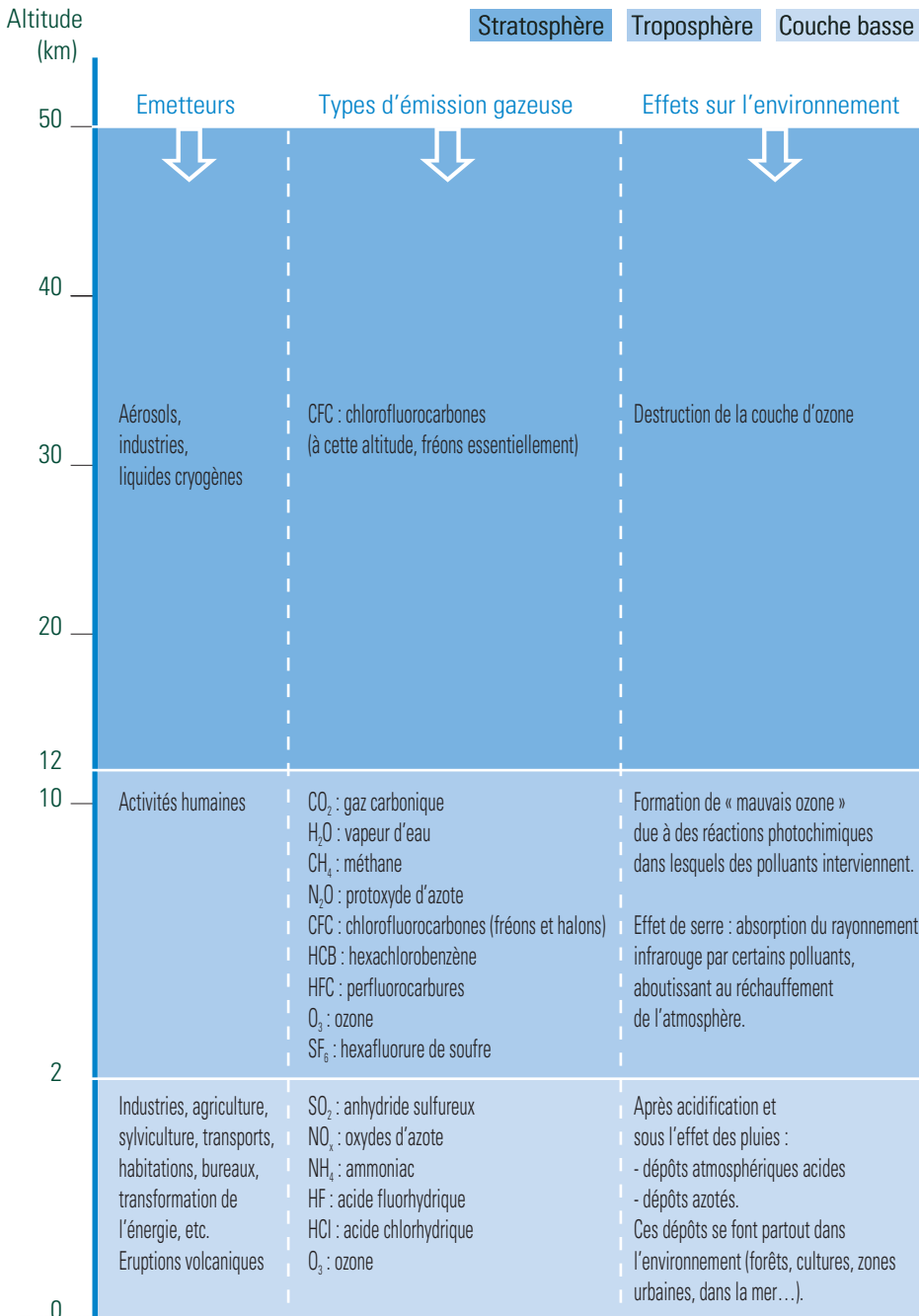
Le Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (CITEPA) précise que, en 1998 à La Réunion, les émissions provenant du secteur agricole et sylvicole ont eu un impact sur l'acidification et la photochimie (96 % des émissions de  $NH_3$  et 28 % des composés organiques volatiles non méthaniques COVNM) et sur l'effet de serre (21 % des émissions de  $CH_4$  et 74 % de celles de  $N_2O$ ).

Rapportées au nombre d'habitants, les émissions de gaz à effet de serre à La Réunion sont plus faibles qu'en métropole. D'après le CITEPA, cela s'explique par l'importante production d'électricité d'origine hydraulique, par l'absence d'industrie lourde, l'absence de chauffage dans les bâtiments, l'agriculture moins intensive, etc.



**Figure 2.**

Les émissions gazeuses et la pollution atmosphérique. La distance parcourue par ces émissions entre l'émetteur et le lieu de pollution peut aller de quelques centaines de mètres à plus de 1 000 kilomètres.



## ! Pratique

**Agir sur l'effet de serre**

(D'après INRA, 2003). L'agriculture est directement touchée par les changements climatiques ; elle contribue en même temps fortement à l'émission de gaz à effet de serre. Elle peut donc participer à la réduction de ces émissions par le stockage du carbone (biomasse et sol), par l'évolution des pratiques agricoles (réduction des travaux du sol consommateurs d'énergie, installation de couvertures végétales vivantes et mortes) et par la production et l'utilisation de produits agricoles substituables aux combustibles d'origine fossile (biocarburants...).

**Limiter l'augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique par le stockage du carbone par les forêts et les sols**

Il est intéressant d'utiliser des engrais verts entre les cultures ou d'enfouir les résidus de culture qui apportent du carbone au sol. Grâce à l'enfouissement des matières organiques fraîches et des amendements organiques, le sol a la capacité de fixer durablement le carbone en assez grande quantité. L'objectif est alors d'améliorer le bilan de matière organique du sol par l'apport régulier de matières organiques.

**Limiter les émissions de CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O du secteur agricole par l'amélioration de la fertilisation et l'utilisation des matières organiques**

Les doses d'azote doivent être adaptées aux besoins de la culture et apportées au bon moment. Le stockage et la transformation des matières organiques d'origine agricole peuvent être améliorés. Au stockage du lisier, par exemple, une aération séquentielle diminue les émissions de N<sub>2</sub>O. Le compostage d'un fumier diminue la production de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O avec certaines pratiques (comme la bonne aération des andains). On peut étendre la production de cultures énergétiques pour réduire le recours aux énergies fossiles. En région tropicale, c'est le cas de la canne à sucre qui peut produire de l'éthanol. A La Réunion, cette production pourrait être faite à partir des mélasses (mais la rentabilité industrielle est encore insuffisante face au prix du pétrole). Un autre exemple est le *Jatropha podagrica* (Euphorbiaceae), arbuste succulent peu exigeant et très robuste, qui produit de l'huile pouvant remplacer le gasoil. Ces cultures énergétiques peuvent être fertilisées par des effluents urbains, agro-industriels et agricoles.

**Les gestes de l'agriculteur pour réduire les risques de pollution**

- 1- L'agriculteur connaît les caractéristiques agronomiques des matières organiques à épandre, par rapport aux besoins des sols et des cultures et aux risques de pollution environnementale et sanitaire. Les analyses standard de matières organiques sont très utiles. C'est particulièrement important pour les lisiers et les matières issues du traitement de lisiers, pour lesquels l'accumulation d'azote, de phosphore et d'autres éléments (notamment cuivre et zinc) existe dans les parcelles destinées à leur épandage (effet à long terme).
  - des besoins en éléments nutritifs des cultures ;
  - du choix des parcelles ;
  - des périodes d'épandage.
- 2- L'agriculteur calcule les doses de matières organiques à apporter sur les cultures en fonction :
  - des caractéristiques agronomiques des sols ;
- 3- L'agriculteur applique le principe de qualité des usages, c'est-à-dire une organisation rigoureuse des activités de manipulation, de stockage (durée réglementaire de stockage des effluents d'élevage), de mise en circulation et d'épandage des produits organiques. Pour l'épandage, ce sont l'apport adapté des fertilisants, le choix des périodes d'épandage de fertilisants organiques, et le respect des restrictions d'épandage à proximité de lieux particuliers (➔ chapitres 8 - *Réglementation sur les épandages en agriculture*).





4- L'agriculteur applique une démarche de traçabilité pour toute matière organique épanchée sur une parcelle, qu'il s'agisse d'un déchet ou d'un produit issu de déchet : cahiers des charges précis, plans de fertilisation et de fumure, moyens d'accompagnement et de contrôle (tenue de cahiers des flux de matière organique et d'épandage).

5- L'agriculteur limite les facteurs de transfert de pollution (lessivage, ruissellement, érosion, compactage, pente...) en ayant une attention particulière aux parcelles à risque (parcelles en pente) et aux périodes d'apport.



Feu de canne. © CEDUS



Tas de fumier de bovin. © J.-M. Médoc



Dos D'Anes. © A. Nougadère



Plaine des Cafres. © V. van de Kerchove



# Ce qu'il faut retenir du chapitre 6



## ✓ Les risques sanitaires

Les risques sanitaires sont les risques de contamination des populations humaines, des animaux et de l'environnement par des microorganismes pathogènes contenus dans les matières organiques brutes (c'est-à-dire non hygiénisées). Ces matières organiques brutes, d'origine humaine ou animale (boues d'épuration urbaines, lisiers, fumiers, fientes de volaille...) peuvent héberger des microorganismes pathogènes : parasites, bactéries, virus et champignons.

## ✓ Les risques de pollution de l'environnement

Les risques de pollution de l'environnement sont les risques de contamination par les nitrates, les phosphates, les éléments traces métalliques (ETM), les composés traces organiques (CTO) qui peuvent être contenus dans les matières organiques utilisées en agriculture. Ces risques apparaissent en cas de mauvaises pratiques de la fertilisation organique : surdosage, répartition irrégulière sur la parcelle, teneur élevée en polluants des matières épandues.

Ces pollutions peuvent être ponctuelles, comme les fuites d'effluents issus des bâtiments d'élevage, ou diffuses, provoquées par l'épandage, le ruissellement, le lessivage, ou par des dépôts atmosphériques (pluies acides chargées de soufre et d'azote).

## ✓ Réduire les risques

L'agriculteur qui fabrique ou qui utilise des matières organiques peut diminuer au maximum les risques sanitaires et les risques de pollution de l'environnement. Il doit connaître la composition des produits qu'il fabrique et qu'il emploie pour garantir les meilleures conditions d'utilisation sur le plan réglementaire et agronomique.