

Ce document N'EST PLUS UTILISÉ par le Groupe de la Banque Mondiale. Les nouvelles versions des Directives Hygiène, Sécurité et Environnement du Groupe de la Banque Mondiale sont disponibles sur le site <http://www.ifc.org/ehsguidelines>.

Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires pour la production de cultures annuelles

Introduction

Les Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires (Directives EHS) sont des documents de références techniques qui présentent des exemples de bonnes pratiques internationales, de portée générale ou concernant une branche d'activité particulière. Lorsqu'un ou plusieurs États membres participent à un projet du Groupe de la Banque mondiale, les Directives EHS doivent être suivies conformément aux politiques et normes de ces pays¹. Les Directives EHS établies pour les différentes branches d'activité sont conçues pour être utilisées conjointement avec les **Directives EHS générales**, qui présentent des principes directeurs environnementaux, sanitaires et sécuritaires applicables dans tous les domaines. Les projets complexes peuvent exiger l'application de plusieurs directives couvrant des branches d'activité différentes. La liste complète de ces directives figure à l'adresse suivante: <http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>

Les Directives EHS indiquent les mesures et les niveaux de performances qui sont généralement considérés réalisables dans de nouvelles installations avec les technologies existantes à un coût raisonnable. L'application des Directives EHS dans des installations existantes peut nécessiter la définition

¹ C'est-à-dire les pratiques que l'on peut raisonnablement attendre de professionnels qualifiés et chevronnés faisant preuve de compétence professionnelle, de diligence, de prudence et de prévoyance dans le cadre de la poursuite d'activités du même type dans des circonstances identiques ou similaires partout dans le monde. Les circonstances que des professionnels qualifiés et chevronnés peuvent rencontrer lorsqu'ils évaluent toute la gamme des techniques de prévention de la pollution et de dépollution applicables dans le cadre d'un projet peuvent inclure, sans toutefois s'y limiter, divers degrés de dégradation environnementale et de capacité d'assimilation de l'environnement ainsi que différents niveaux de faisabilité financière et technique.

d'objectifs spécifiques à chaque site et l'établissement d'un calendrier adapté pour atteindre ces objectifs. Le champ d'application des Directives EHS doit être fonction des aléas et des risques identifiés pour chaque projet sur la base des résultats d'une évaluation environnementale qui prend en compte des éléments spécifiques au projet, comme les conditions en vigueur dans le pays dans lequel le projet est réalisé, la capacité d'assimilation de l'environnement et d'autres facteurs propres au projet. La mise en œuvre de recommandations techniques particulières doit être établie sur base de l'opinion professionnelle des personnes ayant les qualifications et l'expérience nécessaires.

Si les seuils et normes stipulés dans les réglementations du pays d'accueil diffèrent de ceux indiqués dans les directives EHS, les normes les plus rigoureuses seront retenues pour les projets menés dans ce pays. Si des niveaux moins contraignants que ceux des directives EHS peuvent être retenus pour des raisons particulières dans le contexte du projet, une justification détaillée pour chacune de ces alternatives doit être présentée dans le cadre de l'évaluation environnementale du site considéré. Cette justification devra montrer que les niveaux de performance proposés permettent de protéger la santé de la population humaine et l'environnement.

Champ d'application

Les Directives EHS pour la production de cultures annuelles regroupent des informations relatives aux productions commerciales à grande échelle de céréales, légumes secs, racines et tubercules, plantes oléagineuses, plantes fibreuses,

légumes, cultures fourragères dans les régions tempérées, subtropicales et tropicales. L'annexe A donne une description détaillée des activités de cette branche d'activité. Les cultures de plantation font l'objet des Directives EHS pour la production de cultures de plantation. La transformation des produits des cultures fait l'objet des Directives EHS pour le traitement des aliments et boissons. Ce document se compose des sections ci-après :

Section 1.0 - Description et gestion des impacts propres aux activités considérées

Section 2.0 - Indicateurs de performance et suivi des résultats

Section 3.0 - Bibliographie

Annexe A - Description générale de la branche d'activité

1.0 Description et gestion des impacts propres aux activités considérées

Cette section résume les questions environnementales, sanitaires et sécuritaires liées à la production de cultures annuelles et présente des recommandations quant à leur gestion. Des recommandations supplémentaires portant sur la gestion des questions EHS qui peuvent être communes aux différentes branches d'activité sont données dans les Directives EHS générales.

1.1 Environnement

Les problèmes environnementaux associés à la production de cultures annuelles rentrent essentiellement dans les catégories suivantes :

- Pressions exercées sur les ressources en eau / stress hydrique
- Érosion du sol et perte de capacité de production
- Utilisation de pesticides
- Eutrophisation du milieu aquatique

- Perte de la biodiversité
- Résidus des cultures et autres déchets solides
- Émissions atmosphériques

Pressions exercées sur les ressources en eau (stress hydrique)

La gestion de l'eau dans le cadre de la production de cultures annuelles doit viser à optimiser le rendement agricole tout en préservant la quantité et la qualité des ressources en eau. Les ressources en eaux de surface ou souterraines destinées à l'irrigation doivent être gérées selon les principes de Gestion intégrée des Ressources en Eaux, conformément aux recommandations ci-après², qui consistent à :

- déterminer la quantité et la qualité de l'eau requise pour la production de cultures ;
- évaluer les ressources en eaux de surface et souterraines et s'assurer, notamment en collaborant avec les institutions nationales ou régionales que le projet prend en compte les plans, existants ou en cours, de gestion et de suivi des ressources en eau;
- sélectionner les cultures en fonction des disponibilités en eau ;
- récolter au maximum lorsque cela est possible, l'eau de pluie (collecte des eaux pluviales/ « Rain Harvesting »), lorsque cela est possible, comme suit :
 - limiter le ruissellement des eaux en adoptant des méthodes de cultures antiérosives, et en aménageant des terrasses et des billons qui suivent les courbes de niveau et le contour du terrain ;
 - dévier les eaux du bassin hydrographique vers les cultures elles-mêmes en détournant les eaux de crue des oueds, en orientant les écoulements de surface grâce à des murets, et en déviant les eaux tombées

² FAO (2002a).

- sur les routes et les chemins vers les zones de culture pour permettre de conserver l'eau dans le sol et atténuer les effets des périodes sèches de courte durée;
- conserver les eaux de ruissellement collectées durant les périodes pluvieuses dans des réservoirs, des bassins, des citernes et au moyen de barrages de terre pour les utiliser pendant les périodes sèches ;
 - conserver les eaux d'irrigation en appliquant les méthodes suivantes:
 - réduire l'évaporation en évitant d'irriguer en milieu de journée et en pratiquant une irrigation au goutte-à-goutte ou localisée (si cela est possible), ou en procédant à un arrosage sous le couvert végétal au lieu d'un arrosage par aspersion ;
 - réduire les pertes d'eau par infiltration dans les canaux en les recouvrant ou en utilisant des conduits fermés ;
 - désherber et tenir secs les espaces compris entre les rangées de cultures ;
 - éviter d'irriguer trop ou trop peu pour réduire le risque de salinisation du sol ;
 - entretenir la végétation au bord des canaux et des systèmes de drainage ;
 - tenir un registre de gestion de l'eau avec les informations sur les précipitations, la pluviosité et l'évaporation, ainsi que la durée et les volumes d'eau, pour mieux comprendre comme l'utilisation de l'eau évolue sur une longue période.

Érosion du sol et perte de capacité de production

La dégradation du sol peut provenir d'une mauvaise gestion due notamment à une mécanisation excessive et à des pratiques agricoles surintensives. L'érosion du sol peut être aggravée par de fortes chutes de pluie des tempêtes et par des pentes raides

ou longues, et elle peut, à terme, contribuer à la sédimentation des plans d'eau de surface. Une bonne gestion des sols doit être assurée afin d'éviter ou de limiter le plus possible les pertes de capacité de production et la sédimentation des eaux de surface. Les moyens de prévenir cette perte de sols consistent, notamment, à³ :

- assurer une gestion intégrée des éléments nutritifs pour éviter leur épuisement ou leur accumulation ;
- cultiver des plantes adaptées au climat local et aux conditions édaphiques ;
- dans les régions très pentues, choisir attentivement et prudemment les zones de plantation et l'orientation des cultures par rapport aux dénivellations du terrain pour prévenir l'érosion due aux précipitations ou à l'irrigation ;
- mettre en place des murets de pierres, des barrières végétales transversales, des terrasses ou des canaux de drainage ou de dérivation pour prévenir l'érosion éolienne ou hydrique ;
- utiliser des machines appropriées pour éviter le compactage du sol par des matériels excessivement lourds ;
- éviter d'utiliser une eau trop salée à des fins d'irrigation pour éviter la salinisation⁴ ;
- recourir à un couvert végétal ou à des cultures intercalaires ou mettre en place des coupe-vents pour réduire l'action érosive du vent ou des pluies fortes ;
- augmenter la teneur du sol en matières organiques en utilisant des matières comme les résidus de cultures, le compost et le fumier pour protéger le sol contre le soleil, la pluie et le vent, et pour nourrir le biote qu'il abrite. À cet

³ De plus amples informations sont données dans les directives de la FAO (2000) : Guideline on Integrated Soil and Nutrient Management and Conservation for Farmer Field Schools.

⁴ Se référer à FAO (1992), chapitre 4 du de l'ouvrage intitulé « The Use of Saline Waters for Crop Production » pour un examen des caractéristiques de l'eau adaptées à l'irrigation.

effet, il faut au préalable examiner le risque de propagation des ennemis des cultures ;

- envisager des apports en hydrate de calcium pour compenser l'acidification du sol causée par les dépôts d'acide et les engrais, et pour maintenir des niveaux stables de pH ;
- évaluer les impacts que pourraient avoir des déchets tels que le fumier et le lisier sur les sols ou les eaux en raison des contaminants qu'ils contiennent (tels que métaux lourds, azote, phosphore et agents phytopathogènes...) avant de les utiliser pour enrichir le sol.

Utilisation de pesticides

L'objectif premier de la lutte contre les ennemis des cultures ne doit pas être d'éradiquer tous les organismes, mais de les gérer ainsi que les maladies pour que les impacts économiques et environnementaux qui y sont liés demeurent en-dessous du seuil d'acceptabilité. Il importe de gérer les pesticides pour éviter qu'ils se propagent dans les milieux terrestre et aquatique hors du site considéré. Leur utilisation doit par conséquent s'inscrire dans le cadre d'une stratégie de lutte intégrée contre les ennemis des cultures, dans un plan de gestion des pesticides. Il est conseillé de suivre la démarche ci-après dans le cadre de la conception et de la mise en place de cette stratégie en privilégiant des options autres que l'épandage de pesticides, et en n'utilisant qu'en tout dernier recours des pesticides chimiques synthétiques.

Options autres que l'épandage de pesticides

Lorsque cela est possible, il est recommandé, les options recommandées pour éviter l'utilisation des pesticides, sont les suivantes:

- donner aux personnes responsables des décisions relatives à l'épandage de pesticides, une formation sur

l'identification des ravageurs, celle des mauvaises herbes et la reconnaissance sur le terrain ;

- procéder à la rotation des cultures pour limiter la présence de ravageurs et de mauvaises herbes sur le sol concerné ;
- cultiver des variétés résistant aux ennemis des cultures ;
- procéder au désherbage par des moyens mécaniques et/ou thermiques ;
- utiliser des organismes à impacts bénéfiques comme les insectes, les oiseaux, les acariens et les agents microbiens pour lutter contre les ravageurs par des moyens biologiques ;
- protéger les ennemis naturels des ravageurs en leur assurant un habitat qui leur est propice, comme les buissons pour abriter les sites de nidification et autres végétations autochtones pouvant servir d'habitat aux prédateurs des ravageurs ;
- mettre des animaux en pâture dans les zones considérées pour pouvoir gérer le couvert végétal ;
- utiliser des moyens de lutte de type mécanique tels que des pièges, barrières, lumière et son pour éliminer, déplacer ou repousser les ennemis des cultures.

Épandage de pesticides

Lorsque l'application de pesticides est justifiée, les utilisateurs doivent prendre les précautions suivantes :

- former le personnel sur l'application de pesticides et veiller à ce qu'il ait reçu des certificats adéquats ou des formations équivalentes si de tels certificats ne sont pas requis^{5 6} ;

⁵ Quelques exemples de programmes de certificat sont fournis par l'Agence américaine pour la protection de l'environnement (US EPA) (2006), qui distingue deux catégories de pesticides (« non classé » et « à usage restreint »), et exige que les applicateurs de pesticides reçoivent une formation à cet effet conformément au Worker Protection Standard (40 CFR Part 170) for Agricultural

- consulter les instructions du fabricant concernant le dosage maximal ou le traitement recommandé, de même que les rapports publiés sur la réduction du taux d'application des pesticides sans perte d'effet (comme le rapport du DAAS 2000), et appliquer la dose minimale efficace ;
- procéder à l'épandage des pesticides en prenant en compte des éléments comme les observations sur le terrain, les données météorologiques, le moment auquel le traitement intervient et le dosage, et tenir un registre dans lequel ces informations sont consignées ;
- éviter d'utiliser les pesticides figurant dans les catégories 1a et 1b des Lignes directrices pour la classification des pesticides par degré de toxicité de l'Organisation mondiale de la santé ;
- éviter d'utiliser les pesticides figurant dans la catégorie II des Lignes directrices pour la classification des pesticides par risque, recommandées par l'Organisation mondiale de la santé, si le pays dans lequel se déroule le projet n'impose pas de restrictions sur la distribution et l'utilisation des substances chimiques visées, ou s'il est probable que celles-ci seront accessibles à des personnes n'ayant pas la formation, les matériels et les installations requises pour manipuler, stocker, appliquer et éliminer ces produits de manière appropriée ;
- éviter d'utiliser les pesticides énumérés dans les annexes A et B de la Convention de Stockholm, sauf dans les conditions qui y sont définies, ainsi que ceux faisant l'objet d'interdiction ou d'élimination progressive à l'échelle internationale^{7 8} ;
- utiliser uniquement des pesticides fabriqués sous licence, enregistrés, et agréés par l'autorité compétente et conformément au Code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)⁹ ;
- utiliser uniquement des pesticides étiquetés conformément aux normes et standards internationaux, tels que les Directives révisées de la FAO pour un bon étiquetage des pesticides¹⁰ ;
- opter pour des technologies et méthodes d'application conçues pour réduire les risques de dérives involontaires ou les écoulements accidentels, uniquement comme indiqué dans un programme de lutte intégrée contre les ennemis des cultures, et ne les employer que dans des conditions bien définies ;
- entretenir et calibrer les matériels d'application des pesticides conformément aux recommandations des fabricants ; utiliser uniquement les matériels enregistrés dans le pays où ils sont utilisés¹¹ ;
- établir des zones tampons non traitées autour et le long des sources d'eau, fleuves, étangs, lacs et rigoles pour protéger les ressources hydriques ;
- Éviter d'utiliser des pesticides associés à des problèmes et à des risques environnementaux au niveau local.

Manutention et entreposage des pesticides

Il importe d'éviter la contamination des sols et celle des eaux de surface et souterraines par des déversements accidentels lors du transfert, de la préparation et de l'entreposage des pesticides, en suivant les recommandations de stockage et de

⁹ FAO (2002c)

¹⁰ FAO (2002c)

¹¹ Renvoit aux normes d'enregistrement et de certification du pays d'accueil pour les nouveaux matériels d'application de pesticides. De plus amples informations sur les mécanismes d'enregistrement et de certification sont données par la FAO (2001).

Pesticides. EPA exige en outre que les pesticides à usage restreint soient appliqués par un épandeur certifié ou en sa présence.

⁶ De plus amples informations sur la classification des risques des pesticides sont fournies par l'OMS (2005).

⁷ Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (2001).

⁸ Par exemple, l'élimination à l'horizon 2015 du bromure de méthyle conformément aux dispositions du Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrisent la couche d'ozone.

manipulation des matières dangereuses figurant dans les

Directives EHS Générales. Il est également recommandé de prendre des mesures additionnelles qui consistent, notamment, à :

- entreposer les pesticides dans leur emballage d'origine, dans un local réservé à cet effet, sec, frais, à l'épreuve du givre et bien ventilé ; ledit local, dont l'usage doit être clairement indiqué, doit pouvoir être fermé à clé et n'être accessible qu'au personnel autorisé¹². Aucun aliment destiné à la consommation humaine ou animale ne doit être entreposé dans ce local. Celui-ci doit aussi être équipé de dispositifs de confinement des déversements et son emplacement doit être choisi compte tenu des risques de contamination du sol et des ressources en eau ;
- confier la préparation et le transfert des pesticides à un personnel formé à cet effet dans des zones ventilées et bien éclairées, dans des conteneurs conçus et réservés à cet usage ;
- n'utiliser les conteneurs à aucune autre fin (par exemple pour l'eau potable). Les conteneurs contaminés doivent être manipulés comme des déchets dangereux et traités comme tels. L'élimination des conteneurs contaminés par des pesticides doit se faire conformément aux directives de la FAO¹³ et aux instructions des fabricants ;
- n'acheter et ne stocker que la quantité de pesticides nécessaire et gérer les stocks suivant le principe du « premier entré, premier sorti » afin de les utiliser avant qu'ils ne deviennent obsolètes¹⁴. Éviter d'utiliser des pesticides obsolètes en quelques circonstances que ce

soit¹⁵ ; un plan de gestion comprenant des mesures de confinement, d'entreposage et de destruction finale de tous les stocks obsolètes doit être élaboré conformément aux directives de la FAO et en application des engagements nationaux pris dans le contexte des Conventions de Stockholm, de Rotterdam et de Bâle ;

- recueillir et réutiliser les eaux de rinçage des matériels après leur nettoyage (par exemple pour diluer des pesticides identiques afin d'obtenir les concentrations auxquelles ils sont appliqués) ;
- veiller à ce que les vêtements de protection utilisés pendant l'épandage soient nettoyés ou éliminés d'une façon écologiquement responsable ;
- définir des zones de protection et respecter les normes d'éloignement des puits d'eaux souterraines pour l'épandage et le stockage de pesticides ;
- tenir à jour des registres quant à l'utilisation et de l'efficacité des pesticides.

Eutrophisation du milieu aquatique

Les stratégies de gestion des éléments nutritifs¹⁶ doivent maximiser le rendement des cultures tout en maintenant et en améliorant la teneur du sol en éléments nutritifs. Ces stratégies doivent être mises en œuvre dans le cadre d'une gestion intégrée des éléments nutritifs visant à prévenir, limiter ou contrôler la contamination des ressources en eau souterraine et l'eutrophisation des eaux de surface due à l'écoulement et au lessivage des nutriments culturaux excédentaires. Les risques d'écoulement et de lessivage atteignent leur maximum durant les opérations d'épandage ou immédiatement après lorsque les éléments nutritifs ne sont pas assimilés par le sol, et lorsque des pluies torrentielles causent un écoulement rapide.

¹² FAO (2002c)

¹³ Se référer aux Directives de la FAO concernant l'élimination des déchets de pesticides et des conteneurs de pesticides.

¹⁴ Se référer à FAO (1996).

¹⁵ Se référer au manuel de la FAO sur le stockage des pesticides et le contrôle des stocks. Série n°3 des publications de la FAO sur l'élimination des pesticides (1996).

¹⁶ Roy et al. (2006)

Différents points doivent être considérés pendant la conception et la mise en œuvre de la stratégie de gestion intégrée des éléments nutritifs : la nécessité d'un apport d'éléments nutritifs, l'adoption d'un plan pour et après l'épandage d'éléments nutritifs, et la manutention et le stockage des éléments nutritifs.

Évaluation de la nécessité d'apports en éléments nutritifs

Pour déterminer s'il est nécessaire d'utiliser des éléments nutritifs et, le cas échéant, pour en réduire les quantités, les recommandations suivantes doivent être prises en compte :

- doser les éléments nutritifs comme recommandé dans le cadre d'une gestion intégrée des éléments nutritifs, notamment en pratiquant des cultures sans labour ou avec un travail réduit du sol, le recyclage des éléments nutritifs, la préparation du sol et l'ensemencement en une seule étape, en tenant compte du risque d'une utilisation accrue de pesticides ;
- pratiquer la rotation des cultures pour pouvoir cultiver des légumineuses capables de fixer l'azote ;
- utiliser des plantes pour couvrir le sol, surtout en période de jachère et dans les régions humides, afin de limiter les pertes d'éléments nutritifs ;
- incorporer les déchets organiques au sol au lieu de les brûler ;
- éviter d'utiliser des quantités d'engrais excessives en analysant le sol avant la période végétative pour estimer la quantité d'éléments nutritifs supplémentaires nécessaires aux cultures qui seront faites. Évaluer la nécessité d'appliquer des éléments nutritifs en s'appuyant sur l'observation de parcelles expérimentales ;
- évaluer l'acidité du sol pour assurer une assimilation maximale des phosphates ;

- donner aux exploitants agricoles une formation en matière de gestion intégrée des éléments nutritifs basée sur principes établis et les manuels de pratique agricole publiés¹⁷.

Épandage d'éléments nutritifs

Si l'épandage d'éléments nutritifs est justifié, il est recommandé de prendre des mesures pour atténuer leurs effets sur l'environnement, qui consistent à :

- utiliser dans la mesure du possible des matières organiques, comme le fumier, au lieu d'engrais chimiques ;
- incorporer le fumier dans la terre ou l'épandre entre des cultures en végétation pour améliorer l'utilisation par les plantes des éléments nutritifs et, par conséquent, réduire la perte de ces éléments et leur effet de contamination. Ne pas épandre de fumier ou de purin directement sur les zones de pâturage ou sur les cultures comestibles. Dans les zones d'élevage intensif, il faut savoir que les éleveurs évacuent souvent leur fumier en le déposant sur les terres agricoles cultivées au risque de provoquer leur surfertilisation ;
- pratiquer la « fertirrigation » des cultures horticoles, qui consiste à ajouter de faibles quantités d'engrais liquide à l'eau d'irrigation. Cette technique implique une gestion minutieuse et est utilisée principalement dans les opérations de production serricole ;
- programmer les périodes d'épandage des éléments nutritifs en fonction des données météorologiques afin d'éviter, le cas échéant, de procéder à cette opération lors de précipitations ou à l'annonce de celles-ci ;
- utiliser les matériels appropriés pour épandre le fumier ;
- établir des zones tampons ou d'autres zones non traitées le long des sources d'eau, fleuves, rivières, étangs, lacs et

¹⁷ Se référer à FAO (2000).

rigoles pour servir de filtre et capter les écoulements pouvant provenir du sol ;

- planifier et mentionner par écrit les activités de gestion intégrée des éléments nutritifs ; à cet effet, un registre des engrains peut être tenu dans lequel on retrouve les informations suivantes:
 - dates d'achat et d'utilisation, quantité d'engrais utilisée par parcelle/hectare, raisons de l'utilisation et conditions météorologiques prévalant pendant l'épandage :
 - taux d'application des éléments nutritifs pendant la période végétative.
 - programme d'entretien des matériels d'épandage pour assurer un dosage efficace

Manutention et stockage des éléments nutritifs

Pour prévenir, limiter ou combattre la contamination éventuelle des sols et des ressources eau de surface et souterraines par des déversements accidentels lors du transport, de la préparation et du stockage des éléments nutritifs, ces derniers doivent être entreposés et manipulés d'une manière conforme aux recommandations pour la gestion de matières dangereuses figurant dans les **Directives EHS générales**. En outre, les engrains doivent être stockés dans leur emballage d'origine, dans un emplacement prévu à cet effet et pouvant être verrouillé et bien identifié par des panneaux, et dont l'accès est limité aux personnes autorisées.

Impacts sur la biodiversité

Lorsqu'elles ne sont pas gérées comme il se doit, les techniques culturales modernes, intensives et conventionnelles peuvent avoir des effets défavorables sur la biodiversité. Les principales menaces pesant sur les écosystèmes au niveau de l'exploitation agricole sont les suivantes :

Dégénération des ressources génétiques et perte de la variabilité

Le personnel responsable des opérations de production des cultures annuelles doit être conscient des questions de biodiversité à l'échelle de l'exploitation agricole (également appelée biodiversité agricole), mais également à une échelle plus vaste, au niveau de la région dans laquelle se trouve l'exploitation agricole. Différentes mesures doivent être prises pour préserver la biodiversité à l'échelle de l'exploitation agricole, qui consistent notamment à :

- réutiliser dans la mesure du possible les résidus des cultures antérieures sur la surface du sol. Il importe toutefois, à cet égard, de déterminer au préalable le risque de propagation des ennemis des cultures ;
- limiter les activités de préparation du sol pour préserver la structure de ses écosystèmes (par exemple, privilégier des méthodes de culture sans labour ou avec un travail réduit du sol) ;
- laisser les abords des parcelles cultivées à l'état sauvage pour constituer un couloir naturel pour la faune ;
- prévoir des zones tampons entre les terres cultivées et les espaces naturels présentant un intérêt particulier pour l'environnement et la recherche ;
- vérifier régulièrement l'état de santé du sol, par exemple en déterminant la population d'espèces bioindicatrices de la macrofaune du sol, comme les lombrics ;
- utiliser des semences certifiées ne comprenant aucune espèce exogène envahissante et correspondant aux indications de taille et d'espèce figurant sur l'emballage ;
- protéger les ennemis naturels des ravageurs en leur assurant des habitats propices, tels que haies, sites de nidification et végétation autochtone ; et

- promouvoir le recours à des pratiques agricoles biologiques dans la mesure du possible¹⁸.

Différentes mesures doivent être prises pour préserver la biodiversité à l'échelle régionale, qui consistent notamment à :

- étudier la zone du projet avant de convertir les terres et de les affecter à la production de cultures annuelles afin de recenser, classer et délimiter les types d'habitats naturels ou modifiés et de s'assurer de leur valeur au niveau de la biodiversité sur le plan régional ou national ;
- s'assurer qu'aucun habitat naturel ou modifié devant être affecté à la production de cultures annuelles n'est un habitat d'importance critique, dû à des espèces menacées ou gravement menacées d'extinction, ou des sites importants de reproduction, de nourrissage ou de repos de la faune ;
- rester conscient de la présence d'espèces menacées ou gravement menacées d'extinction dans les zones déjà utilisées pour la production de cultures annuelles et en tenir compte dans les processus de gestion ;
- éviter autant que possible de perturber les zones environnantes lors de la récolte ou de la collecte des cultures.

Organismes génétiquement modifiés (OGM), espèces envahissantes et organismes nuisibles

Au nombre des préoccupations environnementales liées à l'introduction de cultures OGM figurent la transmission à d'autres espèces (éventuellement envahissantes) des gènes inoculés, les effets inattendus sur les insectes utiles, ou le renforcement de la résistance des ennemis des cultures. L'introduction et l'exportation de plantes ou de produits à base

¹⁸ Se référer à IFOAM (2005) pour de plus amples informations sur l'agriculture biologique.

de plantes pouvant introduire des organismes nuisibles est également source de préoccupation.

Il faut s'assurer que l'introduction de cultures d'OGM est conforme au cadre réglementaire du pays d'accueil en ce domaine. En l'absence de loi et de règlement, il est nécessaire d'évaluer les conséquences et les risques qui peuvent résulter de l'introduction d'OGM en accordant une attention particulière sur le comportement invasif potentiel et en identifiant les mesures d'atténuation qui peuvent être indiquées¹⁹. Les risques d'introduction d'organismes nuisibles doivent être gérés selon les normes internationales de mesures phytosanitaires²⁰.

Résidus des cultures et autres déchets solides

Les résidus des cultures représentent le volume le plus important des résidus issus de la production de cultures de plantation, bien que les déchets les plus dangereux proviennent souvent des conteneurs de pesticides et des pesticides obsolètes et périmés. Les mesures pour prévenir et limiter les impacts que peuvent avoir la production de ces déchets consistent à :

- recycler les résidus des cultures et autres matières organiques en les laissant dans les champs, en les enfouissant dans le sol, en procédant au labourage ou en les transformant en compost. Il importe d'examiner au préalable le risque de propagation des ennemis des cultures avant de procéder à ce recyclage ;

¹⁹ Se reporter aux engagements pris par le pays concerné dans le cadre de la Convention sur la Diversité Biologique, disponible à <http://www.biodiv.org/default.shtml>. Les normes internationales sur l'évaluation des risques sont données dans le Protocole de Cartagena sur la biosécurité (<http://www.biodiv.org/biosafety/default.aspx>).

²⁰ Cf. La Convention Internationale de Protection des Plantes (<https://www.ippc.int/IPP/En/default.jsp>) et les 27 directives données dans « International Standards for Phytosanitary Measures » (2006). Voir également les accords OMC sur l'Application des mesures sanitaires et phytosanitaires (Accords SPS) (http://www.wto.org/english/tratop_e/spse_e/spagr_e.htm)

- utiliser les résidus des cultures comme combustible dans les installations de production d'énergie thermique provenant de la biomasse et comme matière première dans les opérations de bioraffinage ;
- laver (par exemple par la méthode du triple rinçage ou du lavage sous pression) et mettre au rebut (par exemple par le broyage, le déchiquetage ou le renvoi au fournisseur) les emballages et les conteneurs de pesticides pour s'assurer qu'ils ne serviront pas de conteneurs pour des aliments ou de l'eau potable²¹; les eaux de rinçage doivent être récupérées et réutilisées comme diluants ou stockées en vue de leur élimination, conformément aux directives de la FAO²² ;
- traiter les pesticides périmes et indésirables comme des déchets dangereux conformément aux **Directives EHS générales** et à celles de la FAO pour la gestion des pesticides indésirables et périmes^{23, 24}.

Émissions atmosphériques

Les émissions atmosphériques sont principalement associées aux émissions des produits dérivés de la combustion de produits comme le dioxyde de carbone (CO₂), le dioxyde de soufre (SO₂), et l'oxyde d'azote (NO_x), et des particules en suspension, résultant de l'utilisation de matériels motorisés ou de la combustion de produits dérivés de l'élimination ou de la destruction de résidus des cultures. Ces derniers peuvent contenir des dioxines et des furanes si les cultures ont été traitées avec des pesticides chlorés. Les émissions de gaz à effet de serre (GES), dont l'oxyde de diazote (N₂O), le méthane (CH₄) et l'ammoniac (NH₃), peuvent provenir de l'utilisation d'engrais ou des conditions édaphiques associées à certaines

cultures comme le riz. L'ammoniac et l'oxyde de diazote se volatilisent sous l'effet de vents forts et à des températures élevées.

Les mesures recommandées pour prévenir ou lutter contre ce phénomène consistent, notamment, à :

- gérer les émissions des matériels agricoles motorisés conformément aux recommandations figurant dans les **Directives EHS générales** concernant les sources d'émission mobiles et fixes ;
- utiliser dans la mesure du possible des biocombustibles plutôt que des énergies fossiles pour réduire les émissions nettes de GES ;
- pratiquer la méthode de travail réduit du sol pour accroître la capacité de ce dernier à stocker le carbone ;
- privilégier le séchage solaire des cultures concernées ;
- réduire les émissions de matières particulaires en évitant de brûler la paille et d'autres matières organiques présentes sur le terrain, et en conservant les matières organiques pour protéger le sol contre l'érosion éolienne pendant et après les activités de préparation du sol ;
- éviter des pratiques susceptibles de provoquer des émissions involontaires de polluants organiques persistants (POP) comme le brûlage en plein air de résidus agricoles traités au moyen de pesticides ;
- réduire les émissions d'ammoniac et d'oxyde de diazote comme suit²⁵:
 - réduire les concentrations d'ammoniac et de nitrate dans le sol ;
 - appliquer des inhibiteurs dénitritifiant ;
 - améliorer l'aération du sol ; et
 - accroître l'assimilation par le sol de l'ammoniac, des engrains à base d'urée et du fumier en utilisant des techniques comme, notamment, l'injection de fumier,

²¹ FAO (2002c).

²² FAO (2002c)

²³ FAO (1999).

²⁴ Si le plan d'élimination des pesticides passe par des territoires étrangers, il doit entrer en conformité avec les engagements pris par les pays dans le cadre des Conventions de Stockholm, de Rotterdam et de Basel.

²⁵ Roy et al. (2006)

l'enfouissement d'engrais à profondeur adéquate, l'utilisation de supergranules dans les rizières inondées.

bâtiments mal ventilés, etc.) incluent l'asphyxie, qui est principalement due à l'accumulation de méthane. L'accès à tous les espaces confinés doit être restreint et donné sous la supervision de personnes autorisées ayant reçu la formation nécessaire comme indiqué dans les **Directives EHS générales**.

1.2 Hygiène et sécurité au travail

Les risques relatifs à l'hygiène et à la sécurité au travail liés à la production de cultures annuelles rentrent dans les catégories suivantes :

- Risques corporels ;
- Entrée dans les espaces confinés ;
- Risques chimiques ;
- Risques d'incendie et d'explosion

Risques corporels

Machines et véhicules

Les accidents surviennent lors de l'utilisation d'engins et de véhicules comme les tracteurs, les matériels de récolte et une gamme d'autres machines agricoles. En outre, les opérateurs s'exposent aux effets du bruit des machines, surtout dans les espaces confinés des bâtiments d'exploitations agricoles, ou à l'effort, qui peut être physiquement éprouvant et souvent exacerbé par des mouvements à répétition. Les impacts de l'exploitation et de la réparation des matériels et véhicules sur la sécurité et l'hygiène professionnelles et les mesures à prendre pour y faire face sont exposés dans les **Directives EHS générales**.

Espaces confinés

Les risques posés sur le plan de l'hygiène et de la sécurité au travail par les espaces confinés des exploitations agricoles (fosses à purin, silos, cellules à grains, réservoirs d'eau ou

Risques chimiques

Exposition aux pesticides

Les effets des pesticides sur l'hygiène et la sécurité au travail sont similaires à ceux d'autres substances dangereuses. Les mesures à prendre pour les prévenir et les limiter sont présentées dans les **Directives EHS générales**. Une exposition aux pesticides peut survenir, notamment, par contact avec la peau (par exemple dans les entrepôts ou par suite d'une fuite d'un conteneur) et par inhalation durant la préparation, l'entreposage et l'épandage. Les effets d'une telle exposition peuvent être aggravés par les conditions météorologiques ; par exemple, le vent peut augmenter les risques de façon non intentionnelle et des températures très élevées peuvent inciter l'opérateur à ne pas utiliser son équipement de protection individuelle (EPI). Il est recommandé, dans le cas des cultures annuelles, notamment de :

- former le personnel à l'épandage de pesticides et veiller à ce qu'il reçoive les certificats nécessaires²⁶ ou, à défaut, une formation équivalente ;
- respecter les délais de sécurité après chaque traitement pour éviter qu'à la reprise des activités l'opérateur ne s'expose à des cultures comportant encore des résidus de pesticides ;

²⁶ L'Agence américaine de protection de l'environnement (US EPA) distingue deux catégories de pesticides (« non classé » et « à usage restreint »), et exige que les applicateurs de pesticides reçoivent une formation adaptée conformément au Worker Protection Standard (40 CFR Part 170) for Agricultural Pesticides. EPA exige en outre que les pesticides à usage restreint soient appliqués par un épandeur certifié ou en sa présence. Pour de plus amples informations, consulter <http://www.epa.gov/pesticides/health/worker.htm>

- respecter les délais de sécurité avant la récolte pour éviter que pendant la récolte l'opérateur ne s'expose à des résidus de pesticides encore présents sur les cultures ;
- veiller au respect des mesures d'hygiène (conformément aux directives de la FAO et au plan de gestion des ennemis des cultures) pour éviter que les membres de la famille de l'opérateur ne soient exposés aux résidus de pesticides.

Exposition à la poussière organique

Le battage, la manipulation et le stockage du grain peuvent produire une forte concentration de poussière organique composée de particules de grain, de champignons microscopiques (fongus), de bactéries et d'éléments inorganiques. Les travailleurs sont exposés à la poussière dans un grand nombre d'activités agricoles comme le nettoyage des silos, des séchoirs et des trémies à grain ou le battage et la mouture du grain. L'alvéolite toxique aiguë, également appelée syndrome toxique des poussières organiques peut se déclarer pendant des expositions courtes et épisodiques à un environnement agricole chargé en poussières organiques. Certaines poussières, notamment celles générées lors de fourrages, de grains ou de foins moisis, portent des antigènes qui peuvent causer des irritations graves aux voies respiratoires. L'inhalation de poussière provenant de substances moisies peut entraîner une maladie chronique des poumons, généralement qualifiée de « maladie du poumon du fermier ».

Les effets des poussières nuisibles sur l'hygiène et la sécurité au travail en milieu agricole sont similaires à ceux observés dans d'autres branches d'activité, et les mesures à prendre pour les prévenir et les limiter sont présentées dans les **Directives EHS générales**. Les mesures recommandées par ailleurs, pour maîtriser l'émission de poussières dans le cadre particulier de la production de cultures annuelles consistent, notamment, à :

- munir de dispositifs d'aspiration les matériels et équipements qui produisent de la poussière (bascules, élévateurs, convoyeurs ouverts, trémies, batteuses, silos, séchoirs et balances) ;
- installer une cabine et un ventilateur dans les batteuses ;
- ne stocker le grain, le fourrage et le foin que lorsqu'ils sont secs afin de réduire la probabilité que des microorganismes se développent.

Risque d'incendie et d'explosion

Les silos-élévateurs à céréales présentent un risque d'explosion du à la présence de poudre de grain et d'une atmosphère potentiellement explosive. Les sources possibles d'inflammation de la poussière de grain comprennent, entre autres, un mauvais fonctionnement ou la dégradation de concentrateurs, notamment tels que le grippage de roulements de palier. Il est notamment recommandé, pour prévenir les explosions dans les silos à grain, d'empêcher que la poussière ne s'accumule en assurant l'entretien et la réparation des systèmes de dépoussiérage et à l'entretien des matériels des silos-élévateurs²⁷.

1.3 Santé et sécurité de la population

Les risques que peut poser la production de cultures annuelles pour la santé et la sécurité de la population comprennent :

- le risque d'exposition aux pesticides dû à la dérive des produits pulvérisés, la mise au rebut et l'utilisation inappropriées des emballages et des conteneurs, et à la

²⁷ De plus amples informations sur la prévention des risques d'explosion dans les élévateurs de grains sont disponibles auprès de l'Association américaine de prévention des incendies (United States National Fire Prevention Association, www.nfpa.org).

- présence de pesticides à des concentrations potentiellement dangereuses dans les produits récoltés ;
- le risque d'exposition à des agents pathogènes et à des odeurs néfastes par suite de l'utilisation de fumier ;
 - le risque d'exposition aux émissions atmosphériques produites par le brûlage en plein air des résidus des cultures.

Les pesticides peuvent avoir un impact aussi bien au niveau de la santé de la population locale que sur celle des opérateurs, par contact avec la peau, par inhalation de ces substances chimiques par suite d'un épandage ou par contamination de sources d'eaux potables. Le risque d'exposition de la population à des pesticides présents dans l'environnement dépend en grande partie des conditions météorologiques, telles que la vitesse du vent, tandis que le risque d'exposition à des niveaux résiduels de pesticides dans les produits des récoltes peut dépendre du respect des instructions concernant l'utilisation des pesticides. La population peut aussi courir le risque d'un contact avec la peau de résidus présents dans les conteneurs, les emballages, etc. S'il est vrai que, en général, les odeurs émanant du fumier, surtout pendant l'épandage, ne sont pas dangereuses, elles peuvent néanmoins être considérablement gênantes pour la population. Le brûlage en plein air de déchets agricoles organiques a pour effet de dégrader la qualité de l'air pour les collectivités riveraines.

Il est spécifiquement recommandé de prendre des mesures qui consistent, notamment, à :

- éviter, dans la mesure du possible, de procéder à un épandage aérien des pesticides ;
- utiliser des produits biologiques ou sans risques dans la mesure du possible ;
- respecter les délais de sécurité avant la récolte pour éviter des niveaux inacceptables de résidus de pesticides dans

les produits, en se conformant par ailleurs à tout critère applicable en matière de tolérance aux pesticides²⁸ ;

- ne pas stocker ou transporter les pesticides et les engrains avec les aliments ou les boissons (notamment l'eau potable) ;
- veiller à ce que les animaux et les personnes non autorisées ne se trouvent pas dans les endroits où les pesticides sont manipulés ou appliqués ;
- stocker le fumier le plus loin possible des habitations et prendre des mesures, par exemple en couvrant le fumier, pour réduire les odeurs et les émissions atmosphériques ;
- ne pas épandre le fumier si le vent souffle dans la direction des habitations voisines ;
- laver (par exemple par la méthode du triple rinçage ou du lavage sous pression) et mettre au rebut (par exemple par le broyage, le déchiquetage ou le renvoi au fournisseur) les emballages et les conteneurs de pesticides pour s'assurer qu'ils ne serviront pas de conteneurs pour des aliments ou de l'eau potable ;
- éviter de brûler en plein air les déchets organiques agricoles. Les résidus des cultures doivent être réutilisés pour la plantation pour accroître la teneur du sol en éléments nutritifs. Envisager la possibilité d'utiliser les résidus de récolte à la production d'énergie, lorsque cela est possible, en procédant par exemple au compostage pour générer du biogaz.

²⁸ Parmi les critères de tolérance aux pesticides pouvant être appliqués, on citera les limites maximales de résidus de pesticides dans les aliments fixées dans le Codex Alimentarius de la FAO/OMS (1962-2005) et la disposition 40 CRF Partie180 du Code américain des réglementations fédérales intitulée « Tolerances for Pesticide Chemicals in Food », cette dernière s'appliquant aux produits agricoles vendus aux États-Unis.

2.0 Indicateurs de performance et suivi des résultats

2.1 Environnement

Les directives environnementales figurant au tableau 1 ci-après doivent être suivies lors de l'utilisation de pesticides et de nutriments afin d'éviter ou de réduire le lessivage dans les eaux souterraines ou de surface, l'écoulement vers les eaux de surface, les émissions atmosphériques et d'autres pertes en dehors du système de production de cultures. Des informations sur les paramètres quantitatifs pouvant servir à établir le bilan des éléments nutritifs d'un projet sont présentées dans l'annexe B et des informations sur les paramètres quantitatifs pouvant servir à déterminer la consommation d'eau d'un projet figurent à l'annexe C.

Suivi des impacts environnementaux

Des programmes de suivi des impacts environnementaux dans cette branche d'activité doivent être mis en place de manière à couvrir toutes les activités susceptibles d'avoir des impacts environnementaux significatifs dans des conditions normales ou anormales d'exploitation. Les paramètres considérés comprennent, entre autres, la qualité des eaux, notamment pour l'irrigation, la qualité des sols et l'utilisation de pesticides et d'éléments nutritifs dans les cultures. Les activités de suivi des impacts environnementaux doivent se fonder sur des indicateurs directs ou indirects des émissions, des effluents et de l'utilisation des ressources applicables au projet considéré.

Les activités de suivi doivent être suffisamment fréquentes pour fournir des données représentatives sur les paramètres considérés. Elles doivent être menées par des personnes ayant reçu la formation nécessaire à cet effet, suivant des procédures de suivi et de tenue des statistiques et utilisant des instruments

Tableau 1. Directives concernant la qualité de l'eau, du sol et des produits

Paramètre	Objet	Valeurs de référence
Pesticides, nitrates, coliforme ou autres contaminants agricoles	Eau pour irrigation	La concentration ne doit pas dépasser les normes nationales sur la qualité de l'eau d'irrigation ou, à défaut, des directives reconnues au plan international (par exemple, les Directives de qualité de l'OMS pour l'eau d'irrigation) ^a
Pesticides, nitrates, coliforme ou autres contaminants agricoles	Eau sur site	Les concentrations ne doivent pas dépasser les normes nationales de qualité de l'eau de boisson ou, à défaut, des directives reconnues au plan international (par exemple, les Directives de qualité de l'OMS pour l'eau d'irrigation ou de boisson concernant les composés potentiellement présents dans les eaux de puits ou dans les eaux de surface se trouvant sur le site) ^b
Bilan des éléments nutritifs	Sols du site	Les excédents d'éléments nutritifs doivent rester stables ; les excédents d'azote doivent de préférence être inférieurs à 25kg/ha/an ^c
Pesticides	Sols du site et produits végétaux	Valeur Inférieure aux niveaux de tolérance applicables ^d

NOTES :

^a « WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater », Excreta and Greywater. Volume 2: « Wastewater Use in Agriculture » http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuweq2/en/index.html

^b « WHO Guidelines for Drinking Water Quality » http://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/en/

^c « Agriculture Indicator Fact Sheet », European Environment Agency, Nitrogen surplus from agricultural land, 2001. http://themes.eea.europa.eu/Sectors_and_activities/agriculture/indicators/nutrients/nutrients.pdf

Voir aussi Roy et al. (2006) Plant nutrition for food security, a guide for integrated nutrient management.

Parmi les critères de tolérance aux pesticides pouvant être appliqués, on citera les limites maximales de résidus de pesticides dans les aliments fixées dans le *Codex Alimentarius* de la FAO/OMS (1962–2005) et la disposition 40 CRF Partie 180 du Code américain des réglementations fédérales intitulée « Tolerances and Exemptions from Tolerances for Pesticide Chemicals in Food », cette dernière s'appliquant aux produits agricoles vendus aux États-Unis.

bien calibrés et entretenus. Les données fournies doivent être analysées et examinées à intervalles réguliers et comparées aux normes d'exploitation afin de permettre l'adoption de toute mesure corrective nécessaire. De plus amples informations sur

les méthodes d'échantillonnage et d'analyse des émissions et des effluents applicables figurent dans les **Directives EHS générales**.

2.2 Hygiène et sécurité au travail

Directives sur l'hygiène et la sécurité au travail
Les résultats obtenus dans le domaine de l'hygiène et de la sécurité au travail doivent être évalués par rapport aux valeurs limites d'exposition professionnelle publiées à l'échelle internationale, comme les directives sur les valeurs limites d'exposition (TIV®) et les indices d'exposition à des agents biologiques (BEIS®) publiés par American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)²⁹, *Pocket Guide to Chemical Hazards* publié par United States National Institute for Occupational Health and Safety (NIOSH)³⁰ les valeurs plafonds autorisées (PELS) publiées par Occupational Safety and Health Administration of the United States (OSHA)³¹, les valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif publiées par les États membres de l'Union européenne³², ou d'autres sources similaires.

Fréquence des accidents mortels et non mortels

Il faut s'efforcer de ramener à zéro le nombre d'accidents du travail dont peuvent être victimes les travailleurs (employés et sous-traitants) dans le cadre d'un projet, en particulier les accidents qui peuvent entraîner des jours de travail perdus, des lésions d'une gravité plus ou moins grande, ou qui peuvent être mortels. Les chiffres enregistrés pour le projet concerné peuvent être comparés à ceux des installations de pays développés opérant dans la même branche d'activité, présentés dans des

publications statistiques (par exemple US Bureau of Labor Statistics et UK Health and Safety Executive)³³.

Suivi de l'hygiène et de la sécurité au travail

Il est nécessaire d'assurer le suivi des risques professionnels liés aux conditions de travail spécifiques au projet considéré. Ces activités doivent être conçues et poursuivies par des experts agréés³⁴ dans le contexte d'un programme de suivi de l'hygiène et de la sécurité au travail. Les installations doivent par ailleurs tenir un registre des accidents du travail, des maladies, des événements dangereux et autres incidents. De plus amples informations sur les programmes de suivi de l'hygiène et de la sécurité au travail sont données dans les **Directives EHS générales**.

²⁹ Disponible à l'adresse : <http://www.acgih.org/tlv/> et <http://www.acgih.org/store/>

³⁰ Disponible à l'adresse : <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>

³¹ Disponible à http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDAR
DS&p_id=9992

³² Consulter : http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/

³³ Consulter: <http://www.bls.gov/iif/> and <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

³⁴ Les professionnels agréés peuvent être des hygiénistes industriels diplômés, des hygiénistes du travail diplômés, des professionnels de la sécurité brevetés ou tout titulaire de qualifications équivalentes.

3.0 Bibliographie et sources d'informations supplémentaires

Agence européenne pour la santé et la sécurité au travail. 2006. Disponible à <http://europe.osha.eu.int/OSHA>

CE (Commission européenne). 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy. Bruxelles: CE. Disponible à http://eropa.eu.int/smartapi/cgi/sqa_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdo&c!q=EN&numdoc=32000L0060&model=guichett

CE (Commission européenne). 2006. Biotechnologie. Bruxelles: Commission européenne, DG Health and Consumer Protection DG. Bruxelles : CE. Disponible à http://eropa.eu.int/comm/food/food/biotechnology/index_en.htm

CEE (Communauté économique européenne). 1986. [Council Directive 86/362/EEC](#), Council Directive 86/362/EEC of 24 July 1986 on the Fixing of Maximum Levels for Pesticide Residues in and on Cereals. Bruxelles : CEE. Disponible à : <http://eropa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31986L0362:EN:HTML> . Texte unifié 2004: http://eropa.eu.int/eur-lex/en/consleg/pdf/1986/en_1986L0362_do_001.pdf

CEE 1991 L0414 — 01/01 2004. Bruxelles: CEE. Disponible à : http://eropa.eu.int/eur-lex/en/consleg/pdf/1991/en_1991L0414_do_001.pdf

CEE. 1990. Council Directive of 27 November 1990 on the Fixing of Maximum Levels for Pesticide Residues in and on Certain Products of Plant Origin, including Fruit and Vegetables (90/642/EEC). Texte unifié 1990L0642 22/07/2003 : CEE. Bruxelles: Disponible à : http://eropa.eu.int/eur-lex/en/consleg/pdf/1990/en_1990L0642_do_001.pdf

CEE. 1999. Council Directive 91/414/EEC of 15 July 1991 Concerning the Placing of Plant Protection Products on the Market. Consolidated in CONSLEG

Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants. 2001. Disponible à : <http://www.pops.int/>

DAAS. 2006a. J.E. Olesen. Sådan reduceres udledningen af drivhusgasser fra jordbruget (Comment réduire les émissions agricoles de gaz à effet de serre). DAAS. Disponible à : http://www.lr.dk/planteavl/informationsserier/info-planter/PLK06_07_1_3_J_E_Olesen.pdf

DAAS. 2006b. Søren O Petersen: Emission af drivhusgasser fra landbrugsjord (Émissions agricoles de gaz à effet de serre). DAAS. Disponible à : http://www.lr.dk/planteavl/informationsserier/info-planter/PLK06_07_1_1_S_O_Petersen.pdf

Danish Agricultural Advisory Service (DAAS). 2000. Manuals of Good Agricultural Practice from Denmark, Estonia, Latvia, and Lithuania. DAAS. Disponible à : <http://www.lr.dk/international/informationsserier/intfbdiv/cgaps.htm>

EEC. 1991. Directive 91/676/EEC du Conseil du 12 décembre 1991 concernant la protection des eaux contre la pollution causée par les nitrates de sources agricoles 91/676/EEC. Consolidated in 1991L0676 — 20/11 2003. Brussels: EEC. Disponible à : http://eropa.eu.int/eur-lex/en/consleg/pdf/1991/en_1991L0676_do_001.pdf

EurepGAP. 2004. Control Points and Compliance Criteria: Fruit and Vegetables. Version 2.1. Euro-Retailer Produce Working Group (EUREP) for the global certification of Good Agricultural Practices (GAP). Cologne: EurepGAP. Disponible à : <http://www.eurep.org/>

European Food Safety Authority (EFSA). Disponible à : http://eropa.eu.int/comm/food/index_en.htm

FAO (Organisation pour l'alimentation et l'agriculture). 1990. Guidelines on Personal Protection When Using Pesticides in Hot Climates. Rome: FAO. Disponible à : <http://www.fao.org/AG/AGP/AGPP/Pesticid/>

FAO AGL Organisation pour l'alimentation et l'agriculture, Division de la mise en valeur des terres et des eaux. 1991. Water Harvesting — A Manual for the Design and Construction of Water Harvesting. Training Manual No. 3 in Water harvesting (AGL/MISC/17/91). Rome: FAO AGL. Disponible à www.fao.org/docrep/u3160e/u3160e00.htm

FAO AGL. 2002a. Crop Water Information. Rome: FAO AGL. Disponible à : <http://www.fao.org/ag/AGL/AGLW/cropwater/cwinform.stm>

FAO AGL. 2002b. CROPWAT — A Computer Program for Irrigation Planning and Management. Bangladesh: Sustainable Development Networking Programme (SDNP). Rome: FAO AGL. Disponible à : <http://www.sdnbd.org/sdi/issues/agriculture/database/CROPWAT.htm>

FAO AGL. 2003. CLIMWAT: A Climatic Database for CROPWAT. Rome: FAO AGL. Disponible à : <http://www.sdnbd.org/sdi/issues/agriculture/database/CROPWAT.htm>

FAO et OMS (Organisation mondiale de la santé). 1962–2005. Codex Alimentarius. Genève: FAO et OMS. Disponible à : http://www.codexalimentarius.net/web/index_en.jsp

FAO Organisation pour l'alimentation et l'agriculture. Committee on Agriculture. 2001. Biosecurity in Food and Agriculture, Sixteenth Session, Rome, 26–30 mars 2001, Point 8 de l'ordre du jour provisoire. Rome: FAO. Disponible à : <http://www.fao.org/DOCREP/MEETING/003/X9181E.HTM>

FAO. 1992. The Use of Saline Waters for Crop Production — FAO Irrigation and Drainage Paper 48. Rome: FAO. Disponible à : <http://www.fao.org/docrep/T0667E/0667e07.htm>

FAO. 1995. revised guidelines on good labeling practice for pesticides. Rome: FAO. Disponible à : <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPP/Pesticid/r.htm>

FAO. 1996. Pesticide Storage and Stock Control Manual. FAO Pesticide Disposal Series N°3. Rome: FAO. Disponible à : http://www.fao.org/AG/AGP/AGPP/Pesticid/Disposal/index_en.htm http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/V8966E/V8966E00.htm

FAO. 1999. Guidelines for the Management of Small Quantities of Unwanted and Obsolete Pesticides. FAO Pesticide Disposal Series N°7. Rome: UNEP/WHO/FAO. Disponible à : http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/X1531E/X1531E00.htm

FAO. 2000. Guideline and Reference Material on Integrated Soil and Nutrient Management and Conservation for Farmer Field Schools. AGL/MISC/27/2000. Rome: FAO, Land and Plant Nutrition Management Division. Disponible à : <http://www.fao.org/organicag/frame2-e.htm> <ftp://ftp.fao.org/agl/agl/docs/misc27.pdf>

FAO. 2001. Guidelines on Procedures for the Registration, Certification and Testing of New Pesticide Equipment. Disponible à :
<http://www.fao.org/docrep/006/Y2683E/Y2683E00.HTM#1>

FAO. 2002A. Crops and Drops: Making the Best Use of Water for Agriculture. Rome: FAO. Disponible à :
http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=DOCREP/005/Y3918E/Y3918E00.HTM

FAO. 2002b. Fertilizer Use by Crop, fifth edition. Rome: FAO. Disponible à :
<http://www.fertilizer.org/fa/statistics/crops/fubc5ed.pdf>

FAO. 2002C. International code of conduct on the distribution and use of pesticides (version révisée de novembre 2002). Rome: FAO. Disponible à :
<http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPP/Pesticid/Code/Download/Code.doc>

FAO. 2002d. World Soil Resources Report 101. Biological Management of Soil Ecosystems for Sustainable Agriculture. Rome: FAO. Disponible à :
http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=DOCREP/006/Y4810E/Y4810E00.HTM

FAO. 2003a. Technical Report No 2: Environmental and Social Standards, Certification and Labeling for Cash Crops. Rome: FAO. Disponible à :
<http://www.fao.org/organicag/>

FAO. 2003b. Weighing the GM Arguments For and Against. Rome: FAO. Disponible à : <http://www.fao.org/english/newsroom/focus/2003/gmo7.htm>

FAO. 2005. Organic Agriculture at FAO. Rome: FAO. Disponible à :
<http://www.fao.org/organicag/>

FAO. 2006. Best Practices Website. Rome: FAO. Disponible à :
http://www.fao.org/bestpractices/index_en.htm;jsessionid=9CC6A87219AC13C83A7DA1479E055C66

Helsinki Commission (Helcom). 2004. Convention sur la protection de l'environnement marin de la zone de la mer Baltique, 1992, Article 5 et Annexe 1 : Harmful Substances ; et Article 6: Principles and Obligations Concerning Pollution from Land-based Sources. Helsinki: Helsinki Commission. Disponible à : <http://www.helcom.fi/stc/files/Convention/Conv0704.pdf>

IFOAM (Fédération internationale des mouvements d'agriculture biologique). 2005. IFOAM Basic Standards for Organic Production and Processing (Version du 20 mai 2005). Bonne: IFOAM. Disponible à :
www.ifoam.org et http://www.ifoam.org/about_ifoam/standards/norms.html

Institute of Soil Science and Plant Cultivation. 1999. Polish Code of Good Agricultural Practice. ISBN 83-88031-02-3. Préparé en collaboration avec Danish Agricultural Advisory Centre et cofinancé par EPA danois. Pulawy: Institute of Soil Science and Plant Cultivation.

IOMC (Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals). 2002. Reducing and Elimination of the Use of Persistent Organic Pesticide. Genève: IOMC and UNEP. Disponible à :
<http://www.chem.unep.ch/pops/pdf/redelipops/redelipops.pdf>

Louisiana Department of Environmental Quality. Nonpoint Source Pollution Program, Agricultural Best Management Practices. Baton Rouge, LA: Department of Environmental Quality. Disponible à :
<http://nonpoint.deq.louisiana.gov/wqa/default.htm>

Ministère danois de l'Environnement et de l'énergie et ministère danois pour l'alimentation, l'agriculture et la pêche. 2000. Pesticide Action Plan II. Copenhague. Disponible à <http://www.mim.dk/>

Ministère danois des Affaires étrangères (Danida). 2002. Assessment of Potentials and Constraints for Development and Use of Plant Biotechnology in Relation to Plant Breeding and Crop Production in Developing Countries. Document de travail. Copenhague : Danida.

OIT (Organisation internationale du travail). 2000a. International Labour Conference, Report VI, Safety and Health in Agriculture. Genève : OIT. Disponible à : <http://www.ilo.org/public/english/standards/realm/ilc/ilc88/rep-vi-1.htm#CHAPTER%20IV>

OIT. 2000b. ILC88 — Report of the Director-General: Activities of the ILO, 1998-99. Chapitre 3: Protecting Working People. Genève : OIT. Disponible à : <http://www.ilo.org/public/english/standards/realm/ilc/ilc88/rep-1a-3.htm>

Organisation mondiale de la santé (OMS). 2005. The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification: 2004. Geneva: WHO. Disponible à :
http://www.who.int/pcs/publications/pesticides_hazard/en/index.html et
http://www.who.int/pcs/publications/pesticides_hazard_rev_3.pdf

PNUE (Programme des Nations Unies pour l'environnement). 1992. Convention sur la diversité biologique. Montréal : Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, PNUE. Disponible à :
<http://www.biodiv.org/convention/default.shtml>

Roy, R.N., A. Finck, G.J. Blair et H.L.S. Tandon. 2006. Plant Nutrition for Food Security, A Guide for Integrated Nutrient Management. FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin 16. Disponible à : [ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fpn16.pdf](http://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fpn16.pdf)

Soil Association. 2006. GM/Genetic Engineering. Bristol: Soil Association. Disponible à : <http://www.soilassociation.org/gm>

UK HSE. 2005b. Fatal Injuries Report 2004/05. Fatal Injuries in Farming, Forestry and Horticulture. Part 3: Non-Fatal Injuries in the Agricultural Sector, 1994/95–2003/04, pp. 42–46. Londres : HSE. Disponible à :
<http://www.hse.gov.uk/agriculture/pdf/fatal0405.pdf>

United Kingdom (UK) Health and Safety Executive (HSE). 2005a. Fatal Injuries Report 2004/05. Fatal Injuries in Farming, Forestry and Horticulture. Part 2: Analysis of Reportable Fatal Injuries in the Agricultural Sector, 1994/95–2003/04, p 23. Londres: HSE. Disponible à :
<http://www.hse.gov.uk/agriculture/pdf/fatal0405.pdf>

United Kingdom Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA). 2004. Pesticides and Integrated Farm Management. London: Department for Environment, Food and Rural Affairs. Londres: DEFRA. Disponible à :
http://www.pesticides.gov.uk/uploadedfiles/Web_Assets/Pesticides_Forum/PesticidesandIFM.pdf

US EPA (US Environmental Protection Agency (EPA). 2006b. Pesticides: Health and Safety, Worker Safety and Training. Washington: US EPA. Disponible à :
<http://www.epa.gov/pesticides/health/worker.htm>

US EPA. National Agriculture Compliance Assistance Center. 2006a. Agriculture Centre, Ag 101. Washington: US EPA. Disponible à :
<http://www.epa.gov/agriculture/ag101/index.html>

Annexe A : Description générale de la branche d'activité

La production de cultures annuelles dans les pays en développement fait intervenir une large gamme de cultures, de types de sols et de conditions météorologiques. Elle peut modifier l'environnement de manière très limitée ou considérable. Les modes d'utilisation des sols, les niveaux de production et les coûts connexes sont fonction de ces paramètres et d'autres caractéristiques. La superficie des zones cultivées peut aller d'une dizaine à plusieurs centaines d'hectares.

Les machines modernes permettent aux cultivateurs de couvrir de plus grandes superficies. Le tracteur, outil essentiel à la production, est l'élément moteur des opérations de production et de gestion de cultures. Il sert le plus souvent à tracer des outils dans les champs et à fournir la puissance nécessaire à la rotation des outils (par prise de force). Le tracteur moderne est généralement équipé d'un moteur diesel d'une puissance pouvant aller de moins de 40 à plus de 400 CV prise de force.³⁵

Par définition, une culture annuelle a une durée d'un an, ou au moins une saison de croissance. La zone de production peut accueillir plusieurs types de cultures dans l'année. Cependant, une culture unique ne représente, pour une exploitation, qu'un cycle de production qui couvre de nombreuses années, entrecoupées par des périodes de jachère ou de réjuvénisation qui sont fonction des exigences de gestion des nutriments et des conditions économiques. D'une manière générale, les opérations qui suivent la récolte débouchent directement sur la phase suivante de préparation des sols. La figure A-1 représente le cycle de production, dont les différentes étapes sont décrites ci-dessous pour la production de céréales.

³⁵ Des informations complémentaires sur les systèmes d'exploitation des zones tempérées, ainsi qu'une description du cycle de production de cultures et des machines utilisées à chacune de ses étapes sont disponibles sur le site de US EPA Agricultural Center à <http://www.epa.gov/agriculture/ag101/index.html>

Préparation des sols

Avant de procéder aux opérations de plantation, il faut préparer le sol afin de gérer les adventices dans le lit de semence. Dans la majorité des systèmes d'exploitation, les solutions retenues pour maîtriser les adventices sont le labour et l'épandage d'herbicides. Le labour peut être effectué à n'importe quel moment entre la récolte de l'année précédente et la plantation de la nouvelle production. Comme indiqué dans la figure A-1, les trois principales méthodes de labour diffèrent selon la quantité de résidus des cultures qu'elles laissent sur le sol. Ces résidus ont une certaine importance car ils ralentissent les eaux de ruissellement.

Les exploitants peuvent lutter contre les adventices au moyen de pesticides quel que soit le mode de labour employé, la quantité de pesticide utilisée étant plus ou moins indépendante de la pratique adoptée. Les systèmes d'exploitation biologique ont recours aux mêmes méthodes de labour pour préparer les sols mais n'utilisent pas d'herbicide. Dans les exploitations biologiques, les adventices peuvent être enlevées manuellement ou mécaniquement et leur présence peut être tolérée dans une certaine mesure.

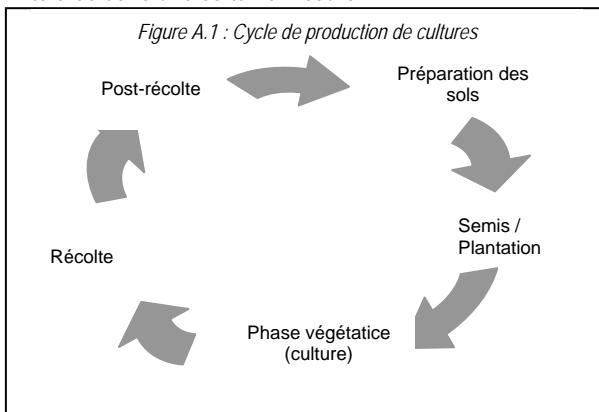


Tableau A-1 : Méthodes de travail du sol

Méthodes de travail	Description	Couverture des résidus
Travail profond du sol	Premier labour avec charrue à socs avant la plantation, suivi d'un travail secondaire du sol et des opérations de culture mécanique une fois les plantes sorties de terre	< 15 %
Travail réduit du sol	Travail du sol sans retourner la terre, généralement effectué à l'aide d'un chisel déchaumeur	15 % - 30 %
Travail conservateur du sol	Techniques de culture sans préparation du sol (l'herbicide est appliqué directement sur les résidus de la culture précédente), de travail du sol en bandes (seules les petites bandes de terres destinées à la plantation sont travaillées), de travail du sol sur billons (les billons qui se forment pendant la phase de culture ou après la récolte sont maintenus en place d'années en années) et le paillage (travail mené sur toute la superficie à cultivée qui a pour objet de travailler la surface du sol en y conservant la majorité des résidus)	>30 %

Semis et plantation

Idéalement, les opérations de semis et de plantation ont lieu dès la fin du travail du sol pour limiter l'érosion. L'un des principaux outils employé dans le cadre de ces activités est un semoir tiré par un tracteur qui creuse un sillon et y place les semences en quantités régulières avant de les recouvrir de terre. Certains semoirs peuvent traverser les résidus et travailler de petites bandes de sols dans chaque sillon durant les semis. Les semoirs peuvent aussi être équipés d'applicateurs qui permettent d'épandre des engrais et des pesticides au moment du semis.

Phase végétative

Les principales activités en phase végétative sont, notamment, la gestion des nutriments, la gestion des ennemis de cultures et la gestion intégrée des ressources en eau.

Gestion des nutriments

Lorsque les nutriments sont utilisés au bon moment et dans les bonnes proportions (notamment l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K)), ils contribuent à l'obtention d'un rendement optimum³⁶. La gestion des nutriments consiste à utiliser ces éléments à bon escient pour obtenir un profit économique optimal compte tenu du coût des engrais et du produit de la vente des cultures, tout en réduisant le plus possible les impacts négatifs sur l'environnement³⁷.

Les éléments nutritifs N, P, et K peuvent être appliqués sous la forme d'engrais chimiques, de fumier et de boues d'épuration au moyen d'épandeurs ou de pulvérisateurs. Les engrais chimiques azotés les plus répandus sont l'ammoniac anhydre, l'urée, les solutions à base de nitrate d'ammonium et d'urée et les ammonitrates. L'utilisation d'engrais azotés synthétiques est proscrite dans l'agriculture biologique, qui emploie à la place des engrais minéraux et du fumier. C'est pourquoi les exploitations biologiques intègrent souvent la production végétale et la production animale.

Gestion des ennemis des cultures

Plusieurs types de pesticides sont employés : les herbicides pour éliminer les adventices, les fongicides pour lutter contre les mycoses, les insecticides pour lutter contre les insectes nuisibles et les acaricides pour lutter contre les acariens. En général, les exploitations biologiques ne peuvent pas employer de pesticides et doivent employer des moyens physiques ou biologiques pour éviter des dommages inacceptables dus à des ennemis des cultures comme l'introduction de parasites ou de prédateurs des ennemis des cultures.

Gestion des ressources en eau

³⁶ Roy et al. (2006)

³⁷ US EPA (2006), Ag 101.

L'utilisation d'eau durant le cycle de production est fonction des besoins des plantes cultivées et des conditions climatiques pendant la phase végétative. Il existe plusieurs modes d'irrigation, comme le goutte-à-goutte (qui permet d'appliquer un mélange d'engrais et d'eau et est qualifié d'irrigation fertilisante), l'irrigation par canal à ciel ouvert, par aspersion simple ou au moyen d'arroseurs à grande échelle, fixes ou automoteurs mobiles.

Récolte

La récolte des cultures de plein champ est souvent effectuée à l'aide de machines tandis que celle d'autres cultures peut se faire manuellement. La récolte des graines et des cultures de semences est souvent mécanisée. Les principales opérations accomplies par les moissonneuses-batteuses consistent à couper, cueillir, convoyer, battre, séparer, nettoyer et assurer la manutention des grains dans les champs.

Stockage et transformation post-récolte

Les opérations de stockage et de transformation post-récolte comprennent le retrait des parties indésirables des produits (comme les glumes des céréales et les feuilles extérieures des légumes), le tri, le nettoyage (afin d'éliminer la terre ou d'autres contaminants qui nuisent à la qualité du produit), le séchage (sur le champ ou dans les bâtiments de l'exploitation) et le stockage. Le stockage et la transformation post-récolte peuvent nécessiter l'application de pesticides dans les lieux de stockage ou sur le produit lui-même afin de prolonger sa durée de conservation. Les machines utilisées pour amener au lieu de stockage ou en retirer les produits récoltés sont, principalement, des bandes transporteuses et des trémies, ainsi que des tracteurs équipés de diverses manières. Il existe différents types d'entrepôts, qui vont de la simple grange ou silo à de vastes et complexes conteneurs dotés de systèmes de régulation de la température, de l'humidité et de la qualité de l'air.

Annexe B : Consommation de nutriments

Les agriculteurs doivent tenir un registre indiquant les quantités qu'ils utilisent pour chaque nutriment. Le tableau B-1 présente l'absorption moyenne de nutriments par différentes plantes. Les quantités d'azote, de phosphore et de potassium indiquées doivent être celle de la substance pure, le poids effectif de cette dernière dans les produits commercialisés variant selon les marques. Il est important de recycler les nutriments présents dans les résidus de culture. La quantité de nutriments présents dans ces résidus est présentée pour différents produits au tableau B-2.

Tableau B-1. Absorption de nutriments par certaines cultures annuelles

Production annuelle ^a	Nutriments dans la récolte (kg/100 kg) ^b			
	Azote N	Phosphore P ₂ O ₅	Potassium K ₂ O	Magnésium MgO
Céréales	2,30-3,15	0,94-1,37	1,88-3,62	0,30-0,46
Colza	4,61	2,11	5,56	0,70
Légumineuses	5,70-7,80 ^c	1,35-2,04	3,08-3,85	0,53-0,83
Pommes de terre et betteraves fourragères	0,31	0,10-0,15	0,42-0,79	0,02-0,11
Betterave à sucre	0,54	0,20	0,85	0,12
Mais d'ensilage	0,38	0,14	0,70	0,08
Luzerne, trèfles	0,80	0,16	0,70	0,08
Mélanges pour fourrage vert	0,40	0,14	0,60	0,05

NOTES :

^a « Polish Code of Good Agricultural Practice », Institute of Soil Science and Plant Cultivation Pulawy1999 ISBN-83-88031-02-3. En coopération avec le Centre danois de conseils agricole et co-financé par l'EPA danois.

^b Avec un volume approprié de sous-produit

^c Azote atmosphérique fixé par des rhizobiums

Tableau B-2. Résidus de nutriments dans les cultures annuelles^a

Production annuelle	Quantité produite	Teneur en nutriments (kg / tonne)		
		Azote N	Phosphore P	Potassium K
Mais fourrager	3 t /ha	10	2	12
Paille de riz	1,5 t /ha	4,7	0,7	12
Paille de blé	1 t / ha	3	0,8	14

NOTE :

^a FAO - Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture). 2000. Guideline and Reference Material on Integrated Soil and Nutrient Management and Conservation for Farmer Field Schools. AGL/MISC/27/2000. Rome: FAO, Land and Plant Nutrition Management Division. <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/misc27.pdf>

Annexe C: Consommation d'eau

La consommation d'eau par culture peut être calculée et comparée à une valeur théorique de référence. Dans la pratique, les quantités d'eau d'irrigation à apporter dépendent de l'espèce cultivée, de la nature du sol, de l'évaporation et des méthodes de conservation de l'eau. L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a établi des directives sur la gestion de l'eau et sur la manière de calculer les apports en eau d'irrigation nécessaires. CROPWAT³⁸ est un logiciel informatique pour PC qui permet d'effectuer les calculs standards relatifs à l'évapotranspiration et aux besoins en eau et en irrigation et, plus particulièrement, d'établir et de gérer des plans d'irrigation. Il permet de formuler des recommandations pour améliorer les pratiques

d'irrigation, de planifier le calendrier d'irrigation dans différentes situations d'approvisionnement en eau et d'évaluer la production en l'absence d'irrigation ou en situation d'irrigation déficitaire. Les calculs concernant les besoins en eau des cultures et des besoins d'irrigation sont basés sur des données relatives au climat et aux cultures. Les données relatives à des cultures standard sont intégrées dans le programme et la base de données CLIMWAT donne accès à des données sur les conditions climatiques dans 144 pays³⁹. Le tableau C-1 présente les besoins en eau, le rendement et l'efficacité types de quelques cultures.

Tableau C-1. Consommation d'eau pour différentes cultures annuelles

Culture	Besoin en eau ^b (en mm pendant l'intégralité de la phase végétative)	rendements et efficience d'utilisation de l'eau ^a : valeurs de référence
Haricots	300 - 500	Un bon rendement commercial, dans de bonnes conditions d'irrigation, est de 6 - 8 tonnes/ha (produit frais) et de 1,5 - 2 tonnes/ha (fèves sèches). L'efficience d'utilisation de l'eau par rapport au rendement des cultures (Er) est de 1,5 - 2,0 kg/m ³ pour une récolte de haricots frais ayant une teneur en eau de 80 - 90 % et de 0,3 - 0,6 kg/m ³ pour une récolte de haricots secs ayant une teneur en eau de 10 %.
Coton	700 - 1300	Un bon rendement pour la culture de coton irriguée est de 4 - 5 tonnes/ha de graines de coton dont 35 % de fibres. L'Er pour une récolte de graines de coton ayant une teneur en eau d'environ 10 % est de 0,4 - 0,6 kg/m ³ .
Maïs	500 - 800	Un bon rendement commercial pour une culture irriguée est de 6 à 9 tonnes/ha (teneur en eau de 10 - 13 %). L'Er pour une récolte de grains de maïs est de 0,8 à 1,6 kg/m ³ .
Sorgho/ Millet	450 - 650	Un bon rendement pour une culture irriguée est de 3,5 - 5 tonnes/ha (teneur en eau de 12 - 15 %). L'Er pour une récolte de grains est de 0,6 à 1,0 kg/m ³
Fève de soja	450 - 700	Le rendement des cultures du soja peut varier fortement en fonction de la quantité d'eau, de l'épandage d'engrais et de l'espace entre les rangs. En culture sèche, un bon rendement est de l'ordre de 1,5 à 2,5 tonnes/ha (graines). En culture irriguée, les rendements élevés obtenus pour les variétés améliorées vont de 2,5 à 3,5 tonnes/ha (graines). L'Er pour une récolte de graines ayant une teneur en eau de 6 - 10 % est de 0,4 à 0,7 kg/m ³ .
Tournesol	600 - 1000	Les variétés géantes, cultivées pour l'alimentation des volailles et la consommation humaine en raison de leur faible teneur en huile, produisent des récoltes de graines de 0,8 - 1,5 tonne/ha en culture sèche. Les graines des variétés naines ou semi-naines ont une teneur en huile de 25 - 35 % et produisent des récoltes équivalentes à celles des grandes variétés. De nouvelles variétés russes produisent des graines dont l'écale est plus mince ont une teneur en huile qui peut atteindre 50 %. Les cultures irriguées produisent couramment de 2,5 - 3,5 tonnes de graine/ha. L'Er pour des graines ayant une teneur en eau de 6 - 10 % est de 0,3 - 0,5 kg/m ³
Pomme de terre	500 - 700	On considère qu'un bon rendement pour des cultures irriguées ayant une phase végétative de 120 jours est de l'ordre de 25 - 35 tonnes/ha de tubercules frais dans les régions tempérées et subtropicales et de 15 - 25 tonnes/ha dans les régions tropicales. L'Er pour des tubercules ayant une teneur en eau de 70 - 75 % est de 4 - 7 kg/m ³
Blé	450-650 - (haut rendement)	On considère qu'un bon rendement pour des cultures irriguées est 4 - 6 tonnes/ha (variétés ayant une teneur en eau de 12 - 15 %). L'Er est de l'ordre de 0,8 - 1,0 kg/m ³ pour les grains récoltés.

NOTES :

^a FAO (2002 a)

^b FAO AGL (1991)