

# GESTION DES EFFLUENTS & DECHETS DES CULTURES LEGUMIERES

Résumé de « Gestion des effluents des cultures légumières sur Substrat » - CTIFL – juin 02

## 1 – GESTION DES RESSOURCES EN EAU :

La gestion des ressources en eau est principalement régie par la loi et les agriculteurs doivent s'y conformer:

- **loi du 16 décembre 1964**: Gestion de la ressource. Mise en place des comités de Bassins hydrologiques (6 en France) et des Agences de l'Eau qui prélèvent une redevance (spécifique au Bassin) pour financer les programmes d'interventions.
- **loi du 3 janvier 1992** : principe de la tarification proportionnelle au volume d'eau consommée. Mise en place des Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE). Limitation de l'imperméabilisation des sols et Maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement. Obligation de construction d'un bassin de rétention des eaux de pluies pour les serres nouvellement construites. Une déclaration de l'ouvrage à la préfecture est nécessaire pour une réserve d'eau supérieure à 2000 m<sup>2</sup> (subvention possible par les Agences)
- **décret du 29 mars 1993** : il fixe les procédures de prélèvement d'eau, qu'elle soit dans les eaux superficielles (fonction d'un % du débit d'eau) ou dans les eaux souterraines (déclaration pour un débit de forage supérieur à 8 m<sup>3</sup>/h, autorisation au-delà de 80 m<sup>3</sup>/h). Ce décret fixe également des normes chiffrées de rejets dans les eaux superficielles.
- **décret du 12 juin 1996** : il précise que « le déversement direct des effluents d'exploitations agricoles dans les eaux superficielles, souterraines ou les eaux de mer est interdit ».
- **directive cadre « eau » du 23 octobre 2000** : cette directive européenne met en place, à échéance 2010, une tarification de l'eau suivant le principe « pollueur-payeur »

Ce texte communautaire doit être transposé à l'échelon national par le vote prochain d'une nouvelle loi sur l'eau.

La loi doit renforcer l'action de l'état (police de l'eau), fixer une redevance « azote » pour les exploitations agricoles rejetant des excédents calculés par bilan annuel entrée-sortie d'azote (à partir de 2004), faire payer une redevance pour consommation d'eau (superficielle ou souterraine) facturée sur la différence des volumes prélevés et rejetés et enfin instituer une redevance pour modification du régime des eaux (notamment imperméabilisation des sols sur surfaces supérieures à 1 hectare).

Les rejets de nitrates font également l'objet de réglementations initiées plutôt par l'Union Européenne.

- **directive « nitrates » du 12 décembre 1991**, qui concerne expressément la pollution d'origine agricole des eaux souterraines ou superficielles et **décret du 27 août 1993**, qui délimite les zones vulnérables (où la teneur des eaux en nitrates dépasse la norme fixée à 50 mg/l) et élabore un code de bonnes pratiques agricoles.

## 2 – ELIMINATION DES DECHETS SOLIDES PROVENANT DES CULTURES LEGUMIERES :

Il n'y a pas de lois spécifiques aux activités agricoles : les déchets qu'elles occasionnent sont assimilés à des déchets industriels.

Les principaux déchets d'une culture sous serre sont classés en déchets organiques (à valoriser), en déchets industriels banals (DIB) à mettre en décharge et en déchets industriels spéciaux (DLS), à faire ramasser.

Les lois de juillet 1975, 1992 et 1994 encadrent les circuits de valorisation, d'élimination, de retraitement ou de stockage de ces déchets solides ainsi que le résume le tableau ci-dessous.

### LES DECHETS DE SERRE

TYPE DE DECHET	NATURE	REGLEMENTATION	MODE D'ELIMINATION ACTUEL	MODE D'ELIMINATION POSSIBLE
Déchets verts	Solide	Loi déchet 1975	Décharge compostage	Compostage
Films plastiques minces et épais	Solide	Brûlage interdit (installations classées)	Recyclage / décharge/ brûlage (en site classé)	Valorisation énergétique Valorisation matière
EVPP (Emballages Vides de produits phytosanitaires)	Solide	Brûlage interdit (D.I.S.)	Reprise par distributeurs collecte brûlage en site classé	Reprise par les distributeurs Valorisation financée par ADIVALOR
Laines minérales / fibres de coco	Solide	Aucune	Décharge / épandage	Incorporation dans les terreaux horticoles
PPNU (Produits Phytosanitaires non utilisés)	Liquide solide	Déchets industriels spéciaux (D.I.S.)	Stockage/ Brûlage/ Collectes	Elimination en centres spécialisés

### 3 – GESTION DES DRAINAGES DE SERRE

#### LE POINT SUR LES CULTURES LEGUMIERES HORS-SOL EN EUROPE

Dans tous les pays européens les cultures hors-sol se sont développées pour atteindre aujourd'hui environ 13000 hectares dont 5000 en Espagne, 4000 aux-Pays-Bas, 1500 en France, 1000 en Belgique, environ 500 ha en Allemagne et en Grande-Bretagne, 200 ha en Italie et un peu plus de 100 ha en Grèce.

La récupération, voire le recyclage ne sont pas très développés dans la plupart des pays. Si aux Pays-Bas tout est récupéré et souvent recyclé après désinfection, pratiquement aucun drainage en Espagne n'est collecté. En France 50 % est récupéré et 10 % seulement est recyclé. En Bretagne, quasiment toutes les serres centralisent la collecte des drains. En Espagne une extension des surfaces hors-sol (+ 3000 ha) est attendue, toujours sans récupération malgré un appauvrissement des ressources en eaux et une dégradation de leurs qualités. Au contraire, aux Pays Bas, la loi est de plus en plus sévère sur la récupération et le recyclage avec utilisation obligatoire de l'eau de pluie, obligeant à une progression des diverses méthodes de désinfection des eaux de drainages.

#### DRAINAGE et RECYCLAGE DE LA SOLUTION NUTRITIVE

Les effluents de drainage de la solution nutritive représentent pour une culture de tomate un volume de 3000 à 4500 m<sup>3</sup> d'eau par hectare et par an, chargés de 4 à 10 tonnes d'éléments fertilisants dont environ 1,3 tonnes d'azote sous formes de nitrates.

Quatre éléments minéraux sont fréquemment retrouvés à des concentrations interdisant un recyclage total : le calcium (si teneur en eau > 5 meq/l), les sulfates, le sodium (Na > 1 meq/l) et les chlorures (Cl > 1 meq/l). Sous l'aspect total de la concentration en engrais, une eau avec un Ec supérieur à 1 sera difficile à recycler à 100%. En France, compte-tenu des charges minérales des eaux (du calcium en Provence, du sodium et du chlore en bord de mer à Berre ou en Bretagne), on considère que le recyclage total des drainages posera problème dans 70% des cas. La filtration membranaire par nanofiltration (pour le calcium) ou osmose inverse (pour le chlorure de sodium) - technique utilisée pour le dessalement de l'eau de mer - pourrait permettre d'augmenter ce pourcentage mais pour un coût élevé (entre 0.2 et 0.3 €/m<sup>3</sup> traité).

Le recyclage augmente le pH et il faut enrichir en azote ammoniacal (sans dépasser 10% des apports en azote sous cette forme) pour le baisser et éviter aussi une précipitation des chélates de fer. Le fer a d'ailleurs tendance à s'accumuler en système recyclé, de même que le bore alors que le taux de manganèse chute rapidement.

La pratique du recyclage est assez facile dès lors que l'installation en serre est prévue pour la collecte centralisée des eaux de drainages à proximité de la station d'irrigation (prévoir une cuve de 60 à 100 m<sup>3</sup>/ha pouvant stocker le drainage de 2 à 3 jours). Le principe consiste à alimenter le bac mélangeur lors de l'irrigation avec un pré-mélange de solution de drainage et d'eau brute d'arrosage suivant un certain pourcentage à calculer. Pour éviter des déséquilibres entre éléments minéraux (certains peu ou pas consommés et se concentrant, et d'autres très consommés, à rapporter), il faut définir une CONDUCTIVITE EFFICACE pour éviter d'alimenter les plantes avec le seul pré-mélange d'eau et de drainage sans admission d'engrais des bacs A et B: en fonction des teneurs de l'eau brute, plus les déséquilibres sont à craindre, plus la conductivité efficace sera éloignée de la conductivité d'origine de cette eau. On pourra ainsi calculer le pourcentage de drainage pouvant entrer dans la composition de la solution d'apport.

Exemple : Ec eau brute : 0,7 Ec efficace souhaitée : 1,3 Ec du drainage : 4 Ec recherchée pour l'apport : 3,2

La conductivité maximale du mélange eau+drainage pour apporter la solution est :  $3,2 - 1,3 = 1,9$ .

Si d est le pourcentage de drainage, la conductivité de 1,9 sera satisfaite par l'équation :  $(4 \times d) + 0,7 \times (1-d) = 1,9$  soit encore  $3,3d = 1,2$  soit finalement  $d = 36\%$

Il suffira donc de régler la vanne de pré-mélange à cette valeur de 36% : taux d'admission du drainage dans l'alimentation en eau du bac mélangeur.

Le recyclage du drainage semble facile à réaliser et peut permettre d'économiser environ 25-30% de l'eau et des engrais consommés dans un système à solution « perdue » Il est parfois entrepris sans désinfection de la solution de drainage mais cela apparaît risqué d'un point de vue sanitaire (pourtant le N.F.T recycle bien sans désinfection !)

#### SANS RECYCLAGE, QUELLES SONT LES ALTERNATIVES D'EVACUATION DES EAUX DE DRAINAGE ?

L'épandage sur d'autres cultures reste une possibilité facile à mettre en place si l'exploitation cultive en sol d'autres surfaces de culture sous abris ou en plein champ. Des plans d'épandage vers des exploitations voisines semblent beaucoup plus contraignants à mettre en place surtout pour des raisons de transport et de volume (les eaux de drainages comparativement aux autres amendements sont très diluées : il faut environ 10m<sup>3</sup> de drainage pour équivaloir en unités azote, une tonne de lisier de porc).

L'épuration biologique extensive : des bassins filtrants végétalisés contiennent des graviers filtrants plantés de végétaux tels le roseau, le jonc ou la massette. Un bassin de 800 m<sup>2</sup> bien approvisionné en matières carbonées peut épurer les effluents d'un hectare de serre. D'autres techniques sont encore à l'étude : lagunage, biofiltres, dénitrification, stations d'épuration, etc...

Dans tous les cas, des solutions pour limiter l'impact environnemental des effluents de serre non recyclés, devront être trouvées pour éviter l'eutrophisation (asphyxie du milieu naturel par le développement excessif de végétaux (notamment algues) causé par les déversements excessifs de nitrates ou phosphates (on considère qu'un hectare de tomates hors-sol draine annuellement 1,3 tonne d'azote sous forme Nitrates). La concentration d'azote nitrique dans les eaux de drainages équivaut à 5 fois la norme de potabilité (celle des phosphates : 15 fois !!!).

### 4. PATHOLOGIE RACINAIRE DES CULTURES HORS SOL

Les racines des plantes sont entourées d'une flore microbienne, neutre, antagoniste ou pathogène. La culture hors-sol a été développée pour éviter la « fatigue des sols » favorisée par l'inféodation de parasites spécifiques aux mêmes espèces cultivées constamment dans le même endroit : en renouvelant annuellement le volume du substrat on peut lutter contre des maladies telles que les nématodes ou le Corky-Root. Cependant des microorganismes parfois pathogènes sont présents dans les substrats hors-sol, de façon permanente au niveau des racines et peuvent exploser si l'eau d'irrigation en est contaminée: le recyclage de l'eau de drainage accentue la concentration des pathogènes.

L'origine de l'eau (rivière, étang, forage,...) ou des plants, la nature du substrat (organique, minéral), les conditions de culture (hygiène, irrigation, soins aux plantes,...) vont influencer fortement sur la prolifération des microorganismes dont le pouvoir infectieux va croître très vite si la plante est faible ou stressée. La plante est réceptive aux stades extrêmes de son développement (jeunes plants ou plantes chargées) à chaque fois qu'elle subit des stress hydrique (asphyxie ou sécheresse), climatique (variations fortes de température ou de lumière) ou physique (manipulation).

Les principaux agents pathogènes sont des champignons parmi lesquels on dénombre souvent des Pythiacées (comprenant différents Pythiums et le Phytophthora sp.), des Fusariums (oxysporum et solanum), du Colletotrichum, de l'Olpidium, du Verticillium, du Thielavopsis ou encore du Rhizoctonia. Parmi les bactéries, deux apparaissent très dangereuses (Clavibacter michiganensis, agent du corynébactérium et Ralstonia solanacearum). Des virus peuvent être également véhiculés par la solution nutritive.

Par opposition aux parasites de faiblesse, sont considérés comme agents pathogènes majeurs, les organismes nécrosant les racines suffisamment pour les endommager et causer des pertes agronomiques et économiques : c'est le cas du F.O .R.L., du corynébactérium ou des Pythiacées (sauf celles du groupe F).

## 5 - METHODES DE DESINFECTION DES EAUX RECYCLEES DES SERRES

L'objectif de la désinfection est l'élimination totale ou partielle des micro-organismes pathogènes dans l'eau ou plutôt, pour des raisons économiques, de la solution nutritive recyclée. Les différentes méthodes possibles peuvent être classées en : désinfection physique (la thermodésinfection, l'irradiation aux U.V.), désinfection chimique (l'ozonisation et la chloration) ou enfin désinfection biologique (statique ou dynamique) avec sa variante protection biologique (introduction de souches antagonistes).

Les deux premières méthodes, physique et chimique, stérilisent complètement l'eau (vide sanitaire total) avec l'avantage pour la solution chimique d'une protection sur l'ensemble du parcours du réseau d'irrigation qui transportera les oxydants germicides.

La désinfection biologique combine souvent un principe mécanique de filtration au développement d'une activité biologique : le vide sanitaire n'est pas total. A terme cette méthode apparaît la plus écologique et la plus sensée en privilégiant un équilibre des populations d'organismes pathogènes et antagonistes (un vide sanitaire total est précaire par définition).

La lutte biologique sera la solution ultime et on pourra parler de protection biologique contre les maladies racinaires : l'Esmisab à Brest travaille sur le sujet et cherche à développer des bactéries (Pseudomonas) ou des champignons (Trichoderma, Pythium Oligandrum, FO 47) antagonistes des champignons néfastes aux plantes. Les techniques de culture, multiplication et implantation de ces micro-organismes sont très complexes et restent au stade de l'expérimentation.

## 6 – COUTS

Les calculs de coûts de récupération des eaux de drainage et de la désinfection des eaux recyclées sont en annexe.

Les montants annuels d'amortissement et de fonctionnement y sont calculés. Pour calculer le temps de retour de telles installations, il faudrait estimer les économies d'eau et d'engrais que ces systèmes autorisent. Dans le tableau ci-dessous, figure une estimation pour les engrais suivant les formulations utilisées (par « engrais complet » on entend l'engrais ternaire dissous dans le bac A, ajouté du nitrate de chaux destiné au bac B).

Coûts moyens des différents types d'engrais en système perdu et en système recyclé

	Système perdu	Système recyclé	ECONOMIE ANNUELLE REALISEE	
			en Euros/m <sup>2</sup>	en Francs/m <sup>2</sup>
Engrais simples solubles	0,75 à 1,05 €/m <sup>2</sup>	0,50 à 0,70 €/m <sup>2</sup>	0.27	1.70
Engrais complets solubles	0,80 à 1,10 €/m <sup>2</sup>	0,65 à 0,80 €/m <sup>2</sup>	0.27	1.70
Engrais complets liquides	1,05 à 1,35 €/m <sup>2</sup>	0,70 à 0,90 €/m <sup>2</sup>	0.43	2.80
Engrais simples liquides	1,50 à 1,85 €/m <sup>2</sup>	1,00 à 1,20 €/m <sup>2</sup>	0.55	3.60

SYSTEME	PRINCIPE	FONCTIONNEMENT	AVANTAGES	INCONVENIENTS
<b>THERMO-DESINFECTION</b>	Pasteurisation de la solution par élévation	Mise en chauffe préalable Acidification à pH= 4 (pour éviter	Procédé connu Pour grandes entreprises	Appareil volumineux et nécessité de mise en pression du réseau

## Don V 3.1 GDC 1 Ind A

	de température à 95°C pendant 30 secondes (ou 85°C pendant 180 secondes)	colmatage) Filtre à 75 µm (élimination débris) Contrôles température et durée Nettoyage système (filtre)	Débit de traitement élevé : 2 à 15 m3/h possible en flux tendu sans stockage Contrôles faciles et fiables des T° et temps Bonne efficacité germicide Pas de risque de phytotoxicité Récupération possible chaleur et CO <sup>2</sup>	Gestion complexe du pH à descendre puis à remonter Augmentation de la T° d'eau en sortie de 5°C Coût élevé en entretien fonctionnement et filtres divers
<b>IRRADIATION AUX ULTRA VIOLETS</b>	Irradiation de la solution par des U.V. (spectre 200/280 nm) produits par des arcs électriques dans des lampes à vapeur de mercure.	Adaptation du débit à la puissance fournie Gestion du mélange solution drainage/eau claire pour avoir Taux de transmission > 20 % Filtration nécessaire à 70 µm Contrôles nombreux (turbulence, doses d'application) Nettoyage et remplacement des lampes	Facilité et faible encombrement Pas de mise en pression Bonne efficacité germicide Adapté à volumes importants : 3 à 10 m3/h Réutilisation immédiate de l'eau traitée Contrôles aisés et automatisés de débit et de la transmission Pas d'action sur pH Compatibles avec autres méthodes	Mesures difficiles de la dose d'exposition liée à une transmission variable Entretien à l'acide des tubes à quartz Grosse dépense électrique Peu adapté aux substrats organiques dont le jus est trop opaque aux rayons U.V. Consommation en fer plus importante Maintenance lourde sur les lampes
<b>OZONISATION</b>	Oxydation des matières organiques et des micro-organismes par l'ozone (O <sub>3</sub> ), seul ou en association avec peroxyde d'hydrogène (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	Filtration préalable du drainage Action efficace à 20 g/m <sup>3</sup> pendant 4 secondes de l'ozone seul Utilisation en action indirecte de l'ozone (O <sub>3</sub> ) à 10 g/m <sup>3</sup> + peroxyde d'hydrogène (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) à 0,15 g/m <sup>3</sup> pendant 2 secondes Surveillance de l'étanchéité et du détecteur d'O <sub>3</sub>	Faible encombrement Accepte tous les substrats Bonne efficacité germicide avec temps d'exposition court Contrôles automatisés des injections Auto-nettoyage Résidus faibles si couplage O <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> Peu de risques de phytotoxicité Coût faible de fonctionnement	Procédé très pointu Sécurité stricte Assistance extérieure pour toute panne Action moyenne sur virus en action directe (O <sub>3</sub> ) Perte de teneur en Fer et Manganèse Coûts de fonctionnement plus élevés en action directe (O <sub>3</sub> seul)
<b>CHLORATION</b>	Oxydation des matières organiques et des micro-organismes par le Chlore	Mesures de sécurité strictes Calcul de la demande en Cl pour fixer la dose (pluie ou drainage) Favoriser contacts longs Contrôle avant et après des différentes formes de chlore (libre, total,...) avec alarmes Injection finale systématique de NH <sub>4</sub> neutralisant le chlore actif.	Procédures d'injection fiables (éprouvés en potabilité d'eau) Bonne inhibition des pathogènes Efficacité durable dans le réseau Pas d'action sur solution nutritive Action nettoyante complémentaire (algues) Coût faible pour ensemble eau/ drainage Faible impact sur l'environnement	Pas de références cultures autres que tomates Cas de phytotoxicité non expliqués sur tomates Stockage des drainages avant et après chloration après pour stabiliser les réactions. Accumulation de sodium par eau de Javel Contrôles stricts obligatoires Image moyenne chez les consommateurs
<b>BIOFILTRATION STATIQUE ou DYNAMIQUE</b>	Méthode sélective Piégeage et destruction de la matière organique par les micro-organismes du filtre Brassage des particules filtrantes par pompe en système dynamique	Local tempéré (15° à 25°C) pour activité des micro-organismes Couverture des bacs par bâches noires (éviter algues) Stockage important avant et après filtre : 2 x 60 m <sup>3</sup> /ha Pas de traitement phytosanitaire sur solution filtrée. Fonctionnement permanent des filtres avec maintien de niveau.	Procédé simple "naturel" sans risque pour les cultures, l'utilisateur et le milieu Accepte tout substrat Bonne efficacité sur champignons Pas d'influence sur solution (sauf fer) Cohérent avec Protection Biologique Intégrée Faible coût de fonctionnement convenant bien pour petite entreprise (en statique) et pour moyenne (en dynamique)	Débit de traitement faible (100 à 300 l/m <sup>2</sup> /h) en statique et moyen en dynamique (400 l/m <sup>2</sup> /h) Procédé passif, long à monter en efficacité Temps d'ensemencement long (1 an) Peu d'efficacité sur virus, moyenne sur bactéries (pas de connaissance sur Coryné) Peu de recul sur flore bénéfique Perturbation possible par pollution extérieure Nettoyages filtre fréquents