

Guide pratique

Evacuation des eaux usées des entreprises productrices de légumes



Table des matières

1. A qui s'adresse ce guide ?	3
2. Pourquoi ce guide est-il nécessaire ?	3
2.1 Point de départ	3
2.2 Objectifs	6
3. Production et préparation des légumes	7
3.1 Principales étapes de préparation dans la production de légumes	7
3.2 Procédés usuels de préparation	11
4. Caractéristiques des eaux à évacuer	13
4.1 Définition des eaux usées	13
4.2 Qualité des eaux usées provenant de la transformation des légumes	13
4.3 Séparation des flux de matières	18
5. Alternatives pour la gestion des ressources	19
5.1 Introduction	19
5.2 Product design	19
5.3 Processus de production intégrée (recyclage)	19
5.4 Processus intégré (économie d'eau)	20
5.5 Waste design	21
5.6 Approche globale de la gestion des ressources	21
6. Traitement des eaux usées	23
6.1 Traitement des eaux usées très chargées en matière organique	23
6.2 Traitement des eaux usées moyennement chargées en matière organique	24
6.3 Traitement des eaux usées faiblement chargées en matière organique	26
6.4 Traitement des eaux usées terreuses et minérales	29
6.5 Traitement des eaux usées contenant des déchets organiques	33
6.6 Traitement des déchets organiques	35
6.7 Traitement des eaux usées dans une STEP	35
7. Bases légales et prescriptions réglementaires	37
7.1 Conditions de déversement dans les égouts publics ou dans les eaux	37
7.1.1 Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux)	37
7.1.2 Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux)	39
7.1.3 Ordonnance du DFI sur l'hygiène	43
7.1.4 Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED)	43
7.2 Différenciation entre eau usée et déchet	45
7.3 Déchets solides	45
8. Glossaire	46
ANNEXE 1	51
ANNEXE 2	54

1. A qui s'adresse ce guide ?

Le présent guide contient des informations théoriques et pratiques importantes sur la législation en matière de protection des eaux et de gestion des déchets. Il est destiné en premier lieu aux autorités d'exécution et également aux entreprises agroalimentaires de petite et moyenne taille (notamment les *conditionneurs-distributeurs*), qui produisent des eaux usées lors de la préparation et du lavage de légumes. Les bureaux d'ingénieurs, planificateurs ou toute personne concernée peuvent également y trouver des informations utiles.



De nos jours, la quasi-totalité des légumes sont produits ou importés tout au long de l'année.

photo: tbfpartner

2. Pourquoi ce guide est-il nécessaire ?

2.1 Point de départ

Au cours des dernières années, la production de légumes a non seulement augmenté en Suisse, mais le degré de transformation des produits proposés s'est également accru. De nos jours, une large palette de *produits prêts à la consommation** est proposée aux consommateurs (*convenience food*). Elle se compose entre autres de salades toutes prêtes, de mélanges de légumes crus ou précuits. La tendance vers une demande de *produits prêts à la consommation* se généralise également dans les branches de l'hôtellerie et de la gastronomie.

* Les termes indiqués *en vert* sont repris et expliqués dans le glossaire annexé.

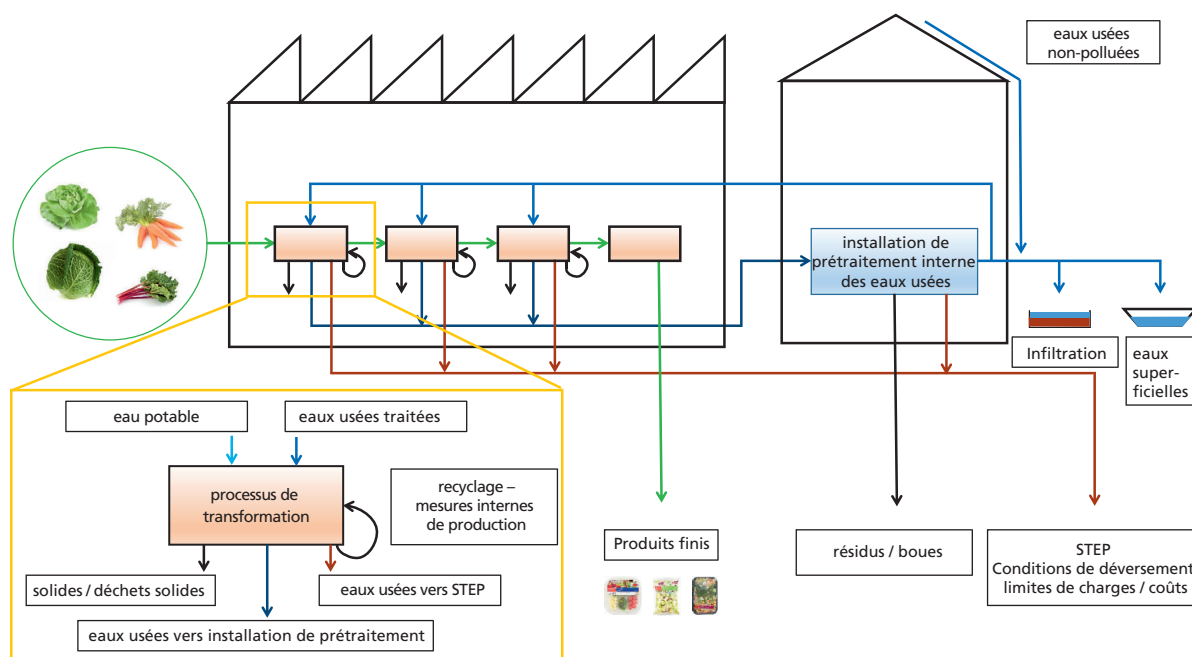


Figure 1 : graphique: tbfpartner
 Vue d'ensemble de tous les processus se déroulant dans une entreprise productrice de légumes. Flèches bleues : eaux usées peu ou non polluées ; flèches brunes : eaux polluées ; flèches noires : solides ou déchets solides.



Figure 2 :
 Exemples de produits tout prêts.

photos: tbfpartner

Par le passé, les agriculteurs ou les maraîchers concluaient des contrats avec des grossistes, des hôteliers ou des restaurateurs et leur vendaient généralement sans intermédiaire des produits bruts non transformés.

De nos jours, les producteurs de légumes livrent habituellement leurs produits à des **conditionneurs-distributeurs**. Ceux-ci centralisent les produits et les modifient en les préparant pour la vente par des grossistes ou pour une transformation industrielle. Il est fréquent qu'un producteur lui-même joue également le rôle de conditionneur-distributeur.

Pour obtenir des *produits prêts à la consommation*, une série d'étapes est nécessaire : retrait de la terre, parage, nettoyage, découpe et emballage. En revanche, pour les *produits prêts à être cuisinés*, l'étape du retrait de la terre ainsi qu'un nettoyage grossier sont généralement suffisants. Dans ces deux cas, les prescriptions relatives à l'ordonnance sur l'hygiène et sur les denrées alimentaires doivent être respectées.

La qualité des eaux usées générées par ces entreprises productrices de légumes varie fortement entre une eau peu ou très chargée organiquement, et une eau terreuse ou contenant des détergents. Toutes ces *eaux à évacuer* doivent être traitées et éliminées de manière appropriée.

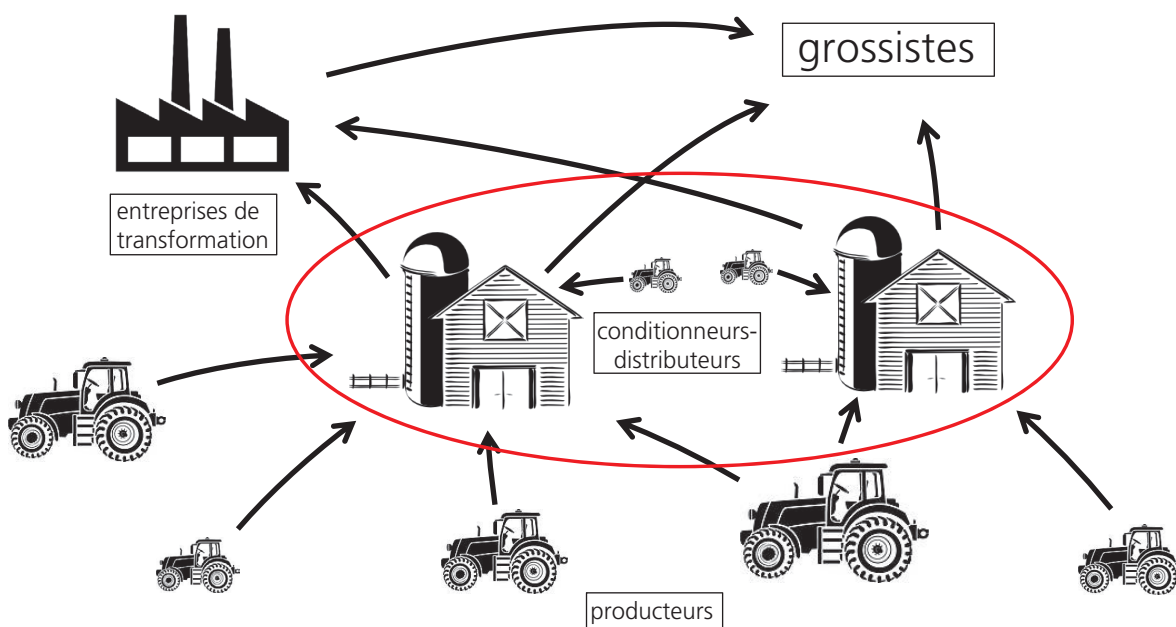


Figure 3 :
Structure du commerce de légumes en Suisse.

graphique : tbfpartner



Figure 4 :
Transport des produits du conditionneur-distributeur jusqu'au grossiste.

photo : tbfpartner

Les termes tels que « naturel », « biologique » et « biodégradable » sont fréquemment assimilés à « biologiquement inoffensif ». Cependant, une grande partie des effluents qualifiés de « biodégradables » ont un énorme impact sur l'écosystème. Lorsque, par exemple, une ligne de préparation nettoie et pare des carottes et que les eaux usées produites sont déversées sans traitement dans un cours d'eau, ce dernier voit sa concentration en nutriments enrichie (amidon, protéines, etc.). Les nutriments sont dégradés par des micro-organismes, ce qui appauvrit l'eau en oxygène. Il en résulte un manque d'oxygène dans le cours d'eau, ce qui peut conduire à une migration voire à la mort de certains crustacés, poissons ou autres organismes aquatiques. Ce phénomène peut également être observé dans une **STEP** : une arrivée d'eaux usées fortement chargées peut conduire à une perturbation du fonctionnement de sa biologie.

2.2 Objectifs

Le présent guide décrit le marché maraîcher en Suisse, les processus utilisés dans la production de légumes préparés et transformés ainsi que la problématique des eaux usées qui en découle. Son objectif premier est de mettre en avant les possibilités de traitement et d'élimination appropriées des eaux usées.

La stratégie la plus économique et écologique en matière de rejet consiste à ne produire aucune ou que peu d'eaux usées. Ainsi, une grande importance est accordée à la **gestion des ressources** et à la **séparation des flux de matières**. La prise en compte de **l'état de la technique** est une notion qui est ancrée dans la loi. Cet aspect est donc également abordé dans ce document.



Figure 5 :
La «convenience food» demande une large variété de légumes frais.

photo: tbfpartner

L'eau potable est une ressource très bon marché aujourd'hui en Suisse. Cependant, il est fort probable que son prix augmente à long terme. Une utilisation consciencieuse des matières premières permet de diminuer les frais de production et d'exploitation ainsi que d'améliorer le bilan environnemental.

L'intérêt grandissant des consommateurs à diminuer leur « empreinte eau » est en lien direct avec l'importation d'**eau virtuelle** se cachant derrière un produit. Ce gaspillage invisible peut être diminué si ce produit est fabriqué dans la région et de manière durable. Cette tendance a été identifiée par la grande distribution.

3. Production et préparation des légumes

3.1 Principales étapes de préparation dans la production de légumes

Toutes sortes de légumes peuvent être préparées et transformées à des degrés divers par les *conditionneurs-distributeurs*. La chaîne complète des processus pour l'obtention d'un produit prêt à la consommation ou prêt à être cuisiné est généralement composée des étapes décrites ci-dessous :

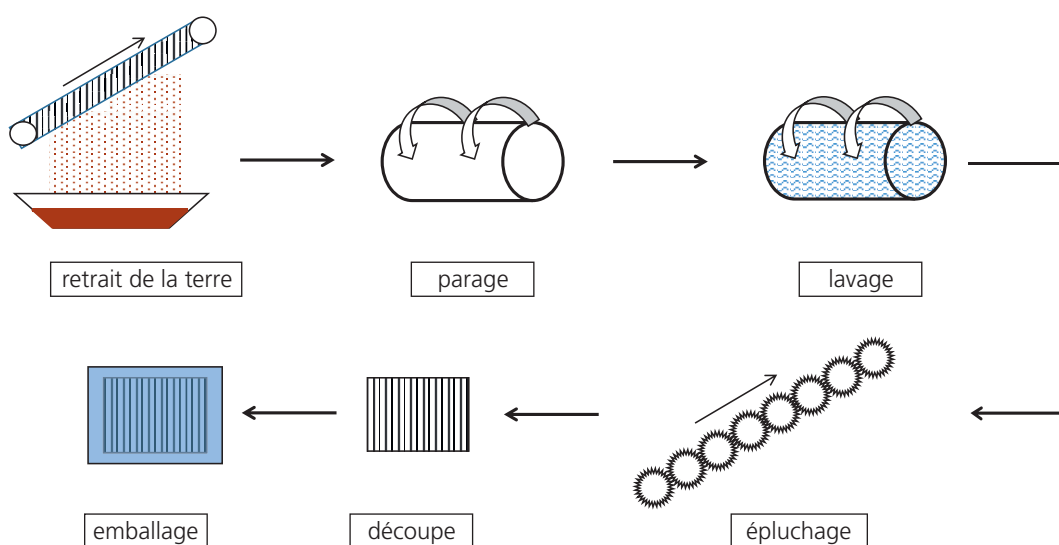


Figure 6 : Schéma des différentes étapes de la chaîne usuelle de préparation des légumes.

graphique : tbfpartner

Retrait de la terre

Les légumes sont habituellement stockés directement dans la terre avant ou après la récolte puis livrés aux entreprises de transformation après commande du produit fini. Par conséquent il est, dans un premier temps, nécessaire de retirer la terre de certains légumes, avant de les parer et de les laver.



Figure 7 : À la réception d'une commande, les carottes sont prélevées du « stock enterré » et livrées directement chez le conditionneur-distributeur.



Figure 8 : Convoyeur vibrant pour retirer la terre.

photos : tbfpartner

Le retrait de la terre devrait pouvoir être effectué sans utiliser d'eau afin d'éviter la production d'eaux usées chargées en minéraux, qui sont problématiques. Toutefois, les légumes stockés sont parfois recouverts d'une couche de terre humide qui diminue l'efficacité d'un processus de retrait de la terre à sec.

Parage

Le parage signifie que l'on retire des légumes les racines, les bourgeons ou toute autre excroissance. Seuls quelques légumes peuvent être parés mécaniquement. Citons par exemple la carotte (procédé à tambour).



Figure 9: *Le produit brut (carottes) est simultanément lavé et paré dans un tambour rotatif. Les frottements permettent d'obtenir une surface propre et lisse.*

photo: tbfpartner

Lors du parage manuel, les feuilles ainsi que les tiges indésirables sont retirées. Les troncs des salades sont coupés à la main.

Lavage

Parmi toutes les étapes de la chaîne de préparation, le lavage est une étape essentielle et incontournable pour tous les produits. Dans la mesure du possible, les légumes sont lavés mécaniquement. Néanmoins, certaines sortes de légumes doivent être lavées manuellement. Le lavage est l'étape consommant le plus d'eau. Il représente donc un grand potentiel de réduction d'**eaux à évacuer**.



Figure 10:
Lavage mécanique (carottes dans un tambour de lavage) et lavage manuel (poireaux).

photos: tbfpartner

Tambour ou trommel de lavage

Les produits sont introduits de manière intermittente ou continue dans un tambour rotatif, dans lequel ils sont simultanément parés et nettoyés. Lors du procédé en continu, les produits sont amenés au sein du tambour au moyen d'une vis sans fin et l'eau est envoyée à contresens dans le tambour. Ce procédé est principalement utilisé pour la préparation des légumes racines.

Lavage par pulvérisation d'eau

Comme son nom l'indique, lors du lavage par pulvérisation d'eau, les produits sont dirigés à travers un réseau de buses de pulvérisation. Le convoyage est assuré par un bain d'eau. Cette méthode de lavage est utilisée pour les salades ainsi que pour les légumes tiges (voir photo de couverture).

Lavage en cascade

Le lavage en cascade consiste en une série de compartiments de lavage placés l'un après l'autre. Chaque compartiment peut se composer d'un tambour de lavage ou d'un pulvérisateur d'eau. Le principe du lavage en cascade consiste en un lavage où le produit brut parcourt les compartiments dans le sens inverse du circuit d'eau. Ainsi, le produit brut est d'abord prélavé avec de l'eau de rinçage déjà utilisée dans les compartiments de lavage précédents. Au fur et à mesure de l'avancement du produit dans la cascade, l'eau de lavage est de moins en moins chargée. Dans le dernier compartiment, le produit est nettoyé avec une eau de qualité sanitaire irréprochable.

Le lavage en cascade est une mesure qui permet de diminuer la consommation d'eau potable nécessaire et donc de réduire la quantité d'eau usée produite. Ce procédé ne peut être utilisé qu'avec l'aval de l'autorité de contrôle des denrées alimentaires dans la mesure où l'eau de lavage souillée est en contact avec le produit. La dernière étape de nettoyage doit impérativement s'effectuer avec une eau de qualité sanitaire irréprochable.

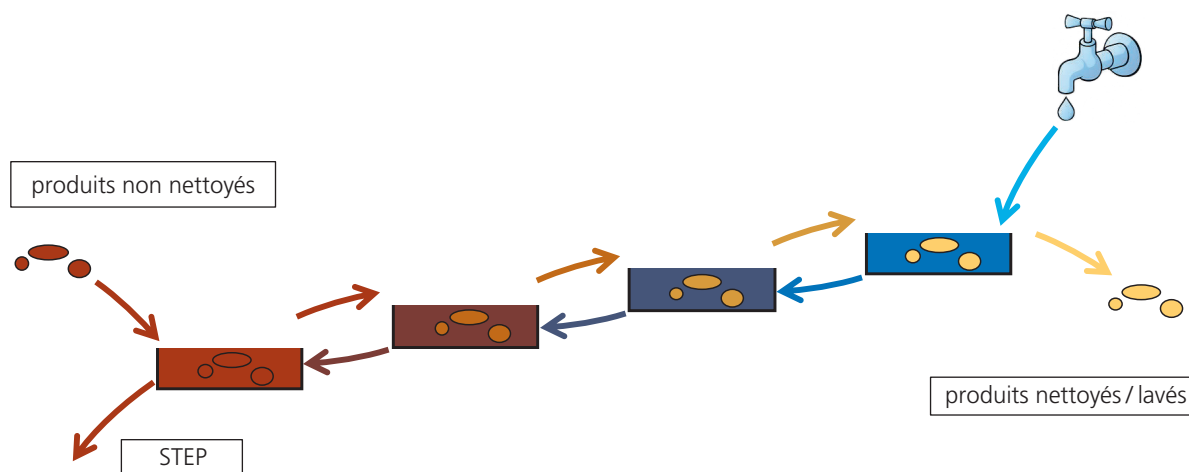


Figure 11 :
Exemple de nettoyage en cascade des pommes de terre. Les pommes de terre parcourent chaque compartiment de bas en haut tandis que l'eau de lavage s'écoule de haut en bas.

Epluchage

Lors du processus d'épluchage, l'enveloppe extérieure des légumes est retirée. Tous les légumes ne subissent pas cette étape. Dans le cas de l'épluchage mécanique des carottes, un rouleau ou une bande rugueuse sont utilisés. Les pommes de terre sont, elles, généralement épluchées à la vapeur. L'épluchage manuel est très rarement effectué. Citons par exemple les choux, dont la couche de feuilles extérieures doit être retirée manuellement.



Figure 12 :
Epluchage automatique (carottes) à gauche, et épluchage manuel (choux) à droite.

photos: tbfpartner

Découpe

Lors de la découpe mécanique, les légumes sont pressés dans une forme de découpe rigide et tranchante de sorte qu'à la sortie, les produits aient la forme et la taille désirées. Les salades sont souvent découpées manuellement.



Figure 13: Découpe mécanique (poivrons) à gauche, et découpe manuelle (salades) à droite.

photos: tbfpartner

Autres étapes de préparation

Les autres étapes de préparation, tels que l’emballage, la pasteurisation, le blanchiment et la cuisson des légumes sont des processus non détaillés dans cette publication. Lors de la **pasteurisation**, le produit est chauffé à la vapeur et atteint un état le rendant prêt à être consommé. Un stade similaire est atteint lors du blanchiment : le produit est brièvement chauffé dans un bain d’eau chaude ou à la vapeur. La **cuisson** peut se faire dans un bain d’eau chaude, mais également sans contact avec l’eau (produits emballés).

Par exemple, les betteraves rouges sont cuites en lot à la vapeur dans un autoclave et ainsi pasteurisées et rendues prêtes à la consommation. Pour l’industrie de la « **convenience food** », une grande partie des légumes comme la pomme de terre ou le maïs sont directement cuits dans leur emballage sans que l’eau n’entre en contact avec le légume. Le procédé de blanchiment est principalement utilisé dans les grosses entreprises de transformation (production de frites ou de légumes en conserves).



Figure 14: À gauche: cuisson en contact direct avec de la vapeur (betteraves rouges). À droite: cuisson dans l’emballage sans contact direct entre la vapeur et le produit (pommes de terre).

photos: tbfpartner

3.2 Procédés usuels de préparation

Le Tableau 1 donne un aperçu des procédés usuels de préparation en Suisse, pour différentes sortes de légumes (liste non exhaustive). Les étapes du retrait de la terre et de l’emballage ne sont pas mentionnées dans ce tableau. Les différentes machines utilisées pour chaque procédé sont brièvement décrites dans l’annexe 1.

Tableau 1 :
Aperçu des procédés pour différentes sortes de légumes

Légumes	Parer	Nettoyer	Eplucher	Découper	Autres
Solanacées					
Pomme de terre		x	x	x	rinçage
Tomate	x	x		x	
Poivron	x	x		x	
Aubergine		x			
Bulbes					
Poireau	x	x		x	
Ail	x	x			
Oignon	x				
Oignon de printemps	x	x	x	x	
Choux					
Chou frisé		x		x	
Chou blanc		x		x	
Chou rouge		x		x	
Brocoli		x			
Radis blanc	x	x			
Radis rose		x			
Chou-rave	x				
Chou-fleur	x				
Chou chinois	x				
Herbes					
Persil	x				
Ciboulette	x				
Salades					
Salade	x	x		x	
Endive	x				
Mâche	x	x			
Roquette	x	x			
Légumes racines					
Carotte, panais	x	x	x	x	
Betterave			x	x	cuisson
Scorsonère	x	(x)			
Topinambour	x	x			
Céleri	x	x	x		
Cucurbitacées					
Courgette		x		x	
Concombre			x	x	
Courge	x			x	
Autres					
Haricot	x				
Fenouil	x	x			
Côte de bette	x				
Rhubarbe	x				

4. Caractéristiques des eaux à évacuer

4.1 Définition des eaux usées

Dès que de l'eau s'écoule d'un robinet ou d'une buse d'arrosage, elle est considérée comme une eau à évacuer. Les eaux de pluie provenant des surfaces imperméabilisées sont également considérées comme des **eaux à évacuer**.

Les **eaux à évacuer** qui sont de nature à contaminer une eau superficielle sont considérées comme des **eaux polluées** et doivent donc être traitées. Les **eaux non polluées** peuvent être directement déversées dans les eaux superficielles (voir LEaux art. 4 et art. 7).

Les services cantonaux de l'environnement représentent, en vertu de la loi, l'autorité compétente pour déterminer si des **eaux à évacuer** doivent être considérées comme polluées ou non. A l'exception des eaux de refroidissement et des eaux de pluie provenant de toits ou de surfaces imperméabilisées propres, aucune des eaux produites lors de la préparation des légumes n'est considérée comme non polluée et ne pourrait être déversée dans les eaux superficielles sans traitement préalable.

L'Ordonnance sur la protection des eaux interdit la dilution des **eaux polluées** avec d'autres **eaux à évacuer** si l'objectif est de satisfaire aux valeurs limites de concentration applicables pour le déversement dans les canalisations ou dans les eaux (OEaux, annexe 3.2).

4.2 Qualité des eaux usées provenant de la transformation des légumes

Les eaux usées provenant de la transformation des légumes peuvent être classées d'une manière simplifiée comme suit :

- Eaux usées très chargées en matière organique
- Eaux usées moyennement chargées en matière organique
- Eaux usées faiblement chargées en matière organique
- Eaux usées terreuses et minérales
- Eaux usées provenant du lavage des locaux et des machines
- Eaux de refroidissement
- Eaux usées contenant des déchets solides de composition diverse

Eaux usées très chargées en matière organique

La charge organique dans les eaux usées peut être mesurée de différentes manières.

Généralement, un paramètre global est la **demande chimique en oxygène (DCO)**. Des eaux très fortement chargées en matière organique atteindront une valeur en **DCO** comprise entre 2000 et 80 000 mg O₂/l. L'eau de cuisson des betteraves rouges atteint par exemple une **DCO** de 80 000 mg O₂/l. Cette charge polluante élevée dont la dégradation biologique consomme beaucoup d'oxygène, constitue un risque pour les **STEP** ainsi que pour les eaux superficielles en aval (voir l'effet d'asphyxie décrit à la page 6.)

Etant donné que les eaux usées fortement chargées en matière organique sont riches en énergie, il est avantageux de procéder à leur dégradation en l'absence d'air (anaérobie) dans une installation de méthanisation, respectivement un digesteur, et non dans un procédé aérobie consommant beaucoup d'énergie. De cette manière, le biogaz (méthane) produit peut être récupéré et valorisé.

Des eaux usées avec une concentration en *DCO* supérieure à 10000 mg O₂/l sont considérées comme des *déchets liquides* et ne peuvent pas être déversées à la canalisation, sans un accord préalable du détenteur de la *STEP*. La classification entre eaux usées et *déchets liquides* n'est pas (encore) définie dans la législation. Par conséquent, l'autorité cantonale en charge de l'environnement peut apporter son aide pour des solutions d'élimination propres à chaque situation. En règle générale, ce type d'eau usée très fortement chargée (*déchet liquide*) doit directement être transporté dans une installation de méthanisation.



Figure 15:

Eaux usées fortement chargées en matière organique, considérées comme un déchet liquide (ici : eau de cuisson de betteraves rouges).

photo: tbfpartner

Parmi les procédés les plus courants produisant des eaux usées fortement chargées en matière organique, mentionnons :

- La cuisson des betteraves rouges
- L'épluchage des carottes et pommes de terre
- La découpe des poivrons
- Le pressage des déchets d'épluchure

Eaux usées moyennement chargées en matière organique

Les eaux usées moyennement chargées en matière organique correspondent à des eaux usées dont la concentration en matières polluantes est proche de celle des eaux usées ménagères.

De telles eaux sont produites au cours des procédés suivants :

- Eaux en contact avec les légumes parés, épluchés ou découpés (par ex. nettoyage, transport)
- Nettoyage de récipients ou de fûts sans détergent ou désinfectant

Eaux usées faiblement chargées en matière organique

Le lavage nécessite souvent une grande quantité d'eau. Si aucun système de recirculation interne d'eau ou aucun procédé moderne de lavage économique n'est mis en œuvre, il en résulte une eau usée faiblement chargée en matière organique.



Figure 16:
Lavage de salades dans un bain équipé de buses.

photo : tbfpartner

Le lavage des salades génère par exemple de gros volumes d'eaux usées faiblement chargées en matière organique. La charge est néanmoins trop élevée pour autoriser le déversement de ces eaux dans les eaux superficielles sans traitement. Un traitement biologique simple suffit généralement.

Si les eaux usées faiblement chargées ne peuvent pas être traitées in situ, elles doivent être évacuées dans une canalisation d'eaux usées. En diluant les autres **eaux polluées** déversées à la **STEP**, ces eaux ont un effet négatif sur le processus de dégradation biologique du traitement de l'eau. En outre, le déversement de grandes quantités d'eaux usées à la **STEP** représente un facteur de coûts importants pour une entreprise artisanale.

Parmi les procédés les plus courants produisant des eaux usées faiblement chargées en matière organique, mentionnons :

- Le lavage de salades
- Le lavage de carottes pré-rincées
- La découpe de concombres
- Le nettoyage des locaux ou des équipements sans agent nettoyant ou désinfectant

Eaux usées terreuses et minérales

Le lavage des légumes racines génère habituellement des eaux usées terreuses. En fonction du type de sol et de préparation, ces eaux contiennent des gravillons, graviers, du sable et de la terre en quantité variable. Le mélange de terre et d'eau influence défavorablement le traitement ultérieur. Un retrait préalable de la terre ou un nettoyage sans eau permet de réduire la quantité d'eaux usées à traiter.

Les eaux usées chargées en terre et en minéraux ne doivent pas être évacuées dans les canalisations car elles peuvent y créer des dépôts et perturber la **STEP** ou polluer les eaux superficielles. Les entreprises productrices de légumes sont ainsi responsables du retrait de ces composants. Le traitement de ces eaux génère des boues chargées en terre. Il est recommandé d'épandre ces boues dans les champs, si possible sous forme déshydratée.



Figure 17 :
Les carottes engendrent des eaux usées terreuses lors du processus de parage

photos: tbfpartner

Les eaux usées contenant une grande quantité d'argile sont problématiques. Le cas échéant, une étape de traitement composée d'une *floculation* et d'une *précipitation* est requise. Dans ce cas, l'épandage des boues dans les champs n'est pas autorisé à cause de leur teneur en floculant et en précipitant (*polymères*). Elles doivent être éliminées selon les directives du service cantonal de l'environnement.



Figure 18 :
Les eaux usées argileuses issues des installations de préparation des carottes sont difficiles à sédimenter.

photo: tbfpartner

Eaux usées provenant du lavage des locaux et des machines

Dans les entreprises de transformation de légumes, les machines et les locaux sont généralement lavés avec des agents de nettoyage et de désinfection. Ces produits contiennent des substances organiques biodégradables mais souvent également des substances toxiques qui perturbent le fonctionnement de la *STEP*. La toxicité des eaux de lavage peut être testée par des méthodes simples et établies (*essai de Zahn-Wellens*, *test de bactéries lumineuses*).

Les installations de préparation de légumes qui intègrent un système **CIP** (**CIP = Cleaning-In-Place**), consomment moins de produits de nettoyage et d'eau par rapport aux autres méthodes de nettoyage. En effet, lors du lavage, l'eau est utilisée en circuit fermé et, selon sa charge, elle est soit recyclée soit éliminée et remplacée par de l'eau potable. Afin de garantir une concentration constante de l'agent de nettoyage, ce dernier est dosé de manière automatique. En général, les installations **CIP** sont entièrement automatisées.

Les eaux usées de lavage des locaux et des machines doivent impérativement être traitées dans une **STEP**.

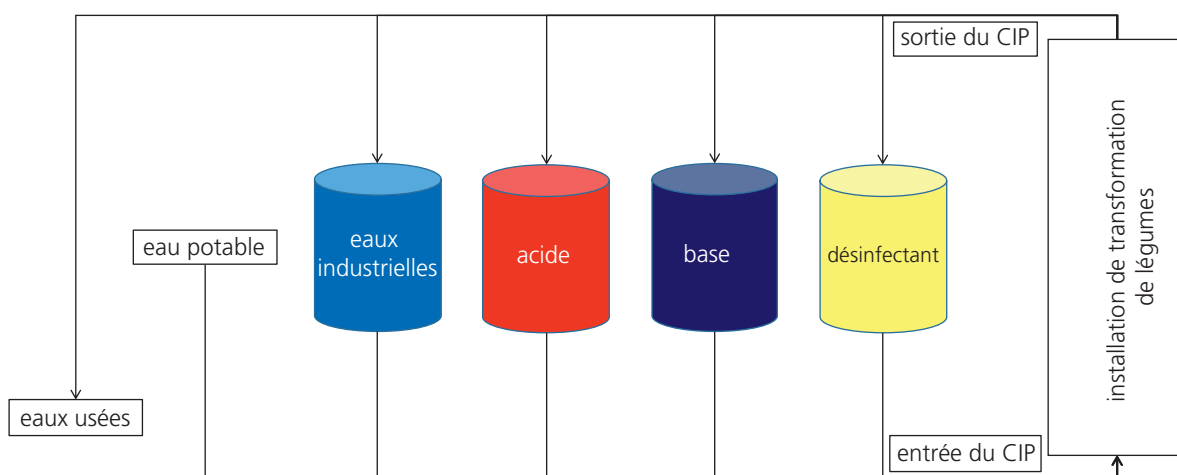


Figure 19:
Schéma de fonctionnement d'une installation CIP.

graphique: tbfpartner

Eaux de refroidissement

L'eau de process doit être refroidie dans les procédés de pasteurisation, de blanchiment et de cuisson. Selon l'Ordonnance sur la protection des eaux, les eaux de refroidissement font partie des **autres eaux à évacuer**. Elles ne font pas partie des eaux industrielles et doivent être considérées à part dans l'autorisation cantonale de déversement.

Si les eaux de refroidissement ne sont pas en contact avec les produits, respectivement ne contiennent pas de substances pouvant polluer les eaux, elles sont considérées comme des **eaux non polluées**. Selon l'OEaux, annexe 3.2, ch. 1, les eaux de refroidissement non polluées doivent être séparées des autres **eaux polluées**.

Il existe deux types de processus de refroidissement : le refroidissement en circuit fermé et le refroidissement en circuit ouvert.

Dans un **circuit fermé**, l'eau de refroidissement circule en boucle et est refroidie par un procédé externe (évaporateur) à la température désirée. Les **eaux de refroidissement** en excès sont purgées et doivent être éliminées. Afin de protéger l'installation, les eaux de refroidissement contiennent des additifs (biocides, produits anticorrosion, stabilisateurs de dureté, inhibiteurs, etc.). Elles doivent donc être évacuées au premier abord dans une canalisation d'eaux usées. Il existe toujours plus d'additifs anodins du point de vue de leur écotoxicité, ce qui rend parfois une évacuation dans les eaux superficielles possible selon les exigences de l'OEaux, annexe 3.3, ch. 22.

Dans un **circuit ouvert**, de l'eau potable est utilisée pour évacuer la chaleur dégagée par le process. Ce procédé est généralement utilisé dans les exploitations ayant la possibilité de pomper l'eau d'une nappe phréatique ou d'un plan d'eau. Cependant, les circuits ouverts ne correspondent pas à l'état de la technique et ne sont plus autorisés pour de nouvelles installations. En ce qui concerne les installations existantes utilisant cette technologie, il est demandé (OEaux, annexe 3.3, ch. 21) de récupérer autant de chaleur que possible. Les eaux de refroidissement d'un circuit ouvert peuvent être déversées dans un cours d'eau uniquement si leur température n'excède pas 30°C et que leur déversement n'entraîne pas un réchauffement des eaux superficielles supérieur à 3°C (OEaux, annexe 3.3, ch. 21). Exceptionnellement et uniquement avec l'autorisation de l'autorité compétente, l'eau de refroidissement non polluée peut être déversée dans un collecteur d'eaux usées si cela est opportun pour le traitement des **eaux polluées** (par ex. pour l'alimentation en chaleur de la **STEP** communale) (OEaux, annexe 3.2, ch. 1). Néanmoins, il serait préférable, en accord avec les autorités compétentes, de réutiliser ces eaux de refroidissement (voir chap. 5).

Eaux usées contenant des déchets solides de composition diverse

Les déchets solides suivants sont générés dans les entreprises de transformation de légumes :

- boues organiques
- tiges / troncs, feuilles, bourgeons
- terre, gravillons, sable, graviers

Ces déchets solides doivent si possible être retirés avant le processus de transformation. Les matières solides perturbent le processus et engendrent des inconvénients lors du traitement des eaux usées.

Selon l'art. 10 de l'OEaux, aucune matière solide ne doit être évacuée dans les canalisations, au risque de les endommager ou de perturber le fonctionnement de la **STEP**. Toutefois, il est autorisé de déverser dans les canalisations des boues à fines particules organiques générées par le processus de préparation ou par l'installation interne de **prétraitement** des eaux usées, si ces boues ne peuvent pas être retirées des eaux usées moyennant un investissement proportionné. Parfois, il peut être intéressant de déverser des eaux usées chargées de fines particules organiques dans une **STEP**. Ceci à la condition que ces particules décantent dans la **STEP**, qu'elles soient traitées dans un digesteur et que ce traitement soit opportun (OEaux, art. 10). Bien que de l'énergie produite par ces boues puisse être exploitée dans le digesteur de la **STEP**, cette manière de procéder est soumise à redevance.

4.3 Séparation des flux de matières

Il est essentiel de séparer les différents flux d'eaux usées dans l'industrie et l'artisanat afin qu'un traitement approprié pour chacun des flux puisse être mis en œuvre. Cette mesure de planification est appelée la **séparation des flux de matières**. La séparation des différents types d'eaux usées décrits au chapitre 4.2 est une opération coûteuse. L'investissement en vaut toutefois la peine en comparaison des difficultés et des coûts engendrés si les eaux usées sont mélangées en un seul flux à traiter.

5. Alternatives pour la gestion des ressources

5.1 Introduction

Les exploitants sont légalement tenus de produire avec des installations répondant à l'*état de la technique* (OEaux, annexe 3.2, ch. 1 ; OLED, art. 11). Cette obligation sous-entend implicitement des considérations écologiques et économiques. Une installation selon l'état de la technique ne signifie pas seulement une utilisation durable de l'eau, de l'énergie et des matières premières, mais également une réduction des coûts ainsi qu'une vision d'exploitation à long terme.

Différentes alternatives existent pour optimiser l'utilisation des ressources dans la transformation de légumes. Elles sont décrites ci-dessous.

5.2 Product design

L'expression *product design* signifie que les produits doivent être conçus dans le but de minimiser l'utilisation de ressources lors de leur production et leur consommation. A priori, cet aspect ne semble pas être applicable à la production de légumes. Toutefois, si on prenait en considération l'utilisation de l'eau dans le processus de fabrication, les distances de transport ou la production de déchets, la préparation de légumes dans une exploitation (encore) visionnaire sans utilisation d'eau pourrait devenir une réalité.

A titre d'exemple, mentionnons des variétés de salades plus faciles à nettoyer, des mélanges de salades de provenance régionale ou des emballages compostables ou réutilisables.

5.3 Processus de production intégrée (recyclage)

Les eaux usées faiblement chargées ne doivent pas nécessairement être évacuées directement. Elles peuvent également être réutilisées comme eaux industrielles. Parfois les eaux usées peuvent être réutilisées à plusieurs reprises pour le lavage en circuit fermé avant d'atteindre une concentration en substances polluantes suffisamment élevée pour être éliminées ou utilisées dans d'autres procédés. Par ailleurs, il est possible de prétraiter des eaux usées de manière à pouvoir les réutiliser.

Citons comme exemples de *processus de production intégrée*, le système de lavage en cascade (voir page 10) ou les installations *CIP*.

L'eau qui est en contact avec les légumes doit répondre aux exigences de qualité (Ordonnance sur l'hygiène, art. 16) afin d'être qualifiée d'eau potable. Cet article de loi est parfois contradictoire avec le *processus de production intégrée*. En effet, lors du lavage des légumes en cascade par exemple, les légumes sont mis en contact avec de l'eau faiblement chargée provenant des étapes précédentes de ce procédé. Il est ainsi nécessaire de consulter l'autorité de contrôle des denrées alimentaires.

5.4 Processus intégré (économie d'eau)

En diminuant les besoins en eau, les quantités d'eaux usées générées sont logiquement réduites proportionnellement. Les *processus intégrés* sont les procédés les plus importants pour la *gestion des ressources*.

Les nouvelles technologies permettent une économie d'eau, voire l'absence d'eau dans les procédés de préparation de légumes. Cela vaut la peine d'investir dans une technologie de pointe, car des montants considérables peuvent ainsi être économisés sur les taxes d'épuration des eaux usées. Ci-dessous une liste non-exhaustive d'exemples :

- Transport à sec (par ex. convoyeur à bande) à la place du transport par *flotation*
- Epluchage à sec au lieu de l'épluchage sous eau
- Epluchage coupant à la place de l'épluchage abrasif (par ex. couteau plutôt que pot éplucheur)
- Utilisation d'air comprimé pour vider les installations (sans négliger la consommation d'énergie et de ressources)
- Périodes de stockage réduites (moins de détérioration ou de production de jus, par conséquent moins de nettoyage)



Figure 20:
Processus intégré (économie d'eau).

photo: tbfpartner

Les procédés peu gourmands en ressources possèdent le rapport coût-bénéfice le plus élevé. Le potentiel d'économie dépend de la méthode utilisée, du coût des matières premières et de l'eau, mais également de l'état actuel de la recherche.

Dans un avenir proche, il faut s'attendre à ce que des *benchmarking* décrivant l'état de la technique forment la base pour fixer des valeurs de référence pour l'obtention des autorisations. Ceci va encourager le développement de procédés économes en ressources. Les premières valeurs clés des principaux processus sont répertoriées dans le tableau de l'annexe 2.

5.5 Waste design

L'objectif d'une élimination optimale des eaux usées est d'amener les différents effluents (flux partiels) sous une forme permettant de les traiter chacun d'une manière aussi écologique et économique que possible. La séparation des flux de matières se trouve à la base du *waste design* (voir chapitre 4.3).

Exemples: création d'un bassin de stockage ou d'un point de collecte pour les eaux usées fortement chargées, les déchets organiques solides ou les récipients / emballages biodégradables. Ces substrats riches en énergie peuvent être transformés en biogaz. Le stockage de l'eau de lavage des salades permet de la réutiliser pour le lavage en cascade ou comme eau d'arrosage.

5.6 Approche globale de la gestion des ressources

Une gestion globale des ressources a pour objectif une gestion économique des ressources dès les étapes initiales ainsi qu'une gestion des déchets et des eaux usées permettant de les traiter et de les réutiliser en tant que ressources pour la production.

L'approche globale peut impliquer l'installation et l'exploitation d'une installation de *prétraitement* des eaux usées au sein d'une *entreprise de transformation* de légumes. Les eaux usées prétraitées peuvent être utilisées en tant que ressources pour la production, permettant ainsi une économie considérable d'énergie et d'eau.

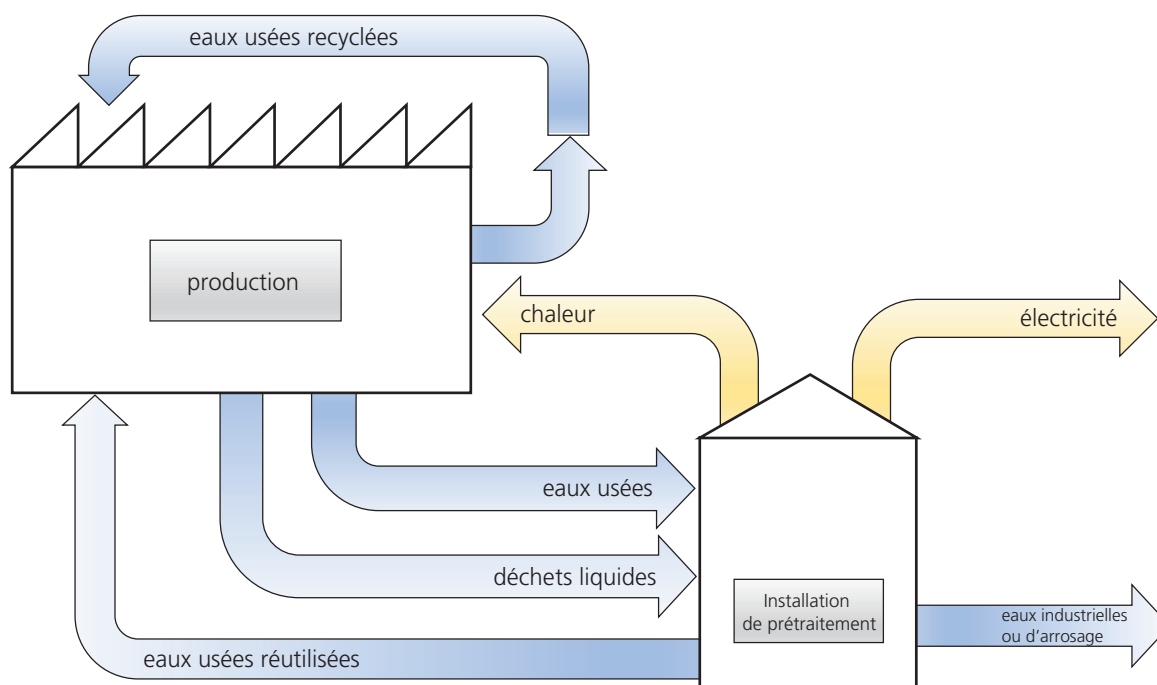


Figure 21 :
Exemple d'une gestion globale des ressources. En bleu: circuit d'eau, en jaune: flux d'énergie.

graphique: tbfpartner

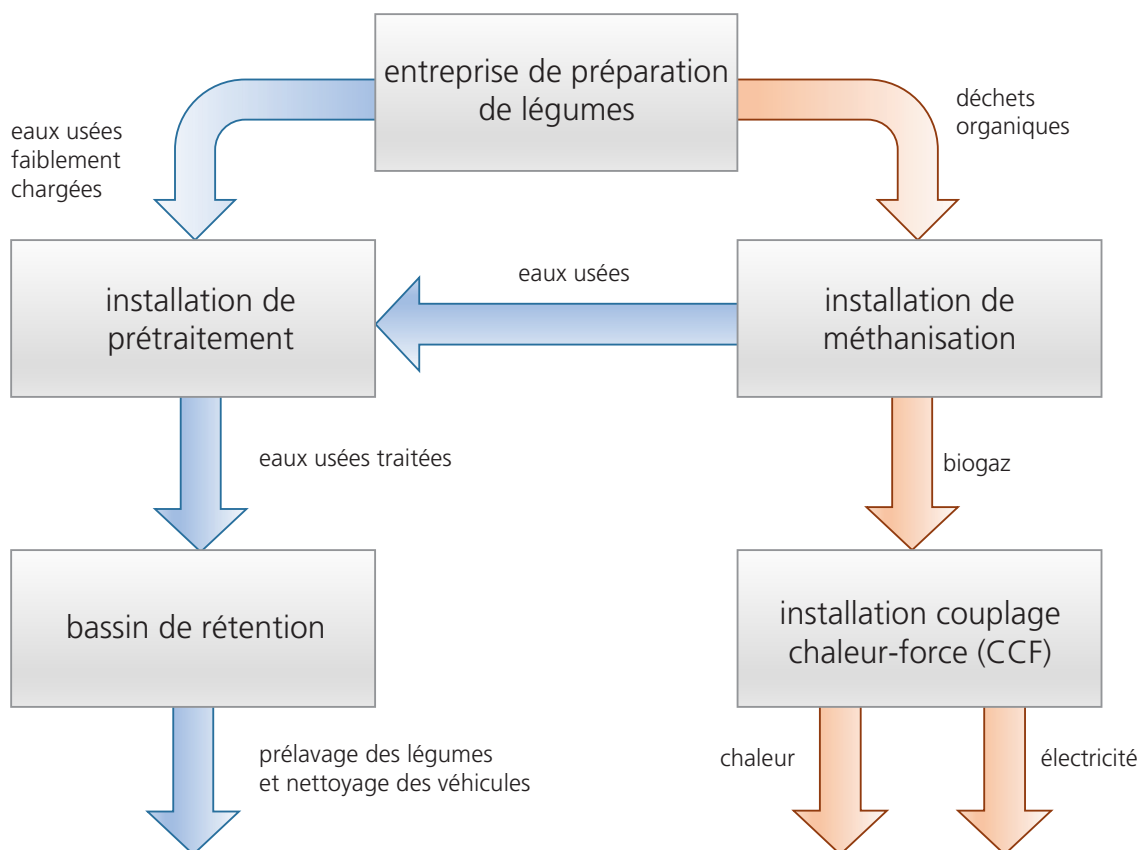


Figure 22 :
Schéma détaillé des flux de matières et d'énergie de l'exemple de la figure 21.

graphique: tbfpartner

Les figures 21 et 22 illustrent un exemple de gestion globale des ressources. Une installation de méthanisation (digesteur), placée à proximité de l'*entreprise de transformation* de légumes, reçoit tous les déchets organiques sous forme d'eaux usées très concentrées ou de *déchets liquides*. Le digesteur peut également se trouver à la *STEP* ou être une installation privée. Le biogaz produit dans le digesteur peut être transformé en électricité et en chaleur dans une installation de couplage chaleur-force (CCF). Mentionnons que ce type de production d'électricité est subventionné.

Les eaux usées faiblement chargées issues de la production sont déversées dans la station de *prétraitement* interne des eaux usées, où sont également acheminés les rejets de l'installation de méthanisation. Les eaux usées épurées sont évacuées dans un bassin de rétention d'eau et sont utilisées pour le prélavage des légumes, pour le nettoyage des véhicules ou pour l'irrigation.

Ces ressources en eau et en énergie ne doivent pas nécessairement être utilisées dans l'entreprise elle-même.

6. Traitement des eaux usées

6.1 Traitement des eaux usées très chargées en matière organique

Les eaux usées fortement chargées se présentent généralement sous forme de liquide concentré. En fonction de leur quantité et en accord avec le détenteur de la **STEP**, ces eaux usées peuvent être introduites dans le digesteur de la **STEP** ou dans une installation de méthanisation (biogaz) du secteur privé. Ces eaux usées sont généralement considérées comme des **déchets liquides**, et ne peuvent pas être déversées dans les égouts, ou alors seulement sous certaines conditions.

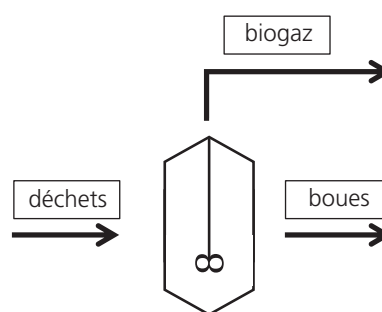


Figure 23 :

A gauche : réacteur de méthanisation (digesteur). A droite : représentation schématique de la méthanisation.

photo : tbfpartner

Dans les installations de **digestion mésophile**, un temps de séjour de 20 jours dans le réacteur et une température d'environ 35–40 °C sont généralement nécessaires. Les produits finaux résultants sont les boues digérées et le biogaz riche en énergie. Si le digesteur est alimenté uniquement avec les eaux usées provenant d'entreprises de transformation de légumes, les boues digérées peuvent être épandues sur les champs. En revanche, les boues digérées qui proviennent d'une **STEP** doivent être incinérées. Les entreprises industrielles concernées doivent contribuer aux coûts engendrés par cette incinération.

Si un volume élevé d'eaux usées très chargées organiquement (**DCO** > 2000 mg O₂/l) est produit sur une longue période, l'installation d'un « réacteur anaérobie » peut être recommandée. Ce **prétraitement** est exploité sans oxygène et permet la décomposition de la matière organique par des micro-organismes spécifiques. La matière organique des eaux usées est ainsi presque entièrement transformée en biogaz, ceci sans besoin d'énergie et sans production de boues, comme c'est le cas pour d'autres processus. Les eaux usées produites par ce réacteur doivent cependant être traitées séparément ou être déversées dans une canalisation d'eaux usées.

Comme la dégradation des contaminants des eaux usées dans un réacteur anaérobie ne peut pas être garantie à l'avance, des essais pilotes préliminaires sont indispensables.

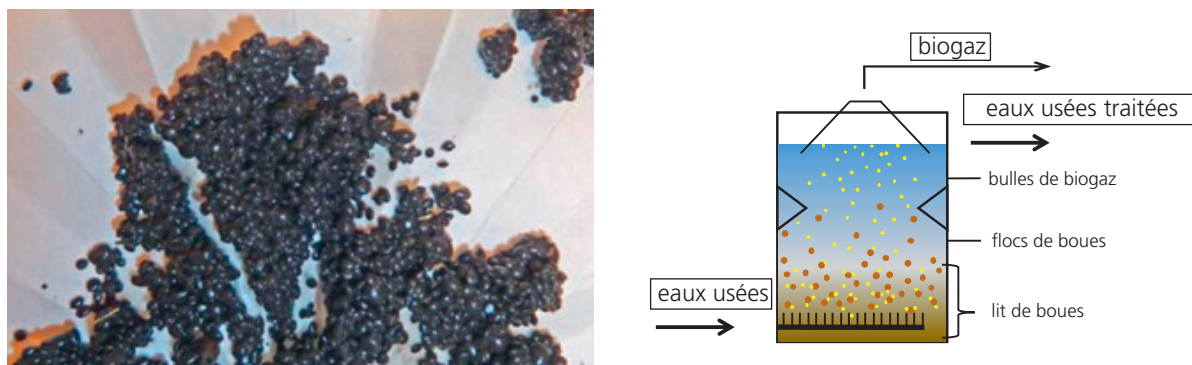


Figure 24:

Réacteur anaérobie: à gauche: photo de la biomasse «granulaire», à droite: schéma du procédé UASB (Upflow-Anaerobic-Sludge-Blanket).

photo: tbfpartner

6.2 Traitement des eaux usées moyennement chargées en matière organique

Les eaux usées moyennement chargées doivent être traitées pour pouvoir être déversées dans les égouts publics. A cet effet, divers procédés sont disponibles.

Des **systèmes biologiques** doivent être utilisés afin d'obtenir le degré de traitement désiré. Les **systèmes de biofilm** aérobies sont recommandés principalement pour leur simplicité. Ces procédés offrent une biodégradation en présence d'air. Les eaux usées contiennent de la biomasse qui se fixe à une surface de croissance (biofilm) et cette dernière est en contact permanent avec les eaux usées et l'air.

Le processus de dégradation ne se produit que lorsque le rapport des éléments nutritifs dans les eaux usées est de l'ordre de : **DCO**:N:P = 200:5:1. Si certains nutriments (azote [N], phosphore [P]) manquent, ils doivent être ajoutés au système biologique.

Les **systèmes de biofilm** doivent être précédés d'une étape de traitement mécanique pour éviter leur perturbation par des particules solides. L'entretien des systèmes biologiques doit être réduit autant que possible. Il est néanmoins impératif qu'une personne qualifiée veille à leur bon fonctionnement.

Dans un **procédé à lit fluidisé**, souvent utilisé dans l'industrie, de petits supports synthétiques sur lesquels se forme un biofilm sont maintenus en suspension (ou fluidisés) grâce à un flux d'air ascendant artificiel. Les boues fines résultantes sont évacuées avec les eaux usées prétraitées dans la canalisation jusqu'au bassin de décantation primaire de la **STEP** où elles décanteront.



Figure 25 : Réacteur à lit fluidisé (à gauche) rempli de petits supports synthétiques (à droite).

photos: tbfpartner

Dans un **réacteur à lit bactérien**, les eaux usées traversent un réacteur entièrement rempli de supports. Ainsi, les eaux usées se déplacent par rapport aux supports et non l'inverse comme dans le **procédé à lit fluidisé**. La différence avec un lit bactérien classique se trouve dans l'apport d'air artificiel par le bas. La décomposition est ainsi augmentée et le volume disponible du réacteur est optimisé.

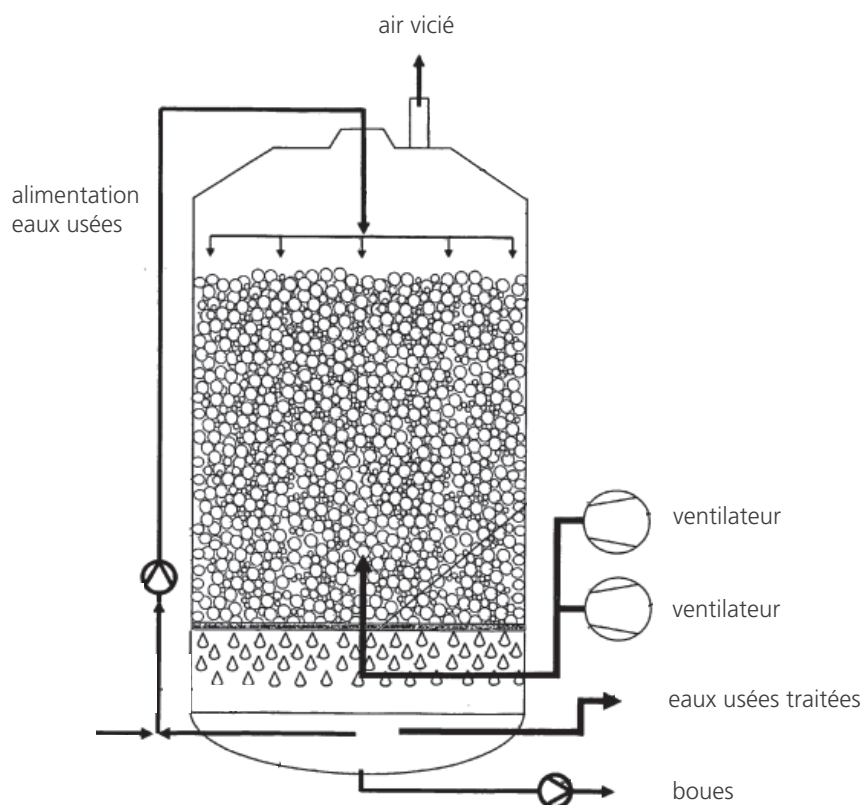


Figure 26 : Schéma de procédé d'un réacteur à lit bactérien.

graphique: tbfpartner

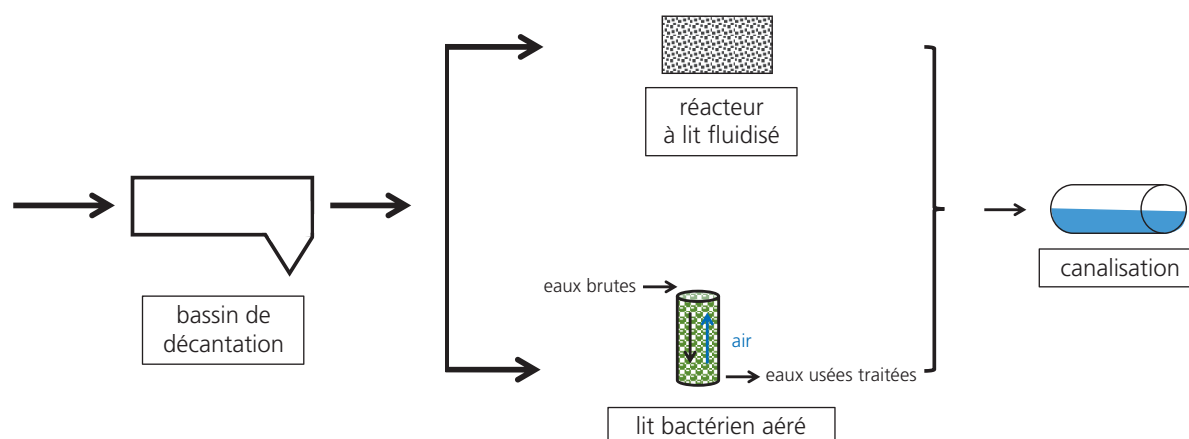


Figure 27 :

Aperçu des procédés pour des eaux usées moyennement chargées qui sont déversées dans les égouts après un prétraitement.

graphique: tbfpartner

6.3 Traitement des eaux usées faiblement chargées en matière organique

Les eaux usées faiblement chargées en matière organique ne contiennent qu'une faible concentration de substances biodégradables. Ces concentrations dépassent cependant les valeurs limites légales pour un déversement direct dans un cours d'eau. Les eaux usées faiblement chargées sont généralement produites en grandes quantités et ont un effet perturbateur dans une **STEP** à cause de leur effet de dilution. Dans ce cas, l'installation d'une station d'épuration de faible capacité, propre à l'entreprise de préparation de légumes, peut avoir du sens. Les eaux usées sont à traiter de manière à pouvoir les déverser dans une rivière, les infiltrer ou les réutiliser dans la production comme eaux industrielles (par ex. pour l'arrosage).

Pour le traitement des eaux usées faiblement chargées, les procédés avec des biofilms sont également utilisés (voir chapitre 6.2). Étant donné qu'il s'agit à nouveau d'un processus de biodégradation, le rapport des besoins en nutriments **DCO**:N:P de 200 : 5 : 1 doit être respecté. Le cas échéant, des nutriments complémentaires tels que de l'azote [N] ou du phosphore [P] doivent être ajoutés.

Ces eaux usées épurées n'étant pas déversées dans les égouts, les boues résultant du traitement biologique doivent être collectées et éliminées. Pour la construction et l'exploitation d'une **STEP** de faible capacité, une autorisation cantonale est nécessaire. L'exploitant est tenu d'effectuer en interne des contrôles réguliers.

Les procédés à biofilm suivants ont fait leurs preuves pour traiter les eaux usées faiblement chargées :

- **Lits bactériens**
- **Disques biologiques rotatifs**
- **Lits filtrants végétalisés**

Dans les régions rurales, les **lits bactériens** et les **disques biologiques rotatifs** sont fréquemment utilisés. Ces deux systèmes ne nécessitent pas d'aération active; l'apport d'air se fait par le flux naturel à travers le lit de gravier (lit bactérien) ou par l'alternance de l'immersion et de l'exposition à l'air des disques biologiques rotatifs.

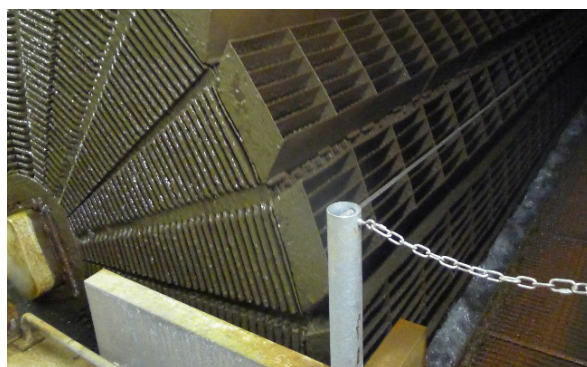


Figure 28:
Procédé à lit bactérien (à gauche) et disques biologiques rotatifs (à droite).

photos: tbfpartner

En zone rurale, des *lits filtrants végétalisés*, également appelés lagunages, peuvent être aménagés. Le principe de ce procédé consiste à répartir les eaux usées dans un grand plan d'eau recouvert de roseaux. Le traitement se déroule – de manière similaire aux procédés décrits ci-dessus – grâce à des micro-organismes qui forment un biofilm. Cependant, celui-ci ne se fixe pas sur des supports de culture naturels ou synthétiques, mais aux racines des plantes. Un système de drainage collecte les eaux usées épurées et les évacue dans une rivière ou dans un réservoir pour l'arrosage ou autre utilisation. Les boues biologiques formées entre les racines sont partiellement dégradées. Après quelques années, le sol riche en boues doit être retiré et remplacé. Ce procédé fonctionne généralement de manière fiable même en hiver.

Ce procédé nécessite beaucoup d'espace, généralement disponible dans les régions agricoles où sont installées les entreprises de transformation de légumes. Les lits filtrants végétalisés sont intéressants pour leur aspect visuel et leur simplicité de fonctionnement. Toutefois, il y a lieu de veiller à ce que les conduites d'alimentation ne se bouchent pas.



Figure 29:
Lit filtrant végétalisé en construction (à gauche) et en exploitation (à droite).

photos: tbfpartner

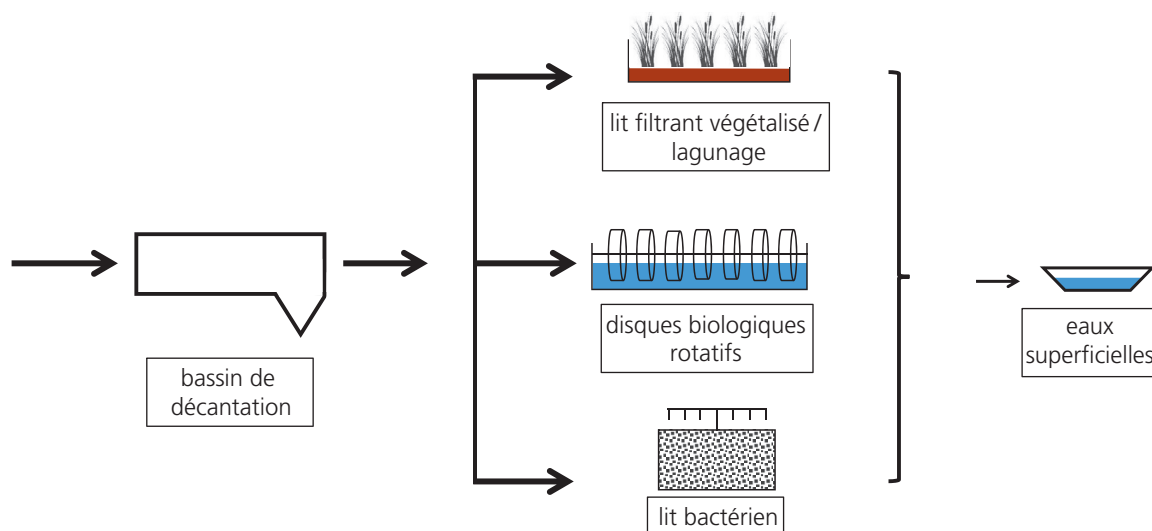


Figure 30:
Aperçu des différents procédés pour traiter les eaux usées faiblement chargées.

graphique: tbpartner

Traitement des eaux usées faiblement chargées pour obtenir des eaux industrielles

Certaines entreprises traitent leurs eaux de lavage à l'aide d'équipements de *filtration* performants (*technologies à membranes*), qui permettent d'obtenir de l'eau industrielle d'une qualité requise pour un processus (eau de process). Ces eaux peuvent ainsi être réutilisées dans la production ou alors être directement déversées dans les eaux superficielles. Cette technique de traitement des eaux usées est très coûteuse et consomme beaucoup d'énergie. Une analyse financière approfondie est à considérer si cette technologie est sélectionnée.



Figure 31:
Installation de nanofiltration (usine de MMS AG).

photo: MMS AG

6.4 Traitement des eaux usées terreuses et minérales

En principe, le déversement dans les cours d'eau d'eaux usées contenant des matières minérales n'est pas autorisé. Un rejet direct ne peut être envisagé que si ces eaux respectent la concentration limite fixée pour les substances non dissoutes totales (20 mg/l) et qu'elles sont quasiment exemptes de substances organiques et de pesticides.

Les eaux usées terreuses et minérales, pour autant qu'elles ne soient pas considérées comme des déchets solides ou liquides selon l'art. 10 OEaux, peuvent être déversées dans les canalisations communales d'eaux usées. Il convient de mentionner que ces effluents endommagent les égouts publics (dépôts, abrasion) et péjorent le fonctionnement de la **STEP** (augmentation de la production de boues).

Si les **eaux à évacuer** contiennent beaucoup de sable et de pierres, ces derniers doivent être retirés avant leur déversement. Un bassin de décantation aéré ou un dessableur peuvent être utilisés (Figure 32).



Figure 32 :
Dessableur / décanteur avec évacuation à vis sans fin

photo: (Noggerath® Système de Aqseptence Group)

La méthode de traitement la plus simple est la sédimentation, via une **unité de sédimentation**. Il existe plusieurs types de constructions et de procédés : par exemple un grand bassin où la boue décante puis est récoltée avec un système de racleur ou encore un décanteur lamellaire plus compact.

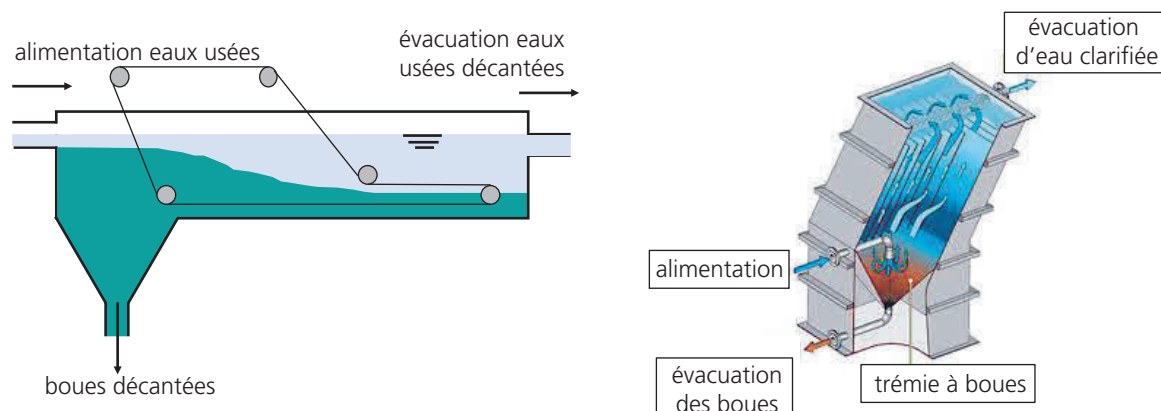


Figure 33 :
Sédimentation dans un bassin de sédimentation avec raclleur (à gauche). Décanteur lamellaire, modèle Huber Picatech (à droite).

graphique: tbfpartner/Fa. Huber Picatech

En raison de la composition variable de la terre, il peut arriver que les eaux usées soient chargées en minéraux argileux ou en particules en suspension. Dans ce cas, les boues terreuses ne décantent pas suffisamment et l'ajout d'agents de **précipitation** et / ou de flocculants (souvent appelés **polymères**) est nécessaire. Les agents se lient aux particules et forment ainsi des floccs qui décantent dans un bassin ou sont retenus par un filtre.

La **précipitation** est un processus durant lequel les substances dissoutes sont transformées en une forme particulaire par l'ajout de produits chimiques tels que le chlorure ferrique. Leur masse va augmenter et elles vont couler (précipiter). Lors de la **floculation**, les particules en suspension vont sédimenter grâce à l'addition de flocculants organiques (**polymères**). Ce phénomène se déroule grâce à la diminution des forces de répulsion entre les particules individuelles et il en résulte la formation d'agglomérats (floccs).

L'innocuité des flocculants n'est pas garantie. Au moment de la publication de ce guide, les résultats d'essais sur la dégradabilité par l'institut allemand « Fraunhofer » ne sont pas encore disponibles. L'épandage des boues contenant des **polymères** est donc soumis à autorisation délivrée par l'autorité compétente.

En plus des méthodes de sédimentation, des procédés ayant une emprise au sol moindre tels que la **flottation** ou la **filtration** peuvent être mis en œuvre pour l'élimination des particules solides.

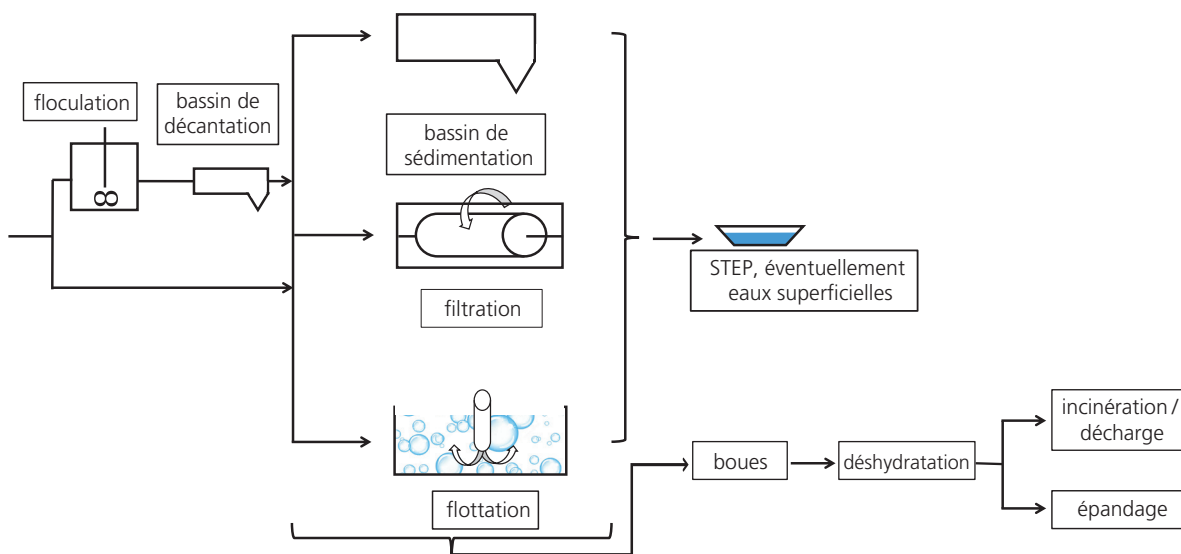


Figure 34 :
 Vue d'ensemble des procédés disponibles pour le traitement des effluents terreux.

graphique : tbfpartner

Lors de la **flottation**, les solides sont amenés à la surface par l'introduction d'air pour être retirés. Les installations de **flottation** sont utilisées pour éliminer des particules ou des floccs légers dont la flottabilité est suffisante.

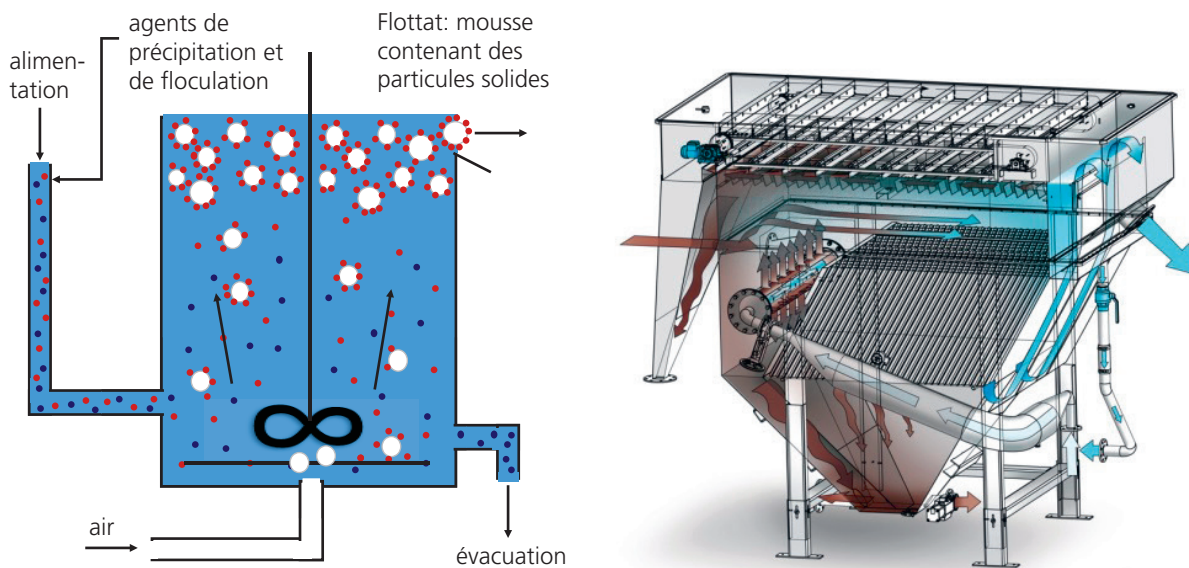


Figure 35 :
 Principe de flottation (à gauche) et installation de flottation, modèle Huber Picatech (à droite).

graphique : tbfpartner / Fa. Huber Picatech

Lors de la **filtration**, des toiles filtrantes ou des filtres en « poltissus » sont utilisés. Ceux-ci sont composés d'un matériel non-tissé ou d'un tissu à fibres (structure d'un tapis).



Figure 36:
Filtre sur tambour (à gauche) et filtre sur disques (à droite).

photos: Mecana AG

Lorsque la quantité de boues est importante, il peut être avantageux de les déshydrater avant de les épandre. Pour la déshydratation, des **filtres-presses à bande** ou des **filtres-presses à plateaux** sont généralement utilisés.

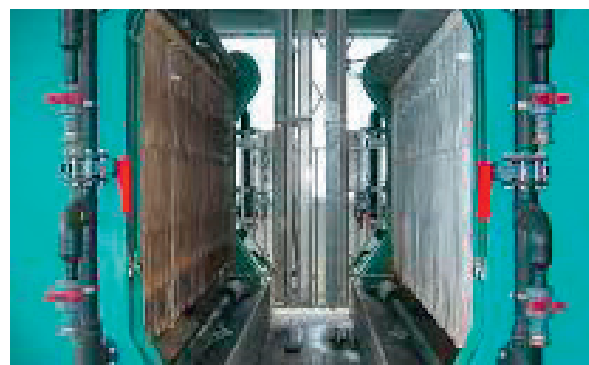
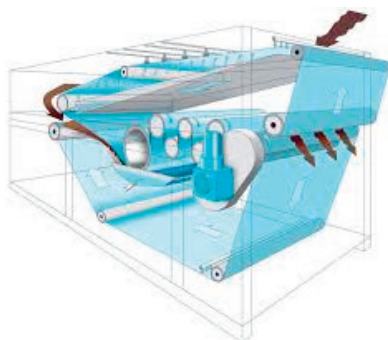


Figure 37:
Filtre-presses à bande, modèle Huber Picatech (à gauche) et filtre-presses à plateaux, modèle Diemme®, Aqseptence Group (à droite).

photos: Fa. Huber Picatech / Aqseptence Group

Comme déjà mentionné au chapitre 4.2, les boues terreuses provenant du **pré-traitement** des **eaux à évacuer** et au cours duquel aucun produit chimique (par ex. flocculant) n'a été ajouté, peuvent être épandues dans les champs, si possible sous forme déshydratée. Une consultation des autorités cantonales compétentes n'est pas nécessaire dans ce cas.

Cas particulier: Installations complètes pour le traitement et le recyclage des effluents terreux et minéraux

Des installations complètes et compactes incluant plusieurs procédés ont été développées pour des entreprises de transformation de légumes afin de traiter spécifiquement les eaux usées chargées en particules solides et terreuses. La chaîne de procédés peut être représentée ainsi :

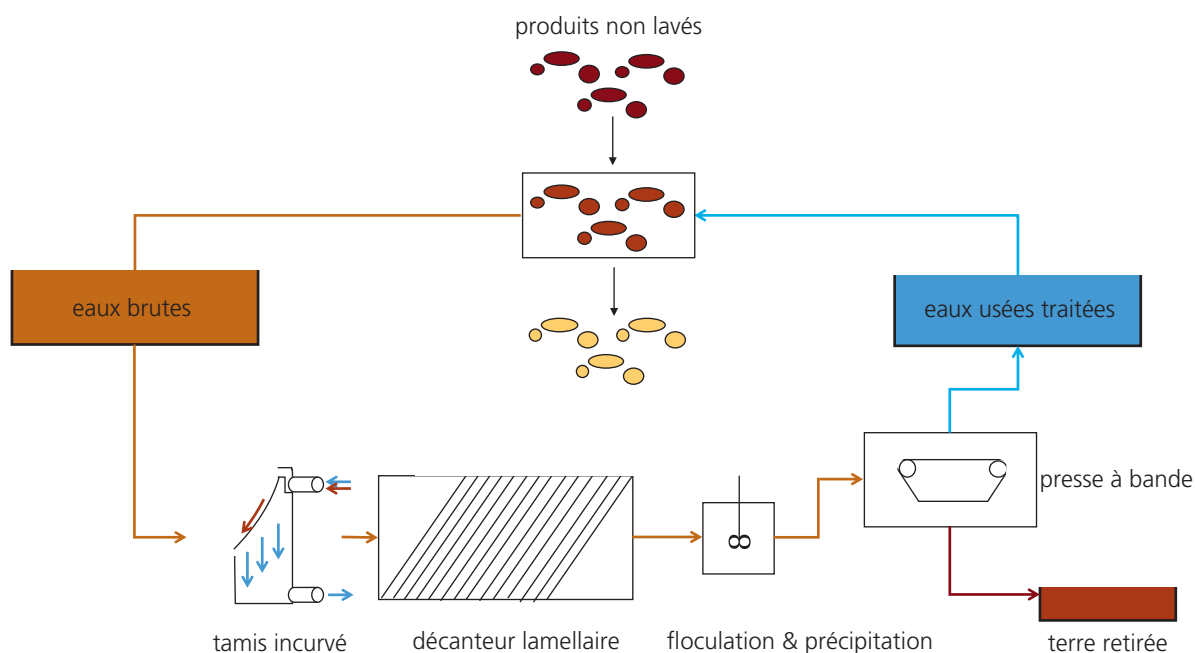


Figure 38: graphique: tbfpartner
Schéma d'une installation de traitement compacte pour traiter des eaux usées chargées en terre.

6.5 Traitement des eaux usées contenant des déchets organiques

Pour l'élimination des déchets organiques dans les eaux usées (comme par exemple les restes de légumes ou les déchets d'un éplucheur), des tamis incurvés ou des tambours de tamisage sont utilisés.

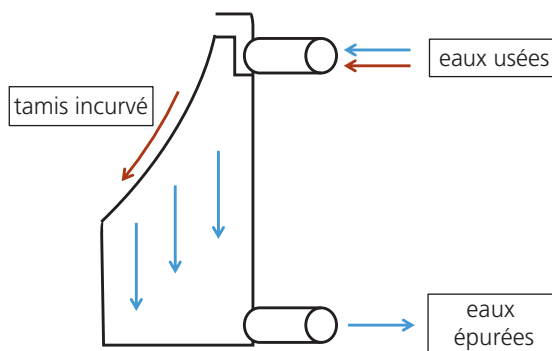


Figure 39: photo: tbfpartner
Tamis incurvé pour l'élimination des matières solides après le parage des carottes.

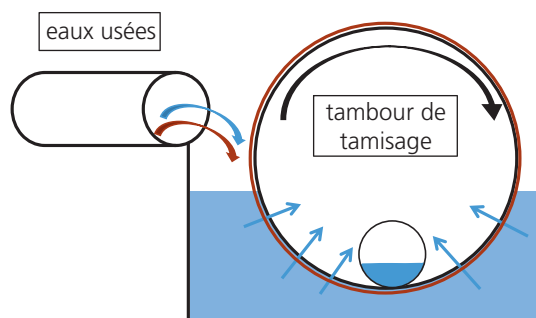


Figure 40 :
 Tamboeur de tamisage pour la séparation des matières solides (modèle Huber Picatech).

photos : Fa. Huber Picatech

Dans ce contexte, les unités de **microtamisage** méritent d'être mentionnées. Elles combinent la **filtration** et la déshydratation. L'utilisation de ces installations modulaires de **microtamisage** augmente dans l'industrie de transformation des aliments. La **filtration** fine génère un gâteau de **filtration** qui est directement déshydraté dans la même installation.

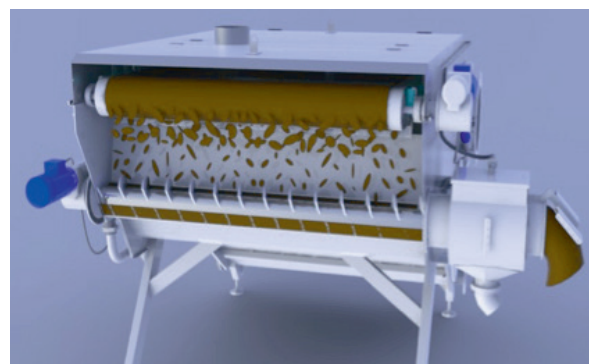
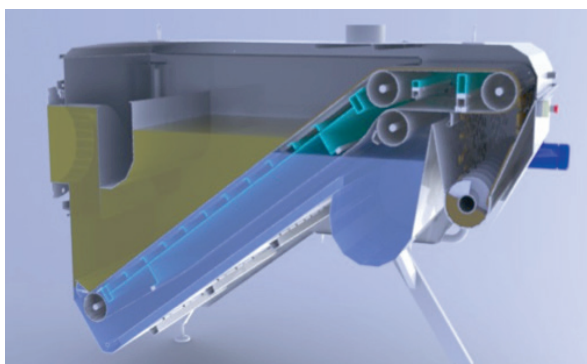


Figure 41 :
 Vue de profil (à gauche) et de face (à droite) d'une installation de microtamisage modèle Salsnes avec zone d'alimentation (vert olive), zone d'évacuation (bleu), bande filtrante (sur les poulies) et compartiment à boues avec vis sans fin.

Photos : Fa. Salsnes

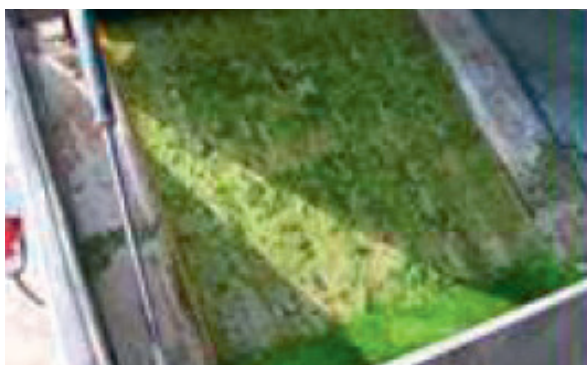


Figure 42 :
 Résidus de tamisage d'une filtration d'épinards (à gauche) et boues déshydratées de carottes (à droite).

Photos : Fa. Salsnes

6.6 Traitement des déchets organiques

Les déchets solides organiques générés lors de la transformation de légumes sont habituellement collectés séparément puis compostés, fermentés ou utilisés comme nourriture animale. Si de petites quantités sont produites, les déchets sont collectés dans des « compacteurs ». Le compactage produit des jus très concentrés et acides qui, en fonction de leur charge en matière organique et de leur pH, ne doivent être déversés dans les égouts publics. Le pH autorisé pour un déversement se situe entre 6.5 et 9.0. Il faut tenir compte du risque de corrosion des conteneurs de collecte, des surfaces d'entreposage et des canalisations. Les déchets organiques sont de plus en plus souvent transformés en *déchets liquides* (bouillie) pouvant être pompés et ajoutés dans un digesteur afin de produire du biogaz. Pour le broyage des déchets, certaines entreprises utilisent des broyeurs à couteaux ou des broyeurs à marteaux. Ces derniers conviennent particulièrement bien car ils génèrent un concentré facile à pomper.



Figure 43 :

Afin d'obtenir un déchet liquide, les déchets solides sont broyés à l'aide d'un broyeur à marteaux.

photos : tbfpartner

6.7 Traitement des eaux usées dans une STEP

Si les eaux usées répondent aux exigences légales (OEaux, annexe 3.2), elles peuvent être déversées dans les égouts publics pour traitement dans une *station centrale d'épuration*. Dans ce cas, les conditions cadres suivantes doivent être prises en compte :

Exigences applicables pour le déversement dans les égouts publics :

En plus du respect des valeurs limites fixées pour le déversement dans les égouts publics, il faut également garantir que ces eaux ne puissent perturber le fonctionnement de la *STEP*.

Les causes possibles de perturbations sont multiples. Les entreprises de transformation de légumes produisent des eaux usées fortement chargées en matière organique (consommation d'oxygène), de grandes quantités d'eaux usées froides et faiblement chargées (refroidissement de la biologie, diminution du rendement en raison de la dilution), des eaux de nettoyage contenant des produits désinfectants ou d'autres substances toxiques (destruction des micro-organismes de la biologie, non-biodégradabilité des produits de synthèse), ainsi que des eaux usées ayant une forte teneur en matières solides ou terreuses (charge en boues).

En outre, les pics de charges peuvent perturber le fonctionnement des **STEP** en rendant la croissance des micro-organismes du traitement biologique incontrôlable. Les autorités cantonales ne sont pas seulement habilitées à définir des valeurs limites, elles peuvent également exiger des mesures pour garantir un fonctionnement stable de la **STEP**, comme par exemple la régulation du débit de déversement ou en autorisant le déversement à des périodes définies.

Obligation de déclaration

Afin d'obtenir l'autorisation de déverser ses eaux usées dans les égouts publics, l'entreprise est tenue, dans le cadre d'une procédure de permis de construire ou d'un assainissement, de communiquer la charge hydraulique et organique journalière qu'elle souhaite déverser. L'exploitant de la **STEP** peut alors se déterminer s'il est en mesure de traiter une telle charge. Des informations complémentaires concernant les substances contenues dans les eaux usées peuvent être demandées afin d'identifier les risques possibles d'impacts sur le fonctionnement de la **STEP**.

Redevances

Celui qui déverse des eaux usées dans les égouts est tenu de supporter les frais qui en découlent (LEaux, art. 3a). Ces frais sont financés par des taxes. Comme les émoluments sont fixés par les communes, il est de leur ressort de taxer les producteurs d'eaux usées.

Les entreprises industrielles et artisanales ont tout intérêt à consulter le montant de ces taxes dans le règlement communal relatif à l'évacuation et à l'épuration des eaux. Il est également décisif de vérifier si la **STEP** a une capacité de traitement suffisante. Si la capacité de traitement d'une **STEP** doit être augmentée en raison d'un rejet industriel, tous les coûts d'extension peuvent être mis à la charge de l'entreprise concernée.

Lors de l'extension ou de la transformation d'une **STEP**, les industries (et donc en ce sens les entreprises productrices de légumes) sont fréquemment tenues de supporter les coûts d'investissement de manière proportionnelle. Ces frais sont répartis sur la base des charges polluantes maximales déclarées par les industries selon le principe du pollueur-payeur. Comme il s'agit généralement de montants importants, il peut être intéressant pour l'entreprise en question de s'équiper d'une installation de **prétraitement** des eaux.

7. Bases légales et prescriptions réglementaires

7.1 Conditions de déversement dans les égouts publics ou dans les eaux

La Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) et l'Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux) constituent les principales bases juridiques en matière d'assainissement, de gestion des eaux usées ainsi que de protection des eaux superficielles et des eaux souterraines. Elles sont généralement complétées par des lois et règlements cantonaux et communaux.

Depuis le 1^{er} janvier 2016, les lois et règlements sont juridiquement valables dans leur version électronique et non plus sous forme papier. La version électronique peut être consultée sur www.admin.ch/gov/fr/accueil/droit-federal/recueil-systematique.html.

Des commentaires explicatifs en italique suivent les articles de loi.

7.1.1 Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux)

Art. 1 But

Cette loi a pour but de protéger les eaux contre toute atteinte nuisible.

Elle vise notamment à :

- a. préserver la santé des êtres humains, des animaux et des plantes ;
- b. garantir l'approvisionnement en eau potable et en eau d'usage industriel et promouvoir un usage ménager de l'eau ;
- c. sauvegarder les biotopes naturels abritant la faune et la flore indigènes ;
- d. sauvegarder les eaux piscicoles ;
- e. sauvegarder les eaux en tant qu'élément du paysage ;
- f. assurer l'irrigation des terres agricoles ;
- g. permettre l'utilisation des eaux pour les loisirs ;
- h. assurer le fonctionnement naturel du régime hydrologique.

La protection de la santé publique (art. 1a) concerne dans le présent contexte la protection de l'eau potable et des stations centrales d'épuration publiques (STEP). Ces deux axes permettent d'empêcher la propagation d'agents pathogènes. L'eau étant un bien naturel vital, il faut d'une part en faire un usage modéré (art. 1b), et d'autre part limiter au maximum les rejets polluant l'eau.

Art. 2 Champ d'application

La présente loi s'applique aux eaux superficielles et aux eaux souterraines.

Grâce à la LEaux, aussi bien les eaux superficielles (cours d'eau, rivières, lacs) que les eaux souterraines sont protégées. Ces dernières méritent une attention particulière en lien avec l'approvisionnement en eau potable pour pouvoir être utilisées en quantité et en qualité suffisantes.

Art. 3 Devoir de diligence

Chacun doit s'employer à empêcher toute atteinte nuisible aux eaux en y mettant la diligence qu'exigent les circonstances.

*Cela s'applique entre autres au stockage et à l'utilisation de produits chimiques (par ex. les pesticides) dans les entreprises ou au déversement direct d'eaux industrielles traitées dans une rivière. Dans ce dernier cas, les entreprises sont tenues d'établir un concept d'urgence et d'alarme, proposant notamment des possibilités de rétention ou de déviation des eaux usées vers la **STEP**.*

Art. 3a Principe de causalité

Celui qui est à l'origine d'une mesure prescrite par la présente loi en supporte les frais.

*Selon le principe du pollueur-payeur, les coûts des mesures de protection des eaux ne doivent pas être pris en charge par les collectivités (via les impôts), mais par ceux qui sont à l'origine de la pollution. Ainsi, les communes facturent une taxe spéciale aux industries déversant des eaux usées fortement chargées dans les **STEP**. Les autorités cantonales sont, de leur côté, chargées de veiller à une répartition équitable des coûts d'exploitation entre les différents pollueurs.*

Art. 7 Evacuation des eaux

- ¹ Les **eaux polluées** doivent être traitées. Leur déversement dans une eau ou leur infiltration sont soumis à une autorisation cantonale.
- ² Les **eaux non polluées** doivent être évacuées par infiltration conformément aux règlements cantonaux. Si les conditions locales ne permettent pas l'infiltration, ces eaux peuvent être déversées dans des eaux superficielles; dans la mesure du possible, des mesures de rétention seront prises afin de régulariser les écoulements en cas de fort débit. Les déversements qui ne sont pas indiqués dans une planification communale de l'évacuation des eaux approuvée par le canton sont soumis à une autorisation cantonale.

Art. 12 Cas particuliers dans le périmètre des égouts publics

- ¹ Celui qui détient des eaux usées ne répondant pas aux exigences fixées pour le déversement dans les égouts doit soumettre celles-ci à un **prétraitement**. Celui-ci est réglementé par les cantons.
- ² Lorsque les eaux usées ne se prêtent pas à l'épuration dans une station centrale, l'autorité cantonale prescrit un mode d'élimination approprié.
- ³ Les **eaux non polluées** dont l'écoulement est permanent ne doivent pas être amenées, directement ou indirectement, à une **station centrale d'épuration**. L'autorité cantonale peut autoriser des exceptions.

*En règle générale, il est exigé que les **eaux polluées** soient déversées dans le réseau des égouts publics (« obligation de raccordement »). En fonction de la capacité de la **STEP**, les industriels doivent prétraiter les eaux usées en amont. Dans la pratique, cet aspect est traité lors des procédures de permis de construire et des autorisations d'exploiter.*

*La décision de considérer les eaux usées polluées en tant que déchets est prise lorsque l'entreprise n'est pas en mesure de respecter les exigences de déversement, ou lorsqu'elle ne peut ou ne veut pas s'équiper d'une installation de **prétraitement**. Il peut également s'agir d'eaux usées industrielles très spécifiques qui sont produites soit en faible quantité soit à une faible fréquence.*

L'épandage peut être considéré uniquement si les eaux usées sont appropriées pour la fertilisation ou l'irrigation. L'aval des autorités compétentes en charge de la protection des sols est nécessaire pour leur utilisation en tant que fertilisant.

Art. 13 Méthodes spéciales d'évacuation des eaux usées

- ¹ Hors du périmètre des égouts publics, les eaux usées sont évacuées selon l'état de la technique.
- ² Les cantons veillent à ce que la qualité des eaux réponde aux exigences fixées.

Les entreprises non raccordées à un réseau d'égouts publics (en général des petites entreprises) sont confrontées à des exigences élevées en ce qui concerne le traitement de leurs eaux usées.

7.1.2 Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux)

Art. 7 Déversement dans les égouts publics

- ¹ L'autorité autorise le déversement dans les égouts publics des eaux industrielles visées dans l'annexe 3.2 ou d'autres **eaux polluées** visées dans l'annexe 3.3 si les exigences desdites annexes sont respectées.
- ² Elle renforce ou complète les exigences si, du fait du déversement de ces **eaux polluées**:
 - a. le fonctionnement des égouts publics peut être entravé ou perturbé;
 - b. les exigences relatives au déversement des eaux provenant de la **station centrale d'épuration** ne peuvent pas être respectées ou ne peuvent l'être qu'au prix de mesures disproportionnées, ou si le fonctionnement de la station peut être entravé ou perturbé d'une autre manière; ou si
 - d. le fonctionnement de la station dans laquelle sont incinérées les boues d'épuration peut être entravé ou perturbé.
- ³ Elle peut assouplir les exigences:
 - a. si une réduction de la quantité d'eaux déversées permet de diminuer la quantité de substances pouvant polluer les eaux, bien que des concentrations plus fortes de substances soient autorisées;
 - b. si le déversement de substances non valorisables présentes dans les eaux industrielles pollue globalement moins l'environnement qu'un autre mode d'élimination et que les eaux provenant de la **station centrale d'épuration** respectent les exigences relatives au déversement dans les eaux, ou
 - c. si cette mesure est opportune pour le fonctionnement de la station d'épuration.

Des valeurs limites moins sévères peuvent être fixées pour les entreprises si, malgré le respect des mesures requises selon l'état de la technique, les exigences générales prévues ne peuvent pas être atteintes ou seulement en mettant en œuvre des moyens disproportionnés. Dans ce cas, les industriels doivent en apporter la preuve.

Art. 9 Eaux à évacuer particulières

- ¹ Les **eaux polluées** qui sont produites hors du périmètre des égouts publics et dont le déversement, l'infiltration ou la valorisation par mélange aux engrais de ferme (art. 12, al. 4, LEaux) n'est pas admis doivent être collectées dans une fosse sans écoulement et périodiquement amenées dans une **station centrale d'épuration** ou dans une installation spéciale de traitement.

Cela s'applique principalement aux exploitations excentrées et de dimension modeste.

Art. 10 Interdiction d'éliminer les déchets avec les eaux à évacuer

Il est interdit :

- a. d'éliminer les déchets solides et liquides avec les **eaux à évacuer**, sauf si cela est opportun pour le traitement des eaux ;

Annexe 3.2

Déversement des eaux industrielles dans les eaux ou dans les égouts publics

1 Définition et principes

- ² Quiconque évacue des eaux industrielles doit, au cours des processus de production et du traitement des eaux, prendre les mesures qui s'imposent selon l'état de la technique pour éviter de polluer les eaux. Il doit en particulier veiller :
 - a. à générer aussi peu d'**eaux polluées** et à évacuer aussi peu de substances pouvant polluer les eaux que cela est possible sur le plan de la technique et de l'exploitation tout en restant économiquement supportable ;
 - b. à ce que les **eaux non polluées** et les eaux de refroidissement soient séparées des **eaux polluées** ;
 - c. à ne pas diluer les **eaux polluées** ni les mélanger à d'autres **eaux à évacuer** en vue de satisfaire aux exigences ; il peut les diluer ou les mélanger si cela est opportun pour le traitement des **eaux polluées** et si, ce faisant, il n'évacue pas plus de substances pouvant polluer les eaux que cela ne serait le cas si les différentes eaux étaient traitées séparément.
- ³ Lorsqu'il déverse des **eaux à évacuer** dans les eaux ou dans les égouts publics, il doit respecter, au point de déversement :
 - a. les exigences générales fixées au ch. 2, et
 - b. pour les **eaux à évacuer** provenant de branches industrielles données, les exigences particulières du ch. 3, applicables à des substances déterminées.
- ⁴ Lorsque le détenteur de l'exploitation apporte la preuve qu'il a pris les mesures requises selon l'état de la technique telles qu'elles sont mentionnées à l'al. 2, et que le respect des exigences générales fixées au ch. 2 serait disproportionné, l'autorité fixe des valeurs moins sévères.
- ⁵ Lorsque les mesures requises selon l'état de la technique telles qu'elles sont mentionnées à l'al. 2 permettent de respecter des exigences plus sévères que celles qui sont définies aux ch. 2 et 3, l'autorité peut, sur la base des indications du détenteur et après l'avoir consulté, fixer des valeurs plus sévères.
- ⁶ Lorsque les ch. 2 et 3 ne fixent pas d'exigences pour certaines substances pouvant polluer les eaux, l'autorité définit dans l'autorisation les exigences requises en se fondant sur l'état de la technique. Ce faisant, elle tient compte des normes internationales ou nationales, des directives publiées par l'office ou des normes élaborées par la branche industrielle concernée en collaboration avec l'office.
- ⁷ Si des eaux industrielles qui contiennent des eaux communales (annexe 3.1) ou d'autres **eaux polluées** (annexe 3.3) sont déversées dans les eaux, l'autorité définit dans l'autorisation les exigences à respecter pour qu'avec les **eaux à évacuer**, il ne soit pas déversé plus de substances pouvant polluer les eaux que cela ne serait le cas si les différentes eaux étaient traitées séparément dans le respect des exigences formulées aux annexes correspondantes.

2 Exigences générales (extrait)

N°	Paramètres	Exigences applicables au déversement dans les eaux	Exigences applicables au déversement dans les égouts publics
1	Valeur pH	6,5 à 9,0	6,5 à 9,0 ; des écarts sont autorisés si le mélange avec les autres eaux dans les égouts est suffisant.
2	Température	maximum 30 °C. L'autorité peut autoriser des dépassements minimes, de courte durée, en été.	maximum 60 °C. La température de l'eau dans les égouts ne dépassera pas 40 °C après mélange.
3	Transparence (d'après la méthode de Snellen)	30 cm	–
4	Substances non dissoutes totales	20 mg/l	–

Les points importants à relever dans cet article sont les suivants :

- 1. Les exploitants sont tenus de déverser le moins possible d'eaux usées et de substances polluantes.*
- 2. Les eaux usées non polluées provenant des systèmes de refroidissement doivent être traitées séparément.*
- 3. Une interdiction de dilution des eaux usées s'applique si le mélange des eaux usées peu polluées avec des eaux usées fortement polluées permet d'atteindre une valeur en deçà de la valeur limite pour le déversement dans les égouts publics et dans les eaux.*

Si le détenteur d'une exploitation peut apporter la preuve qu'il a pris les mesures requises selon l'état de la technique et que les exigences citées ci-dessus sont disproportionnées, les autorités compétentes fixent des exigences de déversement moins sévères. A l'inverse, les autorités compétentes peuvent fixer des exigences de déversement plus sévères si l'état de la technique permet de les atteindre.

*L'autorisation de déversement des eaux usées industrielles est en principe délivrée par l'autorité cantonale. L'exploitant reçoit ainsi la confirmation que les mesures prévues correspondent au cadre légal. Pour autant qu'aucun défaut de fonctionnement de la **STEP** ou autre ne soit observé, l'exploitant est ainsi « protégé » contre de nouvelles exigences de la part des autorités ou d'autres acteurs. De plus, l'autorisation contient des exigences qui ont été définies spécifiquement pour son cas.*

*Il convient de préciser que l'absence de valeurs limites pour certains substances ne signifie en aucun cas que les eaux usées peuvent être déversées dans le réseau des égouts publics sans aucune restriction. Le fonctionnement d'une **STEP** ne doit en aucune façon être perturbé par des eaux usées industrielles. Lorsque les valeurs limites ne sont pas définies, l'autorité cantonale peut exiger que les substances polluantes soient traitées selon l'état de la technique. Le cas échéant, l'autorité cantonale ou communale peut elle-même fixer une valeur limite.*

Annexe 3.3

Déversement des autres *eaux polluées* dans les eaux ou dans les égouts publics

1 Exigences générales

- ¹ Pour les eaux autres que les *eaux polluées* communales ou les eaux industrielles, l'autorité fixe cas par cas les exigences applicables au déversement en tenant compte des caractéristiques des *eaux polluées*, de l'état de la technique et de l'état du milieu récepteur. Elle tient également compte ce faisant des normes internationales ou nationales, des directives publiées par l'office ou des normes élaborées par la branche industrielle concernée en collaboration avec l'office.
- ² Sont également réputées autres *eaux polluées* les eaux météoriques polluées qui s'écoulent des surfaces bâties ou imperméabilisées et qui ne sont pas mélangées à d'autres *eaux polluées*.
- ³ Pour que l'état de la technique soit respecté en ce qui concerne les *eaux polluées* provenant des branches, installations ou procédés divers, il faut au moins satisfaire aux exigences définies au ch. 2 ; les exigences chiffrées s'appliquent au lieu de déversement.

2 Exigences particulières

21 Refroidissement en circuit ouvert

- ¹ Les installations équipées de circuits de refroidissement ouverts doivent être planifiées et exploitées de sorte que l'on puisse récupérer autant de chaleur que possible.
- ² Le carbone organique dissous (COD) de l'eau de refroidissement ne doit pas augmenter de plus de 5 mg/l COD.
- ³ Si des substances pouvant polluer les eaux (des biocides par ex.) sont ajoutées aux eaux de refroidissement, des exigences relatives au déversement doivent être fixées pour ces substances.
- ⁴ Pour les déversements dans les cours d'eau et les retenues, les exigences suivantes sont en outre applicables :
 - a. la température des eaux de refroidissement ne doit pas être supérieure à 30 °C ; l'autorité peut autoriser des dépassements minimes, de courte durée, en été ;
 - b. le réchauffement des eaux ne doit pas être supérieur à 3 °C par rapport à une température aussi peu influencée que possible et dans les tronçons appartenant à la zone à truites du cours d'eau, il ne doit pas être supérieur à 1,5 °C ; la température de l'eau ne doit pas dépasser 25 °C ;
 - c. le déversoir doit garantir un mélange rapide des eaux ;
 - d. les eaux doivent être réchauffées assez lentement pour ne pas entraîner d'atteintes nuisibles aux biocénoses.
- ⁵ En cas de déversement dans les lacs, en plus des exigences mentionnées aux al. 1 à 3, les conditions à remplir, en particulier en ce qui concerne la température des eaux de refroidissement, la profondeur et le type de déversement, seront fixées cas par cas en fonction de la situation locale.
- ⁶ Pour les déversements dans les égouts publics, en plus des exigences mentionnées aux al. 1 à 3, il faut également que la température des eaux déversées ne dépasse pas 60 °C et celle des égouts 40 °C après mélange.

22 Refroidissement en circuit fermé

- ¹ En cas de déversement d'*eaux de purge* provenant de circuits de refroidissement fermés dans le milieu récepteur, on ne dépassera pas les valeurs suivantes:
 - a. température: 30°C ;
 - b. substances non dissoutes totales: 40 mg/l;
 - c. carbone organique dissous (COD): 10 mg/l.
- ² Si des substances pouvant polluer les eaux sont ajoutées aux eaux de refroidissement, on fixera des exigences pour ces substances.

7.1.3 Ordonnance du DFI sur l'hygiène

Art. 16 Alimentation en eau

- ³ L'eau traitée pour servir à la transformation de denrées alimentaires ou pour servir d'ingrédient ne doit présenter aucune source de risque microbiologique, chimique ou physique et doit satisfaire aux mêmes exigences que l'eau potable.

Cet article est très contraignant et ne laisse que très peu de marge de manœuvre concernant l'utilisation d'eaux usées traitées dans l'industrie de transformation des denrées alimentaires.

Cela pose par exemple problème lorsque des eaux ne remplissant pas les conditions pour être qualifiées d'eau potable sont utilisées pour un prélavage ou pour un lavage en cascade, et sont en contact avec les produits. Dans la pratique, cet article n'est pas appliqué de manière rigoureuse. L'Office fédéral de la santé publique (OFSP) considère également que le recyclage de l'eau lors du lavage n'est pas en contradiction avec l'article 16 de l'Ordonnance sur l'hygiène. Dans une telle situation, l'industriel doit toutefois prendre la responsabilité de la qualité de ses produits. Hormis les autorités en charge de l'environnement, l'autorité de contrôle des denrées alimentaires ainsi que des contrôleurs expérimentés de ce type d'installations doivent être consultés avant de réutiliser des eaux usées de process.

7.1.4 Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED)

Art. 1 But

La présente ordonnance vise :

- a. à protéger les hommes, les animaux, les plantes et leurs biocénoses ainsi que les eaux, le sol et l'air contre les atteintes nuisibles ou incommodantes dues aux déchets ;
- b. à limiter préventivement la pollution de l'environnement par les déchets ;
- c. à promouvoir une exploitation durable des matières premières naturelles par une valorisation des déchets respectueuse de l'environnement.

Les déchets biodégradables tels que les épluchures ne doivent pas être incinérés mais être valorisés.

Art. 3 Définitions

Au sens de la présente ordonnance, on entend par :

m. état de la technique : l'état de développement des procédés, des équipements ou des méthodes d'exploitation :

- ¹ qui ont fait leurs preuves dans des installations ou des activités comparables en Suisse ou à l'étranger, ou qui ont été appliqués avec succès lors d'essais et que la technique permet de transposer à d'autres installations ou activités, et
- ² qui sont économiquement supportables pour une entreprise moyenne et économiquement saine de la branche considérée.

Un point délicat est de prouver le concept d'état de la technique, qui évolue continuellement. Le VSA (Association suisse des professionnels de la protection des eaux) offre son assistance à ce sujet.

Art. 9 Interdiction de mélanger

Il est interdit de mélanger des déchets avec d'autres déchets ou quelque autre substance que ce soit si cette opération sert avant tout à réduire par dilution leur teneur en polluants et à les rendre ainsi conformes aux dispositions relatives à la remise, à la valorisation ou au stockage définitif.

Section 2 Limitation des déchets

Art. 11

- ² Quiconque fabrique des produits doit concevoir des processus conformes à l'état de la technique de manière à ce que soit produit le moins possible de déchets et que ces derniers contiennent le moins possible de substances dangereuses pour l'environnement.

Ici aussi, il existe une divergence entre le souhait du client d'avoir un produit de qualité irréprochable et la réglementation qui exige de limiter les déchets.

Section 3 Valorisation des déchets

Art. 12 Obligation générale de valoriser selon l'état de la technique

- ¹ Les déchets doivent faire l'objet d'une valorisation matière ou énergétique, si une valorisation est plus respectueuse de l'environnement :
 - a. qu'un autre mode d'élimination, et
 - b. que la fabrication de produits nouveaux ou l'acquisition d'autres combustibles.
- ² La valorisation doit se faire conformément à l'état de la technique.

Art. 14 Biodéchets

- ¹ Les biodéchets doivent faire l'objet d'une valorisation matière ou d'une méthanisation, pour autant :
 - a. qu'ils s'y prêtent compte tenu de leurs caractéristiques et en particulier de leur teneur en nutriments et en polluants ;
 - b. qu'ils aient été collectés séparément, et
 - c. que leur valorisation ne soit pas interdite par d'autres dispositions du droit fédéral.
- ² Les biodéchets qui ne doivent pas être valorisés selon l'al. 1 doivent, dans la mesure de ce qui est possible et judicieux, faire l'objet d'une valorisation purement énergétique ou d'un traitement thermique dans des installations appropriées. Il convient ce faisant d'exploiter leur potentiel énergétique.

7.2 Différenciation entre eau usée et déchet

Il est parfois difficile de différencier si une matière doit être éliminée comme une eau usée ou comme un déchet. Les principes suivants peuvent être utilisés comme ligne directrice :

Une classification en tant qu'**eaux usées** ne signifie pas que celles-ci peuvent être déversées dans les canalisations. Les exigences figurant dans l'Ordonnance sur la protection des eaux doivent être respectées. Selon le cas, les eaux usées doivent être prétraitées selon l'état de la technique.

La classification en tant que **déchet** ne signifie pas nécessairement que celui-ci ne peut pas être amené dans une **STEP**. Son utilisation ciblée en tant que nutriment, source de carbone ou pour la production de biogaz est parfois possible et sensée. Des « autorisations spéciales » sont délivrées soit au niveau communal, soit au niveau cantonal et tiennent compte de l'article 10 de l'OEaux. Toutefois, un déversement de déchets solides dans les canalisations n'est d'une manière générale pas autorisé.

7.3 Déchets solides

Les déchets solides minéraux sont soit transformés en biogaz dans des digesteurs, soit compostés ou servent de nourriture pour les animaux. Si les déchets sont directement utilisés comme engrais sur les champs, les exigences de l'OLED s'appliquent.

L'élimination et la mise en décharge de déchets solides minéraux doit également tenir compte des exigences de l'OLED.

8. Glossaire

Autres eaux polluées à évacuer : Selon l'annexe 3.3 de l'OEaux, il s'agit des eaux usées qui ne sont ni des eaux usées communales, ni des eaux usées industrielles et pour lesquelles des exigences spécifiques de déversement dans les eaux superficielles ou dans les égouts ont été fixées. Les autres *eaux polluées* n'appartiennent donc pas à la catégorie des eaux usées industrielles telle que définie dans l'annexe 3.2 de l'OEaux. Les eaux météoriques polluées, les eaux de process tel que les circuits de refroidissement ou les eaux à évacuer des chantiers sont des exemples d'autres *eaux polluées*.

Benchmarking : Une étude de *benchmarking* est une analyse comparative de résultats ou de procédés avec une valeur respectivement un procédé de référence. Lorsqu'une exploitation a pour objectif d'améliorer sa *gestion des ressources* naturelles, les indicateurs mesurés dans l'exploitation peuvent être comparés dans une étude de *benchmarking*. Cela permet d'évaluer le fonctionnement d'une installation par rapport à l'état de la technique (par ex. le besoin en eau par kg de salade en sachet produit, la *DCO* par litre d'eaux usées provenant de l'épluchage de carottes, etc.)

CIP : Cette abréviation signifie « *Cleaning-In-Place* » et désigne un procédé de nettoyage automatique de l'équipement dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique (par ex. : chaudières, réservoirs, cuves, conduites et tuyaux).

Conditionneurs-distributeurs : Les *conditionneurs-distributeurs* achètent les produits aux producteurs de légumes, à savoir les agriculteurs ou les maraîchers, qui les leur livrent en direct. Ils représentent donc un point de collecte central, où ils préparent les produits en fonction des besoins ou les revendent (industrie de transformation, grossistes, professionnels de la branche de la restauration, entre autres). Un grand nombre de *conditionneurs-distributeurs* produisent également eux-mêmes des produits agroalimentaires.

Convenience food : *Convenience food* signifie littéralement « aliment comode » et fait référence aux aliments prêts à la consommation et aux plats cuisinés qui sont simples à préparer avec des moyens modernes (four, micro-ondes) dans les ménages. L'emballage est une partie intégrante du produit de *convenience food* (par ex. sachets de salade, menus dans des barquettes en plastique subdivisées).

DCO (demande chimique en oxygène) : Il s'agit de la quantité d'oxygène consommée par l'oxydation chimique des contaminants dans les eaux usées. La *DCO* est une mesure de la pollution organique d'une eau qui induit une consommation d'oxygène dans une eau superficielle ou dans la biologie d'une *station centrale d'épuration*.

Déchets liquides : En règle générale le terme déchet est utilisé pour caractériser les matières meubles dont le détenteur se défait ou dont l'élimination est commandée par l'intérêt public (art. 7 LPE). Cependant, un déchet peut également se trouver sous forme liquide. La limite de la *DCO* est fixée à 10 000 mg O₂/l pour les eaux usées contenant des matières biodégradables. Au delà de cette limite, ces eaux sont considérées comme des *déchets liquides*.

Digestion mésophile : Une *digestion mésophile* caractérise une digestion, respectivement un processus de fermentation contrôlé à une température qui se situe entre 20 °C et 45 °C (anaérobie, c. à d. en l'absence d'oxygène). Dans les *STEP*, les boues fraîches produites sont stockées dans un digesteur mésophile.

Grâce à des températures contrôlées (généralement de 35° C à 38° C), un processus de digestion se déroule et il en résulte la production d'un gaz énergétiquement intéressant: le méthane (communément appelé biogaz).

Eau virtuelle: Elle est définie comme la quantité d'eau requise pour la préparation complète d'un produit. Le procédé dans son intégralité est pris en considération. Par exemple, la quantité d'eau nécessaire pour l'irrigation du maïs, qui à son tour sera utilisé comme aliment pour le bétail afin de produire de la viande. Ainsi, l'importation de 1 kg de viande en Suisse correspond à environ 13 m³ d'*eau virtuelle* importée en Suisse. La notion « d'*eau virtuelle* » s'applique bien entendu également aux produits fabriqués en Suisse.

Eaux à évacuer: L'art. 4 de la LEaux définit les *eaux à évacuer* comme « les eaux altérées par suite d'usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre, ainsi que les eaux qui s'écoulent avec elles dans les égouts et celles qui proviennent de surfaces bâties ou imperméabilisées ». Les *eaux à évacuer* ne sont pas nécessairement polluées.

Eaux de purge: L'eau de refroidissement utilisée dans les circuits de refroidissements fermés doit être renouvelée périodiquement afin d'éviter des problèmes de corrosion, de formation de biofilms ou de dépôts. Les *eaux de purge* peuvent ainsi contenir des biocides, des agents de protection contre la corrosion, des stabilisants de la dureté et/ou des inhibiteurs et doivent, selon leurs concentrations, être évacuées dans une canalisation publique d'eaux usées. En cas de faible pollution, le déversement dans les eaux superficielles est autorisé.

Eaux polluées: L'art. 4 de la LEaux définit les *eaux polluées* comme les *eaux à évacuer* qui sont de nature à contaminer l'eau dans laquelle elles sont déversées (voir également « *eaux non polluées* »).

Eaux non polluées: En référence à l'art. 4 de la LEaux, il s'agit d'*eaux à évacuer* qui ne polluent pas l'eau dans laquelle elles se déversent. Les autorités cantonales en charge de la protection de l'environnement déterminent si une eau à évacuer peut être considérée comme non polluée. Un exemple d'*eaux non polluées* est l'eau de pluie qui lors du ruissellement sur une surface (par ex. un toit en verre) n'a pas été contaminée.

Entreprise de transformation: L'*entreprise de transformation* achète des légumes à différents *conditionneurs-distributeurs* et fabrique des *produits prêts à la consommation* ou prêts à être cuisinés. Ceux-ci sont vendus à des grossistes ou à des professionnels de la branche de la restauration. De nombreux transformateurs sont également producteurs.

Essai de Zahn-Wellens: Ce test permet d'estimer la biodégradabilité inhérente des eaux usées industrielles dans l'étape biologique d'une *STEP*. A cet effet, l'eau usée est mise en contact avec les boues activées dans un laboratoire et la dégradation est mesurée selon une méthodologie normée. Le résultat indique si les eaux usées peuvent perturber le fonctionnement d'une *STEP*. Si oui, elles doivent être éliminées d'une autre manière. Ce test est identifié par la norme ISO 17025.

Etat de la technique: Il s'agit de l'état actuel de développement des procédés, des équipements et des méthodes d'exploitation qui ont fait leurs preuves dans des installations ou des activités comparables en Suisse ou à l'étranger, ou qui ont été appliqués avec succès lors d'essais et que la technique permet de transposer à d'autres installations ou activités, et qui sont économiquement supportables pour une entreprise moyenne et économiquement saine de la branche considérée (art. 3 OLE, voir chap. 7.1.4). Les normes internationales

ou nationales, les directives publiées par l'**OFEV** ou les normes élaborées par la branche industrielle concernée en collaboration avec l'office doivent être prises en compte (OEaux, annexe 3.3, ch.1).

Filtration: Lors de la **filtration**, des matières solides (y compris des floccs, voir « **floculation** ») sont éliminées des eaux usées. Les milieux filtrants sont composés soit de couches de sable (filtre à sable) soit de tissus (filtre en tissu, filtre à bande).

Filtre-presse à bande: Un **filtre-presse à bande** est utilisé pour séparer les solides des liquides. Il se compose de plusieurs rouleaux à travers desquels passe une longue et fine membrane de **filtration**. Avec un **filtre-presse à bande**, tous les types de boues peuvent être déshydratés.

Filtre-presse à plateaux: Un **filtre-presse à plateaux** est un filtre à pression utilisé pour la déshydratation des boues. Les boues liquides sont envoyées dans les espaces se situant entre les plaques, puis ces plaques sont compressées (de manière similaire au fonctionnement d'un accordéon). Les filtres-presses à plateaux sont peu coûteux et efficaces, néanmoins ils doivent être exploités manuellement.

Floculation: Les fines particules solides ainsi que des substances dissoutes (solutés) peuvent être regroupées sous forme de gros floccs par l'addition d'agents flocculants (généralement des **polymères**). Une fois que ces éléments sont regroupés sous forme de floccs, ils peuvent être éliminés de l'eau. La sédimentation ou la **flottation** sont les principaux procédés de séparation utilisés. Généralement, la **floculation** complète un procédé de **précipitation** afin d'améliorer son efficacité (voir « **précipitation** »).

Flottation: Les floccs légers peuvent être amenés à la surface par l'addition de bulles d'air dans un bassin contenant des eaux usées. Ainsi, ils forment une écume qui peut être périodiquement éliminée au moyen d'un écumeur.

Gestion des ressources: Jusqu'à récemment, les ressources telles que l'eau ou l'énergie semblaient être infinies et leur prix n'avait qu'une très faible influence sur les coûts de production. La prise en considération de la limitation de ces ressources, combinée aux prévisions de la hausse de leur prix, devrait inciter les entreprises artisanales et industrielles à les utiliser avec parcimonie, respectivement à mieux les gérer. Une bonne **gestion des ressources** réduit les dépenses liées aux ressources utilisées, entraîne une diminution des pertes de produits et permet de réduire les coûts d'investissement et d'exploitation des installations d'élimination.

Lit bactérien et disques biologiques rotatifs: Ces procédés classiques de traitement par biofilm sont principalement utilisés pour de petites installations de traitement des eaux usées et dans les zones rurales. Dans un lit bactérien, les eaux usées s'écoulent le plus souvent à travers une couche constituée de pierres. Une ventilation naturelle assure un apport suffisant d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour dégrader les substances organiques des eaux usées. Dans un disque biologique rotatif, les disques ou les supports recouverts d'un biofilm sont immergés à mi-hauteur dans un bassin d'eaux usées et tournent autour d'un axe (horizontal). Ainsi le biofilm est alternativement immergé dans l'eau usée ou exposé à l'air ambiant.

Lit filtrant végétalisé (lagunage): Un **lit filtrant végétalisé** est composé d'un réseau de racines de roseaux à travers lequel s'écoule l'eau à traiter. Un biofilm se forme à la surface des racines, et traite l'eau usée (voir aussi « **systèmes de biofilm** »). Le processus de sol filtrant végétalisé fonctionne également avec d'autres plantes que les roseaux.

Microtamisage: Le *microtamisage* est utilisé, de manière analogue à un dégrilleur ou un tambour, pour éliminer les particules solides dans l'eau. Une installation de *microtamisage* se compose d'une bande filtrante (microtamis) qui tourne de manière constante autour de rouleaux de renvoi. Les eaux usées sont pressées à travers ce tamis et les particules solides sont retenues par les mailles et déshydratées. La boue épaissie résultante est récoltée et peut, par exemple, être valorisée en produisant du biogaz.

OFEV: L'Office fédéral de l'environnement (*OFEV*) est l'autorité compétente pour les questions environnementales et fait partie du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

Prétraitement (Installation de prétraitement des eaux): Si les exigences relatives au déversement des *eaux polluées* dans les canalisations ne peuvent pas être respectées, une installation de *prétraitement* doit être mise en place. Même en l'absence d'exigences légales, un *prétraitement* s'avère souvent avantageux car il permet de réduire la charge des effluents et ainsi d'économiser sur les taxes d'épuration. Il peut également être intéressant de réutiliser des eaux usées prétraitées dans l'exploitation. Une installation de *prétraitement* est en général développée spécifiquement en fonction de la nature des eaux à traiter.

Polymères: Un polymère est une substance chimique composée de plusieurs macromolécules organiques. La fonction d'un polymère dans le traitement des eaux usées est de se lier à d'autres particules par ses charges électriques pour former des floccs (voir « *floculation* »). Des tests préalables doivent cependant être effectués afin de trouver le produit adéquat, car tous les *polymères* ne sont pas compatibles avec tous les types d'eaux usées. Afin de garantir le bon fonctionnement de la *floculation* lors de l'utilisation de *polymères*, une *précipitation* préalable est souvent nécessaire.

Précipitation: Processus durant lequel les solutés indésirables présents dans les eaux usées précipitent en formant des composés peu solubles ou pratiquement insolubles. Lors d'un procédé de *précipitation*, des agents de *précipitation* (principalement Fe^{3+}) sont mélangés aux eaux usées. Ceux-ci se lient aux solutés, augmentant ainsi leur masse et permettant de ce fait la formation du précipité. Le précipité peut ensuite être retiré des eaux usées par sédimentation ou *filtration*. Souvent, lors d'une *précipitation*, seuls des floccs de petite taille ou des particules fines et disperses sont produits, ce qui rend l'élimination par sédimentation ou par *filtration* laborieuse voire parfois impossible. Dans ce cas, une *floculation* peut compléter et optimiser le procédé (voir « *floculation* »).

Procédé à lit fluidisé: Ce procédé utilisé pour le traitement des eaux usées est composé d'un réacteur rempli d'eaux usées et de petits supports synthétiques maintenus en suspension grâce à une aération. Ces supports sont recouverts d'un biofilm au sein duquel un traitement biologique a lieu.

Processus de production intégrée / processus intégré: Les deux termes sont utilisés dans le contexte de la production propre (Cleaner production). Les *processus de production intégrée* assurent un haut degré de réutilisation (recyclage) des ressources lors de la fabrication (eau en circuit fermé par exemple). Les *processus intégrés* décrivent des procédés de production dans lesquels le besoin en ressources spécifiques, respectivement en consommables est, dès les étapes initiales, réduit au minimum voire entièrement supprimé.

Product design: Ce terme définit la conception d'un produit. Lors d'une conception respectueuse de l'environnement, tous les aspects du cycle de vie (production de légumes, transport, stockage, transformation, emballage, élimination) sont pris en compte. Chaque processus est évalué individuellement afin d'optimiser l'écobilan du produit en considérant les aspects de l'efficacité énergétique, de l'impact environnemental et du besoin en ressources.

Produits prêts à être cuisinés: Les *produits prêts à être cuisinés* doivent encore subir des étapes de préparation en cuisine. Ils sont souvent déjà lavés, parés et coupés. Les pommes de terre crues ou les carottes parées et emballées en sachet ainsi que les légumes surgelés en sont des exemples.

Produits prêts à la consommation: Les *produits prêts à la consommation* sont, comme leur nom l'indique, des aliments prêts à être consommés. Ces produits peuvent être consommés crus ou doivent tout au plus être réchauffés. Les plats cuisinés ou les salades toutes prêtes en sont deux exemples. La production de ce type d'aliments nécessite un respect très strict des exigences en matière d'hygiène alimentaire.

Réacteur à lit bactérien: Dans ce procédé, l'eau usée est prétraitée en passant à travers un réacteur rempli de supports poreux dans lequel est également injecté de l'air. La dégradation biologique se déroule dans le biofilm fixé à la surface des supports poreux. Voir aussi « lit bactérien » et « disque biologique rotatif ».

Séparation des flux de matières: Cette méthode consiste à identifier et à séparer les différents flux d'eaux usées ou flux de déchets afin que chacun puisse être traité avec un procédé approprié. Elle permet simultanément de limiter les déchets, les eaux usées et la consommation d'énergie ainsi que d'optimiser l'efficacité (réduction des coûts). Par exemple l'utilisation des eaux usées provenant du lavage de la salade pour l'arrosage; la transformation des eaux usées chargées en sucres et des déchets de légumes en compost, respectivement en biogaz.

STEP (station centrale d'épuration): Il s'agit de l'abréviation pour station d'épuration, également appelée usine de traitement des eaux usées. La *STEP* traite les eaux usées en plusieurs étapes avant de les déverser dans les eaux superficielles. Elle est exploitée par le secteur public.

Systèmes de biofilm: Dans les *systèmes de biofilm*, une couche visqueuse (le biofilm) est utilisée pour le traitement des eaux usées. Formée par des micro-organismes (champignons, algues, bactéries entre autres), cette couche protectrice permet un échange de gaz et d'éléments nutritifs pour les micro-organismes. Les substances biodégradables présentes dans les eaux usées qui circulent dans le biofilm sont ainsi éliminées (voir aussi « lits bactériens »).

Technologies à membranes/membranaires: Ces technologies comprennent tous les procédés de séparation de substances contenues dans des milieux liquides au moyen de membranes perméables à l'eau. L'eau à filtrer est dirigée à haute pression à travers des membranes. Des protéines ou même des virus peuvent être éliminés grâce aux technologies de l'ultra- ou de la nanofiltration. Les technologies à membrane nécessitent une quantité d'énergie importante pour créer ces pressions élevées. Elles peuvent uniquement être utilisées pour traiter des eaux usées faiblement chargées (ou éventuellement préfiltrées) car, de par leur très petite taille, les pores des membranes se colmatent facilement. Ces technologies sont particulièrement adaptées lorsque de grandes quantités d'eau d'une qualité sanitaire irréprochable sont nécessaires dans un processus de production.

Test de bactéries luminescentes: Le *test de bactéries luminescentes* est un test de toxicité dans lequel des bactéries luminescentes marines sont mises en contact avec des eaux usées. L'intensité de la lumière émise par les bactéries dans la solution est un indicateur de toxicité des eaux usées, respectivement de son effet nuisible sur les bactéries.

Unité de sédimentation: Dans les unités de sédimentation, un écoulement ralenti va permettre aux matières solides ou aux floccs d'être éliminés des eaux usées. Des produits chimiques favorisant la *précipitation* peuvent améliorer le procédé.

Waste design: Ce terme décrit un processus de planification qui prend en considération la nature et la quantité de déchets et d'eaux usées qui résultent de la fabrication d'un produit. Le *waste design* a pour objectif de faire en sorte que les déchets ou les eaux usées générés (lors de la fabrication) soient valorisés d'une manière aussi écologique et économique que possible (par ex. la digestion d'eaux usées riches en énergie).

ANNEXE 1

Machines et procédés utilisés pour les différentes étapes de préparation

Le tableau suivant donne un aperçu des étapes et des machines et procédés utilisés, ainsi que des déchets solides produits.

Tableau 2

Vue d'ensemble de l'équipement utilisé pour les différents processus de traitement (source : W. Koch)

légume	parage/préparation	nettoyage/lavage	autre processus	déchets solides
solanacées				
pomme de terre	–	tambour de lavage	retrait de la terre avant le lavage, parfois aussi le triage	restes de terre, restes de plante
tomate	–	–		fruits endommagés* ou tiges
poivron	–	–		fruits endommagés
aubergine	–	–		fruits endommagés
bulbes				
poireau	retirer et raccourcir les feuilles, couper les racines contenant de la terre	bain d'eau avec buses d'arrosage		feuilles, racines, terre
ail	retirer les pelures extérieures et volantes, les feuilles sèches et les racines	–	calibration **	peau séchée, feuilles, racines
oignon	retirer les pelures extérieures et volantes les feuilles sèches et les racines	–	calibration	peau séchée, feuilles, racines
oignon de printemps	retirer et raccourcir les feuilles, couper les racines contenant de la terre	bain d'eau avec buses d'arrosage		feuilles, racines, terre
choux/crucifères				
chou frisé	retirer les feuilles et la base du tronc / de la tige	–		feuilles et tige
chou blanc	retirer les feuilles et la tige	–		feuilles et tige
chou rouge	retirer les feuilles et la tige	–		feuilles et tige
brocoli	retirer les feuilles et la tige	–		feuilles et tige
radis blanc, radis d'hiver	feuilles et racines latérales	buses d'arrosage		feuilles et tige
radis rose	–	buses d'arrosage		restes de terre
chou-rave	retirer les feuilles et la tige	–		feuilles et tige
chou-fleur	retirer les feuilles et la tige	–		feuilles et tige
chou chinois	retirer les feuilles et la tige	–		feuilles et tige

légume	parage/préparation	nettoyage/lavage	autre processus	déchets solides
salades				
laitue	retirer les feuilles et la tige	buses d'arrosage		feuilles et tige
endive	retirer les feuilles et la tige			feuilles et tige
épinards	tri des feuilles jaunes et des mauvaises herbes	buses d'arrosage		feuilles jaunes et mauvaises herbes
mâche	tri des feuilles jaunes et des mauvaises herbes	buses d'arrosage		feuilles jaunes et mauvaises herbes
roquette	tri des feuilles jaunes et des mauvaises herbes	buses d'arrosage		feuilles jaunes et mauvaises herbes
légumes racine				
carotte, panais	préparation avec un tambour	tambour de lavage, buses d'arrosage	retrait de la terre avant le lavage	restes de terre, parties de plantes
betterave	retirer les pointes des racines et la base des feuilles	tambour de lavage		pointes des racines et bases des feuilles
scorsonère	retirer les pointes des racines et les bases des feuilles	livré lavé par le producteur		pointes des racines et bases des feuilles
topinambour	recouper	tambour de lavage		parties de plantes, restes de terre
céleri	retirer les racines et les bases des feuilles	tambour de lavage	Re-préparation après lavage	racines, bases des feuilles et terre
cucurbitacées				
courgette	–	–	trier le surdimensionné et sous-dimensionné	fruits défectueux
concombre	–	–	trier le surdimensionné et sous-dimensionné	fruits défectueux
courge	couper en morceaux, retirer les graines	–		compartiments des graines
herbes				
persil	retirer le pétiole et feuilles jaunes	–		pétiole et feuilles jaunes
ciboulette	–	–		
autres				
haricot	–	–	trier les haricots cassés	haricots cassés
fenouil	retirer les feuilles et la tige	buses d'arrosage		feuilles et tige
côte de bette	raccourcir la base des feuilles	–		base des feuilles
rhubarbe	pétiole et tige	–		pétiole et tige

* fruits endommagés lors de la cueillette ou du stockage






** calibration : tri en fonction de la taille ou du poids






ANNEXE 2





Volumes d'eaux usées et de matières solides en fonction des procédés





Tableau 3

Quantités d'eaux usées et de déchets solides en fonction du procédé (W. Koch)

épluchage avec une éplucheuse abrasive		eaux usées	déchets solides	gestion des ressources
		quantité: 0.01 l/kg charge organique: élevée charge inorganique: faible	organique (partie de plante): 0.4 kg/kg inorganique (terre): -	eaux usées: pas réutilisables déchets solides: fermentables
		quantité: 0.01 l/kg charge organique: élevée charge inorganique: faible	organique (partie de plante): 0.4 kg/kg inorganique (terre): -	eaux usées: réutilisables déchets solides: fermentables
		quantité: 0.01 l/kg charge organique: élevée charge inorganique: faible	organique (partie de plante): 0.3 kg/kg inorganique (terre): -	eaux usées: réutilisables déchets solides: fermentables
		quantité: 0.01 l/kg charge organique: élevée charge inorganique: faible	organique (partie de plante): 0.3 kg/kg inorganique (terre): -	eaux usées: réutilisables déchets solides: fermentables

lavage avec un tambour de lavage		eaux usées	déchets solides	gestion des ressources
		quantité: 2 l/kg charge organique: faible charge inorganique: élevée	organique (partie de plante): 0.1 kg/kg inorganique (terre): 0.1 kg/kg	eaux usées: réutilisables déchets solides: fermentables
		quantité: 1.2 l/kg charge organique: faible charge inorganique: élevée	organique (partie de plante): 0.1 kg/kg inorganique (terre): 0.1 kg/kg	eaux usées: réutilisables déchets solides: fermentables
		quantité: 2 l/kg charge organique: faible charge inorganique: élevée	organique (partie de plante): 0.1 kg/kg inorganique (terre): 0.1 kg/kg	eaux usées: réutilisables déchets solides: fermentables
		quantité: 1.5 l/kg charge organique: faible charge inorganique: élevée	organique (partie de plante): 0.1 kg/kg inorganique (terre): 0.1 kg/kg	eaux usées: réutilisables déchets solides: fermentables

épluchage avec une peuleuse à couteaux		eaux usées	déchets solides	gestion des ressources
		pas d'eaux usées, procédé à sec	organique (partie de plante): 0.4 kg/kg inorganique (terre): -	déchets solides: fermentables
		pas d'eaux usées, procédé à sec	organique (partie de plante): 0.2 kg/kg inorganique (terre): -	déchets solides: fermentables
		pas d'eaux usées, procédé à sec	organique (partie de plante): 0.2 kg/kg inorganique (terre): -	déchets solides: fermentables

Lavage dans un bain avec des buses		eaux usées	déchets solides	gestion des ressources
		quantité: 0.7-1.2 l/kg charge organique: élevée charge inorganique: faible	organique (partie de plante): 0.1 kg/kg inorganique (terre): 0.01 kg/kg	eaux usées: réutilisables déchets solides: fermentables
		quantité: 1.5 l/kg charge organique: élevée charge inorganique: faible	organique (partie de plante): 0.2 kg/kg inorganique (terre): 0.15 kg/kg	eaux usées: réutilisables déchets solides: fermentables
		quantité: 1 l/kg charge organique: élevée charge inorganique: faible	organique (partie de plante): 0.02 kg/kg inorganique (terre): 0.05 kg/kg	eaux usées: réutilisables déchets solides: fermentables

Mentions légales

1^{ère} édition, août 2017

Auteurs	Stefan Gautschi und Khaled Benedetti, TBF + Partner AG Planer und Ingenieure, 8042 Zürich Daniela Brunner, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), Kanton Zürich René Fritschi, Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Kanton Aargau
Traduction	Marion Matter et Yannick Chevalley, TBF + Partner SA Ingenieurs Conseils, 3011 Berne Jean-Michel Rietsch, Direction générale de l'environnement (DGE), canton de Vaud Dominique Wartmann, Service de l'environnement (SEn), canton de Fribourg Nadir Kheyar, Direction Générale de l'Eau – Service de l'écologie de l'eau, canton de Genève
Production	Umsicht, Agentur für Umwelt und Kommunikation, 6003 Luzern Kasimir Meyer AG, 5610 Wohlen AG
Copyright	cantons AG, BE, BL, BS, FR, GE, GR, JU, LU, NE, NW, SG, SH, SO, TG, TI, VD, ZG, ZH, Liechtenstein, VSA