



VADEMECUM POUR UNE GESTION RATIONNELLE DE L'EAU DANS LE SECTEUR ALIMENTAIRE



FEVIA

Federatie Voedingsindustrie
Fédération de l'Industrie Alimentaire

EPAS n.v.

VADEMECUM POUR UNE GESTION RATIONNELLE DE L'EAU DANS LE SECTEUR ALIMENTAIRE

Ce manuel a été rédigé par la S.A. Epas pour le compte de Fevia
sous le numéro de projet 03.084.

Rédaction: Hugo Desmet

Co-auteurs:

Hugo Desmet
Ann Nachtergaele
Klaas Malisse

Décembre 2004

REMERCIEMENTS

Ce manuel a pu voir le jour grâce à la collaboration de nombreux experts. Je voudrais, en premier lieu, remercier les personnes qui sont à l'origine de l'élaboration du concept de ce manuel.

Je souhaiterais aussi remercier les coauteurs pour leurs contributions: Ann Nachtergaele de Fevia pour la partie législative et Klaas Malisse (Epas) pour sa participation à la rédaction de la partie « coûts ».

Les textes ont été relus avec soin par les collaborateurs du département environnement de Fevia et par les collègues d'Epas. Il s'agit, outre les personnes déjà citées, de Claire Bosch (Fevia), Nadia Lapage (Fevia), Bart Vanderhaegen (Epas) et Greet De Messemaeker (Epas). Leurs remarques critiques tout au long de la relecture et de l'analyse des projets de textes se sont avérées précieuses et constructives.

Le groupe de travail "eau" de Fevia a contribué au présent manuel grâce aux remarques et ajouts particulièrement judicieux. Outre les collaborateurs de ce groupe de travail, nombreuses sont les autres personnes et entreprises qui se sont révélées être une source d'inspiration pour la rédaction des textes et les exemples. Mes remerciements vont tout spécialement à Piet Vanthournout d'Olympia et à Erwin Lamot d'Amylum.

Mes remerciements s'adressent également à Benoît Horion (SFP Santé publique, Sécurité de la chaîne alimentaire et Environnement) qui a clarifié les points confus, en particulier en ce qui concerne la partie législation et le lien avec la sécurité alimentaire. Finalement, je remercie Maud Sermeus de Fevia pour son soutien tout le long des travaux.

Hugo Desmet

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	8
INTRODUCTION ET CONTEXTE	9
LÉGISLATION	15
1. Législation en matière d'utilisation d'eau	15
1.1 Utilisation d'une eau de distribution sans traitement ou manipulation	17
1.2 Utilisation d'une eau autre que l'eau de distribution sans traitement ou manipulation	17
1.3 Notion d'établissement alimentaire	19
1.4 Utilisation d'eau recyclée	20
1.5 Principe de base: Auto-contrôle et HACCP	21
2. Législation en matière de rejets des eaux usées	21
2.1 Les conditions environnementales pour le rejet des eaux	21
2.2 La transposition de la directive sur les eaux urbaines	22
2.3 La politique de déconnexion des égouts publics en Flandre	22
COÛTS DE CAPTATION, D'UTILISATION ET D'ÉVACUATION DES EAUX	23
3. Coûts afférents à la captation de l'eau	23
3.1 Coûts de captation des eaux souterraines	24
3.2 Coûts de captation des eaux de surface	24
3.3 Coûts liés à l'utilisation d'eau de distribution	25
3.4 Coûts de captation de l'eau de pluie	26
4. Traitement préalable	26
5. Utilisation d'eau dans la production	27
6. Epuration des eaux usées	27
7. Rejet	28
8. Considérations finales relatives à l'inventaire des coûts	30
MÉTHODOLOGIE	31
9. Organisation de la gestion des eaux dans l'entreprise	31
9.1 Participation de la direction	32
9.2 Analyse de l'utilisation d'eau	33
9.3 Etablissement d'un plan de réduction	33
9.4 Mise en œuvre	33
9.5 Evaluation	34
10. Analyse et évaluation de l'utilisation d'eau dans l'entreprise	34
10.1 L'élaboration d'un organigramme	35
10.2 Quantification du débit	39
10.3 Quantification de la charge polluante	45
10.4 Evaluation des consommateurs	45
10.4.1 Qualité de l'eau de traitement	45
10.4.2 Qualité de l'eau de refroidissement	46
10.4.3 Qualité de l'eau d'appoint pour les chaudières à vapeur	46
10.4.4 Fixation de la quantité minimale d'eau nécessaire	47
10.5 Evaluation générale de la gestion des eaux	47
MESURES ET TECHNIQUES	48
11. Adaptations des processus pour une utilisation rationnelle de l'eau	48
12. Utilisation de sources d'eau alternatives, réutilisation et recyclage de l'eau	51
12.1 Gestion et utilisation de l'eau de pluie	52
12.1.1 Evacuation de l'eau de pluie	52
12.1.2 Utilisation de l'eau de pluie	53
12.2 Recyclage et réutilisation de l'eau	55

AVANT-PROPOS

L'eau est une denrée bon marché qui semble inépuisable, mais rien n'est moins sûr. Nos stocks d'eaux souterraines et de surface sont pourtant bel et bien limités. En outre, la nature a, ces dernières années, donné des signaux prouvant clairement que nous ne pouvons pas continuer comme aujourd'hui: inondations, amélioration laborieuse de la qualité des eaux, assèchement, ...

Dès lors, une utilisation rationnelle de l'eau figure en bonne place dans les programmes de nos autorités. Cela se traduit par tout un éventail d'initiatives législatives qui ont pour but de diminuer la consommation d'eau et de réintégrer les eaux utilisées moins polluées dans le cycle de l'eau.

L'industrie alimentaire est une importante consommatrice d'eau. Elle utilise l'eau non seulement comme ingrédient dans les produits finis, mais aussi comme eau de refroidissement, comme eau de lavage des matières premières, comme eau destinée aux activités de nettoyage... Un renforcement des normes de rejet, une limitation de la consommation des eaux souterraines, une augmentation du prix de l'eau de distribution et une hausse des taxes ont dès lors un impact financier direct sur les entreprises du secteur alimentaire.

Pour une entreprise, il est par conséquent intéressant de limiter la quantité d'eau consommée à ses seuls besoins (détection des fuites, concordance entre la consommation et les besoins réels). Il est par ailleurs possible d'agir sur la qualité nécessaire de l'eau utilisée. En effet, une eau de moindre qualité est bien souvent suffisante pour certaines parties des processus, ce qui permet d'épargner l'eau de meilleure qualité – et donc plus onéreuse.

Une gestion rationnelle et quelques mesures simples peuvent réduire considérablement l'utilisation d'eau et les coûts y afférents.

C'est avec une certaine fierté que nous vous présentons le Vade-mecum pour une gestion rationnelle de l'eau dans le secteur des industries alimentaires. Ce document se veut être un fil conducteur pratique, qui doit vous permettre d'une part, de cartographier et de quantifier les différents flux d'eau dans votre entreprise et d'autre part, de déterminer les besoins réels, sur les plans à la fois quantitatif et qualitatif, et en fonction de cela, d'optimiser votre utilisation d'eau.

Le présent manuel n'aborde pas seulement en détail les différentes méthodes permettant d'analyser et d'évaluer votre utilisation d'eau, mais il brosse aussi un tableau détaillé des éventuelles mesures et techniques en vue d'une utilisation durable de l'eau.

Nous espérons que ce manuel concret vous donnera l'opportunité d'optimiser les flux d'eau au sein de votre entreprise et de réduire ainsi vos coûts en matière de consommation et d'épuration. Puisque, de cette façon, vous réduisez l'impact de votre entreprise sur l'environnement, nous pouvons dire que chacune des parties est réellement gagnante.

Bonne chance !

Le département Environnement de FEVIA.

INTRODUCTION ET CONTEXTE

La gestion de l'eau au niveau des entreprises: nécessité, possibilités et méthodologie

Nécessité d'une gestion de l'eau

La nécessité d'une gestion de l'eau dans l'industrie est motivée par trois facteurs importants:

1. La disponibilité d'une eau de bonne qualité
2. Les coûts relatifs à la consommation et au traitement
3. La nécessité de limiter l'impact sur l'environnement

Le projet d'un manuel sur la gestion de l'eau dans l'industrie alimentaire s'inscrit dans un contexte d'attention croissante envers la problématique de l'eau à tous les niveaux socio-économiques. Les consommateurs, les entreprises industrielles, les autorités, les médias et les scientifiques se préoccupent tous activement de la question de la gestion de l'eau.

S'agissant spécifiquement de l'industrie, il convient de distinguer trois motifs importants qui expliquent les raisons pour lesquelles le problème de l'eau mérite qu'on s'y attarde. Tout d'abord, la disponibilité d'une eau de bonne qualité n'est pas (plus) toujours évidente. Ensuite, la consommation et le traitement de l'eau sont devenus des facteurs de coûts importants. L'impact des activités de production sur l'environnement doit enfin être minimalisé.

Disponibilité et utilisation de l'eau

La quantité d'eau dans l'atmosphère de la terre est évaluée à $1370 \cdot 10^{15} \text{ m}^3$, dont 0,5% ou $9 \cdot 10^{15} \text{ m}^3$ d'eau douce. Il est vrai que seule une petite partie de celle-ci est directement utilisable dans le cadre d'activités industrielles. Les applications de l'eau sont par contre omniprésentes: moyens de transport, détergent, dissolvant, matière première, ...

Les principales sources d'eau utilisées sont les eaux de surface, les eaux souterraines, l'eau potable et les eaux de pluie. On peut globalement affirmer que la disponibilité quantitative des eaux de surface et des eaux de pluie en Belgique n'est pas considérée comme limitée. Dans le cas des eaux de pluie, ce sont essentiellement leur qualité et leur captation, qui limitent leur utilisation.

La situation en Flandre

L'utilisation de l'eau en Flandre peut être subdivisée selon les différentes sources et les principaux consommateurs (population, industrie, énergie, agriculture et commerce, services). Les données sont résumées à l'illustration 1-1.

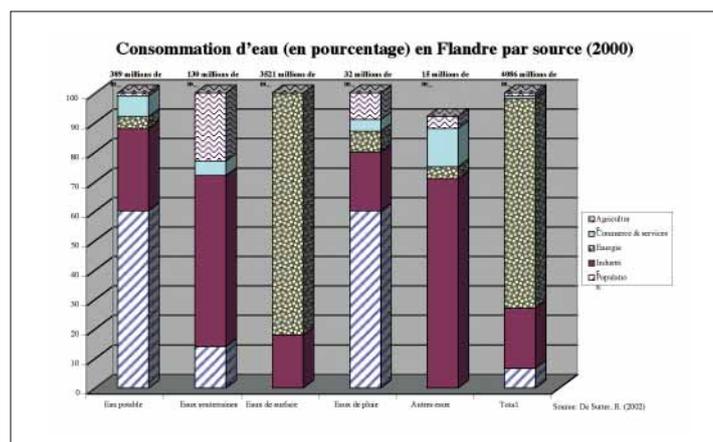


Illustration 1-1. Consommation d'eau (en pourcentage) par les différents secteurs en Flandre, subdivisée par type de source

En Flandre, les précipitations rapportent environ 10 milliards de m³ d'eau. Sur ce chiffre, quelque 6 milliards de m³ d'eau s'évaporent, tandis que 4 milliards de m³ sont transportés par les cours d'eau. La consommation des eaux de pluie pour l'année 2000 est évaluée à 32 millions de m³, principalement par les ménages (60%).

En Flandre, on recense environ 20.000 km de cours d'eau. Les eaux de surface sont surtout utilisées comme eaux de refroidissement dans le secteur énergétique. La consommation totale d'eaux de surface est évaluée à 3.521 millions de m³ d'eau (2000), dont 82 % peuvent être attribués au secteur énergétique.

La disponibilité des eaux souterraines est – contrairement aux eaux de surface et aux eaux de pluie – bien souvent limitée sur le plan quantitatif. En Flandre occidentale surtout, une énorme pression est exercée sur l'eau souterraine dite du socle. Les mesurages montrent que le niveau d'eau de cette couche diminue constamment suite à des pompages excessifs. Cette énorme pression exercée sur les couches aquifères peut aussi mettre en péril la qualité des eaux souterraines. L'utilisation d'eaux souterraines en Flandre en 2000 est évaluée à 130 millions de m³.

Lorsqu'on se penche plus spécifiquement sur l'industrie (à l'exception du secteur énergétique), il y a lieu de faire la distinction entre utilisation d'eau et utilisation d'eau de refroidissement. En 2000, celles-ci s'élevaient respectivement à environ 315 et 524 millions de m³. La répartition par secteur est reprise à l'illustration 1-2 et à l'illustration 1-3.

En Flandre, le secteur de l'industrie alimentaire est responsable de 15% (48 millions de m³) de la consommation d'eau industrielle et de 8% (42 millions de m³) de la consommation d'eau de refroidissement.

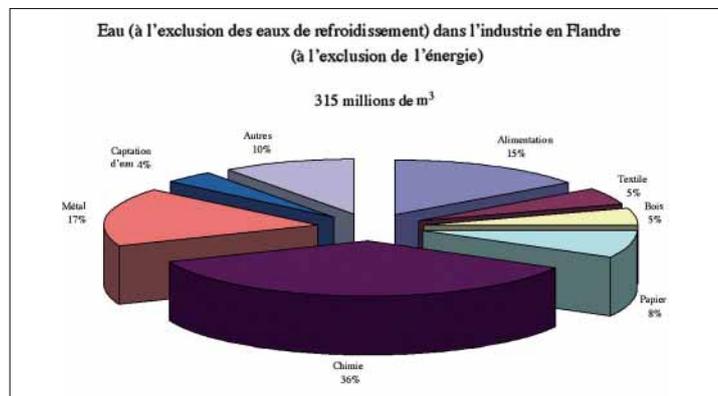


Illustration 1-2. Consommation d'eau dans l'industrie en Flandre (2000) (à l'exclusion du secteur énergétique)

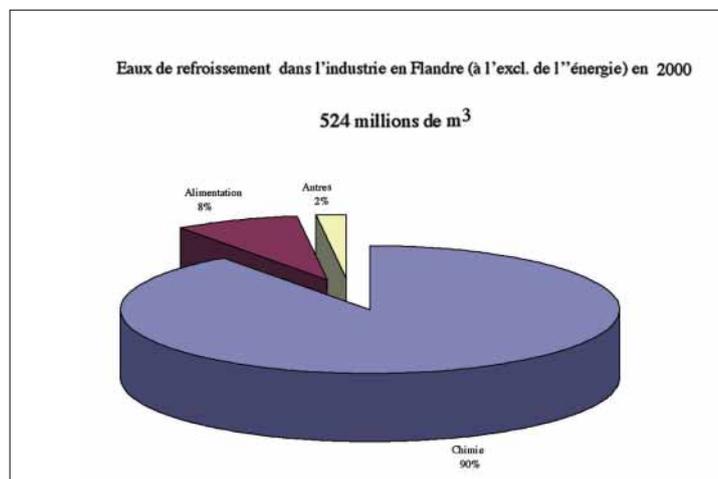


Illustration 1-3. Utilisation d'eaux de refroidissement dans l'industrie en Flandre (2000) (à l'exclusion du secteur énergétique)

La situation en Wallonie

En Wallonie, les précipitations rapportent 15 à 20 milliards de m³ d'eau par an, dont environ la moitié s'évapore. Le reste se retrouve dans les cours d'eau et les nappes phréatiques.

La consommation d'eaux souterraines en Wallonie est évaluée à 370 millions de m³/an, dont 83% sont utilisés pour la production d'eau potable. Environ 45% de l'eau potable produite (390 millions de m³/an) sont exportés en Flandre et dans la Région de Bruxelles-Capitale. Les nitrates et les pesticides constituent des formes de pollution importantes de certaines nappes aquifères.

Comme en Flandre, les eaux de surface wallonnes sont utilisées, en majeure partie, comme eaux de refroidissement pour la production d'électricité (environ trois quarts des 2.870 millions de m³/an).

L'industrie alimentaire en Wallonie accapare seulement 0,8 % de l'eau consommée par l'industrie à des fins de production. La consommation d'eau a atteint, en 2000, 18,2 millions de m³, eaux de refroidissement comprises. Les différentes applications (eau de production, eau de refroidissement et eau sanitaire) sont reprises à l'illustration 1-4. A l'illustration 1-5, la consommation d'eau est subdivisée par source.

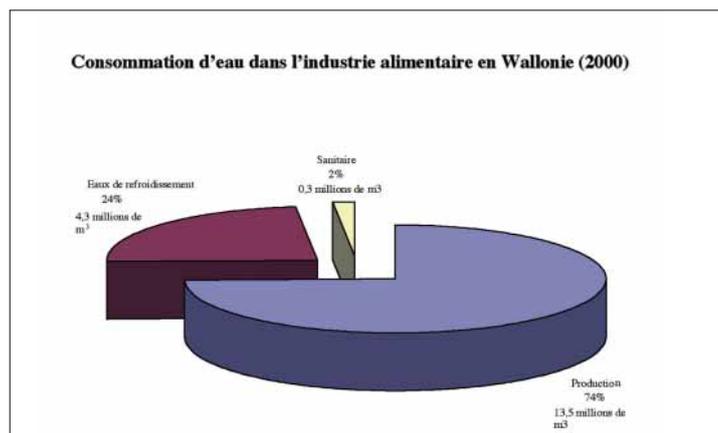


Illustration 1-4. Consommation d'eau dans l'industrie alimentaire en Wallonie pour l'année 2000, subdivisée selon l'application (Source: Ministère de la Région wallonne, Direction Générale des Ressources naturelles et de l'Environnement)

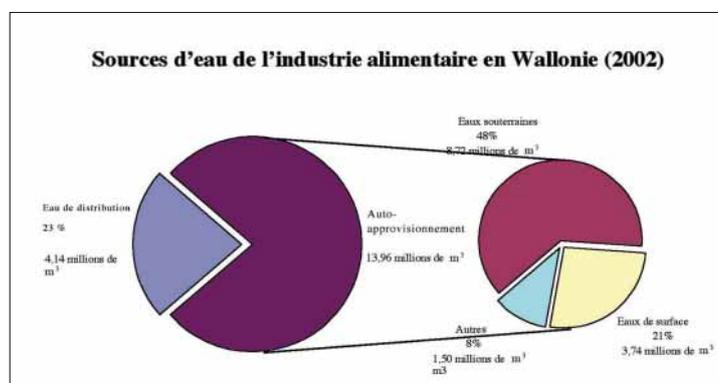


Illustration 1-5. Sources d'eau pour l'industrie alimentaire en Wallonie pour l'année 2000 (Source: Ministère de la Région wallonne, Direction Générale des Ressources naturelles et de l'Environnement)

Outre la disponibilité quantitative et l'utilisation en Flandre et en Wallonie, telle qu'expliquée ci-dessus, la qualité de l'eau consommée est également un facteur important. Les exigences de qualité sont importantes pour la fabrication des denrées alimentaires, mais elles le sont tout autant pour la protection des éléments du processus contre la corrosion, la diminution de la qualité ou un mauvais fonctionnement. La qualité nécessaire pour fabriquer les denrées alimentaires est bien documentée, d'un point de vue légal. La qualité nécessaire pour assurer la protection des éléments du processus est souvent moins bien connue. C'est généralement pour ces applications que l'eau peut être épargnée grâce à un traitement préalable adéquat ou en recourant à de l'eau de moins bonne qualité.

Coûts afférents à la consommation et au traitement

Outre la disponibilité de l'eau, les coûts afférents au prélèvement et au traitement de l'eau et des eaux usées constituent aussi un facteur important qui justifie la nécessité de rationaliser l'utilisation d'eau. Plusieurs facteurs de coûts jouent ici un rôle:

- coûts afférents à la consommation: Travaux de pompage et de canalisation, réservoirs tampons, frais énergétiques;
- achat et taxes sur la consommation: prix courant de l'eau de distribution, taxes sur la captation des eaux (eaux de surface, eaux de pluie, eaux de surface);
- coûts liés au traitement préalable: Coûts opérationnels et coûts d'investissement des traitements préalables, tels que la filtration, le déferrage, la déminéralisation, ...
- coûts opérationnels et coûts d'investissement pour le traitement des eaux usées;
- coûts opérationnels et coûts d'investissement liés à la récupération des eaux usées;
- coûts d'investissement pour l'évacuation de l'eau;
- taxes sur le rejet des eaux usées.

Les taxes jouent ici un rôle régulateur. L'augmentation de la taxe sur la captation des eaux souterraines en Flandre stimulera à terme la récupération de l'eau.

Impact sur l'environnement

La limitation de l'impact sur l'environnement est encouragée par le législateur via la législation environnementale, les autorisations et les taxes. La politique de gestion et la nécessité de maîtriser les coûts constituent aussi des moteurs pour diminuer l'impact sur l'environnement.

Le souci de l'environnement rend la gestion du cycle de l'eau dans une entreprise sans cesse plus indispensable. Bien que les techniques d'épuration au point de rejet puissent limiter l'impact sur le milieu récepteur, la plupart de ces techniques sont onéreuses et bien souvent, on ne peut pas parler de rendement économique (aucun recouvrement de l'investissement possible). En recourant à des techniques d'épuration, il est possible de réduire fortement la taxe sur le rejet des eaux usées, mais le coût dépasse le plus souvent le rendement. Par contre, des interventions au niveau de la production peuvent fréquemment être opérées avec des moyens plus limités et les délais de recouvrement de l'investissement sont souvent relativement brefs. Les adaptations de la production dépendent par contre de l'efficacité de la production et la qualité des produits finis doit être évaluée.

Conditions de la mise en place de la gestion des eaux

La gestion des eaux dans une entreprise de production exige l'utilisation d'une eau de qualité appropriée, avec une efficacité maximale. La pollution de l'eau doit ensuite être minimalisée. Enfin, un traitement adéquat doit minimaliser davantage l'impact sur l'environnement.

La gestion des eaux dans une entreprise de production requiert:

1. l'utilisation d'une eau de qualité adéquate;
2. l'utilisation de l'eau avec une efficacité maximale;
3. la minimalisation de la pollution;
4. le recours à un traitement adéquat.

L'utilisation d'une eau de qualité adéquate

L'utilisation d'une source d'eau adéquate est fortement gênée par un certain nombre de facteurs. Un premier facteur important est la méconnaissance du niveau de qualité requis de l'eau pour une application précise. Généralement, les fournisseurs d'appareils ou de produits indiquent un niveau de qualité supérieur au niveau de qualité strictement nécessaire, pour autant qu'un tel niveau ait été fixé. Mais il est sans aucun doute possible de discuter, par exemple avec les responsables d'installations d'épuration des eaux, de la possibilité de recourir à des sources alternatives d'eau et, le cas échéant, de déterminer ces sources (par exemple, pour les tours de refroidissement).

Ensuite, il n'est pas toujours aisé d'identifier les sources alternatives. Les eaux de pluie peuvent, par exemple, être utilisées 'gratuitement', mais il faut encore pouvoir les capter et les stocker. La captation des eaux de pluie pose surtout problème dans les anciens établissements industriels. Le stockage des eaux de pluie requiert des volumes tampons relativement élevés et des réseaux d'égouts distincts, sans oublier la possibilité de disposer en permanence d'autres sources. La qualité des eaux de pluie peut aussi s'avérer problématique dans le cas de certaines applications.

L'utilisation de l'eau avec une efficacité maximale

L'utilisation de l'eau avec une efficacité maximale n'est pas toujours évidente, et l'expérience nous apprend qu'un long chemin reste à parcourir dans ce domaine. Il ressort d'audits sur l'eau effectués dans les entreprises que les économies potentielles d'eau peuvent atteindre dans certains cas plus de 30% de la consommation d'eau. Nous pouvons essentiellement distinguer deux catégories d'utilisation inefficace des sources d'eau.

La première catégorie concerne la consommation d'eau excessive des appareils. Il est surprenant de constater le peu d'attention portée à la consommation d'eau lors de la conception des appareils. Un facteur sous-jacent intervenant souvent dans ce cas est la volonté d'un fournisseur d'appareils de réduire les coûts d'investissement, au détriment des coûts opérationnels.

La deuxième catégorie se situe au niveau de la consommation lors de l'utilisation manuelle d'eau, principalement à des fins de nettoyage. La fonctionnalité est ici parfois négligée en raison d'un comportement du style "une grande quantité d'eau est nécessaire", qui n'a aucun rapport avec l'efficacité du nettoyage.

Pour ces deux catégories, nous devons ajouter que les habitudes et les coutumes ont un rôle manifeste. Ce dernier point est aussi l'une des raisons essentielles plaidant en faveur de la réalisation d'audits sur l'eau.

Prévention de la pollution

La prévention de la pollution de l'eau peut avoir un impact non négligeable sur les coûts. Les coûts relatifs au traitement des déchets, y compris le traitement des eaux usées, ne représentent plus, depuis longtemps, un poste anodin dans les dépenses. Il convient par ailleurs d'ajouter qu'en matière de traitement des eaux usées, la loi du "maintien de la misère" est d'application: un problème d'eau est converti en un problème de déchets (tout aussi onéreux) en raison de la production de vase.

Outre la quantité d'eau, il faut aussi se préoccuper, lors de la réalisation d'audits sur l'eau, de l'origine des pollutions. L'établissement d'un bilan de la DCO (Demande Chimique d'Oxygène) peut, par exemple, s'avérer un outil bien utile. Qui plus est, il ne faut pas tenir uniquement compte des moyennes. Il faut accorder une attention particulière aux situations anormales susceptibles de donner lieu à des pics de pollution. Des petites phrases du style "il faut parfois oser passer ces éléments en revue" doivent être disséquées en détail lors des audits.

Globalement, nous pouvons affirmer que lors de la production de déchets, l'objectif doit être de viser une diffusion minimale: il faut préférer les déchets solides aux (eaux usées) liquides. Les déchets gazeux sont les plus diffus et les plus difficiles à gérer. Dans ce cas, l'état physique, mais aussi la concentration ont leur importance. Les eaux usées concentrées sont souvent préférables à celles qui sont très légèrement souillées. Il est clair que ces règles ont leurs limites. Un exemple important de l'application de ces règles est le pré-lavage à sec.

Le recours à un traitement adéquat

La nécessité de procéder à un traitement adéquat s'applique tant aux eaux de traitement qu'aux eaux usées. Dans les systèmes de refroidissement, un traitement préalable peut, par exemple, fortement réduire la consommation d'eau. S'agissant des eaux usées, il se fait que le choix du traitement a un impact très important sur le déroulement du processus, la qualité finale de l'effluent rejeté et les coûts. Concernant ce dernier aspect, on peut citer comme exemple le fait que dans certains cas, la purification anaérobie des eaux usées préalable mérite plus d'attention.

Méthodologie de la mise en place de la gestion des eaux

A présent que nous avons abordé les exigences essentielles nous permettant de parler de la gestion des eaux, nous devons nous intéresser aux modalités d'application de cette gestion. La mise en oeuvre d'une démarche systématique à cette fin constitue une partie essentielle de ce manuel. Nous nous basons sur un audit de l'environnement de production et du traitement des eaux usées. L'audit de l'environnement de production remet surtout en question la consommation de l'eau. Il s'intéresse aussi bien au type et à la quantité d'eau qu'à l'apparition des impuretés. L'audit du traitement des eaux usées porte, quant à lui, sur le concept et la gestion des unités de traitement existantes en vue de la limitation de l'impact sur l'environnement.

Un audit doit apporter les connaissances requises du système et du processus, et les informations recueillies doivent être interprétées. Par connaissances du système, le recueil d'informations sur la structure des systèmes (éléments du système et de l'épuration) est attendu. Les différentes étapes doivent être bien documentées. Par connaissances du processus, on entend la façon dont les systèmes fonctionnent. A cette fin, les paramètres du processus doivent être enregistrés. Une interprétation judicieuse des informations recueillies est nécessaire pour pouvoir formuler des recommandations correctes dans le domaine de la gestion de l'eau.

LÉGISLATION

Aspects juridiques liés à l'utilisation et le rejet d'eau

Dans une entreprise alimentaire, l'eau utilisée doit répondre à certains critères définis dans la législation. En effet, les aspects liés à l'hygiène et la sécurité du produit sont ici primordiaux. Le législateur, tant au niveau fédéral qu'au niveau régional, a donc pris des mesures réglementaires pour limiter les risques et s'assurer de la qualité de l'eau utilisée.

Le rejet des eaux usées est également fortement réglementé dans les trois Régions. La préoccupation est ici concrètement la protection des eaux de surface et souterraines. L'objectif de ce document n'est pas de faire un relevé exhaustif de toutes les normes de rejets applicables aux entreprises alimentaires mais bien d'en expliquer les grands principes qui peuvent avoir un impact sur l'Utilisation Rationnelle d'Eau dans l'entreprise.

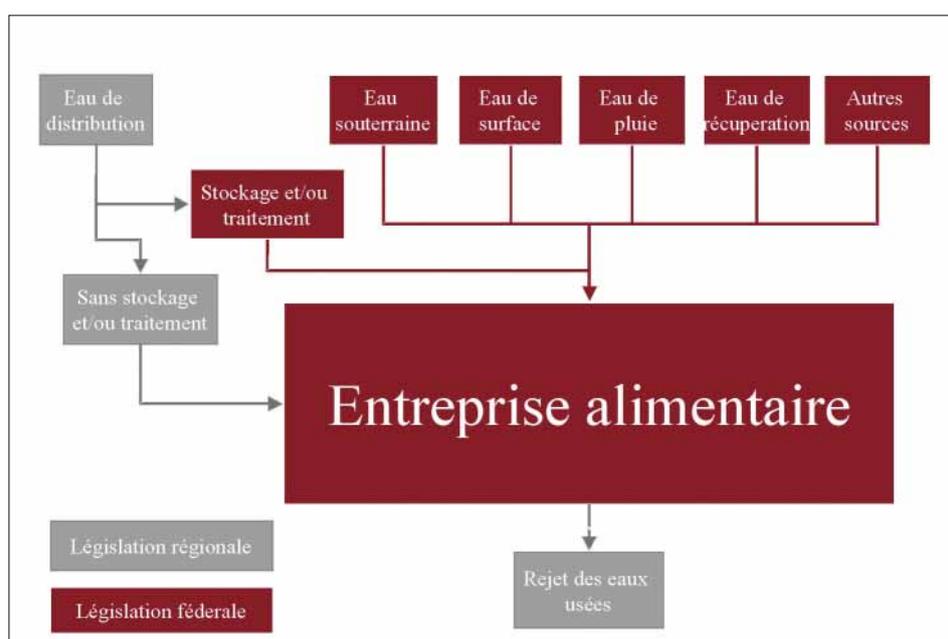
1.

Législation en matière d'utilisation d'eau

D'une manière générale, l'eau utilisée dans une entreprise alimentaire doit être "salubre et propre". Elle doit répondre à deux exigences essentielles:

- elle ne peut pas contenir un nombre ou une concentration de micro-organismes, de parasites ou d'autres substances constituant un danger pour la santé des consommateurs;
- elle doit répondre à des exigences minimales et répondre à des normes pour des paramètres micro-biologiques et des paramètres chimiques.

C'est l'Arrêté Royal du 14 janvier 2002 qui définit les exigences minimales auxquelles les eaux doivent répondre pour pouvoir être utilisées dans une entreprise alimentaire. Une seule exception: si l'eau qui est utilisée dans l'entreprise provient d'un réseau de distribution et que cette eau n'est ni manipulée ni traitée par l'entreprise alimentaire, c'est la législation régionale qui est d'application.



La législation fédérale (et uniquement la législation fédérale) est donc d'application si l'eau utilisée dans l'entreprise alimentaire provient:

- d'une eau souterraine pompée (et éventuellement traitée) par l'entreprise;
- d'une eau de surface pompée (et éventuellement traitée) par l'entreprise;
- d'une eau de distribution que l'entreprise stocke, traite, décarbonate,... avant utilisation;
- d'une eau de pluie récupérée et utilisée par l'entreprise;
- d'un effluent de station d'épuration;
- d'une eau livrée par camion-citerne;
- ...

La législation régionale est quant à elle uniquement d'application sur l'eau de distribution. Elle définit les normes auxquelles cette eau doit répondre et impose toute une série d'obligations au distributeur de cette eau.

Législation en matière d'eau utilisée dans une entreprise alimentaire

Au niveau fédéral

- Arrêté royal du 14 janvier 2002 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine qui sont conditionnées ou qui sont utilisées dans les établissements alimentaires pour la fabrication et/ou la mise dans le commerce de denrées alimentaires (MB 19/03/2002 – Ed 2).

Au niveau régional

- Décret wallon du 12 décembre 2002 relatif à la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine (MB 14/01/2003).
- Arrêté du Gouvernement wallon du 15 janvier 2004 relatif aux valeurs paramétriques applicables aux eaux destinées à la consommation humaine (MB 10/02/2004)
- Décret relatif aux eaux destinées à l'utilisation humaine (MB 23/07/2002).
- Arrêté du Gouvernement flamand du 13 décembre 2002 portant réglementation relative à la qualité et la fourniture des eaux destinées à la consommation humaine (MB 28/01/2003 - Ed 2).
- Arrêté du gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 24 janvier 2002 relatif à la qualité de l'eau distribuée par réseau (MB 21/02/2002).

1.1

Utilisation d'une eau de distribution sans traitement ou manipulation

Si l'entreprise alimentaire utilise uniquement de l'eau de distribution et qu'elle ne traite, ni ne manipule, ni ne stocke, ... c'est le fournisseur qui va être responsable de l'eau qu'il distribue et qui devra se charger des contrôles.

Néanmoins, l'industrie alimentaire, soumise aux obligations en matière d'HACCP et d'autocontrôle, intégrera dans son analyse des dangers cette eau de distribution.

Si l'industrie alimentaire traite ou manipule l'eau de distribution avant son utilisation dans l'entreprise, elle est soumise à des obligations complémentaires (voir point 1.2)

1.2

Utilisation d'une eau autre que l'eau de distribution sans traitement ou manipulation

L'entreprise alimentaire qui utilise une eau qui n'est pas une eau de distribution (ou qui utilise de l'eau de distribution mais après traitement ou manipulation) devra:

- s'assurer que l'eau répond bien aux exigences minimales de l'AR du 14 janvier 2002;
- s'assurer que l'eau ne contient pas de danger potentiel pour la santé du consommateur;
- effectuer un contrôle régulier de la qualité des eaux. Pour ce faire un programme de contrôle est établi (points d'échantillonnage, paramètres, fréquence de contrôle, nombre d'échantillons, méthodes, ...);
- en cas de dépassements des valeurs des paramètres, prendre des mesures correctrices et arrêter l'utilisation de cette eau tant qu'il n'est pas démontré que l'eau ne constitue plus de danger.

Outre les paramètres repris dans le Tableau 1-1, l'AR du 14 janvier 2002 définit une série de paramètres indicateurs comme la couleur, la conductivité, la teneur en germes totaux, ... qui permettent d'évaluer de manière routinière la qualité de l'eau.

L'industrie alimentaire devra donc effectuer deux types de contrôles:

1. le contrôle de routine = analyse des paramètres indicateurs;
2. le contrôle complet = analyse des paramètres du Tableau 1-1 + paramètres indicateurs.

Tableau 1-1: valeurs des paramètres minimaux d'une eau utilisée dans une entreprise alimentaire.

Paramètres	Valeur paramétrique
Escherilia coli (E. Coli)	0/100 ml
Enterocoques	0/100 ml
Micro-organismes et parasites pathogènes	Absence
Acrylamide	0,10 mg/l
Antimoine	5,0 mg/l
Arsenic	10 mg/l
Benzène	1,0 mg/l
Benzo(a)pyrène	0,010 mg/l
Bore	1,0 mg/l
Bromates	10 mg/l
Cadmium	5,0 mg/l
Chrome	50 mg/l
Cuivre	2,0 mg/l
Cyanures	50 mg/l
1,2-dichloroéthane	3,0 mg/l
Epichlorhydrine	0,10 mg/l
Fluorures	1,5 mg/l
Plomb	10 mg/l
Mercuré	1,0 mg/l
Nickel	20 mg/l
Nitrates	50 mg/l
Nitrites	0,50 mg/l
Pesticides	0,10 mg/l
Total pesticides	0,50 mg/l
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	0,10 mg/l
Sélénium	10 mg/l
Tétrachloroéthylène	10 mg/l
Trichloréthylène	
Total trifalométhanés	100 mg/l
Chlorure de vinyle	0,5 mg/l

NB: Pour les détails, voir annexe de l'AR du 14 janvier 2002.

Rappelons que les paramètres du Tableau 1-1 sont des paramètres minimaux. Sur base d'une analyse des dangers, d'autres paramètres et/ou d'autres valeurs peuvent être fixées.

L'exploitant est également tenu de réaliser des contrôles réguliers de ces paramètres. La fréquence minimale des contrôles ainsi que la méthode d'analyse sont également définis dans la législation. Néanmoins, l'exploitant doit réaliser un programme de contrôle si nécessaire en concertation avec l'autorité compétente (l'AFSCA). Cette concertation avec l'AFSCA est utile pour les cas suivants:

- l'entreprise souhaite réduire le nombre de paramètres à analyser;
- l'entreprise souhaite réduire la fréquence des contrôles;
- l'analyse de risques révèle qu'une analyse portant sur d'autres paramètres s'avère peut-être nécessaire.

Il est de plus fortement recommandé de prendre contact avec l'AFSCA et le SPF avant toute utilisation d'une eau dans l'industrie alimentaire a fortiori si la provenance de cette eau est "spéciale" comme un effluent de station d'épuration. Idéalement, cet avis des autorités sera demandé de manière générale (au niveau d'un sous-secteur par exemple) et non au cas par cas.

Notion d'établissement alimentaire

La législation définit la qualité des eaux qui sont utilisées "dans un établissement alimentaire pour la fabrication et/ou la mise dans le commerce de denrées alimentaires". La question qui se pose immédiatement est de savoir ce que cache la notion d'établissement alimentaire et plus particulièrement où commence l'établissement alimentaire (ou plus précisément à quelle fin est utilisée l'eau?).

En effet, l'établissement alimentaire commence-t-il à la limite du terrain de l'entreprise (dès le compteur) et toute l'eau utilisée dans ces limites doit-elle répondre aux exigences de l'AR du 14 janvier 2002? Ou commence-t-il à la limite du bâtiment où s'effectue la fabrication ou la mise dans le commerce des denrées alimentaires (Dans ce cas, les activités qui s'effectuent sur le terrain mais pas dans le bâtiment peuvent utiliser n'importe quel type d'eau)? Ou encore seules les activités en contact direct avec l'aliment doivent-elles répondre aux exigences?

La législation n'est pas suffisamment élaborée pour donner une réponse claire et définitive en la matière. Il est donc de la responsabilité des autorités fédérales de donner des instructions et des principes à suivre si l'entreprise souhaite utiliser une eau non potable. Deux instances sont en ce domaine compétentes:

- le service public fédéral pour la Santé Publique, la Sécurité de la Chaîne Alimentaire et l'Environnement;
- l'Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire.

Il est donc recommandé de demander l'avis de ces deux instances avant l'utilisation d'une eau ne correspondant pas aux exigences de l'AR du 14 janvier 2004 dans une entreprise alimentaire quelle que soit son utilisation. Néanmoins quelques lignes directrices qui se basent sur la législation existante peuvent être dégagées:

- une eau qui est utilisée comme ingrédient dans un produit alimentaire doit toujours être de qualité pour la consommation humaine;
- une eau qui peut entrer en contact avec le produit alimentaire doit également toujours répondre aux normes de qualité pour la consommation humaine:
 - ce contact peut être direct (Transport de légumes blanchis avant leur congélation par exemple, ...);
 - ce contact peut être indirect (nettoyage d'un emballage avant son remplissage, nettoyage d'une canalisation par où passe l'aliment,...);
- l'eau qui est utilisée pour la production de vapeur, la lutte contre l'incendie et le refroidissement d'équipements frigorifiques, pour autant que cela ne porte pas atteinte au produit alimentaire, ne doit pas répondre aux exigences de l'AR du 14 janvier 2002.

Dans tous les cas, la circulation de l'eau pour consommation humaine et les autres types d'eaux doit se faire via des circuits d'eau séparés (AR du 7 février 1997 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires).

Entre ces types d'utilisation, il existe une zone grise plus ou moins importante où une l'avis des autorités compétentes est utile. Nous reprenons ci-après quelques activités qui font partie de cette zone grise:

- nettoyage externe de camions;
- nettoyage interne de camions transportant des produits en provenance directe de l'agriculture;
- transport de produits végétaux en provenance directe de l'agriculture;
- premier nettoyage de produits végétaux en provenance directe de l'agriculture;
- nettoyage de sols d'atelier où ne sont pas fabriquées des denrées alimentaires (par exemple zone de magasins);
- ...

Pour toutes ces activités qui répondent aux principes suivants:

- utilisation d'une eau qui n'entre pas en contact direct ou indirect avec les produits alimentaires;
- utilisation d'une eau qui ne risque pas d'introduire de la contamination dans les locaux de fabrication ou de commerce;
- utilisation d'une eau qui rentre en contact avec des produits primaires et des animaux vivants fortement contaminés par nature;
- ...

Il peut être accepté que cette eau ne répondent pas à tous les critères réglementaires à la condition de faire une analyse des dangers, de déterminer les critères de qualité minimaux et de faire la démonstration de l'absence de risque.

L'eau qui sera utilisée dans ces zones grises devra bien entendu répondre à certaines exigences. Le règlement européen 852/2004 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires (Journal officiel L 226 – 25/06/2004) qui rentrera en vigueur au plus tôt le 1 janvier 2006 introduit la notion d' "eau propre" (différente de l'eau potable). Cette eau qui peut être utilisée pour certaines applications (non définies) ne peut pas contenir de micro-organismes et de substances nocives en quantités susceptibles d'avoir une incidence directe ou indirecte sur la qualité sanitaire des denrées alimentaires.

1.4

Utilisation d'eau recyclée

L'eau recyclée n'est en principe pas interdite dans un établissement alimentaire. Cette eau doit bien entendu répondre aux exigences de la législation. Néanmoins, les autorités restent très prudentes face à ce genre d'utilisation. Ainsi, le point 3 de l'annexe 7 du règlement européen 852/2004 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires stipule que:

"L'eau recyclée utilisée dans la transformation ou comme ingrédient ne doit présenter aucun risque de contamination. Elle doit satisfaire aux normes fixées pour l'eau potable [c'est-à-dire pour la Belgique l'Arrêté fédéral du 14 janvier 2004], à moins que l'autorité compétente ait établi que la qualité de l'eau ne peut pas compromettre la salubrité des denrées alimentaires dans la forme finale."

Le Comité scientifique de l'AFSCA a été récemment consulté par une demande d'avis pour l'utilisation d'eau recyclée dans un abattoir. Dans son avis (14-2004), le Comité scientifique a remis un avis positif pour l'utilisation de cette eau recyclée pour les activités suivantes moyennant le respect de certaines conditions:

- abattoir pour volailles:
 - nettoyage des camions de transport des volailles à abattre;
 - nettoyage des containers et des caisses pour l'apport des volailles à abattre;
 - nettoyage des locaux d'attente destinés aux volailles apportées;
 - nettoyage du local où les volailles sont suspendues aux crochets;
- abattoir de bovins ou de veaux:
 - nettoyage des camions utilisés pour le transport du bétail à abattre;
 - nettoyage des étables et des locaux d'attente destinés au bétail apporté;
- abattoir de porcs:
 - nettoyage des camions utilisés pour le transport des porcs à abattre;
 - nettoyage des étables et des locaux d'attente destinés aux porcs apportés.

Il faut noter que le Comité scientifique de l'AFSCA précise que cette eau recyclée en provenance de la station d'épuration de l'entreprise doit avoir subi une épuration biologique, chimique et physique poussée permettant d'éliminer les possibilités de prolifération de micro-organismes ainsi qu'une désinfection efficace.

1.5

Principe de base: Auto-contrôle et HACCP

La législation tout en étant stricte laisse néanmoins la possibilité d'utiliser différents types d'eau dans une entreprise alimentaire. Différentes règles sont définies. Néanmoins, les règles et différentes normes imposées ne peuvent jamais être complètes. Le législateur en est conscient puisqu'il prévoit toujours la possibilité de compléter les normes imposées.

Le producteur reste donc responsable pour l'évaluation des dangers et pour les mesures nécessaires à prendre pour limiter ces dangers. L'analyse HACCP reste l'instrument essentiel qui doit en toutes circonstances être mis en application. L'entreprise alimentaire qui souhaite utiliser de l'eau recyclée ou de l'eau qui ne répond pas totalement aux exigences de l'AR du 14 janvier 2004 ne manquera pas d'effectuer cette analyse des dangers avec tout le soin nécessaire et en accord avec les autorités compétentes.

2.

Législation en matière de rejets des eaux usées

Dans le cadre global de la protection des eaux douces, l'Europe s'est fixée des objectifs ambitieux: toutes les "masses d'eaux" doivent d'ici 2015 atteindre le statut de "bon état" tant au niveau quantitatif que qualitatif (Directive 2000/60). Pour atteindre cet objectif de nombreuses mesures doivent être prises qui ont et auront un impact indéniable sur le rejet des eaux usées des entreprises. Outre cette directive-cadre, l'Europe a adopté début des années 90 une directive sur l'épuration des eaux urbaines qui a une influence directe et indirecte sur le rejet des eaux de l'Industrie alimentaire.

La transposition de ces directives et d'autres mesures prises par les régions peuvent mener les entreprises dans des situations difficiles où les mesures en matière d'Utilisation rationnelle d'Eau peuvent être en contradiction avec les règles imposées par la Région. L'entreprise devra tenir compte de ces aspects lorsqu'elle mettra en place un système de gestion de l'eau dans son entreprise.

2.1

Les conditions environnementales pour le rejet des eaux

Dans les trois Régions du pays, le rejet des eaux industrielles est soumis à permis d'environnement. Ce permis contient souvent des conditions de rejet particulières ou fait référence aux conditions sectorielles pour le secteur.

La Wallonie, la Flandre et la région de Bruxelles-Capitale ont défini des conditions sectorielles pour de nombreux sous-secteurs de l'Industrie alimentaire pour le rejet en égouts et en eaux de surface. Pour l'Industrie alimentaire, ce sont principalement la DBO, la DCO et les matières en suspension qui sont réglementées. Parfois, des normes pour l'azote et pour le phosphore sont également prévues.

Lors de la délivrance d'un permis d'environnement, l'autorité compétente va également tenir compte de la situation particulière de l'entreprise ainsi que du milieu récepteur. Des normes complémentaires notamment en métaux lourds pourront être imposées. La plupart du temps toutes ces normes sont exprimées en mg/l bien que, surtout en Flandre, des charges polluantes totales sont de plus en plus imposées.

L'entreprise a bien entendu l'obligation de respecter ces normes de rejets. Or des mesures en matière d'Utilisation Rationnelle d'Eau pourront avoir une influence non négligeable sur la concentration finale des polluants dans les eaux rejetées ce qui pourrait amener l'entreprise à ne plus respecter son autorisation.

Les Régions ont tenté de remédier à ce problème en prévoyant dans les conditions sectorielles, un volume d'eau rejetée « de référence ». Lors de la délivrance du permis, le volume utilisé et rejeté par l'entreprise devrait donc être pris en compte pour définir les conditions de rejets de cette entreprise. Néanmoins, en pratique, ce n'est pas toujours le cas.

2.2

Vu l'objectif global européen en matière d'eau d'ici l'année 2015, on peut s'attendre à des normes de rejets de plus en plus contraignantes pour les entreprises. Si les normes sont toujours exprimées en terme de concentration, l'entreprise alimentaire devra être particulièrement attentive de pouvoir combiner le respect de ces normes avec les mesures d'utilisation rationnelle d'eau.

La transposition de la directive sur les eaux urbaines

Cette directive européenne 91/271 a pour objectif de mettre en place dans les Etats-membres, l'épuration systématique des eaux urbaines. Néanmoins, la directive prévoit également que pour certains secteurs de l'Industrie alimentaire, les mêmes conditions d'épuration doivent être imposées.

La transposition de la législation en Région flamande s'est faite via l'adaptation du Vlarem et de nouvelles conditions de rejets des eaux industrielles en provenance de certains secteurs alimentaires. Concrètement, ces modifications ont comme conséquence que les entreprises alimentaires qui rejettent leurs eaux usées en eaux de surface doivent respecter des normes de rejets très strictes notamment en matière d'azote et de phosphore.

En Région wallonne, la transposition de cette directive, en ce qui concerne l'Industrie alimentaire, s'est faite via les conditions sectorielles, ce qui a permis de mieux tenir compte de la situation particulière de chaque sous-secteurs.

2.3

La politique de déconnexion des égouts publics en Flandre

Avec la publication au moniteur en 2001 de la circulaire sur le fonctionnement des stations d'épuration urbaines, des règles ont été définies qui ont comme conséquence pour une entreprise alimentaire:

- soit de ne pas être considérée comme une entreprise prioritaire (P-bedrijf) et donc pouvoir continuer à rejeter ses eaux usées en égout;
- soit d'avoir une eau usée d'une composition telle que son eau pourra être traitée par la Station d'épuration urbaine moyennant souvent la construction d'une canalisation;
- soit d'être considérée comme une entreprise qui perturbe le bon fonctionnement de la station d'épuration urbaine et de se voir obligée de se déconnecter du réseau public.

Les critères qui permettent à l'administration de définir la situation de l'entreprise sont pour l'essentiel basés sur la composition de l'eau rejetée (concentration en DBO notamment – charge polluante) ainsi que sur le débit (définition d'une eau diluée).

Dans certains cas, l'entreprise alimentaire se voit donc obligée de combiner le respect de son permis d'environnement avec les critères de la circulaire de manière à ne pas ou ne plus être considérée comme une entreprise prioritaire ou à pouvoir bénéficier de conditions plus avantageuses (cas des eaux complémentaires). Un équilibre fragile doit être trouvé. Dans ce cadre, les mesures d'Utilisation Rationnelle d'Eau peuvent avoir mettre en péril cet équilibre et amener l'entreprise dans des situations difficiles. L'entreprise doit, dans ce cas, faire une évaluation complète de la situation et entamer éventuellement les discussions avec les autorités compétentes concernées afin d'obtenir une éventuelle modification de leur autorisation de rejet.

COÛTS DE CAPTATION, D'UTILISATION ET D'ÉVACUATION DES EAUX

Entre la captation et l'évacuation définitive, l'utilisation de l'eau engendre des coûts spécifiques. Cette partie du document va tenter d'évaluer les coûts structurels et présente une méthodologie générale pour établir l'inventaire des coûts. Comme au mouvement de l'eau dans une entreprise, l'inventaire est divisé en plusieurs étapes, chacune possédant son propre prix et sa propre structure des prix. Les étapes sont les suivantes: la captation de l'eau, le traitement préalable éventuel, le traitement, l'épuration et le rejet des eaux usées. Ces étapes sont représentées schématiquement à la Figure 2-1 qui reflète également la structure du présent chapitre.

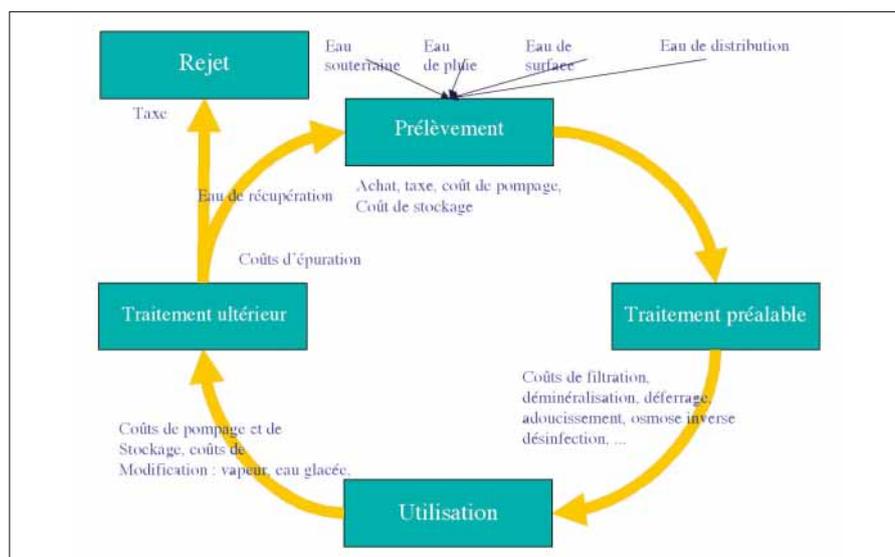


Figure 2-1. aperçu schématique de l'utilisation et des coûts de l'eau.

Naturellement, le flux d'eau débute lors de la captation de l'eau. Les sources les plus fréquentes sont les eaux souterraines, l'eau de distribution et les eaux de surface. Toutefois, les eaux de pluie et les eaux de récupération sont de plus en plus utilisées également.

Selon le processus de production et la qualité requise, l'eau captée doit encore subir un traitement préalable. Les techniques de traitement préalable les plus fréquentes sont la filtration, l'adoucissement, la déminéralisation, le déferrage, l'osmose inverse et la désinfection.

L'utilisation de l'eau dans le processus de production, peut engendrer des coûts liés à la modification de l'état de l'eau comme lors de la fabrication de vapeur ou d'eau glacée.

Les eaux (usées) utilisées doivent ensuite être épurées. À l'instar du traitement préalable, nous pouvons également citer diverses techniques: traitement préalable, épuration biologique, épuration physico-chimique et techniques tertiaires d'épuration. Il faut souligner, comme l'indique la flèche retour de la figure 2-1, qu'une partie de l'eau purifiée peut de nouveau être une source de captation.

Enfin, la partie non récupérée sera évacuée. Les coûts de l'évacuation des eaux usées, épurées ou pas, se reflètent dans la taxe à payer.

3. Coûts afférents à la captation de l'eau

Les coûts de captation de l'eau varient considérablement en fonction du type d'eau prélevé. Les coûts généraux sont les coûts de pompage (dispositif de pompage, coût de l'énergie, entretien) et les coûts de stockage (bassins tampons). Généralement, ces coûts sont assez limités.

3.1

Ci-après, nous allons évoquer les coûts spécifiquement liés à la captation des eaux souterraines, des eaux de surface, de l'eau de distribution et des eaux de pluie. Nous aborderons les coûts d'utilisation des eaux de récupération dans la partie "traitement ultérieur".

Coûts de captation des eaux souterraines

Les eaux souterraines peuvent être définies comme les eaux situées sous la surface du sol dans la zone saturée et qui sont en contact direct avec le sol ou le sous-sol (Vlarem I). Le prélèvement d'eau souterraine est soumis à une taxe sur les eaux souterraines.

Les taxes de la région wallonne sur le pompage des eaux souterraines (non destinées à la production d'eau potable) dépendent du volume prélevé. En outre, le tarif de prélèvement est subdivisé en tranches successives. Les tranches sont représentées au tableau 3-1.

Tableau 3-1 Tranches d'imposition pour le pompage des eaux souterraines en Wallonie.

Prélèvement d'eau (m³/an)	Tarif (€/m³)
< 3.000	Exonéré de taxation
3.000 - 20.000	0,0248
20.001 - 100.000	0,0496
> 100.000	0,0744

La taxe flamande sur les eaux souterraines est également divisée en tranches en fonction du débit prélevé. La formule de calcul de la taxe sur les eaux souterraines comporte un paramètre (λ) qui tient compte des possibilités des couches forées. Actuellement, ce paramètre est toujours égal à 1, mais tout est mis en oeuvre pour obtenir un contenu concret des valeurs pour ce paramètre.

Si, chaque année, moins de 500 m³ d'eaux souterraines sont pompées, l'état accorde une exonération de taxe. Cette exonération peut également intervenir dans des circonstances particulières comme le prélèvement d'eaux souterraines par drainage et extractions dans le cadre de travaux d'assainissement des sols.

Taxe flamande sur les eaux souterraines: un exemple

Une entreprise qui a pompé 60.000 m³ d'eau souterraine en 2002 peut, pour l'exercice d'imposition 2003, recevoir le décompte suivant:

$$GWH = \frac{1}{100} \left[\left(6.2 + \frac{0.75 \times V}{100000} \right) \times \alpha \times \lambda \times index \right] = \frac{1}{100} \left[\left(6.2 + \frac{0.75 \times 60000}{100000} \right) \times 1 \times 1 \times 1.014 \right] = 0.0674 \text{ €/m}^3$$

Ce calcul correspond finalement à une facture totale de 4.045,86 € en 2003.

3.2

Coûts de captation des eaux de surface

Tout comme pour le prélèvement d'eaux souterraines, le prélèvement d'eaux de surface est soumis à une taxe. À cet égard, l'approche de la Région wallonne et de la Région flamande diffèrent quelque peu.

La taxe flamande sur la captation des eaux de surface dépend, une fois de plus, du volume prélevé et est divisée en tranches successives. Le tableau 3-2 présente les tranches, ainsi que le tarif de prélèvement.

Tableau 3-2 tranches d'imposition pour le pompage des eaux de surface en Flandre

Prélèvement d'eau (m³/an)	Tarif (€/m³)
< 1.000.000	0,043381
1.000.000 – 9.999.999	0,025161
10.000.000 – 99.999.999	0,012643
> 99.999.999	0,002380

De plus, ces tarifs doivent être multipliés par un indice qui est adapté chaque année. Par exemple, l'indice de 2003 est obtenu en divisant l'indice de décembre 2003 base 1981 (187.60) par l'indice de décembre 1990 base 1981 (146.21). Ce dernier chiffre est l'indice de base pour les captations d'eau. Toutefois, les captations de moins de 500 m³ par an sont exonérées d'imposition. Le montant minimal de la taxe est de 125 € par an.

Pour être complets: lorsque l'eau prélevée, ou du moins une partie de celle-ci, est reversée dans le même cours d'eau, une réduction de la taxe peut être appliquée. Cette réduction est obtenue en multipliant le montant de la taxe par un facteur de correction situé entre 0,5 et 1.

En Région wallonne, la captation des eaux de surface n'est pas grevée d'une taxe, à condition que l'eau prélevée n'ait pas été pompée pour la production et la distribution d'eau potable.

3.3

Coûts liés à l'utilisation d'eau de distribution

Généralement, un raccordement au circuit de distribution peut s'avérer être la meilleure solution pour une entreprise, même si elle n'est pas la meilleur marché. Le prix indicatif du m³ d'eau pour les entreprises se situe entre 1 et 1,50 €. Les tarifs varient en fonction du distributeur et du débit prélevé.

Pour vous donner une idée du prix de revient de l'eau de distribution pour les entreprises, vous trouverez, ci-dessous, les tarifs de base appliqués par le réseau de distribution de TMVW Integraal Waterbeheer, qui distribue l'eau de distribution dans les provinces de Flandre occidentale, Flandre orientale, Brabant flamand et Hainaut. Le site Web de TMVW (<http://www.tmvw.be/>) vous permet de réaliser facilement une simulation de facture. Cette simulation est illustrée dans le tableau 3-3 pour une entreprise qui prélève 60.000 m³ d'eau de distribution par an. La facture totale, hors TVA est de 66103,70 € par an, soit 1,17 € par m³.

Tableau 3-3 simulation de la facture d'eau chez TMVW pour un prélèvement de 60.000 m³.

Échelle	Quantité (m³)	Prix de revient (€)
Consommation de base	15	0,00
Indemnité annuelle fixe		23,80
Consommation de confort	20 (à 1,94 €/m ³)	38,80
Forfait	15 (à 1,94 €/m ³)	29,10
Surconsommation échelle 1	450 (à 2,36 €/m ³)	1.062,00
Surconsommation échelle 2	49.500 (à 1,10 €/m ³)	54.450,00
Surconsommation échelle 3	10.000 (à 1,05 €/ m ³)	10.500,00
Surconsommation échelle 4	0 (à 0,95 €/ m ³)	0,00
Total hors TVA		66.103,70
TVA 6 %		3.966,22
Total TVA incluse		70.069,92

Pour être complets, signalons également que, dans certains cas, des réductions sont accordées. Par exemple, les acheteurs professionnels du réseau de distribution de TMVW Integraal Watergebruik bénéficient d'une réduction de 10 % sur les prélèvements d'eau effectués entre 22h00 et 5h00. Toutefois, pour bénéficier de cette réduction, l'installation d'un compteur de nuit spécial d'un coût de 2.900 € est requise.

La simulation susmentionnée vous donne seulement une idée du prix de l'eau de distribution. Un calcul précis peut être simplement déduit de la facture de la société de distribution à laquelle l'entreprise en question est raccordée.

Coûts de captation de l'eau de pluie

En principe, l'eau de pluie peut être utilisée gratuitement. Il n'existe pas de taxes ou d'autres coûts liés à son utilisation. Cette "source d'eau" à première vue "bon marché" est en réalité peu utilisée. Une raison principale (outre la qualité, par exemple) à cette utilisation limitée réside dans les investissements nécessaires à l'installation d'un système d'égouttage séparé pour l'écoulement des eaux de pluie, l'installation de réservoirs tampons et la mise en place d'un réseau de distribution.

Lorsque ces dispositifs sont prévus, par exemple, dans des nouveaux bâtiments, il est assurément intéressant de recueillir l'eau de pluie séparément pour l'utiliser ensuite. Toutefois, lorsque de nouvelles installations sont nécessaires (tuyaux d'écoulement, système tampon, système de distribution), l'investissement est généralement trop élevé pour présenter un avantage économique supérieur à l'eau de distribution. Cet aspect économique doit toujours être pris en compte lors d'une évaluation des possibilités d'utiliser l'eau de pluie.

Traitement préalable

Nous pouvons citer diverses techniques de traitement préalable, ainsi que leur application et possibilités respectives. Généralement, l'eau souterraine est d'abord débarrassée du fer et du manganèse par une oxydation, suivie d'un filtrage. La déminéralisation et l'adoucissement sont d'autres traitements préalables généralement basés sur un échange d'ions, bien que les techniques membranaires soient de plus en plus utilisées. La désinfection à l'aide de produits chimiques ou d'UV est réalisée pour contrôler les microbes.

Les techniques de traitement préalable de l'eau varient en fonction de leur action ou de leur application. Vous trouverez un schéma généralement applicable de la structure des coûts à la Figure 4.1.

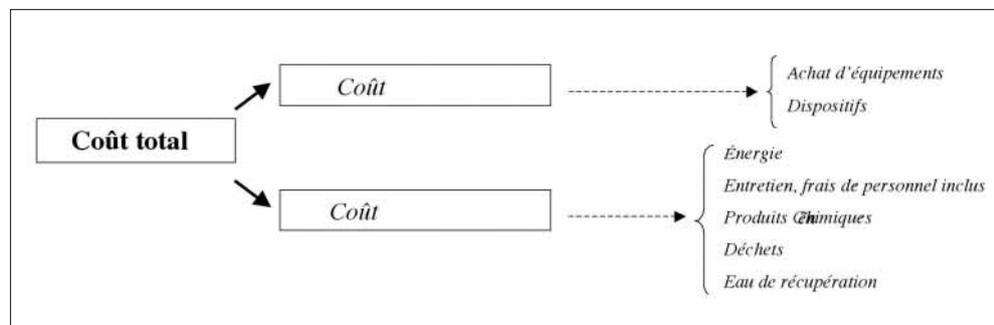


Figure 4-1. Structure des coûts du traitement préalable de l'eau.

L'investissement d'une unité de traitement préalable comprend l'achat des appareils et l'installation des équipements d'utilité publique. Parmi ces équipements figurent des dispositifs pour l'électricité et d'éventuelles adaptations du réseau d'alimentation.

Les coûts opérationnels proviennent du besoin en énergie (électricité), de l'entretien (personnel + autres frais de maintenance), des produits chimiques et de la production d'eaux (usées).

Les coûts d'un traitement préalable sont spécifiques pour chaque application. Voilà pourquoi nous recommandons d'établir un état des coûts sur base de la situation, plutôt que de travailler avec des valeurs indicatives. Vous trouverez un exemple de calcul dans le cadre d'insertion ci-dessous.

Exemple: Coût de l'adoucissement

Chaque année, la société d'épuration Olympia (Herfelingen) adoucit 105.000 m³ d'eau grâce à des échangeurs d'ions. Les coûts opérationnels liés à cette installation sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Pour la régénération des résines, on utilise essentiellement de l'eau salée. L'acide chlorhydrique est également utilisé dans une moindre mesure. Les frais d'énergie (pompe) de l'installation sont assez limités et peuvent être négligés lors d'une première approche. L'entretien veille essentiellement au suivi journalier de la qualité des eaux. Le débit des eaux d'égout représente environ 12% du débit total prélevé. Les coûts opérationnels d'adoucissement (amortissements exclus) chez Olympia s'élèvent à environ 34.000 € par an, ce qui correspond à 0,37 €/m³ d'eau préalablement traitée.

<i>Poste</i>	<i>Calcul</i>	<i>Total (€)</i>
Régénération	100.000 kg de sel à 0,117 €/kg	11.800
	6.600 kg HCl à 0,166 €/kg	1.069
Énergie	Négligeable	
Entretien	Personnel (à raison van 20 min/jour)	2.000
	Autres frais de maintenance	2.000
Spoelwater	12% de l'eau à 1,36 €/m ³	17.136
Total		34.005

5. Utilisation d'eau dans la production

Les frais de traitement de l'eau se rapportent au pompage et au stockage de l'eau. Outre les coûts d'investissement pour le stockage, les travaux de canalisation et les pompes, il faut également tenir compte des coûts opérationnels pour le pompage de l'eau, qui sont essentiellement attribuables aux coûts d'énergie et aux frais de maintenance. En général, ce facteur de coût est plutôt limité dans l'ensemble des frais et n'est bien souvent pas pris en compte dans les calculs.

La prise en compte des coûts de modification de l'état de l'eau (production de vapeur, préparation d'eau glacée, ...) dans l'ensemble des frais peut être intéressante si des économies d'eau peuvent être réalisées pour ces applications (par exemple, adaptation du traitement préalable de la chaudière à vapeur afin d'en limiter l'évacuation). Dans ce cas, le gain est en effet supérieur au prix de l'eau préalablement traitée et on enregistrera également une économie d'énergie.

6. Épuration des eaux usées

Il n'est pas aisé de donner une valeur indicative générale du prix de revient en vigueur pour l'épuration des eaux usées. En effet, le coût varie non seulement en fonction de la nature et de la composition des eaux usées, mais aussi en fonction des techniques mises en oeuvre. Dans certains cas, seul un traitement biologique suffit, tandis que dans d'autres cas, un traitement préalable et/ou un traitement ultérieur s'imposent. Parmi les traitements préalables courants figurent, entre autres, le désablage, l'élimination des graisses, et éventuellement, des techniques physico-chimiques. Parmi les traitements ultérieurs, nous pouvons citer notamment les techniques physico-chimiques, la filtration par le sable, ainsi que des techniques tertiaires d'épuration (par exemple, le charbon actif).

Le prix de revient réel de l'épuration des eaux usées est déterminé suivant la structure générale des coûts suivante:

1. amortissement de l'installation construite: suivant le prix de revient du bâtiment et la durée de l'amortissement;
2. entretien de l'installation: ce montant peut raisonnablement être estimé à 5% du coût d'investissement;
3. coûts de personnel: en fonction de la complexité de l'installation, du degré d'automatisation et du nombre d'opérateurs. Généralement, un opérateur assure la surveillance journalière de la station. En outre, des analyses peuvent être réalisées dans la station même et un ingénieur sera responsable de la procédure;
4. analyses pour le suivi: le suivi est étroitement lié aux coûts de personnel et dépend, dans une large mesure, de l'endroit où les analyses sont effectuées: en interne dans l'entreprise ou en externe par un laboratoire agréé. Pour une station de dimension moyenne, ces coûts peuvent facilement atteindre 25.000 € par an;
5. dosage des produits chimiques: ce dosage dépend fortement de la grandeur de l'installation et de la dose requise. Les substances chimiques peuvent être des sources de carbone bon marché comme l'acétate, le concentré de sucre et le méthanol, mais aussi des micronutriments plus coûteux, du FeCl₃ et des polyélectrolytes;
6. besoins en énergie: ce montant peut être déduit de la facture d'électricité. En effet, environ 80% de cette facture est due à l'éclairage nécessaire des bassins biologiques d'épuration. En cas d'épuration anaérobie, le coût est beaucoup plus réduit;
7. traitement des boues: il repose sur deux postes de coûts séparés. D'abord, le traitement des boues, l'épaississement et/ou l'assèchement entraînent des coûts en raison du besoin d'énergie et d'additifs chimiques comme la chaux et les polyélectrolytes. Ensuite, cette réduction de volume assure une diminution dans le second poste de coûts, à savoir les frais de vente et de transport. Les boues peuvent être vendues au secteur agricole ou aux installations de compostage et d'incinération. Il faut également tenir compte de coûts moins visibles comme la location de conteneurs, etc.

Si on additionne ces montants, on obtient le coût total de l'épuration des eaux usées pour une année complète. Si on divise ce montant par le nombre de m³ d'eaux usées épurées, on obtient le prix de revient de l'épuration des eaux usées par m³. De même, il est possible de calculer le prix de revient par kg de charge polluante traitée (€/kgDCO). Les coûts exprimés en €/kgDCO sont généralement plus faciles à comparer car le facteur de coût hydraulique se retrouve davantage dans le coût d'investissement (grandeur du clarificateur, par exemple) que dans le coût opérationnel. Généralement, ces modalités de reproduction des coûts ne sont qu'indicatives. Il faut toujours vérifier le type de technologie mis en oeuvre.

7. Rejet

Ce dernier coût lié à l'eau est la taxe sur le rejet des eaux usées et épurées. Dans ce cadre, le calcul de la taxe flamande et de la taxe wallonne repose sur une addition de quatre charges polluantes Ni qui reflètent le 'poids' du rejet. Ensuite, la charge polluante additionnée est multipliée par un tarif unitaire T.

Le calcul de la taxe s'opère donc comme suit:

$$H = (N1 + N2 + N3 + Nk) \times T$$

avec

- | | |
|----|---|
| N1 | = la charge polluante engendrée par des substances liant l'oxygène et des matières en suspension |
| N2 | = la charge polluante engendrée par l'évacuation de certains métaux lourds |
| N3 | = la charge polluante engendrée par l'évacuation de substances nutritives comme l'azote et le phosphore |
| Nk | = la charge polluante engendrée par l'évacuation des eaux d'égout |
| T | = le tarif unitaire |

Tant en Flandre qu'en Wallonie, il est possible d'appliquer, dans certains cas, une formule simplifiée, pour laquelle il n'est pas nécessaire de procéder à des mesures. Dans ce cas, la charge polluante est déterminée sur base de coefficients forfaitaires qui sont fixés dans la législation respective en la matière. Pour les entreprises, il est utile d'identifier la méthode privilégiée. Pour les évacuations plus importantes, on préfère généralement fixer la taxe sur base d'une campagne de mesure.

Outre des différences dans la méthode de calcul des charges polluantes N entre les législations en vigueur en Région flamande et en Région wallonne, il existe néanmoins une différence importante dans le tarif unitaire T. Le tarif de prélèvement flamand est de 27,19 € (année de redevance 2004) tandis que le tarif de prélèvement en Wallonie est de 8,9242 € par unité de charge polluante.

Il est possible de simuler la taxe sur le rejet des eaux usées en Flandre à l'aide d'une application en ligne que vous trouverez sur le site Web de la société flamande de l'environnement (<http://vmm.stylelabs.com>). En Wallonie, vous trouverez le pendant de la VMM à l'adresse <http://environnement.wallonie.be/>.

Un point essentiel à ne pas négliger est la non déductibilité des taxes.

Taxes et épuration des eaux usées

Les taxes agissent – outre le système d'autorisations – comme un élément directeur visant à limiter la pollution des eaux de surface. Les taxes à payer incitent les entreprises à procéder elles-mêmes à l'épuration des eaux usées. Pour le prouver, nous nous basons sur la situation dans une entreprise alimentaire présentant un débit d'effluent de 800 m³/an. Les caractéristiques de l'influent et de l'effluent sont présentées dans le tableau. Les calculs ne tiennent pas compte de la part des métaux.

<i>Paramètre</i>	<i>Influent</i>	<i>Effluent</i>
DCO (mg/l)	2.200	90
DBO (mg/l)	750	15
Matières en suspension (mg/l)	400	50
N (mg/l)	65	12
P (mg/l)	20	2

Sur la base de ces caractéristiques et d'une taxe de 27,19 €/unité de charge polluante, nous pouvons calculer les scénarios suivants:

<i>Scénario</i>	<i>€/jaar</i>	<i>€/m³</i>	<i>€/kgCZV</i>
Évacuation dans les égouts sans épuration	255.114	1,23	0,56
Évacuation dans les égouts après épuration	41.150	0,20	0,09
Évacuation dans les eaux de surface après épuration	16.980	0,08	0,04

Lorsqu'une simple installation d'épuration suffit à épurer l'eau en vue d'obtenir une qualité permettant l'évacuation dans les eaux de surface, les coûts d'épuration peuvent éventuellement être compensés par la réduction de taxes. Dans ce cadre, l'on peut penser à une simple installation d'épuration aérobie faiblement chargée. Dans des situations plus complexes, ce ne sera le cas qu'en partie. Lorsque des techniques d'épuration complémentaires s'avèrent indispensables pour satisfaire au degré de qualité requis, la réduction des taxes ne représente qu'une fraction limitée du coût de l'épuration. C'est par exemple le cas lorsque des sels de fer ou d'aluminium doivent être ajoutés pour éliminer le phosphore des eaux usées.

8.

Considérations finales relatives à l'inventaire des coûts

Dans les paragraphes précédents, nous avons situé les coûts de l'utilisation d'eau et nous avons présenté une méthode générale pour en dresser l'inventaire. L'identification des postes de coûts en matière d'utilisation d'eau est un outil essentiel pour l'évaluation de la faisabilité de certaines mesures de gestion.

Dans ce cadre, il est essentiel de procéder à une évaluation correcte des économies potentielles. À cet effet, il est préférable, lors de l'inventaire des coûts, d'établir une distinction entre coûts fixes et coûts variables. En effet, dans des cas concrets, seuls les coûts variables peuvent faire l'objet d'économies. Lors du développement de nouveaux systèmes, une réduction de la consommation permet de réduire la taille de l'installation, et donc de réaliser des économies en matière de coûts fixes.

Lors de l'estimation des investissements, il ne faut jamais perdre de vue un bon coût de référence. Par exemple, lorsque si on examine, pour une situation spécifique, le prix de revient de la collecte et de la consommation des eaux de pluie, cet examen engendrera essentiellement plusieurs investissements dans des réservoirs de stockage et dans des canalisations. Dans ce cas, le coût doit être comparé au prix de revient d'une source d'eau alternative. Généralement, le prix de l'eau de distribution constitue une excellente base de comparaison. La comparaison avec les eaux souterraines entraînera toujours un coût plus élevé, mais dans ce cas, il faut également tenir compte de l'aspect afférent aux autorisations: bien souvent, la quantité d'eaux souterraines pouvant être pompée est soumise à une restriction.

Comparé au coût de la référence (le cas échéant l'eau de distribution), il est dès lors possible de calculer un délai de récupération. Si ce dernier n'est pas suffisamment court, on peut alors choisir d'utiliser l'eau de distribution à la place de l'eau de pluie. On peut adopter un raisonnement similaire pour évaluer les projets de récupération d'eau.

MÉTHODOLOGIE

Approche et mise en oeuvre d'un projet de gestion des eaux dans l'entreprise

Dans le chapitre "Méthodologie", nous expliquerons d'abord les modalités d'organisation de la gestion des eaux au niveau de l'entreprise. À cet égard, la littérature comporte plusieurs schémas, généralement très similaires. Cette première partie est davantage axée sur l'aspect organisationnel et décrit les différentes étapes nécessaires à cet effet.

La deuxième partie traitera spécifiquement des aspects pratiques. Ils sont essentiels pour les personnes responsables de la réalisation du projet de gestion des eaux. Elle indique la façon dont l'analyse peut être réalisée et la manière dont l'interprétation doit s'opérer. Les mesures prises en compte pour le plan de réduction sont traitées au chapitre suivant.

9.

Organisation de la gestion des eaux dans l'entreprise

L'organisation d'un système de gestion des eaux dans l'entreprise se décline en plusieurs étapes qui s'intègrent parfaitement dans les systèmes de qualité existants. La littérature contient différents schémas qui présentent les étapes successives. Généralement, nous pouvons identifier cinq étapes.

Dans la phase 1, l'entreprise désigne un responsable de la gestion des eaux. Une déclaration, soulignant l'importance du projet, est également rédigée. Cette déclaration peut, par exemple, prendre la forme d'un objectif inscrit dans une charte de l'environnement ou dans un système de qualité.

La phase 2 comporte une évaluation de la consommation et de l'utilisation d'eau au niveau de l'entreprise. Elle tient compte de toutes les entrées et les sorties d'eau et de la charge polluante et elle procède également à une évaluation des coûts. Elle examine le niveau de qualité requis de l'eau, ainsi que la quantité minimale d'eau nécessaire pour les différents processus.

Sur base de l'évaluation, un plan de réduction est mis en place dans la phase 3. Durant cette phase, les objectifs sont formulés ainsi que leurs modalités de réalisation.

La phase 4 comprend la mise en oeuvre des actions préalablement déterminées.

La phase 5 évalue et présente un rapport des efforts consentis. Le cycle peut enfin recommencer.

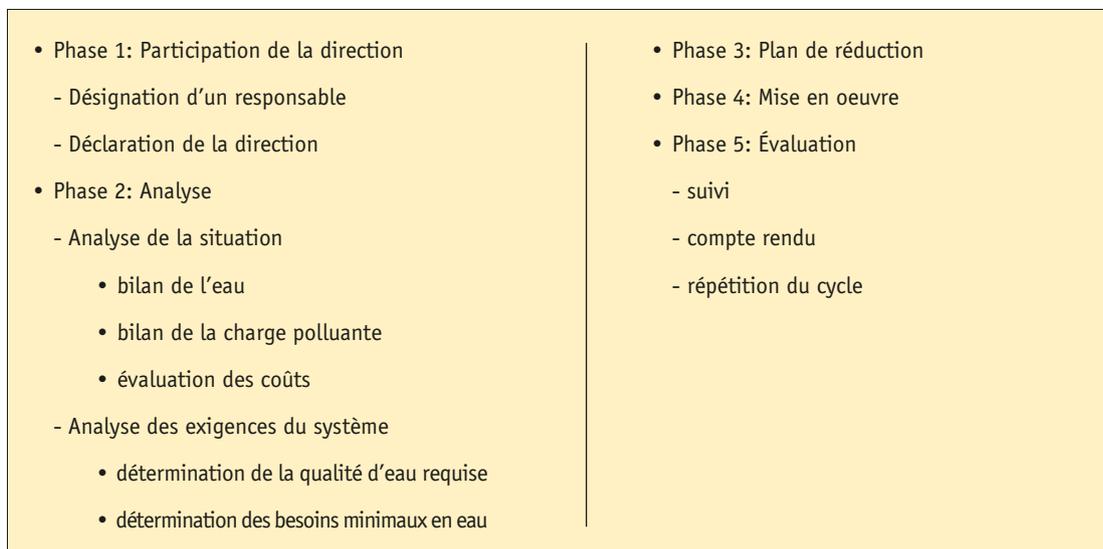


Figure 9-1. Différentes étapes d'un système de gestion des eaux.

Participation de la direction

Les bases d'une gestion de qualité des eaux dans l'entreprise doivent être jetées par la direction. À cet effet, il est préférable de rédiger une déclaration afin d'informer tous les collaborateurs de la nécessité de gérer les eaux et de leur faire part du point de vue de la direction à cet égard. Cette déclaration peut être diffusée via les canaux habituels de communication avec les collaborateurs.

La déclaration de la direction est primordiale pour la réussite du projet. En effet, elle encourage les collaborateurs à s'engager à fournir les informations nécessaires, à se pencher sur le problème et à formuler des propositions. Des actions concrètes doivent être entreprises durant le projet afin d'accroître la participation des collaborateurs (groupe de travail, interviews, boîte à idées, ...).

Outre la création d'une base, la direction doit également désigner un responsable. Il s'agit de la personne qui sera responsable de l'élaboration du projet, de la formulation d'un plan d'action et du compte rendu. Cette personne doit impérativement disposer d'un accès suffisant aux données nécessaires. Généralement, le responsable de l'environnement dans l'entreprise sera présenté comme la personne la plus indiquée pour remplir cette fonction. Elle doit sensibiliser les autres collaborateurs à la nécessité de mener le projet à bien.

Enfin, il est essentiel que ce responsable effectue un rapportage de façon régulière à la direction de l'état d'avancement du projet.

Exemple de déclaration d'engagement de la direction

(source: Dep. of the Environment, Transport and the Regions, 2000)

L'eau est l'une des sources les plus précieuses. Une consommation superflue ou une pollution de l'eau porte préjudice à l'environnement et ne présente aucun intérêt économique.

Par conséquent, l'entreprise s'engage à évaluer la consommation d'eau et à mettre en place un programme d'économie d'eau. Ces mesures permettront d'améliorer l'efficacité, de réduire les coûts et contribueront au respect de l'environnement.

XXX XXX est engagé pour évaluer la consommation d'eau, ainsi que les possibilités d'économie. Tous les collaborateurs sont priés de collaborer avec lui. La réussite de ce projet dépend de la collaboration de tous les employés et toutes les suggestions destinées à accroître l'efficacité de l'eau seront les bienvenues.

9.2

Analyse de l'utilisation d'eau

L'analyse de l'utilisation d'eau doit être envisagée au sens large. Elle englobe non seulement la quantité (c'est-à-dire la consommation d'eau) mais aussi la qualité de la consommation d'eau. Par ailleurs, il faut procéder à une estimation de l'eau prélevée, mais aussi de l'utilisation interne et de l'évacuation de l'eau. Chaque consommateur d'eau doit impérativement figurer dans l'analyse. Sont considérés comme consommateurs d'eau tant les appareils que les actions (par exemple, le nettoyage).

L'analyse de l'utilisation d'eau se décline en deux parties. La première partie décrit la situation. À cet effet, il faut procéder à une évaluation quantitative et qualitative de l'utilisation d'eau, sans oublier de tenir compte des coûts. La deuxième partie décrit les exigences. Dans ce cadre, elle examine la qualité et la quantité minimales d'eau requises pour un processus déterminé, et indique les alternatives éventuelles. Les deux parties réunies ensemble, permettent à l'entreprise d'évaluer l'efficacité des différents processus: la différence entre la situation réelle et les exigences définies est la zone de tension dans laquelle l'optimisation de l'utilisation d'eau est possible.

Les aspects pratiques de la mise en place d'une analyse sont développés au chapitre 10.

9.3

Établissement d'un plan de réduction

Un plan de réduction doit être mis en place sur base de l'analyse. Le plan de réduction doit formuler des objectifs clairs. Ces objectifs peuvent se rapporter aux aspects quantitatifs et qualitatifs de l'utilisation d'eau mais doivent, en tout cas, être mesurables.

Le plan de réduction se base sur les écarts constatés entre l'utilisation réelle d'eau et l'utilisation minimale. Des actions doivent être formulées sur la base de ces écarts, actions dont la faisabilité et l'efficacité seront contrôlées. Les mesures à prendre peuvent être développées en accord avec des fournisseurs potentiels de technologies, des consultants ou des sociétés de distribution d'eau.

Le plan de réduction comporte un aperçu des mesures à prendre. Il peut, par exemple, se présenter sous la forme d'un tableau où les éléments suivants seront indiqués pour chaque point d'action:

- description de l'action à entreprendre;
- description des moyens nécessaires;
- indication des coûts/bénéfices prévus, du délai de récupération;
- indication de la réduction attendue de l'utilisation d'eau;
- délai dans lequel l'action doit être mise en œuvre;
- responsable(s) de l'action/des actions spécifique(s);
- méthode d'évaluation.

Les actions à réaliser et les ressources nécessaires doivent être approuvées respectivement mises à la disposition par la direction. Il faut également désigner un responsable, chargé d'assurer la coordination et le suivi de l'ensemble du plan de réduction.

9.4

Mise en oeuvre

Les mesures à mettre en oeuvre peuvent être de nature organisationnelle ou technologique. Les mesures organisationnelles sont des mesures pour lesquelles le processus est doté d'une organisation différente afin d'optimiser son efficacité. Dans ce cadre, nous pouvons citer, à titre d'exemple, l'adaptation des procédures de nettoyage.

Les mesures technologiques sont des mesures pour lesquelles les systèmes sont adaptés ou remplacés pour améliorer l'efficacité. Il est, par exemple, possible, de passer à un système de refroidissement plus efficace ou de traiter l'eau en vue de son réemploi.

Lors de l'application des mesures dans le plan de réduction, le responsable du projet doit impérativement suivre et signaler les progrès réalisés. En particulier, la mise en oeuvre de mesures organisationnelles nécessite un suivi permanent et une motivation des collaborateurs concernés. Généralement, les mesures organisationnelles exigent très peu d'investissements, et sont par conséquent très efficaces, mais risquent de s'effriter rapidement si on ne leur accorde pas une attention constante.

Evaluation

Les objectifs repris dans le plan de réduction et l'état d'avancement de la mise en oeuvre des mesures doivent être présentés à la direction. À cet effet, il faut utiliser des indicateurs capables de reproduire clairement la réalisation des objectifs.

Il faut également envisager un compte rendu externe des objectifs et de leur réalisation. Ce compte rendu peut, par exemple, se présenter sous la forme de rapports annuels de l'entreprise ou de rapports imposés sur les prestations environnementales de l'entreprise.

Le rapport doit contenir les éléments suivants:

- les objectifs poursuivis;
- l'évolution des indicateurs mesurés;
- une évaluation de la mise en oeuvre du plan de réduction;
- les objectifs pour le futur.

Toutefois, la gestion des eaux ne se limite pas à la mise en oeuvre et à l'évaluation des mesures prévues. En effet, un suivi permanent peut permettre d'identifier rapidement une utilisation incontrôlée de l'eau. La maîtrise de l'utilisation d'eau doit également être considérée comme un objectif permanent. En outre, la répétition du cycle constitue une motivation pour améliorer en permanence la gestion des eaux. Cette quête permanente d'une réduction de l'utilisation d'eau peut s'inscrire dans un système de gestion de l'environnement comme ISO 14001 ou EMAS. Cela permet d'identifier et de mettre en oeuvre de nouveaux développements en matière de technologie ou d'encourager de nouvelles recherches.

Analyse et évaluation de l'utilisation d'eau dans l'entreprise

Terminologie

Dans ce texte, le terme consommation d'eau fait référence à la quantité d'eau utilisée dans un processus. Par contre, le terme utilisation d'eau renvoie, plus généralement, aux aspects quantitatifs et qualitatifs de l'utilisation d'eau, parmi lesquels:

- la quantité d'eau (la consommation d'eau);
- la quantité nécessaire d'eau utilisée;
- la charge polluante de l'eau après utilisation;
- le mode d'évacuation de l'eau (via rejet, évaporation, ...).

Tout processus qui utilise de l'eau est appelé consommateur. Par conséquent, un consommateur peut aussi bien être une machine qui utilise l'eau pour assurer son fonctionnement qu'une action comme le nettoyage manuel.

Comme l'indique le paragraphe 9.2, il est indispensable de décrire la situation concrète et d'énumérer les exigences minimales pour chaque processus. La différence entre la situation réelle et les exigences définies est la zone de tension dans laquelle l'optimisation de l'utilisation d'eau est possible. Ce chapitre présente la façon dont l'inventaire de la situation concrète peut être réalisé. De plus, il contient des indications utiles pour l'évaluation de la qualité/quantité requise.

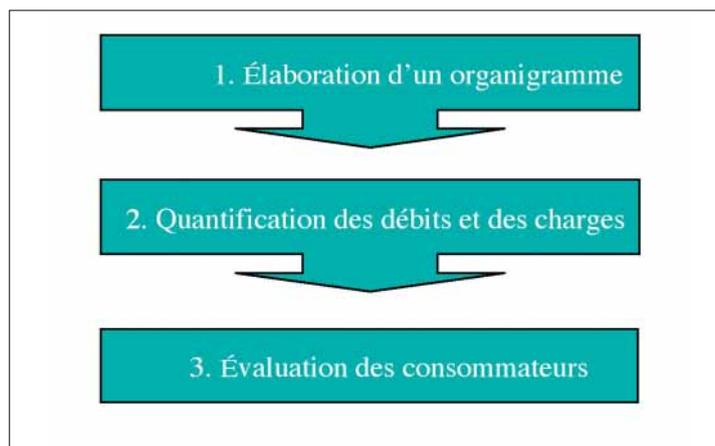
Lors de l'audit de l'utilisation d'eau, il faut impérativement répondre à trois exigences essentielles si on veut obtenir un bon résultat:

La connaissance du système: Par connaissance du système, on entend la connaissance des différents éléments des systèmes physiques. Nous pouvons citer, à titre d'exemple, le système de distribution d'eau. Il est essentiel de connaître le type d'eau qui alimente un processus déterminé, de savoir quels embranchements sont raccordés sur quels compteurs, de savoir comment se déroule l'évacuation, ...

Connaissance des processus: Par connaissance des processus, on entend la connaissance relative au déroulement des processus. À cet effet, l'aide des responsables des processus est souvent indispensable. Il est essentiel de connaître les processus pour définir la qualité et la quantité requises et pour évaluer les conséquences des adaptations.

Interprétation: Les données doivent non seulement être collectées, mais doivent également faire l'objet d'une évaluation et d'une interprétation précises, ce qui, en fin de compte, doit engendrer des conclusions claires.

Dans les paragraphes suivants, nous expliquerons les modalités de réalisation de l'audit, à l'aide de l'établissement de bilans. D'abord, nous expliquerons la manière d'élaborer un organigramme. Ensuite, nous évoquerons la quantification des flux. Dans ce cadre, nous traiterons tant le débit (bilan hydrologique) que la charge polluante. Enfin, nous citerons plusieurs points essentiels pour l'évaluation. Par ailleurs, nous formulerons des commentaires sur la qualité et la quantité d'eau requises pour les différents processus.



10.1

L'élaboration d'un organigramme

Une première étape essentielle à la réalisation d'un audit de l'eau est la vérification des flux d'eau présents dans l'entreprise. Une façon claire de procéder consiste à élaborer un organigramme. Ce type de schéma présente visuellement les flux d'eau présents dans une entreprise. Il s'agit d'un système simple et pratique car les flux d'eau peuvent être suivis du prélèvement à l'élimination. En y accordant un peu d'attention, il est également possible d'éviter "l'oubli" de certains flux.

Un organigramme doit se composer de trois niveaux (Figure 10-1).

- Le premier niveau présente les différentes sources d'eau.
- Ensuite, le second niveau indique les consommateurs d'eau.
- Enfin, le troisième niveau présente les modalités d'évacuation de l'eau.

Le principe de base est la loi de conservation de la masse: toute l'eau qui pénètre dans un processus doit également en ressortir, sous quelque forme que ce soit (eaux usées, vapeur, eau absorbée dans le produit/eau rejetée par le produit).

À l'entrée, l'eau peut venir de diverses sources. Les sources les plus fréquentes sont les eaux souterraines, l'eau de distribution, les eaux de surface et l'eau de pluie. Ce niveau de l'organigramme peut également évoquer le réemploi interne de flux d'eau au sein de l'entreprise. Parfois, une quantité considérable d'eau pénètre également dans les processus par l'intermédiaire de différents produits. À titre d'exemple, nous pouvons citer l'eau présente dans les vidanges dans l'industrie de la boisson. Autre exemple: la production de sucre à partir de betteraves sucrières. Le sucre est un produit fini sec, mais la matière première se compose à 75% d'eau.

Les différents consommateurs englobent toutes les activités qui font appel à l'eau. Il peut s'agir de systèmes ouverts ou fermés. Les grands consommateurs d'eau sont la production d'eau et de vapeur, toutes les activités de nettoyage, la préparation de produits et l'utilisation comme agent réfrigérant.

Le troisième niveau traite l'évacuation d'eau. Les formes d'évacuation les plus courantes sont l'évacuation de l'eau sous forme d'eaux usées et l'évaporation. D'autres formes peuvent également revêtir une certaine importance pour compléter le bilan, comme l'évacuation d'eau dans des produits et des flux secondaires (comme la boue d'épuration des eaux).

Lors du lancement du projet, il est également essentiel de bien délimiter le champ de recherche. Dans certains cas spécifiques, il peut être souhaitable de ne pas tenir compte de certains flux, comme, par exemple, des flux en circulation continue. La restriction de l'usage d'effluent biologique à certaines applications sera, par exemple, beaucoup moins prioritaire que la réduction de l'utilisation d'eau de distribution.

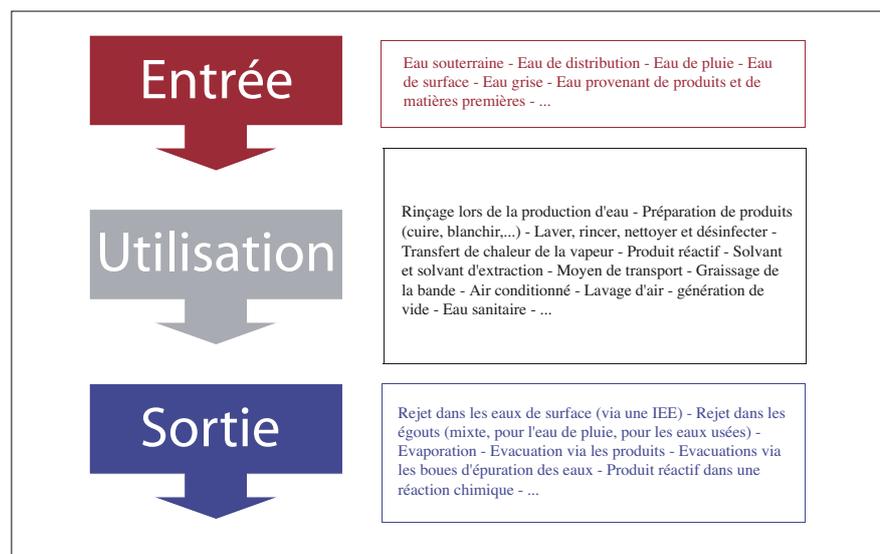


Figure 10-1. Trois parties essentielles d'un organigramme.

Retrouver les conduites d'alimentation

La réalisation d'un organigramme exige une excellente connaissance du système. Il faut impérativement vérifier à partir de quelle source et de quels embranchements l'eau est prélevée et contrôler si l'eau passe ou non par un compteur d'eau déterminé. Les éléments suivants peuvent vous aider à obtenir ces informations:

- le suivi visuel des canalisations dans l'entreprise;
- la consultation des plans et des responsables techniques;
- en cas d'arrêt de production, il est possible de déclencher un consommateur et d'identifier les compteurs d'eau qui enregistrent cette utilisation.

Test de traçabilité

Si on ignore où certaines eaux usées sont évacuées, il est possible de retrouver leur trace grâce à l'ajout d'un colorant. Dans ce cas, il faut procéder à une constatation visuelle dans les puits d'observation, le long desquels l'eau s'écoule. Une autre alternative consiste à doser un sel. Dans ce cas, il faut faire appel à une mesure de conductibilité afin de retrouver le sel de traçabilité. Le choix entre les deux méthodes dépend notamment de la couleur des eaux usées et de la conductibilité. Dans les deux cas, il ne faut pas sous-estimer la durée de séjour dans les égouts. Il est généralement nécessaire de procéder à un rinçage à l'aide d'une grande quantité d'eau avant de retrouver le flux dans l'un des puits d'observation.

L'examen des égouts avec une caméra fait également partie des possibilités. Il existe des entreprises spécialisées qui réalisent ce type d'analyse.

Exemple d'élaboration d'un organigramme

L'élaboration d'un organigramme est expliquée plus loin à l'aide d'un exemple fictif qui réunit différentes situations concrètes. Imaginez une unité de production pour la fabrication de pâté. Le processus de production principal et les procédés auxiliaires sont indiqués dans la Figure 10-2. Lors de la réception de la viande, celle-ci est préparée (par exemple découpée et hachée). Ensuite, la pâte est préparée et après le pâté sera cuit. Lors de la finition, les pâtés sont améliorés et décorés. Enfin, ils sont emballés et stockés dans des réfrigérateurs. Les principales procédures auxiliaires sont les installations sanitaires, les utilités (production d'eau, de vapeur, production d'eau chaude), le laboratoire de la qualité et l'installation d'épuration d'eau.

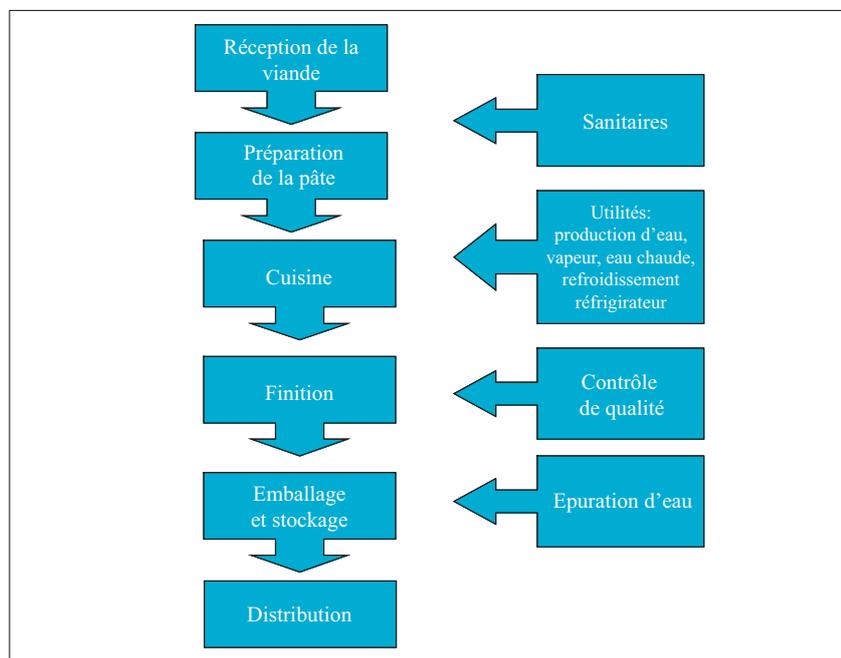


Figure 10-2. Schéma de préparation du pâté: procédures principales et secondaires.

Vous trouverez un organigramme élaboré à la Figure 10-3. Dans ce cas, les sources d'eau utilisées pour la production sont l'eau souterraine et l'eau de distribution. Les deux conduites d'alimentation disposent d'un compteur d'eau (compteur 1 et 2). L'eau de pluie n'est pas recueillie mais rejetée dans les eaux de surface.

L'eau souterraine est utilisée pour toutes les procédures principales, les utilités et l'épuration d'eau. À cet effet, l'eau souterraine subit d'abord un déferrage. Elle est par ailleurs déminéralisée lorsqu'elle est utilisée pour la production de vapeur. Il est possible de compenser le manque d'eau souterraine par de l'eau de distribution. L'eau utilisée à des fins sanitaires et l'eau destinée au laboratoire de la qualité sont fournies par le réseau de distribution d'eau.

Les différents postes de consommation sont indiqués au deuxième niveau:

- déferrage des eaux d'égout;
- déminéralisation des eaux d'égout et de l'eau de régénération;
- eau compensant les pertes de la chaudière à vapeur (injection directe dans les appareils de cuisson);
- eau pour le nettoyage;
- fabrication de la pâte pour les pâtés;
- eau de refroidissement pour le refroidissement des petits pots de pâté cuit (douche);
- eau de refroidissement pour les frigos de stockage;
- contrôle de la qualité de l'eau en laboratoire;
- eau pour le nettoyage continu du filtre à bande presseuse;
- eau sanitaire.

L'évacuation des eaux usées s'opère via le rejet vers une installation d'épuration biologique. Cette installation dispose d'une installation de mesure des débits. Ensuite, l'eau s'évapore, elle revient dans le produit fini et l'eau sanitaire est rejetée dans les égouts. Comme nous l'avons déjà dit, l'eau de pluie est rejetée dans les eaux de surface.

L'organigramme, tel qu'il est présenté dans la figure, ne comporte que les procédures afférentes à l'eau. Il n'est pas possible de déduire le schéma des procédures de cette figure. Toutefois, une alternative est possible. Elle consiste à élaborer un organigramme qui correspond davantage à un schéma des procédures. Ce schéma est généralement plus facile à suivre. Dans le cas de la fabrication de pâté, l'organigramme peut, par exemple, être divisé par section. Cet exemple est développé à la Figure 10-4. Cette approche comporte également plus de détails. Par exemple, la procédure "nettoyage" est divisée en plusieurs phases distinctes. La cuisine comprend trois cellules de nettoyage composées d'une lance à haute pression et d'une installation de dosage du savon. Elle contient également un lave-vaisselle pour le nettoyage des pots, récipients et autres petits ustensiles.

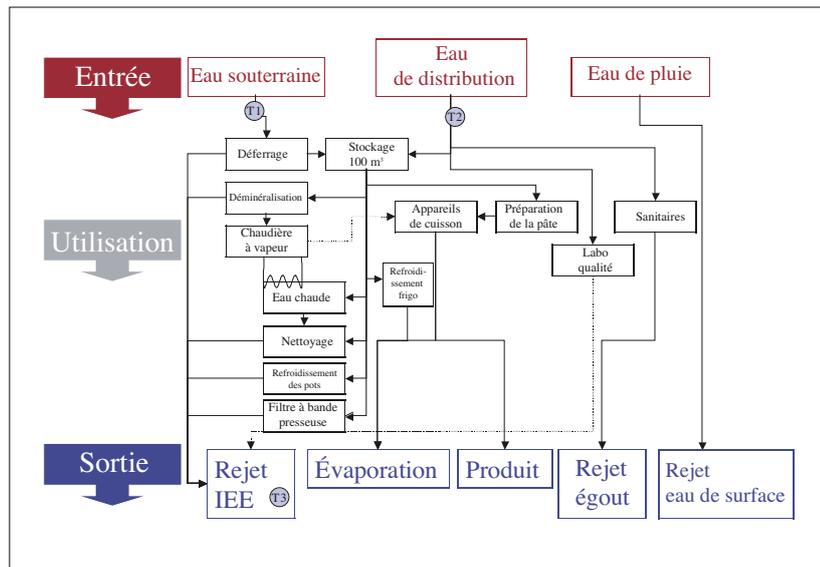


Figure 10-3. Exemple d'organigramme pour la fabrication de pâte.

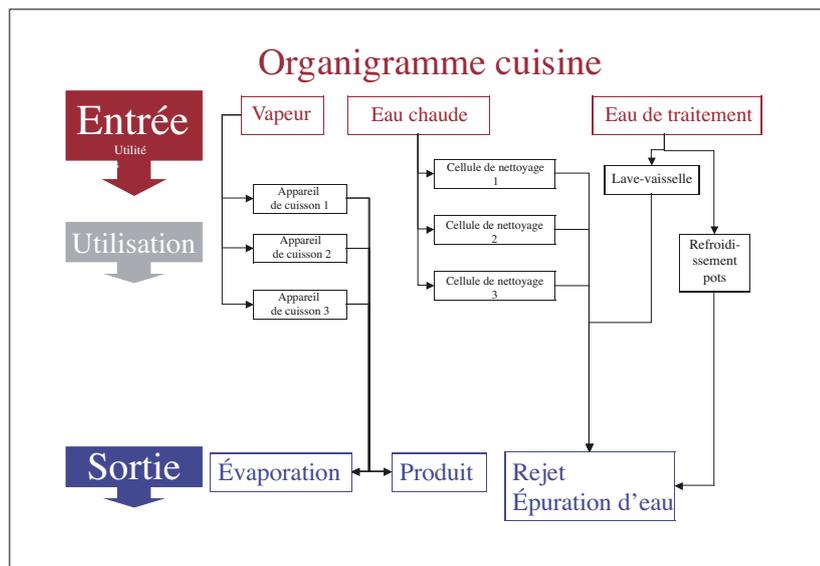


Figure 10-4. Organigramme pour le département cuisine.

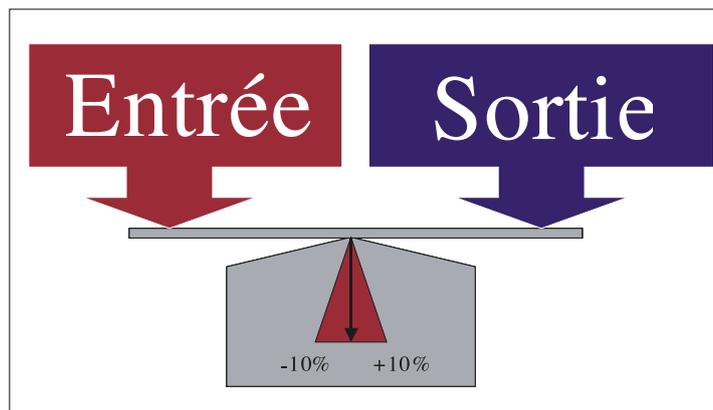
10.2

Quantification du débit

Lorsque l'organigramme est terminé, l'étape suivante consiste à évaluer le débit afférent à chaque flux (consommation d'eau). Les objectifs peuvent se définir comme suit:

1. l'attribution de la quantité d'eau aux différents utilisateurs (analyse quantitative);
2. permettre l'évaluation de chaque utilisateur sur son efficacité (analyse qualitative).

Comme critère pour le bon établissement du bilan hydrologique, le principe suivant peut être posé: la masse d'eau doit être la même aux trois niveaux définis (entrée, utilisation, sortie), avec une différence de maximum 10%. La marge de 10% couvre les estimations imprécises et les erreurs de mesure.



En cas d'écarts de plus de 10%, il faut partir du principe que les consommateurs d'eau ont été perdus de vue ou qu'ils sont mal évalués ou encore que des fuites sont apparues. Les fuites dans le système de distribution d'eau peuvent être détectées en débranchant tous les consommateurs et en vérifiant si et quels compteurs enregistrent la consommation d'eau.

La meilleure façon de déterminer la consommation d'eau consiste à utiliser un compteur d'eau. Généralement, le nombre de compteurs disponibles est assez limité, par exemple au compteur sur les pompes d'eau souterraine et à l'alimentation d'eau de distribution. Dans le cadre du projet de gestion des eaux, il faut toujours examiner la nécessité éventuelle de placer un ou plusieurs compteurs d'eau. Des compteurs doivent être impérativement présents à des points de distribution essentiels.

Où l'installation de compteurs s'impose-t-elle ?

Les compteurs d'eau sont l'instrument le plus précis et le plus efficace pour évaluer la consommation d'eau. En revanche, l'inconvénient réside dans le coût des compteurs et dans l'obligation de mettre les installations à l'arrêt lors de la mise en place de compteurs. En outre, un compteur d'eau n'est utile que lorsque les compteurs sont enregistrés régulièrement. Généralement, un enregistrement mensuel des compteurs suffit. Dans ce cadre, il est essentiel de munir les compteurs d'eau d'une identification claire.

Pour choisir les points d'installation des compteurs d'eau, vous pouvez utiliser l'ordre suivant de nécessité en guise de fil conducteur:

1. Des compteurs sur les sources d'eau (eau de distribution, eau souterraine, eau de pluie) sont généralement obligatoires et absolument nécessaires.
2. Compteurs sur le système de distribution d'eau: par exemple, à hauteur de groupes hydrophores ou après un entreposage. La différence entre l'eau prélevée et l'eau distribuée est généralement due aux eaux d'égout nécessaires pour les procédures de préparation de l'eau telles que la filtration, le déferrage, l'adoucissement ou l'échange d'ions.
3. Compteurs sur les principales branches de distribution. Lorsqu'une entreprise est divisée en plusieurs services ou unités de productions, il est généralement préférable de doter chaque service ou unité d'un compteur.
4. Compteurs sur les grands consommateurs. Les grands consommateurs sont dotés, de préférence, d'un compteur séparé.

Outre des débitmètres ou des compteurs fixes, vous pouvez également faire appel à des compteurs mobiles qui fonctionnent à l'aide d'un mesurage par ultrasons.

L'utilisation de compteurs d'eau est peut-être la manière la plus simple et la plus efficace d'estimer la consommation d'eau. Mais la disponibilité des compteurs reste généralement limitée. Cela n'empêche qu'une série d'autres méthodes permettent également de réaliser des estimations relativement fiables du débit. Plusieurs de ces méthodes sont expliquées par des exemples.

Exemple 1: le calcul de bilans partiels

Le calcul de bilans partiels est la méthode la plus simple pour évaluer la consommation d'eau d'un consommateur. Dans ce cadre, on évalue un débit sur la base de la différence des flux connus avec le flux total connu (Figure 10-5).

Le principe du bilan partiel est simple, mais doit toutefois être utilisé avec la prudence nécessaire. Des erreurs de mesure peuvent s'accumuler dans le débit attribué au consommateur inconnu avec, pour résultat, une évaluation insensée du consommateur calculé. Voilà pourquoi il faut également veiller à ce que le calcul de la consommation d'eau soit réaliste. En général, nous pouvons affirmer que l'évaluation d'un débit sur la base d'une différence de deux ou de plusieurs débits fournit un résultat fiable, lorsque le débit inconnu est au moins du même ordre de grandeur que les débits connus.

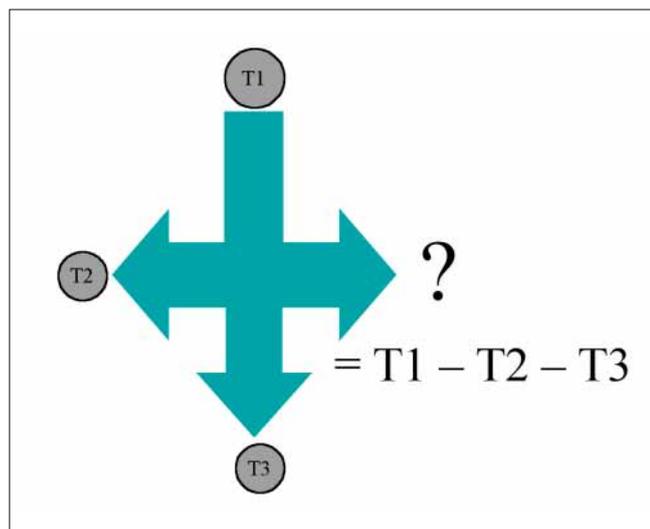


Figure 10-5. Principe de calcul d'un bilan partiel.

Exemple 2: prélèvement d'eau durant une période déterminée

En ce qui concerne les flux d'eau ouverts, il est possible de recueillir le débit dans un récipient pendant un certain temps. Le débit sur la base du volume prélevé et du temps écoulé est ensuite déterminé. Cette méthode présente l'avantage d'être simple. Elle présente néanmoins l'inconvénient de fournir une valeur instantanée, tandis que les compteurs d'eau enregistrent le débit sur une plus longue période. Il est donc préférable d'appliquer cette technique aux flux dont le débit d'eau est plutôt constant.

Un exemple d'application est l'évaluation de la consommation d'eau de pompes à vide (type pompes à vide à anneau liquide) où l'écoulement de l'eau peut être capté. Cette méthode permet également de déterminer simplement la consommation de lances d'eau. La technique peut parfois être appliquée dans des puits d'observation de réseaux d'égouts en vue d'évaluer le débit des eaux usées. Puisqu'il s'agit généralement d'un débit moins constant, il est conseillé de répéter la mesure à plusieurs reprises au cours d'un ou de plusieurs jours afin de déterminer un débit moyen.

Exemple 3: procédures de nettoyage

Il n'est pas aisé d'évaluer la consommation d'eau des procédures de nettoyage si on ne dispose pas de compteur. Toutefois, il existe diverses possibilités permettant de fournir une estimation acceptable de la procédure de nettoyage.

Une première méthode consiste à calculer le nombre d'heures de nettoyage et la fréquence du nettoyage. Si, lors du nettoyage d'un service, deux opérateurs nettoient pendant 2 heures en moyenne à l'aide d'une lance d'eau d'un débit de 25 l/min, nous pouvons évaluer la consommation d'eau à $2 \times 25 \times 120 = 6.000$ litres.

Une autre technique consiste à mesurer la consommation à l'aide des appareils à nettoyer. Si un bac de cuisson est nettoyé chaque jour par un remplissage et une ébullition, et ensuite par un second remplissage avec de l'eau de rinçage, on peut évaluer la consommation à deux fois le volume du bac de cuisson.

Lors du nettoyage des sols, la consommation d'eau sur la base de la superficie à nettoyer peut être évaluée. L'humidification d'un sol plat à l'aide d'une lance s'accompagne d'une consommation d'eau de 1 à 2 (jusqu'à 3) l/m². Le nettoyage d'une superficie au sol de 100 m² consistant à humidifier, récurer, enlever la saleté et rincer par une nouvelle humidification correspond à une consommation d'eau d'environ 200 l ($2 \times 1 \text{ l/m}^2 \times 100 \text{ m}^2$). Le nettoyage à l'aide d'un seau et d'une serpillière requiert naturellement une consommation moindre d'eau.

Exemple 4: Utilisation d'une mesure de conductibilité

Dans certains cas, une mesure de conductibilité peut donner, rapidement, une estimation de certains flux. Dans ce cadre, on applique le principe selon lequel une augmentation de la concentration en sels entraîne une hausse proportionnelle de la conductibilité. En principe, il s'agit donc de calculer un bilan massique.

Exemple 4a. Imaginez une chaudière à vapeur alimentée par de l'eau déminéralisée. L'utilisation d'eau compensant les pertes est de 30 m³/j (Q_{in}). La conductibilité de l'eau compensant les pertes est en moyenne de 5 µS/cm (EC_{in}). L'eau évacuée par la chaudière présente une conductibilité de 1.000 µS/cm (EC_{fuite}). La loi de conservation de la masse fournit deux comparaisons et deux inconnues:

$$Q_{in} = Q_{vapeur} + Q_{fuite} \quad (1)$$

$$Q_{in} \cdot EC_{in} = Q_{vapeur} \cdot EC_{vapeur} + Q_{fuite} \cdot EC_{fuite} \quad (2)$$

Ici, Q fait référence au débit (m³/j) et EC à la conductibilité (µS/cm pour une température de 25°C). Par souci de simplicité, on peut partir du principe que la vapeur ne contient pas de sels, de sorte que la conductibilité est égale à zéro. Dans ce cas, le débit d'évacuation est simplement calculé à l'aide de la formule suivante:

$$Q_{fuite} = \frac{Q_{in} \cdot EC_{in}}{EC_{fuite}} \quad (3)$$

Pour le cas concret, on obtient un débit d'évacuation de 150 l/j. Il ressort de la formule (1) que la quantité de vapeur produite est de 9,85 m³/j.

Exemple 4b. De même, il est possible de déterminer la quantité de concentrat d'une unité d'osmose inverse. Supposez qu'une unité d'osmose inverse traite chaque jour 500 m³ d'eau dont la conductibilité est de 400 µS/cm. La conductibilité du concentrat est de 1.500 µS/cm, et on part du principe que la conductibilité du perméat est négligeable. Dans ce cas, le rapport entre la conductibilité de l'eau d'alimentation et la conductibilité du concentrat détermine la quantité de concentrat produit. En ce qui concerne l'exemple cité ici, il s'agit d'une fraction de 400/1.500 soit 26,67 % du débit de l'eau d'alimentation. Nous pouvons donc affirmer que chaque jour, 133 m³ de concentrat seront évacués et que 367 m³ d'eau purifiée seront produits.

Exemple 4c. Lorsque deux flux d'eau sont mélangés, une mesure de la conductibilité peut également permettre de déterminer le débit. Supposez que deux flux sont mélangés et que le débit de l'un des deux flux soit connu. Le prélèvement d'échantillons sur les deux flux et sur le flux constitué va permettre de calculer le débit du deuxième flux partiel et donc également le débit du flux total. Un exemple de calcul a été développé à la Figure 10-6.

Cette technique s'applique uniquement lorsqu'il existe une différence de conductibilité clairement mesurable entre les différents flux, et à condition que le débit des deux flux ne diffère pas trop. De trop petites variations de conductibilité ou de trop grandes différences de débit peuvent accroître les erreurs de mesure en ce qui concerne le débit à déterminer.

Cette technique s'applique uniquement à une mesure de conductibilité. Strictement parlant, ce type de bilan (chlorures, concentration en azote, DCO, ...) peut être calculé à l'aide de chaque paramètre individuel. La condition reste toujours la même: la différence dans les concentrations du paramètre déterminé doit être suffisamment grande.

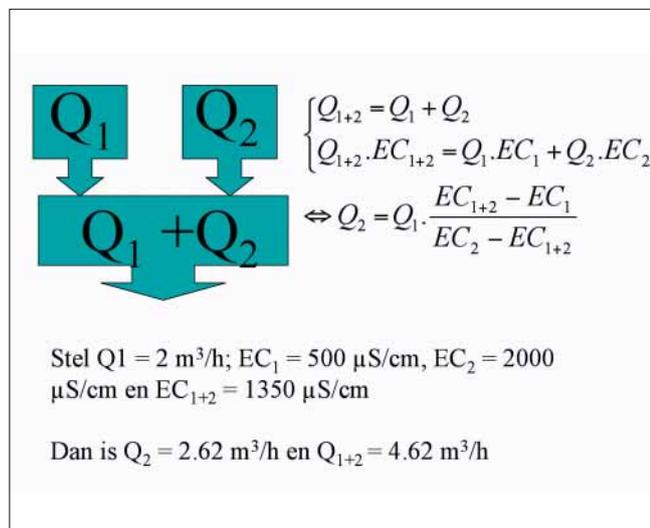


Figure 10-6. Exemple de réunion de deux flux.

Exemple 5: attribution de la consommation d'eau à des activités sur la base de l'enregistrement du débit

Parfois, il est possible d'attribuer la consommation d'eau à certaines activités sur la base d'un compteur commun lorsque ces activités sont étalées dans le temps. Le principe est représenté à la Figure 10-7. Dans cet exemple, le compteur d'eau commun d'une entreprise est relevé toutes les heures. La production a lieu entre 5 heures et 15 heures, et le nettoyage est effectué de 15 heures à 19 heures. Entre 19 heures et 5 heures, la consommation d'eau est due à des consommateurs qui utilisent de l'eau nuit et jour (par exemple une installation de réfrigération). Il est possible de réaliser une estimation de la consommation d'eau à des fins de production et de nettoyage sur la base de la consommation d'eau entre les heures correspondantes.

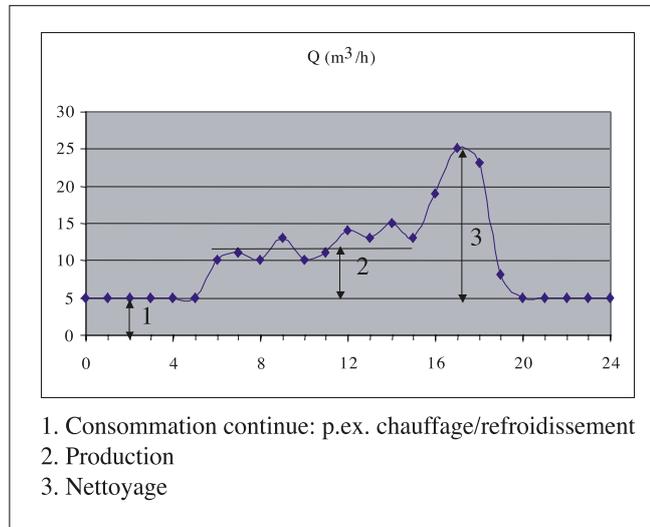


Figure 10-7. Débit en fonction du temps associé à certaines activités.

Exemple 6: évaluation de la consommation d'eau sanitaire

Généralement, la quantité d'eau utilisée à des fins sanitaires n'est pas connue. Dans ce cas, il est possible de procéder à une estimation réaliste avec une consommation de 40 litres d'eau par employé et par jour. Généralement, on compte 220 jours de travail par personne et par an.

Si les douches sont également utilisées, une estimation réaliste peut être obtenue en tenant compte d'une consommation de 50 litres d'eau par douche.

Exemple 7: Eau et produit

L'eau peut être introduite dans les produits ou en être rejetée, dont des sous-produits ou des produits dérivés, ou peut également être indispensable pour la fabrication de certains produits. Dans ces cas, il est toujours utile de contrôler la quantité achetée ou évacuée de produit. Quelques exemples:

- la quantité d'eau évacuée via les boues excédentaires d'une station d'épuration peut être évaluée sur la base de la matière sèche moyenne de boue et de la quantité de boue évacuée. De même, il est possible de déterminer la quantité d'eau évacuée via les produits sur la base des chiffres de production et de la teneur en matière sèche. Les quantités d'eau évacuée via les boues excédentaires peuvent être considérables si la boue est évacuée sans élimination de l'eau (généralement moins de 5 % de matière sèche);
- la quantité d'eau nécessaire pour fabriquer un polymère, peut être calculée sur la base de la dilution habituelle et de la quantité achetée, déterminée sur base annuelle.

Exemple 8: Pertes par évaporation

Il n'est généralement pas aisé d'estimer les pertes par évaporation. Les meilleures estimations peuvent être réalisées lorsque l'eau s'évapore par le biais d'une tour de refroidissement. Ces calculs peuvent être réalisés sur base de la différence de température de l'eau de refroidissement à l'entrée et à la sortie ou grâce à une mesure de la conductivité (facteur d'épaississement) lorsque le débit de l'eau compensant les pertes est connu.

Une évaluation théorique des pertes par évaporation peut être réalisée sur la base de la puissance des appareils et de la chaleur d'évaporation de l'eau.

10.3

Quantification de la charge polluante

Outre la détermination du débit, il importe également de connaître la source de pollution de l'eau. Il faut déterminer les paramètres essentiels en fonction de l'objectif poursuivi. Dans la majorité des cas, ce sont essentiellement des substances organiques (DCO), de l'azote et du phosphore qui revêtent une certaine importance.

La source et la nature de la pollution organique des eaux usées sont essentielles pour le dimensionnement et/ou le suivi d'une installation d'épuration. La présence d'azote et de phosphore joue également un rôle dans l'épuration. Dans le cas d'une station d'épuration biologique, des déficits ou des excédents en azote et en phosphore peuvent engendrer des problèmes. Dans le cas de l'azote, un supplément sera nécessaire, tandis que des techniques spécifiques devront être mises en œuvre pour éliminer le phosphore.

En ce qui concerne le phosphore, l'épuration s'avère être une opération coûteuse et inefficace. Voilà pourquoi l'identification et l'élimination des sources de phosphore doivent avoir la priorité sur l'élimination ultérieure.

Les charges polluantes sont déterminées à l'aide de méthodes analytiques classiques. À cet effet, des échantillons (mixtes) peuvent être fournis à des laboratoires spécialisés pour analyse. Plusieurs paramètres courants comme la DCO, l'azote et le phosphore peuvent généralement être déterminés au sein de l'entreprise, par exemple, en utilisant un spectrophotomètre. Il existe différents systèmes commerciaux sur le marché qui facilitent relativement ces analyses. L'achat de cet équipement est intéressant lorsqu'une station d'épuration doit également faire l'objet d'un suivi.

10.4

Évaluation des consommateurs

L'élaboration d'un organigramme et la quantification en vue d'obtenir un bilan hydrologique est une première étape dans l'analyse de l'utilisation d'eau dans une entreprise. Elle fournit les données nécessaires au contrôle de l'utilisation réelle d'eau (tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif) par rapport à l'utilisation nécessaire, et ce conformément aux spécifications. À cet effet, il est indispensable de connaître ces spécifications. L'établissement de spécifications de qualité pour un consommateur n'est absolument pas évident et il s'agit également de l'un des points noirs qui fait obstacle à l'analyse. Bien souvent, on sous-entend, pour des raisons de sécurité, que la qualité de l'eau doit correspondre à celle de l'eau potable ou s'en rapprocher, sans aucune autre explication.

10.4.1

Qualité de l'eau de traitement

La qualité de l'eau de traitement utilisée pour la préparation des denrées alimentaires doit en principe être équivalente à celle de l'eau potable. Les exigences de qualité imposées à l'eau potable sont fixées dans la directive 98/83/CE du Conseil. La directive régit la qualité des eaux destinées à la consommation humaine et couvre également l'utilisation dans l'industrie alimentaire.

Selon la directive européenne, la qualité de l'eau potable n'est pas requise lorsque les autorités compétentes (des États membres) constatent que la qualité de l'eau utilisée ne peut en aucun cas porter préjudice à la qualité du produit fini. Ceci implique que, pour des processus qui n'entrent pas en contact avec le produit fini, une eau de qualité moindre peut être utilisée. Parmi les applications caractéristiques figure l'eau de lavage et de transport des pommes de terre, des légumes et des fruits avant de les éplucher et/ou de les blanchir. Pour blanchir les denrées, une eau de réemploi ou de recyclage qui a éventuellement subi une épuration, est généralement utilisée. Pour les autres procédures, une qualité équivalente à celle de l'eau potable est requise.

Il est évident que l'eau de moindre qualité peut uniquement être utilisée dans des procédures secondaires non critiques. Dans ce cadre, certains nettoyages entrent notamment en ligne de compte. Par exemple, une qualité équivalente à celle de l'eau potable ne sera pas exigée pour la première eau de lavage d'une procédure CIP (Cleaning in place). Voilà pourquoi il est généralement possible, via un entreposage, d'utiliser la dernière eau de rinçage du cycle CIP précédent comme première eau de rinçage du cycle suivant. Autre exemple: le nettoyage des camions de transport du bétail dans les abattoirs. Nous pouvons également citer, entre autres, les applications suivantes:

- eau d'égout pour le traitement des boues dans le cadre de l'épuration de l'eau (filtre à bande passeuse, tambour épaisseur, ...);
- fabrication de polymères dans le cadre de l'épuration d'eau;
- eau pour les pompes à vide du type pompes à vide à anneau liquide;
- certaines eaux de refroidissement, l'eau destinée aux condensateurs d'évaporation.

10.4.2

Qualité de l'eau de refroidissement

La qualité d'eau requise dépend, en premier lieu, de la nature du système de refroidissement. Pour les systèmes à écoulement, l'évaporation – et donc l'épaississement – est limité de manière telle que le risque d'entartrage est réduit. Toutefois, la consommation d'eau est beaucoup plus élevée que celle des systèmes ouverts à recirculation dotés d'une tour de refroidissement. Comme référence, nous pouvons dire que la consommation d'eau d'un système à écoulement est de 86 m³/MW (Mega Watt) tandis que celle d'un système ouvert à recirculation est de 2 m³/MW. Cette grande différence de consommation d'eau permet également de procéder à un traitement économique de l'eau dans une tour de refroidissement.

Puisque l'eau s'évapore dans les systèmes de refroidissement et est utilisée à des températures plus élevées, il faut veiller à éviter les phénomènes tels que la corrosion, la croissance biologique et l'apparition de dépôts. À cet effet, il est indispensable que l'eau de refroidissement remplisse certains critères de qualité. On constate une relation inversement proportionnelle entre la quantité nécessaire d'eau de refroidissement et la qualité de l'eau de refroidissement. Les eaux de refroidissement, peu chargées, par exemple en sels, peuvent être épaissies et exigent donc une moins grande quantité d'eau. Voilà pourquoi le traitement préalable de l'eau de refroidissement à l'aide, par exemple, d'échangeurs ioniques peut parfois s'avérer raisonnable.

Le degré réalisable d'épaississement dépend du type de source d'eau. Pour des eaux de plus grande qualité, le facteur économique d'épaississement réalisable est limité à 3 à 4. Des facteurs d'épaississement plus faibles (par exemple 1,5) entraînent une évacuation importante et donc des dosages beaucoup plus élevés de produits de conditionnement. Ils ne sont donc généralement pas justifiés d'un point de vue économique. Lorsque l'eau de surface est utilisée comme eau de refroidissement (source d'eau très bon marché), des facteurs d'épaississement plus faibles sont maintenus. Le surcoût des produits de traitement ne fait, dans ce cas, pas bonne mesure par rapport au prix bas de l'eau.

En général, une évaluation critique du circuit d'eau de refroidissement, de la technologie de refroidissement appliquée et des (quantités de) produits utilisés est très utile et peut, outre une économie d'eau, également entraîner des réductions importantes de coût dans les programmes de traitement.

Vous trouverez des informations complémentaires sur les répercussions, sur l'environnement, des techniques de refroidissement dans le compte rendu BREF de la Commission européenne sur les systèmes industriels de refroidissement.

10.4.3

Qualité de l'eau d'appoint pour les chaudières à vapeur

L'eau d'appoint peut être définie comme suit: l'eau nécessaire pour compenser les pertes par évaporation et les rejets. La qualité nécessaire de l'eau d'appoint pour chaudières à vapeur dépend de la pression et de la température de service. Généralement, un traitement préalable approfondi s'impose. Les directives en la matière sont fixées par la Confédération

européenne des Organisations de Contrôle technique, d'inspection, de certification et de prévention (CEOC, 1984). Certification and Prevention (CEOC, 1984).

10.4.4

Fixation de la quantité minimale d'eau nécessaire

Lors de l'évaluation des consommateurs d'eau, il est essentiel de déterminer la quantité d'eau utilisée mais aussi de vérifier si cette quantité est strictement nécessaire. Les spécifications relatives aux quantités nécessaires peuvent être obtenues auprès des fournisseurs d'appareils. Pour certaines procédures, il existe des nombres de référence en matière de consommation d'eau, qui peuvent être utilisés comme valeur indicative pour contrôler la consommation d'eau.

On peut citer, à titre d'exemple, l'utilisation de pompes à vide du type pompe à vide à anneau liquide. Pour ce type de pompe, un anneau liquide est nécessaire pour créer le vide, pour colmater les joints et pour refroidir la pompe. Dans ce cadre, l'écoulement de l'eau constitue le facteur limitatif pour la création du vide. Il est fondamental que l'alimentation en eau corresponde à la quantité d'eau nécessaire. Cette correspondance peut être obtenue de différentes façon:

- l'installation d'un diaphragme qui fournit le débit souhaité pour une pression dominante de l'eau;
- le réglage du robinet d'alimentation au débit souhaité. Dans ce cas, il est préférable d'enlever la poignée du robinet afin qu'elle ne puisse par être manipulée accidentellement. Un second robinet peut donc être installé pour permettre à l'opérateur d'ouvrir ou de fermer l'arrivée d'eau.

10.5

Évaluation générale de la gestion des eaux

Dans les paragraphes précédents, notre attention s'est principalement portée sur les consommateurs individuels. Toutefois, lors de l'évaluation finale, il importe également de réaliser une évaluation globale et de comparer les consommateurs. De cette façon, il est possible de reproduire l'organigramme de manière à recycler les flux d'eau internes. Dans des situations particulières, il est possible d'appliquer la technique de l'analyse de Waterpinch. Cette technique analyse l'organigramme de l'eau et identifie les possibilités et les obstacles en matière de réemploi.

MESURES ET TECHNIQUES

L'intervention dans la gestion des eaux en vue d'obtenir une procédure avec un impact moindre sur l'environnement peut s'opérer de différentes façons. En pratique, une distinction est établie entre les mesures suivantes:

- économie d'eau. L'économie d'eau implique la réalisation d'une même procédure avec une utilisation moindre d'eau. Dans certains cas, cette économie peut être réalisée en fermant davantage le robinet sans toutefois perturber la procédure. Dans d'autres cas, des adaptations techniques apportés aux installations ou le choix d'une autre installation peuvent entraîner une réduction de la consommation d'eau. L'une des applications typiques est la fermeture des circuits de refroidissement ou le passage d'un refroidissement à eau à un refroidissement à air;
- réemploi de l'eau dans le processus de production (réutilisation). Dans certains cas, l'eau utilisée pour un processus partiel déterminé peut être à nouveau utilisée dans un autre processus partiel. L'une des caractéristiques de cette procédure est l'absence de traitement ou l'application d'un traitement limité;
- réemploi de l'eau au cours du processus de production (recyclage). Lors du recyclage, l'eau utilisée est épurée après utilisation afin d'atteindre un niveau de qualité élevé en vue de réutiliser l'eau dans le processus de production. Le recyclage exige donc toujours un certain degré de traitement. Parmi les exemples de recyclage figure le traitement d'effluents biologiques par osmose inverse;
- réemploi de l'eau en dehors du processus de production de l'entreprise (deuxième utilisation). Dans le cas d'une deuxième utilisation, l'eau utilisée peut être réutilisée pour un processus de production déterminé dans une autre entreprise ou dans une application externe à l'entreprise. En pratique, la seconde utilisation intervient rarement;
- utilisation de sources d'eau alternatives. L'utilisation de sources d'eau alternatives peut réduire l'impact sur l'environnement, car, par exemple, il n'est pas nécessaire de pomper d'aussi grandes quantités d'eau souterraine. L'un des principaux exemples est l'utilisation d'eau de pluie pour certaines applications de production;
- réduction de la pollution de l'eau. La réduction de la charge polluante dans l'eau exerce également une influence positive sur l'environnement. Les pertes de produit sont doublement coûteuses: d'une part, en raison de la perte de matières premières et d'autre part, en raison du coût de traitement des eaux (usées).

Dans les chapitres suivants, nous allons présenter un aperçu des mesures et des techniques qui peuvent réduire l'impact sur l'environnement. L'objectif consiste à démontrer la diversité des mesures éventuelles plutôt que de viser l'exhaustivité.

11.

Adaptations des processus pour une utilisation rationnelle de l'eau

L'adaptation des processus de production en vue d'obtenir une utilisation rationnelle de l'eau constitue une première possibilité d'intervention dans la gestion des eaux. Lorsque de telles mesures peuvent être appliquées, elles présentent, en principe, la plus grande (rentabilité) efficacité. Généralement, il subsiste une réticence à adapter les processus de production, car une adaptation implique toujours une incertitude quant à ses conséquences (sur la qualité des produits). Voilà pourquoi il faut impérativement tester les mesures proposées dans le processus. Dans ce cas, il est essentiel de fixer des objectifs clairement définis en matière de qualité.

Les adaptations de processus sont toujours très spécifiques et ne peuvent généralement pas être appliquées à tort et à travers. Ci-après, vous trouverez une série d'exemples d'adaptations qui ont été mises en pratique. L'objectif des exemples est de vous donner une idée des différentes possibilités.

Exemple 1: Réduire les charges polluantes par la récupération de produits

Nous avons déjà évoqué, dans l'introduction de la partie "mesures et techniques" que les pertes de produits sont doublement coûteuses: à savoir à l'achat du produit et lors du traitement des eaux (usées). Dans certains cas, la récupération de produits peut s'avérer utile.

Dans ce cadre, on peut établir une distinction entre, d'une part, une récupération complète, de sorte que le produit récupéré peut être réutilisé pour le même processus, et d'autre part, le 'downcycling', où le produit récupéré ne présente pas le même degré de pureté et peut être utilisé pour des applications de qualité inférieure.

On trouve des cas concrets notamment dans l'industrie sucrière où des eaux de sucre concentrées sont utilisées dans le système biologique d'épuration d'eau pour éliminer l'azote (dénitrification). Parmi les autres exemples figure celui de l'industrie de transformation de la pomme de terre, où l'amidon des flux d'eau amylacés par décantation et centrifugation est récupéré. On connaît également d'autres cas où des produits sont récupérés par ultrafiltration.

Exemple 2: Pompes à vide

Pour certaines applications à vide, on a recours à des pompes du type pompes à anneau liquide. Ces pompes consomment de très grandes quantités d'eau. En outre, le système peut être adapté afin de faire circuler l'eau à plusieurs reprises dans le système (voir exemple de l'eau de blocage dans la partie 12.2).

En ce qui concerne ce type de pompes, le débit requis doit absolument être réglé correctement. Ce réglage peut, par exemple, être réalisé en insérant un diaphragme du diamètre souhaité dans la conduite d'alimentation. De cette façon, l'opérateur ne peut pas modifier le débit vers la pompe à vide en ouvrant plus ou moins le robinet. L'essentiel est de contrôler régulièrement si le diaphragme est encore en bon état.

La pompe à vide peut également être réglée de manière à ne se mettre en marche que lorsqu'il y a une perte de vide, c'est-à-dire lorsqu'il y a une demande de vide. On peut ainsi éviter de perdre de grandes quantités d'eau (et d'énergie) en 'oubliant' de débrancher la pompe.

L'adaptation la plus intéressante consiste à passer à des pompes à vide sèches. Ces systèmes sont beaucoup plus coûteux que les pompes à anneau liquide.

Exemple 3: Réglages automatiques lors du nettoyage de camions

Dans une laiterie où des fournisseurs externes déchargent du lait chaque jour, l'on a constaté que, lors du nettoyage des camions, l'arrivée d'eau aux lances n'était pas fermée après le nettoyage. On a donc mis en place un système de fermeture automatique qui coupe automatiquement l'eau après 10 minutes.

Exemple 4: Adaptations du processus de nettoyage

Les processus de nettoyage sont à la fois les processus les plus simples et les plus compliqués pour appliquer une utilisation rationnelle de l'eau. Les plus simples car ils permettent de fréquentes interventions qui n'influencent presque pas les coûts, mais aussi les plus compliqués car ils doivent être mis en œuvre par des personnes et non par des machines. Généralement, on constate qu'il n'est pas aisé de motiver le personnel en ce qui concerne cet aspect de leur travail.

Il est possible de motiver le personnel et de l'inciter à procéder à un nettoyage de meilleure qualité par le biais d'audits de nettoyage, d'une formation spécifique et par une communication avec les opérateurs au sujet de l'efficacité du nettoyage.

Diverses mesures peuvent accroître l'efficacité tant du nettoyage que de l'utilisation rationnelle de l'eau. Des exemples notables sont le nettoyage préalable à sec et l'utilisation de lances d'eau.

Le nettoyage préalable à sec est une mesure qui exerce une action tant sur la charge polluante que sur la consommation d'eau. Lors d'un test, 100 litres d'eau ont été nécessaires pour déplacer un "petit pois" de 10 mètres, à l'aide d'une lance d'eau soumise à une pression normale. Non seulement les sols, mais également les machines et les bacs peuvent être nettoyés préalablement à sec. L'élimination des particules de saleté permet d'améliorer l'efficacité du nettoyage suivant, par exemple avec de la mousse. En effet, la mousse n'agit pas efficacement lorsque, par exemple, il reste des particules de graisse sur le sol.

Le réglage des lances d'eau est une mesure susceptible d'entraîner une forte économie d'eau. Généralement, on constate que le nettoyage est réalisé à l'aide de robinets d'incendie armés qui consomment facilement 40 litres d'eau par minute alors qu'un débit d'environ 10 litres par minutes suffirait dans bien des cas. Une autre méthode encore plus efficace est le nettoyage sous haute pression. Ce nettoyage peut être réalisé à l'aide du nettoyeur haute pression classique, mais dans certains cas, il est préférable d'opter pour une pression moyenne. De plus, les robinets d'incendie doivent impérativement être dotés de pistolets à eau à fermeture automatique. Pour certains systèmes, différentes buses d'arrosage sont prévues pour les diverses applications (par exemple pour l'application de mousse et pour le rinçage).

Outre la maîtrise de l'utilisation d'eau à des fins de nettoyage, on peut également réduire la consommation d'eau par l'utilisation de produits de nettoyage. Exemple: l'utilisation de produits phosphorés. Lorsque du phosphore est présent dans les eaux usées, il doit être éliminé lors de l'épuration de l'eau par un prélèvement dans la biomasse ou par précipitation physico-chimiques. Les deux systèmes engendrent une production de déchets. Par un choix adapté de produits de nettoyage, différentes entreprises sont déjà parvenues à saisir le problème du phosphore à la source. Ce n'est pas le cas lorsque le phosphore est présent, en grande quantité, dans la matière première (certains légumes, pommes de terre, industrie de l'amidon,...).

Exemple 5: Adaptation des systèmes de refroidissement

Les compresseurs à refroidissement d'eau consomment généralement une quantité considérable d'eau. Dans ce cas, on peut opter, en guise d'alternative, pour un compresseur à refroidissement à huile/air. La réorientation implique un coût d'investissement important. Une autre option consiste à attribuer une application utile à l'eau réchauffée, comme par exemple, la production de vapeur.

Les condensateurs d'évaporation pour les dispositifs de refroidissement (réfrigérateurs, surgélateurs, production d'eau glacée, ...) peuvent être dimensionnés de manière telle que seul un refroidissement par air suffit. Généralement, les nouveaux systèmes sont équipés de ce type de refroidissement.

Les systèmes de refroidissement où l'eau circule une seule fois, sont caractérisés par leur inefficacité. Il faut éviter d'utiliser ce type de systèmes. Les systèmes de refroidissement où une partie de l'eau est évaporée et l'autre partie évacuée (tours de refroidissement, condensateurs d'évaporation) doivent faire l'objet d'un sérieux suivi. Il faut privilégier une évacuation automatique, par exemple sur la base de la conductibilité, à une évacuation manuelle ou à un débordement continu. Le facteur d'épaississement doit être aussi élevé que possible, sans accroître inutilement le risque de corrosion ou de dépôts.

Exemple 6: Optimalisation du traitement de l'eau

Avant d'être utilisée, l'eau prélevée est purifiée au cours des différents processus. Les techniques habituelles d'épuration sont le déferrage, l'adoucissement et la déminéralisation. Chacun de ces traitements libère des eaux de lavage qui, en soi, constituent un poste de consommation de l'eau. Vous trouverez les valeurs indicatives pour le traitement de l'eau souterraine au tableau 11-1.

Il arrive parfois que des consommations beaucoup plus élevées, notamment dans les installations obsolètes, soient enregistrées. Dans le cadre du traitement, la consommation d'eau est un paramètre qui doit être pris en compte dans chaque étude sur l'eau.

Lorsque l'eau est réutilisée dans le processus par recyclage, une quantité moindre d'eau souterraine ou d'eau de distribution doit être traitée, ce qui engendre une économie supplémentaire.

Lorsque l'adoucissement est réalisé à l'aide de solutions d'eau salée, la réutilisation entraînera également une diminution de la teneur en sel. La réduction de la teneur en sel peut, par ailleurs, être optimisée par l'application de l'osmose inverse au lieu de la déminéralisation par résines.

Tableau 11-1 Consommation d'eau souterraine par phase de préparation de l'eau (litre/m³ d'eau traitée).
Source: Koning, 1996.

<i>Traitement</i>	<i>Rejet</i>
Filtre de déferrage / filtre à sable	20 - 60
Adoucissement – échangeur ionique	30 - 150
Déminéralisation – échangeur ionique	30 - 150

Exemple 7: Suivi de la consommation d'eau

Le suivi de la consommation d'eau, par exemple, par le relevé quotidien ou hebdomadaire de plusieurs compteurs critiques et par l'évaluation des consommations d'eau, garantit une détection rapide des fuites importantes. Cette méthode est particulièrement efficace, surtout lorsqu'il s'agit de sites où une consommation anormale d'eau n'est pas immédiatement décelable.

Exemple 8: Consommation d'eau sanitaire

Généralement, l'utilisation d'eau sanitaire ne représente qu'un poste de consommation limité dans un environnement de production. Toutefois, ce poste doit fréquemment faire l'objet d'améliorations.

L'essentiel est d'éviter les fuites au niveau des installations sanitaires. Si une mauvaise fermeture entraîne un écoulement à raison d'un litre d'eau par minute, cela représente une perte de 525 m³ d'eau par an! Il est donc préférable de fermer les blocs sanitaires qui ne sont plus en service.

Parmi les autres optimisations figurent les toilettes avec deux boutons-poussoirs, les urinoirs et les lavabos dotés de robinets à fermeture automatique et les douches économiques. En ce qui concerne les anciennes toilettes, il est possible de remplir partiellement le réservoir d'eau afin d'éviter une consommation excessive d'eau.

12.

Utilisation de sources d'eau alternatives, réutilisation et recyclage de l'eau

L'utilisation de sources d'eau alternatives est de plus en plus appliquée, essentiellement pour des raisons économiques. Généralement, il est possible de réduire considérablement les coûts lorsque des applications nécessitant l'utilisation d'eau de distribution peuvent également fonctionner avec une source alternative.

Actuellement, le prix de l'eau souterraine est à l'origine d'un glissement vers d'autres sources d'eau, bien qu'il soit encore limité. Une baisse de qualité de l'eau souterraine et la politique des autorités délivrant les autorisations peuvent, en outre, rendre cette transition indispensable.

Il va de soi que, lors de l'utilisation de sources d'eau alternatives dans l'industrie alimentaire, la priorité est accordée aux exigences en matière d'hygiène. En ce qui concerne les applications pratiques, la qualité doit, au minimum, égaler celle de l'eau potable.

Dans l'industrie alimentaire, les formes d'utilisation de sources d'eau alternatives sont multiples.

- Une première possibilité consiste à utiliser de l'eau de pluie. En Belgique, la disponibilité de l'eau de pluie peut être évaluée à environ $0,8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{an}$.
- Une seconde possibilité consiste à utiliser de l'eau de faible qualité pour les processus non critiques. On peut trouver des exemples caractéristiques de ces applications dans les légumes et dans l'industrie de transformation de la pomme de terre, où le premier lavage est réalisé à l'eau dans un système semi-fermé ou bien où l'effluent d'une épuration biologique est utilisé.
- Une épuration plus approfondie, généralement par osmose inverse, produit une eau de qualité supérieure. Cette eau peut, sous certaines conditions, être réutilisée dans la production.

Outre l'utilisation de sources d'eau alternatives, certains flux d'eau (usée) peuvent être exploités intelligemment, par exemple en vue de la récupération de produits.

12.1

Gestion et utilisation de l'eau de pluie

Une partie séparée de l'évaluation de la gestion des eaux d'une entreprise concerne l'eau de pluie. L'eau de pluie est définie comme suit: toutes les eaux obtenues par les précipitations comme la pluie et la neige.

L'apparition de cette eau présente plusieurs caractéristiques qui ont leur importance pour sa gestion et son utilisation éventuelle. La principale caractéristique est l'incertitude quant à sa disponibilité. Globalement, nous pouvons affirmer qu'en Belgique, l'eau de pluie est présente à raison de $0,8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{an}$, mais nous ignorons la répartition des précipitations sur l'année. La méconnaissance de cet élément entraîne deux conséquences notables:

- premièrement, une grande quantité d'eau sera disponible si une forte averse se produit subitement. Cette eau devra soit être évacuée, soit être stockée dans un bassin tampon;
- la deuxième conséquence importante est la suivante: si on souhaite utiliser de l'eau de pluie, on devra prévoir un bassin tampon d'une capacité suffisante et/ou un système permettant de passer rapidement à des sources alternatives.

Que le choix se porte sur l'évacuation ou sur le réemploi, il est nécessaire, dans les deux cas, de séparer l'eau de pluie des eaux usées. Ce problème se manifeste principalement dans les anciens bâtiments industriels. Dans les paragraphes suivants, nous aborderons tant l'évacuation de l'eau de pluie que son utilisation.

12.1.1

Évacuation de l'eau de pluie

Des exigences sont de plus en plus imposées à l'évacuation contrôlée de l'eau de pluie des terrains. En Flandre, il existe depuis quelque temps, un code de bonne pratique qui dispense des conseils en la matière. La nécessité de prendre des mesures concernant les terrains industriels est essentiellement due à une charge excessive des égouts ou de certains cours d'eau dans le cas de fortes pluies. Ces averses se produisent rarement, mais les dégâts qu'elles provoquent peuvent être considérables.

À titre d'illustration, la Figure 12-1 représente les précipitations maximales observées par an pour la période 1934-1983. Sur le graphique, l'intensité de l'averse augmente en fonction de la durée de l'averse, et ce pour plusieurs périodes de retour. Un exemple illustre l'interprétation de la figure.

Si on prend une averse d'une durée de 20 minutes, le graphique révèle qu'au moins une fois par an, il se produit une averse d'une intensité de $4 \text{ l}/\text{m}^2$ pendant 20 minutes (période de retour d'1 an). Une averse d'une intensité de $21 \text{ l}/\text{m}^2$ pendant 20 minutes se produit une fois tous les 20 ans.

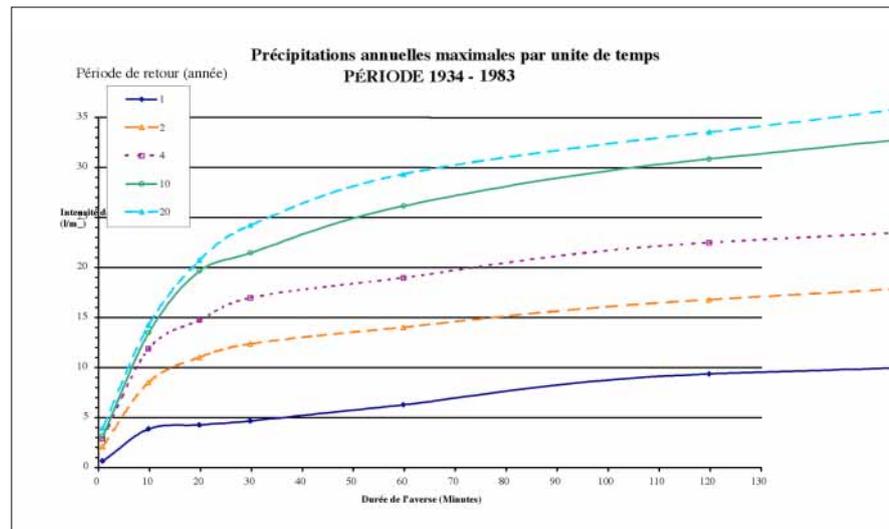


Figure 12-1. Précipitations annuelles maximales mesurées par unité de temps pour la période 1934 – 1983. (Données revues par G. Demarée, 1985).

Il existe diverses mesures permettant d'éviter que l'eau provenant d'averses engendre des problèmes d'évacuation dans les réseaux d'égouts ou les cours d'eau.

- La réduction de la quantité de surface asphaltée est une mesure qui entre assurément en ligne de compte pour les parkings. Les parkings pour voitures peuvent être dotés de pavés spéciaux qui laissent passer l'eau de sorte que l'eau de pluie puisse s'infiltrer dans le sol.
- L'installation de dispositifs d'infiltration peut s'avérer utile lorsque on ne peut éviter les surfaces asphaltées. Dans ce cas, l'eau de pluie des surfaces asphaltées peut s'infiltrer dans le sol, par le biais, par exemple, d'un canal d'infiltration.
- Le stockage de l'eau de pluie dans un bassin tampon peut être appliqué lorsque l'eau ne peut s'infiltrer dans le sol. Dans ce cas, le bassin tampon doit, dans la mesure du possible, être vide afin de pouvoir recueillir l'eau d'une averse de pluie. Le réservoir est doté d'un écoulement retardé afin que l'eau de pluie soit évacuée progressivement. Normalement, on prévoit un volume tampon d'environ 100 m³ par hectare de surface asphaltée.

Dans tous les cas, l'eau de pluie et les eaux usées doivent impérativement être séparées. Les stations d'épuration des eaux usées, qui doivent traiter de grandes quantités d'eau de pluie, peuvent être soumises à une surcharge hydraulique, avec pour conséquence, un rendement d'épuration moindre.

Dans certains cas, il est conseillé de placer un séparateur d'huile sur l'évacuation de l'eau de pluie.

12.1.2

Utilisation de l'eau de pluie

L'utilisation de l'eau de pluie présente l'avantage d'être gratuite. Lorsqu'on évalue la possibilité d'utiliser de l'eau de pluie, il est essentiel de s'attarder sur trois éléments: la qualité, la disponibilité et la faisabilité économique.

Concernant la qualité, l'eau de pluie présente l'avantage d'être peu concentrée en sel. Toutefois, l'eau de pluie peut être polluée par des éléments présents dans l'air ou entraînés lors de l'évacuation. Dans certains cas, la croissance biologique peut également porter préjudice à la qualité de l'eau. En fonction de l'application, un traitement adéquat sera nécessaire pour y remédier.

Il faut toujours déterminer si seule l'eau de pluie sera réutilisée ou bien si l'eau des parkings, réseaux routiers et autres zones asphaltées sera également réutilisée. Généralement, l'eau de pluie provenant des réseaux routiers est plus polluée (huile, poussière, sel d'épandage, ...).

Il est possible de remédier au problème de la disponibilité en construisant des bassins tampons pour le stockage. La taille du réservoir tampon dépend des facteurs suivants:

- la quantité de précipitations et leur répartition: la répartition des précipitations sur l'année est importante pour évaluer la quantité d'eau qui sera disponible. À cet effet, on recommande des simulations ou des analyses statistiques sur la base des données sur les précipitations des années précédentes;
- la grandeur et la nature de la surface raccordée: la quantité de surface asphaltée qui s'écoule vers le réservoir de stockage détermine la quantité d'eau disponible. La taille de la surface raccordée est essentielle mais la nature du matériau et l'inclinaison ont également leur importance. Les surfaces poreuses auront un plus grand pouvoir absorbant que les surfaces lisses. L'inclinaison joue également un rôle dans le pouvoir absorbant. En effet, lors d'une petite averse de pluie, seule une faible quantité d'eau s'écoulera sur des terrains plats. Globalement, on tient compte d'un coefficient d'écoulement d'environ 0,8;
- la consommation estimée: les consommateurs raccordés à l'eau de pluie détermineront la vitesse de consommation de l'eau collectée;
- le degré de couverture fixé: Par degré de couverture, on entend le pourcentage de temps durant lequel on peut satisfaire à la demande d'eau avec l'eau de pluie disponible. Si on tient compte d'une consommation constante d'eau de pluie, la capacité requise de stockage augmentera considérablement si le degré de couverture augmente. Lors du dimensionnement d'un bassin tampon d'eau de pluie, il faut également viser à atteindre un optimum (économique).

Globalement, il apparaît souvent que l'utilisation d'eau de pluie comme source d'eau alternative ne se justifie pas toujours d'un point de vue économique. Dans ce cadre, plusieurs éléments jouent un rôle majeur:

- il est essentiel de savoir si l'eau de pluie est déjà évacuée vers un point central par le biais d'un réseau séparé. Il s'agit souvent d'un problème, surtout sur les anciens sites industriels. Si un nouveau réseau d'égouts doit être mis en place pour des bâtiments et des réseaux routiers, cette installation est généralement plus coûteuse qu'un stockage et des systèmes de répartition;
- naturellement, les mesures techniques en matière de stockage, de traitement et de distribution de l'eau de pluie sont essentielles. Il est possible d'installer des réservoirs à un prix démocratique dans des bassins recouverts d'un film plastique. La nature du traitement préalable dépend de l'application. Généralement, une filtration par le sable suffira. La distribution de l'eau de pluie aux différents consommateurs représente un coût propre à chaque situation. Généralement, seulement une ou quelques applications sont sélectionnées, afin de limiter le transport et les frais de traitement;
- dans ce cadre, le produit de référence pour l'analyse économique constitue un élément clé. Si le produit de référence est l'eau souterraine, un dispositif pour l'utilisation de l'eau de pluie dans les conditions actuelles ne sera jamais réalisable d'un point de vue économique. En revanche, si le produit de référence est l'eau de distribution, la faisabilité économique sera bien plus grande.

En général, les possibilités d'utilisation de l'eau de pluie se limitent à des activités exigeant de l'eau "propre", mais qui ne doit cependant pas présenter la même qualité que l'eau potable. Voici quelques applications permettant l'utilisation d'eau de pluie:

- utilisation comme eau sanitaire pour les toilettes;
- nettoyage de l'atelier;
- nettoyage de certaines machines, nettoyage extérieur des camions;
- nettoyage préalable de produits, eau de transport;
- utilisation comme eau de refroidissement.

Exemple de calcul de l'utilisation d'eau de pluie

Une entreprise dispose d'une surface asphaltée de 1 ha dont l'évacuation s'opère vers un point de collecte collectif, ou il est possible d'installer un bassin tampon. Plusieurs consommateurs sont définis et la consommation d'eau est évaluée à 15 m³/jour.

Avec l'aide des données des précipitations, on réalise, sur 5 ans, une simulation du degré de couverture attendu en fonction du volume tampon. En outre, cette simulation a permis de vérifier le nombre de jours où le réservoir tampon déborde ainsi que de contrôler l'évolution de l'état du tampon. Lors du calcul, les pertes par évaporation ne sont pas corrigées.

La figure ci-dessous représente le degré de couverture en fonction du volume tampon. Le degré de couverture est le nombre de jours durant lesquels on peut entièrement répondre à la demande d'eau. La figure révèle que des volumes tampons relativement réduits permettent de satisfaire en grande partie la demande d'eau. Par exemple, un volume tampon de 150 m³ peut répondre, durant 77 % des jours, à la demande d'eau. De plus grands volumes tampons engendrent un gain marginal relativement limité du degré de couverture. Ceci implique que le surcoût de plus grands bassins tampons ne compensera pas le rendement supplémentaire de l'eau.

La figure représente également le nombre de jours durant lesquels le bassin tampon déborde. La fréquence de débordement peut être conséquente lorsque, outre l'utilisation d'eau de pluie, la protection du réseau d'égouts ou du cours d'eau récepteur est importante. Au départ, l'agrandissement du bassin tampon réduit rapidement la fréquence de débordement, mais on retrouve une logique identique à celle du degré de couverture: le gain marginal baisse rapidement.

Taux de couverture (% de jours)

Taux de couverture % de jours

Nombre de jours de débordement %

Volume tampon (m³)

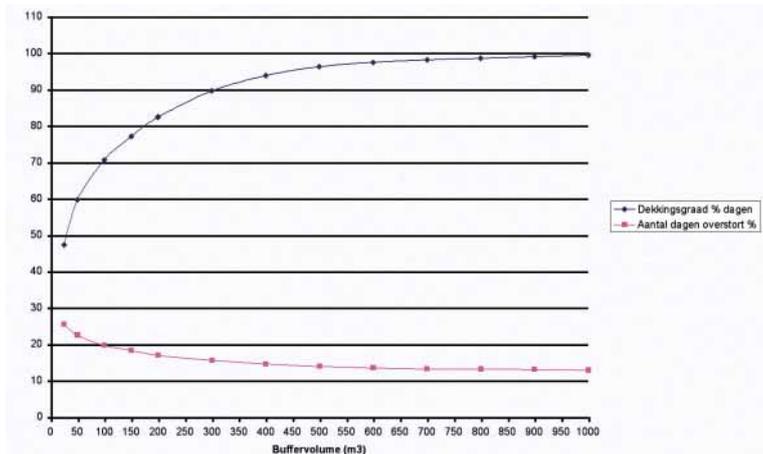


Figure: Taux de couverture et fréquence de débordement exprimés en pourcentage du nombre de jours pour une demande d'eau de 15 m³/j et une surface asphaltée de 1 ha en fonction du volume tampon basé sur une simulation des précipitations durant 5 ans.

12.2

Recyclage et réutilisation de l'eau

Le recyclage de l'eau implique que l'eau utilisée est épurée pour être transformée en eau de traitement. La différence majeure avec la réutilisation réside dans le fait qu'un traitement approfondi s'impose. La réutilisation consiste donc à réemployer l'eau utilisée sans traitement (approfondi). Parfois, la limite entre le recyclage et la réutilisation est vague et la différence n'est pas toujours pertinente. Voilà pourquoi les deux techniques seront abordées ensemble.

Exemple 1: Recyclage d'eau par osmose inverse

De plus en plus de processus membranaires sont utilisés pour purifier les effluents biologiques et obtenir de l'eau de traitement. Dans ce cadre, l'application de l'osmose inverse concentre les impuretés restantes dans les eaux usées purifiées par voie biologique (concentrat) et génère un flux d'eau débarrassé tant des composants organiques que des composants minéraux (sels).

Cette technique est la plus intéressante lorsque l'eau issue de l'osmose inverse peut servir d'alternative à l'eau de distribution, en raison de sa rentabilité économique. Les conditions techniques sont les suivantes: une épuration biologique efficace et un traitement préalable de qualité pour protéger les membranes.

Étude de cas: osmose inverse chez Olympia N.V. à Herfelingen

Olympia N.V. Herfelingen est une laiterie dont l'arrivage de lait est de 150.000 tonnes par an. Olympia possède 4 unités de production:

- réception du lait;
- unité UHT;
- unité de stérilisation;
- unité des desserts.

Les activités de production utilisent de l'eau souterraine et de l'eau de distribution adoucie. En 2002, l'entreprise a lancé un projet visant à remplacer l'eau de distribution par un effluent biologique purifié par osmose inverse.

Principe de l'application

Vous trouverez un schéma représentant le principe de la technologie utilisée à la Figure 12-3. L'effluent biologique est prétraité dans un filtre à sable et dans un filtre au charbon actif. Pour combattre la charge biologique des membranes, une désinfection par UV est ensuite pratiquée. Une dernière protection des membranes est assurée à l'aide de filtres à bougies, après quoi l'eau subit l'osmose inverse proprement dite.

L'installation est prévue pour fournir 15 m³/h et 60.000 m³/an d'eau purifiée (perméat). À cet effet, lors du fonctionnement, environ 30 m³/h d'eau sont acheminés vers l'installation. La filtration par le sable donne lieu à un flux d'eau de lavage de 8 m³/h et le concentrat présente un débit d'environ 7 m³/h.

Aspects opérationnels

L'entretien de l'installation exige le remplacement annuel du sable pour les filtres à sable, du charbon des filtres au charbon actif et des lampes de l'installation UV. Les filtres à bougies sont remplacés après 600 heures de fonctionnement. La durée de vie des membranes est de 4 ans. Chaque semaine, un opérateur doit procéder au contrôle et à l'entretien de l'installation durant environ une heure et demie.

Un aspect opérationnel clé est la qualité de l'effluent biologique. Il est impossible de remédier totalement à un écoulement exceptionnel de boue biologique par le traitement préalable. Par ailleurs, cet écoulement exerce une action négative (irréversible) sur la capacité des membranes. C'est pourquoi on a prévu de surveiller le système à l'aide d'une mesure de la turbidité. Lorsque l'effluent contient trop de matières en suspension, l'installation s'arrête automatiquement.

Un autre aspect opérationnel important est la charge biologique. Le filtre UV ne suffit pas à empêcher la croissance biologique. C'est pourquoi le système sera étendu avec une désinfection au chlore à hauteur du filtre à sable.



Figure 12-2. Aperçu d'une partie de l'installation chez Olympia: filtre UV (à l'avant), filtres à bougies (au centre) et modules membranaires (en arrière-plan).

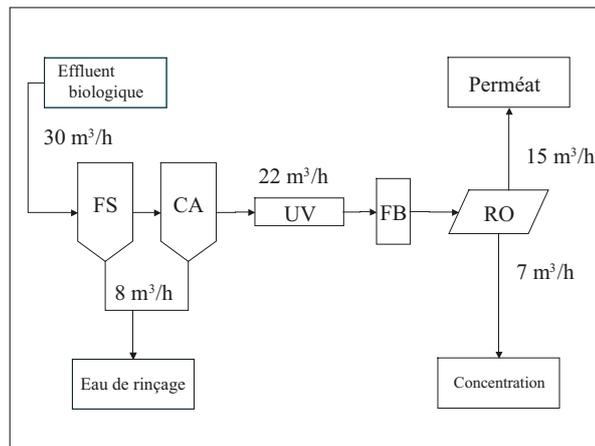


Figure 12-3. Schéma du principe de fonctionnement de l'unité d'osmose inverse chez Olympia N.V. (Herfelingen): FS filtre à sable, CA filtre au charbon actif, UV désinfection par rayonnement UV, FB filtre à bougies, RO osmose inverse.

Évaluation économique

L'évaluation économique doit être réalisée par comparaison avec le prix de revient de l'eau de distribution traitée. Ce prix de revient est de 1,685 €/m³. Il comprend l'achat d'eau de distribution (1,36 €/m³) et l'adoucissement (0,325 €/m³).

Les coûts de l'investissement sont résumés au tableau 12-2. Les coûts englobent l'achat de l'installation, mais également les équipements nécessaires et les travaux de canalisation. Le projet a bénéficié d'une subvention de 15,5 %. L'amortissement est réalisé sur une période de 5 ans, compte tenu d'un taux d'intérêt de 5%. Le montant annuel à amortir est de 32,4 k€.

Tableau 12-1 Aperçu des coûts d'investissement pour l'installation d'osmose inverse chez Olympia N.V.

Achat de l'installation d'osmose inverse, traitement préalable inclus	159.000 €
Équipements nécessaires et travaux de canalisation	32.000 €
Subventions (15.5%)	-29.605 €
Correction du coût des membranes ¹	-18.500
Coût total	142.895 €
Période d'amortissement	5 ans
Taux d'intérêt	5%
Montant annuel à amortir	32.359 €
	0,53 €/m ³

¹ Première série de membranes comprises dans le prix d'achat, le coût des membranes est repris dans le coût opérationnel.

En ce qui concerne les coûts opérationnels, on se base sur des critères de dimensionnement permettant de produire une quantité d'eau de 60.000 m³/an. L'âge des membranes est de 4 ans. Vous trouverez un aperçu des coûts opérationnels dans le tableau 12-3. Les coûts opérationnels sont évalués à 0,47 €/m³.

Tableau 12-2 Aperçu des coûts opérationnels de l'installation d'osmose inverse sur base de la valeur de conception de 60.000 m³/an

Filtres à bougies	13 pièces	350 €/pièce	4.667 €
Contrat d'entretien		5.230 €/an	5.230 €
Produit antitartre	0,5 l/h	3,73 €/l	7.460 €
Heures/homme	1,5 h/semaine	25 €/h	1.950 €
Énergie	1 kW/m ³	0,07164 €/kWh	4.298 €
Membranes		18.500 €/4 an	4.625 €
Coût opérationnel total			28.230 €
			0,47 €/m³

Le coût total englobe tant le coût de l'investissement que le coût opérationnel. Il est de 1,00 €/m³ pour la valeur de conception. Puisqu'il y a de nombreux coûts fixes (amortissement, coût des membranes, contrat d'entretien), le coût réel augmentera très rapidement si la quantité produite d'eau est inférieure à la quantité prévue de 60.000 m³/an. Dans ce cas, la durée de vie et l'efficacité des membranes sont des facteurs déterminants. Par exemple, si en raison d'une perte de capacité, les membranes ne fournissent que 17.000 m³ d'eau par an, le coût total passera à 3,28 €/m³.

Processus membranaires et composition des eaux usées: vers une approche de la charge polluante ?

L'une des principales restrictions des processus membranaires pour la production d'eau purifiée susceptible d'être réutilisée dans la production est le fait que ces techniques sont des techniques de séparation et non pas des techniques d'épuration. Ceci signifie qu'outre le flux d'eau pure, l'on obtient un flux concentré qui contient toutes les impuretés. La charge polluante reste donc la même dans un certains sens, mais la concentration est fortement accrue.

Dans le cas de l'ultrafiltration, le concentrat est généralement repris dans l'installation d'épuration des eaux usées. Cela n'entraîne généralement pas une augmentation importante de certains paramètres effluents.

Un élément de plus grande importance est l'osmose inverse, car dans ce cas, les impuretés sont concentrées en solution. Dans la majorité des cas, l'eau de l'osmose inverse n'est plus intégrée à la station d'épuration. Les principaux paramètres menacés sont la concentration en sel, la DCO et le phosphore. La concentration en azote peut généralement être maîtrisée par élimination biologique.

Le degré avec lequel l'eau peut à nouveau être purifiée par osmose inverse sera déterminé, dans une large mesure, par la possibilité d'évacuer le concentrat. Dans ce cas, les conditions d'évacuation mentionnées dans le permis d'environnement détermineront les limites de la récupération d'eau.

Exemple 2: Lavage des légumes et des pommes de terre

Dans les entreprises de transformation des pommes de terre, betteraves sucrières ou autres plantes à tubercules, un premier traitement consiste à éliminer la terre. La qualité d'eau requise pour cette application est faible. Il existe deux techniques courantes destinées à éviter l'utilisation d'eau de traitement de qualité supérieure:

- premier lavage avec l'effluent d'une station d'épuration biologique: Dans certaines entreprises de légumes, on utilise l'effluent d'une station d'épuration biologique pour réaliser un premier lavage. Dans ce cas, l'effluent est également utilisé pour nettoyer les machines et l'atelier;
- réemploi de l'eau de lavage après décantation: Dans le cadre de la transformation de la pomme de terre, la première eau de lavage des pommes de terre est acheminée vers un bassin de décantation où la terre éliminée des légumes peut décanter. L'eau peut être (partiellement) récupérée pour un prochain lavage.

Exemple 3: Eau de blocage pour colmatage et refroidissement de moteurs

Dans certaines entreprises, l'eau est utilisée à des fins de colmatage et de refroidissement des moteurs. Cette eau peut être réutilisée pour la même application grâce à une recirculation de l'eau. Un élément de refroidissement peut éventuellement être installé sur le flux de recirculation. Des groupes composés de diverses applications à l'eau de blocage peuvent être placés sur un circuit commun. Le rejet minimal nécessaire peut être réglé sur ce circuit.

Cette technique s'applique également aux pompes à vide du type pompe à anneau liquide.

Exemple 4: Eau alternative pour le nettoyage d'étables et de bétailières dans les abattoirs

Dans les abattoirs, les étables et les bétailières peuvent être nettoyées avec de l'eau de moindre qualité. Il s'agit parfois d'eau de pluie et parfois d'effluent d'une station d'épuration biologique. Dans ce dernier cas, il faut néanmoins tenir compte de la charge microbienne de cette eau. Il faut également évaluer la présence de chlorures pour apprécier la corrosivité de l'eau.

Exemple 5: Réutilisation de condensats

Diverses applications industrielles libèrent des condensats qui offrent une excellente qualité d'eau et qui possèdent encore une importante enthalpie.

Dans une laiterie qui fabrique du lait en poudre, le condensat de l'installation de pulvérisation est utilisé pour la production de vapeur, ainsi que pour le nettoyage des camions et des sols. On récupère de l'eau mais aussi de la chaleur puisque le condensat présente une température de 60 à 70°C. La quantité d'eau susceptible d'être récupérée est d'environ 90.000 m³/an.

On trouve des exemples similaires dans l'industrie de l'amidon et dans l'industrie sucrière.

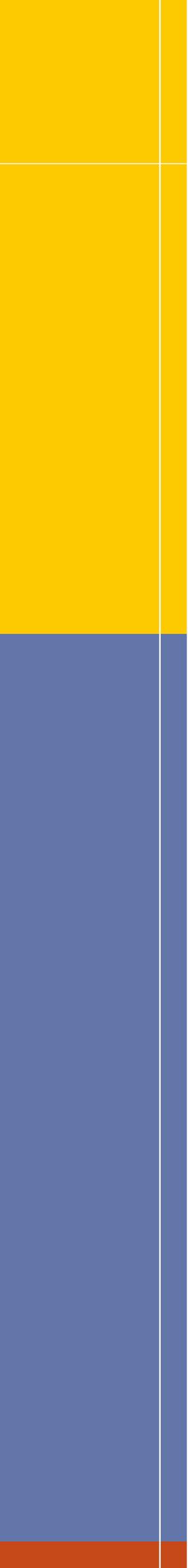
Exemple 6: Réutilisation de l'eau dans le cadre du cleaning in place (CIP)

En ce qui concerne les applications cleaning in place (CIP), le système peut être doté d'un réservoir tampon où la dernière eau de rinçage est utilisée comme première eau de rinçage du nettoyage suivant. De cette façon, la réutilisation de l'eau s'opère très simplement.

Généralement, l'eau de rinçage doit présenter une qualité égale à celle de l'eau potable, car l'ustensile nettoyé peut entrer directement en contact avec les denrées alimentaires. En ce qui concerne l'eau de prélavage, cette exigence n'est pas requise puisque le prélavage sera suivi d'autres opérations de nettoyage.

Exemple 7: Réutilisation d'effluent biologique pour le nettoyage d'un tambour épaisseur ou d'un filtre à bande passeuse dans le cadre du traitement des boues

Si on utilise un tambour épaisseur ou un filtre-pressé à bandes dans le traitement des boues de la station d'épuration, il faut toujours utiliser de l'eau de rinçage pour garantir la pureté du tambour ou des étamines. Dans ce cas, la qualité d'eau requise ne doit pas être équivalente à celle de l'eau potable. L'utilisation d'eau usée purifiée par voie biologique, éventuellement à l'aide d'une filtration complémentaire par le sable, peut servir d'alternative.



SOURCES

- Cellule Etat de l'Environnement Wallon (2003). Tableau de bord de l'environnement wallon 2003. Ed. MRW-DGRNE, 144pp.
- CEOC (1984). Requirements for boiler water and boiler feed water – R 54/CEOC/CP 84 Def.
- CIAA (2001). Water management in the food and drink industry. Annex 3 to ENV/166/01E. Brussels, CIAA.
- De Pauw, N. & Poelman, E. (1994). Waterverontreiniging. In: Verbruggen, A. (1994). Leren om te Keren. Milieu- en Natuurrapport Vlaanderen. Leuven, Garant.
- De Sutter, R. (2002). Analyse van het watergebruik in de periode 1991-2000. Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, Mira/2002/09, Ecolas N.V.
- Demarée, G. (1985). Intensity-Duration-Frequency Relationship of Point Precipitation at Ucle. Reference Period 1934-1983. Publicaties, Reeks A, Nr. 116. Brussel, Koninklijk Meteorologisch Instituut van België.
- Department of the Environment, Transport and the Regions: London (2000). Environmental Reporting Guidelines for Company Reporting on Water. Consultation Draft.
- Derden, A. & Dijkmans, R. (2001). Rationeel watergebruik. Inventarisatiestudie. Eindrapport. Vito, Mol. 2001/IMS/R/161.
- Environment Agency (2001). Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). General Guidance for the Food and Drink Sector.
- European IPPC Bureau (2001). Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on the application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems.
- European IPPC Bureau (2003). Integrated Pollution Prevention and Control. Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industry. Draft May, 2003.
- Gevaerts, M. (2004). Praktische Industriële Waterbehandeling. Emfri Europe.
- Hiddinck, J.; Schenkel, A.; Buitelaar, R.M. & Rekswinkel, E. (1997). Case study sluiten waterkringlopen in de voedingsmiddelenindustrie. Nederland, RIZA.
- Koning, J. (1997). Water Recycle. Uitstraling naar andere milieucompartimenten. In: Waterrecycling in de industrie. Syllabus tweedaagse leergang – maart 1997. Nederland, Vlaardingen, Nederlands studiecentrum.
- Lambrechts, A.C.W.; de Jong, S.P. (1996). Leidraad aan- en afkoppelen verharde oppervlakken. Nederland, Deventer, Werkgroep Riolering West-Nederland.
- Van den Abeele, P. (1999). Water besparen in de voedingsindustrie. Eco Tips, 99/1, 17-19.
- Ministère de la Région wallonne, Direction Générale des Ressources naturelles et de l'Environnement (2003). L'industrie alimentaire. INSTITUT WALLON DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE ET SOCIAL ET D'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ASBL, Boulevard Frère Orban, 4 à 5000 NAMUR.
- VMM (2003). Verstoring van de waterhuishouding. Mira-T, 2003. www.milieurapport.be



