

# GUIDE DE L'EAU

L'eau, un levier de performance  
industrielle et environnementale

Édition juin 2026



**AQUASSAY**  
DATA DRIVEN WATER EFFICIENCY



Fédération Française des Industries de Santé

Longtemps considérée comme une ressource abondante et accessible, l'eau est aujourd'hui au cœur d'une transformation profonde de nos modèles économiques et industriels. Changement climatique, multiplication des épisodes de sécheresse, tensions croissantes sur les ressources, dégradation de la qualité des milieux aquatiques, conflits d'usage et renforcement des exigences réglementaires : les défis liés à l'eau sont désormais devenus structurants pour l'ensemble des acteurs économiques.

Les industries de santé sont particulièrement concernées. L'eau y occupe une place essentielle à chaque étape de la chaîne de valeur : matière première, composant de procédés, agent de nettoyage, vecteur thermique, utilité industrielle ou encore ressource indispensable au fonctionnement quotidien des sites. Dans un secteur régi par des exigences élevées de qualité, de sécurité et de conformité réglementaire, notamment dans le cadre des Bonnes Pratiques de Fabrication, la recherche d'une plus grande efficacité hydrique constitue un défi spécifique, qui impose de concilier préservation de la ressource, excellence opérationnelle et continuité des activités.

Face à ces enjeux, la transition hydrique ne doit pas être perçue uniquement comme une contrainte. Elle représente également une opportunité majeure d'innovation et de création de valeur. Mieux connaître les usages de l'eau, optimiser les consommations, réduire les pertes, favoriser la réutilisation lorsque cela est possible, améliorer la performance des équipements et renforcer la résilience des sites industriels sont autant de leviers permettant de conjuguer compétitivité économique, excellence industrielle et responsabilité environnementale.

C'est dans cet esprit que la FEFIS a souhaité élaborer ce Guide de l'Eau, conçu comme un outil pratique, pédagogique et opérationnel pour accompagner l'ensemble des entreprises de la filière dans leurs démarches d'efficacité hydrique. Qu'elles soient au début de leur réflexion ou déjà engagées dans des programmes structurés, les entreprises y trouveront des repères méthodologiques, des retours d'expérience, des outils concrets et des pistes d'action adaptées aux réalités industrielles du secteur de la santé.

La FEFIS adresse ses plus sincères remerciements à l'ensemble des contributeurs ayant participé à la réalisation de ce guide. Leur expertise, leur engagement et leur volonté de partager leurs connaissances ont permis de constituer une ressource collective précieuse au service de toute la filière. Nous remercions tout particulièrement **Jean-Emmanuel GILBERT, Alexandre FAIX et Manon GAUDION (Aquassay), Catherine BOURRIENNE (FEFIS)** ainsi que **Pierre SIMONETTI (LEEM)** pour la qualité de leurs contributions et leur investissement tout au long de ce projet.

Nous espérons que ce guide contribuera à faire de l'eau non seulement une ressource mieux préservée, mais aussi un véritable **levier de performance industrielle, de résilience et de transformation durable pour les industries de santé.**

**Etienne TICHIT**

**Président**

**Fédération Française des Industries de Santé (FEFIS)**

*Juin 2026*

## Objet du document

**Le guide de l'eau est rédigé pour être un guide pratique et synthétique, opérationnel, dont l'esprit est de faire comprendre l'importance de l'eau et la multiplicité des intérêts à mieux la gérer. Il s'adresse à tous les profils de sites du tissu industriel des adhérents de la FEFIS, prenant en compte la variété de leur taille et de leur complexité.**

La stratégie d'efficacité hydrique vise à réduire l'empreinte hydrique (consommations et pollutions) mais aussi à utiliser l'eau comme un levier de performance industrielle et environnementale (augmentation de la productivité, réduction des coûts, de l'énergie, des réactifs, du temps de travail, ... liés à l'eau). Ce guide traite essentiellement de la partie quantitative : **les réductions des consommations** et n'aborde pas dans le détail la réduction des pollutions.

Deux points principaux sont traités : pourquoi agir et comment agir ?

Finalement, cet outil opérationnel doit :

- Aider ceux qui ne l'ont pas encore fait à entamer une démarche d'efficacité hydrique, par des actions simples et efficaces
- Aider ceux qui sont déjà lancés à aller plus loin sur des volets opérationnels spécifiques
- Être utilisé dans la continuité du FSAT (Factory Self-Assessment Tool) pour identifier les actions par lesquelles commencer
- Être également utilisé indépendamment du FSAT pour approfondir une notion métier

**Cet outil ne remplace pas la valeur de l'expertise.**

## Contributeurs

Ce Guide a été rédigé par :

- AQUASSAY : Jean-Emmanuel GILBERT, Alexandre FAIX et Manon GAUDION
- FEFIS : Catherine BOURRIENNE
- LEEM : Pierre SIMONETTI



# GUIDE DE L'EAU

## Sommaire

<b>Glossaire</b>	<a href="#">p. 4</a>
<b>Chapitre 1 : Introduction aux concepts et principes de l'efficacité hydrique – Pourquoi et comment agir?</b>	<a href="#">p. 5</a>
1.1 Les nouveaux enjeux de l'eau	<a href="#">p. 6</a>
1.2 Conséquences en industrie	<a href="#">p. 12</a>
1.3 Coût global de l'eau : un montant souvent sous-estimé	<a href="#">p. 17</a>
1.4 La stratégie d'efficacité hydrique	<a href="#">p. 22</a>
1.5 La méthode de l'efficacité hydrique en industrie	<a href="#">p. 25</a>
<b>Chapitre 2 : Les fiches méthodologiques</b>	<a href="#">p. 31</a>
<b>2.1 Introduction &amp; Démarche d'amélioration continue</b>	<a href="#">p. 32</a>
2.1.1 Une inévitable transition hydrique	<a href="#">p. 33</a>
2.1.2 Management de l'eau : modèle ISO46001 applicable	<a href="#">p. 34</a>
<b>2.2 Planification</b>	<a href="#">p. 39</a>
2.2.1 Organisation	<a href="#">p. 40</a>
2.2.2 De la métrologie à la donnée : capteur, qualité, gestion	<a href="#">p. 41</a>
2.2.3 Indicateurs et revues périodiques	<a href="#">p. 43</a>
2.2.4 Schéma des flux de l'usine (PFD)	<a href="#">p. 46</a>
2.2.5 Matrice quantité / qualité / usage / destination	<a href="#">p. 48</a>
2.2.6 Identification de projets selon l'approche 3R	<a href="#">p. 49</a>
2.2.7 Plan d'action ISO 46001 : 2019	<a href="#">p. 52</a>
2.2.8 Exemples : cas d'application	<a href="#">p. 57</a>
<b>2.3 Mise en œuvre</b>	<a href="#">p. 67</a>
2.3.1 Fuites	<a href="#">p. 68</a>
2.3.2 Qualité de l'eau pour les utilités et performance	<a href="#">p. 71</a>
2.3.3 Refroidissement	<a href="#">p. 77</a>
2.3.4 Vapeurs et condensats	<a href="#">p. 81</a>
2.3.5 Opération de nettoyage en place, mise à disposition et tri des effluents	<a href="#">p. 85</a>
2.3.6 Eaux usées et tri des sous-effluents	<a href="#">p. 88</a>
2.3.7 Gestion des eaux pluviales	<a href="#">p. 93</a>
2.3.8 Réutilisation et recyclage	<a href="#">p. 97</a>
2.3.9 Reuse de l'eau dans les industries pharmaceutiques, cosmétiques et connexes	<a href="#">p. 100</a>
2.3.10 Traitement de décontamination	<a href="#">p. 102</a>
<b>2.4 Evaluation</b>	<a href="#">p. 104</a>
<b>2.5 Points réguliers</b>	<a href="#">p. 107</a>
<b>Chapitre 3 : Organisations expertes du domaine de l'eau : pourquoi et comment les contacter?</b>	<a href="#">p. 110</a>
<b>Chapitre 4 : Retours d'expériences</b>	<a href="#">p. 113</a>
4.1 REX – Projet de récupération de condensats sur une CTA	<a href="#">p. 114</a>
4.2 REX – Réfection et monitoring du réseau d'approvisionnement	<a href="#">p. 116</a>

# GLOSSAIRE

▪ ANSM	Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé	▪ PDCA	Plan-Do-Check-Act, méthode de mise en place d'une démarche d'amélioration continue
▪ BPF	Bonnes pratiques de fabrication	▪ PESTEL	Politique, Économique, Socioculturel, Technologique, Écologique, Légal
▪ BREF	Document de référence sur les meilleures techniques disponibles	▪ PFD	Process flow Diagram ou schéma des flux internes usine
▪ BREF CWW	Document de référence sur les meilleures techniques disponibles (BREF) pour les systèmes communs de traitement/gestion des effluents aqueux et gazeux dans l'industrie chimique (CWW)	▪ PINCH	Méthodologie Pinch - récupération de chaleur fatale industrielle
▪ CEE	Dispositif des Certificats d'Economies d'Énergie	▪ PNACC	Plan national d'adaptation au changement climatique
▪ COFRAC	Comité français d'accréditation	▪ ROI	Return of investment
▪ DBO5	Demande biologique en oxygène 5 jours	▪ RSDE	Rejets de substances dangereuses dans l'eau
▪ DCO	Demande chimique en oxygène	▪ SAGE/SDAGE	Schéma d'aménagement et de gestion de l'eau / Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux
▪ DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement		
▪ FSAT	Factory Self-Assessment Tool	▪ SME	Système de management de l'environnement
▪ GT	Groupe de travail	▪ SMI	Système de management intégré
▪ ICPE	Installation classée pour la protection de l'environnement	▪ SMUEE	Système de Management de l'utilisation efficiente de l'eau
▪ IED	Directive relative aux émissions industrielles	▪ SWOT	strengths, weaknesses, opportunities et threats en français : forces, faiblesses, opportunités et menaces
▪ IPMVP	International Performance Measurement and Verification Protocol	▪ TAR	Tour aéro-réfrigérante
▪ KPI	Key Performance Indicator	▪ TIR	Taux de rentabilité interne
▪ MES	Matière en suspension	▪ USE	Usage Significatif de l'Eau (selon ISO 46001)
▪ MTD	Meilleures Techniques Disponibles	▪ VLE	Valeur limite d'émission
▪ NEP	Nettoyage en place		



# CHAPITRE 1

Introduction aux concepts  
et principes de l'efficacité  
hydrique

Pourquoi et comment agir?

# LES NOUVEAUX ENJEUX DE L'EAU

Changement et aléas climatiques, surexploitation et dégradation des ressources, imperméabilisation des sols, conflits d'usage, ... : **la gestion de l'eau doit être repensée.**

**Cependant, cette évolution n'est pas qu'une réponse à de nouvelles contraintes. C'est aussi un levier de performance économique important et jusqu'à présent peu exploité.**

## L'EAU SUR TERRE, RESSOURCES ET USAGES

**Une planète bleue... mais des eaux douces disponibles en très faible quantité.**

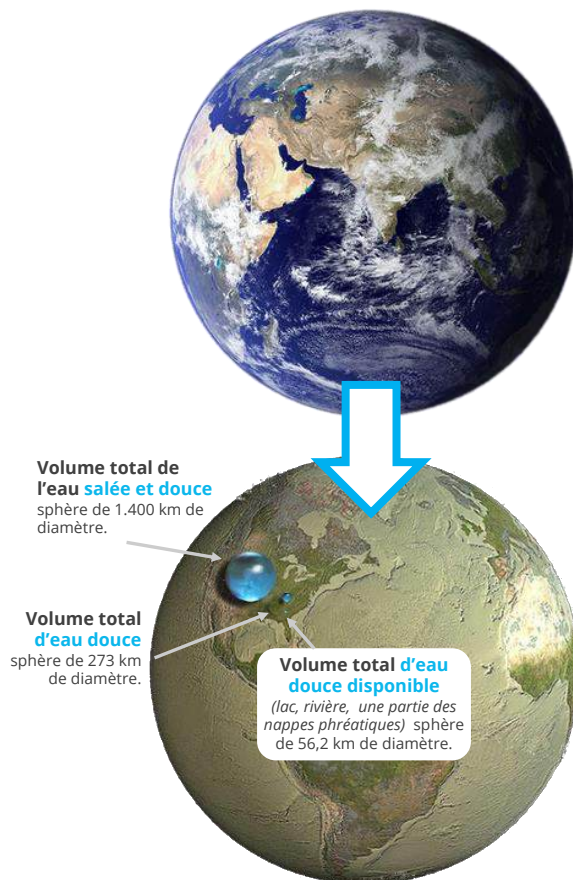
La quantité d'eau présente sur la Terre est toujours la même depuis plus de 4 milliards d'années. Ce sont sa répartition (très hétérogène) et son état (gazeux, liquide, solide) qui varient.

Les océans recouvrent 71 % de la surface du globe, mais leur profondeur moyenne n'est que de 3,8 km, ce qui est très peu au regard du diamètre de la Terre : 12742 km. L'eau n'est qu'une fine pellicule en surface.

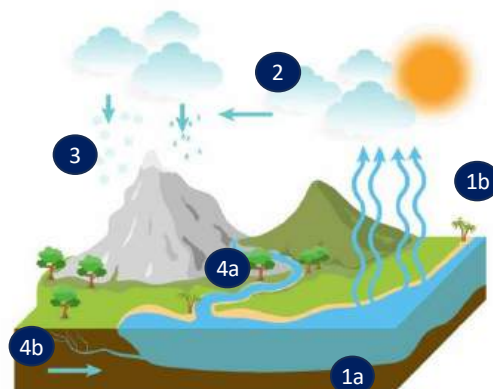
Regroupée en un seul volume, toute l'eau sur Terre (salée et douce : océan, calottes polaires, mers, rivières, nappes, glaciers, etc.) représente une sphère de 1400 km de diamètre, l'eau douce de 273 km et l'eau douce disponible (hors calottes polaires et nappes profondes) de seulement 56,2 km.

**Le cycle de l'eau naturel** est très schématiquement le suivant :

- 1. Formation de vapeur d'eau dans l'atmosphère** : par **évaporation** (1a) des eaux de surfaces (énergie solaire) et **évapotranspiration** (1b) (évaporation des sols + transpiration de la végétation),
- 2. Condensation de l'eau** et formation de gouttelettes (nuages) par refroidissement de l'air,
- 3. Précipitation** par accumulation des gouttelettes,
- 4. Retour vers le sol et l'océan** : par ruissellement (4a) (eaux de surfaces : lacs, rivières, fleuves) et **infiltration** (4b) (eaux souterraines : aquifères, nappes phréatiques - proches de la surfaces - ou profonde). NB : Les eaux souterraines interagissent avec les eaux de surfaces (échange d'eau dans un sens ou dans l'autre, selon les situations, entre une nappe d'eau souterraine et un cours d'eau).



© Howard Perlman, USGS, Jack Cook, Woods Hole Oceanographic Institution. Adam Nieman



Source image : CENTRE D'INFORMATION SUR L'EAU

**= LE CYCLE DE L'EAU EST UN SYSTÈME**

**Comme pour un mobile, agir sur un de ses éléments va inévitablement avoir des conséquences sur le reste des éléments qui le constituent.**

## Des ressources réparties de manière très inégale

**Actuellement, en France**, ~500 milliards de m<sup>3</sup> d'eau sont en moyenne apportés annuellement par la pluie et la neige et environ 11 milliards de m<sup>3</sup> arrivent en provenance des pays voisins.

60% de cette eau retourne cependant dans l'atmosphère (évapotranspiration de ~315 milliards de m<sup>3</sup>).

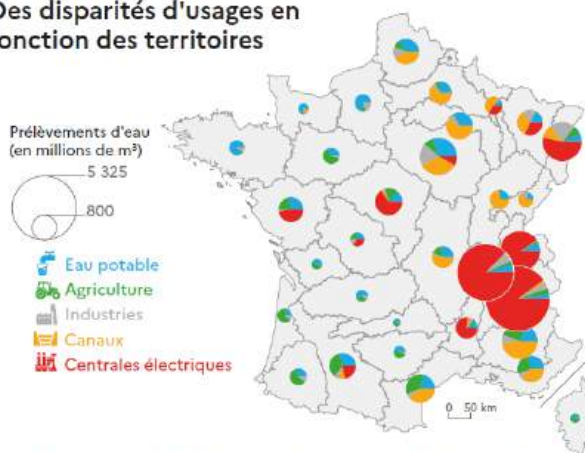
Le volume d'eau disponible et renouvelable est donc d'environ 200 milliards de m<sup>3</sup>.

Mais ce volume est très inégalement réparti, spatialement et temporellement (ex. : périodes de sécheresse).

## Des usages et des impacts très différents

Selon les territoires et leur hydrogéologie, les ressources exploitables et les usages vont être très différents :

### Des disparités d'usages en fonction des territoires



Source : données issues de la Banque nationale des prélèvements quantitatifs en eau (BNPE).  
Traitements SOES par sous-bassin hydrographique, 2023

[https://www.statistiques.developpementdurable.gouv.fr/sites/default/files/2023-06/Infographie\\_prelevements\\_eau\\_FINAL.pdf](https://www.statistiques.developpementdurable.gouv.fr/sites/default/files/2023-06/Infographie_prelevements_eau_FINAL.pdf)

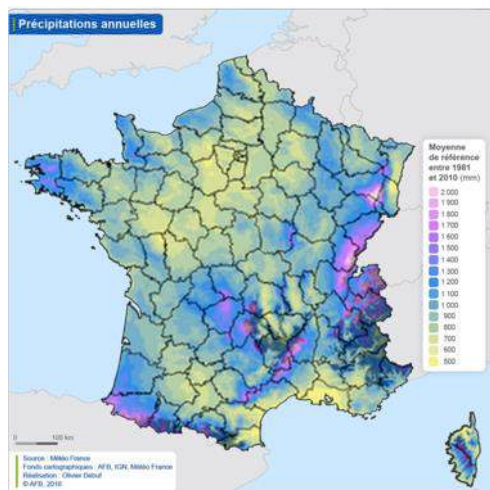
Par ailleurs, les usages de l'eau n'ont pas le même impact sur le cycle de l'eau, notamment selon si l'eau prélevée est restituée ou non aux milieux naturels.

- **Prélèvement** : eau prélevée qui peut être restituée aux milieux aquatiques (pour être à nouveau disponible)
- **Consommation** : eau prélevée puis non restituée aux milieux aquatiques (ex. : évaporation).

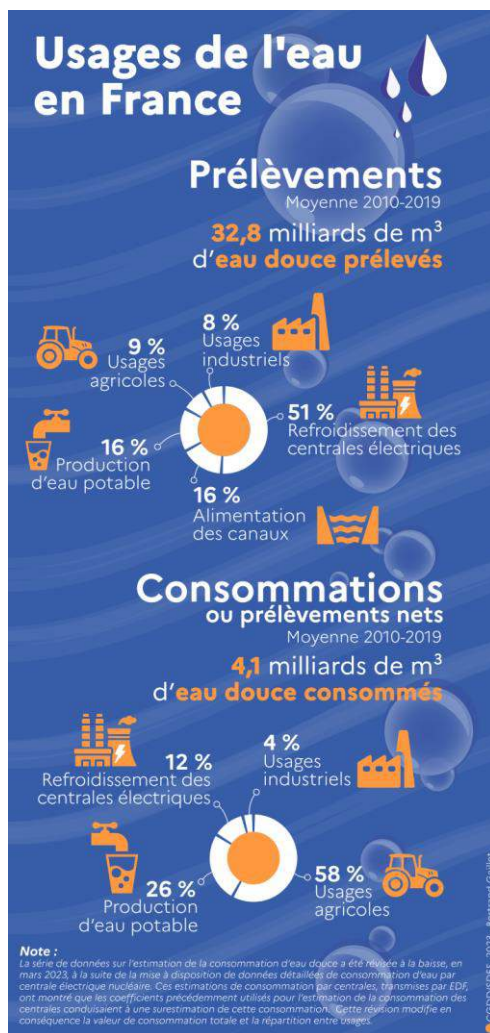
De la même manière, les pollutions émises vont rendre les eaux restituées plus ou moins faciles et coûteuses à réutiliser. Elles engendrent de plus des dégradations plus ou moins importantes dans les milieux naturels.

## = L'EAU EST UN ENJEU LOCAL ET QUOTIDIEN.

Chaque territoire a ses spécificités. Ainsi, un site industriel a tout intérêt à connaître non seulement les variations de quantité et qualité des ressources dont il dépend (ainsi que ses évolutions prévisibles à moyen terme), mais aussi les autres usagers de ces ressources, avec lesquels il va peut-être entrer en conflit.



Source : MétéoFrance



<https://www.notre-environnement.gouv.fr/actualites/breves/article/prelevee-ou-consommee-comment-compter-sur-l-eau>

## UNE INÉVITABLE TRANSITION HYDRIQUE

### Les principaux moteurs de la transition

Le cycle de l'eau a été perturbé par plusieurs pressions, dont la combinaison a démultiplié leurs impacts :

- Le **changement climatique**. Le pourtour méditerranéen fait partie des zones les plus touchées au monde.
- La **surexploitation des ressources**.
- La **dégradation des ressources** (pollutions).
- L'**anthropisation des milieux naturels** (ex. : imperméabilisation des sols, assèchement des zones humides) qui modifie fortement les étapes de ruissellement et d'infiltration du cycle de l'eau (cf. ci-avant).

Un autre moteur, positif celui-là, est aussi à prendre en compte : l'**intérêt économique**. En effet, les coûts de l'eau sont actuellement très sous-évalués, notamment en industrie (cf. [fiche 1.3](#)). Cette nouvelle appréciation va amener les usagers à reconsidérer entièrement leur gestion de l'eau car les actions sont en fait souvent rentables à court terme et réduisent de plus les risques pesant sur les activités.

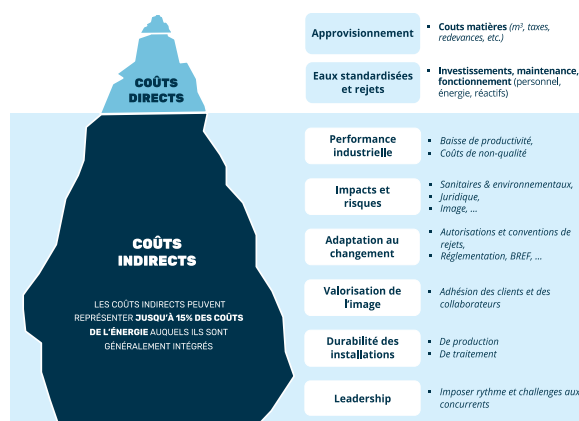
**La transition hydrique n'est pas qu'une réponse à une contrainte. C'est aussi un levier de performance économique important et jusqu'à présent peu exploité.**

#### FAQ8.3: Climate change and droughts

In some regions, drought is expected to increase under future warming



<https://www.lemonde.fr/blog/huet/2021/08/09/le-rapport-du-giec-en-18-graphiques/>



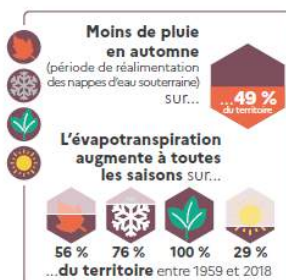
### ► Changement climatique : des impacts déjà visibles

En France, la ressource en eau renouvelable a diminué de ~14% entre les années 1990-2001 et 2002-2018.

Mais, au-delà de cette tendance négative, le changement climatique engendre une augmentation de la fréquence, de la répartition et de l'intensité des aléas climatiques (pluies diluviennes, tempêtes, sécheresses, canicules, ...).

Ce sont ces aléas qui impactent dès aujourd'hui les activités humaines (notamment les sécheresses, devenues plus dures, plus longues et même répétées).

L'augmentation des températures perturbent fortement le cycle de l'eau. Par exemple, les hivers doux réduisent les stocks de neige donc l'alimentation des cours d'eau en période de fonte et les printemps précoces augmentent la consommation des eaux de pluie par les végétaux (induisant une réduction de la recharge des nappes).



<https://bit.ly/3nRGQAT>

► **Surexploitation des ressources** ①

Du fait de l'augmentation de la population (passée de 1,7 à 6,8 milliards d'habitants entre 1900 et 2010) mais aussi de l'intensification des usages de l'eau, **les usages de l'eau ont été multipliés par 7** sur cette même période. De plus, la majeure partie de l'eau est consommée, ce qui déséquilibre d'autant le cycle de l'eau. Il est à noter que cette surexploitation est aussi due au gaspillage et aux mésusages de l'eau.

► **Urbanisation : concentration des prélèvements et des rejets sur des territoires restreints** ②

L'urbanisation de nos sociétés a de plus concentré cette intensification des usages sur certains territoires ce qui peut induire localement un déséquilibre structurel entre usages et ressources disponibles.

Ce phénomène se retrouve aussi durant les périodes de vacances, avec de très fortes variations de population liées au tourisme et donc des tensions d'autant plus importantes localement sur les ressources et les milieux naturels.

► **Dégradation des ressources** ③

La forte expansion des activités humaines a engendré des émissions de pollution importantes et variées : macro-polluants (charges en C, N, P), micropolluants (pesticides, médicaments, plastifiants, etc. ainsi que leurs produits de dégradation), métaux, agents pathogènes, etc. Ceci a un impact très important sur la disponibilité des ressources et l'importance de moyens de traitement nécessaires à mettre en œuvre pour exploiter des ressources contaminées.

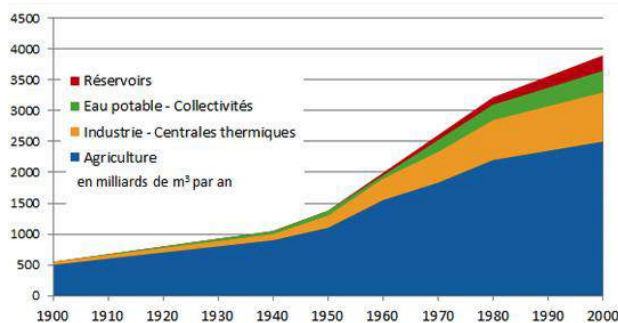
**Selon la banque mondiale (2019), « le monde est confronté à une invisible crise de la qualité de l'eau qui réduit d'un tiers la croissance économique potentielle des zones fortement polluées et menace le bien-être humain et environnemental ».**

► **Anthropisation des milieux naturels** ④

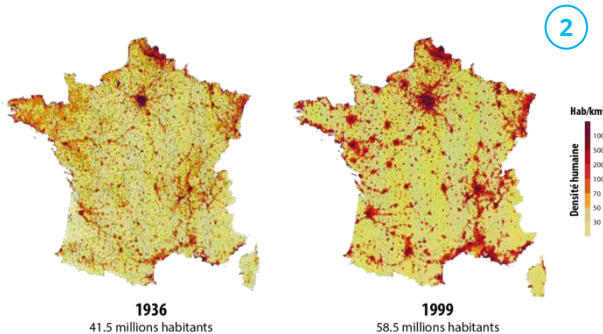
Par exemple, l'imperméabilisation des sols, l'évacuation des eaux pluviales (en ville et dans les terres agricoles) ainsi que l'assèchement des zones humides et le tassement des sols agricoles, accélèrent l'évacuation de l'eau vers la mer et réduisent d'autant l'infiltration dans le sol et les nappes. Ce qui réduit encore le volume d'eau disponible pour les milieux naturels et les activités humaines.

**Cet ensemble de perturbations du cycle de l'eau engendre des stress hydriques, de plus en plus fréquents et importants.**

*(stress hydrique = inadéquation entre les usages souhaités et les ressources disponibles, en quantité et qualité).*

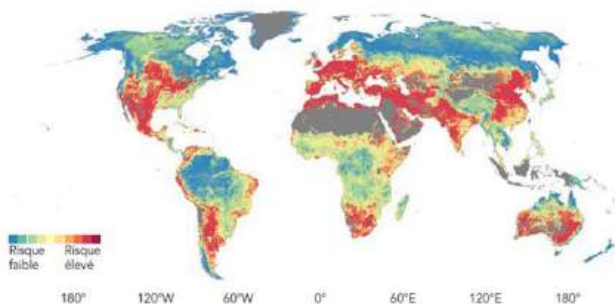


<https://www.riob.org/fr/documents/inbos-report-unwc>



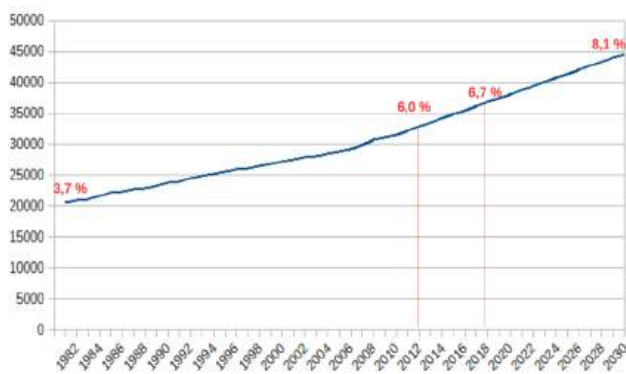
<https://jancovici.com/transition-energetique/occupation-des-sols/en-combien-de-temps-aurons-nous-urbanise-toute-la-france/>

**CARTE ES.1 : Risque pour la qualité de l'eau que présentent la demande biologique en oxygène, l'azote et la conductivité électrique**



<https://lnkd.in/eJTS98vr>

**Figure 1 - Surface imperméabilisées en métropole de 1981 à 2030 (km² bâtis et revêtus, % de la superficie métropolitaine)**



Source : Calculs CGDD d'après Teruti-Lucas 1981-2012 (séries raccordées), projection 2012-2030 en fonction des tendances démographique et économique.

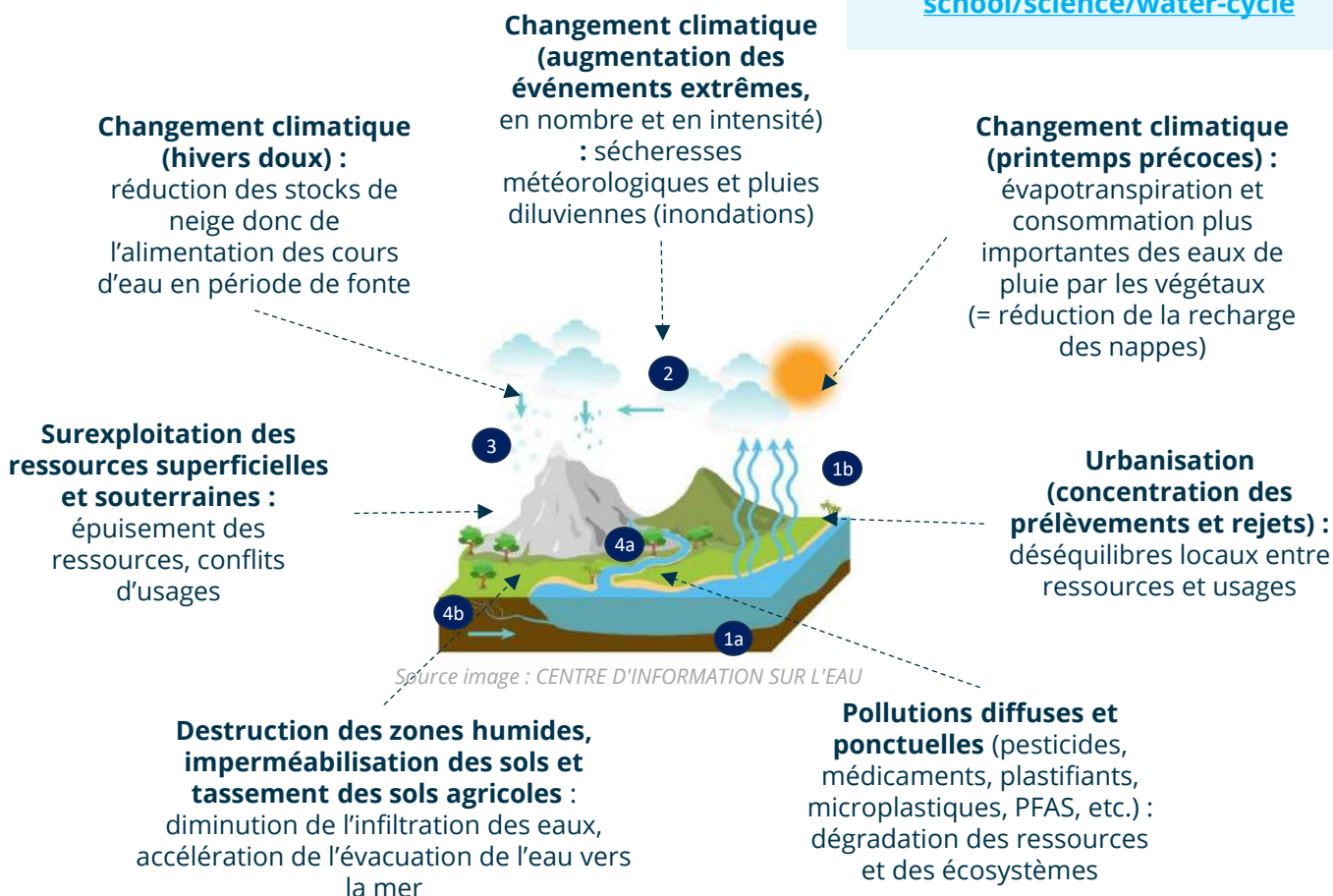


## Conclusion : un cycle de l'eau totalement modifié

Quelques exemples d'impacts des activités humaines sur le cycle de l'eau :

Pour un cycle de l'eau revu et intégrant ces perturbations, cf. *U.S. Geological Survey water cycle diagram (2022)* :

<https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/water-cycle>



## Des impacts économiques majeurs

Les conséquences négatives, et parfois dramatiques, sur toutes les activités humaines (eau potable, industrie, agriculture, etc.) ainsi que sur le fonctionnement des milieux naturels sont déjà présentes et s'amplifieront encore à l'avenir, avec des aléas climatiques (sécheresse et inondations) beaucoup plus intenses et fréquents.

L'ampleur du problème est considérable.

À titre d'exemple, le rapport de l'ONU (2019) estime que **45% du PIB mondial et 40% de la production céréalière sont en danger d'ici 2050, uniquement pour le risque eau.**

**Cette situation concerne aussi la France**, comme le montrent deux rapports parlementaires récents (Sénat : « Eau, urgence déclarée », 2016 ; Assemblée Nationale « gestion des conflits d'usage en situation de pénurie d'eau », 2020).

Pour les sites industriels, au-delà de leur performance industrielle et environnementale, c'est leur continuité d'activité ou encore la dévalorisation de leurs actifs qui doivent être interrogées.

**La stratégie d'efficacité hydrique répond à ces nouveaux enjeux.**

## PLANS EUROPÉEN ET FRANÇAIS

### ✓ Stratégie pour la résilience dans le domaine de l'eau

Afin de faire face à la **menace actuelle de notre approvisionnement en eau**, malgré son caractère essentiel pour notre mode de vie, notre économie et notre alimentation, la Commission Européenne a défini une stratégie de résilience.

Les objectifs affichés sont :

- **Restaurer et protéger le cycle de l'eau ;**
- **Construire une économie intelligente** dans le domaine de l'eau ;
- **Garantir à tous l'accès à une eau propre et abordable.**

### ✓ Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC)

Le 10 mars 2025, le gouvernement français publie le troisième plan national d'adaptation au changement climatique, pour **préparer une France à +4°C en 2100**.

La détermination de la trajectoire de réchauffement s'appuie sur le scénario tendanciel basé sur les données du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC).

Ce plan repose sur **5 axes principaux** (1/ Protéger la population 2/ Assurer la résilience des territoires, des infrastructures et des services essentiels 3/ Adapter les activités humaines 4/ Protéger notre patrimoine naturel et culturel 5/ Mobiliser les forces vives de la nation) et se décline en **52 mesures** pour tous les secteurs d'activité (notamment la **mesure 21 : préserver la ressource en eau face au changement climatique : renforcer le Plan Eau**).



[Stratégie pour la résilience dans le domaine de l'eau - Commission européenne](#)



[Le gouvernement lance un nouveau plan national d'adaptation au changement climatique | Ministères Aménagement du territoire Transition écologique](#)

# CONSÉQUENCES EN INDUSTRIE

L'inadéquation entre usages de l'eau souhaités et ressources disponibles va être de plus en plus fréquente et importante. Comme l'eau est au cœur de la quasi-totalité des activités humaines, cela va avoir un **impact global sur toutes ces activités** (avec des effets directs et indirects). C'est particulièrement le cas pour le secteur industriel.

## CONSÉQUENCES GÉNÉRALES

### Inadéquation entre ressources et usages

Les activités humaines et les milieux naturels se sont logiquement développés en adéquation avec leurs contextes hydriques naturels (climat, cycle de l'eau, hydrogéologie, ...).

L'énergie et les techniques (pompes, forages, retenues, traitements, ...) ont ensuite permis de développer les activités humaines au-delà de ce que permettait ce contexte naturel. Les moments de tension (sécheresses, inondations) restaient limités et peu fréquents.

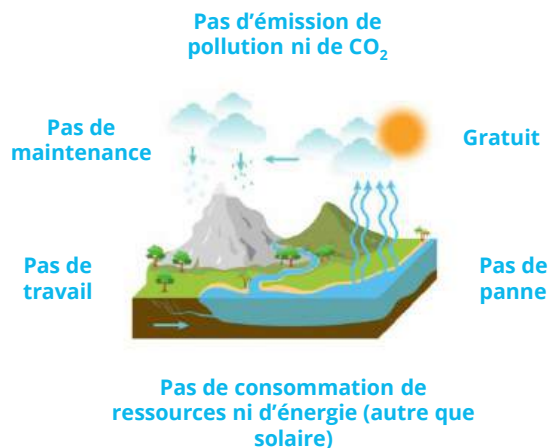
Cependant, la nouvelle situation (cf. [fiche 1.1](#)) devient telle que l'écart grandissant entre ressources disponibles et usages souhaités aura non seulement des impacts plus importants, mais ne pourra être réduit par plus d'énergie et plus de technique. Les solutions techniques deviennent en effet hors d'échelle (comment « réhydrater » une région qui s'assèche ?). Par ailleurs, cela impacterait notablement les modèles économiques : remplacer le cycle de l'eau naturel gratuit par une gestion anthropisée représente des investissements et des coûts d'exploitation gigantesques. Et cette solution contribuerait à aggraver encore le problème qu'elle est censée résoudre : consommation accrue d'énergie, de réactifs, de ressources, etc. donc accélération du déséquilibre global (effet shadok).

### Augmentation des coûts d'accès à l'eau

Une des conséquences directes sera l'augmentation des coûts d'accès à l'eau, quelle que soit la ressource utilisée.

L'eau étant un enjeu local, cette augmentation sera plus ou moins importante et rapide selon les territoires et les besoins de renouvellement des installations (exemple de prévision d'une commune française pour l'eau potable: 5,5 €/m<sup>3</sup> en 2023, 8,6 €/m<sup>3</sup> en 2026 et 11,2 €/m<sup>3</sup> en 2028).

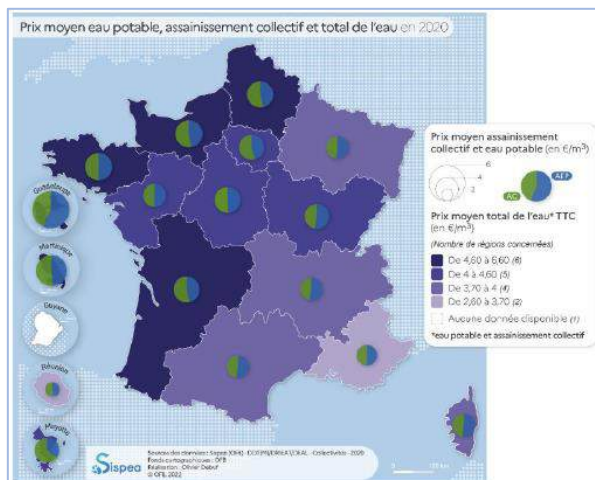
De plus, la tarification préférentielle pour les grands consommateurs (souvent rencontré en alimentation en eau potable) s'inversera progressivement.



Source image : CENTRE D'INFORMATION SUR L'EAU



Source image : Les Shadoks



[https://www.services.eaufrance.fr/cms/uploads/Rapport\\_Sispea\\_2020\\_VF\\_d7aafb9b3b.pdf](https://www.services.eaufrance.fr/cms/uploads/Rapport_Sispea_2020_VF_d7aafb9b3b.pdf)

## CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES DIRECTES POUR L'INDUSTRIE

### ▪ Continuité de l'activité et performance économique

Dans un tel contexte de sécheresse dures et d'aléas (cf. [fiche 1.1](#)), le risque de rupture d'approvisionnement en eau va devenir plus fréquent, quelles que soient les ressources utilisées (eau potable, eaux de surface ou eaux souterraines).

Par ailleurs, les variations de qualité d'eau de surface impacteront de même l'exploitation (traitements, incidents, ...).

### ▪ Arrêtés de restriction des usages de l'eau

Durant les périodes de sécheresse, les préfets peuvent prendre des mesures de limitation ou de suspension des usages de l'eau non prioritaires pour les particuliers et les professionnels, selon 4 niveaux de gravité : vigilance ; alerte ; alerte renforcée ; crise. En cas de crise, l'eau potable et les milieux naturels sont prioritaires sur tous les autres usages.

Ces arrêtés de restriction, de plus en plus nombreux, ont été complétés par l'arrêté du 30 juin 2023 relatif aux mesures de restriction, en période de sécheresse, portant sur le prélèvement consommation d'eau des ICPE : la totalité des départements français sont donc à présent couverts.

### ▪ Durcissement des autorisations de prélèvements et de rejets

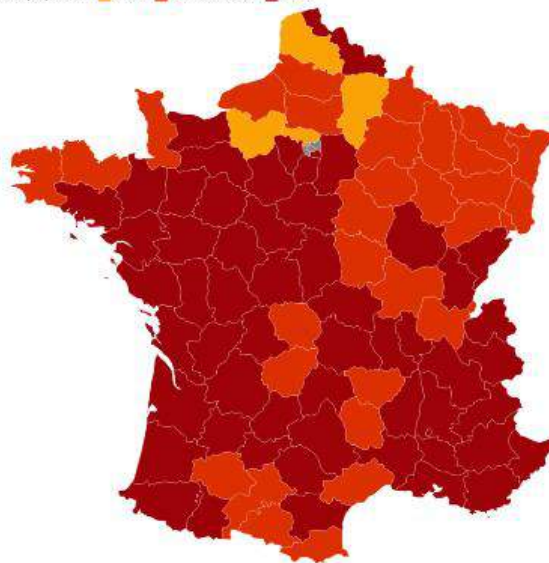
Des arrêtés préfectoraux complémentaires aux autorisations de prélèvement d'exploitation et de rejets sont émis de plus en plus fréquemment, avec des demandes de réductions de prélèvements structurelles (ex. : -20%) et conjoncturelles (ex. : -20% supplémentaires en cas de sécheresse).

Il est à noter que les rejets peuvent aussi être concernés, car lors d'une sécheresse, l'étiage (débit le plus bas du cours d'eau) devient si faible que le niveau de dilution des rejets n'est plus suffisant. Dans certains cas, l'autorisation de rejet est liée directement à la dureté de l'étiage.

1er août 2022

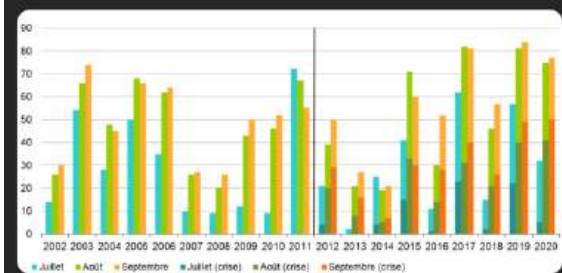
Niveau maximal des restrictions mises en place face à la sécheresse par département

■ Arrêté en préparation ■ Alerte ■ Alerte renforcée ■ Crise



<http://propluvia.developpement-durable.gouv.fr/propluvia/faces/index.jsp>

Évolution du nombre de départements touchés par des arrêtés de restrictions des usages de l'eau durant l'été



Couleurs plus sombres : crise

<https://www.eaufrance.fr/repere-arretes-secheresse>

### Ces limitations, administratives ou physiques, impacteront inévitablement la capacité de production des sites industriels.

« Durant la sécheresse 2022, certaines entreprises ont dû procéder à des fermetures partielles (un jour par semaine) », Rapport « retour d'expérience sur la gestion de l'eau lors de la sécheresse 2022 », Inspection générale de l'environnement et du développement durable

De même, certains sites classent leurs productions selon leur empreinte eau et leur importance économique, afin de hiérarchiser les fabrications à maintenir et celles à arrêter, momentanément ou définitivement

## AUTRES CONSÉQUENCES POUR L'INDUSTRIE

### ▪ Conflits d'usage

Comme l'a indiqué la mission d'information sur la gestion des conflits d'usage en situation de pénurie d'eau (A.N., rapport n°3061, 2020), « des situations de conflits entre usagers amenées à se multiplier dans un contexte de pression croissante sur la ressource en eau ».

### ▪ Contestation environnementale

Pour les mêmes raisons, les contestations environnementales, locales et nationales, seront amenées à se multiplier au fur et à mesure que les consciences de quantité d'eau prélevées et de qualité de l'eau des rejets deviendront de plus en plus marquées (ex. : *implantation de sites industriels grands consommateurs ou de bassines dans des régions déjà en tension hydrique*). Les industriels sont par ailleurs des cibles identifiables facilement (ex. : *pollution locale vs. pollution diffuse*).

### ▪ Atteinte à l'image (interne et externe)

Ces différents aspects (prélèvements et/ou de rejets de pollution), rejailliront sur l'image des entreprises notamment durant les périodes de crise, tant en interne (salariés, actionnaires) qu'en externe (riverains, associations environnementales, médias, ...).

### ▪ Dévalorisation des actifs

« Dans un avenir proche, les entreprises pourraient bien se retrouver avec des **actifs dévalorisés en raison du stress hydrique** si elles ne sont pas capables d'en faire plus avec beaucoup moins. L'avantage concurrentiel lié aux ressources en eau va prendre une importance croissante. »

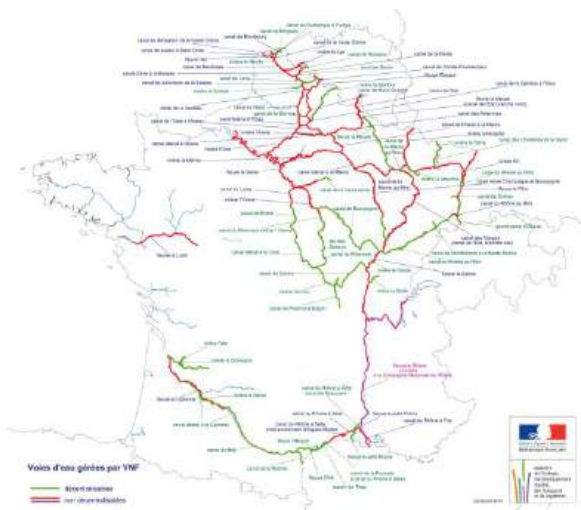
Un gestionnaire d'investissements opérant à l'échelle mondiale

### ▪ Réduction du transport fluvial

De manière directe (site) ou indirecte (fournisseurs), les restrictions de navigation dues au déficit hydrologique ont induit des limitations ou même des arrêts d'approvisionnement en matières premières mais aussi en transport des produits finis.



[https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/cion-dvp/115b3061\\_rapport-information#](https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/cion-dvp/115b3061_rapport-information#)



<https://www.senat.fr/leg/etudes-impact/pjl10-783-ei/pjl10-783-ei.html>

### Le fret fluvial européen s'effondre par manque d'eau

Le Rhin n'est pas le seul fleuve d'Europe durement touché par les conditions climatiques hors normes : le transport maritime sur le Danube et le Pô est fortement restreint. Les cargos n'y transportent que 25 % de leur charge habituelle.

<https://www.lesechos.fr/monde/europe/le-fret-fluvial-europeen-paie-le-prix-de-la-secheresse-1782500>

**Ce n'est pas le changement qui va coûter cher, c'est le maintien de l'organisation actuelle, devenue inadaptée à son nouveau contexte hydrique.**

## SPÉCIFICITÉS SECTORIELLES

La particularité principale de l'industrie pharmaceutique est d'être régie par les BPF de l'ANSM. En période de restriction d'eau, notamment, cette réglementation spécifique diminue les possibilités d'adaptations des industriels pour allier continuité des opérations et respect des restrictions.

Quelques solutions ont été identifiées par le Groupe de Travail sur l'Eau du Leem, et sont proposées ci-dessous en fonction des différentes catégories d'usage de l'eau. **Il est important de souligner que les solutions à court terme proposées n'impactent pas le respect des BPF, bien qu'elles s'appliquent à des catégories d'usage encadrées par les BPF.**

Catégorie d'usage	Risque encouru	Solutions à court terme
Usage BPF  Matière première	Volume d'eau disponible insuffisant pour couvrir les besoins de stérilisation des éléments de packaging (flacons, ampoules, seringues, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminution de la cadence estivale de production</li> <li>• Report de campagnes de production</li> </ul>
	Volume d'eau disponible insuffisant pour les procédés de fabrication nécessitant de l'eau : impossibilité de respecter le planning de production quel que soit la forme galénique du produit fini.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminution de la cadence estivale de production</li> <li>• Report de campagnes de production</li> <li>• Recherche de sources d'eau alternatives pour les procédés peu gourmands en eau uniquement (camions)</li> </ul>
	Volume d'eau disponible insuffisant pour mener à terme des lots de produits issus de biotechnologies car les procédés de fabrication durent généralement plusieurs semaines à plusieurs mois. Des restrictions d'eau entraîneraient l'interruption des lots en cours ainsi que leur refus.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminution de la cadence estivale de production</li> <li>• Report de campagnes de production</li> </ul>
Usage BPF  Agent de lavage	Volume d'eau disponible insuffisant pour effectuer un cycle de lavage conforme ou pour respecter le programme de production. En effet, les processus de nettoyage des locaux et des équipements de production doivent être validés selon les principes énoncés dans les BPF.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminution de la cadence estivale de production</li> <li>• Report de campagnes de production</li> </ul>
Usage BPF  Fluide thermique	Volume d'eau disponible insuffisant pour garantir les bonnes conditions climatiques dans les locaux de production.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettre en place des systèmes de boucle de refroidissement.</li> </ul>
	Volume d'eau disponible insuffisant pour réguler la température des procédés de synthèse biologique ou chimique.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduction des volumes réactionnels quand cela est possible</li> <li>• Report de campagnes de production</li> </ul>
	Volume d'eau disponible insuffisant pour garantir les bonnes conditions climatiques dans les entrepôts de stockage.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mouvements de stocks vers des zones non impactées</li> <li>• Sous-traiter le stockage</li> </ul>
Besoins domestiques	Volume d'eau disponible insuffisant pour garantir la restauration des employés ainsi que de bonnes conditions sanitaires comme le lavage des mains avant de pénétrer dans les zones de production.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arrêt des usages non prioritaires</li> <li>• Télétravail forcé lorsque cela est possible</li> <li>• Diminution temporaire du nombre de personnes sur site</li> <li>• Diminution de la cadence estivale de production</li> </ul>

## SPÉCIFICITÉS SECTORIELLES

D'autres actions générales à court terme sont également identifiées par le GT Eau du Leem, telles que :

- ✓ L'identification des fuites sur le réseau et leur réparation ;
- ✓ La diminution des arrosages et tontes des espaces verts ;
- ✓ La récupération d'eau de pluie, en vue de son utilisation en extérieur ;
- ✓ L'optimisation des essais hebdomadaires des vannes à incendies ;
- ✓ La réduction des quantités d'eau pour le nettoyage, grâce à la production en « campagne » ;
- ✓ Le suivi et l'amélioration des rendements de production d'eau purifiée ;
- ✓ L'optimisation du fonctionnement des systèmes de climatisation.

La mise en place d'une stratégie d'efficacité hydrique sur du plus long terme doit permettre de préserver la ressource en eau de notre pays, atteindre les objectifs de réduction du gouvernement, ainsi que d'assurer la continuité des activités industrielles, pendant ou en dehors des périodes de sécheresse.

La mise en place d'une stratégie d'efficacité hydrique devrait aussi permettre de bénéficier d'exemptions aux restrictions d'eau en période de sécheresse :

- Justifier d'une réduction du prélèvement d'eau de 20% par rapport au 01/01/2018
- Justifier de 20% d'eau réutilisée.

**ATTENTION :** ces exemptions sont décrites dans l'arrêté ministériel du 30 juin 2023 relatif aux mesures de restriction d'eau en période de sécheresse, mais les Arrêtés Préfectoraux, qui ont valeur légale d'application des mesures, peuvent ne pas reprendre ces exemptions.

# COÛT GLOBAL DE L'EAU : UN MONTANT SOUVENT SOUS-ESTIMÉ

La réduction des consommations et l'amélioration de la gestion de l'eau ne sont pas seulement des réponses à un monde qui entre en restriction, mais aussi des **leviers d'amélioration des performances économiques et environnementales de votre site**.

L'eau est, à tort, considérée comme peu coûteuse, car elle n'est généralement perçue qu'au travers de ses **coûts directs** "visibles", c'est-à-dire ses coûts en tant que matière (ex. : factures, taxes et redevances associées aux volumes et qualité des rejets).

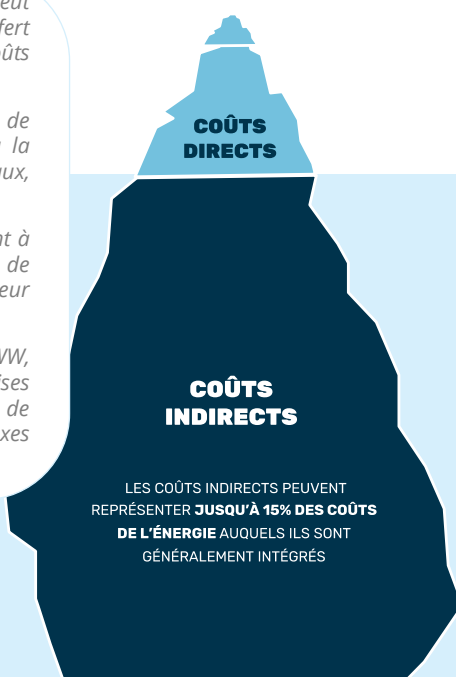
Cette vision est très partielle et induit en erreur dans l'analyse de la situation.

En effet, l'évaluation du coût de l'eau doit aussi prendre en compte les autres **coûts directs** : **investissements** (installations, réseaux, capteurs, pompes, etc.) et **coûts de fonctionnement** (énergie, réactifs, maintenance, analyses, masse salariale,...) nécessaires à la production des eaux standardisées et au traitement des eaux usées produites par le site.

De plus, en tant que fluide thermique et utilités (pour transporter, laver, rincer, dissoudre, etc.), ou encore en tant que solvant et ingrédient, l'eau irrigue en fait quasiment toutes les opérations industrielles. A ce titre, une gestion de l'eau imparfaite va impacter la productivité de ces opérations. Il est donc important de prendre aussi en compte les **coûts indirects** engendrés par ces impacts (: baisse de productivité, coûts de non-qualité, durabilité des installations, etc.). D'autres coûts indirects peuvent aussi être pris en compte, comme par exemple ceux liés à l'image (interne et externe) de l'entreprise, ou encore les coûts liés à l'adaptation aux changements (réglementation, etc.).

- 1 mm de tartre sur un échangeur peut induire une réduction de transfert d'énergie de 20 à 40%. Les surcoûts doivent être attribués à l'eau.
- Une mauvaise maîtrise de la qualité de l'eau peut réduire la durabilité et/ou la productivité des installations (réseaux, machines, etc.)
- Des incidents de fabrication conduisant à des rejets inadaptés aux installations de traitement vont dégrader leur performance et augmenter les coûts.
- Conformément à la MTD9 du BREF CWW, cela va aussi contraindre les entreprises IED à surdimensionner leur bassin de sécurité, avec des coûts annexes importants.

**Le coût global de l'eau recouvre un ensemble de facteurs et est spécifique à chaque usine, selon son contexte et ses utilisations de l'eau.**



### Approvisionnement

- Coûts matières (m<sup>3</sup>, taxes, redevances, etc.)

### Eaux standardisées et rejets

- Investissements, maintenance, fonctionnement (personnel, énergie, réactifs)

### Performance industrielle

- Baisse de productivité,
- Coûts de non-qualité

### Impacts et risques

- Sanitaires & environnementaux,
- Juridique,
- Image, ...

### Adaptation au changement

- Autorisations et conventions de rejets,
- Réglementation, BREF, ...

### Valorisation de l'image

- Adhésion des clients et des collaborateurs

### Durabilité des installations

- De production
- De traitement

### Leadership

- Imposer rythme et challenges aux concurrents

Source image : Aquassay

De plus, dans un contexte de restriction de l'approvisionnement (pour des raisons de sécheresse ou de contraintes administratives), **les coûts induits par un manque d'eau** doivent aussi être pris en compte. Il s'agit principalement de **pertes de production engendrant des coûts très élevés**.

**L'eau est donc un levier d'amélioration globale : en réduisant vos consommations, vous ne réduisez pas seulement vos coûts directs et votre empreinte hydrique, mais aussi les coûts indirects et coûts induits (moindre sensibilité aux contraintes), ainsi que votre empreinte environnementale (énergie, carbone émis, etc.).**

**Calculer le coût global de l'eau est donc plus complexe qu'il n'y paraît. Il n'est cependant pas nécessaire de chiffrer chacune de ses composantes. L'essentiel est de les identifier et d'être conscient de leur ordre de grandeur. L'évaluation du coût global de l'eau ne vise pas à un calcul précis mais à une simple estimation.**

En effet, d'une part, l'eau ayant des interactions avec l'ensemble des systèmes, certains effets sont trop complexes à démêler. D'autre part, la plupart de ces coûts ne sont pas suivis et ne peuvent qu'être estimés.

L'importance de ce coût global dépendra de chaque situation : activité, taille et âge du site, utilisations de l'eau (refroidissement, nettoyage en place (NEP), transport, vapeur, ingrédient, etc.), risques de restriction, etc.

Une méthode d'évaluation est présentée en [fiche 1.3](#).

Dans les évaluations menées en industrie, les ordres de grandeur observés sont les suivants :

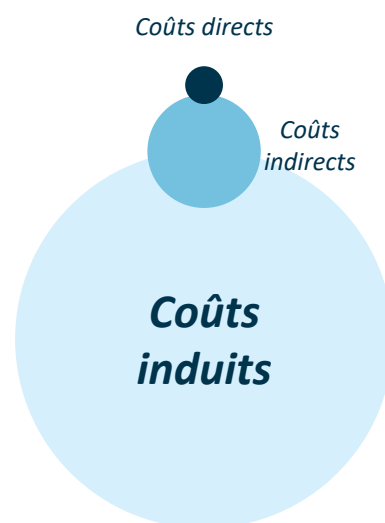
- **coûts directs visibles : quelques Euros le m<sup>3</sup>,**
- **coûts directs complets : quelques dizaines d'Euros le m<sup>3</sup>,**
- **coûts indirects : plusieurs dizaines d'Euros le m<sup>3</sup>,**
- **coûts induits : quelques centaines d'Euros le m<sup>3</sup>.**

La prise en compte du coût global de l'eau (même si celui-ci est imparfaitement mesuré), peut modifier considérablement les taux de retours sur investissements des actions identifiées.

**Réduire les consommations d'eau est en fait souvent rentable à court terme**, mais il faut aborder cette rentabilité sur un périmètre élargi (*coût global : gains en eau + énergie + temps de travail + produits chimiques + productivité + etc.*) et ne pas se limiter à calculer les gains directs liés au nombre de m<sup>3</sup> évités.

Il est à noter que le même raisonnement s'applique en aval des usages de l'eau : réduire les pollutions produites (*en agissant sur les opérations de production : procédés propres, tri des sous-effluents, etc.*) permet d'alléger les traitements, donc non seulement les coûts directs (taxes, etc.) mais aussi indirects (*énergie, réactifs, temps de travail, etc.*) y compris l'investissement en réduisant la taille de l'unité.

Par ailleurs, dans le contexte actuel de très fortes variations des coûts de l'énergie (*ce qui impacte ensuite toute la chaîne : réactifs, etc.*), couplées aux contraintes physiques (*changement climatique induisant une modification du cycle de l'eau et une forte augmentation des aléas*), cette approche permet aussi de **mieux anticiper les conséquences des augmentations et aléas.**



Source image : Aquassay

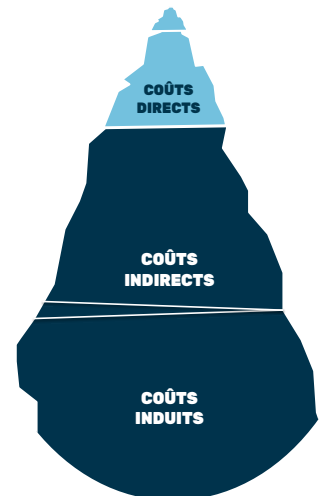
**L'évaluation du coût global de l'eau (cf. [fiche 1.3](#)) prend en compte les trois catégories de coûts (directs, indirects et induits) et permet :**

- 1 De poser un diagnostic correct sur l'importance de l'enjeu « eau » d'une usine,**
- 2 De hiérarchiser plus efficacement les actions d'amélioration à mener, en appliquant des taux de retour sur investissement plus réalistes.**

# MÉTHODE POUR ÉVALUER LE COÛT GLOBAL DE L'EAU

Objectif : identifier chaque composante du coût global de l'eau (direct, indirect et induit) et produire une estimation argumentée pour chacune d'entre elles.

- Chaque site a ses propres particularités et l'estimation du coût global de l'eau peut par ailleurs répondre à des objectifs différents (ex. : *analyse de performance, simple taux de rentabilité interne d'une action, justification d'un investissement, évaluation de pertes et risques financiers en cas de restriction, ...*). La méthode proposée ci-après doit donc être adaptée à votre situation.
- Selon votre besoin, vous pourrez n'évaluer que les composantes nécessaires (ex. : *uniquement les coûts directs*) et par ailleurs les quantifier plus ou moins précisément. Le plus souvent, il s'agit en effet d'obtenir des ordres de grandeurs (ex. : coût direct évalué entre 15 et 20 €/m<sup>3</sup>, au lieu des 2,5 €/m<sup>3</sup> correspondant au coût initial de la facture d'eau).
- Il reste cependant important de disposer d'une vue globale, présentant l'ensemble de ces composantes, afin de prendre conscience des enjeux, des ordres de grandeur et des leviers d'action. **Au-delà d'une meilleure prise en compte du coût de l'eau, une telle analyse permet aussi d'identifier des opportunités d'optimisation.**



## Principe général : mener l'enquête !

L'évaluation du coût global de l'eau prend en compte :

1. Les **coûts directs** : une partie de ces coûts est facile à chiffrer car les données existent et sont directement identifiables dans la comptabilité (ex. : *factures et taxes liées aux m<sup>3</sup>*). Une autre partie est moins accessible : amortissement des installations, énergie, réactifs, temps de travail, etc. liés aux traitements et usages des eaux. Ces coûts sont plus difficiles à obtenir car si des données existent, elles ne sont pas toujours rapportées à l'eau (ex. : les consommations électriques des pompes sont généralement placées de manière indifférenciée dans les dépenses d'énergies). Il sera alors nécessaire d'extraire les périmètres concernés ou, si cela n'est pas possible, de faire des estimations à partir d'entretiens avec les équipes (production, maintenance, environnement, ...).
2. Les **coûts indirects**, engendrés par une utilisation peu efficace ou une mauvaise gestion de l'eau (ex. : dépôts induisant des pertes de transferts de chaleur dans les échangeurs) ou encore les atteintes à l'image de l'entreprise. Le plus souvent, les données n'existent pas mais elles peuvent être estimées par des entretiens avec les équipes. Il peut par exemple s'agir de coûts associés à un incident (m<sup>3</sup> perdus + temps de travail + principaux consommables + pertes de production, etc. multipliés par le nombre d'occurrences dans l'année). Remarque : l'impact économique d'un événement peut être jugé important mais s'avérer être trop complexe à quantifier. Une fourchette purement estimative<sup>1</sup> pourra alors simplement lui être attribuée. Inversement, cet impact pourra être jugé mineur et ne nécessitant pas d'évaluation. L'événement sera alors simplement mentionné.
3. Les **coûts induits** sont ceux dus à la réduction des utilisations de l'eau (ex. : stress hydrique ou réglementation) entraînant une réduction de la production.

<sup>1</sup>Il faut malgré tout parvenir à asseoir cette estimation sur des éléments factuels, même incomplets et minorants. Si l'estimation est trop forte, c'est elle qui risque de constituer une part significative du coût et donc fausser le tri ou l'interprétation en regard des autres éléments qu'il s'agisse du chiffrage ou des coûts des "autres eaux".



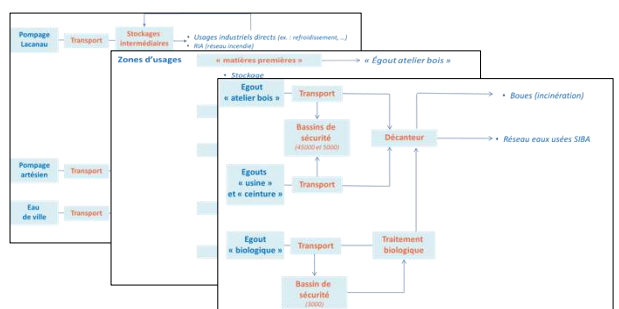
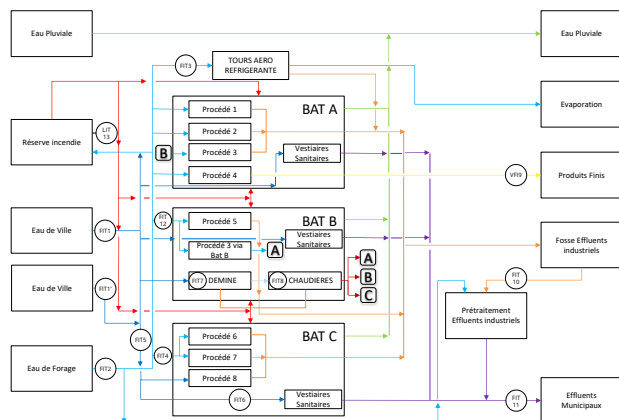
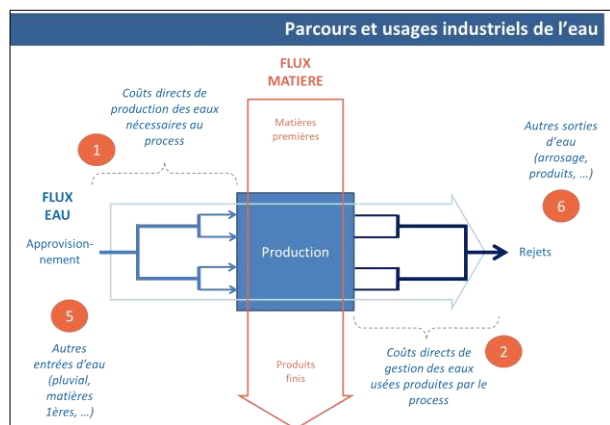
**Du fait de l'hétérogénéité des données et informations nécessaires au calcul du coût global de l'eau, il est indispensable d'indiquer l'origine de chaque valeur présentée afin de mettre en évidence leur fiabilité : s'agit-il d'une donnée précise et validée (ex. : facture) ou d'une « estimation maison » établie à partir d'entretiens ?**

**Il est donc essentiel de tracer les sources d'information et les méthodes de calcul ayant permis de produire le coût de chaque composant, afin de rendre la critique possible mais aussi de pouvoir facilement mettre à jour ou préciser ces estimations.**

### Évaluation des coûts directs et indirects

Les données et informations nécessaires sont souvent **dispersées** dans différents services (production, maintenance, environnement, comptabilité, etc.), **insuffisantes** (car collectées pour répondre à d'autres besoins) ou **absentes**.

Pour gérer au mieux cette diversité et limiter les oublis, le recueil des données et informations se fera **d'une part en suivant le fil de l'eau**, pour passer en revue chaque étape du parcours de l'eau d'une usine et **d'autre part en suivant le flux de matières** (des matières premières vers les produits finis), pour identifier les interactions entre la production et l'eau (ex. : des incidents peuvent occasionner des surconsommations ou des rejets de pollution). C'est-à-dire, en résumé :



Coûts directs - dépenses annuelles	Amortissement CAPEX annuel	Taxes, redevances	exploitation interne	exploitation externalisée	énergie	Consommables et déchets	maintenance interne	maintenance externalisée	Total €/HT/AN
<b>Approvisionnement et eaux techniques</b>									
eau de ville (consommation m3/an)									
eau de forage (consommation m3/an)									
Réseau approvisionnement: Pompes									
Bâches									
Débitmètres et sondes physico-chimiques									
analyses de laboratoire (prélèvements et labo)									
Production de vapeur									
Osmoseurs etc.									
<b>Sous-totaux</b>									
<b>Eaux usées</b>									
Taxes Agence de l'eau									
Redevance assainissement (UDE et commune)									
Réseau d'eau usées									
Bâches									
Unité de refroidissement									
Station de traitement des effluents liquides									
Débitmètres et sondes physico-chimiques									
analyses de laboratoire (prélèvements et labo)									
Déchets liquides (concentrés, vidanges, etc.)									
<b>Sous-totaux</b>									
<b>Total €/HT/AN</b>									

1 **Produire une vue générale du site** (cf. [fiche 2.2.4](#)), avec les zones qui le composent (ex. : ateliers) et **identifier les différentes ressources en eau du site** (ex. : alimentation en eau potable, alimentation en eau industrielle, forage, pompage en eau de surface, ... ) y compris, si celles-ci sont considérées comme non négligeables au regard des autres ressources, les eaux pluviales et les eaux introduites par les matières premières.

2 **Produire des schémas décrivant le parcours des eaux** (cf. [fiche 2.2.4](#)), dans chacune de ces zones, pour identifier étape par étape les endroits et moments induisant les coûts associés à l'eau. Les eaux intégrées aux produits et les boucles doivent être intégrées aux schémas.

3 **Préparer un guide d'entretien (tableau avec un onglet par zone)**, en listant les différentes étapes du parcours de l'eau (dans la 1ère colonne) et en indiquant tous les cas possibles de coûts directs et indirects : installations, consommables, énergie, temps de travail, déchets produits, maintenance interne, maintenance externe, analyse en laboratoire, capteurs, taxes, ... dans les colonnes suivantes).

- 4 **Mener des entretiens avec les équipes concernées** pour valider les schémas de chaque zone puis collecter les avis sur chaque étape de ce parcours et les coûts associés. Il pourra s'agir de coûts déjà connus ou faciles à retrouver (CAPEX, OPEX) ou d'informations (ex. : nombre d'heures de maintenance/semaine par opérateur ; nombre d'incidents/an, conséquences de chacun, etc.) qui permettront d'émettre des hypothèses de coûts. Rappel : tracer systématiquement l'origine des informations recueillies (document source, entretien avec XY, ...). *NB : toutes les cases du tableau ne doivent pas être remplies car certaines colonnes ne s'appliquent pas à toutes les opérations.*
- 5 **Transformer les informations collectées en données économiques** : collecter les coûts correspondants en collaboration avec la comptabilité analytique (CAPEX, amortissement, OPEX, masse salariale, coûts externes, etc.) et émettre des hypothèses de calculs pour chaque partie élémentaire. Ce tableau « calcul » peut être réalisé dans la continuité de chaque tableau « guide d'entretien » (cf. étape 3) afin de voir les correspondances entre déclarations recueillies lors des entretiens et valeurs chiffrées en € pour chaque étape du parcours de l'eau.
- 6 **Agréger les données** pour faire apparaître les différentes composantes du coût global : coûts directs vs. indirects, coûts par unité (ex. : €/m<sup>3</sup> d'eau déminéralisée produite), coût par produit fini (€/tonne produite), impact économique de toute action, etc.
- 7 Remarques : des réductions de consommation (ou de production de pollution) vont induire une réduction du coût global de l'eau (eau, énergie liée à l'eau, etc.), mais peuvent aussi permettre d'**éviter des investissements**. Par exemple, la réduction des consommations d'eau osmosée peut permettre de ne pas avoir à doubler la ligne d'osmoseur). Le calcul du coût de l'eau doit alors prendre en compte ces coûts **évités** (CAPEX et OPEX).
- 8 Pour les entreprises multisites, ces évaluations peuvent permettre de **constituer des références internes**, par type d'activité ou d'utilité et ainsi **identifier les opportunités d'améliorations** pour chacun d'entre eux.

## Évaluation des coûts induits

Les coûts induits sont ceux de l'activité non réalisée. En d'autres termes, **il s'agit d'identifier la valeur de l'eau dont on ne dispose plus** (ex. : arrêté préfectoral sécheresse).

Pour les évaluer, une matrice reliant « consommation d'eau (m<sup>3</sup>) / chiffre d'affaires / rentabilité » par produit fini sera établie, en dehors des volumes indispensables à l'opérabilité du site.

Plusieurs scénarios-types peuvent être explorés (par ex. : -25 et -50% sur 1, 3 et 6 mois), afin d'identifier les impacts économiques engendrés par une réduction de l'approvisionnement en eau et donc d'éclairer les moins mauvais choix pour les intérêts de l'activité :

- Identifier les mesures d'économie possible à iso-production (même si cela induit une hausse des OPEX),
- Identifier et prioriser les productions en m<sup>3</sup>/t et choisir un plan de réduction ou d'arrêt de certaines productions,
- Identifier les alternatives d'approvisionnement client et les coûts associés.

Quel que soit le scénario choisi, cette approche permet de calculer les coûts induits en « €/m<sup>3</sup> d'eau manquant » et donc de mettre en évidence l'intérêt et la rentabilité des actions de réduction des consommations d'eaux, avant la survenue de ces restrictions, afin d'éviter ou de limiter les risques de ce type d'impact.



### Retour d'expérience

Identifier et prioriser les productions revient à établir le tableau des consommations spécifiques d'eau, c'est à dire les volumes de toutes les eaux requises en m<sup>3</sup> pour produire une tonne de ce produit.

Il faut contrebalancer cet élément avec la marge réalisée sur ce produit et, bien sûr, l'enchaînement des productions sur le site (si on ne peut pas faire de B sans faire de A, la décision "arrêter A pour se concentrer sur B" n'a pas de sens, sauf si on peut importer un peu de A à un coût acceptable...

# LA STRATÉGIE D'EFFICACITÉ HYDRIQUE

Développée dans un monde où l'eau n'était pas un enjeu, la gestion de l'eau doit être repensée pour tenir compte de la nouvelle situation. Il est à noter que cette évolution est une occasion de progresser et d'améliorer la performance économique et environnementale des sites industriels. **Concrètement, il s'agit de déployer une stratégie d'efficacité hydrique, comme il y en a eu une d'efficacité énergétique.**

## CHANGER DE PARADIGME

### Gestion de l'eau historique : répondre à la demande

Jusqu'à présent, l'eau ne semblait pas être un enjeu majeur (disponibilité forte, coût apparemment faible).

De ce fait, la gestion de l'eau a principalement consisté à **répondre à la demande**, c'est-à-dire répondre aux besoins des usages, par des solutions techniques, en amont (ex. : *nouveaux prélèvements, production d'eaux standardisées : déminéralisée, osmosée, etc.*) et en aval (ex. : *procédés de traitement des eaux usées*) des opérations de production.

Ceci entraîne une multiplication des installations et donc une augmentation des CAPEX et OPEX (temps de travail, énergie, réactifs, etc.), et cette stratégie semble pertinente tant que les ressources le permettent et que ces coûts ne paraissent pas élevés (ce qui est cependant souvent une erreur, cf. [fiche 1.3](#)).

Par ailleurs, la gestion des eaux usées a consisté à collecter, mélanger puis épurer l'ensemble des effluents d'un site, afin d'éviter que tout polluant ne sorte du site sans avoir été traité. Des effluents parfois très différents sont alors mélangés : des eaux claires avec des phases aqueuses chargées en solvant, en détergents ou en matières actives, etc. Cette stratégie peut être contreproductive car elle rend quasiment impossible le traitement ou la valorisation de ces sous-effluents dans des filières dédiées (cf. [fiche 1.4](#)), de la même manière qu'il est contreproductif de mélanger des déchets de nature différente (ex. : *verre, papier, plastique, médicaments, déchets alimentaires,...*). Ceci conduit entre autres à un surdimensionnement des installations de traitement et à une faible valorisation des sous-effluents.

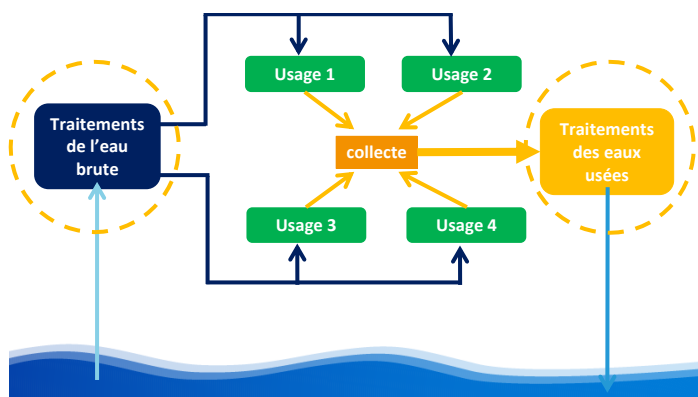


Illustration de la situation actuelle :  
une gestion de l'eau centrée sur les traitements  
Source image : Aquassay

L'enjeu technologique clé de l'actuelle stratégie de gestion de l'eau est donc le **traitement**, dimensionné pour répondre à chaque besoin.

La pertinence et l'efficacité de chaque utilisation de l'eau, ainsi que la cohérence de l'ensemble ne sont que peu interrogées, ce qui a parfois engendré des passoires hydriques, comme cela avait été le cas avec l'énergie (passoires thermiques).

Dans le nouveau contexte, cette stratégie s'avère inadaptée économiquement (*augmentation des CAPEX et OPEX*) et environnementalement (*ressources limitées et augmentation de la consommation de ressources : énergie, réactifs, etc.*).

**L'eau doit aujourd'hui être perçue comme un levier, agissant sur la performance globale d'un site industriel.**

## Efficacité hydrique : agir sur la demande

Inversement, la stratégie d'efficacité hydrique **vis** non pas à répondre à la demande, mais à la **réduire**, afin de n'avoir ainsi à gérer que ce qui n'aura pu être évité. Il est à noter que l'efficacité hydrique vise la réduction des consommations et des pollutions produites.

Elle induit des gains économiques (ex : réduction du nombre et de la taille des installations de gestion de l'eau, productivité,...) et environnementaux (réduction des prélèvements et des rejets, réduction de consommation d'énergie et réactifs associées à la gestion de l'eau, ...).

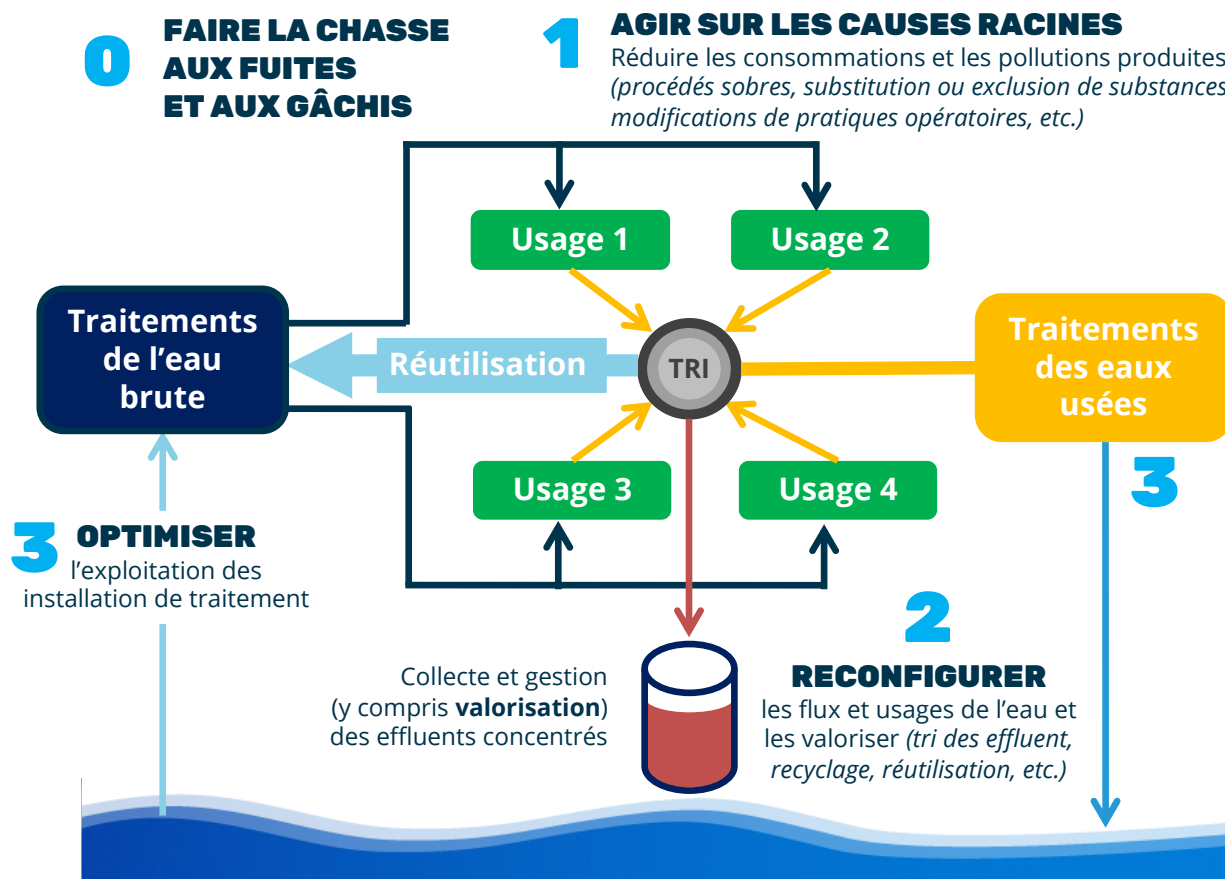


Illustration de la stratégie d'efficacité hydrique : agir prioritairement sur les usages. Source image : Aquassay

## Efficacité hydrique : une démarche globale, systémique et intégrée

L'eau parcourt l'usine et chacune des étapes peut être en interaction avec la précédente (ex. : le diamètre des tuyaux ou la capacité de production d'eau standardisée limite la capacité des opérations de production) ou la suivante (ex. : la réduction des consommations peut entraîner des dysfonctionnements de la station d'épuration, si la charge de pollution n'a pas été modifiée).

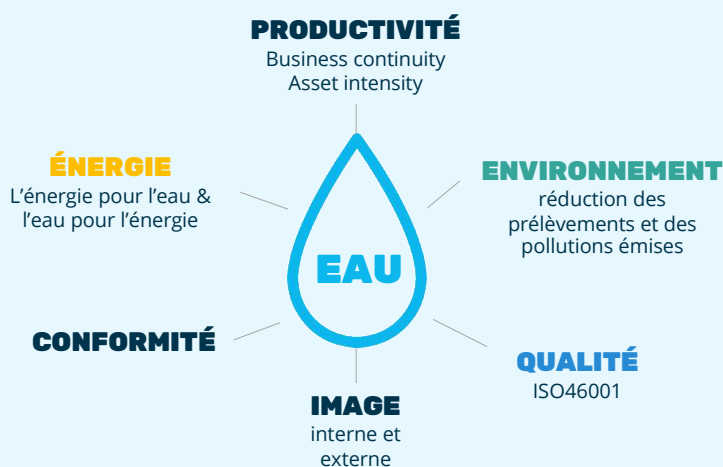
De même, alors que l'usine évolue dans le temps (augmentation de capacité de production, modification du mix produits, etc.), c'est rarement le cas des installations de gestion de l'eau. Ceci peut entraîner une inadéquation entre ces installations et les objectifs de traitement (ex. : de nouvelles productions peuvent entraîner des effluents plus acides qu'initialement prévu et donc dégrader les réseaux d'eaux usées, jusqu'à les rendre inopérants).

Or l'eau est souvent gérée de manière cloisonnée (services environnement / maintenance / production /...).

Déployée sur un site industriel, la stratégie d'efficacité hydrique privilégie donc une approche :

- > **Globale** : pour disposer d'une vision de l'ensemble du parcours de l'eau, de la ressource au milieu récepteur,
- > **Systémique** : pour identifier les interactions entre chaque étape de ce parcours de l'eau,
- > **Intégrée** : pour suivre les flux, traitements et utilisations de l'eau.

Ceci nécessite de **produire une vision détaillée de ce système eau.**



Source images : Aquassay

**Dans les milieux naturels, dans les villes comme dans un site industriel, l'eau est un système et il faut donc aborder sa gestion de manière systémique.**

## Efficacité hydrique : principes opérationnels

En résumé, il s'agira donc de combiner les actions suivantes :

1. **Évolution des utilisations de l'eau** (procédés sobres ou propres, modifications de pratiques opératoires, sensibilisation et formation, substitution ou exclusion de substances, etc.) ;
2. **Réorganisation et valorisation des effluents** : tri des effluents et sous-effluents ; réutilisation d'effluents sans traitement (cascades d'usages) ou avec (réUT) ;
3. **Diversification des ressources** : valorisation des eaux pluviales ; réUT externe ;
4. **Amélioration de la performance des installations** de traitement, distribution et utilisations de l'eau.

Ceci nécessite de produire une vision détaillée du système eau du site industriel.

**L'enjeu clé de cette stratégie n'est donc plus le traitement de l'eau, mais l'information.**

L'objectif est de savoir précisément qui fait quoi avec l'eau : consommations (qualité et quantité), utilisations et rejets (qualité et quantité) à l'intérieur du périmètre technique de l'usine.

Cette analyse fine des usages, des flux et des traitements, sans dissocier quantité et qualité des eaux, permet **d'identifier et hiérarchiser les points d'amélioration et de risques** mais surtout de disposer d'une **compréhension systémique** et ainsi d'identifier les incohérences à l'échelle des sous-systèmes et du site.

Cela permet ensuite de préconiser des solutions organisationnelles et/ou techniques adaptées à chaque situation.

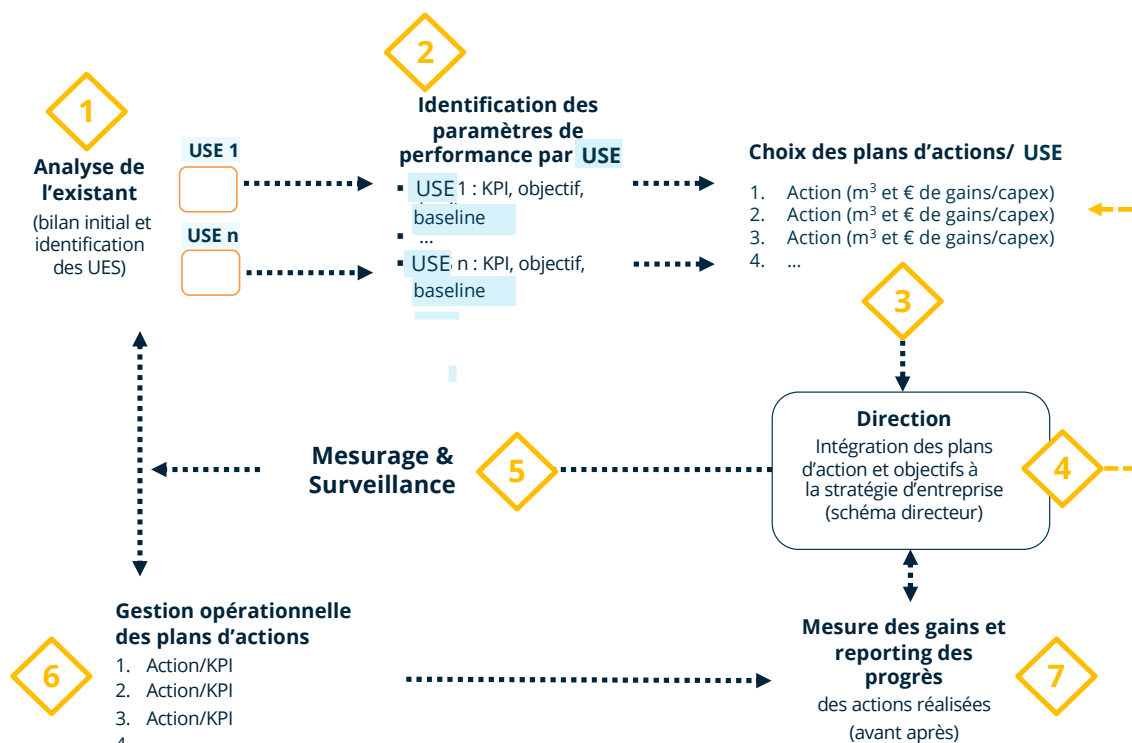
Compte tenu du fait que la gestion de l'eau est à ce jour assez peu instrumentée, ce diagnostic sera progressivement déployé, jusqu'à atteindre une maîtrise des flux physiques et des flux de données liés à l'eau.

# LA MÉTHODE DE L'EFFICACITÉ HYDRIQUE EN INDUSTRIE

## L'efficacité hydrique c'est quoi ?

Dans la norme ISO 46001, **l'utilisation efficiente de l'eau** est définie comme l'accomplissement d'une fonction, d'une tâche, d'un processus, d'un service ou d'un résultat, avec la **quantité minimale d'eau possible**. L'efficacité hydrique entendue dans ce document, va au-delà et intègre une approche globale et multicritères (quantitatif, qualitatif, performance, pollution, contraintes règlementaires,...)

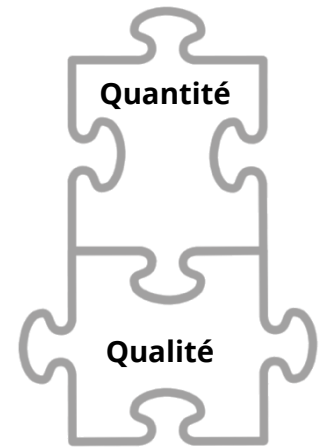
**Cette démarche repose sur les 7 piliers de toute démarche d'amélioration continue (voir schéma ci-dessous). Elle est centrée sur l'identification, le mesurage et la mise sous surveillance des Usages Significatifs de l'Eau (USE).**



## Quantité et qualité sont indissociables

La quantité et la qualité de l'eau sont **deux dimensions concrètes, extrêmement imbriquées qu'il est indispensable de considérer ensemble**. Un processus d'efficacité hydrique impose de considérer les éléments de qualité tout autant que les éléments quantitatifs du processus considéré (ici une usine dans sa globalité). L'eau est un fluide traversant les sites industriels et toute action sur les volumes aura des impacts sur la qualité (concentration et température des rejets par exemple) et inversement.

De plus, au-delà des objectifs de réduction fixés par le management, le site s'inscrit généralement dans un contexte qu'il est indispensable d'étudier, afin d'intégrer les enjeux locaux spécifiques à la démarche d'amélioration globale du système « eau ». Ainsi les contraintes réglementaires, contractuelles, ou de tierces parties devront faire l'objet d'une synthèse formalisée.



## Le schéma directeur

Un programme d'efficacité hydrique se comprend comme un **processus d'amélioration continue concernant les usages efficaces de l'eau**.

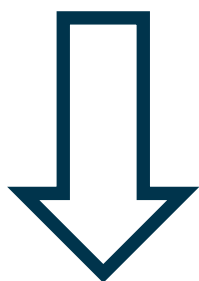
Ce processus nécessite la mise en place d'une organisation au sein de l'entreprise, pour réaliser les actions. **Ces actions pratiques ont pour vocation de construire la documentation et d'alimenter les systèmes de management du site avec des outils méthodologiques.**

Il s'agit d'une démarche :

- D'identification des Usages Significatifs de l'Eau (USE),
- D'identification des paramètres de performance par USE,
- D'amélioration de la performance ou efficacité hydraulique quantitative (diminution des quantités utilisées), par la mise en place d'un plan d'action par USE d'amélioration des RÈGLES ou des RÉGLAGES (actions d'ordre organisationnelles ou opérationnelles nécessitant en général peu d'investissement),
- D'identification par USE des opportunités de substitution, par la RÉUTILISATION ou le RECYCLAGE (actions d'ordre technique, nécessitant en général un investissement)
- D'anticipation des évolutions réglementaires à venir, de réduction de volume ou de qualité (rejets, ..) plus contraignantes.

## DÉCLINAISON MÉTHODOLOGIQUE

	①	②	③	④
Outils	<b>PROCESS FLOW DIAGRAM</b> <i>Fiche 2.2.4</i>	<b>PLAN DE COMPTAGE</b> <i>Fiche 2.2.2</i>	<b>MATRICE QUANTITÉ/ QUALITÉ/ USAGES</b> <i>Fiche 2.2.5</i>	<b>INDICATEUR</b> <i>Fiche 2.2.3</i>
	2 schémas	Tableur	Tableur	Tableur
Objectifs	Décrire les limites de batterie, (c'est à dire limite de périmètre, de services, de fournitures et de responsabilités)  Décrire les flux physiques internes	Décrire les flux de données associés aux flux physiques  Lister les équipements de mesure et leurs grandeurs caractéristiques	Connaître les usages associés aux flux physiques, leurs qualités et destinations  <i>À noter qu'un diagramme de Sankey peut être réalisé en complément à la matrice pour représenter très visuellement les flux et identifier instantanément les flux significatifs (USE)</i>	Suivre les évolutions sur la base d'indicateurs de consommation spécifique (m <sup>3</sup> / tonne par exemple)
Résultats	Décrire l'existant Identifier des anomalies		Identifier les USE  Identifier les opportunités de réduction	Valider les progrès  Surveiller la performance



La réalisation rigoureuse de ces 4 étapes permet d'identifier :

1. les axes de progrès déjà connus par les équipes site, mais peu exploités.
2. les problématiques de quantité et/ou qualité du point de vue des utilisateurs.
3. les fractions de volumes consommées non mesurées, par type de qualité, et ainsi d'identifier les enjeux et besoins additionnels de métrologie.

## ⑤ ÉLABORATION D'UN SCHÉMA DIRECTEUR

**3R**  
Eau

Réduction  
Réutilisation  
Recyclage

**AMÉLIORATION CONTINUE**  
(Schéma directeur)

- **Actions organisationnelles ou opérationnelles**
- **Actions techniques**
- **Investissements**

## Bilan initial

Le bilan initial consiste en la réalisation d'un **bilan contextuel** du site, c'est-à-dire l'identification des contraintes & enjeux du site pour chacune des sources d'approvisionnement d'eau (*adduction publique, eau issue de forage, eau issue de cours et/ou retenue d'eau, eau réutilisée...*), et chacun des types et des points de rejets (*eaux industrielles usées, eaux pluviales, évaporation, eaux vannes*). **L'objectif est de réaliser une synthèse des contraintes et des enjeux du site.**

Les éléments suivants doivent être évalués :

- **Cadre réglementaire et/ou contractuel** (autorisation de prélèvement, convention de déversement, arrêté préfectoral, ...) :
  - > Collecter et centraliser les documents dans une archive à maintenir à jour,
  - > Résumer les principales exigences et notamment les limites de quantité et ou qualité dans un listing,
- **Identifier sur l'année précédente** et l'année en cours si des incidents ont eu lieu sur la gestion de l'eau :
  - > Dépassements de normes et ou de limites (internes et ou externes)
  - > Restrictions (limitations temporaires en prélèvements comme en rejets)
  - > Impact sur la production (défaut qualité, productivité, encrassement, corrosion, etc.)
- **Coûts d'approvisionnement et de traitement non environné :**

À ce stade il s'agit uniquement de savoir à quelle valeur monétaire est associée le coût d'approvisionnement et de rejet au m<sup>3</sup> par les contrôleurs de gestion du site considéré. La définition de coût global de l'eau est détaillée en [fiche 1.3](#).

- **Définition du contexte hydrique du site :**

- Recueil des données existantes dans les bases de données des agences de l'eau, des conseils régionaux, concernant les données générales des milieux de prélèvements et ou de rejet.
- La région est-elle soumise à restrictions ? Le site est-il en zone particulière (Natura 2000, Site classé pour la protection des espèces, ...) ?
- Existe-t-il des conflits d'usage liés à l'eau avec des tierces parties ?
- Il est à noter que pour les sites prélevant de l'eau dans une nappe, il est pertinent de collecter des informations sur l'évolution de cette nappe et sur les capacités de pompage associées.



Un outil d'auto-évaluation (FSAT, Factory Self-Assessment Tool) est disponible auprès de la FEFIS pour vous aider à identifier et évaluer les enjeux et les risques, mais également à rationaliser le niveau de maîtrise selon une méthode de classification habituelle (niveau de maîtrise x niveau de risque).

## Documentation

### ► Connaissance et compréhension des flux physiques & des flux de données associés

Pour chacune des sources d'approvisionnement d'eau (*adduction publique, eau issue de forage, eau issue de cours et ou retenue d'eau, eau réutilisée, recyclée...*) et chacun des types et points de rejets (*eaux industrielles usées, eaux pluviales, eaux vannes*) **la double réalité quantité/qualité des flux physiques est étudiée.**

Lors de la collecte des informations sur les flux physiques, il est nécessaire de considérer en parallèle les informations produites sur l'eau, c'est à dire de **lister les outils de mesure présents sur les réseaux d'eaux significatifs** et de **collecter les contrôles qualité** faits sur l'eau et de comprendre leur objet.

L'objectif de cette étude, qui nécessite généralement de collecter beaucoup d'informations et d'interviewer beaucoup d'acteurs, est de réaliser concrètement plusieurs documents. Pour ce faire nous recommandons l'enchaînement suivant des principaux travaux.

## 1 Collecte de la documentation existante (liste non exhaustive, fournie à titre d'exemple) :

- > Documents réglementaires applicables (*arrêtés préfectoraux, autorisation de rejet, convention de rejet...*),
- > Schéma et plans de réseaux (*approvisionnement et rejet, pour les différentes qualités d'eau*),
- > Schéma des installations de traitement des eaux (*PID, synoptiques, vues de supervision...*),
- > Etudes antérieures menées sur le système eau (*en approvisionnement comme en rejet*),
- > Données relatives à l'eau (*notamment les relevés de compteurs et les mesures de qualité des rejets, ainsi que des éventuels documents de synthèse*),
- > Production : informations relatives au planning de production, aux modes de fonctionnement, à des variations saisonnières / mensuelles / hebdomadaires, contraintes et dysfonctionnements,...

## 2 Renseignement du FSAT

<b>Connaissance des flux physiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les principales informations relatives aux usages de l'eau sont-elles connues?</li> <li>▪ La majorité des flux est-elle identifiée?</li> <li>▪ Des projets de gestion des eaux existent-ils ?</li> <li>▪ L'utilisation de l'eau est-il un enjeu critique pour le site (qualité/ quantité)?</li> </ul>
<b>Connaissance des flux de données</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Le site est-il en capacité de produire des données de qualité?</li> <li>▪ Un système de management des données existe-t-il ?</li> <li>▪ Ce système est-il efficace et les données sont-elles exploitées?</li> </ul>
<b>Management</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Existe-t-il une gestion globale de l'eau?</li> <li>▪ Y a-t-il des incidents liés à l'eau?</li> <li>▪ L'eau est-elle perçue comme un enjeu important par le Top Management?</li> </ul>

## 3 Étude des bilans existants

- > Collecte et centralisation des données des bilans quantitatifs et/ou qualitatifs effectués récemment ou en cours, à défaut des études plus anciennes toujours pertinentes.



Il est à noter que la collecte de l'ensemble de ces données nécessite une approche globale des flux, pour que les interlocuteurs identifient l'ensemble des contributeurs.

À titre d'exemple, il faut s'intéresser aux flux et qualités des eaux échangées avec des partenaires de plateformes, à la vapeur achetée/vendue, condensats récupérés / renvoyés aux fournisseurs de vapeur,...

## 4 Élaboration de la documentation du programme d'efficacité hydrique

### Flux physiques :

- > Schéma de flux aux limites de l'usine
- > Schéma des flux internes de l'usine
- > Matrice quantité/qualité/usage/destination
- > Optionnel : Diagramme de Sankey

### Flux de données :

- > Plan de comptage (*directement sur le schéma des flux internes*)
- > Listing métrologique
- > Listing des indicateurs

La description de la méthode de création de chacun de ces outils et des exemples concrets sont communiqués dans les fiches méthodologiques dans la suite du document.



Les outils documentaires présentés ici sont détaillés dans les fiches méthodologiques du Guide.



**De la métrologie à la donnée : capteur, qualité, gestion** (cf. [Fiche 2.2.2](#))



**Indicateurs et revues périodiques** (cf. [Fiche 2.2.3](#))



**Schéma des flux de l'usine (PFD)** (cf. [Fiche 2.2.4](#))



**Matrice quantité / qualité / usage / destination** (cf. [Fiche 2.2.5](#))



**Identification de projets selon l'approche 3R** (cf. [Fiche 2.2.6](#))



# **CHAPITRE 2**

Les fiches méthodologiques

# **Introduction & Démarche d'amélioration continue**



# UNE INÉVITABLE TRANSITION HYDRIQUE

## Résumé chapitre 1

**Utiliser l'eau** nécessite de disposer de cette ressource en **quantité, qualité et au moment opportun**. L'eau **disponible** pour la plupart de nos usages (c'est-à-dire douce et accessible) est **faible en quantité** et son **inégaie répartition** à la surface du globe en fait un enjeu local.

Les **perturbations** (anthropisation, diminution de la qualité, surconsommation et changement climatique) du cycle de l'eau sont établies, modifiant significativement les services rendus par ce cycle naturel.

- Des conséquences économiques majeures découlent de ces perturbations, notamment pour le monde industriel, telles que :
- Assurer la continuité de l'activité et la performance économique ;
- Faire face aux aléas (notamment arrêté préfectoraux pris en cas de sécheresse) ;
- Anticiper les évolutions réglementaires (réduction des prélèvements, modification des limites autorisées des rejets) ;
- Comprendre et se préparer aux conflits d'usages ;
- Etc.

La **transition hydrique** est un changement de paradigme dans la **compréhension des flux et usages** de l'eau et donc des moyens à mettre en œuvre pour continuer à assurer la performance économique, industrielle et environnementale :

- Trouver des **leviers d'action sur le cycle de l'eau** au sein d'une entreprise est **combiné à des axes d'amélioration indirects** sur les consommations énergétiques, le temps disponibles des collaborateurs, les consommations de produits chimiques, la disponibilité des lignes de production, etc. ;
- Evaluer de manière plus réaliste le **coût global de l'eau** permet de **concrétiser les projets** (notamment d'investissement) qui verront le jour **ultérieurement** ;
- Produire des **informations opérationnelles intelligibles** à partir de données brutes (de différentes natures, de différentes sources, à destination de différents utilisateurs, etc.) **est l'enjeu du monde industriel pour caractériser** les flux et usages avant de faire des choix technologiques (notamment de traitement des eaux).

La **méthodologie d'efficacité hydrique**, s'appuyant sur la norme **ISO 46001**, suit l'amélioration continue (Plan, Do, Check, Act) et se base sur la **caractérisation fine des flux, usages et traitements de l'eau** (édition de documents socles, amélioration du plan de comptage, etc.) pour identifier des projets suivants la **règle des 3R** (identification prioritaire de projet de sobriété avant la réutilisation et le recyclage).

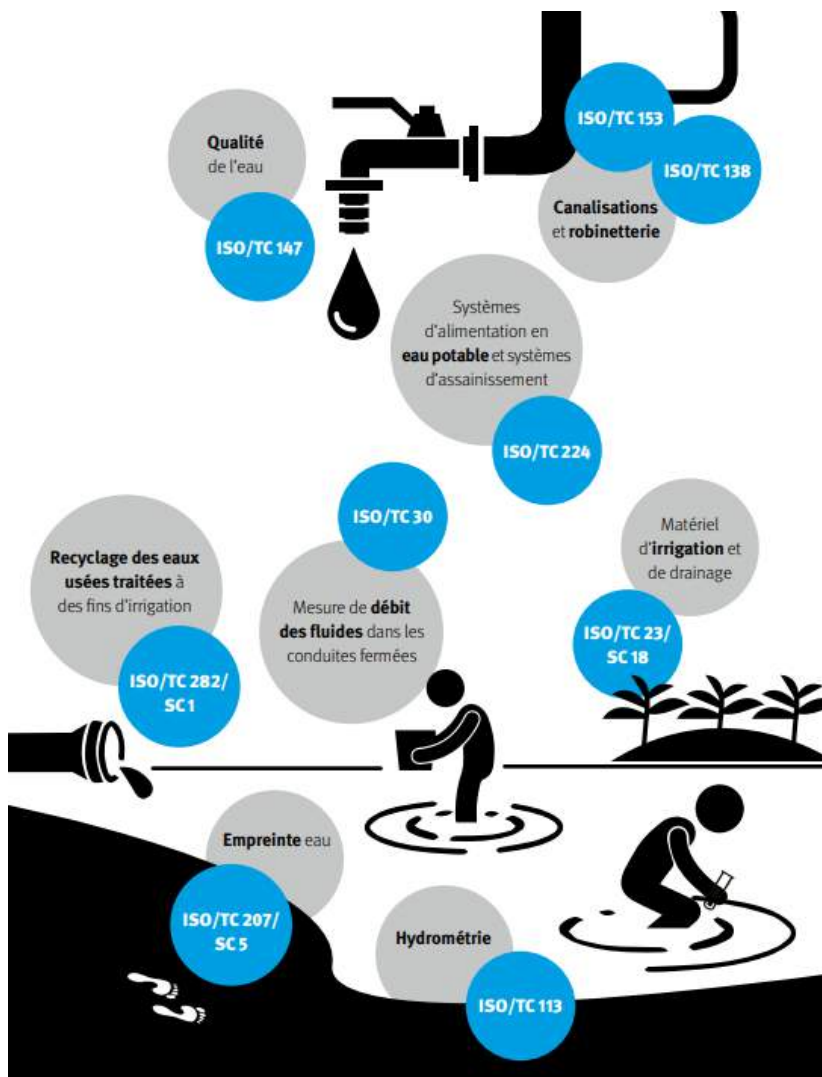
# MANAGEMENT DE L'EAU : MODÈLE ISO46001 APPLICABLE

La norme ISO 46001 : 2020, norme française éditée conformément au standard international ISO 46001 : 2019, spécifie des exigences concernant l'établissement, la mise en œuvre et le maintien d'un système de management de l'utilisation efficiente de l'eau et donne des recommandations pour son utilisation.

## Amélioration continue

L'ADN porté par la norme ISO 46001 s'appuie sur l'amélioration continue (Plan, Do, Check, Act). Les fiches méthodologiques reprennent cette organisation générale en l'adaptant à la réalité de réalisation dans le monde industriel.

**Contexte :** ce référentiel système ISO 46001 vient compléter une série de référentiels techniques ISO dédiés à l'univers de l'eau qui couvrent diverses thématiques.



Les normes ISO sont élaborées par des groupes d'experts au sein de comités techniques (TC).

Ces TC rassemblent des représentants de l'industrie, des organisations non gouvernementales, des gouvernements et d'autres parties prenantes qui sont proposés par les membres de l'ISO.

Chaque TC se consacre à une question spécifique. Pour ce qui est de l'eau, par exemple, il existe des comités pour l'évaluation de notre empreinte eau, la qualité de l'eau, l'assainissement ou le recyclage des eaux usées,

Source : [www.iso.org](http://www.iso.org)

## Contenu et objectifs de la norme NF ISO 46001:2020

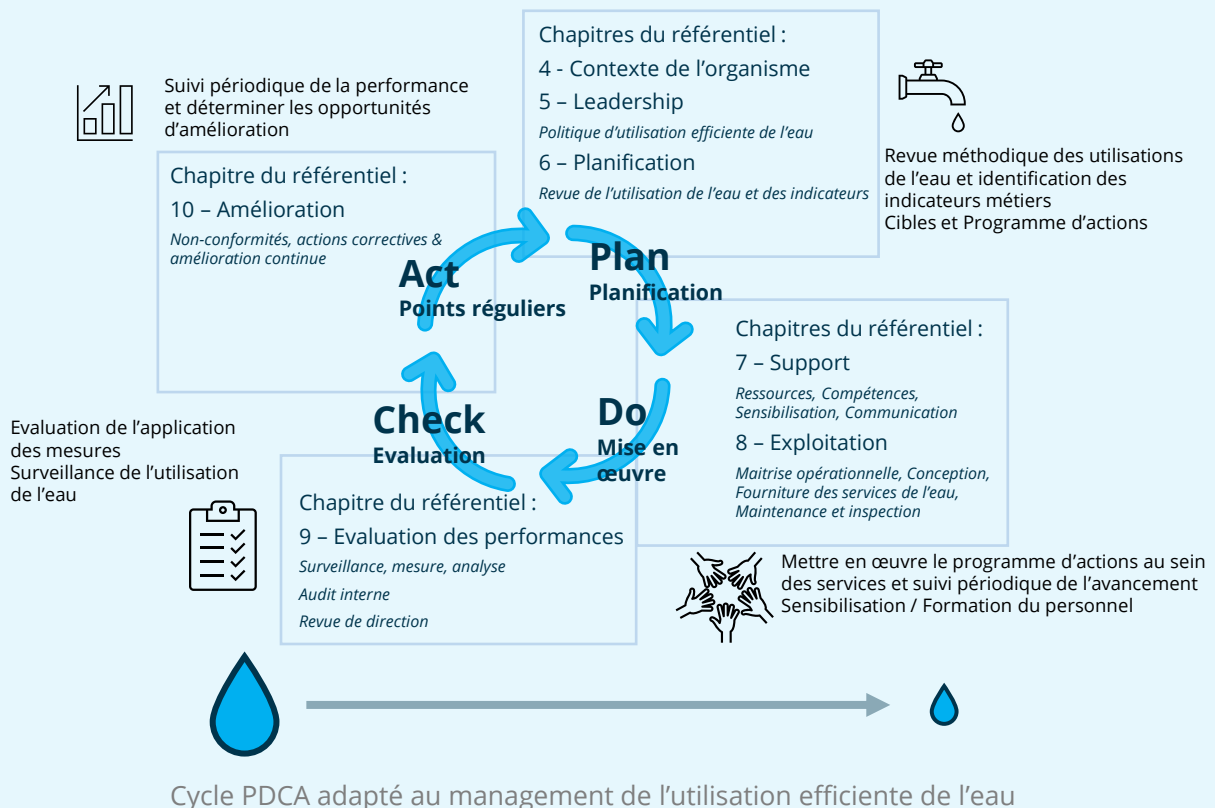
Ce référentiel est applicable aux organismes de tous types et de toutes tailles utilisant de l'eau.

L'ISO 46001 a pour but de permettre aux organismes d'évaluer et de prendre en compte leur utilisation de l'eau, et d'identifier, de planifier et de mettre en œuvre des mesures pour réaliser des économies d'eau via un management systématique de l'eau.

Le management de l'utilisation efficiente de l'eau, comme le management de la qualité, le management environnemental et la gestion de l'énergie, représente un intérêt vital car il s'agit d'un moyen de promouvoir des activités économiques durables, des industries durables et au final un environnement durable.

Ainsi, sa mise en œuvre permet de contribuer directement à l'Objectif de développement durable n°6 (ODD 6 – Eau propre et assainissement) de l'ONU, qui vise à « garantir l'accès de tous à des services d'alimentation en eau et d'assainissement gérés de façon durable », et plus particulièrement à la cible 6.4 : « D'ici à 2030, faire en sorte que les ressources en eau soient utilisées beaucoup plus efficacement dans tous les secteurs et garantir la viabilité des prélèvements et de l'approvisionnement en eau douce afin de remédier à la pénurie d'eau et de réduire nettement le nombre de personnes qui manquent d'eau ».

## Les exigences de la norme NF ISO 46001 : 2020



Cycle PDCA adapté au management de l'utilisation efficiente de l'eau

Dans ce document, les étapes PDCA sont respectivement nommées : 1. **Planification**, 2. **Mise en œuvre**, 3. **Evaluation** et 4. **Points réguliers**

Pour mettre en œuvre la norme ISO 46001, le cycle PDCA est utilisé.

**Cette approche permet d'avoir une logique d'amélioration continue** : Plan (Planifier) – Do (Mettre en œuvre) – Check (Contrôler) – Act (Agir), permet d'obtenir des résultats qui amélioreront l'utilisation efficiente de l'eau conformément à la politique d'utilisation efficiente de l'eau de l'organisme.

## Comment utiliser la norme NF ISO 46001 : 2020

La norme NF ISO 46001: 2020 peut être utilisée :

- ▶ Comme **guide méthodologique** dans le cadre d'une démarche d'amélioration des consommations hydriques
- ▶ Pour la **mise au point d'un Système de Management de l'Utilisation Efficiente de l'eau (SMUEE)**
- ▶ **Intégrée à un Système de management ISO existant** afin de développer le volet « eau » au sein d'un Système de management Environnemental (SME) ou Système de management Intégré (SMI) existant.

La Structure High Level Structure (HLS) commune à l'ensemble des référentiels ISO, rend plus simple l'intégration de plusieurs référentiels dans un SMI grâce à leurs structures uniformes et à leurs contenus de base similaires. L'effort de documentation s'en trouve réduit.

Une fois cette démarche mise en œuvre, un audit de certification tierce partie peut être réalisé. Celui-ci se déroule généralement en plusieurs étapes.

## Mise en place d'un Système de Management de l'Utilisation Efficiente de l'Eau (SMUEE)

La norme ISO 46001 : 2019 spécifie les exigences concernant la mise en place d'un SMUEE et implique les éléments suivants :

- **Appréhender le contexte** dans lequel l'entreprise se trouve, identifier les parties intéressées pertinentes ainsi que leurs exigences,
- **Identifier les actions** à mettre en œuvre face aux risques et opportunités,
- **Procéder à une revue méthodique** des utilisations de l'eau et **définir des indicateurs** métiers,
- **Procéder à une analyse de conformité** de la réglementation applicable,
- **Définir des objectifs et un programme d'actions pour les atteindre,**
- **S'assurer du soutien de sa direction** et définir une politique de gestion de l'utilisation efficace de l'eau,
- **Documenter** son SMUEE,
- **S'assurer que les ressources et les compétences sont disponibles** pour mettre en œuvre le SMUEE
- **Impliquer et former le personnel** en termes de compétences et de sensibilisation sur les bonnes pratiques,
- **Définir des critères opérationnels** pour la maîtrise des processus,
- **Définir les spécifications d'achat** concernant l'utilisation efficace de l'eau,
- S'assurer que **la maintenance et l'inspection des installations et des équipements** consommateurs d'eau est réalisée,
- **Mettre en place un système pour surveiller et analyser les performances** des usages de l'eau,
- **Réaliser des audits internes, analyser les résultats et prendre des décisions,**
- **Organiser des revues de système** à intervalles définis afin d'examiner l'efficacité du SMUEE,
- **Traiter les dérives** afin d'en tirer une amélioration continue des usages efficaces de l'eau.

## Les bénéfices de cette démarche

- **Améliorer sa performance** avec des retombées économiques souvent positives,
- **Améliorer la connaissance** des enjeux, des attentes et exigences des parties intéressées, des process, des pratiques et méthodes et des technologies disponibles,
- **Objectiver la performance** d'utilisation efficiente de l'eau et inscrire son amélioration dans la durée,
- **Développer et renforcer la culture** de l'utilisation efficiente de l'eau,
- **Fédérer les équipes** par l'implication du plus grand nombre dans un projet commun et vertueux,
- **Influencer ses partenaires** industriels vers une meilleure utilisation efficiente de l'eau,
- **Rassurer les parties intéressées** et notamment les autorités de tutelle,
- **Développer l'image de marque** de l'entreprise, et plus généralement du secteur industriel

## Quelques exemples concrets de l'utilisation efficiente de l'eau

### ▪ Optimiser un processus de fabrication

*Exemple : optimiser son process de fabrication peut permettre de réduire son utilisation en eau et réaliser une économie d'eau ou d'utiliser le même volume d'eau pour produire davantage de biens ou de produits.*

### ▪ Réduction de la charge polluante grâce à la ségrégation

*Exemple : la ségrégation des flux des déchets peut permettre de réutiliser de l'eau moins polluée et donc de réduire l'utilisation mensuelle de l'eau.*

- **Recyclage des eaux de process,**
- **Recyclage des eaux autres que l'eau de process,**
- **Utilisation d'eau alternative,**

*Exemple : eau de mer, eau de pluie, condensat de centrale de traitement de l'air*

- **Utilisation de raccords, d'appareils et de produits efficaces.**



## Références normatives

### Référentiels systèmes

**ISO 9001:2015** : Système de management de la Qualité (SMQ) - Exigences

**ISO 14001:2015** : Système de management environnemental (SME) – Exigences et lignes directrices pour son utilisation

**ISO 50001:2018** : Système de management de l'énergie (SMé) – Exigences et lignes directrices pour la mise en œuvre

**ISO 45001:2018** : Systèmes de management de la santé et de la sécurité au travail — Exigences et lignes directrices pour leur utilisation

**ISO 46001:2019** : Système de management de l'utilisation efficiente de l'eau (SMUEE) — Exigences et recommandations d'utilisation

**ISO 260001** : Responsabilité sociétale

### Référentiels techniques

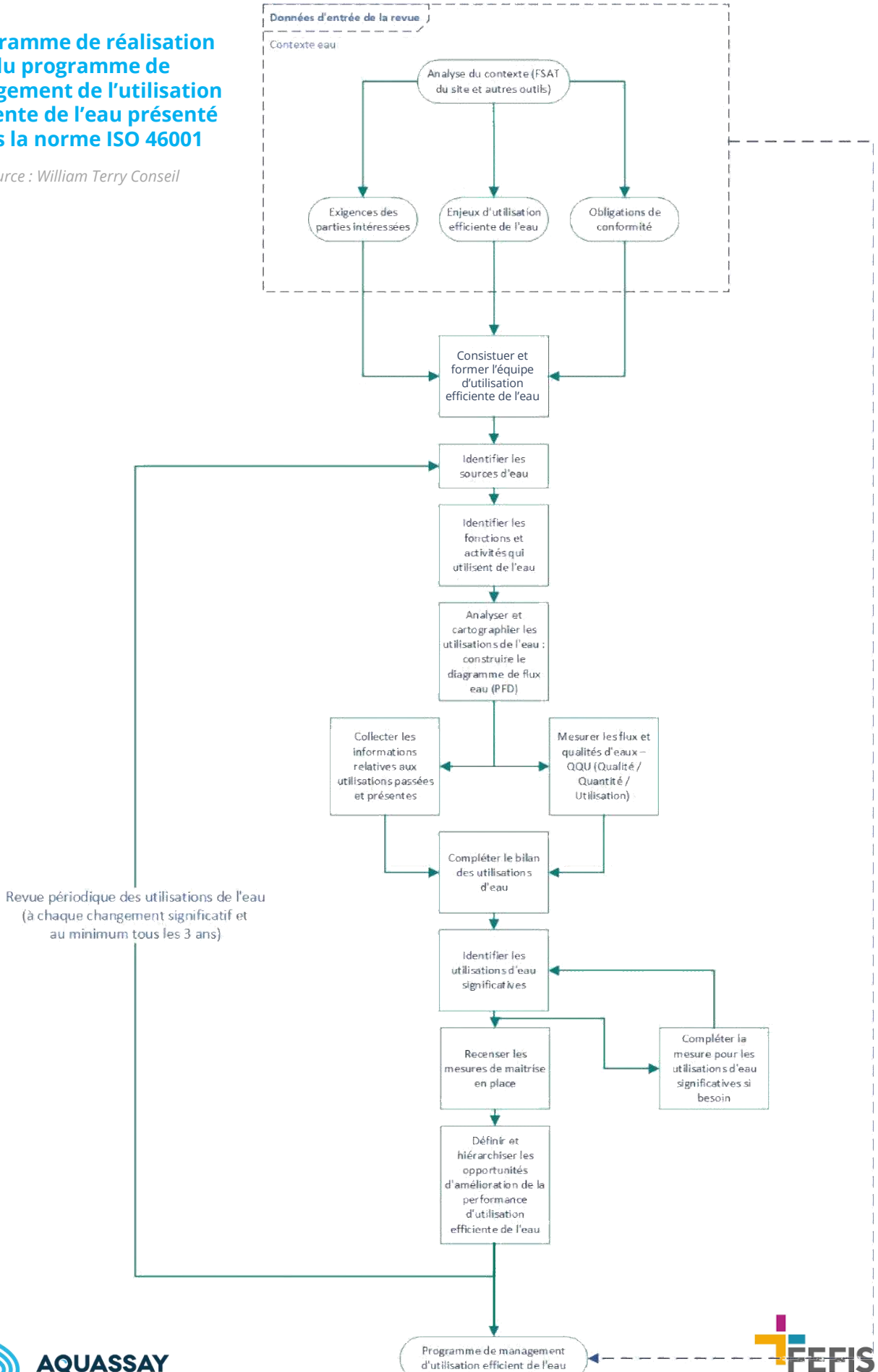
**ISO 14046:2014** : Management environnemental — Empreinte eau — Principes, exigences et lignes directrices

**ISO 16075-1:2020** : lignes directrices pour l'utilisation des eaux usées traitées dans les projets d'irrigation — Partie 1: les bases d'un projet de réutilisation pour l'irrigation.

Source : [www.iso.org](http://www.iso.org)

## Logigramme de réalisation du programme de management de l'utilisation efficiente de l'eau présenté dans la norme ISO 46001

Source : William Terry Conseil



# Planification



La démarche proposée s'inscrit nécessairement dans une démarche d'amélioration continue. **La question de l'eau est une question permanente** (elle existe toujours), **soujette à des modifications et/ou des variations**, et dont les **actions sont long terme voire très long terme**. Ainsi, si des gains rapides et simples sont possibles c'est très bien, mais nécessairement certaines actions s'inscriront dans le temps long.

L'organisation décrite ci-après est de type « amélioration continue » mais nous vous **recommandons de vous appuyer sur les exemples d'organisations d'améliorations continues déjà mises en place** (Qualité, Performance énergétique,...). De même, nous ne présenterons pas les principes des normes ISO (dont l'organisation reste similaire), ne rappelant ici que les organes de décision et les rôles indispensables au fonctionnement d'un tel projet.

Le sujet de l'eau est particulièrement transverse, impactant de nombreux départements des entreprises :

- Utilités, Maintenance, *(ceux qui mettent l'eau à disposition),*
- Production *(ceux qui utilisent l'eau),*
- Qualité, Environnement *(ceux qui sont en charge du suivi de sa conformité en tant qu'« eau ingrédient » ou en tant qu'effluent rejeté ou à gérer).*

De plus, il existe un nexus eau-énergie qui est un facteur de transversalité majeur pour la plupart des sites chimiques.

S'agissant donc d'une **thématique multidisciplinaire et permanente, il est indispensable que l'engagement de la direction soit réel et que la direction suive les progrès régulièrement**. Cet engagement, au-delà de la rédaction d'objectifs ou de mise à disposition de moyens, doit se traduire par un soutien et un arbitrage régulier.

Nous recommandons donc vivement la **nomination d'un « sponsor » de la démarche**. Membre du comité de direction du site, ce sponsor participe aux revues régulières de la démarche lors des comités de pilotage.

Cette démarche doit être  **pilotée par un chef de projet, généralement issu soit des utilités soit des services environnementaux**.

Le rôle du chef de projet est de **piloter, d'animer, d'organiser le projet dans sa complétude**, c'est-à-dire du prélèvement d'eau à son rejet. Il est responsable du cadrage et de la planification des moyens humains, techniques et financiers à mettre en place. Il va définir en accord avec le sponsor, les structures de mise en œuvre et les règles de fonctionnement.

Il devra aussi piloter et mesurer l'avancement à l'aide d'outils de suivi pertinents et partagés. Il aura également la charge de l'animation du comité de pilotage de projet.



### Retour d'expérience

« D'expérience, il est recommandé de **ne pas piloter le programme eau d'un site par une personne de rôle HSE / environnement**. En général, la culture est trop "réglementaire", et on bute souvent sur une attitude "c'est conforme donc tout va bien".

Et surtout, les progrès nécessitent une connaissance intime de l'usage de l'eau dans le site, un dialogue avec les exploitants et les concepteurs de l'installation. Cela **requiert une vraie culture process**. C'est pourquoi je préfère des **personnes du service utilités ou procédé pour piloter le programme eau**. Ceci étant, si la personne environnement a un passé process / exploitation, ça peut très bien se passer. Ce sur quoi il faut insister, c'est surtout **l'aptitude technique à bien comprendre le process et comment l'eau est utilisée.** »



Pour les sociétés constituées de plusieurs sites, il est important d'avoir un coordinateur en central. D'une part pour s'assurer que les démarches suivies par les différents sites sont homogènes ou au moins cohérentes. D'autres part pour permettre le partage d'expériences, le benchmark, l'émulation.

# DE LA MÉTROLOGIE À LA DONNÉE : CAPTEUR, QUALITÉ, GESTION

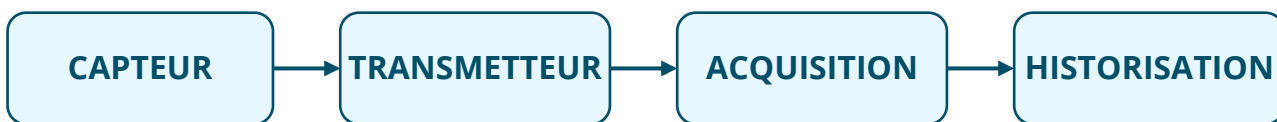
Entre la mesure effectuée par un capteur et une donnée fiable et historisée à la bonne fréquence, il peut y avoir de multiples possibilités de dysfonctionnements.

L'ensemble de la chaîne concerne un grand nombre de domaines scientifiques et techniques : métrologie, traitement du signal, automatisme, télécommunication, etc.

La mise en place d'une chaîne de production / transmission / gestion / exploitation de la donnée efficace nécessite ainsi la collaboration de plusieurs services (compétences) :

- Métrologie : que doit-on mesurer ? Pertinence du matériel de mesure et de son implantation, choix de la gamme de mesure, limites de surveillance et d'action du paramètre, le cas échéant.
- Automatisme industriel : comment acquérir et transmettre la donnée ?
- Architecture réseau (service DSI) : comment historiser et gérer les données produites ?
- Métier (ex. : traitements et usages de l'eau) : comment fiabiliser et valoriser les données historisées ?

Nous nous intéresserons aux 4 éléments de la chaîne de valeur suivants :



## CAPTEUR

Les informations clés à connaître concernant les capteurs (à l'exclusion des capteurs de type TOUT OU RIEN) sont les suivantes :

Informations clés	Exemples/ commentaires
Nature de la mesure	Physique, électrochimique, électrique, etc.
Fréquence de mesure	À la minute, toutes les heures, etc.
Conditions d'implantations hydrauliques	N'importe quelle mesure en réseau / stockage d'eau (débit, T°C, etc.) est fortement influencée par les conditions d'implantation. En général, toutes les technologies recommandent de s'éloigner des accidents hydrauliques (coudes, rétrécissement, etc.) avec des distances de tranquillisation exprimées en multiple du DN de la canalisation.
Conditions de branchements électriques	Dont les conditions de mise à la terre.
Conditions de maintien métrologique	Vérification en comparaison d'une référence (mesure étalon, étalonnage avec appareil spécifique ou banc d'essai, etc.).
Conditions de maintenance	Par exemple, la fréquence de nettoyage des orifices calibrés pour certaines mesures de débit sur des effluents est souvent trop faible.

## TRANSMETTEUR

- **Analogique** : par câble, basée sur une variation de l'intensité circulant entre 4 et 20 mA (*du minimum au maximum de l'échelle du capteur*). Il s'agit d'un système historique généralement remplacé par des sondes numériques ;
- **Numérique** : par câble sous format numérique (*ex MODBUS, HART,...*) ;
- **Radio** : radio privée basse fréquence ;
- **Réseau IOT** : par réseau spécifique LORA, SIGFOX.

Au vu des diverses technologies, rappelons ici qu'elles ont toutes des **justifications techniques et que la nature de la mesure et l'utilisation faite de cette mesure conditionnent les choix de transmission des données.**

L'IOT au sens large permet aujourd'hui de relever automatiquement un grand nombre de données jusque-là généralement peu exploitées.

*Ainsi la surveillance d'un niveau de piézomètre, ou la relève automatiques de compteur à impulsion en totale autonomie (5 ans) est possible avec une fréquence d'acquisition de la donnée 4 fois par jour ; ceci constitue une amélioration notable par rapport à un relevé hebdomadaire voire mensuel.*

## ACQUISITION

Généralement sur les automates chargés de la conduite des installations, il est important de vérifier à la fois :

- que **l'adressage du capteur soit connu et enregistré** (*c'est à dire que son adresse réseau et les registres automates concernés sont connus et disponibles sur demande*) ;
- que la **valeur acquise par le système est conforme à celle du capteur.**

## HISTORISATION

**NB : le fait que la donnée soit visualisable sur un écran ne signifie pas qu'elle est historisée.**

Aujourd'hui, il existe généralement deux niveaux de stockage de la donnée : dans les **bases de données des superviseurs** (Historian, SQL, etc.) et dans les **systèmes de centralisation des données** (architecture serveur site).

Il est indispensable de connaître les valeurs historisées et leur fréquence d'acquisition. Il est généralement possible de paramétrer finement dans les systèmes ce que l'on veut sauvegarder (*ex. : toutes les valeurs, la valeur moyenne sur une minute, la valeur moyenne et les minimum et maximum sur une heure, etc.*) et, en absence de réglages particuliers, ces systèmes appliquent les règles par défaut, qu'il est également important de connaître.

Afin de pouvoir extraire la valeur des données produites, il est indispensable de :

- Disposer de la **traçabilité des informations techniques de l'ensemble de la chaîne concernant le flux de données** (type de capteur, unité, protocole de transmission, adressage, etc.) ;
- De **collaborer entre les services** automatismes industriels, informatiques et process.



Il est possible de mettre en place des systèmes de mesure, dans le cadre de campagne temporaires ou pérennes, avec des transmissions sans fil de type LoRA ou Sigfox qui ne nécessitent pas de câblage et qui ont des coûts relativement faibles.

Des mesures temporaires peuvent également être mises en place avec des appareils externes comme des débitmètres ultrasons pour contrôler des mesures existantes ou estimer des forfaits de fonctionnement.



Source illustration : Aquassay

Fédération Française des Industries de Santé

# INDICATEURS ET REVUES PÉRIODIQUES

Lignes directrices conformes à l'ISO 46001:2019

Un indicateur est un **outil d'évaluation et d'aide à la décision**, élaboré à partir **d'un élément mesurable ou appréciable permettant de considérer l'évolution d'un processus** par rapport à une référence. Comme dans toute démarche d'amélioration, la mise en place d'un Système de Management de l'utilisation efficiente de l'eau (SMUEE) implique **la mise en place d'indicateur(s)**. Ils sont d'ailleurs requis et définis par la norme ISO 46001.

## Définitions

- **Indicateur métier** = **mesure de l'activité industrielle**, qui prend en compte les opérations cœur de métier spécifiques au site d'application.

Les variations du ou des indicateurs métier vont influencer l'utilisation de l'eau (y compris l'eau consommée) et vont également déterminer le ou les indicateurs d'utilisation efficiente de l'eau spécifiques, tels que l'utilisation d'eau par unité de produit.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Il s'agit généralement de masse ou volume de produits chimiques fabriqués ou de masse ou volume de rendement (par exemple kg de produit).

- **Indicateur d'utilisation efficiente de l'eau** = **quantité** d'eau utilisée par **unité d'indicateur métier**.<sup>2</sup>

Un indicateur d'utilisation efficiente de l'eau peut être un paramètre simple, un rapport simple ou un modèle complexe (par exemple l'utilisation d'eau par unité de produit, l'utilisation d'eau par unité de surface au sol et les modèles multi-variables). Dans le calcul du ou des indicateurs d'utilisation efficiente de l'eau, il convient d'inclure tous les types d'eau, de prendre en compte une période de données adaptée pour les exigences légales ou autres exigences ou les variables qui influent sur l'utilisation de l'eau de l'organisme (les variables peuvent inclure la météo, les cycles d'activité professionnelle et d'autres condition).

<sup>2</sup> En fonction de l'indicateur métier, l'utilisation de l'eau (y compris l'eau consommée) va varier (par exemple, m<sup>3</sup> d'eau/kg de produit).

- **Indicateur de référence d'utilisation efficiente de l'eau**

= **niveau de référence** d'eau utilisée par indicateur métier.

L'indicateur de référence d'utilisation efficiente de l'eau est maintenu constant et est enregistré comme moyen pour l'organisme d'étalonner sa performance.

*Dans le contexte de cet indicateur, «utilisée» signifie la quantité nette d'eau utilisée (y compris l'eau consommée) dans le cadre de l'activité professionnelle, en décomptant la quantité d'eau appliquée qui est réutilisée ou recyclée en vue d'une utilisation ultérieure.*

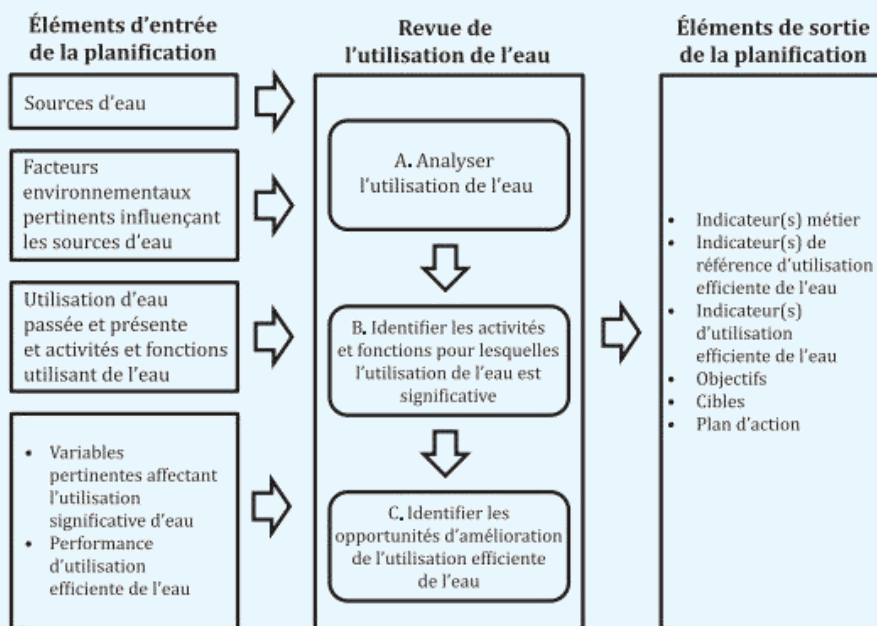
*L'indicateur peut être établi lors de la revue initiale de l'utilisation de l'eau en prenant en compte une période de données adaptée à l'utilisation de l'eau (y compris l'eau consommée) de l'organisme.*

- **Utilisation significative d'eau (USE)**<sup>3</sup>

= activité représentant une **part substantielle de l'eau utilisée totale et/ou offrant un potentiel considérable d'amélioration de la performance** d'utilisation efficiente de l'eau

<sup>3</sup>Voir [fiche 2.2.7](#) plan d'action pour l'aide à la définition des USE.

Le schéma ci-dessous rappelle les étapes essentielles permettant d'aboutir à la définition des Indicateurs et des objectifs.



Source ISO 46001

### Mise en place des indicateurs

Les indicateurs peuvent être définis à différents niveaux ou périmètres :

- Sites, Secteurs, Réseaux : paramètres aux bornes du site et/ou aux bornes des ateliers et/ou des réseaux eux-mêmes.
- Unités / Usages : paramètres et variables opératoires, des Usages Significatifs de l'EAU (USE).
- Procédés / Équipements : paramètres et variables opératoires notamment pour les outils de prélèvements et de traitements d'eau et pour les équipements impactant un USE.

Une **approche graduelle**, du plus large au plus précis, est vivement recommandée : les valeurs de suivi aux bornes de l'usine devront être les premières mises en œuvre pour ensuite descendre d'un niveau dans le plan de comptage et de suivi et enfin suivre au sein des unités jusqu'aux grandeurs « réglantes » des USE. A minima, doivent donc être suivies **toutes les limites fixées des intrants et sortants du schéma de flux aux limites usines (en quantité et qualité)**.

Il s'agit également de suivre le **nombre d'occurrences de dépassements et/ou de déviations vis-à-vis des limites fixées**. Il s'agit ici pour la plupart d'indicateurs de limites de qualité, que cela soit vis-à-vis d'un référentiel externe (réglementation) ou interne (limites de qualités nécessaires pour tel ou tel usage) :

- **Nombre de non-conformités internes** vis-à-vis de l'eau (quantité & qualité) (par exemple : critères qualité des eaux de chaufferie et ou de tour aéroréfrigérantes). La mise en place de limite de qualité internes nécessite d'étudier, pour les usages d'eaux significatifs, les limites de qualité acceptables (*ce qui est utile pour étudier également les substitutions envisageables*).
- **Nombre de non-conformités externes** vis-à-vis de l'eau (quantité & qualité venant d'une tierce partie, non-conformité rejet, etc.).



### Retour d'expérience

Si la situation de référence n'est pas définissable en l'état, il est possible de partir d'une approche historique, l'objectif peut alors être construit à partir de cette base.

Remarque : dans la définition de la référence, il peut être pertinent d'aller au-delà des débits et volumes et considérer le coût global de l'eau (cf. [fiche 1.3](#)) pour démontrer l'existence de leviers financiers soutenant les actions à mener.

Ces premiers indicateurs mis en place, **les indicateurs d'utilisation efficiente de l'eau** peuvent être définis, comme par exemple :

- Prélèvements totaux du site / mois ;
- Prélèvements totaux du site (de l'atelier) / tonnes produites ;
- Quantité rejetée eaux usées / tonnes produites ;
- Évaporation / tonnes produites.



### Retour d'expérience

Attention : l'eau servant le plus souvent en tant qu'utilité pour l'essentiel des utilisations dans une usine pharmaceutique, les indicateurs d'utilisation efficiente de l'eau sont souvent fluctuants et ne reflètent pour l'essentiel que les fluctuations du volume de production.

Avant tout, il est nécessaire que l'usine connaisse bien son process, ses utilisations significatives d'eau (voir [fiche 2.2.7](#)). À partir de là, elle pourra définir une éventuelle part fixe (« talon ») et une part variable, ainsi que la pente liée au volume de production et ainsi interpréter de manière plus pertinente les écarts entre indicateur réel mesuré et indicateur de référence.

Il est vivement recommandé de **centraliser la liste des indicateurs du programme de surveillance dans un document unique**. Ce document permet de :

- Centraliser les indicateurs pour en faciliter le suivi et la revue ;
- Expliciter la méthode d'obtention de l'indicateur (calcul, mesure, nombre d'occurrence, etc.) ;
- Définir la fréquence de calcul ;
- Définir les limites d'actions et de surveillance ;
- Définir les actions à prendre en cas de déviation voire de dépassement.

Dans la majorité des cas, ces indicateurs sont produits mensuellement (voire annuellement pour certains) pour un suivi plus efficace, mais leur génération peut aussi être atemporelle quand ils sont liés à des activités qui fonctionnent par batch ou par campagne.

Au-delà de leur simple production, ces indicateurs **doivent être étudiés régulièrement en absence d'anomalie constatée** (idéalement mensuellement et au moins trimestriellement) par le comité de pilotage. La détermination de tendances, l'analyse des écarts par rapport à une référence tenant compte du mix produits réel, sont en particulier très utiles. En cas d'anomalie, des investigations complémentaires doivent être menées.

# SCHÉMA DES FLUX DE L'USINE (PFD)

Le schéma des flux internes usine ou Process Flow Diagram (PFD) est un diagramme de type schéma de procédé permettant de **décrire les flux physiques (quantité et qualité) sur l'ensemble du site. Il met au centre les usages de l'eau contrairement aux schémas de réseaux.** L'objectif est de représenter les utilisateurs pour **80% des quantités d'eaux prélevées** voire 90 à 95% si les 80% des eaux prélevées ne concernent qu'un seul usage (*ex. refroidissement en eau perdue*).

## PRINCIPES

**Cette représentation schématique est centrée sur les usages de l'eau.** Les approvisionnements (intrants) sont représentés à gauche des usages et les rejets (sortants) à droite.



*Attention, il ne s'agit pas de faire le Piping and Instrumentation Diagram (P&ID) de l'ensemble des réseaux d'eaux, le niveau de détails rendrait l'ensemble illisible.*

## RESSOURCES DOCUMENTAIRES NÉCESSAIRES (liste non exhaustive, fournie à titre d'exemple)

▪ Documents réglementaires applicables	Ex : arrêtés préfectoraux, autorisation de rejet, convention de rejet...
▪ Schéma et plans de réseaux	Approvisionnement et rejet, pour les différentes qualités d'eau
▪ Schéma des installations de traitement des eaux	Ex: P&ID, synoptiques, vues de supervision...
▪ Études antérieures menées sur le système eau	En approvisionnement comme en rejet
▪ Données relatives à l'eau et synthèses si existantes,	Ex : notamment relevés de compteurs et mesure qualité rejet
▪ Production	Ex : informations relatives au planning de production, aux modes de fonctionnement, à des variations saisonnières / mensuelles / hebdomadaires...

## NOMENCLATURE DE REPRÉSENTATION

- Disposition géographique approximative des principales utilités, unités et points de rejet. L'ensemble des approvisionnements, y compris l'eau contenue dans les matières premières, mais également les différents points de rejet, y compris l'eau contenue dans les produits finis, et leur destination doivent être représentés, en respectant les logiques physiques d'acheminement et l'ordre des utilisateurs raccordés.
- **Schématisation des flux d'eau** divisés par qualité (eau brute, eau déminéralisée, etc.) à l'aide d'une **nomenclature homogène** (code couleur, acronyme, etc.).
- Représentation
  - > des points d'entrée de l'eau sur le site,
  - > des procédés de traitement par blocs,
  - > des unités de production par blocs,
  - > des principaux usages de l'eau dans chaque unité par sous-blocs,
  - > des points de sortie de l'eau sur chaque bloc.
- **Inclusion de l'ensemble des qualités d'eau dont la quantité est significative** : vapeur, eau brute, eau industrielle, eau déminéralisée, condensats, eaux pluviales, effluents de nettoyage en place...

- **Affichage des points de comptage et sous-comptage** pertinents à l'échelle considérée.
- Représentation des boucles de réutilisation / recyclage déjà existantes.
- **Représentation de la métrologie de qualité de l'eau**, a minima à l'approvisionnement général et au rejet (réglementaire). Pour les sous-réseaux, cela peut nécessiter un PFD spécifique en fonction du degré de précision.
- **Indication des mesures pertinentes** présentes sur les flux représentés, et identification de leur tag.

**Suivant les détails techniques et la complexité, il peut être nécessaire de détailler plus ou moins précisément certaines parties ou ateliers** (*par exemple, la chaufferie est à plus détailler que la cantine*).

Idéalement, l'objectif est d'obtenir **une seule image sur un plan au format A0**.



Il est **indispensable de créer en parallèle la liste exhaustive des équipements de mesures sur l'eau représentés sur le PFD** pour l'ensemble du site (type de capteur, localisation approximative, qualité de l'implantation hydraulique, vérifié / non vérifié, relevé / non relevé régulièrement, etc.). Ces informations doivent être centralisées dans un fichier de type tableur Excel exploitable de listing métrologique. Elles peuvent être extraites d'une liste d'équipements préexistante, par exemple extraite d'une GMAO.

Idéalement, chaque intrant d'eau est mesuré dans sa totalité, par l'intermédiaire d'un outil sous vérification métrologique. Il en est de même pour les rejets. Le pluvial peut être estimé.



## OUTILS POUR LA RÉALISATION

- Logiciel de dessin de plan (*type Autocad, Visio ou autre*)
- À défaut, logiciel type Powerpoint (*pour des PFD simples*) ou draw.IO (*utilitaire de dessin en ligne, ayant l'avantage de générer un schéma en code html*)
- Tableur type Excel

# MATRICE QUANTITÉ/QUALITÉ/USAGE/DESTINATION

L'objectif de la matrice est d'identifier les Usages Significatifs de l'Eau (USE) et leurs destinations, de vérifier la pertinence d'une qualité d'eau utilisée pour un usage donné, de déterminer les activités ou systèmes présentant le plus grand potentiel d'amélioration et d'identifier les besoins des différents utilisateurs pour les activités ou systèmes (première étape de la mise en place de réutilisation ou de recyclage de l'eau).

## PRINCIPE

- La matrice regroupe, pour chaque **qualité d'eau identifiée, la quantité et les usages & utilisateurs** associés connus. Attention, **le terme qualité désigne ici les différentes natures des sources d'approvisionnement en eaux** (eau de forage, eau de surface, eau potable, etc.).
- Généralement, la matrice est réalisée après le Process Flow Diagram (PFD) et le plan de comptage, puisqu'il a été nécessaire d'identifier les flux physiques d'eau au sein du système et les flux de données disponibles (quantité distribuée) par localisation et par type d'eau.
- La matrice doit permettre de répondre à la problématique **suivante : quelles sont les quantités d'eau distribuées par nature d'eau et par type d'utilisation, pour chacun des utilisateurs et quelle est la destination du fluide après usage** (NB : une utilisation donnée peut être caractérisée par la somme de plusieurs utilisateurs).

Idéalement, l'ensemble des prélèvements devrait être mesuré, toutefois cela est difficilement applicable dans la réalité industrielle. Ainsi, l'utilisation de forfaits (basés sur des hypothèses solides de type dimensionnement d'installation, recettes de production ou de nettoyage, etc.), d'estimation suite à des mesures temporaires sur une période représentative permettent de compléter la matrice.

## RESSOURCES ET INFORMATIONS NÉCESSAIRES

- Ensemble des documents ayant permis la construction du PFD,
- Informations des bilans eaux et rapports environnement existants,
- PFD.

## NOMENCLATURE DE REPRÉSENTATION

A minima, la matrice est une table qui recense, pour les principaux usages significatifs de l'eau, les qualités d'eaux, les catégories d'usages, les quantités d'eaux et leur destination :

Qualité de l'eau Intrants	Usages	Utilisateurs	Quantité	Destination Sortants
Eau de ville Eau de forage Eau de surface Forage Eau de pluie Eau déminéralisée Eau adoucie,...	Nettoyage Chauffage & refroidissement Domestique (sanitaire, boisson, restaurant,...) Eau incendie Fonctionnement des utilités Eau ingrédient Irrigation	Détail des utilisateurs par usage (exemple pour le sanitaire : toilette, locaux sociaux, restaurant d'entreprise,...)	Volumes (m <sup>3</sup> ) Ces volumes peuvent être mesurés en continu, mesurés ponctuellement ou estimés, ramenés en m <sup>3</sup> /an ou mieux en m <sup>3</sup> /t <i>Remarque : Selon les cas, il est possible d'identifier des volumes selon un rythme de production, une saisonnalité, etc.</i>	Eaux Usées Eaux Pluviales Évaporation Produits finis (correspondant à une sortie du schéma limites usines)



### OUTILS POUR LA RÉALISATION

Excel ou équivalent

Les termes contenus dans le tableau sont donnés à titre d'exemple. La variété des qualités, des usages est immense et le vocabulaire utilisé par chaque site est loin d'être homogène.

# IDENTIFICATION DE PROJETS SELON L'APPROCHE 3R

## PRINCIPE

L'ensemble du travail précédent a permis d'identifier les usages de l'eau significatifs, de comprendre les flux physiques, de vérifier les bilans de la métrologie associés aux résultats de suivi, de lister les contraintes externes et internes du site et de vérifier la pertinence et la complétude du plan de comptage.

Lors de la réalisation de ce travail, en règle générale, beaucoup d'informations sont collectées et cela fait apparaître des anomalies :

- Plan de comptage incomplet (*il manque peut-être certains débitmètres*),
- Problèmes métrologiques divers (*erreurs d'implantation, décalage de zéro, sur comptage/sous comptage*),
- Problème de réconciliation des bilans,
- Plans incomplets,
- Difficulté dans la production et centralisation de l'information (*chaque unité fait une relève mensuelle de compteurs non connectés à des dates différentes*),
- Incompréhension des rôles, responsabilités et interactions de chacun des acteurs (*« moi je suis responsable de la production d'eau, un prestataire gère la station d'épuration, les tuyaux enterrés... Je pense que c'est Services Généraux bâtiments, mais c'est moi qui organise les contrôles d'inspection caméra »*).

Il est probable qu'ainsi apparaissent un certain nombre d'actions premières qui peuvent être classées en 3 grandes catégories :

1

### RÉDUCTION

RÈGLES (Managériales OPEX)  
RÉGLAGES (Techniques OPEX)

2

### RÉUTILISATION (Techniques CAPEX)

3

### RECYCLAGE (Techniques CAPEX)

Les questionnements ci-après sont donnés à titre d'exemples pour alimenter la réflexion concernant ces 3 axes de réflexions.

**RÉDUCTION**RÈGLES (Managériales OPEX)  
RÉGLAGES (Techniques OPEX)**Règles** (de bonne pratique)

- Existe-t-il des règles de bonnes pratiques concernant la gestion de l'eau ?
  - Sont-elles régulièrement évaluées ? Sont-elles globalement respectées ?
  - Les études de risques requises par la réglementation ont-elles été menées ?
  - Ces études ont-elles mis en évidence des axes d'amélioration ?
  - Existe-t-il une sensibilisation au sujet de l'eau ? Quel est la connaissance moyenne des gens interviewés ? Les KPI requis par la démarche sont-ils mis en place ?
- Les actions seront alors de nature **managériales, formation, sensibilisation, communication, ...**

**Réglages (machine)**

- Les réglages optimaux des principaux usages de l'usine sont-ils connus et appliqués ?
  - Comment s'effectue le contrôle de ces réglages ? Sont-ils réalisés via des instruments sous contrôle métrologique ? Sont-ils réalisés manuellement ?
  - Existe-il un plan correctif en cas de déviation ? Automatique ? Après analyse ?
  - Nos études de données mettent-elles en évidence des anomalies qui permettent d'identifier des améliorations par modifications de réglages ?
- Les actions sont **techniques**, orientées sur **l'optimisation**, l'amélioration rapide de l'existant par des actions limitées aux usages significatifs de l'eau.

Dans un certain nombre de cas, **il est possible d'identifier des opportunités où la qualité d'une eau après primo-utilisation peut être réutilisée telle quelle, ou recyclée après traitement.**

Si les deux premières catégories d'actions (RÈGLE, RÉGLAGE) impactent généralement les coûts opérationnels, les deux autres catégories (REUTILISATION, RECYCLAGE) sont reliées généralement à des dépenses d'investissement, puis à des coûts opérationnels. Des projets dédiés sont consacrés à la vérification de la faisabilité et au dimensionnement des installations requises.

Il existe des enjeux clés liés à la pérennité des installations créées, qu'il faut considérer dès le départ, notamment concernant la **synchronicité spatio-temporelle entre la production d'eau à réutiliser ou recycler et les besoins des utilisateurs potentiels de ce flux** :

- Il est généralement contre-productif de stocker de l'eau à réutiliser. La dégradation de sa qualité, jusqu'à la rendre inutilisable par les modifications microbiologiques, est généralement rapide.
- Il est potentiellement délicat de transporter au loin des eaux à réutiliser (dépôts, obstruction, pertes thermiques...).

Ainsi, le cas idéal pour la réutilisation est un cas où le producteur et le consommateur sont à proximité, et où la production et la consommation d'eau ne nécessitent pas l'implantation d'un stock de plus de quelques heures (3 – 4 h maximum). Il peut s'agir d'un flux au sein d'un même process et ou de deux process à proximité.

Ces enjeux sont moindres dans le cas du recyclage, mais le transport et le stockage de l'eau sont des éléments alourdissant les CAPEX, et les OPEX (énergie) de façon très importante.

2

**RÉUTILISATION**  
(Techniques CAPEX)

Réutilisation veut également dire **substitution d'une ressource par une autre** : est-il possible de réutiliser une eau utilisée pour un second usage ?

⊕ La réutilisation stricto sensu (absence totale de traitement nécessaire) est rarement pérenne (sauf pour des applications de type irrigation).

Ceci est dû à l'évolution de la qualité de l'eau, la rendant notamment plus sensible aux proliférations microbiologiques (hausse de la T°C et dissolution de carbone organique biodégradable source de nutriment pour la biomasse). Toutefois, cela peut s'opérer au sein d'une même machine.

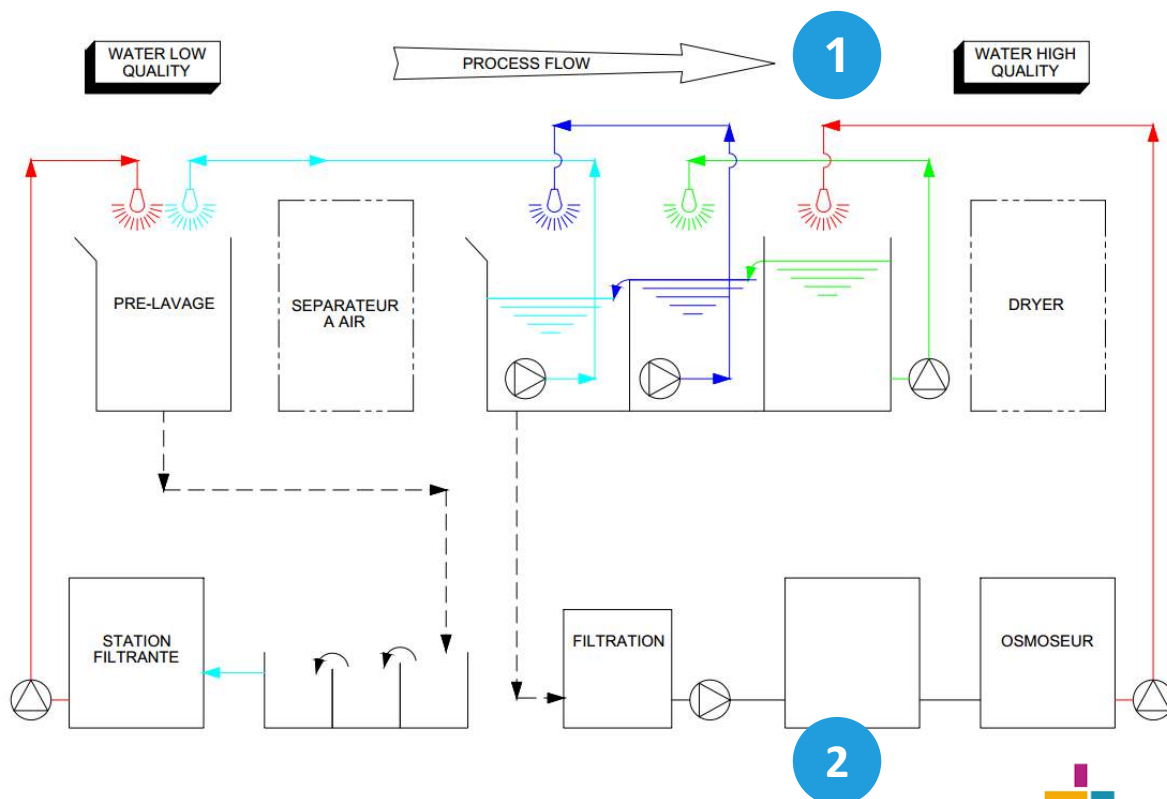
Dans l'exemple ci-après, 1 identifie un circuit de réutilisation où l'eau contenue dans le bac du rinçage final en renouvellement rejoint par débordement le bac de rinçage précédent dont la qualité d'eau est moindre. On parle de cascade à contre flux et l'eau transférée d'un bac à un autre par débordement est réutilisée.

3

**RECYCLAGE**  
(Techniques CAPEX)

Le recyclage consiste à **identifier une source en eau qui, après traitement, est compatible avec la qualité requise pour la même application industrielle ou une autre** : est-il possible d'utiliser une source d'eau préalablement utilisée et de la traiter par l'intermédiaire d'équipements de traitements d'eau pour la mettre à disposition d'un autre usage à la qualité requise?

Dans l'exemple de schéma ci-dessous, 2 identifie un circuit de recyclage où l'eau des bacs de pré-lavages et de rinçages est recyclée de ces mêmes bacs par l'intermédiaire de traitement de filtration et de filtration membranaire



# PLAN D'ACTION ISO 46001 : 2019

## Programme de management de l'utilisation efficiente de l'eau

La mise en œuvre d'un système de management de l'utilisation efficiente de l'eau doit comprendre l'établissement d'objectifs et cibles ainsi que la mise en place d'un plan d'action pour les atteindre. Cette fiche méthodologique a pour objectif d'expliquer comment élaborer, mettre en œuvre et piloter le plan d'action.

### Introduction

Le programme de management de l'utilisation efficiente de l'eau désigne la planification d'actions spécifiques destinées à assurer une meilleure performance d'utilisation efficiente de l'eau du site, ainsi que les indicateurs retenus pour mesurer l'efficacité de celles-ci.

Il permet d'identifier les responsabilités, les ressources allouées et les échéances fixées pour leur mise en œuvre.

Le programme de management est déterminé à la suite :

- De **l'évaluation de la conformité aux exigences légales** et autres (y compris identification des attentes des parties intéressées) ;
- De **l'analyse des enjeux** en matière d'utilisation efficiente de l'eau via différents outils (ex : outil d'autodiagnostic FSAT (*factory self assessment tool*), SWOT (*strengths, weaknesses, opportunities et threats*)-PESTEL (*politique, économique, social, technologique, écologique, légal*)) ;
- De la **revue des utilisations de l'eau** (Process Flow Diagram (PFD), Plan de comptage, Matrice Quantité/Qualité/Usage/Destination (QQU) et Indicateurs).

### Définitions

<b>Utilisation efficiente de l'eau</b>	accomplissement d'une fonction, d'une tâche, d'un processus, d'un service ou d'un résultat, avec la quantité minimale d'eau possible.
<b>Utilisation significative d'eau</b>	activité représentant une part substantielle de l'eau utilisée totale (y compris l'eau consommée) et/ou offrant un potentiel considérable d'amélioration de la performance d'utilisation efficiente de l'eau.
<b>Consommation d'eau</b>	partie de l'utilisation de l'eau qui ne revient pas à la source d'eau d'origine après avoir été prélevée et qui n'est pas non plus disponible pour sa réutilisation.
<b>Revue de l'utilisation de l'eau</b>	détermination de la performance d'utilisation efficiente de l'eau de l'organisme basée sur des données et d'autres informations, conduisant à l'identification des opportunités d'amélioration.
<b>Plan de management de l'utilisation efficiente de l'eau</b>	document ou ensemble de documents spécifiant le moyen d'identification du périmètre, des mesures, des actions et des priorités potentiels pour gagner en efficacité en termes d'utilisation de l'eau (y compris l'eau consommée) actuelle de l'organisme.

Source– ISO 46001 : 2019

## Élaboration du plan d'action

Afin de pouvoir définir précisément le plan d'action à mettre en œuvre et les tâches à accomplir, plusieurs étapes préliminaires sont nécessaires.

### 1. Déterminer les enjeux internes et externes et les attentes des parties prenantes

Le **résultat du FSAT** doivent servir de base à l'analyse approfondie de votre système de Management de l'eau. Les résultats de cette auto-évaluation vous auront permis de flécher des enjeux.

Pour la mise au point de votre plan d'action, assurez-vous tout d'abord d'avoir fait l'inventaire **des risques potentiels**, tels que la pollution de l'eau, les pénuries d'eau, les problèmes de qualité de l'eau, etc. ainsi que **des opportunités**, comme l'utilisation de technologies innovantes pour la préservation de l'eau, l'amélioration de l'efficacité énergétique, la mise en place de partenariats pour une gestion durable de l'eau, etc.

Des outils existent pour approfondir la réflexion sur les enjeux en en extraire des actions pertinentes à planifier. La méthode la plus couramment utilisée est la combinaison **SWOT & PESTEL**

- La méthode SWOT permet d'identifier les forces et faiblesses internes de l'organisation ainsi que les opportunités et menaces externes. Elle facilite l'identification des domaines clés nécessitant des actions préventives ou des initiatives d'amélioration.
- L'analyse PESTEL est complémentaire à la matrice SWOT. Cet outil a pour but d'analyser les facteurs externes qui peuvent impacter une entreprise en détaillant les enjeux par thématique : **P**olitique, **E**conomique, **S**ocial, **T**echnologique, **E**cologique, **L**égal.

		<b>Forces</b>	<b>Faiblesses</b>
<b>Enjeux internes</b>			
<b>Enjeux externes</b>		<b>Opportunités</b>	<b>Menaces</b>
	Politique Economique Social Technologique Ecologique Légal		

Exemple de matrice combinée SWOT-PESTEL

**Impliquez les parties prenantes pertinentes<sup>1</sup>**, y compris le personnel, les experts de l'eau, les autorités réglementaires et les utilisateurs d'eau, dans le processus d'identification des risques et opportunités et assurez-vous d'avoir identifié leurs attentes particulières.

<sup>1</sup> Commencer par les parties prenantes en interne, puis élargir aux autres utilisateurs sur le site qui pourraient devenir des partenaires dans la gestion efficiente de l'eau à l'échelle du site.

Pour augmenter encore l'efficacité du projet, il est pertinent d'impliquer des parties prenantes extérieures. Identifier en priorité ceux avec lesquels il existe des tensions, une compétition pour la ressource ou encore une intégration historique forte. Il est à noter qu'il faut que la personne en charge puisse avoir autorité pour discuter avec ces acteurs.

## 2. Analyse des utilisations de l'eau

Les 4 étapes fondamentales de la démarche d'efficacité hydrique (**PFD, Plan de comptage, Matrice Quantité/Qualité/Usages et Indicateurs**) suivie de la **méthode 3R** vous auront permis de définir un **schéma directeur** ; il s'agit ici de prioriser et hiérarchiser, à l'aide d'un système de cotation, les actions à mettre en œuvre.

### a. Cotation des utilisations de l'eau

Afin de déterminer le niveau de significativité d'une utilisation de l'eau, chaque type d'utilisation doit être cotée.

Un exemple d'échelle de cotation selon divers critères est présenté ci-dessous :



Il est pertinent de réaliser au préalable une évaluation du « coût global de l'eau » (cf. [Fiche 1.3](#)).

Le levier financier peut être utilisé pour prioriser les actions et calculer des retours sur investissements.

Note	Situation réglementaire
1	<b>100 % conforme</b> (ou non-applicable) : l'utilisation d'eau respecte pleinement toutes les réglementations et normes obligatoires (ou pas de réglementation applicable)
2	<b>Conforme avec quelques exceptions mineures</b> : la majeure partie de l'utilisation d'eau est conforme, mais des ajustements mineurs sont nécessaires
3	<b>Généralement conforme</b> : l'utilisation d'eau est en grande partie conforme, avec quelques domaines d'amélioration
4	<b>Partiellement conforme</b> : certaines parties de l'utilisation d'eau sont conformes, mais des améliorations sont nécessaires
5	<b>Non conforme</b> : l'utilisation d'eau ne respecte pas les réglementations locales ou les normes internes obligatoires

Note	Importance par rapport à la consommation totale
1	<b>Faible importance</b> : la source d'utilisation d'eau représente une petite part de la consommation totale de l'organisation (<5%)
2	<b>Importance modérée</b> : la source d'utilisation d'eau est significative, mais représente une partie relativement modeste de la consommation totale (de 5% à 10%)
3	<b>Importance moyenne</b> : la source d'utilisation d'eau a un impact notable sur la consommation totale de l'organisation (de 10% à 30%)
4	<b>Importance élevée</b> : la source d'utilisation d'eau est l'une des principales sources de consommation d'eau de l'organisation (de 30% à 50%)
5	<b>Très importante</b> : la source d'utilisation d'eau est cruciale pour les opérations de l'organisation et représente une part importante de la consommation totale (+ de 50%)

Note	Type d'eau
1	<b>Eau traitée ou recyclée</b> : l'eau utilisée provient de sources traitées ou recyclées.
2	<b>Eau de pluie</b> : l'eau utilisée provient de l'eau de pluie collectée.
3	<b>Eau douce provenant du milieu naturel</b> : l'eau utilisée provient de sources d'eau douce non mobilisées pour l'eau potable.
4	<b>Eau potable</b> : l'eau utilisée provient d'eau potable ou de sources d'eau potable.
5	<b>Eau de qualité supérieure</b> : l'eau utilisée nécessite une eau de qualité supérieure (par exemple, pour des process très sensibles).

Note	Etat de l'équipement
1	<b>Excellent état</b> : l'équipement ou l'installation associé à l'utilisation d'eau est en parfait état de fonctionnement.
2	<b>Bon état</b> : l'équipement ou l'installation fonctionne bien, mais des ajustements mineurs pourraient être nécessaires.
3	<b>État moyen</b> : l'équipement ou l'installation nécessite des améliorations et des réparations pour fonctionner de manière optimale.
4	<b>Mauvais état</b> : l'équipement ou l'installation est en mauvais état et nécessite des réparations ou un remplacement.
5	<b>État critique</b> : l'équipement ou l'installation est en panne ou hors service, nécessitant une intervention urgente.

► **NIVEAU DE SIGNIFICATIVITÉ** = résultat de *Situation réglementaire x Importance x Type d'eau x Etat équipement*

Le score à partir duquel vous pourriez considérer les utilisations d'eau comme les plus significatives dépendra de la taille, du type d'activité et du contexte de votre organisation. Il n'existe pas de score universellement applicable à toutes les entreprises, cela **dépendra de la répartition des sources d'utilisation d'eau et des priorités spécifiques de votre organisation en matière de gestion de l'eau.**

Comme dans la majorité des méthodes de cotation (des risques notamment) il est **laissé à l'appréciation de l'organisme le seuil de significativité à retenir.** Il s'agit en réalité de faire un tri des résultats et de ne conserver, dans un premier temps, qu'un nombre réaliste d'actions à mettre en place pour le premier cycle du Système de Management de l'Utilisation Efficace de l'Eau. Au cours des cycles suivants, il est possible d'abaisser le seuil de significativité pour permettre la mise en place d'actions complémentaires.

**b. Cotation des opportunités d'amélioration**

Des opportunités d'amélioration sont identifiées à l'issue de l'analyse des utilisations et à leur cotation.

Elles peuvent porter sur des solutions techniques mais doivent également s'intéresser aux pratiques de production, de maintenance, d'achat, de conception et de méthodes.

Il est intéressant de tenir compte de ces opportunités d'amélioration dans le calcul de significativité.

Ces opportunités peuvent alors être hiérarchisées selon plusieurs critères : faisabilité, gain prévisible, retour sur investissement, etc.

Note	Faisabilité technique
1	Amélioration techniquement irréalisable ou impraticable
2	Amélioration techniquement complexe, nécessitant des investissements majeurs et des experts
3	Amélioration réalisable avec des efforts importants et des adaptations spécifiques
4	Amélioration techniquement réalisable, mais nécessitant des modifications significatives
5	Amélioration techniquement réalisable avec des ajustements mineurs

Note	Gain prévisible (par rapport à la consommation totale du site)
1	Gain minimal en termes d'utilisation d'eau (<5%)
2	Gain modéré attendu, avec des opportunités d'amélioration (de 5% à 10%)
3	Gain significatif en termes d'utilisation d'eau, justifiant des actions d'amélioration (de 10% à 30%)
4	Gain élevé prévisible, nécessitant des mesures spécifiques pour atteindre le potentiel maximal (de 30% à 50%)
5	Gain majeur attendu, avec des économies d'eau majeures (>50%)

Note	Retour sur investissement
1	Retour sur investissement prolongé, supérieur à dix ans
2	Retour sur investissement long, entre cinq et dix ans
3	Retour sur investissement moyen, entre trois et cinq ans
4	Retour sur investissement modéré, entre un et trois ans
5	Retour sur investissement rapide, généralement inférieur à un an

► **SCORE D'OPPORTUNITÉ** = résultat de *Faisabilité technique x Gain prévisible x Retour sur investissement*

### c. Résultat de la combinaison des 2 cotations

► **SCORE DE PRIORISATION** = résultat de *Niveau de significativité x Score d'opportunité*

Il s'agit de **définir des premières actions évidentes et prioritaires et de ne conserver, dans un premier temps, qu'un nombre réaliste d'actions à mettre en place** pour le premier cycle du Système de Management de l'Utilisation Efficiente de l'Eau. Au cours des cycles suivants, il est possible d'abaisser le seuil de priorisation pour permettre la mise en place d'actions complémentaires.

**Le seuil est à définir ici de façon totalement arbitraire, en fonction des objectifs de la direction et des budgets associés au premier cycle du système.** Il s'agit ici de définir un niveau au-dessus duquel les actions seront intégrées dans le plan d'action détaillée du SMEE (programme de management de l'utilisation efficace de l'eau).

# EXEMPLES : CAS D'APPLICATION

L'objectif de cette fiche est, à partir d'une usine fictive, de réaliser le bilan initial de la démarche d'efficacité hydrique présenté ci-avant. L'ensemble de la documentation associée à ce cas exemple a été produite afin de mieux comprendre les intérêts des différents outils.

## DESCRIPTION DE L'USINE DU CAS D'APPLICATION

L'usine est constituée de 3 bâtiments de production successivement implantés :

- **Bâtiment A** est le bâtiment historique d'une usine construite il y a plusieurs dizaines d'années, la métrologie y est très peu présente, exceptée au point de fourniture et de restitution des eaux. Les réseaux sont des réseaux enterrés, métalliques, datant de l'origine des bâtiments.
- **Bâtiment B** construit dans les années 80, contient les utilités, l'unité de déminéralisation, la chaudière vapeur, et une ligne de production dont le fonctionnement est lié au fonctionnement des lignes du bâtiment A (fourniture d'un intermédiaire par exemple). Ce bâtiment se caractérise par une identification correcte des réseaux, des superviseurs anciens mais fonctionnels et la métrologie suffisante pour piloter les utilités.
- **Bâtiment C** est le dernier bâtiment construit, avec de nouveaux procédés intégrant le site de production. Ce bâtiment se caractérise par une très bonne connaissance des réseaux et des utilisateurs, une métrologie suffisamment présente pour identifier les consommateurs, avec une supervision de dernière génération permettant de requêter de manière très simple l'ensemble des données produites sur le cycle de l'eau et notamment les aspects cinétiques.
- L'usine est d'une part **alimentée en eau de ville** pour les applications humaines (tertiaire : toilette/ cantine/...), pour certains échangeurs du bâtiment A et du bâtiment B ainsi que pour produire **l'eau déminéralisée** du site au sein du bâtiment B. L'usine est d'autre part équipée d'un **forage** lui permettant d'alimenter un certain nombre d'applicatifs process et de faire notamment les appoints dans les TAR.
- Les 2 réseaux, eau de ville et eau de forage, sont des réseaux enterrés, chacun d'entre eux maillés pour partie et qui ont été agrandis avec les évolutions de l'usine.
- L'usine dispose de plus d'un **réseau d'effluents séparatif** distinguant les **eaux pluviales** des **eaux usées industrielles**. Les eaux grises (activité humaine/ douche/ toilettes/...) rejoignent **le réseau d'effluents municipal**. Cet égout a été raccordé au réseau d'assainissement de la ville et dispose d'une convention de rejet.
- Les **eaux usées industrielles sont prétraitées** avant d'être envoyées vers un traitement extérieur (municipalité). Le prétraitement consiste en une neutralisation et une décantation primaire.

## RÉALISATION DU FSAT

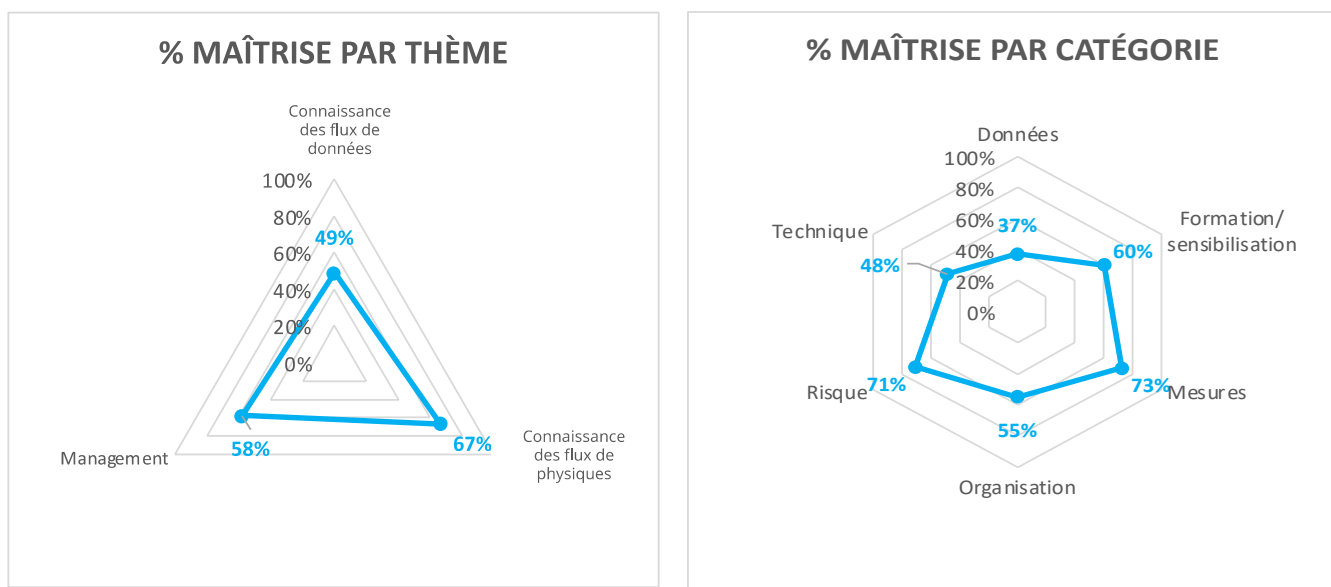
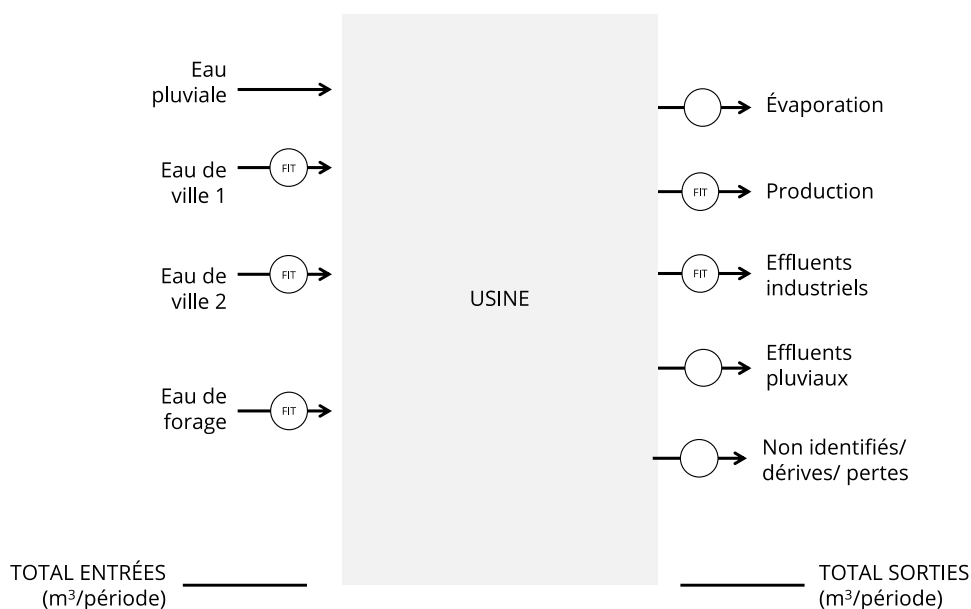


Illustration FSAT, résultat de l'audit de maturité

Sur l'usine définie dans le cas d'application, les problématiques mises en évidence avec le FSAT sont décrites ci-après.

- La **connaissance des flux physiques** est suffisamment bonne pour pouvoir mettre en place les premières améliorations et assurer un suivi des quantités globales.
- Il apparaît toutefois que dans les catégories management et connaissance des flux de données, des progrès indispensables doivent être mis en œuvre avant toute démarche d'amélioration.
  - > Concernant **les flux de données**, il apparaît qu'un certain nombre de documents initiaux de la démarche ne sont pas disponibles (*PFD complet, listing métrologique, ...*). Ainsi un plan d'action visant à couvrir les besoins documentaires initiaux permettrait d'améliorer la connaissance mais également le scoring de la maîtrise des flux de données.
  - > Concernant **le Management**, l'absence de réunion régulièrement programmée et la gestion uniquement incidentielle (action quand incident) apparaît comme une lacune dans une démarche d'amélioration continue.

## SCHÉMA DES FLUX



*Schéma des flux appliqué à l'usine*

Pour le calcul du pluvial et de l'évaporation, les principes ci-après peuvent être appliqués.

### Concernant l'eau pluviale

- Plusieurs informations doivent être collectées :
  - > La **pluviométrie locale**, idéalement par un pluviomètre sur site. Il existe toutefois un grand nombre de stations Météo France qui permettent d'avoir des informations de qualité dans un rayon de 30 à 50km (ce qui reste relativement loin, notamment pour des phénomènes locaux type orages),
  - > La **superficie totale du site et/ ou la superficie captée par réseau pluvial site**,
  - > La répartition de la superficie imperméabilisée et non imperméabilisée,
  - > Ces données doivent être établies idéalement en moyenne quotidienne.
- À partir de ces données établies et après une **période de 1 an de collecte**, il est possible de **modéliser assez finement l'impact rejet de la pluviométrie d'un site**.
- Du calcul relativement simple (*superficie x pluviométrie*) à des calculs statistiques plus poussés, voire des modélisations pluviométriques réelles, la méthode appliquée et sa complexité tiendra compte du réel besoin de cette connaissance.
- Dans le cas de l'application proposée, le réseau pluvial est complètement indépendant (réseau parfaitement séparatif), la précision du bilan sur le pluvial n'a donc pas besoin d'être extrêmement détaillée.

## Concernant l'évaporation

- La capacité à effectuer des calculs va largement **dépendre de l'instrumentation présente sur les systèmes de réfrigération.**
- Ainsi pour effectuer un bilan relativement complet sur une TAR (Tour Aéro-Réfrigérante), les informations suivantes sont nécessaires :
  - > Débit d'appoint,
  - > Débit de purge,
  - > Débit de boucle,
  - > Température aller et retour du circuit,
  - > Conductivité bassin.
- Avec ces grandeurs, il est possible de calculer simplement combien d'énergie a été dégagée et donc environ combien d'eau a été évaporée. Remarque : pour faire le calcul parfaitement, les informations de température et d'humidité au sein du système externe seraient nécessaires. Il est également possible de **recalculer la purge théorique et ainsi surveiller la purge réelle.**
- En règle générale, les seules informations présentes sont le débit d'appoint et la conductivité du bassin. Si la qualité de l'eau d'appoint est stable, il est alors possible de **recalculer un facteur de concentration permettant d'estimer approximativement le débit d'évaporation.** Le mieux est généralement de demander à son traiteur d'eau (Nalco, Veolia, BWT ...) de fournir un rapport régulier avec le ratio de concentration.



Le taux ou facteur de concentration d'une tour de refroidissement est un élément essentiel du point de vue du traitement des eaux. Le rapport de concentration est calculé comme suit :

$$\text{Facteur de concentration} = \frac{\text{Débit d'appoint}}{\text{Débit de purge}} = \frac{\text{Salinité eau circuit}}{\text{Salinité eau appoint}}$$

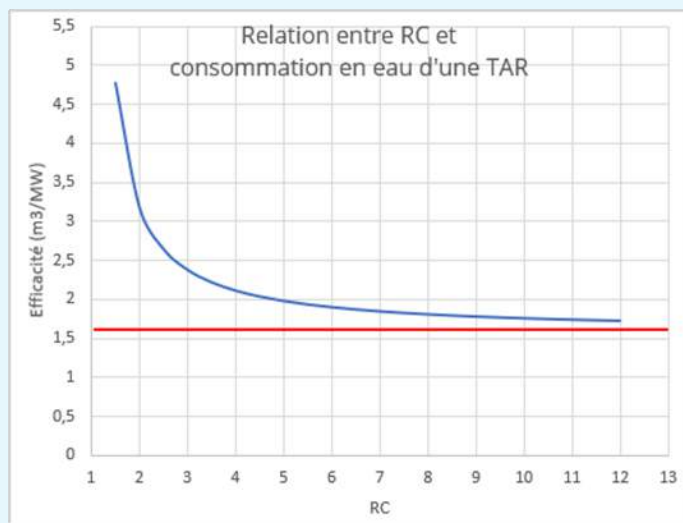
C'est le rapport du débit d'eau d'appoint sur le débit d'eau de purge qui correspond au rapport de la teneur en sels dissous dans l'eau du circuit sur la teneur en sels dissous dans l'eau d'appoint.

Le fait de pouvoir concentrer plus ou moins permettra de réduire les consommations d'eau et les rejets.

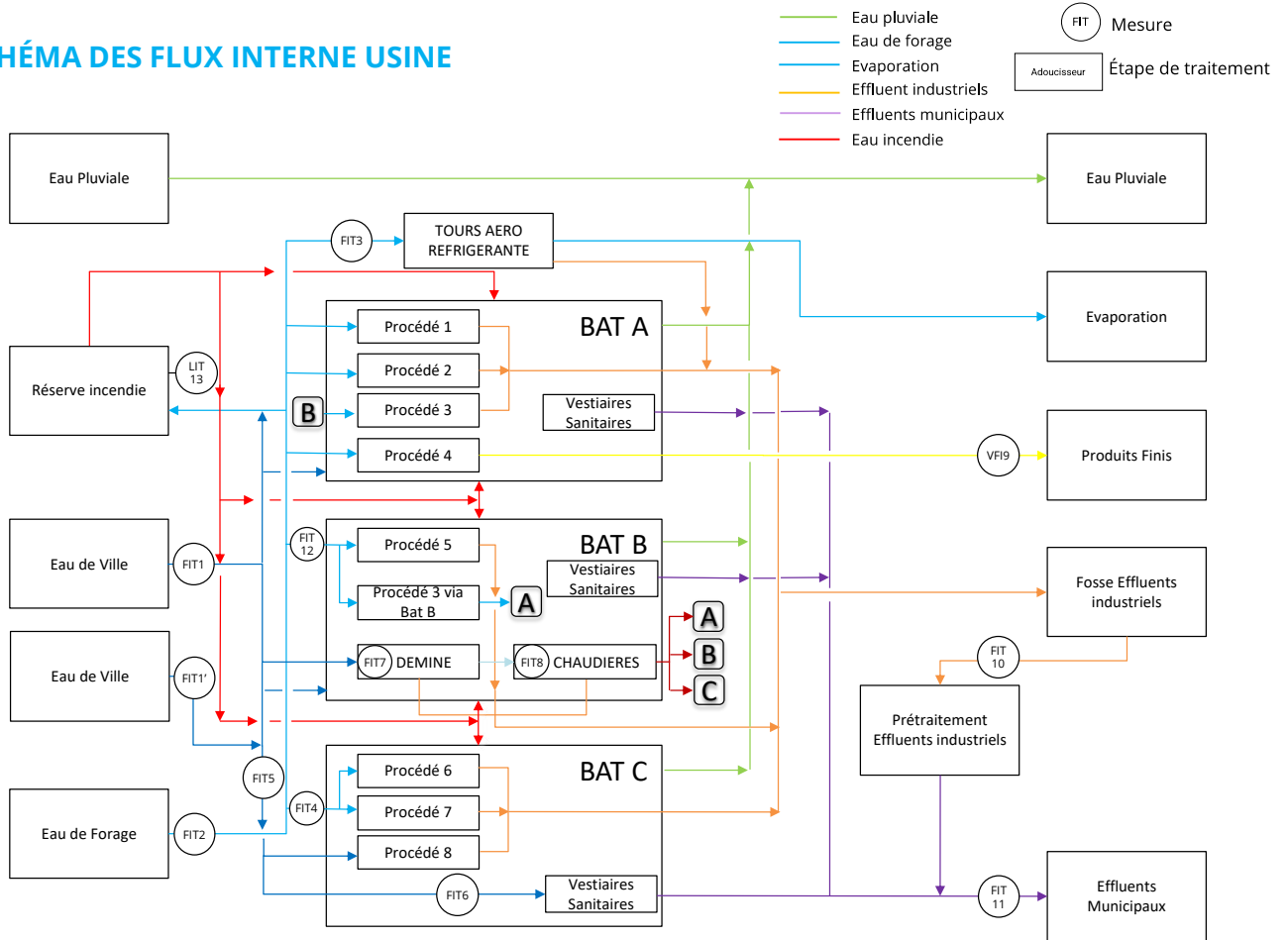
La capacité à bien régler le facteur de concentration est d'autant plus importante que le taux de concentration (RC) est faible.

L'illustration ci-contre montre que la différence de consommation d'eau entre 1,5 et 1,7 est de presque 30%.

Alors qu'entre un RC de 4 et 5 le gain est infime.



## SCHÉMA DES FLUX INTERNE USINE



## PLAN DE COMPTAGE/ LISTING MÉTROLOGIQUE

N°	FONCTION	RESP. EXPLOITATION	TAGS PID	SUPERVISION	TYPE MESURE	Principe de la mesure	Vérif. métrologique (O/N)	QUALITE EAU	LOCALISATION	UNITES
1	Compteur général Eau de ville (entrée 1)	UTILITES	FIT73001	73001f	DEBIT	COMPTEUR A EAU	O	EP	Poste de garde	1m³ par impulsion
1'	Compteur général Eau de ville (entrée 2)	UTILITES	FIT73001	73001f	DEBIT	COMPTEUR A EAU	O	EP	Poste de garde	1m³ par impulsion
2	Compteur général Eau de forage	UTILITES	FIT2108	i12108f	DEBIT	COMPTEUR A EAU	O	EF	Local Forage	1m³ par impulsion
3	Appoint d'eau des TAR	UTILITES	FI11908	i11908f	DEBIT	COMPTEUR A EAU	N	EF	TAR	100 L par impulsion
4	Compteur divisionnaire alimentation eau de forage bât. C	BAT C	FIT73003	73003a	DEBIT	COMPTEUR A EAU	N	EF	Trappe toilette RDC BAT C	100 L par impulsion
5	Compteur divisionnaire conso. Eau de ville Bât. C	BAT C	FIT3110	31107f	DEBIT	COMPTEUR A EAU	N	EP	Trappe toilette RDC BAT C	100 L par impulsion
6	Compteur sous divisionnaire restauration Eau de ville Bât. C	BAT C	FIT30508	30508f	DEBIT	COMPTEUR A EAU	O	EP	Cuisine	100 L par impulsion
7	Compteur divisionnaire Eau de ville Alimentation unité déminéralisation	BAT B	FIT11107	11107f	DEBIT	ELECTRO-MAGNETIQUE	O	EP	Local chaudiere	m³/h
8	Compteur sous divisionnaire Eau déminéralisé alimentation bêche alimentaire chaudière	BAT B	FIT70003	70003p	DEBIT	ELECTRO-MAGNETIQUE	O	EI	Local chaudiere	m³/h
9	Compteur virtuel calculé sur la base du nombre d'unité produites	DSI	AIT70002	70002t	DEBIT	CALCUL	NA	NA	NA	m³/h
10	Mesure arrivée effluent sur station de prétraitement	UTILITES	FIT11068	11068fc	DEBIT	DÉVERSOIR CALIBRE	O	USEE	Station traitement effluent	m³/h
11	Mesure générale des effluent à destination des eaux usées urbaines	UTILITES	FIT11069	11069fc	DEBIT	DEVERSOIR CALIBRE	O	USEE	Station traitement effluent	m³/h
12	Compteur divisionnaire alimentation eau de forage bât. B	BAT B	FIT75403	54003a	DEBIT	COMPTEUR A EAU	N	EF	entrée bâtiment B (coté vestiaires)	100 L par impulsion
13	Mesure de Niveau de la réserve incendie	UTILITES	LIT0932	0932ld	Niveau	MESURE DE PRESSION	N	EF	Reserve Incendie	Niveau en m

## MATRICE QUANTITÉ, QUALITÉ, USAGE, DESTINATION

				Source		Volumes			Nature des données		Conformité		Fiabilité		Niveau de significativité
Catégorie d'utilisation	Sous catégorie d'utilisation	Description de l'utilisation	Bât. / zone	Type d'eau utilisée	Score "source"	Utilisés	Poids de l'utilisation	Score "volume"	Origine	Score "nature données"	Situation réglementaire	Score "conformité"	Condition de l'équipement	Score "fiabilité"	
Process	Eau industrielle	<b>Procédé 1</b>	Bât. A	Eau de forage	3	22 750 m3/an	2,3%	2	Par calcul d'après la théorie	3	Utilisation de l'eau encadrée par un référentiel interne ou externe, avec une situation de conformité	2	Vétuste ou inapproprié	3	<b>108</b>
Process	Eau industrielle	<b>Procédé 2</b>	Bât. A	Eau de forage	3	22 750 m3/an	2,3%	2	Par calcul d'après la théorie	3	Utilisation de l'eau encadrée par un référentiel interne ou externe, avec une situation de conformité	2	Vétuste ou inapproprié	3	<b>108</b>
Utilité	Refroidissement	<b>TAR</b>	Bât. A	Eau de forage	3	292 500 m3/an	30,1%	5	Par mesure en ligne	1	Utilisation de l'eau encadrée par un référentiel interne ou externe, avec une situation de conformité	2	Vétuste ou inapproprié	3	<b>90</b>
Utilité	Production de chaleur	<b>Chaudières</b>	Bât. B	Eau déminéralisée	4	195 000 m3/an	20,0%	5	Par mesure en ligne	1	Utilisation de l'eau encadrée par un référentiel interne ou externe, avec une situation de conformité	2	Standard mais perfectible	2	<b>80</b>
Process	Eau industrielle	<b>Procédé 3</b>	Bât. A	Eau de forage	3	32 500 m3/an	3,3%	2	Par calcul d'après des mesures	2	Utilisation de l'eau encadrée par un référentiel interne ou externe, avec une situation de conformité	2	Vétuste ou inapproprié	3	<b>72</b>
Utilité	Production d'eau	<b>Déminéralisation</b>	Bât. B	Eau de ville	3	210 000 m3/an	21,6%	5	Par mesure en ligne	1	Utilisation de l'eau encadrée par un référentiel interne ou externe, avec une situation de conformité	2	Standard mais perfectible	2	<b>60</b>

Illustration matrice

### Principales conclusions

#### Les deux usages les plus significatifs de l'usine concernent les procédés 1 et 2.

Cette significativité n'est pas liée aux volumes utilisés mais au fait que les informations sur les consommations ne sont pas mesurées mais proviennent d'un calcul théorique et que les équipements implantés ont été évalués comme vétustes.



Lorsqu'un procédé est mis sous contrôle métrologique, des phases de consommations indues ou non adaptées sont observées.

**En général, 10% de gains peuvent être réalisés.**

Exemple d'action : mise sous contrôle métrologique. Dans ce cas, la mise sous contrôle métrologique de ces consommations permettrait d'envisager une amélioration de l'efficacité hydraulique. Toutefois la marche de progrès sera forcément limitée, la somme de ces consommations représentant 4,6% du total.

#### Le plus gros consommateur d'eau unitaire est l'alimentation en eau des TAR, il s'agit du 3<sup>ème</sup> usage significatif.

Dans ce cas, les connaissances obtenues sur les consommations sont fiables, mais l'équipement a été évalué comme vétuste. Ici, une étude plus précise du système de refroidissement et des boucles de circulation associées devrait permettre une amélioration de l'efficacité hydraulique.

Exemple d'action : modification des technologies des purges de TAR voire modification de la technologie de refroidissement. La réutilisation et/ou le recyclage des purges de TAR bien réglées est généralement contre-productive. Il existe parfois des applications spécifiques, type laveur de gaz, qui peuvent être alimentés par ce type d'effluents.

## La production de vapeur est le 2<sup>ème</sup> plus gros utilisateur d'eau unitaire et le 4<sup>ème</sup> usage significatif.

Les informations de consommation sont connues et l'équipement est considéré comme standard. Dans le cas des chaudières vapeurs, une piste de progrès régulièrement constatée est l'amélioration des purges de chaudière par l'amélioration du système de contrôle commande de ces purges.

On peut aussi citer l'amélioration de la qualité de l'eau d'appoint (osmose inverse, ...), qui permet de réduire le besoin de purge, et donc de faire aussi des économies d'énergie.

Ici, il n'a pas été imaginé que l'usine disposait d'un circuit de retour condensats. Lorsque c'est le cas, la gestion de ces retours et de leurs purges ou déclassements est une question centrale de l'efficacité hydrique du site, et aussi de l'efficacité énergétique. Par ailleurs, il est utile d'insister à nouveau sur l'identification des flux de vapeur achetée (voire vendue) à l'extérieur dans le bilan eau du site, ainsi que, le cas échéant, le retour condensats vers le tiers extérieur à qui la vapeur a été achetée.

Exemple d'action : vérification des consignes de fonctionnement, y compris régulation des purges.



Dans cet exemple, il n'existe pas de système de récupération des condensats.

Dans la réalité, **la gestion des chaudières et des retours condensats sont très souvent un enjeu clé de régulation pour les sites concernant l'efficacité hydrique**

**Le 5<sup>ème</sup> usage significatif est l'alimentation du procédé 3**, dont le niveau d'équipement a été évalué comme vétuste et dont les informations métrologiques sont fiables mais non disponibles immédiatement (obtenues par calcul).

Exemple d'action : la mise en place de métrologie et la compréhension fine des usages de l'eau dans le procédé 3 pourrait être une source de progrès.

**Le 6<sup>ème</sup> usage significatif est la déminéralisation**. Le procédé apparaît comme un usage significatif puisqu'il représente 22% des quantités d'eaux utilisées. Cependant, la déminéralisation est uniquement destinée à l'alimentation de chaudière et son taux de perte est maîtrisé (<10%).

Exemple d'action : dans ce cas, seule une étude d'ingénierie permet d'estimer la faisabilité et le chiffrage des gains potentiels.

► Ces 6 usages significatifs représentent 79,7% des quantités d'eau utilisées.

## BILAN DE L'AUDIT ET PLAN D'ACTION

L'application de la démarche de l'audit initial permet d'identifier des points d'amélioration. Selon l'expérience d'Aquassay, sur l'usine de ce cas d'application, les principales problématiques seraient les suivantes :

### Bâtiment A

Les installations industrielles de type bâtiment A se caractérisent en général par :

- Réseaux enterrés potentiellement maillés, potentiellement fuyards après 20 ans et certainement fuyards après 30 ans d'exploitation. Cela concerne l'approvisionnement comme le rejet.
- La métrologie existante sur les systèmes eau est généralement rustique (diaphragme, compteur à turbine) mais correctement implantée d'un point de vue géométrie de mesure. Peu présente, l'instrumentation va concerner les points de facturation et/ou de contrôle réglementaire.
- Peu de sous-comptage est implanté.
- Les règles de dimensionnement appliquées lors de la construction ont permis de suivre l'évolution de l'usine jusqu'à aujourd'hui ce qui fait que le sujet a été peu investi et peu investigué sur les 10 dernières années.
- Les données produites concernant le cycle de l'eau sont sous-exploitées car pas forcément simples d'accès (cela dépend des architectures d'informatiques industrielles).

### Bâtiment A (suite)

- Les plans de construction disponibles sont fiables, très précis et indiquent les informations techniques essentielles (diamètre nominal (DN), côte de fil d'eau). Cependant, ils sont parfois difficiles d'accès (archives) ou inexistantes.
- La qualité des matériaux utilisés lors de la construction leur ont permis d'être exploités 10 à 20 ans supplémentaires par rapport à ce qui était imaginé.

### Bâtiment B

Les constructions des années 90 semblent vieillir prématurément vis-à-vis de leurs aînés des années 60. En cause, très certainement les conditions économiques de réalisation des projets, qui ont induit :

- la généralisation de matériaux, inox notamment, de moins bonne qualité,
- les approximations des plans disponibles,
- Les équipements métrologiques peuvent être mal implantés d'un point de vue de géométrie de mesure,
- Le sous-comptage est plus présent que lors des constructions précédentes.

L'installation a été modifiée à de nombreuses reprises en de nombreux endroits sans que la traçabilité sur les plans soit suivie. Les personnes exploitant l'installation d'un point de vue de production ont réalisé des schémas PFD notamment pour assurer la formation des nouveaux entrants qui sont souvent de très bonnes sources d'informations.

Les schémas de supervision constituent la meilleure source d'informations. Et s'il n'existe pas ou peu de vues systèmes eau (ce qui est le cas général), l'eau est présente sur plusieurs vues de supervision permettant de reconstituer l'ensemble assez facilement.

Suivant le niveau de qualité des installations, les réseaux peuvent être fuyards mais également sous dimensionnés.

L'architecture informatique industrielle a évolué et est généralement équipée de logiciels de business intelligence (PI OSISOFT etc...) qui permettent un accès aux données historiques. La fiabilité des données stockées reste à étudier.

### Bâtiment C

Dans les constructions des années 2010, les installations n'ont pas eu le temps de vieillir et les personnes qui ont assuré le projet de construction sont encore dans les équipes de management. La connaissance est indéniablement bien meilleure notamment concernant la traçabilité des choix de construction.

Les standards informatiques industrielles permettent un accès simple aux données pour effectuer les bilans et autres recollements nécessaires en cas d'investigations même si plusieurs manipulations sont parfois nécessaires.

À la fin des périodes de garantie du process principal, un revamping a eu lieu permettant d'améliorer la performance énergétique et hydrique du système.

Les besoins en qualité et en quantité d'eau ont été maximisés lors des phases de dimensionnement, afin de ne pas être un facteur limitant mais, de ce fait, se retrouvent parfois surdimensionnés.

Les plans sont présents et disponibles mais manquent généralement de précisions (*fil d'eau, nature des matériaux, voir diamètre manquant*) et correspondent plus à des routings tuyauteries qu'à des plans de recollement (ou alors les isométriques sont disponibles mais en un nombre de folios tel qu'il est difficile de saisir l'ensemble).

Les schémas de supervision constituent la meilleure source d'informations. S'il n'existe pas ou peu de vues système eau (ce qui est le cas général), l'eau est présente sur plusieurs vues de supervision permettant de reconstituer l'ensemble assez facilement.

## BILAN DE L'AUDIT ET PLAN D'ACTION (suite)

Hypothèses d'observation ou de contexte	Investigations complémentaires & analyse	Conclusions & Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>Augmentation de la consommation d'eau potable de 15% entre l'année n et n-1.</li> <li>Augmentation de consommation observée au compteur 1 qui ne se répercutait pas complètement sur les sous-compteurs 5 et 7 des bâtiments B et C (qui ont également augmentés)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le bâtiment A ne dispose pas de compteur permanent sur son alimentation en eau potable (cf. PFD). Une investigation complémentaire a été menée par l'intermédiaire d'un débitmètre ultrason portable non intrusif.</li> <li>Des mesures ponctuelles ont été réalisées sur les compteurs 5 et 7 afin de valider leur fonctionnement</li> <li>Des mesures temporaires sur la ligne non équipée du bâtiment A ont été réalisées pendant 3 jours représentatifs. Les compteurs 5 et 7 ont été relevés en parallèle durant ces 3 jours.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les compteurs 5 et 7 sont corrects avec une erreur respective inférieure à 2% (mesures ponctuelles)</li> <li>La différence des sous-compteurs 5 et 7 et de la mesure temporaire présente un déficit de 4m<sup>3</sup>/h par rapport aux valeurs mesurées au compteur 1.</li> <li>Mise en évidence d'une fuite de 4m<sup>3</sup>/h sur la ligne enterrée de l'eau de ville.</li> <li>Le secteur suspecté est le secteur du bâtiment A au vu de son âge.</li> <li>Une étude complémentaire menée par des spécialistes de détection de fuite par méthode sonique a permis de déterminer la localisation de la fuite sous la voirie d'accès au bâtiment A.</li> <li><u>Action corrective</u> : faire réparer la fuite.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Augmentation régulière de consommation au compteur 7 du bâtiment B</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Après discussion avec les personnes en charge de l'unité de déminéralisation, il s'avère qu'une augmentation des volumes d'eau utilisés par la déminéralisation pour régénérer les résines a été détectée.</li> <li>De plus, une diminution des temps de fonctionnement entre régénération est relevée. Ce qui commence à devenir problématique avec les besoins en production de pointe en journée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Après investigations complémentaires avec le traiteur d'eau, et après réalisation d'un bilan ionique sur l'eau potable d'entrée pour vérifier qu'elle est toujours semblable à l'origine, il a été permis d'établir que la résine échangeuse d'ions était dégradée et n'assurait plus son rôle certainement par fixation irréversible des ions Ca<sup>2+</sup> et Mg<sup>2+</sup> sur les résines cationiques.</li> <li><u>Action corrective</u> : changer les résines.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Augmentation consommation au bâtiment C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le bâtiment C étant récent, il dispose de plusieurs compteurs qui ne sont pas relevés en routine.</li> <li>Après vérification des relevés et organisation de quelques tournées, il apparait que la consommation d'eau potable sur le bâtiment C est principalement liée aux activités humaines (restauration/ vestiaire/ sanitaire).</li> <li>Lors des diverses inspections réalisées dans les locaux, il apparait que plusieurs équipements sont fuyards et/ ou endommagés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les divers évènements (prises d'eau laissées ouvertes, robinets fuyards sans être signalés,...) ont poussé les managers de l'usine à mettre en place une communication sur la sensibilisation aux usages de l'eau (utilisation raisonnable, signalement des fuites,...)</li> <li><u>Actions correctives</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>Sensibilisation du personnel</li> <li>Réparation des équipements fuyards/ endommagés</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Augmentation régulière des consommations d'eau de forage (jusqu'à lors relativement stable) sur les 5 derniers mois</li> <li>L'usage significatif des TAR est en cours d'investigation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les appoints de la TAR sont enregistrés quotidiennement manuellement.</li> <li>Lors de l'investigation, il apparait que les volumes de purge de la TAR ont également augmentés dans environ les mêmes proportions.</li> <li>A l'inspection visuelle de l'équipement, il apparait que l'appoint d'eau géré par un système à flotteur est défectueux.</li> <li>Deux hypothèses sont actuellement à l'étude : (1) optimisation du système existant et (2) réutilisation des purges de TAR par les laveurs de gaz de la station de prétraitement des effluents industriels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le flotteur ayant été perforé, le système est en demande continue d'eau, qui déborde par l'intermédiaire du trop-plein canalisé de la TAR.</li> <li><u>Action corrective</u> : réparation du flotteur et réglage du système pour avoir un facteur de concentration optimal de 2.</li> <li>Etude en cours, résultats attendus pour mi 2023</li> </ul>

## DÉFINITION DES INDICATEURS ET DE L'ORGANISATION

Indicateur	Méthode calcul	Fréquence	Limite	Action si dépassement
*Prélèvement total eau de forage	FIT 2	Mensuel	500 000 m <sup>3</sup> /an	Information DREAL/ Agence de l'eau
Consommation totale eau de ville (m <sup>3</sup> )	Somme FIT 1 et FIT1' (suivi de facturation)	Mensuel	Pas de limite fixée avec le fournisseur d'eau, pour suivi	Si dérive, investigations complémentaires
Eau incendie (m <sup>3</sup> )	La régulation par niveau de la réserve incendie, associée à sa mesure de niveau et sa géométrie, permet d'estimer relativement précisément les consommations de la réserve incendie en dehors des exercices obligatoires	Mensuel	Pas de limite, pour suivi.	En cas de dérive hors exercice, la méthode de régulation et l'instrumentation doivent permettre de détecter l'apparition de fuites.
Consommation totale TAR (m <sup>3</sup> /tonne de produit)	Le fait qu'il n'existe qu'un seul bloc de TAR associé à tous les circuits de refroidissement de l'usine qui sont fonctionnels en phase de production nous a poussé à calculer un indicateur de consommation totale des TAR divisés par le nombre total de produits finis	Mensuel	Pour suivi	Si dérive, investigations complémentaires sur les circuits de refroidissement. <i>NB : Ce type d'indicateur global donne une information pertinente mais sa sensibilité risque d'être relativement faible et ne pas pouvoir détecter des diminutions de performance faibles. La mise sous contrôle temps réel de ce type d'équipement permet généralement d'identifier beaucoup plus rapidement des dérives</i>
Ratio Eau ingrédient/ Eau de forage prélevée	m <sup>3</sup> comptés par VF19 divisés par m <sup>3</sup> comptés par FIT2	Mensuel	Pour suivi	En cas de dérive, des investigations complémentaires sur le procédé 4 seront indispensables.
Suivi perte en eau de la déminéralisation	FIT 7 et FIT8	Mensuel	< 8% de FIT7	En cas de dérive, investigations complémentaires sur la déminéralisation et notamment sur les phases de rétro lavage/ régénération
*Quantité rejetée vers les effluents municipaux	FIT11	Mensuel	< Limite fixée par convention raccordement	Information de l'exploitant de la station d'épuration
Nombre de non-conformités externes ( <i>dépassement eau forage, dépassement rejet municipaux</i> )		Mensuel	< 1	Suivi de la procédure générale gestion des non-conformités externes
Nombre de non-conformités internes ( <i>perte en eau déminé, dérive consommation spécifique TAR</i> )		Mensuel	< 1	Suivi de la procédure générale gestion des non-conformités internes

\*contrôles réglementaires

### Organisation du suivi des indicateurs

La mission d'animation du projet a été confiée au technicien environnement du site.

Il est en charge, entre autres, de la création et de la mise à jour des besoins documentaires de la démarche ainsi que de l'animation des points techniques mensuels. Cette revue mensuelle de 30 minutes est présentée par le technicien environnement à son responsable ainsi qu'au responsable maintenance et travaux neufs du site.

En fonction des actions définies, c'est le responsable maintenance et travaux neufs qui organise la mise en œuvre concrète des actions.

Une fois par an, l'ensemble des indicateurs et du suivi des actions est présenté au comité de direction du site.

# Mise en œuvre



Le défaut d'étanchéité des canalisations enterrées est toujours une problématique importante.

Dans le cas des **canalisations sous pression** (approvisionnement, protection incendie, ...) et suivant les débits de fuite, les dégâts peuvent être très importants.

L'eau sous pression sortant de la canalisation fait fluer les granulométries les plus faibles des remblais soutenant les voies carrossables. **L'un des principaux dégâts habituellement constatés est l'affaissement routier** (cf. illustration ci-contre).



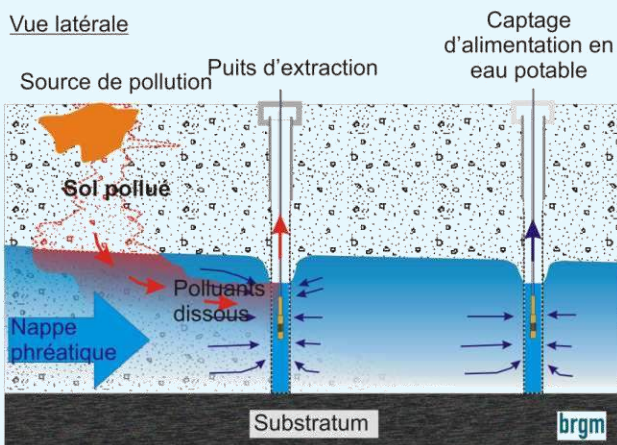
Source illustration : <https://infotraficalgerie.dz/>

Dans le cas des **canalisations gravitaires** le défaut d'étanchéité provoque à la fois la **fuite des produits transportés dans le terrain** et la **possible entrée d'eau suivant les conditions hydrostatiques locales au droit (à la verticale) de la fuite**.

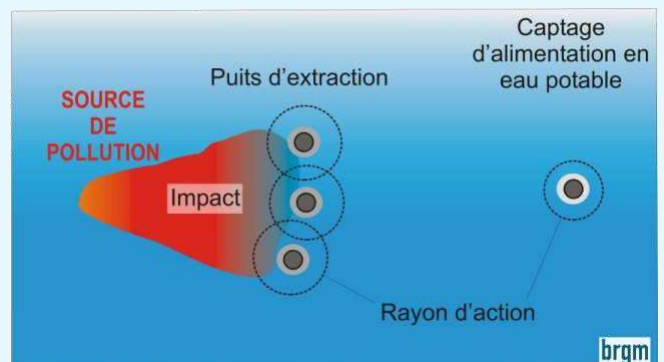
Dans de nombreux cas, les défauts d'étanchéité des réseaux d'eaux usées industrielles (*réseaux, cuivons de reprise enterrés, regards, ...*) contribuent, voire provoquent la **pollution des sols et le transit de produits vers le sous-sol**. Suivant l'hydrogéologie locale les conséquences peuvent être limitées à très importantes.

À titre indicatif, plusieurs sites industriels chimiques français sont soumis à des **obligations de pompage continu pour créer des barrières hydrauliques** permettant de contenir la pollution sous le site lui-même.

## ⊕ Principe d'un piège hydraulique



### Vue en plan



Source : <https://selecdepol.fr/fiche-technique/piege-hydraulique>

## Causes fréquentes

Les causes fréquentes d'une fuite d'eau d'une canalisation enterrée sont :

### ① La rupture mécanique

- **Le gel** peut provoquer l'éclatement des canalisations enterrées pleines (sous pression) en l'absence de circulation pendant un temps suffisamment long et pour des canalisations enterrées insuffisamment profondément (< 80cm).
- **Les chocs et/ou vibrations** (routières, industrielles, travaux en particulier la mise en place des grues sans répartition de charge suffisante sous les patins,...).
- **La déstabilisation des sols** lors des travaux de remblaiements, de terrassement, ou compactage de terrains.
- **Un défaut d'installation** des équipements : une mauvaise pose ou une malfaçon au niveau de l'installation des canalisations.
- **Un choc hydraulique** causé par la fermeture brusque d'une vanne d'une installation sous pression (coup de bélier).
- L'érosion peut également provoquer une perte d'étanchéité lorsque des flux chargés en espèces dures (silice ou particules métalliques) sont transportés.

### ② La corrosion

La corrosion d'un métal est la **détérioration progressive du matériau causée par une réaction chimique et/ou électrochimique avec l'environnement**. Il existe plusieurs types de corrosion dont seuls les grands principes sont présentés ci-après.

#### a La corrosion électrochimique

► **Aération différentielle** : ce type de corrosion se produit lorsqu'il existe des parties à faible concentration en oxygène (zone anodique) et des parties à haute concentration en oxygène (zone cathodique). Le métal commencera à se corroder dans les zones anodiques. Ainsi, les dépôts de matières dans les canalisations métalliques sont à proscrire.

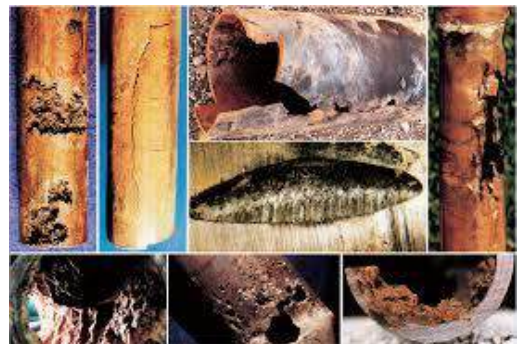
► **Attaque uniforme** : quand la surface du métal est recouverte totalement d'une couche d'eau, les zones anodique et cathodique changent en continu, ce qui entraîne un degré uniforme de corrosion.

► **Effet électrolytique** : l'eau douce corrode très lentement la plupart des métaux, car elle contient uniquement des molécules H<sub>2</sub>O. L'ionisation de l'eau douce est un processus très lent. Quand des sels, acides ou composés alcalins sont ajoutés à l'eau, la concentration ionique et la conductivité électrique du fluide augmentent. Cela entraîne une accélération du processus de corrosion. C'est la raison pour laquelle l'eau de mer entraîne une corrosion plus rapide que l'eau douce. De plus, dans les réseaux d'eaux usées industriels, il est possible de trouver des flux d'eaux usées ayant des effets corrosifs importants (*sels d'acide, de base,...*).

b La corrosion par courants parasites (ou courant vagabond) est un courant électrique, généralement de faible valeur, qui circule de façon non maîtrisée dans les milieux et matériaux conducteurs (*terre, tuyaux en métal, acier du béton armé des bâtiments, etc.*) autres que les installations prévues à cet effet (*fil, câble, etc.*).

c La corrosion biologique est liée à deux phénomènes. La présence de dépôts biologiques actifs dans les canalisations va induire une diminution puis une disparition de l'oxygène au sein des dépôts.

Cette absence d'oxygène va alors permettre la croissance de flore bactérienne anaérobie dont les produits de dégradations métaboliques sont des acides concentrés (acide sulfurique principalement). Ces acides vont créer une corrosion par piqûre du métal. De plus, le dépôt crée les conditions d'une aération différentielle.



Source illustration :  
Memento Degremont **FEFIS**  
Fédération Française des Industries de Santé

### ③ La nature des canalisations

Les fuites sont aussi liées à la **nature des canalisations et à leur durée d'exploitation**. Les canalisations métalliques ou en ciment sont amenées tôt ou tard à pouvoir présenter des défauts d'étanchéité. Bien qu'il existe de nombreux produits revêtus de ces deux matériaux qui améliorent nettement leur durée de vie.

NB : les jonctions inter-matériaux sont aussi des points de faiblesse (*par exemple passage du béton ou du grès au métal ou au plastique*). Les facteurs de dilatation différents fatiguent rapidement les joints et génèrent des fuites aux interfaces.

Il est donc pertinent dans la collecte d'informations de réalisation du PFD de se poser la question de la nature des réseaux enterrés.

### Détection et localisation d'une fuite

#### ① Fuite en approvisionnement (réseau sous pression)

Une fois que la métrologie permettant de mesurer à minima 80% des flux sur les compteurs divisionnaires de rang 1 est en place, **la réalisation de bilans réguliers, à minima mensuels, permet d'identifier les dérives anormales du système et d'identifier la présence d'anomalies.**

Une fuite se caractérise par un **talon relativement stable, en légère augmentation sur des périodes qui peuvent être très longues (plusieurs années)**.

La comparaison des valeurs normalement constatées sur l'historique et des valeurs de bilan permet d'identifier des consommateurs « anormaux », autres que ceux liés à des activités industrielles.

Il est donc possible d'identifier par étude bilancière des fuites probables, toutefois cela n'indique pas la localisation précise de ces fuites.

Pour déterminer la localisation des fuites sur une branche pré-identifiée en fonction de la métrologie, plusieurs méthodes existent, les principales sont rapidement présentées ci-après :

- **Méthodes acoustiques** : une fuite d'eau fait du bruit. Il est donc possible d'écouter le sol et localiser approximativement une fuite. Toutefois cette méthode est peu précise, nécessite d'avoir des plans à jour et, est généralement perturbée par bruit de l'activité industrielle. Ce type de méthode doit être utilisée en dehors de périodes d'activités industrielles.
- **Méthodes thermiques** : une fuite d'eau peut réchauffer le terrain. Il s'agit alors, avec un capteur adapté, de repérer une zone plus chaude. Cette méthode est simpliste, peu précise, ne fonctionnant que sur des canalisations enterrées peu profondes et sur des réseaux dont la différence thermique est très marquée avec le sol.
- **Méthodes par injection de gaz** : l'injection d'hélium dans les capacités d'approvisionnement permet, 24h plus tard, de suivre le cheminement du réseau en surface et d'y détecter, grâce à des capteurs spécifiques, la localisation exacte de la fuite. Ce procédé fonctionne très bien sur des canalisations enterrées sous des chaussées carrossables (matériaux poreux à l'hélium) mais sera moins efficace sous des planchers béton et/ ou des fondations.
- Il existe également des **méthodes de détection électroacoustiques**, générant des ondes dans le sous-sol qui permettent de localiser la fuite.

#### ② Fuite des réseaux gravitaires (eaux usées, eaux pluviales)

De très nombreux, voire la majorité, des réseaux industriels d'eaux usées sont fuyards. **Il est extrêmement difficile de détecter ces fuites par des approches bilancielles, à moins de disposer d'une balance eau extrêmement précise et d'une connaissance fine de la pluviométrie.**

Il est donc fortement recommandé **d'inspecter les réseaux à l'aide de caméras endoscopiques autoportées**

(pour les réseaux dont le contenu ne va pas rendre inopérante l'outil avant de trouver la première fuite).



#### Retour d'expérience

Le dimensionnement des canalisations pour garantir une vitesse de circulation suffisante, anti-dépôt, est important.

Sous pression, une vitesse comprise entre 1 et 2 m/s est généralement un bon compromis : au-dessus, attention aux pertes de charges et aux surcoût énergétiques même si c'est parfois requis si le flux est trop chargé.



**En France, il est obligatoire d'inspecter les réseaux d'eaux usées et de garantir leur intégrité.**

Généralement, la fréquence des contrôles demandés par l'administration est décennale.

# QUALITÉ DE L'EAU POUR LES UTILISATIONS ET PERFORMANCE

L'emploi de l'eau comme fluide intégré aux produits finis, utilisé pour les nettoyages, thermique pour des applications de refroidissement ou de chauffage/ production de vapeur, peut poser un certain nombre de problèmes essentiellement liés à la composition de l'eau.

Suivant les qualités d'eau brute industrielle (eau de rivière, eau de forage, ...), un certain nombre de traitements sera souvent indispensable avant de pouvoir utiliser l'eau.

De plus, dans nombre de cas, ce traitement d'eau sera complété par l'injection de produits chimiques inhibiteurs d'entartrage, de corrosion ou encore des biocides.

Classification succincte des éléments rencontrés dans l'eau

Etat	Nature des éléments	
Matière en suspension (MES)	Sables, argiles, boues, matières organiques colloïdales	
Matières organiques en solution	Tourbe, déchets végétaux, acides organiques	
Sels dissous	Cations : <i>Calcium (Ca<sup>2+</sup>)</i> <i>Magnésium (Mg<sup>2+</sup>)</i> <i>Sodium (Na<sup>+</sup>)</i> <i>Potassium (K<sup>+</sup>)</i> <i>Fer et Cuivre</i> <i>Ect.</i>	Anions : <i>Bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</i> <i>Chlorures (Cl<sup>-</sup>)</i> <i>Sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)</i> <i>Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</i>
Gaz dissous	Oxygène, gaz carbonique, azote	
Micro-organismes	Algues, bactéries, champignons	

## Principales problématiques

Problématiques	Causes principales	Actions correctives
Corrosion des matériaux (acier, cuivre et alliages)	Très variées : gaz dissous, pH, potentiel RedOx du milieu, nature de matériaux, bactéries sulfato-réductrices ou du cycle du fer, ...	Les facteurs qui influencent la corrosion sont trop nombreux pour pouvoir être résumés ici
Entartrage (formation de précipités, notamment de carbonate de calcium) et incrustations	Sels minéraux	Déminéralisation partielle ou totale de l'eau. Conditionnement chimique des eaux (injection de produits)
Développement de microorganismes (bactéries, algues, champignons, formation de dépôts et corrosion biologique).	De nombreux facteurs vont favoriser le développement biologique anarchique. Toutefois ce sont les zones de non-circulation des tuyauteries des réseaux (bras-mort) qui sont souvent co-responsables d'explosion biologique. Ces explosions vont être influencées par la température du milieu et la présence de matière organique biodégradable	Le design des installations et leur correcte exploitation sont clés dans la capacité à générer des proliférations microbiologiques
Boues et dépôts	MES en émulsion et la matière organique	Solution recommandée : filtration au seuil de coupure 40microns, généralement présentés sous forme de filtre à sable sous pression équipé de systèmes de rétro-lavage automatiques

## Principaux traitements

Il existe plusieurs méthodes de traitement :

<p><b>Techniques membranaires</b> cf. détail ci-après</p>	<p>Ces techniques sont fréquemment utilisées dans le segment pharmaceutique / dispositifs médicaux / diagnostic in-vitro, les procédés de fabrication nécessitant une eau de très haute qualité pour différents usages.</p> <p>Le choix de la technique membranaire dépend de la qualité de l'eau à traiter et de la qualité de l'eau attendue. Dans la majorité des cas, la technique par <b>osmose inverse</b> est rencontrée.</p>
<p><b>Résines échangeuses d'ions (REI)</b> cf. détail ci-après</p>	<p>Les méthodes les plus utilisées consistent à assurer l'élimination des ions calcium et magnésium sur des résines échangeuses d'ion dite cationiques, afin de procéder à la décationisation de l'eau (couramment appelé <b>adoucissement</b>).</p> <p>Cette technologie est également utilisée pour obtenir une <b>déminéralisation</b> totale de l'eau sur des résines d'échanges cationiques puis anioniques sur une chaîne complète de traitement de déminéralisation.</p> <p><i>Il est à noter que, concernant certaines applications en traitement de surface ou dans le cas de production de chaudière très haute pression, l'élimination de la silice est recommandée et la chaîne de traitement est complétée par un bidon de résine « en lit mélangé », mélange de résines anioniques et cationiques permettant d'affiner l'efficacité du traitement.</i></p>
<p><b>Évaporation</b></p>	<p>La déminéralisation par évaporation est très énergivore et rarement utilisée à cet effet. L'évapoconcentration est généralement réservée aux sous-effluents toxiques d'un atelier.</p>

NB : certains traitements présentés ci-dessus peuvent nécessiter des pré-traitements de l'eau. Ils ne sont pas détaillés dans ce document.

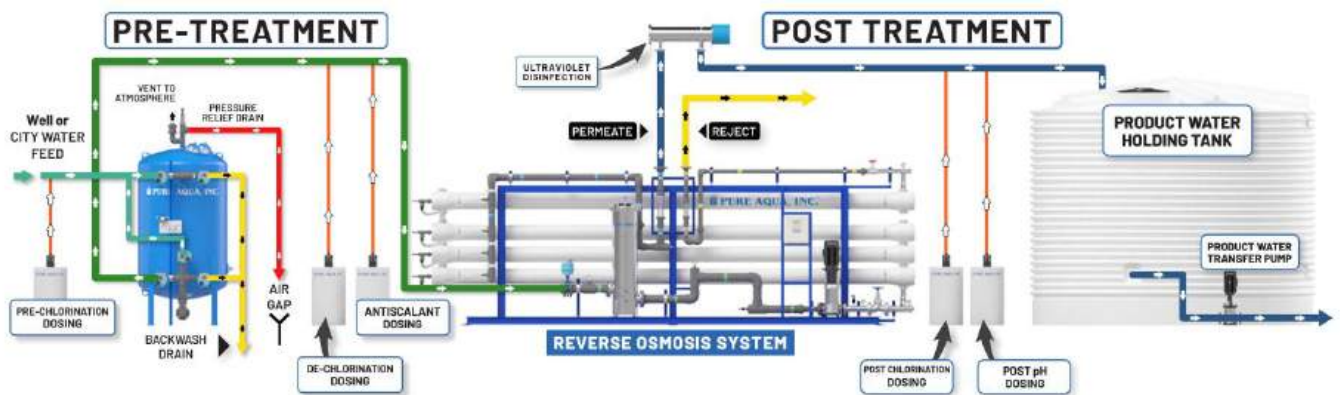
## Focus sur l'osmose inverse

### Fonctionnement général

Le traitement par osmose inverse nécessite est une **opération préalable de filtration** (au même titre que la filtration sur sable, sur charbon, sur filtre classique, par ultrafiltration, etc.). Dans le cas de ce traitement, le **passage de l'eau est « forcé » à travers une membrane** (mise en pression assurée par des pompes).

La membrane est uniquement franchie par les molécules d'eau (et quelques particules résiduelles) ; l'eau traitée est appelée **perméat**. Les éléments constituant initialement l'eau, de taille trop importante pour franchir les pores de la membrane, constituent le **concentrat** ; ce concentrat constitue les **pertes en eau du système, nécessaires** à son bon fonctionnement. Ce fonctionnement est caractéristique d'une unité simple étage.

Au fur et à mesure du temps de traitement, une accumulation des éléments se produit au niveau des pores de la membrane. Une opération de **régénération** doit être réalisée régulièrement.



Principe de fonctionnement d'une filière complète, intégrant prétraitement, filtration par osmose inverse et stockage. Illustration fr.pureaqua.com

### Paramètres de suivi

Les **paramètres** relatifs au fonctionnement des installations d'osmose inverse sont :

- le **débit** de traitement ;
- la **pression** de part et d'autre de la membrane ;
- la **conductivité** (de l'eau à traiter, du perméat et du concentrat).

Ces **éléments sont liés** (par exemple, une augmentation de la pression peut être due à l'accumulation d'éléments à la surface de la membrane mais également à une augmentation du débit ou de la conductivité de l'eau à traiter).

Du fait de cette liaison, comprendre et suivre le fonctionnement d'une unité nécessite de s'en affranchir ; le recours au calcul de **paramètres normalisés**, intégrant des paramètres lors du fonctionnement de **référence**, est un élément central.

Le **suivi des paramètres normalisés** permet alors de **rendre compte de l'état de la membrane** et, notamment, de déclencher des opérations de maintenance au bon moment, dont les opérations de régénération font partie.

## Amélioration de performance

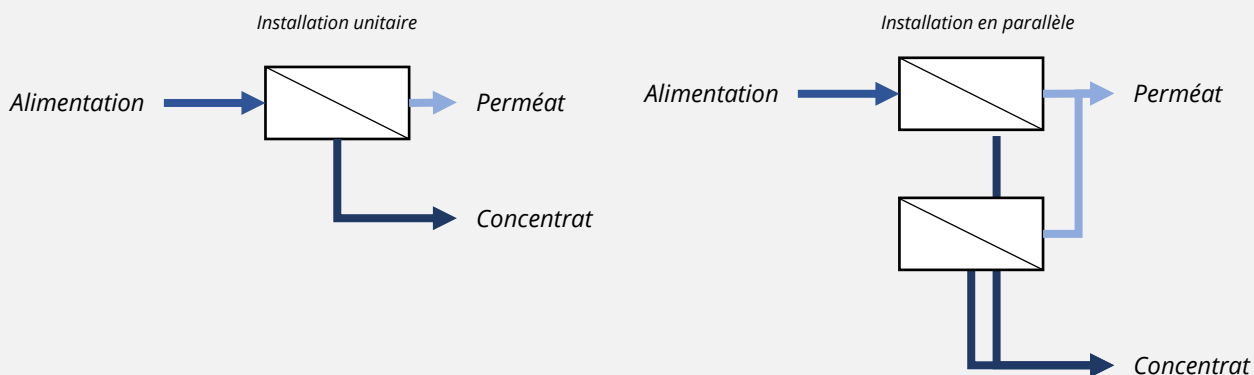
Dans le segment pharmaceutique, le **développement microbiologique** est un **risque qualité à maîtriser**. Dans les unités de traitement par osmose inverse, l'accumulation d'élément à la surface de la membrane peut constituer un environnement propice à ce développement. Il est donc nécessaire de **maintenir le système en circulation en permanence**.

- Dans le cas où l'usine a besoin d'eau osmosée (de perméat), l'unité fonctionne comme décrit initialement.
- Dans le cas où l'usine n'a pas de besoin en eau osmosée, le système continue de fonctionner dans un mode qui permet de limiter la quantité de concentrat produite (et donc les pertes). Cependant, dans ce second cas, du concentrat est tout de même produit et l'unité d'osmose inverse **consomme de l'eau sans produire de perméat**. Il est donc indispensable de **disposer d'unité dont le dimensionnement correspond au besoin** de l'usine. Il s'agit d'un premier axe de limitation des consommations.

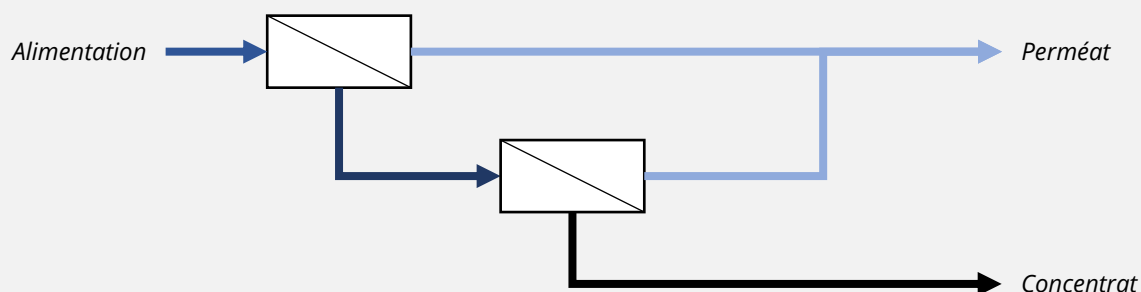
Un autre point de vigilance porte sur le **démarrage et l'arrêt des installations**. Dans les deux cas, des opérations de « flush » sont réalisées pour vidanger l'appareil. La régulation de ces « flush » est à investiguer pour éviter des durées trop longues dans cet état, et ainsi éviter des surconsommations.

Les concentrats générés, bien que chargés en éléments constitutifs de l'eau initiale et notamment de minéralité, possèdent encore un potentiel de production de perméat. Il est possible de les traiter dans une installation d'osmose inverse avec des membranes spécifiques pour épuiser d'avantage le gisement présent initialement ; ceci constitue un traitement en **double étage**.

### Principe osmose inverse simple étage



### Principe osmose inverse double étage



## Focus sur les résines échangeuses d'ions

Le principe consiste à **retirer certains ions ou la totalité des ions présents dans une solution** par échange d'ions avec des groupes actifs fixés sur les résines.

Ces résines se présentent sous forme de billes ou de poudre et permettent par percolation d'échanger leurs ions mobiles avec des ions du même signe contenus dans la solution à traiter. Cette **percolation est généralement assurée par une filtration sous pression**.

Une fois l'ensemble des sites actifs saturés par les ions, il est nécessaire de **régénérer les résines par une solution spécifique** appliquée à contre-courant.

Plusieurs types de résine d'échangeurs d'ions sont à considérer (cf. ci-après).

### ① Les résines cationiques

Les résines cationiques vont fixer les cations :  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , ... Elles sont le plus souvent utilisées pour adoucir l'eau.

Elles sont régénérées à la saumure (chlorure de sodium), par échanges des cations fixés par des cations  $Na^+$ .

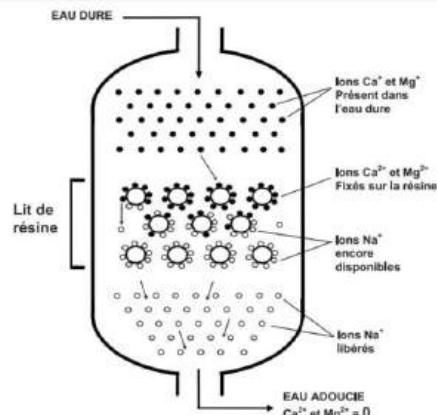
### ② Les résines anioniques

Les résines anioniques, fortement ou moyennement basiques, vont fixer les anions d'acides forts et faibles.

Ce type de résine est régénéré à la lessive de soude et est moins sensible à la pollution organique et au développement microbologique.

### ③ Les résines ou supports adsorbants

L'adsorption n'est pas à proprement parler un procédé d'échange d'ions mais est très voisin. Leur application permet l'élimination des impuretés organiques d'une solution (cas du *charbon actif*).



Source illustration : Elyotherm.fr



Le choix des résines dépend de la qualité d'eau initiale et de la qualité d'eau à atteindre pour l'usage requis. Il est inutile de faire de la « sur-qualité » d'eau.

### ④ Les résines en lits mélangés

Il s'agit d'un mélange de résines cationiques et anioniques dites fortes, elles permettent d'améliorer la résistivité d'une solution après une déminéralisation cationique et anionique.

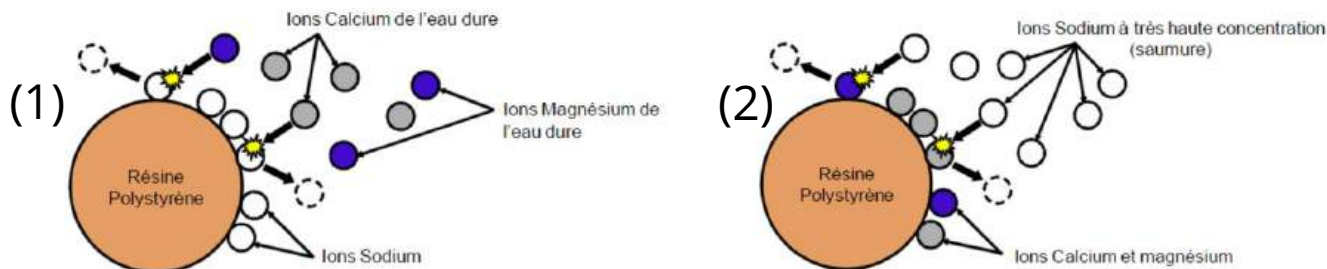
Elles ne sont jamais régénérées sur site et sont généralement retraitées en centre après séparation par fluidisation.



Les résines s'usent et après une dizaine d'années, la régénération n'est plus suffisante. Il sera nécessaire de remplacer les charges de résine.

**La dégradation des résines peut être observée par une augmentation de la durée de régénération ou par les temps entre deux régénérations qui diminuent.**

Il est à noter que cette usure est une source de diffusion des microplastiques, ce qui peut tomber sous la surveillance imposée par le décret d'avril 2021.



Principe des résines en fonctionnement (1) et principe de régénération des résines (2).

Illustration Elyotherm.fr

## Focus sur les distillateurs

Cette installation permet de créer de l'**eau pour préparation injectable** (EPPI).

L'eau osmosée (perméat) est montée en température et en pression dans un distillateur. Seules les molécules d'eau sont ensuite condensées pour constituer l'EPPI.

Le fonctionnement du distillateur s'accompagne d'une **purge d'eau chaude** (perte), composée des éléments de l'eau osmosée recondensées.

Ce gisement présente la **double particularité** :

1. d'être de **bonne qualité** (la charge en éléments reste faible pour la plupart des usages industriels) ;
2. de constituer une **source de chaleur**.

Il peut être envisagé de la **collecter** pour préchauffer certains usages, l'utiliser ensuite dans certaines opérations d'alimentation des utilités, etc.

## Type de refroidissement

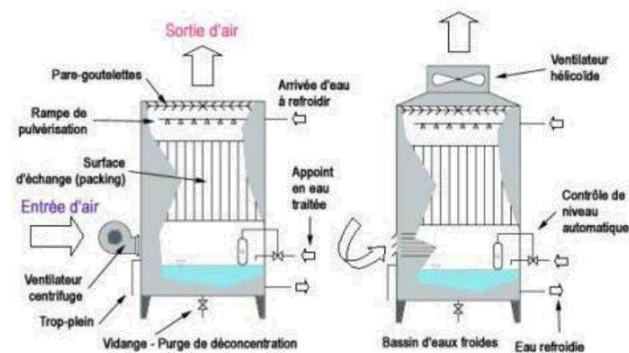
Il existe plusieurs types de refroidissements dont les grands principes sont présentés ci-après :

### 1 Refroidissement par voie humide ou évaporatif (avec dispersion d'eau)

#### a Tour ouverte

L'eau du circuit à refroidir est directement dispersée sur le corps d'échange de la tour de refroidissement.

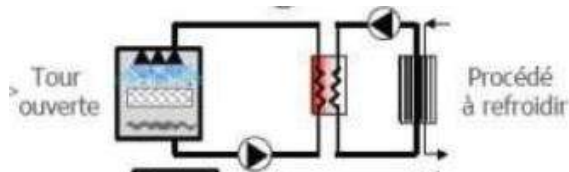
Une partie de l'eau s'évapore pour assurer le refroidissement, l'autre partie est récupérée dans le bassin de rétention, puis retourne vers le procédé à refroidir.



#### b Tour ouverte et échangeur non accolé

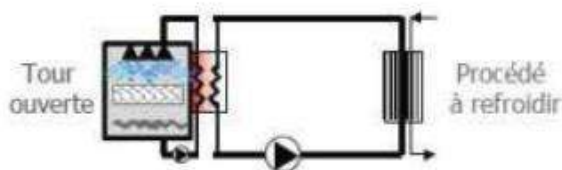
Un échangeur est disposé entre le circuit à refroidir et le circuit de la tour équipée d'un corps d'échange.

Le fonctionnement de la tour est identique à celui d'une tour ouverte avec un circuit d'eau indépendant.



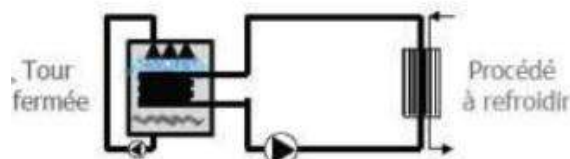
#### c Tour ouverte et échangeur accolé

L'échangeur est accolé physiquement à la tour équipée d'un corps d'échange. Le fonctionnement de la tour est identique à celui d'une tour ouverte avec un circuit d'eau indépendant.



#### d Tour fermée et échangeur tubulaire intérieur

Le fluide à refroidir circule dans un échangeur tubulaire disposé dans la tour de refroidissement qui remplace le corps d'échange. Un circuit d'eau secondaire propre à la tour permet de mettre en œuvre le refroidissement évaporatif.



### 2 Refroidissement par voie sèche et humide (avec et sans dispersion d'eau)

#### a Tour ouverte hybride

Ce type de tour est constitué d'une batterie sèche et d'un corps d'échange sur lequel l'eau du procédé ruisselle : le fluide à refroidir circule en premier lieu dans une batterie sèche située au sommet de la tour de refroidissement.

Si le refroidissement en mode sec n'est pas suffisant, le fluide est alors dispersé sur un corps d'échange, s'évapore en partie puis retourne à la température désirée vers le procédé.

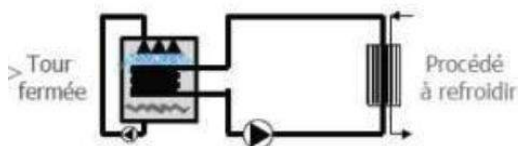


Source illustrations : <https://www.usnef.fr/attachment/361061>

### ② Tour hybride fermée

Ce type de tour est constitué d'une batterie sèche et d'un échangeur extérieur accolé avec une surface de ruissellement de l'eau ou un échangeur tubulaire interne à la tour. Deux cas peuvent donc se présenter :

- le fluide à refroidir circule dans la batterie sèche, puis dans un échangeur à plaques intermédiaires accolé à la tour de refroidissement. L'autre circuit de cet échangeur à plaques est parcouru par de l'eau dispersée si nécessaire sur le corps d'échange de la tour,
- le fluide à refroidir circule dans une batterie sèche située au sommet de la tour, puis circule si nécessaire dans un échangeur tubulaire interne à la tour sur lequel l'eau du circuit tour est dispersée.



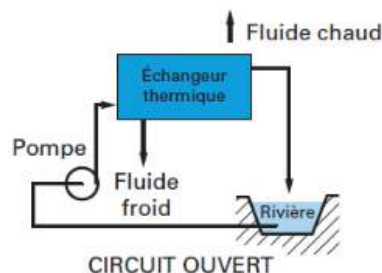
Source illustrations : <https://www.usnef.fr/attachment/361061>

### ③ Refroidissement par eau en circuit ouvert

Utilisation de la nappe phréatique ou de l'eau d'une rivière : il s'agit d'utiliser l'eau d'une nappe phréatique ou d'une rivière, de la pomper et de la rejeter à une distance minimale et/ou à une profondeur différente.

Cette eau prélevée dans le sol ou une rivière parcourt le circuit secondaire d'un échangeur à plaques ou à tubes venant prélever de la chaleur au fluide à refroidir, circulant de l'autre côté de l'échangeur.

Ce type d'installation est utilisé dans les applications tertiaires, industrielles et pour le refroidissement des centrales électriques.



Source illustrations : Memento Degrémont

### ④ Refroidissement adiabatique (exemple de refroidissement non évaporatif)

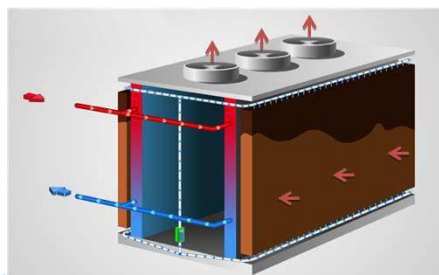
Le refroidisseur adiabatique résulte de l'association d'un aéro-réfrigérant sec et d'une section de pré-refroidissement d'air. Il fonctionnera majoritairement en mode sec puis en mode adiabatique, lorsque la charge thermique sera maximale notamment lors des saisons chaudes.

#### Mode sec

- L'eau à refroidir circule dans les deux batteries verticales, elles-mêmes traversées par l'air ambiant. Le média à l'entrée est sec.
- Cet air est aspiré par une ventilation à variation de vitesse et régulée en fonction de la charge thermique afin de maintenir constante la température de sortie du fluide.
- L'air est ensuite évacué vers le haut, et l'eau refroidie est alors disponible à la sortie des batteries.

#### Mode adiabatique

- Lorsque les conditions climatiques changent et que le refroidissement en mode sec devient insuffisant, le média est humidifié.
- L'air ambiant traversant le média se refroidit par humidification : l'air ainsi pré-refroidi traverse ensuite la batterie pour refroidir l'eau.
- L'eau d'humidification excédentaire est collectée dans un bac en acier inox, puis recyclée.
- L'économie d'eau est alors majeure, sans risque de propagation de bactéries.
- Cette section de pré-refroidissement a pour rôle d'abaisser la température de l'air ambiant par évaporation d'eau sur un média conçu spécifiquement pour cet usage.



Source illustrations : Jacir.fr

#### Les principaux avantages :

- > Aucun entrainement vésiculaire : pas de risque de Légionnelle,
- > Faible consommation d'eau grâce au système de récupération d'eau avec pompe,
- > Maintenance aisée (accès interne total),
- > Aucun traitement d'eau nécessaire.

## Pour aller plus loin

Il existe d'autres types de machines pouvant assurer des fonctions de refroidissement, basée sur l'air sec, voire sur l'utilisation de cycles thermodynamiques, de type machines thermiques.

Pour plus d'informations, vous pouvez consulter le guide du CETIA ([cetiati.fr](http://cetiati.fr)).



En France, il est possible d'obtenir des subventions de l'Agence de l'Eau ou des CEE en privilégiant des refroidissements qui permettent des économies d'eau ou qui limitent les rejets de CO<sub>2</sub>.

## Paramètres importants à prendre en compte dans le refroidissement évaporatif

Le refroidissement évaporatif demeure le procédé le plus économique pour obtenir des températures d'eau froide inférieures à la température ambiante.

Un procédé efficace devra **optimiser ses rendements en maîtrisant la consommation électrique et en abaissant les consommations d'eau.**

### Traitement d'eau préventif, tour de refroidissement

En matière de sécurité et d'hygiène, les tours de refroidissement à circuit ouvert ou fermé et les condenseurs évaporatifs sont classés de la même façon. Les mêmes standards de suivi de la qualité de l'eau, de la propreté de l'installation et de la bonne maintenance doivent être appliqués quel que soit le type d'équipements en jeu.

Le refroidissement évaporatif est obtenu par l'évaporation de l'eau de circulation. Cette eau s'évaporant, les solides et les sels dissous présents restent dans le système. La concentration de solides augmente rapidement et peut atteindre des proportions non compatibles avec un usage industriel. De plus, la tour agit comme un laveur d'air et les impuretés apportées par l'air ainsi que les matières organiques se retrouveront dans l'eau de circulation.



A titre d'exemple, un dépôt de 1 mm de tartre sur un faisceau d'échange à tube lisse va réduire l'efficacité de l'appareil de l'ordre de 30 %, ce qui se traduit par une augmentation de la température de refroidissement ou de condensation de 6°C, soit une augmentation de la puissance électrique absorbée par le système (groupe froid ou compresseur) de l'ordre de 18%.

S'ils ne sont pas contrôlés parfaitement, **ces éléments peuvent engendrer des risques de corrosion, d'entartrage, de dépôt et de développement bactériologique.**

Mal contrôlés, cela peut aussi nécessiter des pics ou une hausse de la quantité de l'oxydant désinfectant mis en œuvre (généralement Javel et/ou brome) ce qui joue sur la vitesse de corrosion et sur la formation de polluants de type AOX ou de la famille des trihalométhanes.

Ceci **réduit l'efficacité du transfert de chaleur et accroît de façon significative les coûts de fonctionnement.**

### Gestion du taux de concentration

Lors de l'évaporation de l'eau, les sels dissous (voir qualité d'eau) se concentrent et du fait de l'évaporation du CO<sub>2</sub> et de la dissolution d'O<sub>2</sub>, le pH remonte. Ces deux mécanismes vont **favoriser la précipitation de sels dissous et donc l'entartrage de la tour.**

Le facteur de concentration se calcule comme le **rapport entre la salinité totale du circuit divisée par la salinité totale de l'eau d'appoint.**

Pour maintenir ce facteur N constant, il faut que Débit\_Purge = Débit\_Appoint / N. Le réglage de la purge et de l'appoint permet de maîtriser le facteur de concentration.

**Le taux de concentration** de l'eau de circulation doit être **géré de manière précise.** Pour éviter une accumulation excessive d'impuretés dans l'eau en circulation, il faut veiller à purger une faible quantité d'eau, de façon à maintenir une concentration de l'eau de circulation par rapport à l'eau d'appoint à une valeur admissible.

## Gestion du taux de concentration (suite)

Pour **maximiser les économies, il convient d'avoir un facteur de concentration le plus haut possible**. Toutefois, plus ce facteur est important plus la gestion et la régulation des produits chimiques sera cruciale et leurs consommations et rejets élevés, pour éviter l'entartrage (dont le risque s'accroît avec le facteur de concentration). Ainsi en réduisant les purges de déconcentration, on réduira les consommations d'eau en augmentant le facteur de concentration.

Un **taux de concentration de 2 à 3 peut être considéré comme performant**. En dessous de 2, des progrès sont certainement possibles (sauf cas particulier). Entre 3 et 5, le système est optimisé mais il est déconseillé de dépasser 5 pour limiter la précipitation et la corrosion .

La manière la plus commune de réguler la concentration dans le circuit est d'utiliser un conductimètre asservissant une vanne de purge. **La valeur de réglage est généralement de 2000 µS/cm.**

## Conditionnement chimique de l'eau

Afin de contrôler la formation de tartre ou la corrosion, un traitement antitartre et anticorrosion doit être prévu par injection d'inhibiteurs chimiques adaptés à la qualité d'eau spécifique du site. Ces produits sont dosés en continu, proportionnellement à l'appoint d'eau fraîche.

Un pré-traitement par adoucisseur ou autre traitement spécifique (deminéralisation) peut être nécessaire pour des eaux de dureté élevée.

Un traitement bactéricide et anti-Legionella par injection de produits biocides adaptés doit être mis en œuvre également sous forme d'un traitement permanent.

## Tableaux comparatifs des principales technologies

Les tableaux ci-dessous sont issus du guide technique du CETIAT (centre technique des industries aéronautique et thermique) visant à comparer les différentes solutions techniques vis-à-vis de leur impact sur le risque de prolifération des légionelles, mais également en termes de performances énergétiques, de coûts d'investissement et d'exploitation, de niveau sonore et de caractéristiques dimensionnelles.

Dans le contexte de réduction des prélèvements cette évaluation sous-estime l'impact environnemental. Elle reste toutefois un bon document comparatif documenté concernant les autres dimensions de la question.

CRITERES	Tour ouverte	Tour ouverte + échangeur accolé	Tour fermée avec échangeur intérieur	Tour hybride avec circuit primaire fermé	Circuits ouverts
Risque de prolifération des légionelles	Le plus élevé +	Risque le plus limité ++			+++ NA mais doit respecter la réglementation sur l'eau
Résistance à la corrosion	+++ si matériaux adéquats employés				
Résistance à l'encrassement	++ Nettoyage régulier impératif				+++
Résistance à l'entartrage	++ Utilisation d'un traitement d'eau approprié. Le cas échéant, détartrage régulier voire changement corps d'échange	++ Utilisation d'un traitement d'eau approprié. Le cas échéant, détartrage régulier voire changement corps d'échange et échangeur à plaques	++ Utilisation d'un traitement d'eau approprié. Le cas échéant, détartrage régulier. Remplacement possible en pratique de l'échangeur tubulaire ou à plaque		+++ Dépend de la nature de l'eau de la nappe
Niveau sonore	+++	+++	++	++	++++
Surface au sol	+++	++	++	++	++++

### SOLUTIONS TECHNIQUES POUR LES INSTALLATIONS DE REFROIDISSEMENT D'EAU – COMPARATIF DES RISQUES

#### Grille de lecture

+++ : système le plus efficace ou présentant le moins de risques pour le critère considéré

+ : système le moins efficace ou présentant le plus de risques pour le critère considéré

NA : Non Applicable

### SOLUTIONS TECHNIQUES POUR LES INSTALLATIONS DE REFROIDISSEMENT D'EAU – COMPARATIF GÉNÉRIQUE

#### Grille de lecture :

++++ : système le plus efficace ou présentant le moins de risques (comparativement aux autres systèmes) pour le critère considéré

+ : système le moins efficace ou présentant le plus de risques (comparativement aux autres systèmes) pour le critère considéré

--- : système le plus pénalisant (comparativement aux autres systèmes) pour le critère de respect de l'environnement considéré

- système le moins pénalisant (comparativement aux autres systèmes) pour le critère de respect de l'environnement considéré

CRITERES	Tour ouverte	Tour ouverte + échangeur accolé	Tour fermée avec échangeur intérieur	Tour hybride avec circuit primaire fermé	Circuits ouverts
Consommation électrique	+++	++	++	++	++
Impact sur l'environnement	-	-	-	-	-
Consommation d'eau	+	+	+	+++	Pas de consommation d'eau ++++
Rejet en eau	---	---	---	-	---
Investissement + Installation	++++	+++	++	++	+
Coût d'exploitation	++	++	++	+++	++++
Investissement + Installation + exploitation sur 3 ans	+++	++	++	+++	++++

Source : guide technique du CETIA

# VAPEURS ET CONDENSATS

La thématique de la production, la distribution et des usages de la vapeur mériterait sans doute un guide méthodologique à lui seul. Cette fiche se veut être une synthèse des principaux points impactant l'usage d'eau et la production d'effluents. Ces points d'attention particuliers concernant l'eau le sont également pour les questions d'énergie.

3 axes doivent être pris en compte :

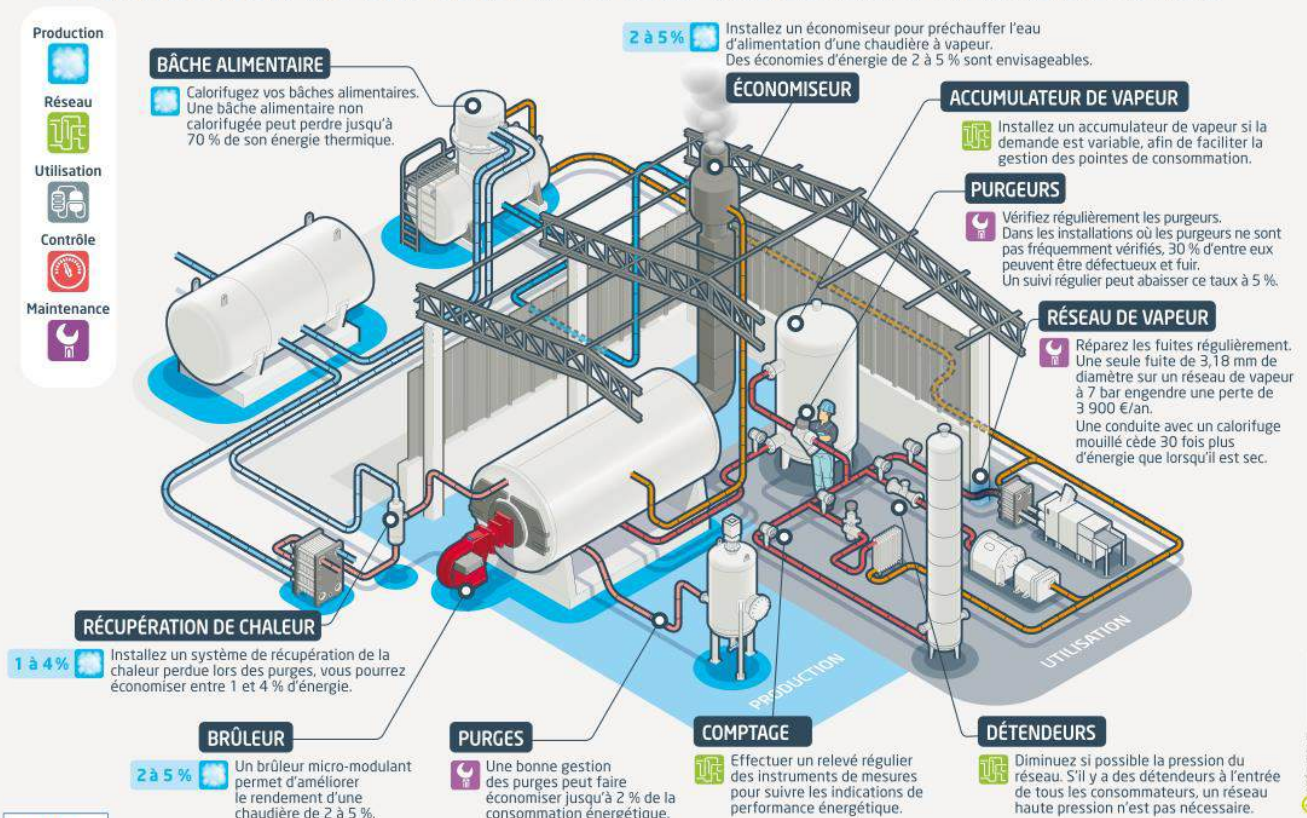
- 1. Production** (vapeur/ rendement individuels et global/ transformation)
- 2. Distribution** (réseau/ condensat)
- 3. Usages** (suivi des consommations relatives à des données d'activité (quantités produites / maintenance/ nettoyage)

Bien que la logique de la démarche générale indique qu'une optimisation concernant la vapeur commence par réduire les usages, puis optimiser la distribution pour enfin se concentrer sur la production, nous vous les présentons ici dans l'ordre chronologique.

## 1. Production

Vous trouverez ci-dessous un schéma général d'une chaufferie et des principales actions recommandées concernant l'énergie et donc l'eau, rédigé par l'ADEME.

### PRODUCTION DE VAPEUR : OPTIMISEZ VOS CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE



Source schéma : ADEME



► 3 thématiques doivent être suivies pour maîtriser la vapeur **lors de la production** :

▪ **Rendement**

- > Individuel : pour chaque chaudière Tonnes vapeur / kWh gaz (*ou autres sources d'énergie*)
- > Global : pour la chaufferie au global Tonnes vapeur / kWh gaz (*ou autres sources d'énergie*),
- > Les rendements doivent être maîtrisés pour l'ensemble des installations. Ils intègrent la gestion de la température de la bêche, des purges (*voir ci-dessous*) et autres « autoconsommations ».

▪ **Purges**

- > Une purge correspond à de l'eau et de l'énergie consommées mais non utilisées dans le process,
- > Elle est caractérisée par un débit et une température qui, si la purge est destinée à l'égout, consiste en une perte qu'il est parfois judicieux de valoriser énergétiquement.
- > Plus l'eau est pure, moins il y a de purges nécessaires (*moins d'entartrage et d'encrassements*),
- > Un système de purge régulée en automatique est optimal par rapport à une régulation de purge manuelle par un opérateur suite à une mesure ponctuelle,
- > Il est plus intéressant d'optimiser les purges plutôt que d'essayer de les récupérer,
- > De même, il est plus intéressant d'optimiser les usages avant d'agir sur la production,
- > Il existe des technologies de purification de l'eau alimentaire de chaudière. Ces dernières ont un impact sur la consommation d'eau, que ce soit par la technologie de purification (*purge d'osmose inverse (RO), régénération de résine*), ou la qualité de la purge (*plus l'eau est pure, moins il y a besoin de purge*),
- > Il y a donc une notion d'optimisation du triptyque volume d'eau consommé / énergie consommée / effluent généré.

▪ **Bêches**

- > Si la température de la bêche est basse, cela nécessite de la réchauffer. La température idéale est proche de 90°C (*pas au-delà, pour éviter de créer des problèmes au niveau des pompes*),
- > Il est nécessaire de détourner une partie de la vapeur produite pour réchauffer la bêche,
- > Il est possible dans certains cas, de récupérer l'énergie des fumées produites, pour préchauffer la bêche (économiseur).

Au final, **plus l'eau est de bonne qualité en entrée de chaufferie, plus le process de chaufferie fonctionne de façon optimale** (limite l'encrassement, améliore le rendement).

Il y a donc un intérêt à avoir des **capteurs en ligne** mesurant qualité de l'eau de chaudière et asservissant le dosage d'additifs et le traitement. Ceci est généralement proposé par les traiteurs d'eau (*Ex : Nalco, Veolia, Solenis, Kurita, ...*).

## 2. Réseau distribution vapeur

Dans la maîtrise du réseau de distribution, les éléments ci-après sont à considérer :

- **Perte thermique** (isolé, de fuite ou de perte de charge) : le réseau de distribution peut être la source de pertes thermiques en cas de défaut d'isolation, d'isolation humide, en cas de pertes de charges.
- **Qualité de la vapeur** et enjeu des purges :
  - > Il existe différentes technologies de purgeurs et leurs conditions d'installation sont très particulières : règle de l'art et savoir-faire, c'est un métier très spécifique et très technique.
  - > S'il y a un défaut sur les purgeurs, il y a de l'eau dans la vapeur. Ce défaut de qualité de la vapeur peut inciter les équipes techniques à mettre en place des actions contreproductives (*exemples des purges manuelles, voire des fuites sont organisées par les équipes évacuer l'eau de la vapeur*). Au-delà de questions énergétiques, de l'eau dans les condensats peut aussi être source de risques de type « coups de bélier » dans les canalisations.

### ▪ Mauvais dimensionnement des réseaux de condensats :

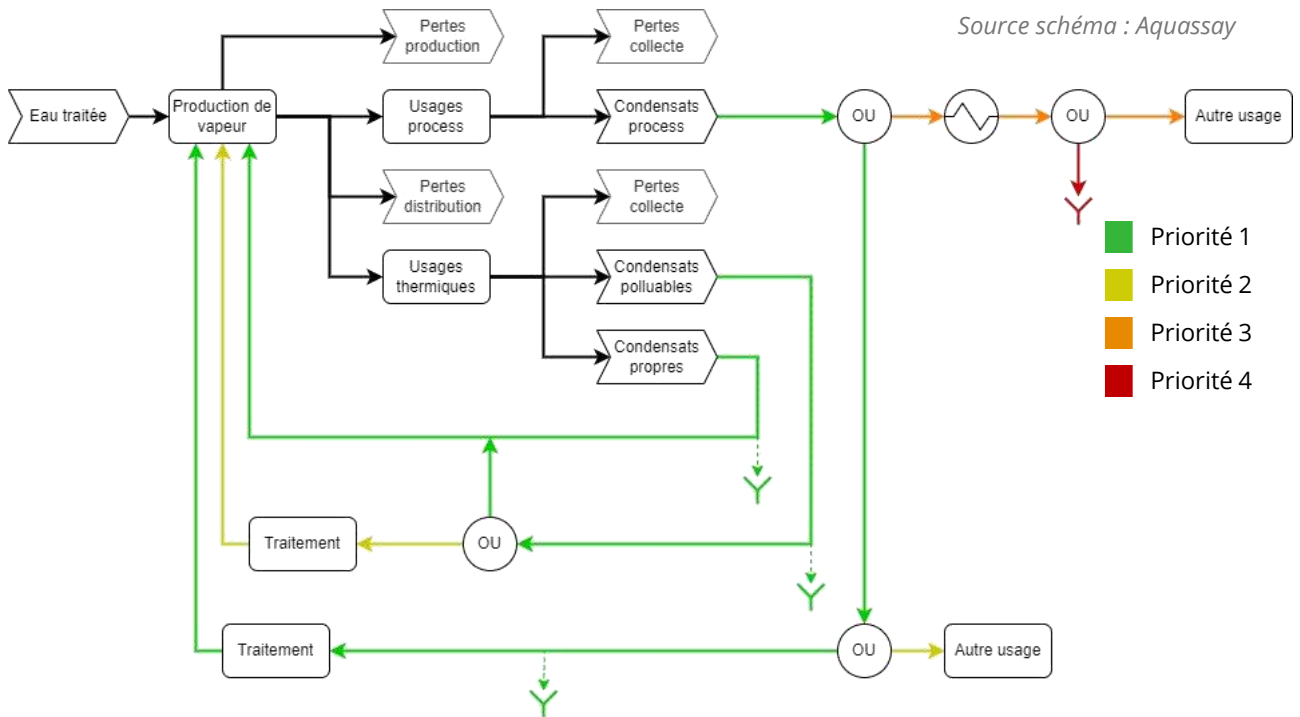
- > À l'époque de construction des usines, le coût de création d'un réseau de condensats vs le ROI faisait qu'on ne se posait pas forcément de question,
  - > Il ne doit pas y avoir de vapeur dans les condensats si tout fonctionne normalement (purgeurs). Cependant, de la vapeur peut se reformer dans le réseau et il est nécessaire de faire une mise à l'air pour flasher la vapeur. Il s'agit d'une perte d'énergie qu'il est désormais possible de récupérer avec les technologies adaptées,
  - > Les problèmes principaux dans les réseaux de condensats sont liés aux dysfonctionnements en amont (*ex : purgeur qui ne fonctionne pas*) et aux réseaux de condensats en eux-mêmes (*mauvais dimensionnements, non prise en compte de la re-vaporisation, ...*),
  - > Il est à noter qu'il y a beaucoup de risques si de l'eau et de la vapeur sont mélangés (éclatements/ fuites/coups de bélier...),
  - > L'enjeu est la récupération d'énergie sur les condensats. Idéalement, le réseau de condensats doit être entretenu et traité comme le réseau de distribution : fuites, pertes, audits, métrologie, isolation, maintenance,...
- Dans la phase de conception, il faut veiller à ne pas négliger l'impact des implantations, à optimiser pour réduire les longueurs donc les déperditions. Un optimum est à trouver entre énergie et Capex d'un côté, sécurité et opérabilité/maintenabilité de l'autre.
- Les bonnes pratiques de récupération de condensats sont les pratiques qui visent à minimiser au maximum les déperditions d'eau et d'énergie.

## 3. Usages

**La première règle concernant l'amélioration énergétique d'un site est, comme pour l'eau, la bonne connaissance des usages** (besoins, disponibilité, etc.). Il est à noter que cette démarche peut être encadrée par la norme ISO 50001.

**L'identification des usages énergétiques significatifs et le bouclage des bilans, dans une démarche organisée, sont les premières étapes d'un process d'amélioration de l'énergie.**

- Concernant les usages, il est indispensable d'identifier tous les consommateurs, de les quantifier, les classer et de comparer les consommations réelles (même par mesure temporaire) avec les consommations « théoriques » et/ou considérées habituellement (analyse des régulations).
- Dans le cadre d'un contrat de performance énergétique, il sera même indispensable de modéliser la consommation énergétique du site ou du process pour évaluer le gain de performance réel (*méthode IPMVP - Protocole International de Mesure et Vérification de la Performance Énergétique*).
- Il est parfois possible de récupérer de la chaleur du process et ou des effluents produits, mais la première étape reste avant tout la maîtrise opérationnelle des usages et la métrologie associée.
- Des méthodes existent pour vérifier l'adéquation entre les sources de chaud et de froid et identifier les potentiels de récupération de chaleur fatale (par exemple la méthode PINCH, approche systémique pour caractériser l'ensemble des flux à réchauffer ou refroidir).



Le schéma ci-dessus illustre les ordres de priorité de récupérations de condensats (cf. code couleur).

Ainsi **la fraction la plus facilement valorisable sont les condensats non polluables ou les condensats polluables** triés. Concernant les condensats process, il s'agit d'une thématique à évaluer au cas par cas.

## Mesures

**La mesure en réseau vapeur est un métier nécessitant des compétences et du savoir-faire.**

Nous avons listé ci-après les points qui nous semblaient pertinents sur cette question :

- Plus la pression de vapeur est importante, plus la mesure est fiable. À titre indicatif, pour une mesure externe par ultrason, cette pression doit être au minimum de 3 bars, en dessous la mesure est trop imprécise. En revanche, la mise en œuvre est plus compliquée sur les hautes pressions >10 bars (conduite très chaude, tenue en température des capteurs qui supposent l'installation de WaveInjectors, ...).
- Les mesures permanentes sont rares : elles sont compliquées à installer et à maintenir car cela nécessite d'arrêter l'installation, ce qui est lourd et coûteux. Il y a rarement de la mesure sur la vapeur et, quand elle est présente, elle est rarement fiable puisque non régulièrement étalonnée.
- Il existe désormais des technologies non intrusives particulièrement pertinente (ex. : ultrasons), utilisées lors de mesure temporaire, pour vérifier des capteurs fixes. L'ultrason est maintenant une très bonne alternative aux instruments de mesures intrusifs, même pour de la mesure permanente.
- Il existe également des appareils de mesure pour mesurer le titre vapeur.
- Les bilans énergétiques peuvent être consolidés à partir de calculs théoriques appliqués à l'industrie. Les données disponibles sont importantes et connues par les ingénieurs procédés. Cependant, il est tout de même indispensable de mettre en place et de maintenir une métrologie suffisante pour détecter les dérives et faire régulièrement des campagnes de vérification.

# OPÉRATION DE NETTOYAGE EN PLACE, MISE À DISPOSITION ET TRI DES EFFLUENTS

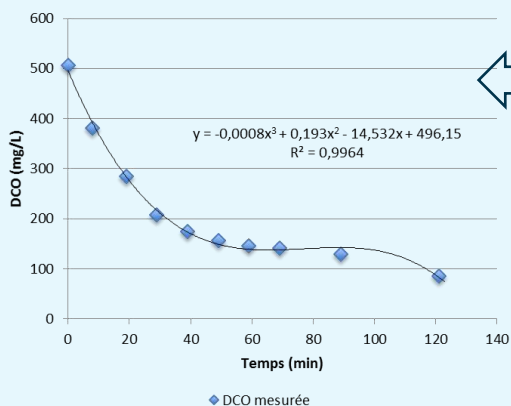
Dans un grand nombre de métiers de la chimie, l'eau est utilisée pour les activités thermiques, les activités de process ainsi que pour le nettoyage et la mise à disposition des équipements. Ces dernières opérations sont complexes et généralement l'eau est utilisée à différentes étapes :

- **Le débouillage**, avec ou sans recirculation, avec généralement une faible quantité d'eau pour une charge de pollution importante. Dans bon nombre de cas, la destination vers les effluents des eaux utilisées à cet usage n'est pas adaptée. Une station de traitement des eaux sait traiter les eaux usées mais pas beaucoup de matière première dans peu d'eau.
- **Le nettoyage**, avec ou sans produits tensio-actifs, généralement avec recirculation. Ces phases de lavages sont chargées en polluants et souvent en tensioactifs dans des volumes d'eau qui sont plus importants que pour le débouillage (surtout si plusieurs lavages sont nécessaires).
- **Le rinçage**, jusqu'à extinction. En eau perdue, en cycles de rinçages successifs, là encore de nombreuses méthodes existent. Les volumes utilisés pour le rinçage sont beaucoup plus élevés que ceux utilisés pour les débouillages et les lavages. Ceci est particulièrement vrai pour les systèmes de nettoyage incluant plus de tuyauteries que de cuves. En effet les lois de la physique imposent que l'extinction d'un produit (*ni particulièrement hydrophile ni hydrophobe*) par rinçage d'eau seule est une exponentielle décroissante pour les cuves et logarithmique pour les tuyauteries, cf. ci-après.



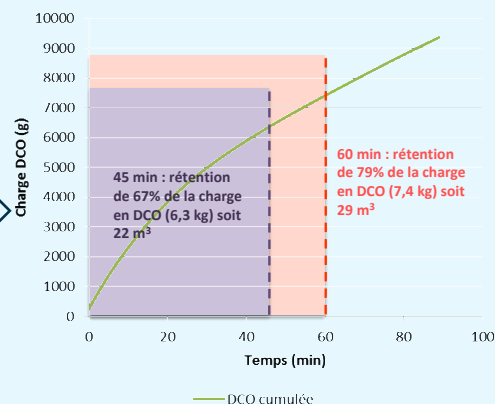
À titre indicatif, vous trouverez ci-après les suivis d'extinction de la DCO issus d'une étude réalisée sur les nettoyages en place d'installations industrielles.

## Élimination de la charge polluante dans une tuyauterie



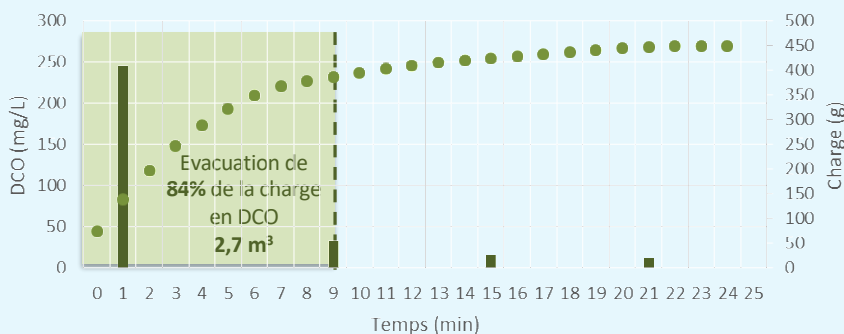
L'élimination de la charge en DCO suit une loi d'ordre 3.

La charge en DCO cumulée est recalculée pour chaque minute d'après le débit moyen et la loi de régression.



## Élimination de la charge polluante dans une cuve

Rinçage d'une cuve non agitée, projection via buses de nettoyage.



Lors du rinçage de la cuve, 87% de la charge polluante en DCO est évacuée dans 2,7m<sup>3</sup>.

Source graphiques : Etude Aquassay

Ainsi, les opérations de nettoyage et de mise à disposition sont constituées de sous-opérations aux conséquences très différentes sur le cycle de l'eau :

- **Débouillage** : peu d'eau et beaucoup de charge (voire charge extrême)
- **Lavage** : relativement peu d'eau mais charge potentiellement importante avec des impacts dus aux tensio-actifs.<sup>1</sup>
- **Rinçage** : beaucoup d'eau pour une charge de pollution très faible.

Attention, il s'agit là de principes généraux et certains nettoyages peuvent faire appels à des produits de lavage / rinçage (*acide, bases, tensioactifs,...*) dans différentes phases successives.

À noter que ces faits sont concordants avec les enseignements clés de l'intérêt de l'analyse dynamique :

- ▶ L'effluent moyen 24h n'existe pas
- ▶ Un site produit des effluents dont la composition varie de minute en minute
- ▶ La variabilité des effluents est une cause racine de nombreux dysfonctionnements

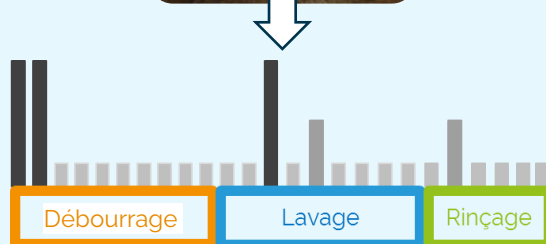
Ces réalités ont poussé les sites chimiques à trier leurs effluents partiellement depuis longtemps.

Historiquement, une des premières filières à se doter de capacité de tri des effluents et des traitements associées est le traitement de surface par voie humide. En effet, il est fréquent que des effluents acides (*associées aux chaînes de chrome acide*) et des effluents cyanurée (*alcalin*) soient produits en parallèle sur un même atelier. La forme acide du cyanure, volatile et mortelle à très faibles doses, a imposé de fait une canalisation et un traitement différenciés.

Depuis, les systèmes se sont beaucoup modernisés et de nombreux ateliers de traitement de surface par voie humide sont en fait en « zéro rejet liquide » et permettent dans des cas particuliers (*or, argent*) de récupérer et de réutiliser des métaux précieux.

D'autres industries trient désormais leurs effluents pour :

- **en valoriser des fractions :**
  - > Débouillage de NEP en atelier de pasteurisation vendu en nutrition animale.
- **évacuer un produit particulier difficile à gérer par la suite :**
  - > Les colorants noirs des industries de colorant ;
  - > Les effluents toxiques de production d'antiparasitaire neurotoxique pour l'industrie pharmaceutique vétérinaire. *Par exemple, un produit dont une goutte (50 microlitres) dans une piscine olympique atteint à la mobilité des crustacés (NOEC en femtogramme) doit être exclu de tout système de collecte d'effluent au risque d'être dans l'incapacité technique de traiter le problème généré.*
- **favoriser le recyclage des eaux :**
  - > Tri (à partir des paramètres turbidité et conductivité) sur les condensats des premiers faisceaux d'évaporateur en agroalimentaire. Pratique courante dans l'industrie de la chimie.



*Illustration d'un suivi de nettoyage en place (NEP) : la charge en pollution est plus importante sur les premières phases du débouillage et du lavage. . Source : Aquassay*

<sup>1</sup> Attention, certains tensioactifs ne sont pas biodégradables et doivent être isolés. À moyen terme, les tensioactifs vont faire l'objet d'obligation de contrôle réglementaire en sortie des installations.



# EAUX USÉES ET TRI DES SOUS-EFFLUENTS

La thématique de gestion des effluents industriels est une thématique complexe faisant appel à de nombreuses technologies différentes. Cette fiche donne un premier niveau d'information et ne remplace en aucun cas les ouvrages de référence et l'expertise métier dans le domaine.

## Caractérisation

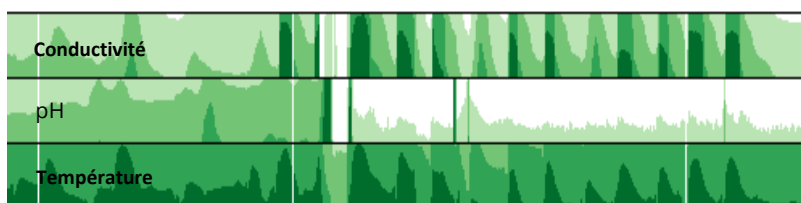
Un équipement épuratoire va s'intéresser à la pollution présente dans un effluent, sa nature et sa composition à l'aide d'analyses qu'il est indispensable de réaliser sur des échantillons représentatifs, moyens 24h asservis au débit, pour évaluer correctement les flux de matière.

Cette caractérisation des flux de polluants émis est un processus complexe, lié à plusieurs réalités :

**1** Dans les réseaux d'effluents, **les flux d'eau pollués ne se mélangent pas ou très peu.**

Ceci est lié au fait que l'énergie mécanique nécessaire au mélange de deux masses d'eau de viscosités cinématiques différentes (température et ou salinité différentes) est supérieure à l'agitation générée par l'écoulement libre de ces masses d'eau dans un réseau de pente de 2%. Ainsi, on observe une succession de masses d'eau plutôt qu'un mélange moyen (cf. illustrations ci-après).

La première difficulté va donc consister à **recueillir des échantillons représentatifs** des écoulements réels en proportion.



Exemple des variations cinétiques de paramètres dans un réseau d'effluent.  
Source illustration : Aquassay



Exemple d'échantillonnage horaire  
Source illustration : Aquassay

**2** La deuxième difficulté va être la **caractérisation de la pollution.**

Le traiteur d'eau s'intéresse principalement aux éléments appelés macro-polluants (DCO, DBO<sub>5</sub>, azote total, phosphore total, Matières en Suspension (MES), conductivité, température).

De plus en plus, les réglementations locales imposent également la réalisation d'analyses complémentaires dites de micropolluants, qui vont consister en des analyses d'éléments précis, généralement des produits ou sous-produits caractérisant l'activité industrielle (par exemple réglementation "RSDE").

Les questions importantes concernant ces analyses chimiques sont de connaître notamment la limite de quantification et l'incertitude aux valeurs généralement mesurées pour pouvoir interpréter les résultats. L'analyse d'eau dans une matrice aussi complexe qu'un effluent industriel (réputé pouvoir tout contenir avec des concentrations très importantes contrairement au milieu naturel) est compliquée.



### Retour d'expérience

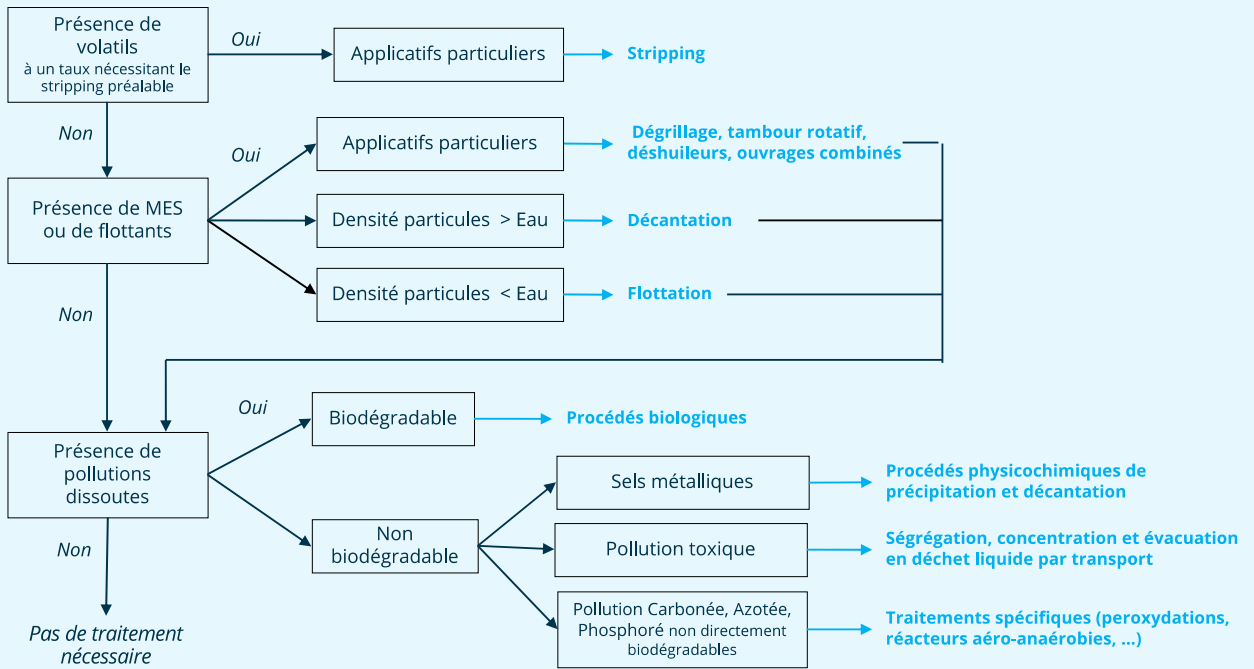
La représentativité de l'échantillon est importante, mais elle peut différer de l'attendu réglementaire qui se base sur un échantillon moyen 24h.

Pour dimensionner un traitement/un tampon pour lissage, il faut connaître la variabilité sur un pas de temps plus court. Cette variabilité peut être très importante au sein d'une société, surtout si elle travaille en batch ou en multiproduit. Auquel cas, seule la caractérisation à la source puis la recherche d'une modélisation/simulation de cas de figures peut aider. Échantillonner signifie prélever et connaître le débit au moment du prélèvement.

Plus des micropolluants sont recherchés, plus les contraintes sont fortes pour garder des résultats exploitables. Nous préconisons au moins 10 analyses pour un processus dit stable ou continu.

Ensuite, se pose la question du laboratoire : le fait qu'il soit COFRAC n'est pas nécessairement suffisant : il faut garder l'esprit critique, ne pas hésiter à faire des doublons en aveugle, des blancs, etc.

## Logigramme simplifié des traitements applicables en fonction des effluents

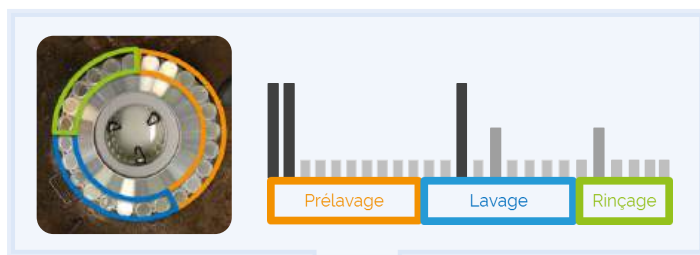


### Tri des effluents

Dans un certain nombre de cas, les procédés épuratoires industriels dysfonctionnent. Ceci est lié au fait que **l'effluent reçu par les ouvrages de traitement n'est pas conforme à l'effluent théorique ayant permis leur dimensionnement**. Cette inadéquation qu'elle soit permanente ou temporaire est le plus souvent à l'origine des dysfonctionnements constatés.

NB : dans le cas des traitements biologiques, les dysfonctionnements peuvent également être liés à une mauvaise exploitation (exemple : faire fonctionner un procédé biologique de façon périodique ou sans lui assurer un important lissage).

Dans un certain nombre de cas et notamment dans le cas de la production d'effluents particulièrement toxiques ou difficiles à traiter (effluents chromiques, pharmaceutiques,...), **la meilleure stratégie consiste à trier à la source les effluents produits pour isoler les fractions les plus concentrées des polluants**.



**+** En règle générale **80% de la pollution émise est contenue dans moins de 20% des flux d'effluents en provenance des différents ateliers**.

La capacité de trier les phases particulièrement concentrées comme celles peu concentrées est **essentielle à l'amélioration des rendements épuratoires tout comme à l'identification de sources d'eaux potentiellement réutilisables**.



#### Retour d'expérience

D'une façon générale, si on a une variabilité des effluents suffisante pour envisager leur tri (et qu'on en a les moyens et la place), il est plus intéressant de disposer de traitements dédiés à chaque problème plutôt que vouloir tout rassembler pour réaliser des économies d'échelle.



Source illustration : Aquassay

## Principaux traitements existants

### 1 Décantation

► **Traitement de la pollution non dissoute, pour des particules de densité supérieure à celle de l'eau.**

La vitesse de sédimentation des particules est supérieure à la vitesse ascensionnelle du fluide. Pour faire simple et si les effets électrostatiques entre les particules grenues contenues dans le fluide sont négligés : **plus les particules sont petites en taille et de moindre densité, plus leur vitesse de sédimentation sera lente.**

Afin que les particules soient retenues, il faut que la vitesse de décantation soit supérieure à la vitesse ascensionnelle du décanteur. Cette vitesse est calculée comme le rapport entre le débit exprimé en m<sup>3</sup>/h et la surface horizontale du décanteur en m<sup>2</sup>. Selon la granulométrie des particules d'une même densité, des classes de granulométrie différentes sont retenues suivant la vitesse ascensionnelle appliquée au décanteur.

Les boues, une fois décantées sont récupérées en fond d'ouvrage et nécessitent un traitement spécifique de déshydratation.

Il existe de multiples technologies de décanteurs, dont certains vont avoir pour objectif de maximiser la surface horizontale en diminuant les ouvrages de génie civil : ex. décanteur lamellaire.

### 2 Flottation

► **Traitement de la pollution non dissoute, pour des particules de densité inférieure à celle de l'eau.**

L'objectif est de faire **flotter à la surface les particules à éliminer.**

Dans un ouvrage où les flux d'eau sont tranquilisés, de l'air dissous injecté en fond d'ouvrage va former des microbulles d'air qui vont s'adsorber sur les surfaces des particules et ainsi diminuer encore leur densité apparente vis-à-vis de celle de l'eau. Les amas de boues flottées sont récupérés via des mécanismes de raclage.

Suivant les cas, il existe différentes sortes de flottateur (cylindrique, parallélépipédique, avec ou sans chicane, ...). Une fois séparées de l'eau, les boues nécessitent un traitement spécifique de déshydratation.



#### Retour d'expérience

NB : pour créer le matelas de microbulles, il faut idéalement pouvoir réutiliser de l'eau traitée, soit issue du flottateur soit prélevée ailleurs, pour éviter une nouvelle source de prélèvement qui peut être significative.

Ce point doit être vérifié ou intégré dans le choix du matériel.



L'efficacité de ce type d'ouvrage de traitement va être conditionnée par leur dimensionnement géométrique par rapport à la granulométrie et la densité des particules retenues.

Un à-coup hydraulique ou toute variation de débit brutale va avoir pour effet d'entraîner des boues et nuire au traitement.

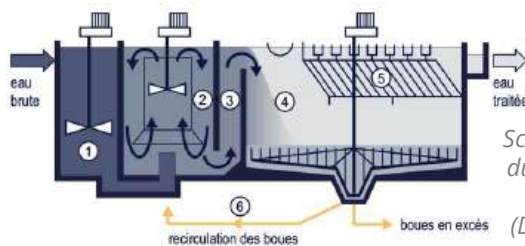


Schéma de principe du fonctionnement d'un décanteur (Densadeg® Suez)

1. Coagulation
2. Flocculation
3. Transition vers étage décantation
4. Zone de décantation
5. Séparation de l'eau clarifiée qui remonte au travers de modules lamellaires et de la boue qui descend
6. Épaississement de la boue avec racleur de fond et herse
7. Recirculation d'une portion des boues épaissies
8. Évacuation du surplus de boues

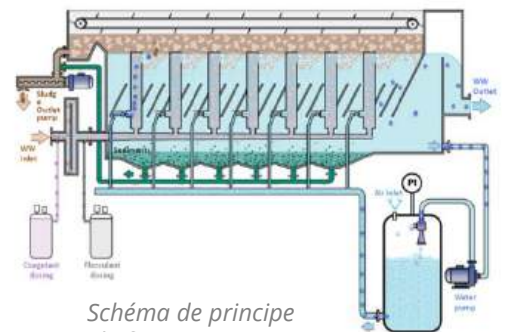


Schéma de principe du fonctionnement d'un flottateur (Véolia)

### 3 Filtration

Dans un certain nombre d'applicatifs (type polissage, machine à laver, machine à découper, ...) la pollution est uniquement présente sous formes de MES.

Au vu des débits généralement constatés, des méthodes de filtration type filtre presse, filtration gravitaire ou sous pression peuvent être particulièrement performantes pour pouvoir réutiliser l'eau et mettre en place une boucle de recyclage.

Là encore, il sera nécessaire de nettoyer le filtre régulièrement et donc s'assurer de la possibilité de réutiliser de l'eau traitée.

### 4 Procédés biologiques

#### a Traitement de la pollution dissoute biodégradable

Prérequis : évaluation de la pollution dissoute et de la biodégradabilité

- La pollution dissoute d'un effluent est généralement évaluée par des macro polluants (DCO, DBO<sub>5</sub>, azote total, phosphore total, MES, conductivité, température),
- La **biodégradabilité est évaluée par le rapport DCO/ DBO<sub>5</sub>**. La quantité de Carbone Organique Dissous Biodégradable (CODB) est intéressante pour un traiteur d'eau, toutefois cette analyse n'est jamais réalisée en routine. La biodégradabilité peut être catégorisée ainsi :
  - **DCO/DBO<sub>5</sub> < 2 = effluent facilement biodégradable**
  - **2 < DCO/DBO<sub>5</sub> < 4 = effluent moyennement biodégradable**
  - **DCO/DBO<sub>5</sub> > 4 = effluent difficilement biodégradable,**
- **Le rapport C/N/P (carbone, azote, phosphore)** est également pertinent à suivre car, en cas de carence de P ou de N, le traitement biologique ne fonctionnera pas et il peut être indispensable d'ajouter des nutriments pour assurer un développement optimum de la microbiologie. **L'idéal est d'avoir un rapport 100/5/1.**



Il existe de nombreuses manières d'améliorer la performance de ces procédés principaux.

Suivant les cas, la consultation d'un spécialiste sera indispensable pour mettre le traitement spécifique adapté (exemple : électrocoagulation).



#### Retour d'expérience

La biodégradabilité peut être évaluée par une mesure de DBO<sub>5</sub> mais attention, **elle ne rend compte que de l'efficacité des bactéries utilisées dans le test. Or, généralement, ce sont des bactéries issues de STEP urbaines donc très loin des bactéries capables de travailler sur des effluents chimiques.**

Un premier test DBO<sub>5</sub> négatif ne signifie donc pas que l'effluent n'est pas biodégradable. Une étude pilote sur une durée plus longue permet de tester l'adaptabilité de la biomasse. A défaut, des tests pourront être menés avec une biomasse récupérée auprès d'un confrère dont les effluents sont proches de celui à traiter.

**Les technologies biologiques sont très nombreuses et, suivant la composition de l'effluent, divers enchainements de procédés sont utilisés afin d'épurer les effluents.**

Les procédés aérobies sont classables en trois catégories :

<b>1</b> Les réacteurs aérobies à culture libre	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ouvrage de génie civil dans lequel on va maintenir des conditions de développement biologique (aération, nutriment, ...) la biomasse étant libre dans l'eau formant une liqueur mixte d'eau et de floccs bactériens.</li> <li>▪ Plus la culture dans le bassin sera active plus la capacité de dégradation est importante. Ces ouvrages sont suivis d'ouvrage de séparation des floccs bactériens (décantation ou flottation).</li> </ul>
<b>2</b> Les réacteurs aérobies à culture fixée	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ On parle généralement de biofiltration, qui permettent de cultiver les microorganismes sur des supports.</li> <li>▪ L'eau épurée n'a généralement pas besoin d'être décantée ou flottée ensuite.</li> </ul>
<b>3</b> Les réacteurs biologiques à membrane	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Traitement devenu extrêmement courant du fait de sa compacité et de sa grande capacité de rétention bactérienne lui permettant de traiter efficacement malgré des variations très importantes de charge.</li> <li>▪ Le fait que la séparation soit effectuée par des membranes d'ultrafiltration rend inutile tout traitement complémentaire d'élimination des MES.</li> </ul>

Il existe également des traitements par voie biologique anaérobie (méthanisation), utilisés pour convertir la matière organique contenue dans l'effluent et synthétiser un mélange de CH<sub>4</sub>, CO, H<sub>2</sub>S.

Applicables à de très fortes charges (>10g/L en DCO), ces procédés sont trop spécifiques en termes d'application pour les décrire ici.



Source illustration : Aquassay



Les traitements biologiques utilisent du « vivant », la nature de l'effluent à traiter doit donc être suffisamment constante.

**En cas de destruction de la biomasse, il faudra du temps (souvent plusieurs semaines, voire plusieurs mois) afin qu'elle soit de nouveau efficace pour traiter la pollution.**

### b) Traitement de la pollution dissoute non biodégradable

Il existe des effluents industriels peu ou pas biodégradables, contenant des pollutions dissoutes liées à des dissolutions ou concentrations d'ions lors des étapes de procédé (ex : procédés évaporatifs).

Le bilan ionique des effluents produits va également intéresser le traiteur d'eau car, suivant la nature des ions (ex : sel métalliques), des mécanismes de précipitation, utilisant des réactions de type oxydo-réduction voire de filtration sur résines échangeuses d'ions spécifiques, peuvent être mis en place afin d'éliminer les pollutions ioniques problématiques.

Ce peut être le cas par exemple d'effluent en provenance de laveur de gaz.

Suivant la nature des utilisations de l'eau, les effluents peuvent présenter des taux de salinité très importants.

Cette **salinité peut être un enjeu car le fonctionnement biologique de l'exutoire de ce type d'effluents peut être perturbé** par la présence de sel (que ce soit un réacteur biologique ou un milieu récepteur).

Les usines produisant ou consommant beaucoup de vapeur et donc généralement de refroidissement, vont aboutir à la génération d'effluents de type eaux claires, éventuellement chaudes voir très chaudes et extrêmement salées (concentrats d'osmose, purge TAR ou chaudière, déclassement de condensats,...).

Cette salinité de l'eau est également problématique pour la réutilisation puisque, dans ce type de cas, l'industriel va avoir besoin d'eau déminéralisée.

Toutefois, ces eaux claires peu polluées peuvent représenter un **gisement d'eau potentiellement recyclable**.



#### Pour aller plus loin

Bibliographie complémentaire : Suezwaterhandbook.fr - Memento degremont® >> caractérisation et dimensionnement d'équipement du traitement des eaux

# GESTION DES EAUX PLUVIALES

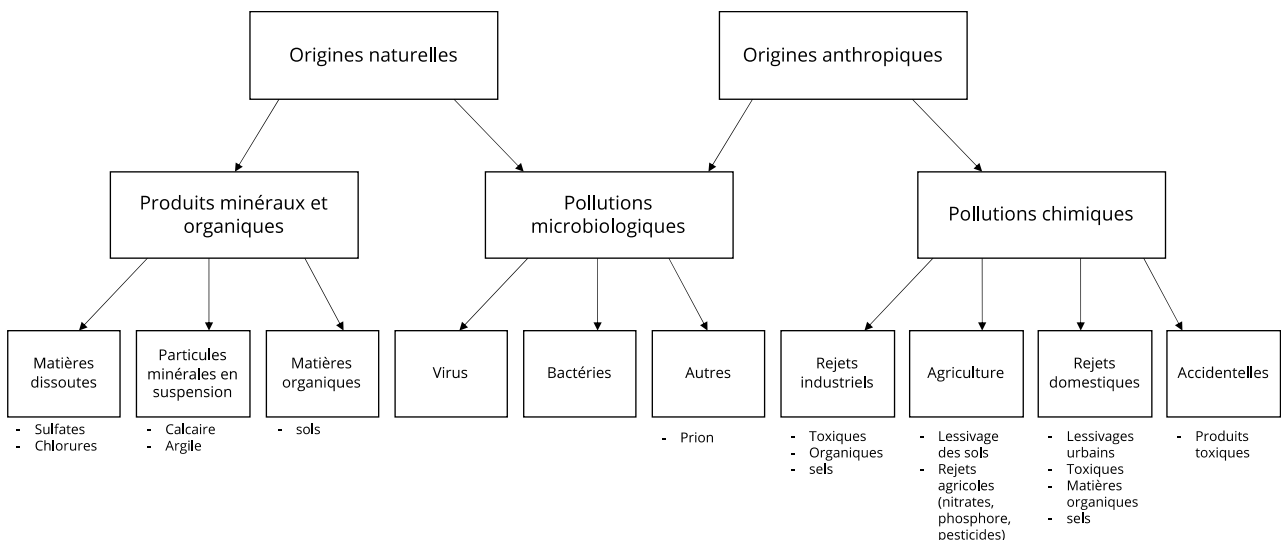
## Introduction

Les précipitations atmosphériques en France sont constituées à 93% d'eau de pluie.

Contrairement à ce qu'on pourrait imaginer, la pluie n'est pas toujours de bonne qualité même si réglementairement il n'existe aucune norme de la « bonne qualité » d'une eau de pluie. En général, les analyses reprennent les paramètres utilisés pour l'eau potable.

La formation de la pluie résulte de la condensation de l'eau contenue dans l'air, qui contient également des particules et des gaz d'origine naturelle ou anthropique. À cette pollution atmosphérique peuvent s'ajouter d'autres polluants absorbés lors du ruissellement de l'eau sur les toits et les sols. **La composition de la pluie et des eaux pluviales varie donc d'un lieu à un autre.**

**Cette altération et variation de la qualité est encore plus vraie sur un site pharmaceutique** où de multiples opérations vont aboutir au dépôt sur les toits et le sol de nombreux produits parfois en grande quantité susceptibles d'être lessivés lors d'événements pluvieux.



*Schéma issu du rapport d'office parlementaire qualité de l'eau et assainissement en France  
Rapport n° 215 (2002-2003), tome I, déposé le 18 mars 2003*

Actuellement, l'aspect quantitatif de l'eau de pluie (précipitations en millimètres) est plus connu que l'aspect qualitatif. Cependant, en France, les caractéristiques de l'eau de pluie avant leur ruissellement sont relativement stables en moyenne annuelle : l'eau de pluie naturelle est acide (pH 5) et contient, en plus ou moins grande quantité, des sulfates, du sodium, du calcium, de l'ammonium, et même des nitrates et parfois des pesticides.

Cette composition varie en fonction de la géographie et des caractéristiques environnementale du lieu.

D'un point de vue réglementaire, la gestion des eaux pluviales doit répondre à deux objectifs principaux :

- au niveau quantitatif, **éviter l'aggravation des phénomènes d'inondation et participer à la recharge des nappes ;**
- au niveau qualitatif : **ne pas dégrader la qualité des milieux récepteurs.**

## Réglementation

Les grands principes retenus par la DREAL pour les établissements accueillant des installations classées soumises au régime de l'autorisation (enregistrement ou déclaration) concernant les prescriptions relatives à la gestion des eaux pluviales sont présentées ci-après. Ces dispositions sont celles issues de l'arrêté ministériel de prescriptions générales correspondant à l'activité soumise à enregistrement ou déclaration.

### Hiérarchisation des modes de gestion

La hiérarchisation des modes de gestion des eaux pluviales sur les ICPE, rappelée dans le référentiel pour la constitution d'un dossier de demande d'autorisation environnementale, est la suivante :

1. **La réutilisation** (ou recyclage) des eaux pluviales dans le process,
2. **L'infiltration dans le sol** (*noues enherbées<sup>1</sup>, bassin d'infiltration, chaussées réservoirs...*) sous réserve d'une vérification préalable de la faisabilité technique (= aptitude des sols à l'infiltration, avec justification du bon dimensionnement des installations d'infiltration, contexte local : captage par exemple,...)
3. **Le rejet vers le milieu hydraulique superficiel** (= milieu naturel)
4. En dernier lieu, par **raccordement à un réseau public existant** :
  - a) vers un réseau pluvial,
  - b) vers un réseau unitaire, **sous réserve** de la démonstration qu'aucune autre méthode n'est possible, et de la vérification de la compatibilité entre les effluents et le fonctionnement du système d'assainissement global par son gestionnaire. Certains systèmes d'assainissement unitaires présentent des surcharges marquées et le raccordement d'effluents supplémentaires peut remettre en cause le fonctionnement de la station d'épuration et des réseaux d'assainissement (déversoirs d'orage). Pour rappel, pour un raccordement, l'accord préalable du gestionnaire du réseau est obligatoire (via l'autorisation de raccordement).



Schéma de la hiérarchisation des modes de gestion des eaux pluviales

<sup>1</sup>Tranchée d'infiltration qui peut être végétalisée et qui présente des impacts environnementaux positifs (recharge nappe, limitation des inondations, retour de la biodiversité,...)

### Aspects qualitatifs

L'arrêté ministériel du 02/02/1998 (art 43) réglemente les valeurs limites d'émission :

« 1° Les rejets d'eaux pluviales respectent les dispositions ci-après. Toutefois, les dispositions des alinéas I, II et III ne sont pas applicables aux installations existantes au 1<sup>er</sup> janvier 2018. Elles s'appliquent par contre aux extensions ou modifications d'installations existantes à cette date.

I. Les eaux pluviales non souillées ne présentant pas une altération significative de leur qualité d'origine du fait des activités menées par l'installation industrielle sont évacuées conformément à la réglementation en vigueur.

II. Les eaux pluviales susceptibles d'être significativement polluées du fait des activités menées par l'installation industrielle, notamment par ruissellement sur les voies de circulation, aires de stationnement, de chargement et déchargement, aires de stockage et autres surfaces imperméables, sont collectées par un réseau spécifique et traitées par un ou plusieurs dispositifs de traitement adéquat permettant de traiter les polluants en présence.

Ces dispositifs de traitement sont entretenus par l'exploitant conformément à un protocole d'entretien. Les opérations de contrôle et de nettoyage des équipements sont effectuées à une fréquence adaptée.

Les fiches de suivi du nettoyage des équipements, l'attestation de conformité à une éventuelle norme ainsi que les bordereaux de traitement des déchets détruits ou retraités sont mis à la disposition de l'inspection des installations classées.

## Réutilisation de l'eau de pluie

### Cadre réglementaire

Décret n° 2021-807 du 24 juin 2021 relatif à la **promotion d'une utilisation efficace, économe et durable de la ressource en eau**, en application de l'article L. 211-1 du code de l'environnement

- pris en application de l'article 69 de la loi n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la **lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire** (loi AGEC)
- vient compléter le point 4 de l'article R 181-13 du code de l'environnement, qui précise le contenu d'une demande d'autorisation environnementale, en introduisant le fait que l'exploitant doit y inclure " **le cas échéant, les mesures permettant une utilisation efficace, économe et durable de la ressource en eau notamment par le développement de la réutilisation des eaux usées traitées et de l'utilisation des eaux de pluie en remplacement de l'eau potable**".

► Cette disposition vise à inciter les porteurs de projet ICPE à étudier la réutilisation de l'eau, notamment pluviale, lors de l'élaboration du projet.

### Grands principes

Comme tout autre projet, concernant la réutilisation de l'eau de pluie, il est indispensable de **caractériser le gisement** c'est à dire connaître la quantité, la disponibilité, la qualité de l'eau au point de sa récupération potentielle.

En règle générale, la qualité de l'eau de pluie est compatible sans trop de traitements avec des usages de l'eau. Toutefois, il convient **d'être vigilant sur ce point après ruissellement, collecte et mélange**. Concernant la quantité, le **gisement est discontinu** concernant la fraction « eau de pluie » des réseaux d'eaux pluviaux.

Dans de nombreux cas, **le réseau d'eau pluvial** (lorsqu'il est séparatif) **collecte en réalité différentes sources d'eaux en plus des eaux météoriques et principalement des eaux de purges** (issues de tour aéroréfrigérante, de chaudière, de purgeur de lignes vapeur, de concentrat d'osmoseur, de régénérations d'adoucisateurs...).



Historiquement, les eaux non souillées claires ont souvent obtenu des autorisations de rejet au réseau pluvial (*inadéquation de ces flux avec les équipements postérieures de traitements épuratoires*).

Ainsi, nous avons souvent constaté des **réseaux d'eaux pluviales qui sont constamment alimentés et produisent parfois plusieurs dizaines de m<sup>3</sup>/h en continu**.

**Ces eaux sont peu ou pas réutilisables** : très généralement sur-salées par rapport aux ressources en eaux originales du site, puisque provenant de purges d'équipements d'échanges thermiques (*purges de chaudières et tours aéroréfrigérantes*) ou de concentrats d'osmose. De plus, lorsque c'est le cas, cela signifie que le site a pour **usages principaux d'eau le refroidissement par aéroréfrigérant et la production de vapeur, dont les besoins en qualité sont incompatibles avec des eaux sursalées**. Il est à noter que les produits de traitements de ces équipements peuvent avoir des effets délétères sur l'environnement notamment parce qu'ils peuvent contenir des biocides ou des anti-scalants (= produits aidant les membranes à ne pas être exposées à la formation de tartre).

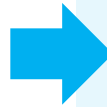
Dans ces cas, **l'économie d'eau est à faire au niveau de l'équipement producteur des purges** (*par changement de technologie et/ou amélioration des réglages*) pour l'amener à son maximum acceptable de salinité plutôt que de tenter de recycler l'eau concentrée en sels. Pour le cas des concentrats d'osmose, là encore l'optimisation est à faire au niveau de l'osmoseur lui-même.

Nous avons également vu que, dans un certain nombre de cas, des flux de régénérations de chaînes de déminéralisation sont orientés vers le réseau pluvial avec ou sans neutralisation. Ceci n'est pas une bonne pratique, aboutissant à la destruction des collecteurs d'eaux pluviales, et produisant des flux d'eau extrêmement salées là encore bien souvent inutilisables pour un second usage comprenant un usage thermique de l'eau.

►  
En absence de réutilisation de l'eau pluviale, **l'argumentation le justifiant doit figurer dans le dossier.**

Concernant les aspects quantitatifs, deux points d'évolution sont à noter vis à vis de la réglementation précédente (02.02.1998) :

- La suppression de l'obligation de moyens et de la systématisation des séparateurs d'hydrocarbures ;
- La suppression de l'obligation de contrôle des eaux pluviales avant rejet (présente dans l'arrêté du 02.02.1998) ; la conformité aux VLE (Valeurs Limites d'Émission) n'est plus strictement requise avant rejet mais doit être contrôlable.



**Dans les faits, les arrêtés préfectoraux d'autorisation contiennent généralement des VLE et des fréquences de contrôles imposées.**

## Aspects quantitatifs

Les grands principes concernant l'aspect quantitatif pour les eaux pluviales sont les suivants :

Afin de ne pas aggraver les problèmes d'inondation, **tout projet de rejet en milieu superficiel doit assurer le tamponnement conduisant à un débit de rejet inférieur ou égal à celui du sol avec une couverture végétale naturelle.** Ce débit de rejet est le débit de fuite maximal défini pour l'ouvrage de tamponnement. Le principe est de rendre l'aménagement et l'imperméabilisation neutres hydrauliquement.

Selon ce principe, les périodes de retour (correspondant à l'évènement pluvieux de référence<sup>1</sup>) et débits de fuite à retenir, sont définis par bassin versant et disponibles auprès de la DREAL.

À noter que les valeurs de débit de fuite ne s'appliquent qu'en cas de rejet vers le milieu superficiel. En cas de rejet vers un réseau d'assainissement, c'est au gestionnaire de définir le débit de fuite.

De plus, ceci s'applique aux nouveaux projets et aux extensions. Pour les sites existants, une étude technico-économique doit être réalisée pour démontrer de la faisabilité ou de l'impossibilité d'application le cas échéant.

Dans les documents de doctrine de la DREAL il est mentionné que l'exploitant d'un site existant doit s'interroger sur la gestion des eaux pluviales (amélioration continue) et faire un lien avec les économies d'eau.

Concernant le dimensionnement et la conception des bassins de tamponnement, il est indispensable de se faire accompagner par des professionnels de la question.

À titre indicatif, dans le cas d'un dimensionnement d'un bassin commun de tamponnement (*bassin de lissage des évènements pluvieux*) et de rétention des eaux d'extinction incendie, sa capacité devra au moins être égale à la plus grande des deux valeurs suivantes :

- Soit au volume obtenu à partir de la période de retour de l'évènement pluvieux de référence<sup>1</sup> du bassin versant,
- Soit à la somme du volume de la pluie décennale et volume des eaux d'extinction incendie à retenir, duquel on soustrait les volumes d'eaux liés aux intempéries selon le référentiel D9A.

### Sources bibliographiques :

- D9A - Guide pratique de dimensionnement des retentions des eaux d'extinction Edition juin 2020.
- « Règlementation de l'usage de l'eau dans les ICPE -Du prélèvement au rejet -Journée Eaux Industrielles – ATEE » Julien DEVROUTE Inspecteur de l'Environnement, spécialité Installations classées Ingénieur référent sur la thématique EAU ICPE • DREAL Hauts-de-France – Service RISQUES
- Note de doctrine sur la gestion des eaux pluviales au sein des ICPE soumises à Autorisation validée le 30 janvier 2017 – DREAL Hauts-de-France – Service Risques
- Rapport d'office parlementaire qualité de l'eau et assainissement en France, Rapport n° 215 (2002-2003), tome I, déposé le 18 mars 2003

<sup>1</sup> L'évènement pluvieux de référence est fonction du bassin versant superficiel concerné (*généralement entre 10 ans et 30 ans*) et permet d'estimer l'impact le plus fort de la pluie.

NB : au vu des changements climatiques et des évènements météorologiques extrêmes de ces dernières années, l'administration commence à demander des scénarios qui résistent à des évènements centenaires voir plus.

# RÉUTILISATION ET RECYCLAGE

## Définitions

**La réutilisation** consiste à faire **coïncider un gisement** (cf. définition ci-après) à un usage d'eau sans l'intermédiaire d'équipement de traitement.

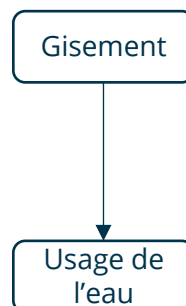
**Le recyclage** consiste à faire **coïncider un gisement** (cf. définition ci-après) à un usage d'eau avec l'intermédiaire d'équipement de traitement.

**Gisement** : ressource potentielle en eau ayant déjà fait l'objet d'un usage, caractérisée par une localisation, une quantité, une qualité et une disponibilité. Les variations de ces caractéristiques doivent de plus être connues.

**Usage de l'eau** : utilisation d'eau définie par une localisation et par ses besoins en quantité et qualité d'eau, ainsi que de par leurs variations acceptables.

**Traitement** : n'importe quelle opération ayant pour objectif ou pour résultat de modifier significativement la qualité physique et/ou chimique du gisement considéré (ex : refroidissement, réchauffage, filtration,...).

### RÉUTILISATION



### RECYCLAGE

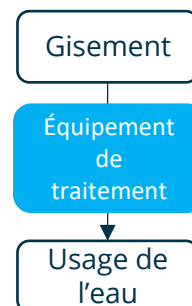


Schéma de principe différence réutilisation/ recyclage

**NB** : au sens de l'arrêté Ministériel Sècheresse 2023 :

- Les eaux réutilisées sont définies comme les eaux issues des matières premières, les eaux de process recyclées et les eaux usées traitées recyclées.
- Les eaux de process recyclées sont des eaux qui ont été utilisées au cours d'une étape du processus industriel d'une installation, collectées directement après cette étape pour une réutilisation dans le processus industriel de cette même installation avec ou sans nécessité d'un traitement préalable.
- Les eaux usées traitées recyclées sont les eaux usées issues d'une installation à l'exclusion des eaux vannes, impropres à la consommation humaine, traitées en vue de leur réutilisation au sein de cette même installation.

Plusieurs éléments sont clés dans un projet de réutilisation/ recyclage. Ces éléments non ou mal pris en compte, peuvent amener à l'échec des projets.

## Coïncidence spatiale

**Transporter de l'eau recyclée ou à recycler sur de longues distances ou dans des réseaux complexes est très défavorable.** Les eaux réutilisées peuvent contenir des traces de carbone organique biodégradable qui, sans prise en compte de l'activité bactérienne possible (notamment en cas d'élévation de la température au-delà de 20°C), peut aboutir à de nombreux désagréments (*bloom bactérien, obstruction, corrosion, odeurs nauséabondes,...*).

## Coïncidence temporelle

Le stockage d'eau recyclée ou à recycler est à proscrire au-delà de quelques heures (12h maximum) pour les mêmes raisons biologiques que décrites précédemment. **Au-delà, des précautions concernant la prévention de la prolifération microbologique devront être prises.**

**Les disponibilités des gisements et les besoins des utilisateurs doivent être synchronisés** autant que possible. Ainsi les stockages intermédiaires indispensables seront dimensionnés au plus juste, en limitant les effets de stockage liés à des gisements et des besoins asynchrones de plusieurs heures (et donc d'accumulation sur plusieurs heures).



Le coût énergétique du transport de ces eaux peut être important et doit également être pris en compte. Pour rappel, déplacer 1m<sup>3</sup> d'eau équivaut à déplacer 1 tonne.

## Coïncidence qualité

Enfin, il est nécessaire de faire **coïncider les qualités physiques et chimiques et leurs variations entre le gisement et l'utilisateur prévu par l'intermédiaire d'un traitement d'eau.**

Il est donc tout d'abord indispensable de connaître les valeurs moyennes des grandeurs mesurées (pH, conductivité, T°C, MES, DCO, DBO, ...) ainsi que les polluants caractéristiques du gisement (tensioactifs, huiles, particules, sels ou éléments chimiques concentrés, etc.), du fait du premier usage).

**Ceci permet d'apprécier la crédibilité du scénario** (faisable / infaisable) **mais en aucun cas d'évaluer sa réelle faisabilité et efficacité.** En effet, les équipements de traitement d'eau peuvent être rendus complètement inopérants par des événements ponctuels, indécélables sur une valeur moyenne quotidienne.

Ainsi, il est ensuite **indispensable d'avoir un suivi précis des variations de quantité et de qualité** (idéalement à une fréquence d'acquisition de la minute pour les paramètres disponibles et pertinents mesurables en continu, par exemple le pH, la conductivité, la température, la turbidité,... ) et **sur une période représentative.** Cela permettra d'avoir accès aux valeurs maximales et minimales **réelles.**

Il est alors possible de réaliser l'étude de faisabilité (et donc d'estimer le retour sur investissement à attendre).

En résumé, il est **indispensable de connaître la distribution des valeurs** et connaître les valeurs maximales, minimales, percentiles, écart types ou similaires et de ne pas configurer une solution technique sur une valeur moyenne. Selon les situations, il appartient à chacun de **définir la précision et la fréquence des données selon les usages et le process.**

**Tous ces éléments sont communs aux deux types d'actions réutiliser / recycler.**



## Retour d'expérience

Pour les paramètres de type concentrations chimiques de molécules, d'ions, de DCO/COT etc., deux options sont possibles pour caractériser l'effluent :

**a. le processus produisant cet effluent est clairement connu** et des étapes peuvent être définies avec une pré-estimation de l'impact associé (ex. *régénération de résine → forte variation pH/conductivité ; étape de lavage en place et étape de rinçage → La 1<sup>ère</sup> étape doit être la plus concentrée et les produits utilisés sont ceux qui devront être dosés pour caractériser l'effluent*)

**b. Il est difficile de relier un prélèvement avec une origine** (multiplicité de processus, délais de rejet, distance, mélange, etc...) et, lorsque cela est possible, il faut alors définir une durée de cycle logique (ex. *traitement sur 8h, etc.*). Si cela n'est pas envisageable, l'étude portera sur 24h. Un échantillonneur multi-flacons associé à une mesure de débit sera installé, afin de classer les impacts en termes de flux et pas seulement en termes de concentration.

Dans les deux approches, il est nécessaire de répéter l'opération plusieurs fois dans des situations représentatives du fonctionnement du site afin de **caractériser au mieux l'effluent et ses variations.**

### Schéma de synthèse



- Proximité physique entre le gisement et l'usage

- Synchronicité temporelle entre le gisement et l'usage

- Via traitement si nécessaire
- Identifier les paramètres pertinents
- Identifier les périodes de fonctionnement représentatives
- Définir les valeurs moyennes
- Définir les variations

- Une fois la base de données compilée, il est possible de réaliser l'étude de faisabilité

Il semble indispensable à ce stade de faire un rapide résumé des capacités et des critères de fiabilité des équipements de traitement des eaux qui concernent la capacité à recycler.

Si l'on excepte les procédés bactériens et certains procédés très spécifiques de pré-traitement (type oxydations avancées), **la plupart des moyens techniques mis à disposition pour traiter les eaux sont basés sur des techniques physiques de séparation de phase** : décantation, flottation, filtration, microfiltration, techniques membranaires, évapo-concentration, etc. D'autres procédés comme la neutralisation, l'emploi d'adsorbants minéraux ou organiques ou encore le stripping sont également des traitements applicables.

La performance de ces techniques physiques de séparation de phase est fortement influencée par les variations de paramètres de quantité et de qualité du flux à traiter. Par exemple, un fort à-coup hydraulique sur un décanteur ou un flottateur va avoir un effet immédiat sur la qualité de l'eau traitée (relargage MES ou flottants) ou encore la présence de certaines molécules durant quelques minutes seulement va pouvoir dégrader fortement des membranes.

Or, selon notre expérience, **le schéma général global actuel consiste à mélanger tous les flux en provenance de l'usine** (cf. [fiche 2.3.5](#)), même s'il existe déjà des ségrégations d'effluents sur des caractéristiques de qualité distinctes. C'est par exemple le cas des raffineries qui disposent généralement de deux réseaux d'eaux usées industrielles (huileux non huileux). Mais, même dans ce cas, des flux de quantité et qualité fort différentes sont mélangés, avec pour chacun des variations fortes (quantité/qualité) intimement liées au fonctionnement des procédés. Ce mélange transite ensuite jusqu'à un outil épuratoire global.

Si les outils épuratoires lissent ces variations d'entrée, ils ne les éliminent pas (voire, dans certains cas, ne les affectent pas du tout). Ainsi, même en disposant d'un outil épuratoire efficace au regard de la réglementation pour un rejet, il est indispensable de caractériser ces variations.

L'industrie du traitement de surface, tout comme l'industrie pharmaceutique, ou encore un certain nombre d'industries chimiques ont appris à « trier leurs effluents ». C'est-à-dire à séparer dès leur production, les effluents afin de faciliter leur valorisation, ou de permettre leur traitement. Cette **capacité d'identifier puis de trier à la source les effluents en fonction de leurs valorisations possibles est la meilleure stratégie à long terme.**

Il est plus pertinent d'identifier les sous-effluents les plus facilement valorisables et comment les extraire du flux plutôt que de travailler sur des projets de traitements d'eau finaux qui seront forcément multi-étages et complexes au vu des variations d'entrée du mélange final des flux et de la moindre acceptabilité des procédés en termes de variations de quantité et qualité dans le cadre d'un recyclage versus un déversement conforme dans l'environnement.

- ▶ **La matrice quantité/qualité/usage/destination (cf. [fiche 2.2.5](#)) est un outil de la démarche d'efficacité hydrique qui va permettre d'identifier les usages de l'eau significatif, les analyser et de mettre en évidence des opportunités de réduction, de recyclage et de réutilisation.**

▶ **Plus un procédé est alimenté régulièrement en quantité et qualité, plus sa fiabilité et sa performance en est augmentée.** Cela est d'autant plus vrai pour les processus biologiques.



### Retour d'expérience

Les mesures réalisées par AQUASSAY sur les sites industriels depuis 2014 montrent que les variations subies par les outils épuratoires finaux peuvent être extrêmes et sont souvent à l'origine de nombreux dysfonctionnements constatés.



**La capacité à identifier puis à trier à la source les effluents en fonction de leurs valorisations possibles est la meilleure stratégie à long terme.**

Compte tenu du fait que l'eau est partout dans l'usine (pour refroidir, diluer, laver, ...), il est indispensable, d'être attentif aux risques induits par des modifications du cycle de l'eau (: analyse systémique).

# REUSE DE L'EAU DANS LES INDUSTRIES PHARMACEUTIQUES, COSMÉTIQUES ET CONNEXES

## Introduction

Cette fiche a été écrite par la Société Française des Sciences et Techniques Pharmaceutiques (SFSTP). Elle traite des travaux de commission de la sur le ReUse de l'eau dans les industries pharmaceutiques, cosmétiques et connexes.

## Publication n°1 : Cadre général

Dans un contexte climatique et politique en forte évolution, le groupe de travail SFSTP « ReUse de l'eau dans les industries pharmaceutiques, cosmétiques et connexes » a proposé des **éléments de réponse** aux perspectives de mise en œuvre de **projets de réutilisation (ReUse) de l'eau**.

Une enquête nationale conduite par la SFSTP courant 2024 auprès d'industriels a mis en évidence une **volonté forte de s'inscrire dans les démarches de Sobriété hydrique et de Maîtrise des rejets** portés par la branche, conformément aux objectifs gouvernementaux (plan Eau du ministère de la Transition écologique, de l'Énergie, du Climat et de la Prévention des risques).

Le premier objectif des travaux de la commission a été de **clarifier les exigences réglementaires liées à l'eau et à la maîtrise de sa qualité**, et de présenter le cadre dans lequel la mise en application d'une solution de ReUse des rejets peut être envisagée.

Une première publication (→ voir magazine *STP Pharma Pratique* #4, décembre 2024) a ainsi posé le **cadre réglementaire** général de la démarche et proposé des **exemples concrets de ReUse** prenant en compte les logiques d'analyse de risque et de mise en œuvre d'éléments de maîtrise destinés à démontrer l'équivalence de qualité entre l'eau réutilisée et une eau pharmaceutique « native », c'est-à-dire de qualité nécessaire à son utilisation.

Des **projets industriels concrets** ont été mis en œuvre à la suite de cette première publication.

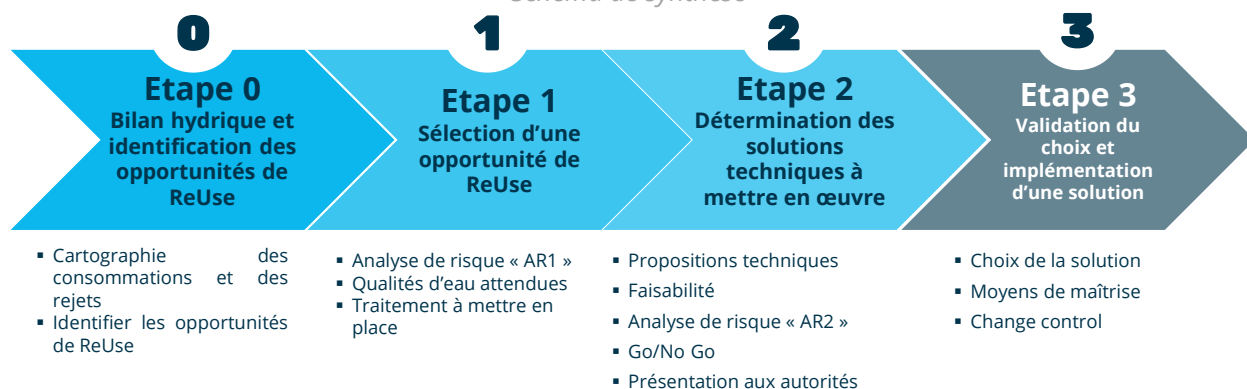
Pour aller plus loin, le groupe de travail SFSTP a démarré en 2025 une seconde phase de travail, destinée à publier une **méthodologie pour conduire et mettre en place un projet de ReUse**, selon les exigences des autorités.

## Publication n°2 : Méthodologie

**\*\* Cette publication n°2 est en cours de finalisation \*\***

La démarche sera détaillée lors d'une présentation publique par le groupe de travail SFSTP à l'automne de cette année et un article sera publié d'ici fin 2026.

Le schéma synthétique ci-après présente les grandes lignes de la méthodologie à appliquer dans le cadre de la mise en œuvre d'un projet de ReUse de l'eau.



Les étapes 1 à 3 mentionnées dans ce schéma de principe et dans la suite de ce texte sont à réaliser pour chaque opportunité de ReUse identifiée.

- Le pré-requis « **Étape 0** » a pour objectif de faire un **état des lieux** et d'améliorer les connaissances des process d'utilisation des eaux de façon macro. Cette étape consiste à réaliser un **bilan hydrique** afin d'identifier les opportunités de ReUse. Ce bilan hydrique correspond à la cartographie des consommations d'eau et des rejets aqueux d'un site industriel et permet de faire une évaluation globale des quantités et qualités d'eau du site.

A la suite de ce bilan hydrique, les rejets aqueux pouvant être source de ReUse et les destinations potentielles (eau de lavage, eau de rinçage, eau ingrédient, eau utilités techniques...) sont identifiés.

- L'objectif de l'« **Étape 1** » suivante est **d'identifier les qualités d'eau de ReUse attendues**.

Cette étape permet de **sélectionner les opportunités** de ReUse.

Pour cela les quantités et qualités d'eaux des rejets pour ReUse sont confrontées aux quantités et qualités d'eaux attendues pour l'utilisation finale.

Cette démarche est soutenue par une **Analyse de risque « AR1 » initiale** permettant de déterminer les actions à mettre en œuvre et/ou les besoins de traitement pour répondre aux spécifications attendues.

- L'« **Étape 2** » consiste à **identifier les éléments de maîtrise à mettre en place** pour assurer la sécurité du patient.

Pour cela, les solutions techniques potentielles sont évaluées selon plusieurs critères :

- Evaluation technique (incluant la faisabilité)
- Evaluation réglementaire
- Evaluation financière

Un **GO/NO GO** est acté à l'issu de ces évaluations pour la poursuite du projet.

En parallèle une **Analyse de risque « AR2 »** est construite en intégrant les différentes solutions techniques.

C'est également à cette fin d'étape que le projet est présenté aux autorités (réglementaires, environnementales, client dans le cas d'un site sous-traitant...)

- La dernière « **Étape 3** » correspond à **l'implémentation maîtrisée de la solution de ReUse**.

C'est à cette étape que le **choix de la solution à mettre en place est validé**, et que les moyens de maîtrise associés seront cadrés via un Change Control.

# TRAITEMENTS DE DÉCONTAMINATION (composés biologiques et chimiques émergents)

## Introduction

Dans certaines usines de l'industrie de la santé, certains **effluents** peuvent contenir des **éléments biologiques et/ou chimiques**, nécessitant un traitement particulier de **décontamination**. Les technologies disponibles pour cette élimination diffèrent et quelques principes sont présentés ci-dessous.

## Traitement de contaminants biologiques

### *Décontamination chimique*

La décontamination chimique repose sur l'utilisation de **substances réactives** afin d'inactiver ou détruire les agents biologiques, pathogènes ou autres contaminants à traiter. L'action des molécules chimiques repose sur la perturbation des membranes cellulaires, la dénaturation de protéines ou l'interférence avec les fonctions cellulaires essentielles.

Plusieurs **facteurs influencent l'efficacité** d'un tel traitement : la concentration en substance active, le temps de contact, la nature des contaminants à traiter, etc. Parmi les substances usuellement utilisées, il est possible de citer celles à base de chlore, d'acide peracétique, de peroxyde d'hydrogène ou d'ammonium quaternaire.

### *Décontamination thermique*

La décontamination thermique repose sur la **montée en température des effluents** pour détruire les contaminants à éliminer. Cette action thermique peut se faire sur les protéines par dénaturation, les structures cellulaires par altération, etc.

Différentes technologies permettent d'assurer un traitement par voie thermique comme l'autoclavage, l'application de chaleur sèche, l'incinération ou la pasteurisation. Dans chacun des cas, les chaleurs appliquées et les éléments à traiter diffèrent pour garantir la meilleure efficacité.

### *Comment faire le choix?*

**Plusieurs facteurs peuvent influencer le choix d'un traitement par voie chimique ou thermique.** Par exemple, la nature des **contaminants**, la nature des **matériaux** à traiter, les **exigences process**, les considérations **environnementales**, la **rentabilité** économique ou encore la **conformité réglementaire** sont un panel de facteurs non exhaustifs à prendre en considération.

D'une manière générale, la décontamination **chimique** est souvent plus **rapide**, mieux adaptée aux équipements sensibles ou aux matériaux ne pouvant résister à la chaleur. En comparaison, la décontamination **thermique** permet une **pénétration plus profonde** sur les matériaux pouvant résister à la chaleur. Il existe également des **équipements combinant les deux méthodes de décontamination** afin de garantir le traitement efficace des contaminants.

Concernant les **impacts environnementaux**, les substances chimiques utilisées dans le cadre de la décontamination chimique peuvent avoir des impacts ; la gestion de ces produits est une condition essentielle à intégrer dans le quotidien de l'usine. La décontamination thermique s'accompagne nécessairement de besoins énergétiques importants.

## Traitement de contaminants chimiques

Dans ce paragraphe, seul le principe de **l'oxydation avancée** sera présenté.

### Principe

L'oxydation avancée est une technologie de pointe permettant d'éliminer efficacement les **polluants organiques persistants**. Le traitement repose sur un **processus chimique** dans lequel les **substances réagissent avec de l'oxygène ou d'autres agents oxydants** afin de décomposer les molécules mères en molécules filles moins nocives.

**Il est nécessaire et indispensable de vérifier que la nocivité des molécules filles** ainsi générées est moindre que celle des molécules mères. Le choix de ce type de traitement doit se faire dans un cadre analytique défini permettant de vérifier et de valider la qualité du traitement mis en place.

**Plusieurs types d'installations techniques peuvent être choisis** comme l'ozonation, la photooxydation ou encore l'oxydation par le peroxyde d'hydrogène. Ces méthodes peuvent tout à fait convenir à la décontamination de molécules organiques tels que des résidus pharmaceutiques.

### Importance du radical hydroxyle

Les **radicaux hydroxyles (OH)** jouent un rôle prépondérant dans le processus d'oxydation avancé. Ces espèces chimiques sont **hautement réactives et oxydantes** par leur composition d'un atome d'oxygène et d'un atome d'hydrogène. Un **électron non apparié** présent au sein de cette molécule garantit la réaction vis-à-vis des composés organiques.

Le transfert de cet électron non apparié aux molécules organiques provoque la **rupture des liaisons chimiques de ces molécules** modifiant ainsi leur configuration et réduisant leur caractère nocif.

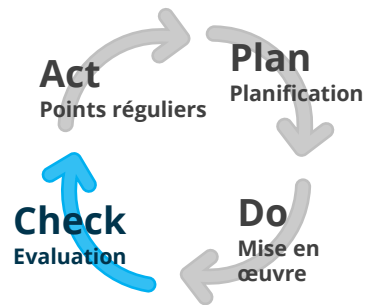
La génération des radicaux hydroxyles nécessite la présence d'oxydants puissants tels que le peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), l'ozone (O<sub>3</sub>) ou la lumière ultraviolette (UV). Cette génération se fait dans une installation spécifique ; elle s'accompagne **nécessairement de consommation d'énergie, de réactifs chimiques voire d'eau**.

*Source :*

*[La bataille de la décontamination : méthodes chimiques ou thermiques - BioSafe Tech by QUALIA](#)*

*[Oxydation avancée : Définition et grands principes - Treewater](#)*

# Evaluation



# EVALUATION DES PERFORMANCES : ANALYSE DYNAMIQUE EN TEMPS RÉEL

## L'effluent moyen 24h n'existe pas

Dans le génie des procédés eau, et contrairement à ce qui est encore enseigné, **l'analyse dynamique** (c'est-à-dire avec une fréquence d'acquisition suffisamment grande, idéalement la minute pour les paramètres qui peuvent être mesurés à cette fréquence) **est indispensable à la compréhension fine des phénomènes en cours**. Ceci est lié à plusieurs réalités physiques qui ne sont pas suffisamment prises en compte.

Le monde du génie des procédés eau est un monde où les valeurs caractéristiques de dimensionnement sont des valeurs moyennes quotidiennes, évaluées sur une période plus ou moins longue. En réalité cet échantillon moyen 24h, même asservi au débit, est un effluent qui n'existe pas.



### Retour d'expérience

Depuis 2008, nous menons des campagnes de mesures de cartographie d'émergence de polluants, sur des sites industriels de tous types et de toutes tailles.

Toutes les mesures confirment la très grande variabilité de composition des effluents produits par un site en un temps très court.

Ainsi l'échantillon moyen 24h prélève une suite d'évènements consécutifs qui, mélangés, donne une version moyennée (= *réduite en amplitude*) et imprécise (= *ne permettra pas de détecter un évènement, même important, si sa durée est faible*).



Exemple d'échantillonnage horaire montrant la très grande variabilité des échantillons sur 24h  
Source illustration : Aquassay

Il est en effet **beaucoup plus difficile que ce que l'on croit, de mélanger des masses d'eau de densités différentes**. Les eaux chaudes et froides, salées et déminéralisées, ne se mélangent pas dans un tuyau de pente à 2% (*l'agitation est insuffisante pour cela*) et **l'ouvrage récepteur final reçoit donc une succession d'évènements, plus ou moins lissés par des bassins d'homogénéisation** (*dans le cas d'une agitation mécanique calculée ; dans un bassin non agité l'effet d'homogénéisation est quasi nul*).

## Un site industriel produit des effluents dont la composition varie de minute en minute

L'autre point clé est la **très grande variabilité par nature de composition des effluents** de chacun des sous-ensembles producteurs d'effluent.

### Retour d'expérience



Depuis 2008, toutes nos mesures indiquent que la très grande majorité des polluants produits par un process quel qu'il soit, se concentre dans un volume réduit de liquide. La notion de **80% de la pollution dans 20% des effluents** est cohérente au vu de nos mesures, mais dépend de la réalité du site concerné.

► **La pollution d'un effluent est souvent constituée par les résidus de matière première et de sous-produits de réactions**, auxquels s'ajoutent les **produits utilisés pour la maintenance** (*tensioactifs, nettoyants, lubrifiants, etc.*) et **des eaux claires issues des procédés de traitement thermique** (*chauffage refroidissement généralement chargé en tensioactifs et en salinité*).

Les phases chargées en matières premières comprennent des potentielles fuites process « acceptables » et des résidus des opérations de nettoyage/maintenance des équipements (*mise à disposition, nettoyage en place*), où la fraction de pollution majeure est générée lors des phases de débouillage voire de premier lavage.

Les volumes de rinçages nécessaires après extinction de 80% de la pollution étant très importants (*difficultés physiques de mélange et différences de viscosité des fluides en jeu*), leurs charges en pollution sont généralement limitées.

► Un site ne produit pas un échantillon moyen mais une suite de résidus d'évènements industriels, au mélange aléatoire dont **le prélèvement moyen 24h rend compte mais lissant par définition les extremums.**

Ces extremums peuvent être importants avec des pics de « densité » de pollution insoupçonnés durant quelques minutes seulement, qui sont **rendus indécélables par leur brièveté temporelle.**



*Échantillons produits lors du suivi du nettoyage en place, les phases de débouillage et premières phases de rinçage contiennent la majorité de la charge polluante.*

*Source illustration : Aquassay*

### La variabilité des effluents, cause racine de nombreux dysfonctionnements

La plupart des dysfonctionnements constatés sur les outils épuratoires sont liés, d'une manière ou d'une autre, à un ou des évènements courts, mais provoquant une perturbation forte du système épuratoire en aval (*transport, stockage, traitement*).

Pour le transport et le stockage, des rejets de produits corrosifs et/ou produisant des dépôts vont avoir des effets très néfastes sur le transport des effluents, jusqu'à la casse ou l'obstruction complète, en produisant des gaz dangereux pour l'humain.

Pour les traitements biologiques (*aérobie et anaérobie*), la présence d'une molécule biocide fortement concentrée pendant quelques dizaines de minutes seulement peut aboutir à un stress bactérien tel, qu'il rend la dépollution inopérante sur de longues périodes (*21 jours pour la nitrification, de quelques jours à quelques semaines pour un système aérobie classique, plusieurs mois pour l'anaérobie*).

Pour les procédés membranaires, au contact d'oxydant sur quelques instants, ils peuvent perdre beaucoup de leur efficacité (voire les « empoisonne »). De même, avec un apport de polymères très court, il est possible de colmater des membranes, parfois de manière irréversible.

### La surveillance des réseaux et des traitements ainsi que l'analyse dynamique des résultats comme outils de diagnostic et de suivi de la performance



*Les préconisations concernant les critères de surveillance ci-après résultent de notre expérience, après plusieurs dizaines de campagnes de mesures en industrie sur les réseaux d'effluents, et après avoir testé de nombreuses méthodes de mesures.*

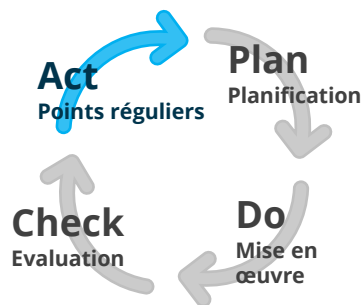
La problématique de la mesure en réseaux d'effluents est **multiple** (*hétérogénéité des phases, perturbation de la mesure, ...*) et **complexe**. L'interprétation des signaux ensuite l'est tout autant. **Il est préférable de privilégier les mesures les plus simples, mais également les plus robustes et les moins sujettes à la dérive métrologique :**

- Les mesures de température et de conductivité sont très utiles pour détecter des évènements au sein d'un flux d'eaux usées. Ces grandeurs sont sensibles et réactives, sont très robustes et existent en certification ATEX.
- Le Redox et le pH ont un grand intérêt, mais les sondes électrochimiques peuvent être très perturbées lors d'un événement particulier et rester décalées. Nous les utilisons avec prudence et uniquement temporairement.
- Les analyseurs en ligne peuvent être d'une très grande aide, pour suivre une problématique particulière, mais suivant leur sensibilité et la fréquence d'acquisition ils sont plus ou moins pertinents pour une analyse globale. Il reste toutefois d'excellentes sources d'informations.

Les effluents et sous-effluents d'un site sont **variables, en qualité et quantité**, au cours d'un cycle de 24h. **L'analyse et l'interprétation dynamique de données est un facteur clé** pour :

- la **compréhension fine des phénomènes en cours** (*c'est à dire relier les opérations industrielles avec les flux d'eau utilisés et rejetés ainsi que leurs qualités*),
- la **définition de stratégie de types 3R** (*Réduire, Réutiliser, Recycler*) par l'amélioration forte de la connaissance des flux de leurs qualités et de leurs variations,
- l'**identification des causes racines de dérives** et la mise en place d'outils de détection précoce des incidents,
- le **maintien de la performance** dans le temps.

# Points réguliers



# AMÉLIORATION CONTINUE : REVUE ANNUELLE DES PERFORMANCES DE LA DÉMARCHE D'EFFICACITÉ HYDRIQUE

La revue de direction, point incontournable des systèmes de management, permet d'examiner sur une période donnée la performance de son système de management de l'utilisation efficiente de l'eau (SMUE) selon l'ISO 46001.

## La Revue de Direction

La Revue de Direction est une étape clé dans la mise en œuvre d'un système de management QSE. Elle s'inscrit dans le chapitre 9.3 du référentiel ISO 46001:2019, ce qui correspond à la phase « Check »=« Vérification » du PDCA. Cette revue de direction consiste à analyser la performance de son système de management de l'utilisation efficiente de l'eau selon diverses thématiques imposées par le référentiel.

L'organisme n'a aucune obligation de fréquence, il doit procéder à la revue de son SMUE à « intervalles planifiés ». La plupart du temps, cette revue est réalisée annuellement.

L'objectif de cette revue de direction est de mettre en évidence les points forts et les points les moins performants du SMUE et de décider d'actions d'amélioration, le cas échéant.

## Collecte des données

La Revue de Direction comprend plusieurs phases. La première consiste au recensement et à la collecte des données. Un certain nombre de données d'entrée sont imposées par le référentiel :

a) **l'état d'avancement des actions** décidées à l'issue des revues de direction précédentes ;

*ont-elles été mises en œuvre ? sont-elles efficaces ? ...*

b) **les modifications des enjeux externes et internes pertinents** pour le système de management de l'utilisation efficiente de l'eau ;

*et, en conséquence, les risques et opportunités que cela entraîne pour l'organisme.*

c) **les informations sur la performance** du système de management de l'utilisation efficiente de l'eau, y compris les tendances concernant :

- les non-conformités et les actions correctives ;

*l'efficacité des actions menées est présentée et des mesures supplémentaires sont discutées*

- les résultats de la surveillance et de la mesure ;

*les tableaux de bord , les indicateurs de performance et l'atteinte des objectifs ou cibles.*

- les résultats d'audit.

*la présentation des constats d'audits internes et externes*

d) **les opportunités d'amélioration continue**

*exemple : l'installation de technologies plus économes en eau, la formation du personnel et l'optimisation des procédures de nettoyage.*

Indicateur	Unité	Objectif	Résultats actuels	Tendance
Consommation d'eau totale	m <sup>3</sup>	450 m <sup>3</sup>	-10%	En baisse
Utilisation efficiente de l'eau	L/kg produit	0,8l/kg	+5% (0,84L/Kg)	En hausse
Pourcentage de recyclage de l'eau	%	15%	20%	En progression
Réduction des fuites et pertes d'eau	%	10%	10%	Stable
Utilisation eau de pluie	m <sup>3</sup>	50 m <sup>3</sup>	+30% (65m <sup>3</sup> )	En progression

*Exemple de tableau de bord de revue de Direction ISO 46001*

## Présentation des données

La présentation des données d'entrée se fait généralement sous forme de réunion, généralement avec les pilotes de processus.

C'est un moment privilégié d'échanges et d'analyse des résultats en lien avec la performance hydrique de l'organisme. C'est une occasion pour les responsables d'échanger leurs différents points de vue sur la structure actuelle ou l'organisation du SMUE, de les aligner vers un objectif commun à atteindre et de prendre les décisions qui s'imposent pour l'amélioration de celui-ci.

Les décisions à prendre et à enregistrer doivent porter sur :

- 1) l'évaluation du management** de l'utilisation efficiente de l'eau de l'organisme ;
- 2) l'évaluation de la politique** d'utilisation efficiente de l'eau ;
- 3) le ou les indicateurs métier** de l'organisme ;
- 4) les objectifs, cibles ou autres éléments du système de management** de l'utilisation efficiente de l'eau cohérents avec l'engagement de l'organisme en matière d'amélioration continue;

*Les objectifs sont évalués par rapport aux résultats actuels, et des ajustements sont proposés pour les objectifs futurs afin de les rendre plus ambitieux et alignés sur les exigences de l'ISO 46001.*

## 5) l'allocation des ressources

*Les besoins en ressources humaines, techniques et financières pour maintenir et améliorer le système de management ISO 46001 sont évalués. Des décisions sont prises concernant les allocations de ressources nécessaires pour atteindre les objectifs fixés.*

## Bilan de la Revue de direction

Un compte-rendu de revue de direction peut ensuite être formalisé en reprenant l'ensemble des actions d'amélioration qui doivent être menées.

Ce compte-rendu servira de base à la prochaine revue de direction

# CHAPITRE 3

Organisations expertes du  
domaine de l'eau :  
pourquoi et comment les  
contacter?

# LES PÔLES EAU PÔLES DE COMPÉTITIVITÉ AQUANOVA ET AQUA-VALLEY

Le pôle **Aqua-Valley** (Occitanie, Provence Alpes Côte d'Azur) et le pôle **Aquanova** (Centre-Val de Loire et Grand Est) sont les deux pôles de compétitivité du domaine de l'eau ; ils regroupent plus de **570 adhérents et partenaires**.

Les pôles sont des acteurs incontournables de la transition écologique des entreprises et des territoires. Ils agissent en tant qu'accélérateurs d'innovation collaborative pour contribuer à une gestion durable de l'eau afin d'atténuer l'impact du changement climatique et préserver la ressource en eau aussi bien en quantité qu'en qualité.

Ils accompagnent leurs membres dans le développement de solution individuelles ou collectives / intégrées, et dans la commercialisation de leurs produits, technologies ou services innovants. Ces efforts visent à relever les défis auxquels sont confrontés les territoires et les entreprises dans leur adaptation aux changements climatiques.

Ils collaborent sous une bannière commune, les « **Pôles EAU** », sur les sujets nationaux, européens et à l'international.

Leurs activités sont centrées sur quatre domaines d'actions stratégiques - - Gestion de la Quantité ; - Gestion de la Qualité ; Connaissance et partage ; Infrastructures et risques, au service de marchés tels que: Territoires et collectivités, **Villes et zones rurales ; Agriculture et sylviculture ; Industrie ; Santé, Bien-être, loisirs et qualité de vie ; Environnement et milieux naturels** .

Grâce à la diversité des compétences de leurs membres, les « Pôles EAU » couvrent toutes les activités et tous les savoir-faire liés au cycle de l'eau, offrant des solutions complètes et efficaces adaptées aux besoins de leurs partenaires.

## Contacts et informations

### > Pôle Aquanova – Le Pôle EAU de la Loire au Rhin

Territorialité : Régions Centre-Val de Loire et Grand Est

<https://www.poleaquanova.fr>

+300 adhérents et partenaires : associations ; entreprises ; recherche et formation ; collectivités.

#### Implantations :

**Orléans** : Bâtiment Vienne - 9 avenue Buffon - 45063 Orléans - Tél. : +33 (0)2 38 57 38 59

**Nancy** : 5 rue Jacques Villermaux - 54000 Nancy - Tél. : +33 (0)3 83 18 15 16

**Strasbourg** : 11 rue de l'académie - 67000 Strasbourg - Tél. : +33 (0)3 83 18 15 16

**Contact** : Delphine KRIEGER, Directrice générale - [contact@poleaquanova.fr](mailto:contact@poleaquanova.fr)

### > Pôle Aqua-Valley

Territorialité : Régions Occitanie et Provence Alpes Côte d'Azur

<https://www.aqua-valley.com>

+270 adhérents : associations (8) ; entreprises (243) ; recherche et formation (18)

#### Implantations :

**Montpellier** (Siège) : Bâtiment Hydropolis- Faculté de Pharmacie - 15 Avenue Charles Flahault - 34090 Montpellier – Tél. : +33 (0)4 49 33 83 50

**Toulouse** : Pépinière Prologue 1 - 815 La Pyrénéenne - 31670 Labège - Tél. : + 33 (0)6 34 66 93 47

**Aix-en-Provence** : Chez Éa éco-entreprises - Technopole de l'Arbois Méditerranée - Immeuble Marconi - Avenue Louis Philibert - 13545 Aix en Provence - Tél. : +33 (0)4 42 97 10 15

**Contact** : Yvan KEDAJ, Directeur général - [contact@aqua-valley.com](mailto:contact@aqua-valley.com)



# CHAPITRE 4

Retours d'expériences

# RETOUR D'EXPÉRIENCE

Projet de récupération de condensats sur une CTA



**UPSA**  
Site de Gascogne (47)



~ 600 m<sup>3</sup> /an



**Grégory CACERES**  
Directeur Projets Industriels  
gregory.caceres@upsa-ph.com

## Situation initiale

En 2024, les deux dernières tours aéroréfrigérantes (TAR) du site de Gascogne ont été remplacées par des refroidisseurs adiabatiques (Dry-cooler). **Ces derniers consomment nettement moins d'eau mais un refroidissement du média par aspersion d'eau est tout de même nécessaire lors des journées les plus chaudes.**

A la suite de la réalisation d'un diagnostic d'efficacité hydrique mené sur site en 2024, **un projet de réutilisation des condensats de déshumidification d'une CTA AN (Centrale de Traitement d'Air Neuf) a été mené en vue d'assurer le refroidissement de ces systèmes adiabatiques.**

## Actions réalisées et déroulé

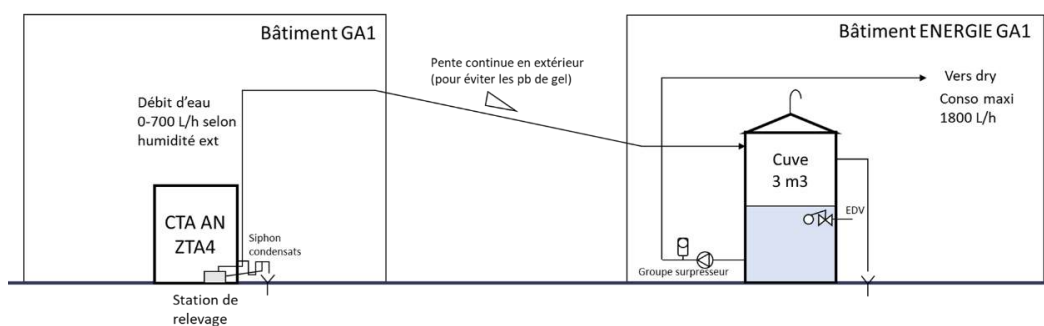


Illustration du principe de fonctionnement

Les **condensats de la CTA** sont collectés dans un **bac** situé au bâtiment GA1, avant d'être  **pompés**  et **envoyés dans une cuve de 3 m<sup>3</sup>** dans le bâtiment ENERGIE GA1. Un **surpresseur alimente** ensuite les **tours adiabatiques**.

## Budget et délais



- Le montant final des travaux pour ce système est de l'ordre de **15 000 €**.
- Un **problème de dégradation des tuyaux en acier galvanisé** a amené à leur changement pour un **coût supplémentaire de 10 000 €**.



- Le système de récupération d'eau sur la CTA a été installé durant l'été 2024 et finalement mis en service le 8 octobre 2024, soit une phase de mise en service d'**environ 4 mois**.



## Gains

Ces condensats étaient précédemment mis à l'égout. Leur récupération et leur utilisation dans les échangeurs adiabatiques de GA1 a généré une économie d'eau de ville de **470 m<sup>3</sup> sur 11 mois soit environ 600 m<sup>3</sup> par an.**

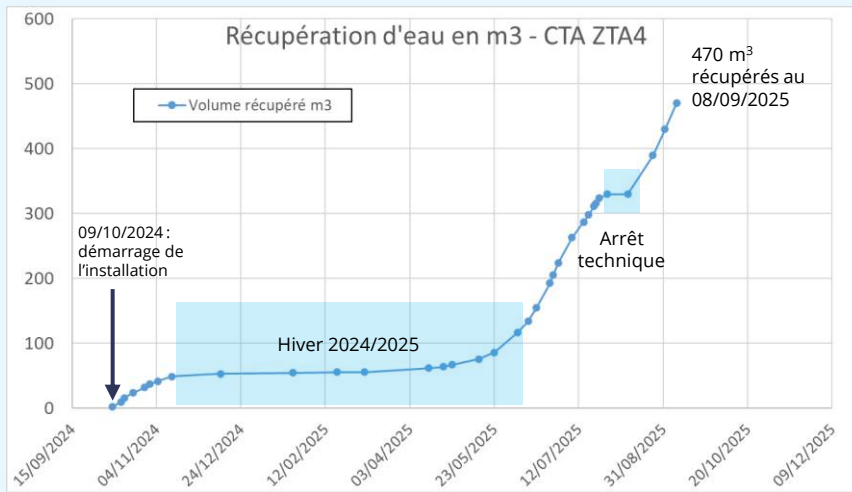


Illustration des résultats de récupération d'eau de la CTA au bout de 11 mois

## Problématiques rencontrées

- **Sous-dimensionnement du surpresseur.** Bien qu'assez simple dans sa conception, la mise en service a pris plus de temps que prévu. Le dimensionnement du surpresseur s'étant révélé insuffisant pour alimenter correctement les tours adiabatiques durant les pics de chaleur, ce dernier a dû être remplacé.
- **Dégradation des tuyaux.** L'agressivité des condensats (eau déminéralisée), a entraîné une dégradation des tuyaux en acier galvanisé, qui ont dû être remplacés. Dans ce type de cas, les tuyaux en inox ou en PVC sont à privilégier.
- **Manque de pression.** La pompe d'envoi vers les tours adiabatiques n'était pas adaptée en raison de la distance de 200 m à parcourir. Cette dernière a dû être remplacée.
- **Arrêt technique.** Un arrêt technique a eu lieu pendant la période de besoin (été 2025), ce qui induit une sous-estimation du potentiel de récupération annuelle.

## Enseignements clés

Ce projet est bénéfique, en raison de l'adéquation du besoin à la ressource disponible : récupération des condensats lorsque l'air est chaud et humide. **Au maximum, la récupération fournit 25 % de la consommation en eau des tours adiabatiques.**

A ce jour, le **projet a été renouvelé en 2025** sur 2 CTA AN ainsi que sur les condensats issus des compresseurs d'air des tambours. De **nouveaux projets de ce type sont à l'étude** dans les années à venir (ex : eau de pompe à vide à anneaux liquides).

# RETOUR D'EXPÉRIENCE

## Réfection et monitoring du réseau d'approvisionnement




**Sanofi**

Site de Marcy l'Etoile (69)



Fiabilisation de l'approvisionnement



**Joris BOURGEAY**

Coordinateur Energie et Durabilité

joris.bourgeay@sanofi.com

### Situation initiale

Le site de Marcy-l'Etoile est approvisionné en eau de ville par un **réseau maillé complexe** desservant 60 bâtiments sur une surface de 45 ha (plusieurs kilomètres de réseaux enterrés) et 2 châteaux d'eau.

Certains tronçons historiques étaient constitués de **matériaux non conformes** à la réglementation actuelle. La vétusté de ce réseau entraînait également des **fuites régulières** par casse (1 à 2 fuites significatives par an). L'instrumentation disponible, concentrée sur les arrivées d'eau sur le site, ne permettait pas d'établir de bilan de bouclage sur ce réseau.

### Actions réalisées et déroulé

Un **état des lieux** du réseau a été réalisé, afin d'établir un schéma de circulation des eaux et d'identifier les tronçons nécessitant des travaux.

Les sections vétustes ou comprenant des matériaux non conformes ont été **refaites à neuf**.

La **cinétique des châteaux d'eau** a été revue, afin que le temps de séjour de l'eau de ville dans ces installations ne constitue pas un risque de qualité.

**Une trentaine de compteurs d'eau ont été installés** sur le maillage du réseau, dans le but d'établir des bilans de bouclage. Ces compteurs, initialement relevés manuellement, ont progressivement été **reliés à la supervision technique** afin d'assurer leur télérelève et la centralisation des données.

Afin de garantir un suivi efficace du réseau d'eau potable, les calculs de bilan de bouclage ont été **automatisés**. Un système **d'alerting** est en place sur la supervision technique et les consommations d'eau sont disponibles dans chaque bâtiment, permettant d'exploiter le réseau au mieux et de sensibiliser chaque collaborateur. Ces actions ont pris appui sur la démarche **ISO50001**, visant la performance énergétique.

### Budget et délais



- Le coût de ce projet pour **l'ensemble du site est d'environ 5M €**.



**Le projet complet a duré 5 ans**



## Gains

Les gains de ce projet n'ont pas pu être rationalisés en termes de m<sup>3</sup> d'eau ou d'euros par an. Les gains suivants ont cependant été observés :

- **Gains en fiabilité d'approvisionnement** en quantité (absence de fuites) et en qualité (matériaux conformes, temps de séjour conformes), sur une ressource critique pour le site
- **Gain en maturité** dans les usages de l'eau : les collaborateurs de chaque bâtiment sont sensibilisés à la question de l'eau et contrôlent des indicateurs pertinents ; ils sont source de remontées techniques et de propositions

Ce projet constitue un atout majeur dans la mise en place d'une démarche d'efficacité hydrique à l'échelle du site

## Problématiques rencontrées

► **Rentabilité des projets eau** : le coût direct de l'eau, faible, rend difficile la justification d'investissements conséquents. Les arguments suivants ont été mobilisés :

- Le lien entre fuites sur le réseau eau de ville et pertes de capacité de production (*continuité d'activité*)
- Le risque pour la qualité de l'eau que représentaient les sections de réseau vétuste et le temps de séjour dans les châteaux d'eau (*conformité procédé*)
- La non-conformité de certaines sections du réseau (*conformité réglementaire*)

► **Fiabilité du comptage eau** : des compteurs ont été installés sur le maillage, de moindre qualité que les compteurs en limite de propriété, afin de limiter les coûts. Les défaillances des compteurs installés sont régulières. Un plan de suivi existe et permet de repérer ces défaillances et d'agir avec des actions correctives.

## Enseignements clés

Ce projet intègre des aspects de **réfection, d'optimisation, de métrologie et de monitoring** : cette **démarche complète** d'efficacité hydrique, appliquée à un unique réseau, permet de **garantir sa maîtrise et augmente le degré de maturité** du site sur la question de l'eau.

**Les outils techniques et organisationnels** construits au fil de ce projet et adossés à la démarche énergie ISO50001 constituent des **atouts majeurs** pour la mise en place d'une démarche d'efficacité hydrique à l'échelle du site.



**AQUASSAY**  
DATA DRIVEN WATER EFFICIENCY

[hello@aquassay.com](mailto:hello@aquassay.com)

31 rue du Châtenet – 87410 LE PALAIS SUR VIENNE |  
+33 (0)5 87 03 80 57 | [www.aquassay.com](http://www.aquassay.com)



58 boulevard Gouvion-Saint-Cyr – 75 016 PARIS

[fefis.fr](http://fefis.fr)

**Catherine BOURRIENNE** – [catherine.bourrienne@fefis.fr](mailto:catherine.bourrienne@fefis.fr)



**Responsible Care®**  
OUR COMMITMENT TO SUSTAINABILITY