© Nalco Water / Ecolab

Unité pilote de Nalco développée pour un industriel, comprenant traitement UV, ultrafiltration et osmose inverse, puis dioxyde de chlore.

ARTICLE INTERACTIF

Eau de process dans l'industrie agroalimentaire : un tournant ?

Abstract

Le cadre réglementaire étant désormais fixé, le secteur agroalimentaire se met en ordre de marche pour le recyclage de l'eau dans les procédés. Les technologies sont disponibles, et ne demandent plus qu'à être appliquées…

Cette fois ça y est. Les textes d'application du décret[1] de janvier « relatif aux eaux réutilisées dans les entreprises du secteur alimentaire » ont été promulgués cet été. Un décret[2] et un arrêté[3], tous deux datés du 8 juillet, ont fixé des règles du jeu attendues depuis plusieurs années. Les feux sont désormais au vert. Les entreprises doivent maintenant prendre toute la mesure de cet ensemble de textes. Mais comment réagit le secteur ? Dans quelles conditions le recyclage des eaux de process, voire la réutilisation des eaux usées traitées (REUT), sont-ils viables ? Que proposent les traiteurs d'eau ? Comment envisager la désinfection dans ce contexte ? Premier tour d'horizon.

CE QUI EST PERMIS

Globalement, le législateur distingue trois grands types d'eau réutilisées. Les « eaux recyclées issues de la matière

1. *Le décret 2024-33 du 24/01/2024, voir https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000049010414/*
2. *Le décret 2024-769 du 08/07/2024, voir https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000049908702*
3. *Voir https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000049908820/*

première », comme par exemple les ECML[4], et les « eaux de processus recyclées », par exemple issues de purges, de rinçages, etc., sont peu ou prou soumises au même régime. Moyennant le respect de seuils de qualité, il est possible de les réutiliser à tous les stades du procédé, y compris en contact direct avec les aliments, et même en tant qu'ingrédients du produit final. Ce type d'opération est soumis à une simple déclaration au Préfet. Les « eaux usées traitées recyclées », issues de la station d'épuration de l'industriel, ne peuvent pour leur part pas devenir des ingrédients, mais tout le reste des usages est autorisé. La REUT est cependant soumise à autorisation, avec une règle inhabituelle : la préfecture n'est pas tenue de répondre. Au bout de six mois, l'absence de réponse vaut refus. « *Il faut constituer et déposer un lourd dossier pour un résultat incertain, si le préfet ne s'en saisit pas. Une cellule chargée de regrouper toutes les demandes a cependant été ouverte au niveau ministériel, pour superviser l'ensemble et voir si les demandes aboutissent* » précise Patrice Hervé, Responsable marketing senior chez Nalco.

Parmi les nouveautés par rapport au texte de janvier, on peut noter la possibilité de mélanger les eaux issues du processus ou de la matière première, une fois traitées, avec l'eau potable en entrée d'usine. Une disposition importante en particulier pour les sucriers et les laitiers, gros producteurs de ce type d'eau. Patrice Hervé (Nalco) rappelle un autre élément législatif à ne pas négliger : « *si un industriel a déjà fait des économies d'eau, on ne lui en demandera pas plus en cas de sécheresse. Ce texte sorti en 2023 incite les industriels à être proactifs.* » Il fait référence à l'arrêté[5] du 30 juin 2023 « relatif aux mesures de restriction, en période de sécheresse, portant sur le prélèvement d'eau et la consommation d'eau des installations classées pour la protection de l'environnement ». L'arrêté dispose que les « exploitants des établissements ayant réduit leur prélèvement d'eau d'au moins 20% depuis le 1er janvier 2018 » ou « utilisant au moins 20 % d'eaux réutilisées par rapport à leur prélèvement d'eau » ne sont pas soumises aux mesures de restriction. Au même titre d'ailleurs que les « exploitants des établissements nouvellement autorisés ou enregistrés depuis le 1er janvier 2023 », sans doute parce que ces installations sont d'emblée moins consommatrices que les plus anciennes.

UNE RÉACTION GÉNÉRALEMENT POSITIVE

Il est évidemment un peu tôt pour tirer un bilan de cette évolution réglementaire mais la plupart des acteurs s'en réjouissent… avec quelques bémols. Les traiteurs d'eau comme Aquaprox, Acqua.ecologie, BWT, Chemdoc, Evoqua (groupe Xylem), John Cockerill, Nalco, Prominent, Suez, Veolia, Nijhuis Saur Industries, Waterleau, et les fournisseurs d'équipements ou de produits comme Bio-UV, Kemira ou Eurochlore, voient le marché se réveiller.

« *Nous recevons des demandes dans tous secteurs agroalimentaires : transformation de fruits (eaux de lavage), du lait, de la viande (vapeur de nettoyage des carcasses), en fait tous les gros consommateurs d'eau. Nous avions toutefois anticipé et travaillé en amont avec des industriels pour que tout soit prêt, afin de pouvoir lancer la fabrication le moment venu. Nous avons traité ainsi cinq commandes d'industriels français de l'agroalimentaire désireux de faire de la REUT* » affirme Thomas Féron, Directeur général délégué d'Aquaprox I-Tech. Sa société s'est appuyée pour cela sur l'expérience acquise auprès d'industriels belges, pays où la REUT est autorisée pour faire de l'eau potable en agroalimentaire depuis plusieurs années. Autre mesure d'anticipation : Aquaprox Mobiles Services a construit quatre nouvelles unités de recyclage. « *L'une d'elles est déjà installée sur site en Bretagne en attendant la livraison de l'installation finale* » précise Thomas Féron.

« *Nous recevons aujourd'hui beaucoup de demandes concernant le recyclage des eaux issues des matières premières ou du procédé. En ce moment ça bouge, par exemple tous les laitiers ont des projets. Pour ce type d'opération, les industriels savent où ils vont puisqu'il suffit de déclarer. Nous avons déjà lancé plusieurs applications. La REUT, elle, se fera à plus long terme car il faut construire un dossier et attendre l'autorisation préfectorale. Nous sommes cependant impliqués dans un ou deux dossiers de REUT* » révèle de son côté Patrice Hervé (Nalco). « *Aujourd'hui nous en sommes plutôt au stade des perspectives mais clairement cela va ouvrir de nouveaux potentiels* » affirme pour sa part Mikael Tournaux, Responsable marché et grands comptes Agroalimentaire chez BWT.

Même optimisme mesuré chez Veolia. « *Les industriels attendaient avec impatience un contexte clair. Certains se lancent désormais, d'autres avaient anticipé. Les opérations de ce type exigent toutefois un certain temps de développement, nous en sommes donc au début de la vague de nouveaux projets mais on voit un intérêt assez fort* » estime Etienne Fiquet, market development manager chez Veolia Water Technologies. « *Nous avions anticipé ces deux dernières années une croissance des demandes de réutilisation en agroalimentaire, que ce soit pour le nettoyage en place ou dans le process lui-même. Beaucoup de cas sont en cours d'étude en ce moment, avec des configuration variées* » confirme Frédéric Fuhrmann, spécialiste du traitement de l'eau chez Veolia Water STI.

LES PARAMÈTRES MICROBIOLOGIQUES… ET LE RESTE

En termes d'exigences de qualité, le législateur a instauré deux régimes bien différents selon les paramètres. Pour la microbiologie, les eaux recyclées destinées à entrer en contact avec les aliments, voire en devenir des ingrédients, sont logiquement soumises aux mêmes seuils que l'eau destinée à la consommation humaine (EDCH, ou eau potable), tels que définis par l'arrêté[6] du 11 janvier 2007. Pour les paramètres physico-chimiques, en revanche, le législateur exige… une analyse des dangers. Autrement dit, il revient à l'industriel de se lancer dans une démarche de type HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point, soit Analyse des Risques et Maîtrise des Points Critiques). Une disposition diversement appréciée…

Pour Thomas Féron (Aquaprox I-Tech), ce n'est guère un problème. « *Les industriels de l'agroalimentaire connaissent et pratiquent déjà cette démarche. Ils*

4. *Eau de concentration de la matière laitière, anciennement « eau de vache »*
5. *Voir https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000047784127*
6. *Voir https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000465574/2020-10-22/*

© Veolia

Pour la REUT, Veolia propose une technologie combinant une ultrafiltration par membranes ZeeWeed 1500, dédiées aux flux chargés, à un osmoseur à haut rendement CaptuRO.

devront l'appliquer à l'eau mais le faisaient déjà pour leur production classique. Notre service Qualification aide déjà les industriels de la pharmacie et de la cosmétique à mettre en place ce type de plan. Nous avons dupliqué une procédure pour la réutilisation d'eau en agroalimentaire » affirme-t-il. « *Ce sont des gens qui ont l'habitude de faire de la qualité, c'est assez clair pour eux* » confirme Gaël Dubessy, responsable des ventes chez Prominent.

« *Aucun seuil n'est indiqué pour les paramètres physico-chimiques. Or la pollution microbiologique dépend aussi, entre autres, de la température et de la charge organique. Nous estimons que les industriels vont converger vers les critères de l'eau potable, soit par exemple moins de 2 mg/L de COT. Si l'on demande une démarche HACCP aux industriels, ils vont se retourner vers leur service qualité, et nous savons qu'ils ont une approche assez maximaliste afin de ne prendre aucun risque* » prévient toutefois Mikael Tournaux (BWT).

PRIVILÉGIER LES BOUCLES COURTES

Vaut-il mieux recycler de l'eau de process ou réutiliser de l'eau usée (REUT) ? Patrice Hervé, pour Nalco, résume le ressenti de la plupart des interlocuteurs : « *mieux vaut aller du plus simple au plus compliqué. On privilégie donc le recyclage des eaux de process ou des eaux issues des matières premières à la REUT. Les chaînes de traitement nécessaires sont plus simples et les économies déjà substantielles.* » Cela suppose toutefois qu'une condition préalable soit remplie. « *Le recyclage est plus complexe qu'on ne le pense car il exige de faire d'abord une cartographie de ses usages de l'eau. Ensuite, les traitements sont effectivement plus simples qu'en REUT. Nous avons d'ailleurs mis sur pied une cellule de deux personnes pour accompagner les industriels dans la cartographie de leurs flux* » souligne Thomas Féron (Aquaprox I-Tech). « *Nous avons certes des demandes pour le recyclage mais cela passe par des études complexes, inévitables si l'on si on veut faire du bon travail. Au cours de l'audit des flux, nous réalisons d'ailleurs également un bilan énergétique car l'eau transporte des calories. Il nous arrive souvent de mettre en place des échangeurs pour les récupérer* » ajoute-t-il.

« *Les industriels visent en priorité le recyclage des eaux issues des matières premières ou du procédé, avant la REUT. Nous sommes déjà sollicités pour des projets concrets. Il faut certes bien identifier les flux, en quantité comme en qualité, mais nous pouvons accompagner les industriels sur cet aspect* » Indique Frédéric Fuhrmann (Veolia). « *Nous avons accumulé beaucoup de Rex en Europe dans l'industrie laitière, les brasseries, la transformation de la viande ou des légumes* » ajoute Etienne Fiquet (Veolia).

ECML : LES PREMIÈRES VISÉES

Obtenues en volumes importants et – relativement – propres, les eaux issues de la concentration du lait semblent les candidates idéales au recyclage. Les industriels de ce secteur attendaient donc impatiemment le changement de réglementation. La réalité n'est toutefois pas aussi simple, entre autres parce que la qualité de ces eaux est en fait assez variable. De plus, étant chargées en matières organiques, elles favorisent le développement microbiologique, ce qui présente un double risque : sanitaire d'une part, et technique d'autre part *via* la création de biofilms colmatant les installations, en particulier les membranes. « *En termes de technologie, c'est parfaitement faisable mais tout repose sur le tri de ces eaux selon moments du process, les purges, etc. Elles varient en qualité, les températures sont élevées. Il faut donc soit isoler certains flux de qualité stable, soit instrumenter. Nous réalisons actuellement des études de faisabilité, qui exigent en général des essais pilotes* » explique Thomas Féron (Aquaprox I-Tech).

Même observation chez Mikael Tournaux (BWT) : « *c'est au cas par cas. Nous avons par exemple réalisé un essai chez un industriel qui avait des ECML très chargées en matière organique. Cette dernière entrainant des risques microbiologiques, il faut mettre en place un certain nombre d'équipements pour l'éliminer. Le développement de biofilms pose également le problème de la nettoyabilité des installations.* »

« *La qualité des ECML dépend de la génération des évaporateurs utilisés par l'industriel. Nous étudions actuellement des technologies pour la détection de la contamination organique (protéines dans l'eau, mesure du COT). Pour un industriel produisant des ECML chargées en matière organique, nous sommes en phase d'essais pilotes d'une filière complète comprenant UV, ultrafiltration et osmose inverse, puis dioxyde de chlore* » révèle Patrice Hervé pour Nalco.

Prominent est également sollicité pour des projets sur des ECML. De manière générale, la société maîtrise toutes technologies nécessaires recyclage ou REUT. « *Nous sommes le seul fournisseur fabricant lui-même tout ce qui est nécessaire : dispositifs de désinfection, membranes, pompes doseuses, systèmes de mesure et de régulation. De plus, grâce à nos capacités de chaudronnerie (métal comme plastique), nous intégrons nous-mêmes notre matériel dans des skids* » insiste Gaël Dubessy.

Veolia est également sur les rangs. « Nous avons *des opportunités en laiterie pour des ECML. Veolia dispose en propre de toutes les technologies nécessaires pour traiter ces eaux et les réutiliser en contact direct avec les aliments, voire en tant qu'ingrédients. En termes d'hygiène, nos équipements sont conformes EHEDG*[7] *et respectent toutes les règles sanitaires, avec les certifications nécessaires* » explique Frédéric Fuhrmann. Il fait référence à des technologies comme CaptuRO, un osmoseur inverse en semi batch à très haut rendement (plus de 95%), ou Bio Protector, un traitement biologique qui protège les membranes du fouling. « *Elles sont typiquement utilisées pour recycler des ECML. Nous avons accumulé une expérience importante en Belgique, avec des retours très positifs des clients* » ajoute Etienne Fiquet (Veolia).
Les sucriers produisent également de grandes quantités d'eau provenant de l'évaporation des jus de betterave ou de canne. Leur recyclage est plus facile que celui des ECML car elles sont plus propres, ce qui explique sans doute que ces industriels n'ont pas attendu les décrets pour les réutiliser, en général vers des applications de lavage ou les utilités. Elles peuvent désormais retourner en tête d'usine.

LA REUT : PLUS COMPLEXE MAIS PARFOIS INÉVITABLE

Traiter les eaux de la STEU pour les réutiliser nécessite des filières plus complexes et énergivores. Qui plus est, les projets sont soumis à autorisation. Cela semble donc une option de dernier recours. Certains industriels n'ont cependant pas le choix car des restrictions sur les prélèvements mettraient en jeu la pérennité de leur activité. « *Nous avons créé une unité de REUT, aujourd'hui en fonctionnement, pour un industriel dans le Nord car il avait besoin de 150 m³/j d'eau supplémentaire pour augmenter son activité. Or il est alimenté par le réseau d'eau potable, ne peut pas en prélever plus qu'actuellement et n'a aucune possibilité de forage. La REUT était la seule solution. Dans ce cas, la question du coût ou de la consommation énergétique ne se pose plus* » souligne Thomas Féron (Aquaprox I-Tech). « *Ce type de filière représente des investissements conséquents que tous les industriels ne peuvent pas supporter. Nous avons donc développé des unités mobiles de REUT, destinées à des usines de moyenne taille qui n'en ont besoin que durant les périodes de restriction sur les prélèvements et ne peuvent pas investir dans une installation pérenne* » ajoute-t-il.
« *Des clients commencent à parler de REUT. Notre réalisation pour Danone, à Ferrières-en- Bray, est bien connue. Nous réalisons actuellement un essai pilote sur un autre site. La REUT étant plus compliquée que le recyclage d'eau de process, nous passons systématiquement par cette phase pilote* » indique pour sa part Patrice Hervé, pour Nalco. « *Certains industriels veulent séparer les eaux vannes qui arrivaient dans leur STEU. Cela demande parfois des investissements conséquents mais la question est souvent posée en agroalimentaire. Cela élimine à la source le risque de contamination par des bactéries pathogènes. C'est typiquement une démarche de type HACCP* » précise-t-il.
Pour la REUT, Veolia propose en standard une technologie spécifique. Elle combine une ultrafiltration par membranes ZeeWeed 1500, dédiées aux flux chargés, à un osmoseur à haut rendement CaptuRO.

DÉSINFECTION : GARE AUX SOUS-PRODUITS

Indispensable, la désinfection - et la protection contre la re-contamination - génère des sous-produits dont certains sont réglementés dans les eaux destinées la consommation humaine (EDCH). La question se pose donc pour les eaux recyclées destinées à devenir des ingrédients, mais aussi pour celles retournant dans un procédé très exigeant sur ce sujet, en particulier la production d'aliments infantiles (*baby food*).
« *Lorsqu'on envisage le recyclage, on pense nécessairement aux sous-produits de désinfection. D'où l'importance d'éliminer la matière organique dans l'eau car elle peut créer des trihalométhanes (THM), par exemple, en se complexant avec certains désinfectants. C'est pour cela que nous visons la même qualité que l'eau potable pour tous les paramètres, y compris physico-chimiques* » explique Mikael Tournaux (BWT)
« *En ce qui concerne les chlorates et chlorites, la contrainte est assez faible : la réglementation sur les EDCH fixe un seuil à 0,25 ppm pour les deux mais accepte jusqu'à 0,7 ppm lorsque la méthode de désinfection utilisée en génère. La question est plus délicate pour les industriels produisant du* baby food. *La contrainte est alors liée à la directive sur les pesticides, car les chlorates sont aussi des pesticides. Les aliments infantiles ne doivent pas en contenir plus de 10 ppb par kilo, ce qui implique de réduire fortement leur quantité dans la matière première mais aussi dans l'eau. Il n'existe pas de règle mais un consensus s'est établi autour de 100 ppb pour les chlorates dans l'eau. Certains industriels qui utilisaient l'eau potable du réseau en tant qu'ingrédient sont d'ailleurs aujourd'hui obligés d'installer une osmose inverse en entré pour atteindre une valeur acceptable* » précise Patrice Hervé (Nalco). Afin de minimiser les sous-produits dans les eaux recyclées, Nalco privilégie une technologie de désinfection à base de dioxyde de chlore pur, appelée Naldiox Ultra Pur. « *Nous l'avons déjà souvent déployée en Europe et démarrons la première application en France sur des ECML. Deux autres vont suivre* » affirme-t-il.
« *Les filières de traitement pour la réutilisation comportent souvent une étape membranaire (ultrafiltration et/ou osmose inverse) qui arrête tous les microorganismes. Nous proposons de rajouter un filtre à 0,2 microns à titre de sécurité supplémentaire. L'eau produite est donc stérile mais, si elle doit être stockée, il faut la conditionner par chloration ou ozonation pour éviter la recontamination. Si l'on ne veut pas de chlorates ou perchlorates par la suite, comme c'est le cas en* baby food, *on place au point d'utilisation une membrane d'osmose inverse qui arrête ces molécules* » explique Thomas Féron pour Aquaprox I-Tech.
Mikael Tournaux, de BWT, est lui aussi conscient des défis que représente le recyclage pour la désinfection. « *Nous devons nous tourner vers des technologies innovantes. La tendance est aujourd'hui d'éviter l'eau de Javel*[8] *classique au profit par exemple de la génération* in situ *par électrolyse du chlorure de sodium. Nous proposons dans ce cas l'ECO-MX qui produit une solution fraîche de chlore actif.*

7. *European Hygienic Engineering & Design Group, voir https://www.ehedg.org/france*
8. *L'eau de Javel est une solution aqueuse d'hypochlorite de sodium, contenant généralement aussi un peu de chlorure de sodium (le sel de cuisine) issu du procédé de fabrication*

© Prominent

ECA Water System Dulco® Lyse de Prominent.

Etant moins dosée que l'eau de Javel qui se détériore très vite, elle crée moins de sous-produits. Le dioxyde de chlore est discutable car il produit des chlorites. Le chlore gazeux évite ces inconvénients mais reste difficile à exploiter pour des raisons de sécurité » explique-t-il.

Prominent privilégie deux types de technologies. « *L'ozone, que nous utilisons par exemple pour le rinçage de bouteilles de verre chez de grands embouteilleurs, ne génère aucun sous-produit. Nous intervenons également beaucoup dans le* baby food. *Là, pour éviter les chlorates, nous proposons des électrolyseurs de sel, appelés Dulcolyse, pour limiter les sous-produits. La matière active est plus concentrée, et nous injectons du chlore gazeux, plutôt que de l'hypochlorite, dans le procédé* » énumère Thierry Villani, chef de produit désinfection chez Prominent.

Veolia ne privilégie pas de technologie en particulier. « *Pour limiter les sous-produits de désinfection, nous utilisons le dioxyde de chlore en phase finale. De plus, en intégrant en amont des phases de traitement membranaire, nous limitons au maximum la charge organique, génératrice de sous-produits de désinfection* » explique Frédéric Fuhrmann. « *S'il faut aller plus loin, par exemple chez des producteurs de* baby food, *nous pouvons ajouter des étapes de traitement supplémentaire, et désinfecter par ozonation pour éviter les composés chlorés. L'ozone n'ayant que très peu de rémanence, le circuit de distribution des eaux traitées doit alors être conçu selon des normes sanitaires : matériaux nobles, élimination des bras morts, respect des pentes d'écoulement… Nous avons une grande expérience dans le domaine* » ajoute-t-il.

Bio-UV, spécialiste des réacteurs UV, peut intervenir seul si le besoin de retraitement de l'eau se limite à une désinfection, comme c'est souvent le cas en aquaculture. La firme a ainsi récemment équipé la société Aqualand pour la réinjection dans les bassins de l'eau sortie de la STEU. Dans ce domaine précis, Bio-UV peut également proposer une désinfection à l'ozone *via* sa gamme Triogen. Les réacteurs de Bio-UV sont aussi souvent installés en entrée d'usine, ou insérés dans une filière de traitement plus complète pour le recyclage. « *Pour ce type d'utilisation, notre réacteur sera dimensionné en fonction des étapes de traitement précédentes : les besoins de désinfection ne sont pas les mêmes en sortie de filtre à sable qu'au débouché d'une osmose inverse qui arrête tous les microorganismes* » explique Robin Degrave, Contract and R&D Engineer chez Bio-UV. Autre usage désormais courant de ces réacteurs : dans les filières de traitement, ils sont intégrés en amont des systèmes membranaires pour éviter le biofouling.

Au total, le cadre réglementaire est fixé, les techniques disponibles, et les Agences de l'eau peuvent participer au financement des projets. La filière doit maintenant se structurer, « digérer » les textes. Il appartient en particulier aux associations professionnelles - et aux traiteurs d'eau - d'accompagner les industriels dans leur démarche. ●