

FICHE DE RECUEIL DES FAITS MARQUANTS DES DEPARTEMENTS/CENTRES

(Renseigner une fiche par fait marquant.

Les départements/centres peuvent choisir de faire la synthèse de plusieurs FM en une seule fiche s'ils le jugent pertinent)

Année concernée : 2020 (Publication ou réalisation de 2020)

Fiche envoyée par : Transform, Centre Ile-de-France Versailles-Grignon

Priorité attribuée au FM (à renseigner par le CD/PC/) :

Titre du fait marquant :

Minimisation des consommations d'eau dans les industries agro-alimentaires par le développement d'une approche intégrée associant Empreinte Eau et Pinch massique

Catégorie : ?

Contacts : Marie-laure Lameloise (marie-laure.lameloise@agroparistech.fr), Hedi Romdhana

(romdhana@agroparistech.fr) et Claire Fargues (claire.fargues@agroparistech.fr)

Unité : SAYFOOD "Paris-Saclay Food and Bioproduct Engineering Research Unit" (UMR 0782 AgroParisTech-INRAE)

Campus AgroParisTech Massy, 1 avenue des Olympiades, 91300 Massy

Département : Transform

Centre INRAE : Ile-de-France Versailles-Grignon

Méta-programme (si adapté) : -----

Thème principal (cf. classification proposée en annexe) : Ressources et Bioéconomie

Thème complémentaire éventuel : Alimentation / Changements globaux

Metaprogramme (si adapté) : -----

Mots-clés (rubrique libre) : outils d'aide à la décision, économies d'eau, industries agro-alimentaires, méthode Pinch, optimisation multi-critères, traitement d'effluents, procédés membranaires, recyclage, réutilisation d'eau, reconception des réseaux, optimisation des réseaux d'eau, évaluation environnementale, ACV, empreinte eau

Résumé (10 à 15 lignes max. à rédiger sous une forme exportable dans le Rapport Annuel)

Sélectionné par l'ANR et labellisé par le pôle de compétitivité HYDREOS, le projet MINIMEAU a pour objectif final de minimiser les consommations d'eau dans les agro-industries, afin de faire face aux problèmes de disponibilité, de qualité et de coût de l'eau qui se posent aujourd'hui de façon urgente. Pour cela, il vise à favoriser la réutilisation des eaux au sein des procédés de production agroalimentaire en développant un ensemble d'outils d'aide à la décision et de solutions technologiques permettant aux industriels de réorganiser leurs réseaux d'eau sans affecter la qualité des produits alimentaires. Ce projet d'une durée de 4 ans (2018-2021) associe des partenaires académiques (AgroParisTech/UMR SayFood, ex-IRSTEA/UMR ITAP), industriel (ProSim), plusieurs centres techniques (CTCPA, ITERG, ACTALIA, IFV) et un centre de transfert (CRITT PACA). Il a connu au cours de l'année 2020 des avancées notables sur ses différents volets.

(400 à 500 mots/ 2700 à 3400 caractères max. pour l'ensemble des 4 rubriques ci-dessous)

Contexte et enjeux :

Les changements climatiques contemporains conjugués à l'expansion démographique peuvent conduire à des conflits d'usage de l'eau. Soumises à des restrictions d'approvisionnement, certaines industries fortement dépendantes de l'eau peuvent se retrouver en difficulté. C'est le cas des IAA, où la consommation d'eau peut atteindre jusqu'à 20 L ou plus par L ou kg de produit fini dans certaines filières. La recherche

d'économies d'eau est devenue pour elles une préoccupation majeure.

Coordonné par des chercheurs de SayFood/ProBioSSep, le projet MINIMEAU vise à favoriser la réutilisation et le recyclage des eaux au sein des procédés en développant un ensemble d'outils d'aide à la décision et de solutions technologiques permettant aux industriels de réorganiser leurs réseaux d'eau sans affecter la qualité et la sécurité des produits alimentaires.

Les outils de reconception s'appuient sur la méthode du pincement (Pinch) initialement développée pour l'énergie, mais transposée ici aux flux aqueux multicontaminants [1]. Cette méthode permet d'évaluer les consommations minimales d'eau pouvant être atteintes et propose des réorganisations des flux d'eau et des recirculations intégrant éventuellement des technologies de traitement validées expérimentalement.

Résultats :

Sur dix sites industriels choisis comme « pilotes », une première analyse Pinch basée uniquement sur la réorganisation des flux d'eau et en ne considérant qu'un seul critère a montré une diminution potentielle des consommations d'eau de 30 % à 45 %. Ces résultats sont extrêmement encourageants, d'autant qu'ils ne font pas encore intervenir de traitement.

En parallèle, un outil générique couplant l'analyse Pinch et l'optimisation multicritère a été élaboré. Il peut être exploité selon deux modes d'optimisation : un **mode manuel**, basé sur une **procédure itérative d'arbitrage** (« trade-off ») entre le transfert de pollution dans l'eau et les exigences de qualité d'eau et un **mode multiobjectif**, qui repose, lui, sur la **résolution numérique** du problème. Un intérêt particulier a été porté à une approche d'optimisation génétique de type NSGA-II (Non-dominated Sorting Genetic Algorithm). Une procédure algorithmique développée sous Python permet de mettre en œuvre ces deux modes d'optimisation par simulation numérique. La validité et l'efficacité de cette approche a été démontrée sur un cas d'étude de la littérature. Elle est en cours de déploiement sur deux des sites pilotes qui font l'objet d'une étude approfondie : une conserverie de légumes (surgelés) et une raffinerie (huile végétale).

Pour ces deux sites enfin, des effluents identifiés comme pertinents par l'analyse Pinch font l'objet d'études expérimentales de traitement. A partir d'effluents issus du rinçage ou du blanchiment (carottes, choux-fleurs), les procédés membranaires (osmose inverse /nanofiltration) ont permis d'atteindre une qualité d'eau satisfaisante et d'envisager leur réutilisation.

Perspectives : Pour assurer que les solutions de reconception soient durables (ne conduisent pas à un simple déplacement des impacts), elles seront soumises à une évaluation environnementale et en particulier à une analyse de l'Empreinte Eau (mise au point en cours par une équipe de l'INRAE issue de l'ex-IRSTEA).

L'ensemble des outils sera intégré dans un logiciel d'ingénierie de procédés développé par le partenaire ProSim. A l'issue du projet, une « boîte à outils » conviviale sera mise à disposition de l'ensemble des acteurs. Les résultats seront également mis à la disposition des autorités pour nourrir la réflexion sur une évolution de la réglementation relative au recyclage ou à la réutilisation de l'eau, aujourd'hui un facteur limitant.

Valorisation : Les travaux et les résultats ont donné lieu en 2020 à plusieurs publications scientifiques ou techniques et communications dans des colloques spécialisés :

Garnier C., Guiga W., Lameloise M.-L., Bertrand L., Fargues C. Towards reduction of water consumption in vegetable processing industry through membrane technology. Case study of a carrot processing plant. *Environ Sci Pollut Res* **2020**.doi:

Deloche Y., Romdhana H. Exemple de stratégie de réduction de la consommation d'eau dans l'industrie de la conservation des légumes par l'analyse du pincement. Présentation d'un cas d'étude issu du projet ANR MINIMEAU. *Ind. Alim. Agric.*, novembre **2020**.

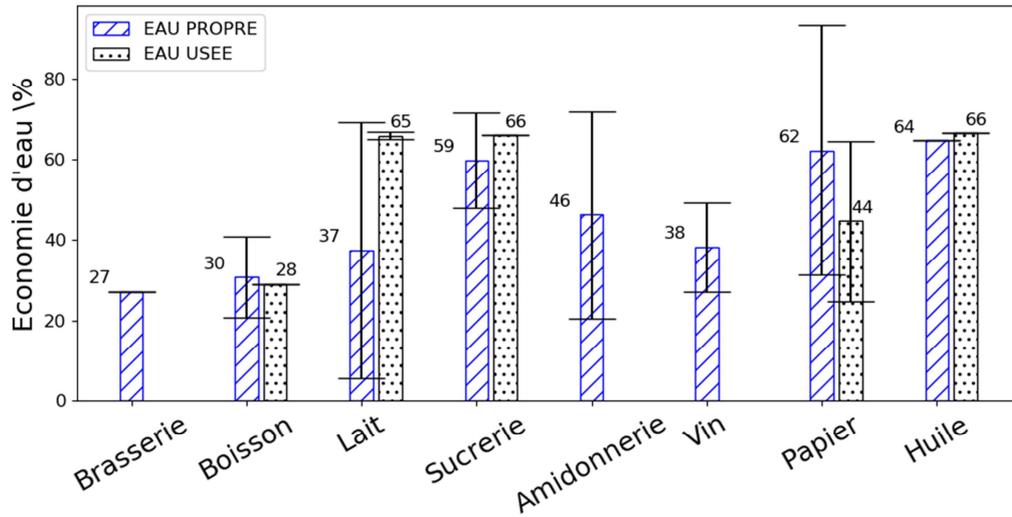
Leroy F., Barrucand P., Deloche Y., Desseigne J.-M., Duval Q., Labau M.-P., Romdhana H., Roux P., Lameloise M.-L. Minimisation des consommations d'eau dans les industries agro-alimentaires par le développement d'une approche intégrée associant Empreinte Eau et Pinch massique. *JIE, Poitiers*, **2020**.

Références bibliographiques :

[1] Nemati-Amirkolaii K., Romdhana H., Lameloise M.-L. Pinch methods for efficient use of water in food industry. A survey review. *Sustainability*, 11(46):4492 (**2019**). DOI:10.3390/su1116449.

<https://minimeau.fr/>

Illustrations (photos au format jpg, avec légende, auteur de la photo, et copyright s'il y en a un)



Réduction de la consommation d'eau propre et de la production d'eaux usées dans différents secteurs selon l'analyse du pincement (selon Nemati-Amirkolaii et al. [1])