



Guide de collecte des données nécessaires au Pincement Eau

Version v 2
Du 11 janvier 2022

Water-Pinch

Functionality Indicators



Water Footprint & LCA

Auteurs :
François LEROY, ITERG
Marie-Pierre LABAU, CTCPA

Les informations contenues dans cette publication ont été obtenues dans le cadre d'un Projet de recherche coordonné par AgroParisTech, mené conjointement avec INRAE, la société Prosim et cinq centres techniques agroalimentaires du réseau ACTIA (ACTALIA, CTCPA, IFV, ITERG, CRITT Agroalimentaire PACA) grâce au soutien financier de l'ANR et des interprofessions alimentaires représentées.

Guide de collecte des données nécessaires au Pincement Eau

François LEROY¹, Marie-Pierre LABAU²

1. ITERG, 11 rue Gaspard Monge, 33 610 Canéjan
2. CTCPA, ZA du Mouliot, 2 allée Dominique Serres, 32000 AUCH

État du rapport :

Le présent document sera intégré à la boîte à outils du projet MINIMEAU.

Sommaire

1	Introduction	3
1.1	Introduction générale	3
1.2	Objectifs de la collecte	3
2	Méthodologie employée pour le comptage des eaux en IAA	5
2.1	Méthodologie générale	5
2.2	Etape 1 : Analyse de la chaine de production et identification des flux en eau sur site	6
2.2.1	Objectifs.....	6
2.2.2	Mise en œuvre.....	7
2.2.3	Résultats	7
2.2.4	Documents nécessaires	8
2.3	Etape 2 : Etat des lieux des mesures sur site.....	8
2.3.1	Objectifs.....	8
2.3.2	Mise en œuvre.....	8
2.3.3	Analyses des eaux sur site	11
2.3.4	Résultats	11
2.3.5	Documents nécessaires	12
2.4	Etape 3 : Identification des paramètres limitants la qualité des eaux	13
2.4.1	Objectifs.....	13
2.4.2	Mise en œuvre.....	13
2.5	Etape 4 : Réalisation du plan de comptage et mesures supplémentaires	14
2.5.1	Objectifs.....	14
2.5.2	Mise en œuvre.....	14
2.5.3	Résultats	16
2.6	Etape 5 : Définition des seuils qualité acceptables	16
2.6.1	Objectifs.....	16
2.6.2	Résultats	17
2.6.3	Documents nécessaires	17
2.7	Etape 6 : Etablissement du Flowsheet final.....	17

1 Introduction

1.1 Introduction générale

Ce document constitue un guide pratique qui vise à accompagner les entreprises agroalimentaires dans la réalisation de la récolte des données nécessaires à l'établissement d'une analyse de pincement eau.

Les données nécessaires concernent :

- la construction du schéma des flux d'eau dans l'usine (appelé aussi « Flowsheet en eau »)
- le tableau des opérations unitaires regroupant les débits d'eaux en entrée et en sortie, les concentrations en entrée et en sortie pour le/les contaminants limitant la réutilisation de l'eau

La méthodologie proposée est issue du retour d'expérience de la collecte des données réalisée lors du projet MINIMEAU sur 10 cas d'études.

L'objectif de ce guide est de définir un cadre méthodologique pour la collecte des données permettant la cartographie des consommations en eau et la définition des seuils de qualité en entrée et en sortie, à l'échelle de l'opération unitaire. Cette première étape est la plus chronophage dans la mise en place d'une démarche PINCH.

La structure de ce guide est la suivante :

- Démarche pour la construction de l'inventaire des données pour l'application du PINCH eau
- Illustration au cas fil rouge du projet

Le résultat à l'issue de cette étape de construction de l'inventaire est l'établissement d'un tableau reprenant, pour chaque opération unitaire, les débits d'eau ainsi que les seuils de qualité en entrée et sortie. Ce tableau servira d'entrée pour la mise en place de l'analyse du pincement eau.

Ce guide est intégré à la boîte à outils du projet MINIMEAU dans la rubrique « Réaliser le diagnostic PINCH eau »

1.2 Objectifs de la collecte

Pour la réalisation des analyses PINCH, les données nécessaires concernent :

- Les **usages en eau** : Opérations unitaires, sièges d'un transfert de pollution ou non
- Les **débits d'eau**, exprimés en m³/h pour chaque usage
- Les **qualités d'eau en entrée/sortie** d'opération unitaire (Concentration en polluant en ppm)

Pour un usage d'eau donné (correspondant à une opération unitaire), il sera caractérisé :

Les débits

- Le débit d'eau entrant, c'est un courant puit
- Le débit d'eau sortant, c'est un courant source

Ces deux débits peuvent être différents (pertes ou gains lors de l'opération). Dans la méthode du pincement eau, ces 2 débits sont ainsi considérés séparément. En effet une opération unitaire peut être :

- un puit seul, exemple de la production de vapeur perdue
- une source seule, exemple la production d'eau par concentration du lait.

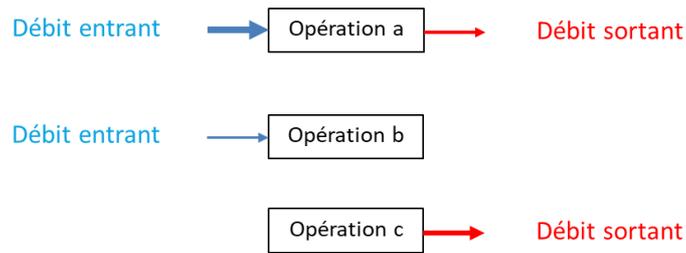


Figure 1 : Illustration des débits d'eau entrant et sortant d'opération unitaire

Les transferts de pollution

- La concentration du polluant en entrée
- La concentration du polluant en sortie

Comme dans le cas précédent, il est possible d'avoir des courants qui sont seulement un puit ou une source, leur concentration sera caractérisée de la même façon.

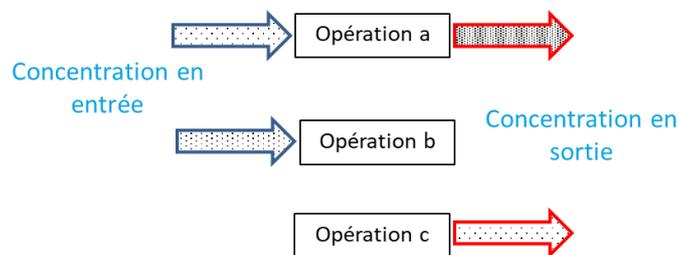


Figure 2 : Illustration des concentrations en entrée et sortie d'opération unitaire

Le transfert de pollution, pour un polluant donné, ($\dot{m}_{polluant}$) par opération unitaire étant considéré comme la différence entre la pollution en sortie et en entrée comme défini dans l'équation suivante :

$$\dot{m}_{polluant} = (\dot{m}_{eau} C_{polluant})_{out} - (\dot{m}_{eau} C_{polluant})_{in}$$

Avec :

- Débit équivalent en entrée $\dot{m}_{eau, in}$
- Débit équivalent en sortie $\dot{m}_{eau, out}$
- Concentration du polluant en entrée C_{in}
- Concentration du polluant en sortie C_{out}

Figure 3 : Equation de calcul du transfert de pollution par usage et pour un polluant donné

Les seuils limites de pollution

Ces seuils correspondent à la concentration maximale de polluant acceptable en entrée ou en sortie de chaque opération unitaire.

Le retour d'expérience montre que si l'on se limite aux concentrations observées, l'optimisation est limitée. Il est nécessaire d'engager une réflexion pour déterminer les seuils maximums de pollution que peut accepter un courant sans que le procédé ne soit perturbé.

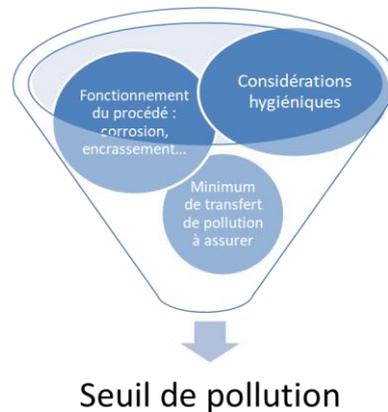


Figure 4 : Paramètres intervenant dans la définition du seuil de pollution

La Figure 5 reprend les types de données à collecter pour mener à bien l'analyse du pincement eau :

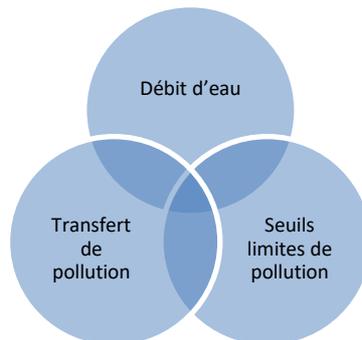


Figure 5 - Les trois types de données nécessaires pour mener une analyse Pincement-Eau

2 Méthodologie employée pour le comptage des eaux en IAA

2.1 Méthodologie générale

La méthodologie proposée et employée dans le projet MINIMEAU relative à la constitution de l'inventaire des données de consommation d'eau (quantité, qualité) se déroule en deux temps, et comprend :

- **Une analyse préliminaire**, qui vise à :
 - Comprendre la chaîne de production (description des procédés agroindustriels, analyse des besoins en eau pour chaque opération unitaire)
 - Recueillir les données disponibles (relevés de compteurs, analyses préalablement effectuées par l'industriel lors des contrôles de suivi, données issues de la bibliographie,)
 - Déterminer les contaminants limitants la réutilisation de l'eau dans l'usine

- **Une analyse approfondie**, qui vise à :
 - Mesurer les consommations d'eau à l'échelle de l'opération unitaire (mesures de débits sur site)
 - Mesurer la concentration des polluants en entrée et en sortie d'opération unitaire (analyses chimiques, microbiologiques...)
 - Définir des seuils de pollution acceptables pour chaque opération consommatrice d'eau

Cette approche proposée peut être subdivisée en six étapes telles que reprises dans la Figure 6 :

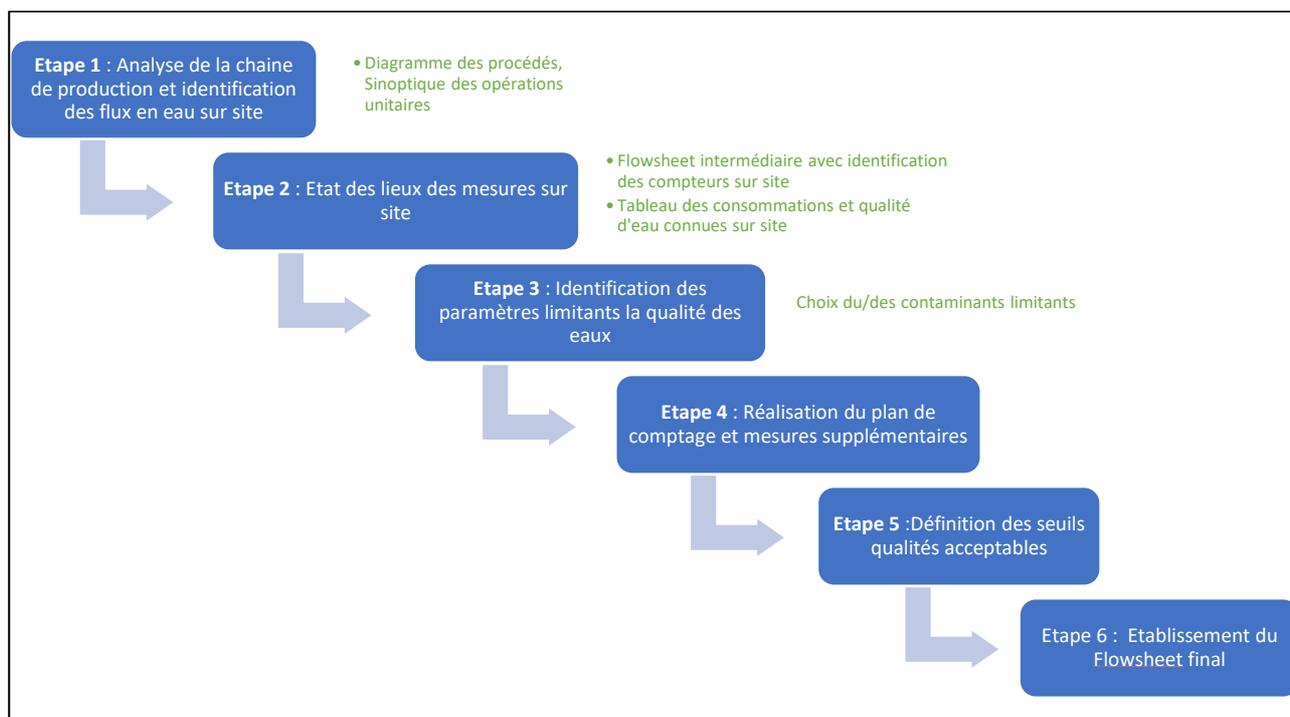


Figure 6 : Les étapes de la méthodologie de collecte des données nécessaires au PINCH

2.2 Étape 1 : Analyse de la chaîne de production et identification des flux en eau sur site

2.2.1 Objectifs

L'objectif de cette première étape est de comprendre la chaîne de production et d'analyser les différents flux d'eau sur le site. Cette première étape se fait grâce à une description précise des procédés agroindustriels, de l'organisation des ateliers de production et d'une identification des étapes/opérations unitaires **consommatrices d'eau et génératrices d'effluents**.

La finalité de cette étape étant l'élaboration d'un synoptique des procédés à **l'échelle de l'usine** : Ateliers, procédés de production et identification des opérations consommatrices d'eau.

Cette étape doit permettre la visualisation des flux d'eau au niveau de l'usine et d'identifier les **puits** (opérations consommatrices de flux d'eau) et **sources** (opérations génératrices de flux d'eau) en eau.

2.2.2 Mise en œuvre

La construction du synoptique des consommations d'eau est réalisée en parcourant l'ensemble du procédé de production et en identifiant, pour chaque atelier, les opérations unitaires qui consomment et rejettent de l'eau.

L'ensemble de ces opérations peut être relevé dans un tableau de synthèse reprenant :

- L'atelier ou la ligne de production,
- Les raisons du besoin en eau,
- Le type de flux (continu, discontinu)
- La source d'eau utilisée,
- Le traitement réalisé,
- Le devenir du rejet en eau,

2.2.3 Résultats

- Exemple de tableau de synthèse des consommations d'eau

Atelier	Procédé d'Opération Unitaire (POU)	Raison du besoin en eau	Type de flux	Source d'eau utilisée	Traitement de l'eau (si applicable)	Sortie d'eau
Atelier 1	POU2					
Atelier 2	POU4					
Atelier 2	POU5					
Atelier 2	POU7					
Atelier 4	POU8					
Atelier 4	POU9					
Atelier 4	POU10					

Figure 7 : Exemple de tableau de suivi des consommations en eau

- Synoptique des opérations/équipements consommateurs d'eau

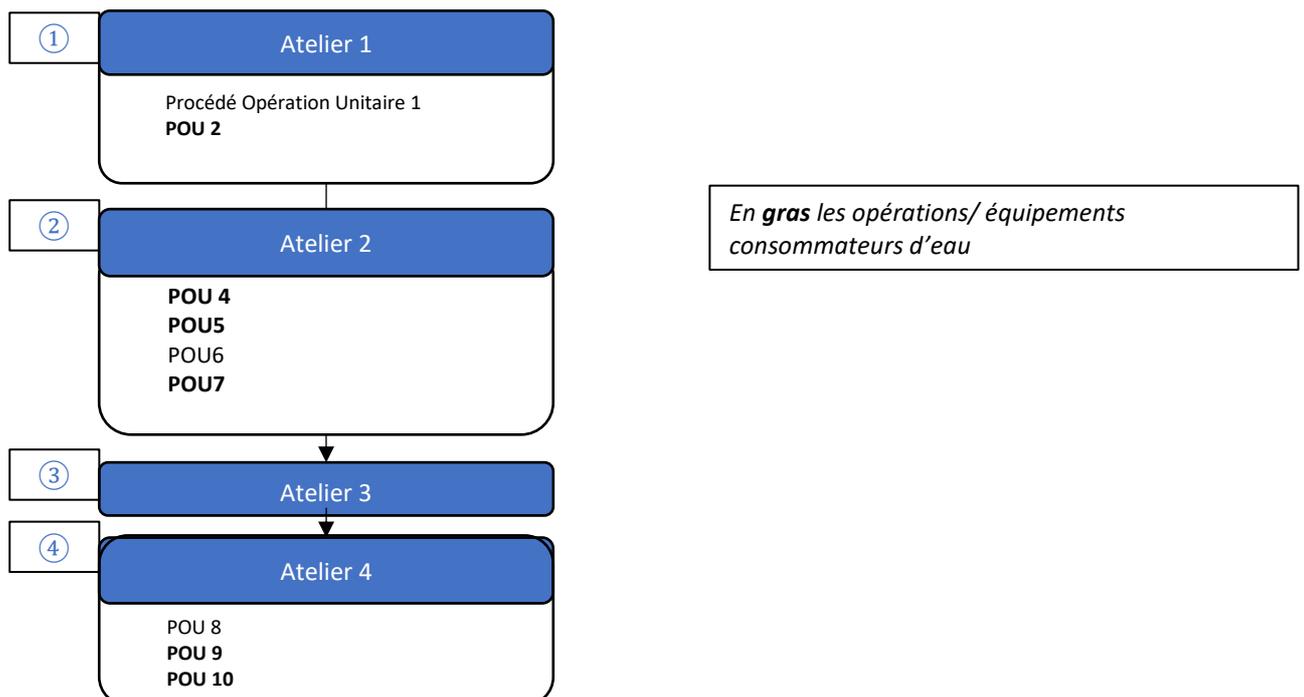


Figure 8 : Synoptique général des consommations d'eau au niveau usine

Résultats de l'étape 1 :

- *Synoptique à l'échelle de l'usine : Ateliers, procédés de production et identification des opérations consommatrice d'eau, et génératrice d'eau usée.*
- *Description des opérations unitaires et raison des besoins en eau*

Contenu :

- Diagramme représentant les différents ateliers et les opérations unitaires
- Identification des Puits et Sources en eau

2.2.4 Documents nécessaires

Comptage d'eau sur site

- Plan général du site et des différents ateliers
- Fourniture des diagrammes de fabrication

L'entreprise doit :

- Réaliser un diagramme des procédés vu sous l'angle des consommations en eau
- Dresser l'inventaire des usages de l'eau sur son site

2.3 Étape 2 : État des lieux des mesures sur site

2.3.1 Objectifs

Suite à l'identification des flux d'eau au niveau de l'usine, l'objectif de cette seconde étape est de connaître le suivi des consommations et des qualités d'eau en place sur le site. Pour cela, l'étape consiste en un état des lieux des données disponibles en termes de :

- **Consommation d'eau** : Factures d'eau, relevés des compteurs en place, estimation par opérateurs,
- **Qualité d'eau** : analyses effectuées en routine par l'entreprise (paramètres, fréquences,)

L'état des lieux doit aboutir à une première répartition des consommations en eau (m3) au niveau global entre les différentes sources d'eau et si possible dans le détail en fonction des usages.

Il s'agit également à cette étape de relever les **données de production** du site sur la même période de collecte afin de mettre en relation le besoin en eau des procédés et les volumes traités.

La finalité de cette étape est le complément du diagramme précédent en identifiant les différents compteurs d'eau en place, le relevé dans un tableur Excel des données de consommations d'eau disponibles.

2.3.2 Mise en œuvre

La collecte des données de consommation de l'eau sur site doit être faite sur une période représentative de l'activité de l'entreprise : année entière, campagne spécifique (mois), jour.

Relevés des compteurs/informations de consommation d'eau du site

La première étape de la collecte des données des consommations en eau consiste aux relevés des compteurs déjà en place sur site.

- **Relevés des compteurs généraux**

En général, chaque site dispose de compteurs généraux permettant de suivre la consommation d'eau en fonction des différentes sources disponibles. Si ce n'est pas le cas les consommations générales du site sont présentes sur les factures d'eau.

Ces relevés permettent de faire la répartition des consommations en eau du site en fonction des sources d'eau utilisées.

Les différentes sources d'eau utilisées sont :

- Les eaux de surface : rivière
- Les eaux sous terraines : forage, puit
- Les eaux du réseau de distribution

À ce stade, l'entreprise doit connaître la répartition précise de la quantité d'eau consommée en fonction des différentes sources.

- **Relevés des sous-compteurs**

En deuxième temps, l'entreprise procède à un relevé des consommations en eau des sous-compteurs disponibles sur le site.

Ce relevé permet d'estimer la répartition des consommations d'eau, par source, en fonction des ateliers de production, des lignes de production, des différents usages, à l'échelle de l'opération unitaire.

- **Estimation site**

Une grande partie des informations peut également être obtenue par des estimations au moyen d'enquêtes terrain auprès des opérateurs de l'usine et des fiches techniques des équipements.

Ces données non mesurées et non mesurables s'avèrent être indispensables pour préciser le plan de comptage des consommations en eau sur site.

La récolte d'informations directement sur le terrain auprès des opérateurs permet de préciser la répartition des flux d'eaux pour des opérations unitaires.

Pour ces données récoltées, le tableau de suivi des flux d'eau devra clairement faire apparaître la source de la donnée et le mode d'estimation utilisé.

La récolte auprès des opérateurs pourra également permettre de préciser le périmètre de l'étude en excluant les opérations unitaires dont les consommations d'eau sont négligeables, ce qui permettra de cibler les opérations avec le plus de potentiels pour les mesures supplémentaires.

Il faudra ainsi relever aussi toutes les informations liées à la conduite des lignes (notamment lorsqu'il y a des interventions humaines : vidanges, ouvertures de vannes pour les appoints...). Cela permet ensuite d'avoir une analyse critique des valeurs mesurées qui entreront dans l'inventaire et pouvoir retracer des événements liés à la production.

Prise en compte de la temporalité

Les données nécessaires au fonctionnement du PINCH concernent des débits massiques de polluants, il convient ainsi de convertir les données de consommations en eau (en m³) en débit, en prenant en compte la temporalité pour chacune des opérations unitaires.

On va ainsi distinguer les opérations unitaires en continue et les opérations en batch.

- **Cas des opérations unitaires continues**

Pour chacune des opérations unitaires continues, il convient d'indiquer le temps de fonctionnement, exprimé en heures, correspondant aux périodes d'activités du site.

Atelier	Procédé d'Opération Unitaire (POU)	Type de flux	Temps de fonctionnement (h/an)	Eau entrante		Rejet d'eau	
				Volume d'eau consommée (m ³ /an)	Débit d'eau consommée (m ³ /h)	Volume d'eau rejetée (m ³ /an)	Débit d'eau rejetée (m ³ /h)
Atelier 1	POU1	Continu					
	POU2	Continu					
Atelier 2	POU3	Continu					

Figure 9 : Exemple de tableau de suivi des consommations d'eau pour les opérations continues

- **Cas des opérations unitaires discontinues ou « batch »**

Pour les procédés dits « batch », il faut préciser la planification dans le temps de traitement par opération unitaire (temps de démarrage et d'arrêt) et/ou l'ensemble des intervalles de temps par opération unitaire, dans le cas d'un fonctionnement cyclique (répétitions de la même opération sur plusieurs tranches de temps).

Atelier	Procédé d'Opération Unitaire (POU)	Type de flux	Durée de fonctionnement (min)	Nombre de fonctionnement (X/semaine, X/jour)	Eau entrante		Rejet d'eau	
					Volume d'eau consommée (m3/an)	Débit d'eau consommée (m3/h)	Volume d'eau rejetée (m3/an)	Débit d'eau rejetée (m3/h)
Atelier 1	POU1	Discontinu						
	POU2	Discontinu						
Atelier 2	POU3							

Figure 10 : Exemple de tableau de suivi des consommations d'eau pour les opérations discontinues ou « batch »

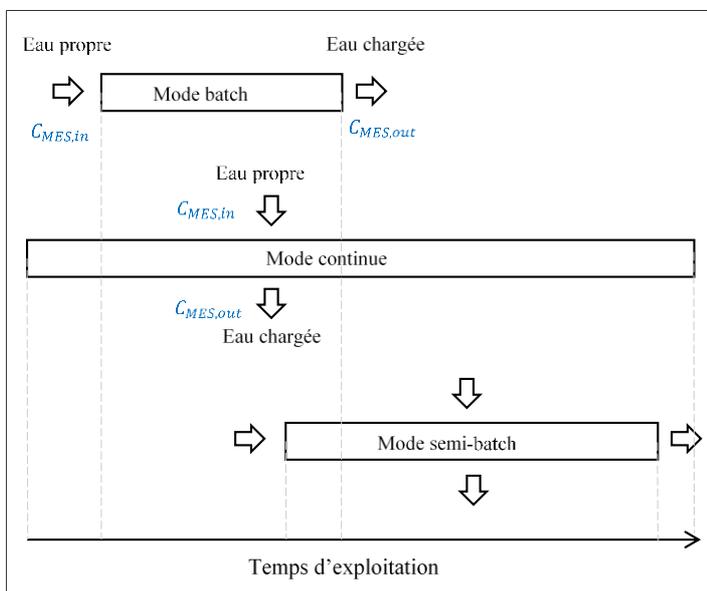


Figure 11 : Modes d'utilisation de l'eau dans les ateliers

Relevés des Volumes de production du site

En parallèle des suivis de consommation d'eau sur le site, l'entreprise devra relever les données de production (les masses, volumes, quantités produites) et les mettre en relation. L'objectif étant de voir l'influence de la production sur les volumes d'eau consommés et rejetés. Il pourra être pertinent de définir à ce stade des indicateurs de suivi de la consommation en eau. En fonction du site, ce suivi pourra être fait pour chaque ligne de production, opération unitaire, atelier.

L'entreprise doit :

- Identifier les compteurs d'eau en place (compteurs, débitmètres,)
- Analyser les données de consommation d'eau existantes
- Relever les données de consommation existantes dans un tableau de consommation, en lien avec la production
- Représenter graphiquement cet état des lieux

2.3.3 Analyses des eaux sur site

L'état des lieux concerne également l'identification des analyses de la qualité d'eau réalisée sur site en entrée ou en sortie d'opération unitaire.

L'objectif est de connaître les analyses faites en routine par le site, les eaux analysées, les paramètres suivis, les fréquences d'analyses, les seuils qualités (seuils réglementaires, seuils fixés par le service qualité,)

L'ensemble des résultats d'analyses effectuées par le site peuvent être reportés dans la matrice Excel de suivi.

Ligne ou POU concerné	Laboratoire réalisant l'analyse (interne ou externe)	Unité	P1			P2			P3			P4		
			NB analyses par an	Moyenne annuelle	Ecart type	NB analyses par an	Moyenne annuelle	Ecart type	NB analyses par an	Moyenne annuelle	Ecart type	NB analyses par an	Moyenne annuelle	Ecart type
Ex : DCO														
Ex: DBO5														
...														

Figure 12 : Exemple de tableau de suivi des analyses d'eau effectuées

2.3.4 Résultats

- État des lieux de la consommation en eau du site

L'état des lieux doit permettre d'identifier la répartition des consommations d'eau en fonction des types d'eaux utilisées, et la répartition par usage. Cet état des lieux doit permettre de soulever les usages non identifiés et les besoins d'analyses supplémentaires sur la consommation des eaux.

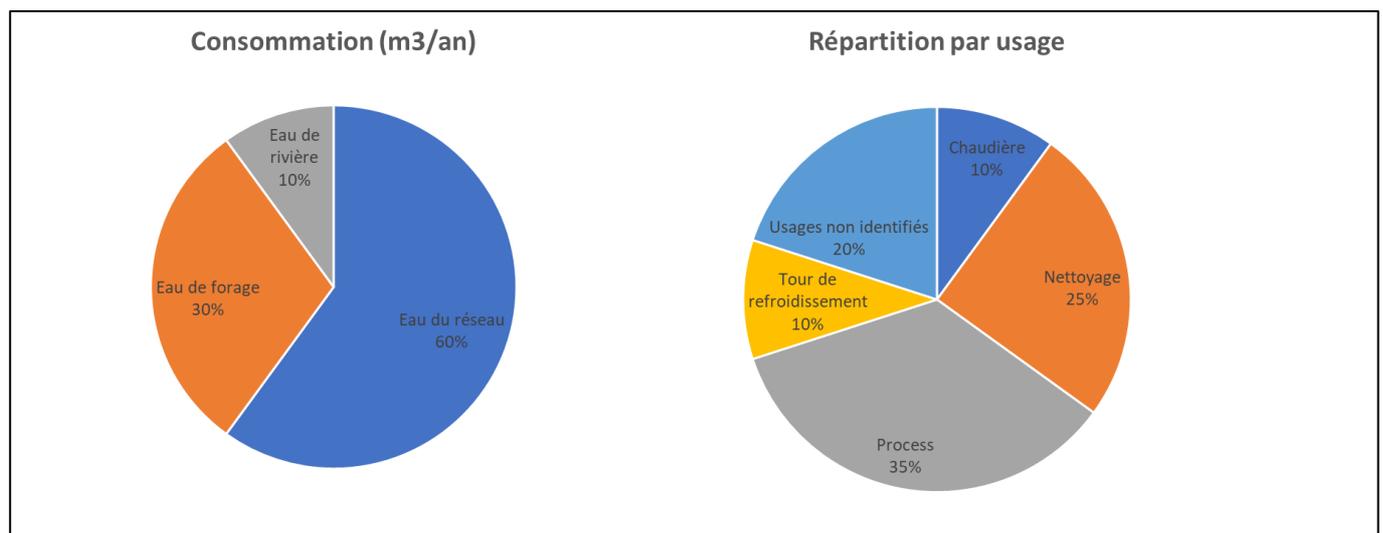


Figure 13 : Exemple d'état des lieux par type d'eau (à gauche) et par usage (à droite)

- Flowsheet avec l'identification des compteurs sur place et des analyses de qualité d'eau

La construction du diagramme de répartition des consommations d'eau doit permettre de compléter le synoptique général avec l'intégration de l'ensemble des flux d'eau. Cette cartographie a comme point d'entrée l'alimentation générale en eau du site, la séparation en différentes sources d'eau, la répartition des flux pour chaque consommateurs (opérations unitaires puits en eau), et l'identification des opérations génératrices d'effluents (opérations unitaires sources en eau).

Le diagramme doit faire clairement apparaître les instruments de mesures de consommations existants, les analyses effectuées et doit permettre l'identification des mesures manquantes (quantité, qualité).

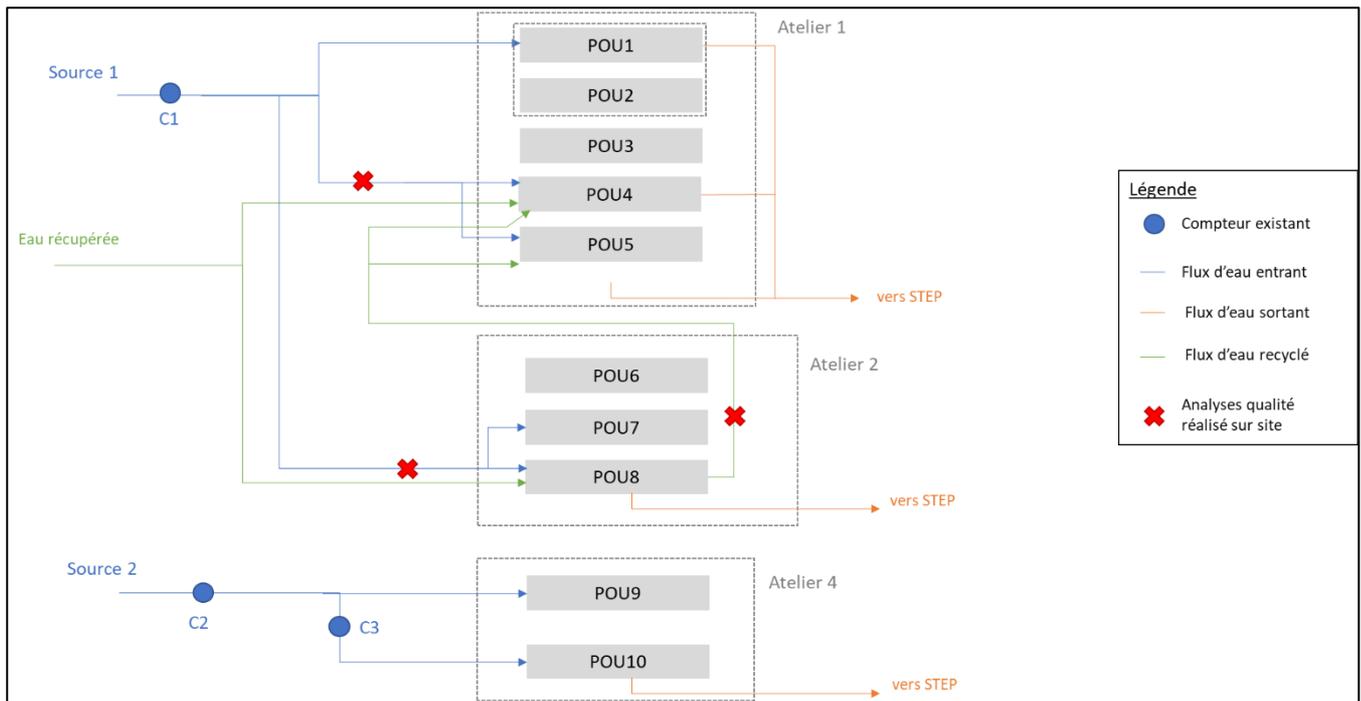


Figure 14 : Exemple de représentation graphique des flux d'eau et identification des mesures d'eau en place

Résultats de l'étape 2 :

- Diagramme à l'échelle de l'opération unitaire,
- Cartographie des compteurs d'eau sur site,
- Fichier Excel de relevés des consommations et des analyses d'eau en place,
- Identification des manquements au niveau des relevés des flux d'eau pour la réalisation de mesures supplémentaires (étape 4)

2.3.5 Documents nécessaires

Comptage d'eau sur site

- Factures d'eau
- Schéma du réseau d'eau (identification des flux d'eau sur le site, de la localisation des compteurs, des prélèvements)
- Relevés de compteurs sur site

Qualité des eaux

- Analyses d'eau faites sur site (les contrôles qualité faits sur l'eau)
- Connaître les exigences en matière de qualité des eaux pour chaque atelier et pour chaque procédé (avec la procédure HACCP) = en terme préconisation constructeur
- Identifier les facteurs influençant la consommation d'eau et son éventuelle pollution

2.4 Étape 3 : Identification des paramètres limitant la qualité des eaux

Contenu :

- Définition des niveaux de qualité pour chaque opération unitaire
- Identification des contaminants ou paramètres limitant le recyclage

2.4.1 Objectifs

L'objectif de cette étape est :

- **D'identifier le/les paramètre(s) de qualité d'eau** limitant la réutilisation de l'eau dans l'usine.

Les paramètres pouvant limiter la réutilisation des eaux en industries agroalimentaires peuvent concerner :

- Des paramètres globaux : la DCO (demande chimique en Oxygène), le taux de matière en suspension (MES), le pH, la contamination bactériologique, etc.
- Des paramètres spécifiques dépendant du procédé de production du site

Pour l'application de la méthode du PINCH, plusieurs approches ont été étudiées dans le cadre du projet MINIMEAU :

- **Une approche dite « Pinch monocontaminant »** : Raisonnement sur un seul paramètre de qualité des eaux, défini comme étant le paramètre le plus limitant la réutilisation des eaux
- **Une approche dite « Pinch multicontaminant »** : Raisonnement sur plusieurs paramètres de qualité des eaux, limitants la réutilisation des eaux

2.4.2 Mise en œuvre

Identification des paramètres qualités limitant la réutilisation d'eau

L'identification du/ des paramètres qualités clés pour la réalisation de l'analyse PINCH est une **étape clé**.

Le/les paramètres choisis doivent être assez génériques pour être adapté à l'ensemble des opérations unitaires incluses dans le périmètre de l'analyse PINCH.

Lors de cette étape, il s'agit de faire une liste exhaustive de l'ensemble des paramètres clés limitant le recyclage de l'eau dans le procédé de production.

L'analyse des qualités d'eau en routine permet d'avoir une idée des paramètres suivis.

Pour chaque opération unitaire, il s'agit de définir la qualité d'eau minimale nécessaire permettant de maintenir le bon fonctionnement de la production et de maintenir une qualité du produit.

Le paramètre clé peut être un paramètre spécifique des contraintes liées à l'entreprise et au procédé de production.

La figure ci-dessous, présente pour plusieurs types d'industries alimentaires, les paramètres les plus régulièrement suivis :

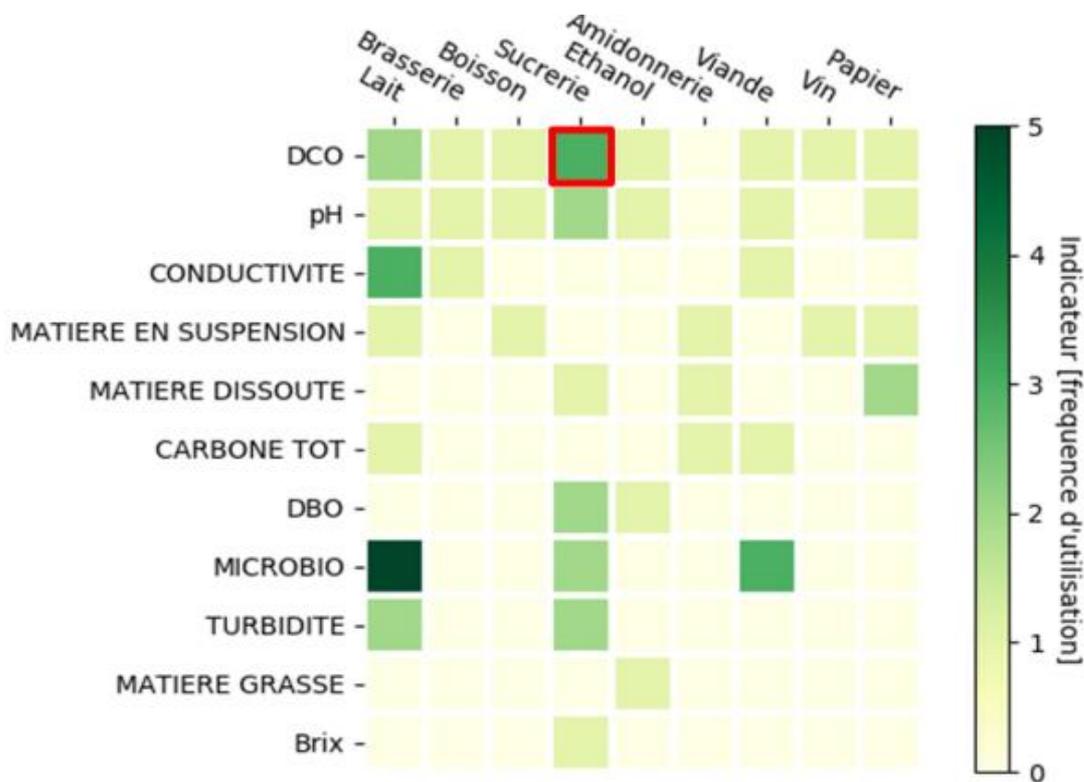


Figure 15 : Indicateurs de pollutions (Nematti, Romdhana, Lameloise, Sustainability 2018)

2.5 Étape 4 : Réalisation du plan de comptage et mesures supplémentaires

2.5.1 Objectifs

L'objectif de cette étape est de définir un plan de comptage permettant de compléter les mesures en place sur site afin de définir les débits en entrée et sortie d'opération unitaire et les niveaux de qualité associés. Le plan de comptage doit être adapté en fonction des équipements disponibles par l'entreprise, les capacités analytiques et les objectifs de l'étude PINCH.

Suite à la définition précise du plan de comptage avec l'identification des ateliers, lignes, opérations unitaires concernées, il s'agit d'effectuer les mesures directement sur site.

2.5.2 Mise en œuvre

Définition du plan de comptage

La première étape consiste à définir le périmètre du plan de comptage et à bien identifier l'atelier, la ligne et les opérations unitaires concernées par les analyses complémentaires.

Il s'agit également de la période de temps pour effectuer les analyses, l'activité de production du site doit être représentative de l'activité annuelle de l'entreprise ou s'il s'agit d'un atelier ou d'une ligne d'avoir une représentation de leur fonctionnement en mode le plus « normal » possible.

Analyses supplémentaires des consommations d'eau

Suite à l'élaboration du plan de comptage, il convient de réaliser les mesures des consommations d'eau sur le site.

Au préalable des mesures sur site, il faut identifier l'accessibilité du flux d'eau concerné.

- **Les instruments de mesure**

Les mesures supplémentaires des consommations peuvent être faites grâce à des :

- **Relevés de compteurs quotidiens**

- **Mesures par empotage** : estimation du débit d'eau en sortie d'opération unitaire à l'aide d'un récipient permettant d'estimer un volume d'eau et l'utilisation d'un chronomètre permettant de calculer le débit correspondant. Cette technique est largement utilisée pour définir des débits de sortie d'eau lorsque les flux sont accessibles.
- **Mesures de débits ponctuelles** : L'utilisation de matériel de mesure spécifique permet d'évaluer les débits d'eau dans les tuyaux d'arrivée en entrée d'opération unitaire. L'utilisation de débitmètre portatif à ultrasons a été majoritairement utilisé pour les cas d'études du projet MINIMEAU.

Pour l'ensemble de ces moyens de comptage supplémentaires, il convient de réaliser plusieurs mesures afin de prendre en compte la variabilité des lignes de production sur une année de production et la variabilité des effluents.

Analyses supplémentaires des qualités d'eau

La définition du plan de comptage a permis d'identifier également les données des qualités d'eau manquantes en sortie d'opération unitaire.

Suite à la définition de ce plan de comptage, des analyses supplémentaires sur la qualité d'eau peuvent être prévues.

Les analyses effectuées doivent être réalisées en accord avec les paramètres qualités identifiées comme étant limitant du recyclage des eaux dans le procédé lors de l'étape 3.

Si le/ les paramètres spécifiques n'ont pas été déterminé lors de l'étape 3, les analyses seront faites sur des paramètres globaux :

- MES
- Turbidité (si pas possible, ne faire que les MES)
- pH
- conductivité
- TA, TAC (titre alcalimétrique, si possible)
- DCO
- COT (destiné à terme à remplacer la DCO)
- Température (ordre de grandeur pour vérifier que la température ne portera pas préjudice aux systèmes membranaires)
- *Bactériologie (si pertinent)*

2.5.3 Résultats

- Définition du plan de comptage

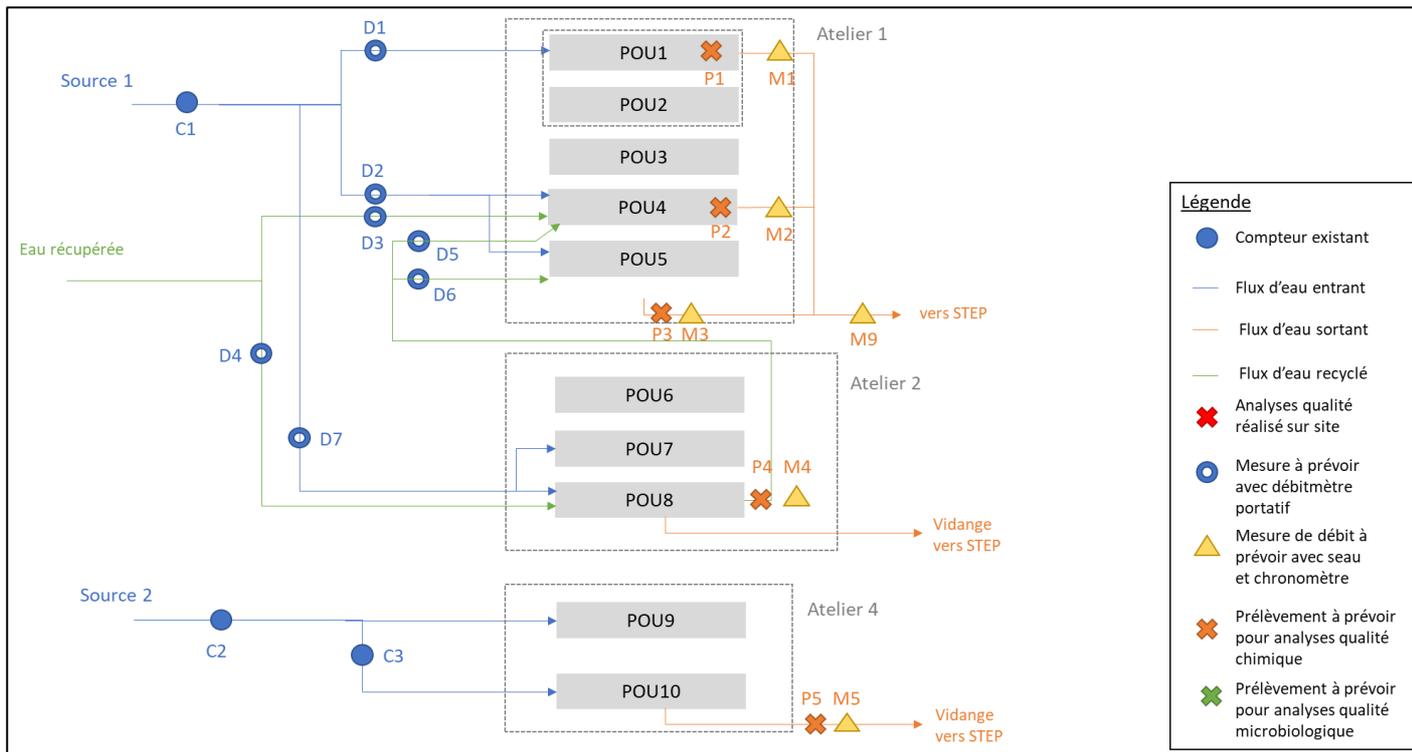


Figure 16 : Exemple de représentation graphique des flux d'eau et identification des mesures supplémentaires d'eau à effectuer

Contenu :

- Comptage des consommations en eau
 - Comptage en entrée de procédé : utilisation de débitmètre portatif
 - Comptage en sortie de procédé : estimation du débit
- Analyses de la qualité de l'eau en sortie d'opération unitaire

2.6 Étape 5 : Définition des seuils qualité acceptables

2.6.1 Objectifs

L'objectif de cette étape est de définir **les seuils limites de qualité des eaux acceptables** en entrée d'opération unitaire (courants « puits »).

Pour l'ensemble des paramètres identifiés lors de l'étape 3 et des mesures supplémentaires réalisées lors de l'étape 4, il s'agit ici de fixer des concentrations maximales en entrée de chaque opération.

Cette étape est déterminante dans la réalisation du Pinch eau, car c'est en augmentant le degré de liberté sur les concentrations en entrée, que l'on augmente les possibilités de réutilisation.

2.6.2 Mise en œuvre

Détermination des seuils de qualité acceptables en entrée d'opération unitaire

Suite à l'identification par l'entreprise d'un ou de plusieurs paramètres clés de qualité d'eau limitant le recyclage de l'eau dans le procédé, il s'agit de définir, pour l'ensemble des opérations unitaires incluses dans le périmètre de l'analyse, les seuils acceptables en entrée.

Les seuils peuvent être déterminées par :

- des analyses bibliographiques
- l'analyse de la réglementation
- l'expertise des services de qualité de l'entreprise.
- Les mesures de qualité d'eau supplémentaire réalisées lors de l'étape 4

Personnes impliquées : Service qualité

Pour chaque opération unitaire, il s'agit d'évaluer la qualité de l'eau utilisée actuellement et d'évaluer la possibilité d'utiliser de l'eau de moins bonne qualité et d'identifier s'il y a un décalage entre la qualité d'eau théorique et la qualité d'eau réelle.

Dans l'analyse PINCH, plus ce décalage sera important et plus les solutions de recyclage de l'eau seront importantes.

2.6.3 Résultats

- Définition des seuils de qualité en entrée d'opération unitaire

Opération Unitaire	Atelier	[Contaminant] in	Remarques
Opération 1	Atelier 1	[Contaminant]in	[Réglementaire]
Opération 2	Atelier 1		
Opération 3	Atelier 2		
Opération 4	Atelier 2		

Figure 17 : Exemple de suivi des seuils maximaux acceptables en entrée de POU

2.6.4 Documents nécessaires

- Suivi des relevés des qualités d'eau
- Analyses d'eau supplémentaires
- Documents type HACCP de l'eau

2.7 Étape 6 : Établissement du Flowsheet final

L'ensemble des données et informations collectées au cours des différentes étapes de la démarche, peuvent être synthétisées dans un tableau bilan, regroupant pour l'ensemble des opérations unitaires, les débits d'eau correspondant (exprimés en m³/h), le/les paramètres limitant sur lequel va se faire l'analyse PINCH et les qualités d'eau en entrée et en sortie d'opération.

Exemple de l'inventaire nécessaire pour l'analyse PINCH :

Opération Unitaire	Atelier	Débit (m ³ /h)	[Contaminant] in	[Contaminant] out
Opération 1	Atelier 1	D1	[Contaminant]in	[Contaminant]out
Opération 2	Atelier 1	D2		
Opération 3	Atelier 2	D3		
Opération 4	Atelier 2	D4		

Figure 18 : Exemple de tableau des données d'entrée nécessaires au PINCH eau

3 Application au cas Fil Rouge

- Sources d'eau intéressantes
- Usages potentiels

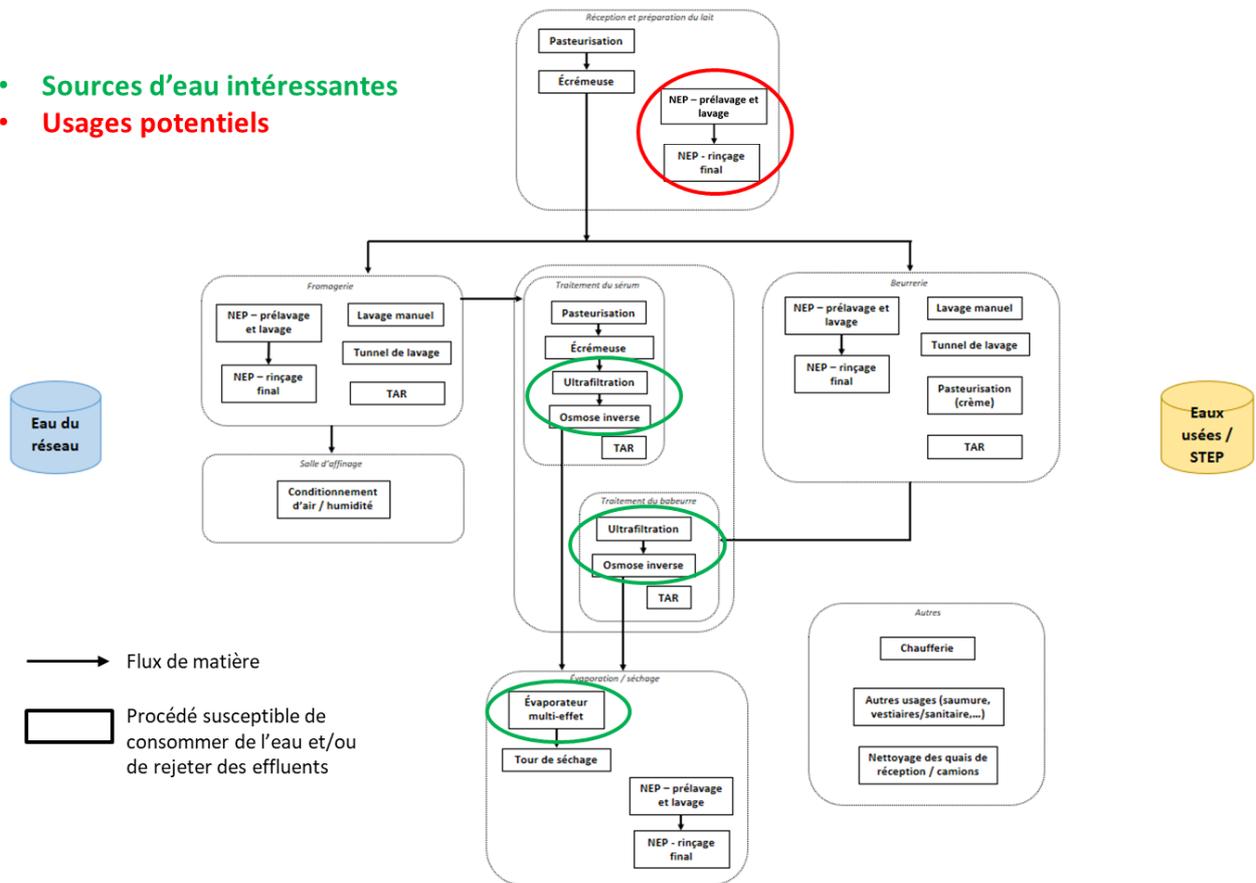


Figure 19 : Exemple de cartographie des flux d'eau du cas fil rouge MINIMEAU

Atelier	Poste	Débit (m3/h)	IN habituel	Seuil IN max	OUT	Transfert de pollution (kg/h)
			DCO (ppm)	DCO (ppm)	DCO (ppm)	
Réception	NEP (prélavage)	124	3	20	1200	146,32
Réception	NEP (rinçage)	124	3	3	300	36,828
Traitement sérum	UF->OI	14,105			20	
Traitement babeurre	UF->OI	7,052			20	
Evaporation/séchage	Condensats	14,354			60	
-	TARs	10,4	3	20		

Figure 20 : Exemple de tableau de synthèse des données d'entrée nécessaires à l'analyse PINCH (cas pour un seul contaminant)