

Analyser les flux d'énergie et d'eau

TABLEAU 1 - tâches

Dans une entreprise de production de concentré de fruits, l'**énergie (vapeur)**, les **matières premières et l'eau** ont été identifiées comme les flux prioritaires. Comme il y a trois domaines d'intérêt qui reflètent les trois flux prioritaires (réception, manipulation et lavage pour l'eau, extracteurs de fruits pour le matériel et évaporateur pour la vapeur), pour simplifier l'exercice, il se concentrera uniquement sur la vapeur et l'eau pour l'**évaporateur**. Dans le cadre de l'analyse détaillée, l'équipe TEST a commencé à recueillir les données qui permettront de comprendre la cause profonde de l'inefficacité du processus d'évaporation.

Pour le fonctionnement de l'évaporateur, le jus de fruit est pompé au sommet de l'évaporateur et laissé tomber par gravité sur les surfaces intérieures des tubes disposés dans une configuration d'échangeur de chaleur à calandre. La vapeur saturée est nécessaire comme moyen de chauffage. Grâce à ce processus, l'eau contenue dans le jus est séparée du concentré en raison de la différence de température d'évaporation, ce qui facilite la collecte du jus concentré. Le rendement de l'évaporateur est le concentré, le condensat de vapeur et le contenu en eau du condensat qui est évaporé du jus.

Un bilan détaillé de la masse, de la vapeur et de l'eau a été établi pour l'évaporateur seul et pour l'ensemble de la chaîne de production, comme l'illustrent les figures 1 et 2 ci-dessous. Quelques observations ont été notées à partir du bilan de l'évaporateur :

- Il manque environ 1 tonne/heure de jus d'entrée dans le bilan, qui n'apparaît ni sous forme de concentré ni sous forme d'eau évaporée ;
- L'eau évaporée lors de la collecte est encore chaude, avec une température d'environ 60-65°C. Cette eau est envoyée à la station d'épuration des eaux usées, puis à l'égout ;
- La vapeur qui entre dans l'évaporateur est générée à 10 bars par la chaudière, mais elle atteint l'entrée de l'évaporateur à 9 bars ;
- Il y a une différence de 0,8 tonne/heure entre la vapeur d'entrée de l'évaporateur et le condensat de cette vapeur ;
- Le condensat de vapeur est envoyé à la station d'épuration, puis à l'égout ;
- Le concentré sortant de l'évaporateur à 60-65° est refroidi à 5°C, puis envoyé au pasteurisateur, qui fonctionne à 105°C.

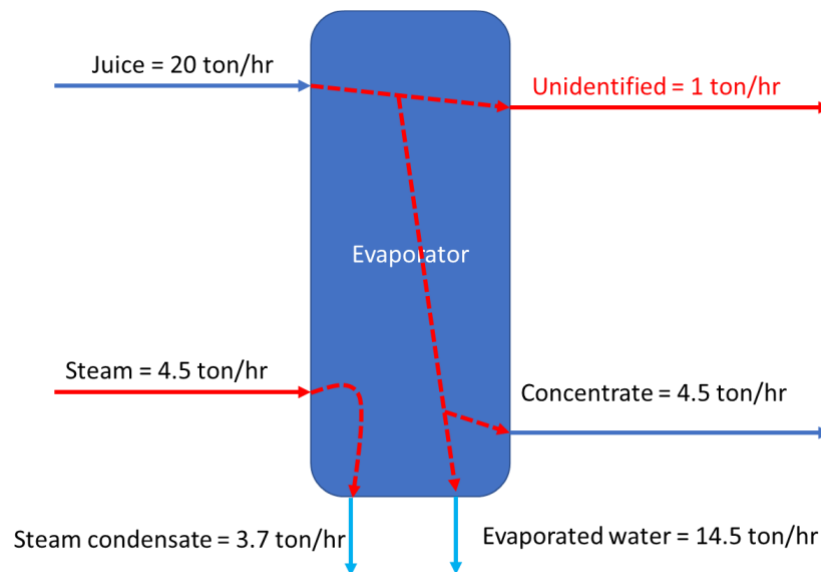


Figure 1 - Bilan masse/eau/chaleur de l'évaporateur

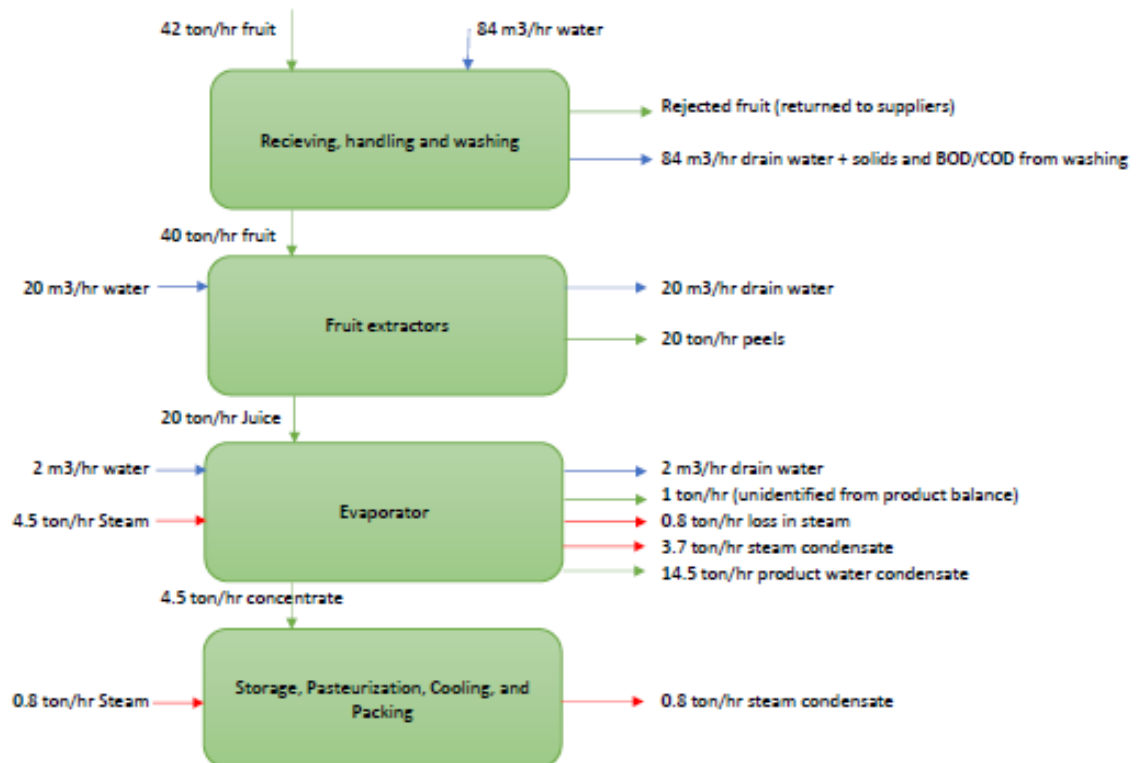


Figure 2 Bilan masse/eau/chaleur de la chaîne de production

TÂCHE

Séparation en groupes

1. **Discutez des données nécessaires à l'élaboration des bilans et des observations ci-dessus**
Quelles sont les approches à suivre pour collecter ces données ?
2. **Identifier les causes des pertes dans le domaine d'intérêt (évaporateur), les priorités étant l'énergie (vapeur) et les flux d'eau**
3. **Générer des options de réduction des pertes pour chaque cause identifiée à l'étape précédente, dans le cadre du domaine d'intérêt. VOTRE OBJECTIF À CE STADE N'EST PAS DE TROUVER DES MESURES RÉALISABLES, MAIS DE GÉNÉRER AUTANT D'OPTIONS QUE POSSIBLE**
4. **Discutez de votre expérience en séance plénière**

TABLEAU 2 - solutions possibles

Discutez des données nécessaires à l'élaboration des bilans et des observations ci-dessus
Quelles sont les approches à suivre pour collecter ces données ?

L'établissement d'un bilan masse/matériaux est un outil puissant pour comprendre les causes des inefficacités. L'équilibre peut commencer par le dessin d'un organigramme au niveau de l'entreprise analysant les flux entre les différentes étapes de production (centres de coûts). Un tel équilibre avec l'enregistrement des entrées et sorties des flux prioritaires pour chaque étape de production a déjà été utilisé à l'étape 1.5 dans le but d'obtenir la ventilation des coûts NPO et d'identifier les domaines d'intérêt. L'objectif de l'équilibre de l'étape 1.6 est de comprendre les causes des pertes pour les **flux prioritaires**.

Une visite de la chaîne de production, ainsi que des discussions avec le personnel de l'entreprise, en particulier les responsables de la production et de la maintenance, peuvent permettre de répondre aux questions soulevées sur la base de l'organigramme.

Un organigramme du processus doit déjà être reçu de l'entreprise lors de l'examen initial de l'étape 1.1 et doit être facilement accessible au sein de l'entreprise :

- Les fournisseurs d'équipements/de technologies fournissent généralement un tel organigramme au moment où la technologie a été achetée par l'entreprise.
- Les documents préparés pour les normes existantes (telles que ISO9001, ISO 14001, OHSAS, ...) doivent inclure un organigramme de processus, bien que préparé pas nécessairement pour des raisons de bilan massique/matériel.
- Le personnel de l'entreprise peut avoir un organigramme pour toute raison différente de celles soulignées ci-dessus. Par exemple, les ingénieurs de maintenance peuvent disposer d'un organigramme pour illustrer le réseau de vapeur, ou le réseau d'air comprimé.
- Les organigrammes mentionnés ci-dessus peuvent servir de base à un nouvel organigramme à dessiner pour les besoins de l'analyse détaillée.

Au niveau du domaine d'intérêt, il est essentiel de comprendre la fonction du domaine d'intérêt avant d'établir l'équilibre. Les [documents BREF](#), le catalogue des meilleures pratiques ou les manuels ERPP disponibles sur l'internet sont de bons points de départ pour comprendre la fonction d'une technologie choisie et identifier les possibilités de l'ERPP. Ensuite, rédigez un encadré indiquant le domaine de préoccupation principal et illustrez les différentes entrées/sorties de ce processus. Vous pouvez toujours vous référer aux données fournies par le fournisseur de technologie et à la discussion avec le personnel de l'entreprise. Ce sont les personnes les mieux informées sur le fonctionnement d'une technologie donnée, ses intrants et ses extrants ainsi que sur les questions fréquentes qui se posent dans le cadre du processus.

Après avoir établi les bilans au niveau des domaines d'intérêt, les données sont vérifiées à partir des registres disponibles (sous-compteurs pour l'énergie et l'eau). En l'absence d'enregistrements, un plan de mesure peut être établi pour valider les quantités désignées. Les mesures varient en complexité et en précision. Pour le premier bilan, on peut recommander quelques méthodes simples à mettre en place avec une conclusion rapide pour guider les prochaines étapes. Si une source importante de pertes est identifiée, des recommandations pour des méthodes qui demandent du temps (comme l'installation de compteurs et l'attente de quelques mois pour acquérir des dossiers représentatifs) peuvent être envisagées.

L'évaluation comparative peut également être utilisée pour cette étape. Par exemple, des recherches ont montré que la performance des évaporateurs est mesurée en termes d'apport énergétique par

unité d'eau évaporée (retirée du produit). En fonction du type d'évaporateur et du nombre d'effets, plusieurs chiffres indicatifs ont été obtenus à partir de la EU BREF comme :

Type d'évaporateur	Consommation totale d'énergie (kWh/ Kg d'eau évaporée)
Recompression thermique de la vapeur (TVR) - 3 étapes	0,140
TVR - 4 étapes	0,110
TVR - 5 étapes	0,084
TVR - 6 étapes	0,073
TVR - 7 étapes	0,060
Recompression mécanique de vapeur (MVR) - une seule étape	0,015

La consommation de l'évaporateur de l'entreprise a été calculée à 0,31 tonne de vapeur/tonne d'eau évaporée (env. 0.19 kWh/kg d'eau évaporée), est donc beaucoup plus élevé que le point de référence, et certains changements technologiques peuvent faire baisser la consommation de façon considérable.

Identifier les causes des pertes dans le domaine d'intérêt (évaporateur), les priorités étant les flux d'énergie (vapeur) et d'eau

Le tableau ci-dessous représente un exemple d'analyse des causes profondes pour l'évaporateur, et certaines des options générées. Il ne s'agit pas d'une liste exhaustive, mais seulement d'une indication.

Flux	Source de la perte	Cause de la perte	Option
Eau	Consommation d'eau dans l'évaporateur	Aucune pratique de réutilisation de l'eau n'a été adoptée	Réutiliser l'eau de l'évaporateur pour les premières étapes de lavage (2t/h + 3,7t/h +14,5 t/h pour remplacer partiellement les 84 t/h nécessaires pour la première étape) Récupération du condensat pour l'alimentation des chaudières Utiliser les eaux de décharge pour le lavage des sols et/ou les besoins d'irrigation (leurs quantités n'apparaissent pas sur le bilan)
		Manque d'entretien	Entretien l'évaporateur pour éliminer les pertes de vapeur (eau)
Vapeur	Perte de vapeur dans l'évaporateur (indiquée par le décalage entre l'entrée de vapeur dans l'évaporateur (4,5 t/h) et la sortie de vapeur de l'évaporateur (3,7 t/h))	Mauvais entretien de l'évaporateur entraînant des fuites de vapeur.	Adopter des pratiques de maintenance préventive.
		Faible qualité des joints utilisés	Utiliser des joints de haute qualité pour éliminer les fuites de vapeur
	Consommation spécifique de vapeur	Pas de récupération du condensat	Récupérer la chaleur contenue dans le

	élevée de l'évaporateur		condensat
		Utilisation de technologies dépassées	Former les opérateurs à l'exploitation efficace de l'évaporateur sur le plan énergétique Réhabiliter l'évaporateur existant Remplacer l'évaporateur par un modèle plus récent (TVR à 7 étages, ou MVR)