

# GUIDE TECHNIQUE

## Diagnostic de PME de transformation agroalimentaire

Sous la direction de :

**Michel RIVIER**  
michel.rivier@cirad.fr

Avec l'appui de :

**Arnaud CHAPUIS**  
arnaud.chapuis@cirad.fr  
**Laurent VAN DE STEENE**  
laurent.van\_de\_steene@cirad.fr



# Table des matières

---

Note introductive .....	2
1. Contexte, domaine et application.....	3
2. Définitions.....	3
3. Principe.....	4
4. Procédure.....	4
5. Mesures in situ.....	7
6. Analyses des produits.....	7
Notice didactique.....	8
Fiches et exemples.....	11
Diagramme synthétique de transformation.....	12
Diagramme d'opération unitaire.....	15
Éléments quantitatifs de l'opération unitaire.....	20
Tableau des coûts.....	20
Description qualitative de l'opération unitaire.....	25
Interview d'opérateur d'opération unitaire.....	27
Interview du responsable de site.....	27
Schéma d'ensemble de l'unité de transformation.....	27

## **Proposition de note introductive à destination des responsables de la PME diagnostiquée**

### **Confidentialité des données collectées :**

Toutes les informations collectées au cours de ce diagnostic, qui peuvent vous identifier et porter sur des données stratégiques de votre entreprise, ne pourront faire l'objet d'aucune publication sans votre accord préalable. À votre demande, le rapport de diagnostic de votre entreprise, pourra rester confidentiel.

## 1. Contexte, domaine et application

Ce guide méthodologique définit le protocole à mettre en œuvre pour caractériser une PME de transformation agroalimentaire.

Cette caractérisation porte plus précisément sur le ou les procédés de transformation spécifiques à la PME. Un procédé est constitué d'opérations unitaires de transformation telles que, par exemple, le décorticage, le broyage, le pressage, la cuisson, le séchage.

Le protocole permet de systématiser le diagnostic d'un procédé de transformation. Il détaille, à travers des outils « formalisés », les procédures utilisées pour le relevé des paramètres de pilotage des opérations unitaires qui conditionnent les différents indicateurs énergétiques, de qualité des produits, économiques et environnementaux dans les procédés. Ces indicateurs, eux-mêmes, sont relevés ainsi que les types et quantités de résidus disponibles pour la production d'énergie.

L'ensemble des relevés et l'analyse des différents indicateurs peuvent permettre de faire émerger des pistes de réingénierie en termes de bilan d'énergie (incluant un bilan d'émissions en GES), de bilan matière, de différents déterminants de la qualité des produits finis (sanitaire, sensorielle, nutritionnelle) ainsi que la prise en compte des aspects santé, sécurité et pénibilité des opérateurs de la PME de transformation agroalimentaire.

## 2. Définitions

- ✓ Produit : aliment / matière première à transformer (sous l'action d'un procédé).
- ✓ Opération unitaire (OU) : cette expression est employée, dans les discussions et les écrits des acteurs du Génie des Procédés agroalimentaires, pour présenter une subdivision d'un procédé de transformation du produit ; l'OU consiste, en général, en une phase au cours de laquelle le produit « subit » plusieurs phénomènes biologique(s), chimique(s) ou physique(s). Une OU est exprimée sous forme d'un nom commun : broyage, pressage, séchage ...
- ✓ Procédé de transformation : il s'agit d'une succession d'opérations unitaires, qui concourt à transformer le produit initial (appelé produit) en un produit fini consommable (exemple : procédé d'élaboration du beurre de karité à partir de la noix). Le procédé intègre les opérations unitaires et des flux physiques (types de matières ou énergies, températures, etc.).
- ✓ Diagramme synthétique de transformation : le procédé de transformation est représenté sous forme de diagramme vertical. On retrouve sur ce diagramme (en partant du haut du diagramme) le produit sous sa forme de matière première, chacune des opérations unitaires relevées sur les sites de transformation, et enfin le produit fini

(sous sa forme transformée). Ce diagramme ne présente que des informations générales (bilan massique, nom du produit avant / après l'opération unitaire).

- ✓ Diagramme d'opération unitaire : il s'agit d'une représentation sous forme d'un schéma détaillé de chacune des opérations unitaires du procédé de transformation. Ce diagramme d'opération unitaire regroupe les informations relatives aux flux de produits, à la nature, la qualité et la quantité des intrants/extrants mis en œuvre sur un poste de travail.
- ✓ Équipement : « outils » ou « machines » mis en œuvre dans le procédé.

### 3. Principe

La caractérisation du procédé de transformation repose sur une description méthodique qualitative et quantitative des différentes opérations unitaires de transformation du produit.

Sur le site de transformation, des informations peuvent être relevées par les personnes en charge du diagnostic suite à leurs propres observations, des enregistrements, des prélèvements et analyses d'échantillons, des interviews des opérateurs et des responsables du site. Cette description permet d'appréhender l'effet des facteurs mis en jeu sur la qualité du produit à différentes étapes et sur les performances globales du procédé de transformation.

La caractérisation du procédé de transformation de la PME s'appuie sur les documents présentés ci-après.

### 4. Procédure

Les actions à mettre en place sont organisées en 3 séquences :

- Avant le déplacement sur site de la PME : il convient essentiellement d'identifier le site à visiter (si possible, pré-identification d'un diagramme synthétique de transformation du procédé : lieu, temps à y passer...), de déterminer des éventuels points de prélèvement et de réunir le matériel nécessaire à la caractérisation des procédés de transformation.
- Une fois sur site, un relevé d'informations complet est réalisé sur la base d'observations, d'enregistrement de données, de prélèvements d'échantillons de produits, d'intrants et d'extrants à différentes étapes du processus, d'interviews des opérateurs et des responsables des sites.
- La compilation et la mise en forme de toutes les données recueillies peut se faire dans un livrable, selon le plan indicatif fourni dans les tableaux

récapitulatifs ci-après. Une notice didactique est ensuite proposée. Elle inclut des fiches de travail à renseigner et des exemples.

QUAND ?	ACTIONS	DOCUMENTS À SE PROCURER / ÉLABORER
AVANT	<b>PARTIE 1 : PRÉPARATION DE LA MISSION DE TERRAIN</b>	
	1- Identifier le site 2- Décider des points de prélèvement de produits, intrants et extrants 3- Élaborer, le cas échéant, les documents ci-contre 4- Réunir le matériel nécessaire pour la mission de terrain (formulaire à remplir, instrumentation, matériels de caractérisation, de prélèvement...)	Diagramme synthétique de transformation (si possible) Tableau des points de prélèvements de produits

QUAND ?	ACTIONS	DOCUMENTS À ÉLABORER
SUR SITE	<b>PARTIE 2 : RÉALISATION DE LA CARACTÉRISATION SUR CHAQUE SITE</b>	
	1- Assister au déroulement de chaque opération unitaire 2- Remplir les fiches 3- Instrumenter, le cas échéant, les produits / équipements pour relevés / enregistrements 4- Prélever, référencer et stocker les échantillons de produits, extrants et intrants 5- Interviewer chaque opérateur 6- Relever les coûts 7-Réaliser photos, vidéos et enregistrements (stocker fichiers) 8- Interviewer le responsable du site	<u>Pour le site :</u> Diagramme synthétique de transformation (fiche 1)  <u>Pour chaque opération unitaire :</u> Diagrammes d'opération unitaire (fiche 2) Éléments quantitatifs de l'opération unitaire (fiche 3) (Avec tableau des coûts (fiche 4)) Description qualitative de l'opération unitaire (fiche 5) Interviews de l'opérateur d'opération unitaire (fiche 6)  <u>Pour l'ensemble de l'unité :</u> Interview du responsable du site (fiche 7) Schéma d'ensemble du site de transformation (fiche 8)



QUAND ?	ACTIONS	DOCUMENTS À ÉLABORER
APRÈS	<b>PARTIE 3 : MISE EN FORME ET ÉLABORATION D'UN LIVRABLE</b>	
	1- Transporter et procéder aux analyses de produits, intrants et extrants prélevés sur le site 2- Mettre au propre les tableaux et fiches faites sur site 3- Sélectionner et éditer les photos, graphiques d'enregistrements 4- Compiler les résultats d'analyses 5- Rédiger des commentaires sur les points marquants, notamment en termes de description et de pistes d'amélioration vs la durabilité des procédés 6- Assembler le livrable (voir plan ci-contre)	<u>Sommaire du livrable :</u> 1- Présentation générale 2- Schéma d'ensemble du site de transformation 3- Diagramme synthétique de transformation 4- Documents d'opérations unitaires 4.1- Opération unitaire 1 (OU 1) 4.1.1- Diagramme de l'OU 1 4.1.2- Éléments quantitatifs de l'OU 1 4.1.3- Description qualitative de l'OU 1 4.1.4- Interview opérateur de l'OU 1 4.1.5- Photos et graphiques d'enregistrement. 4.2- Opération unitaire 2 (OU 2) 4.2.1- ...idem ..... 4.n- Opération unitaire n (OU n) idem 5- Tableaux de résultats d'analyses des produits 6- Interview du responsable de site 7- Commentaires sur les points marquants <u>Annexes :</u> Informations supplémentaires diverses : Photos, Vidéos sur CD-Rom, etc...

## 5. Mesures in situ

Le protocole définit *a priori* quelques appareillages utiles et nécessaires à la caractérisation précise d'un procédé de transformation. Si possible, à la lecture du diagramme synthétique de transformation et de son analyse critique, les besoins d'appareillages qui s'avèrent nécessaires sur site doivent être listés. Ci-dessous, pour mémoire, des indications pour certaines mesures.

- Mesures avec enregistrement si possible/nécessaire de conditions d'air ambiantes, de fluides ou produits (bain de cuisson, de chauffage, ...) : centrale d'acquisition équipée de sondes de mesures de température, d'humidité relative et de vitesse d'air, ... et/ou de mesures à l'intérieur d'un fluide ou d'un produit. Attention à l'adaptation des capteurs à leur gamme / précision de mesure.
- Mesures de volumes : seaux gradués.
- Mesure des durées : chronomètre, mesures en heures, minutes ou secondes.
- Pesées : systèmes suspendus (type dynamomètre) ou au sol (balance type pèse-personne, balance de vente sur marché) de portée de 1 à 100 kg, avec définition préalable des gammes et précisions de mesures de poids.
- Appareils photos (ou via smartphone)
- Microordinateur pour le stockage des données, photos, vidéos... Prévoir un système de sauvegarde externe fréquente (clé USB, disque externe).
- Contenants adaptés pour les prélèvements des échantillons et leur stockage.

## 6. Analyses des produits (en laboratoire)

Des échantillons peuvent être prélevés et sont à acheminer vers des laboratoires pour être analysés. Prévoir des contenants pour conditionner les prélèvements solides ou liquides, de produits, intrants et extrants. **Attention : les points de prélèvement de produits, intrants et extrants ont été définis en première séquence (préparation de la mission de diagnostic).**



# Notice didactique

---

## NOTICE DIDACTIQUE POUR REMPLIR LES FICHES DE TRAVAIL DU PROTOCOLE DE DIAGNOSTIC DE LA PME

### Introduction sur la démarche à suivre :

Afin de **garantir une analyse complète et systématique** de l'ensemble du procédé de transformation que subit le produit considéré, les outils suivants ont été mis en place :

- Le diagramme synthétique de transformation à la PME,
- Le diagramme de l'opération unitaire,
- La fiche d'éléments quantitatifs de l'opération unitaire,
- La fiche du tableau des coûts à prendre en compte pour l'opération unitaire,
- La fiche de description qualitative de l'opération unitaire,
- Les fiches d'interview de(s) opérateur(s) de l'opération unitaire et du responsable de l'unité,
- La fiche du Schéma d'ensemble du site de transformation.

Ces documents doivent être produits de manières méthodique et exhaustive, afin le cas échéant, de pouvoir se consacrer à une réingénierie optimale.

La démarche permet de collecter un grand nombre d'informations qualitatives et quantitatives traitant différents aspects du site de transformation visité. Chaque opération unitaire est évaluée par rapport à l'évolution du produit, la qualité des équipements utilisés (consommation d'énergie, qualité de l'aliment, ...), la production d'extrants (effluents, co-produits / résidus, ...), la pénibilité des tâches, l'avis du producteur et de l'opérateur ...

Pour chaque produit de la PME, un livrable dont le plan est rappelé ci-dessous, est rédigé.

## Sommaire du livrable

- 1- Présentation générale de la PME
- 2- Schéma d'ensemble du site de transformation
- 3- Diagramme synthétique de transformation
- 4- Documents d'opérations unitaires (et utilités si présentes)
  - 4.1- Opération unitaire 1 (OU 1)
    - 4.1.1- Diagramme de l'OU 1
    - 4.1.2- Éléments quantitatifs de l'OU 1
    - 4.1.3- Description qualitative de l'OU 1
    - 4.1.4- Interview opérateur(s) de l'OU 1
    - 4.1.5- Photos et graphiques d'enregistrement
  - 4.2- Opération unitaire 2 (OU 2)
    - 4.2.1- ...idem  
.....
  - 4.2- Opération unitaire n (OU n)
    - 4.2.n- ...idem  
.....
- 5- Tableaux de résultats d'analyses des produits
- 6- Interview du responsable de site
- 7- Commentaires sur les points marquants (préciser / commenter des points particuliers à mettre en avant en vue d'une éventuelle réingénierie)

Annexes :

Informations supplémentaires diverses :

Photos, Vidéos sur CD-Rom, etc...

## Fiches et exemples

---

### Diagramme synthétique de transformation

Avant de se rendre sur le site de la PME, la première étape consiste en l'éventuelle consultation (bibliographie par exemple) d'un diagramme synthétique de transformation traditionnelle.

Le diagramme synthétique représente le processus « normal » que doit suivre tout produit brut pour arriver au stade final de produit fini.

Il faut y répertorier les grandes phases de la transformation du produit : les opérations unitaires (OU).

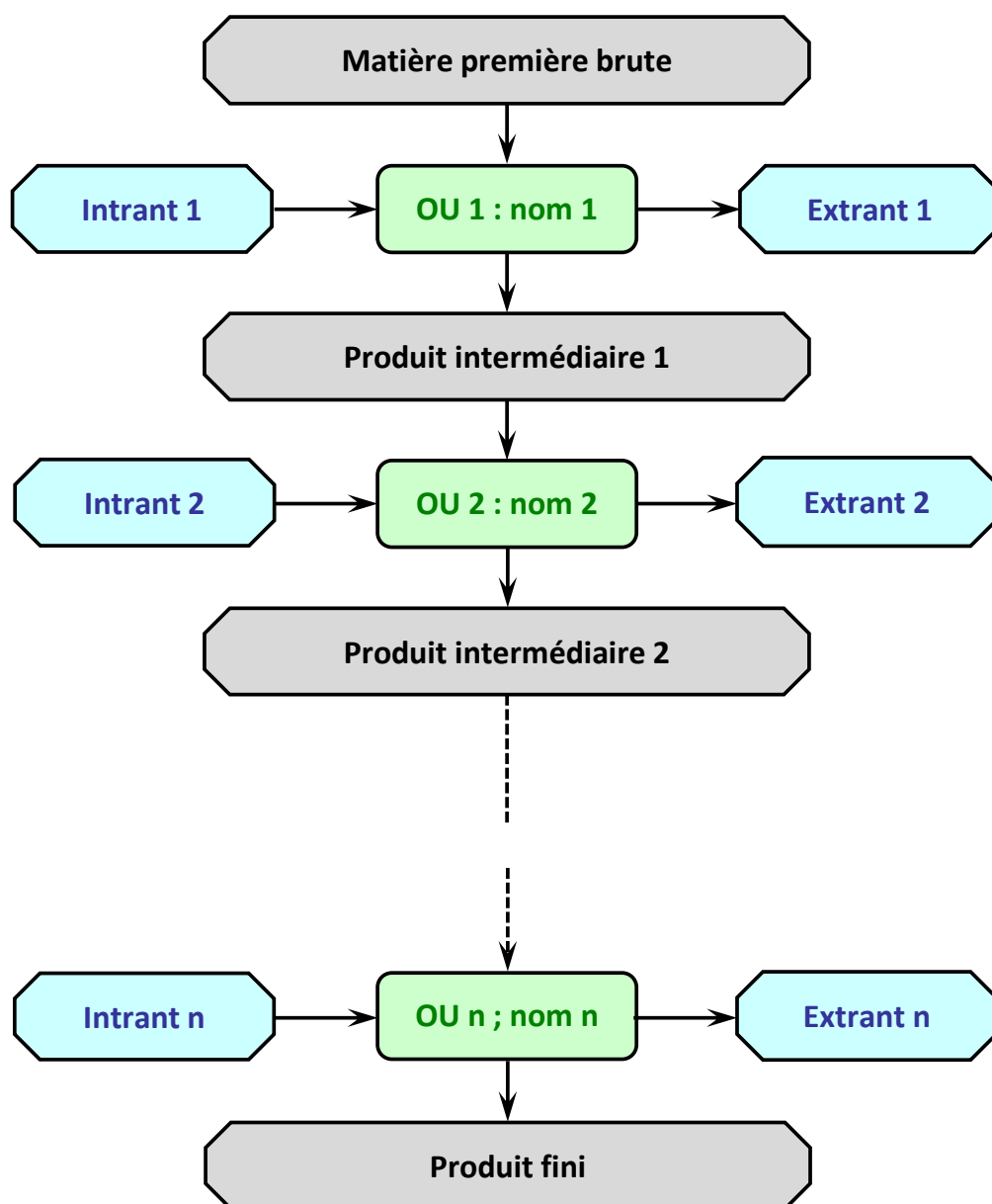
Le diagramme est représenté en colonne, avec en tête, le produit brut, et en fin de liste, le produit final. Des flèches, orientées vers le bas, sont disposées entre chaque opération unitaire. Si une même opération unitaire est répétée ultérieurement, il faut créer une opération unitaire de même nom et la distinguer par un chiffre, même si elle utilise les mêmes équipements. Pour chaque opération unitaire, il est important de relever les intrants (utilités : eau, type d'énergie ; ingrédients ; ...) et les extrants (co-produits, fluides, effluents, ...).

Sur la fiche 1 de la page 13, un exemple « vierge ».

Sur la fiche 1 de la page 14, un exemple « concret » de ce que peut être le diagramme synthétique de transformation de mangue en mangue séchée en filière biologique.

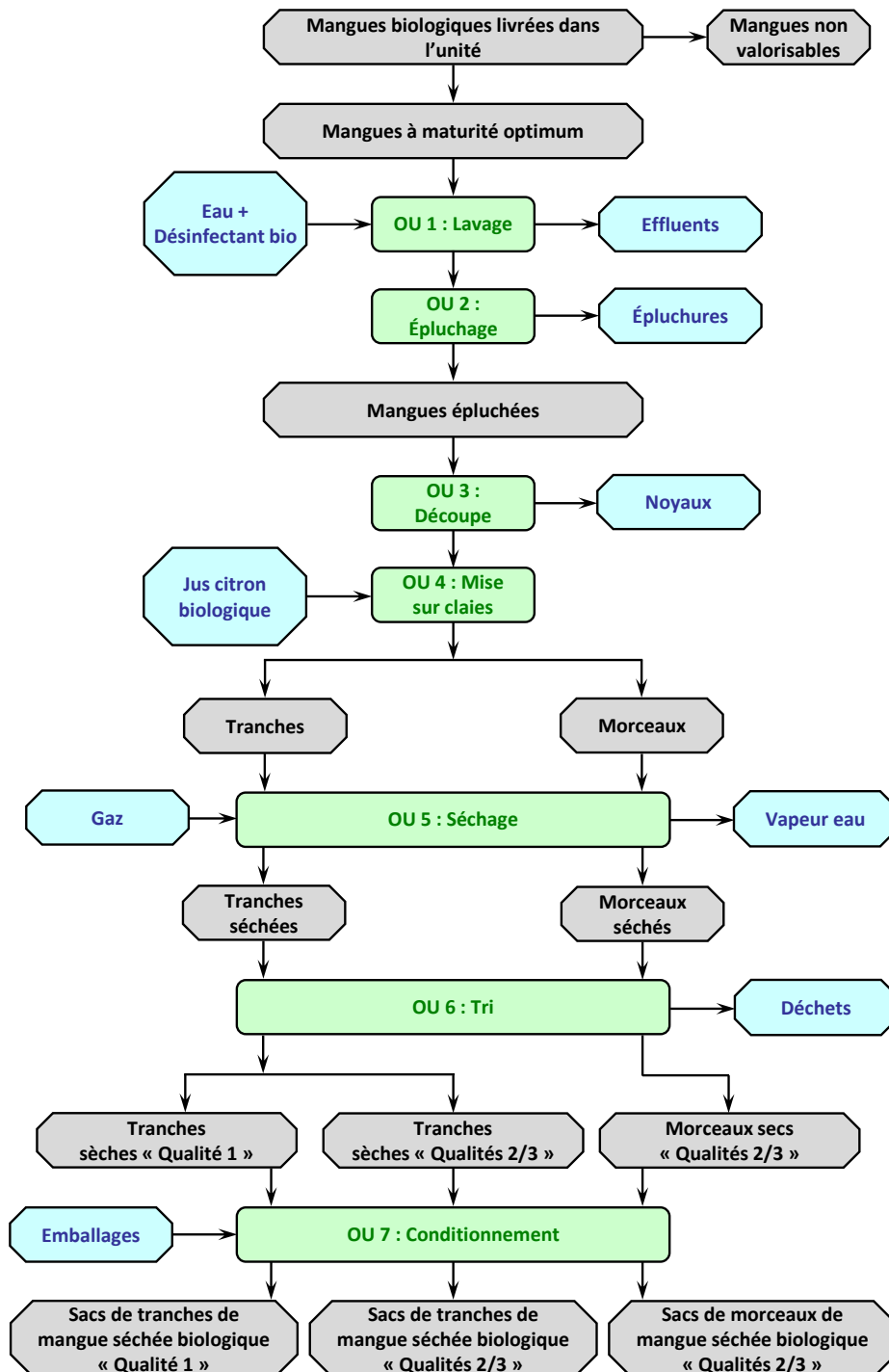
## FICHE 1 : Diagramme synthétique de transformation

---



## FICHE 1 : Diagramme synthétique de transformation

### Mangue fruit en mangue séchée en filière biologique

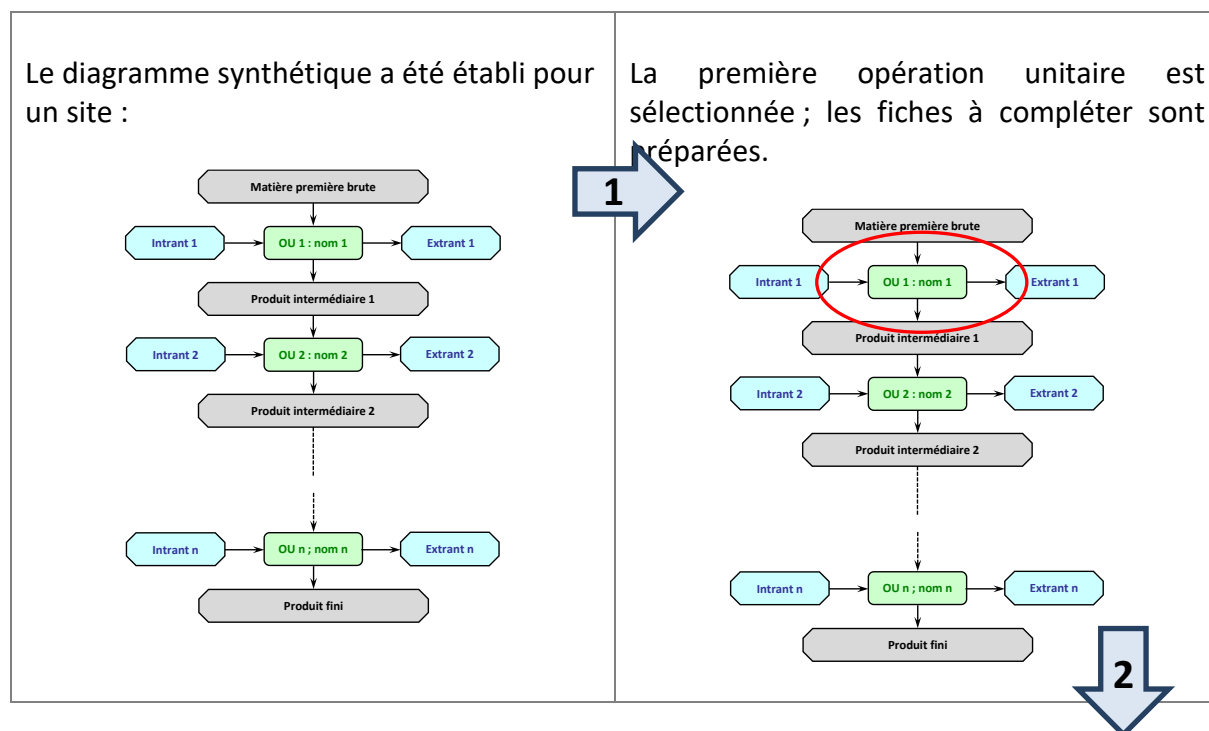




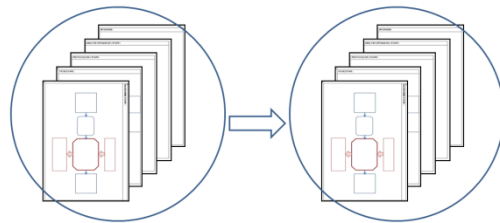
## Diagramme d'opération unitaire (et d'utilité si présente)

Un second niveau de détail est le diagramme par opération unitaire. Il est réalisé à partir des observations de détail réalisées sur site à chaque opération unitaire. Il est ensuite mis au propre en vue de la construction du livrable.

La figure ci-après indique la démarche qui conduit du diagramme synthétique de transformation spécifique jusqu'à la fiche détaillée de chaque opération unitaire du procédé (diagramme d'opération unitaire).



Les opérations unitaires suivantes sont analysées de la même façon.

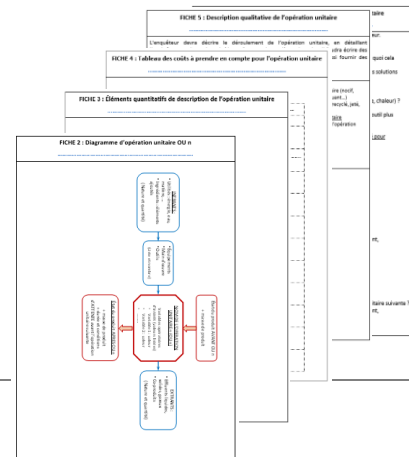


OU 1

OU 2

L'opération unitaire est analysée, les fiches sont complétées :

- Diagramme d'opération unitaire
- Éléments quantitatifs de l'opération unitaire
- Tableau des coûts
- Description qualitative de l'opération unitaire
- Interview d'opérateur

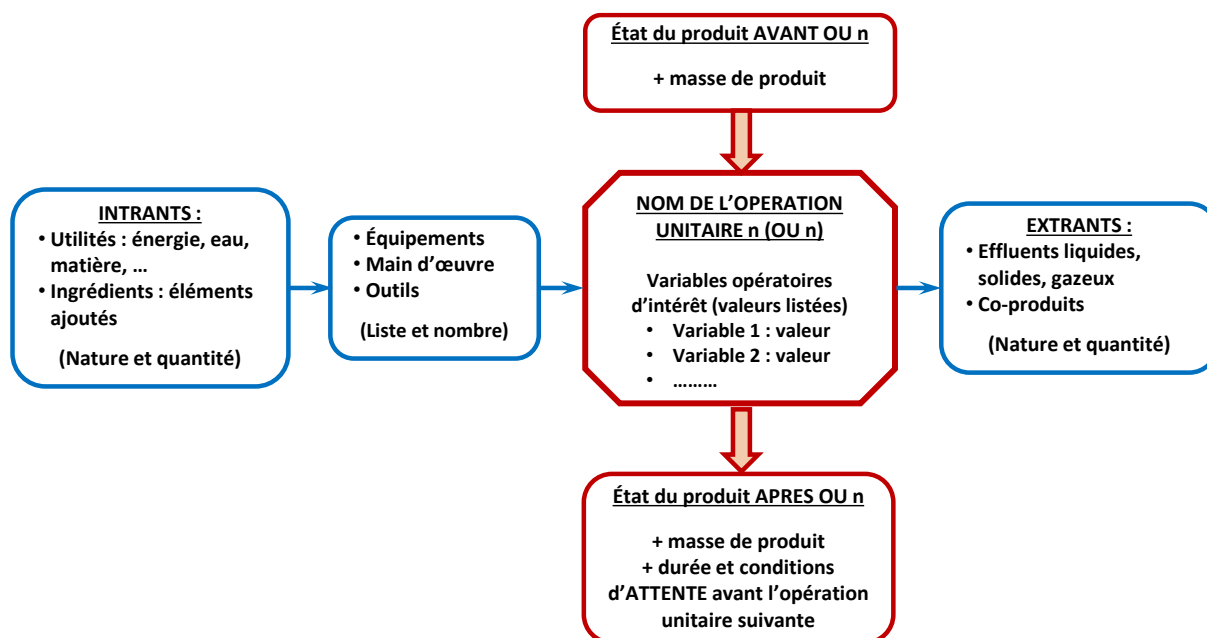


À partir du diagramme synthétique, chaque opération unitaire est identifiée et schématisée sous forme d'un diagramme d'opération unitaire. Il permet une visualisation claire, rapide et efficace de l'opération unitaire et pourra servir ultérieurement à cibler aisément de potentielles pistes d'amélioration.

#### Description des composantes du diagramme d'opération unitaire (cf. figure ci-dessous) :

- ✓ La zone centrale représente l'opération unitaire. C'est dans cette zone que l'on indique le nom de l'opération unitaire et son numéro (d'après le diagramme synthétique de transformation), et les valeurs des variables opératoires d'intérêt qui caractérisent le processus de transformation.
- ✓ Au-dessus et en dessous de cette zone sont indiqués, respectivement avant et après transformation, le nom générique du produit, son état ainsi que sa masse.
- ✓ Il faut aussi lister et quantifier, sur la gauche, l'ensemble des intrants ou éléments apportés au cours de l'opération unitaire, en distinguant les utilités (eau, (bio)énergie, ...) et les ingrédients (éléments apportés au produit). Les éléments « nature, origine et quantité » (exemples : électricité réseau, électricité PV, électricité groupe électrogène) doivent être précisés sur la fiche 5 (description qualitative de l'opération unitaire).
- ✓ Toujours sur la gauche, les équipements, la main d'œuvre, et les outils utilisés au cours de l'opération unitaire sont précisés.
- ✓ De même, sur la partie droite, l'ensemble des extrants selon leur nature « effluents, co-produits, gazeux, liquide ou solide » sont recensés. Les éléments « nature,

devenir et quantité » (exemples : effluent vers rejet direct, effluent vers bassin de décantation, cendres vendues, cendres épandues ...) doivent être précisés sur la fiche 5.

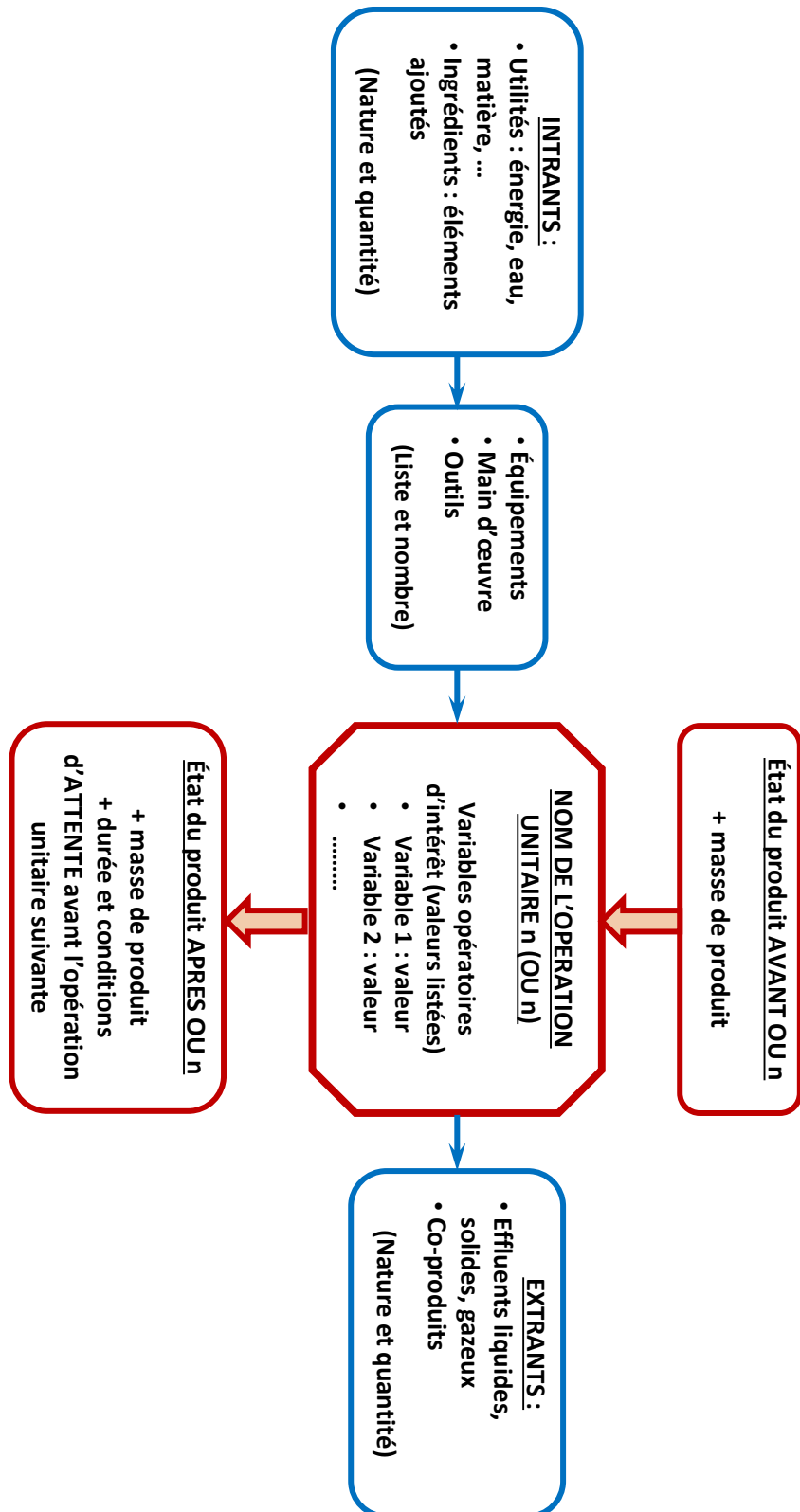


Représentation du diagramme d'opération unitaire

Sur la fiche 2 de la page 18, un exemple « vierge ».

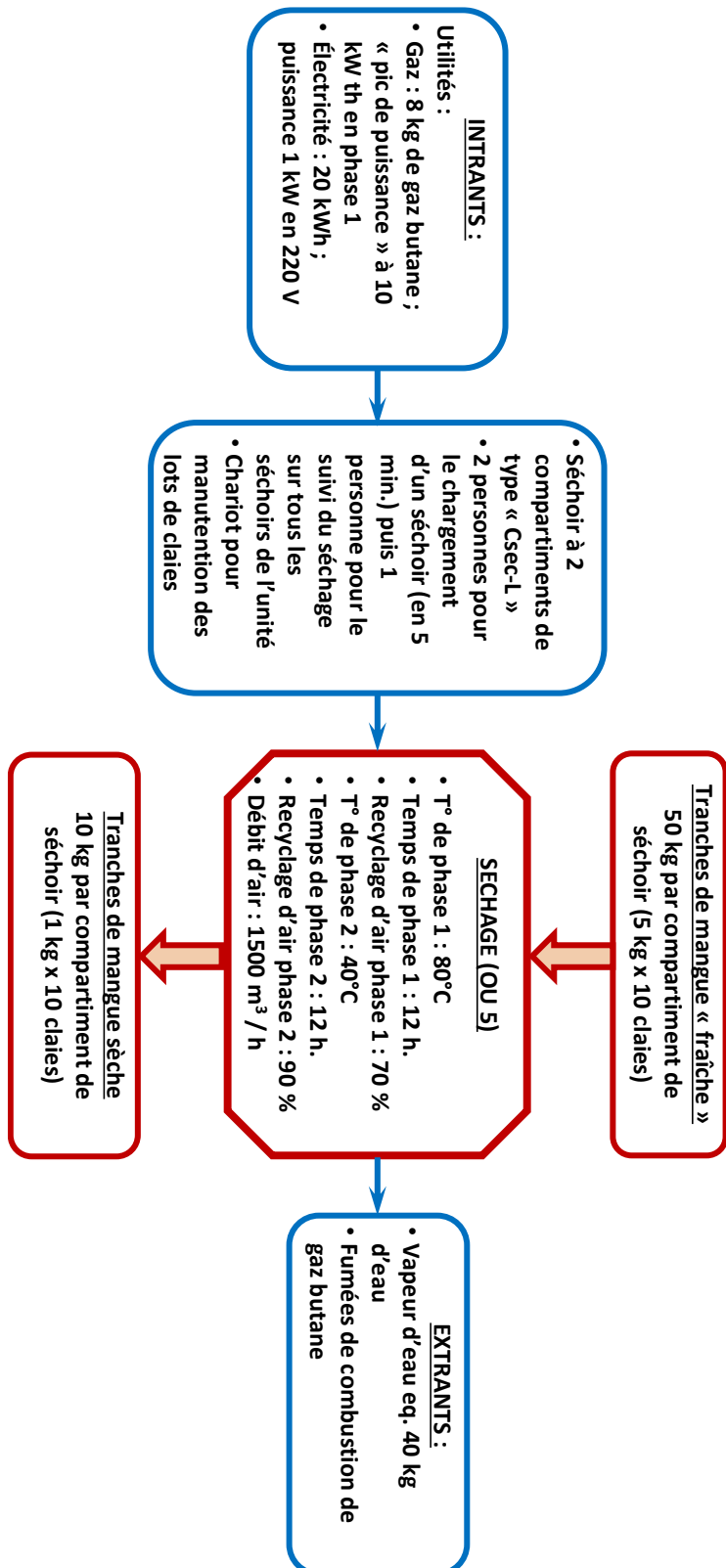
Sur la fiche 2 de la page 19, un exemple « concret » de ce que pourrait être le diagramme de l'opération unitaire de séchage de tranches de mangue.

## FICHE 2 : Diagramme d'opération unitaire OU n



## FICHE 2 : Diagramme d'opération unitaire OU 5

### Séchage de tranche de mangue



## Fiche n°3

---

### Éléments quantitatifs de l'opération unitaire

Sur cette fiche, il faut expliciter le cas échéant l'ensemble des modèles de calculs, des hypothèses et des méthodes de mesures, ayant permis de compléter le diagramme de l'opération unitaire.

Certains aspects peuvent être approfondis, des remarques sur les moyens disponibles (ergonomie spécifique, organisation de la main d'œuvre, ...) et le degré de confiance à accorder à certaines valeurs peuvent être notés.

La fiche n°3 vierge est en page 21. Sur la fiche n°3 de la page 22, un exemple « concret » de ce que pourrait être les éléments quantitatifs de l'opération unitaire de séchage de tranches de mangue.

## Fiche n°4

---

### Tableaux des coûts

De même, un tableau des coûts (fiche vierge n°4, page 23), très utile pour le bilan économique peut être généré. Quelques conseils pour le remplir se trouvent à la page 24.

### FICHE 3 : Éléments quantitatifs de description de l'opération unitaire

.....



### FICHE 3 : Éléments quantitatifs de description de l'opération unitaire OU 5

#### Séchage de tranche de mangue

##### Intrants :

- Le gaz consommé est du gaz butane (cf inscription sur la bouteille)
- La quantité « massique » de gaz butane consommée est évaluée par pesée de la bouteille sur un pèse-personne. La pesée de bouteille se fait toutes les heures pour chacune des deux phases de séchage
- La puissance P (exprimé en kW) se calcule selon la formule :

$$P = \frac{\text{Masse de gaz consommée (kg)}}{\text{Temps de séchage (s)}} \times PCI_{\text{gaz}} \left( \frac{\text{kJ}}{\text{kg de gaz}} \right)$$

Avec PCI du gaz butane = 45 752 kJ / kg gaz butane  
(Source : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Pouvoir\\_calorifique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pouvoir_calorifique))

- Sur un temps défini, la quantité d'électricité consommée par le ventilateur est obtenue par la lecture du compteur électrique de l'unité, au début et à la fin de ce temps. Ce sont des kWh. Pour apprécier la puissance électrique consommée par le ventilateur, ce nombre de kWh est divisé par le temps de consommation.

##### Variables opératoires :

- Les sondes de températures sont positionnées à mi-hauteur du séchoir

##### Main d'œuvre :

- 2 personnes sont mobilisées pour le chargement d'un séchoir (en 5 min.) puis 1 seule personne pour le suivi du séchage et pour tous les séchoirs de l'unité

## FICHE 4 : Tableau des coûts à prendre en compte pour l'opération unitaire

Monnaie locale : .....		Conversion : 1 € = .....
Type	Unités	Prix
Électricité <sup>(1)</sup>	kWh (kilowatt-heure)	..... / kWh
Eau <sup>(2)</sup>	m <sup>3</sup> ou à préciser <sup>(3)</sup>	..... / m <sup>3</sup> ou ..... / ..... <sup>(4)</sup>
Gasoil ou essence <sup>(5)</sup>	l. (litre)	..... / l.
Gaz ; type ..... <sup>(6)</sup>	contenant <sup>(7)</sup>	..... / ..... <sup>(8)</sup>
Bois	(9)	(10)
Biomasse type ..... <sup>(11)</sup>	(12)	(13)
Ouvriers	(14)	..... / ..... <sup>(15)</sup>
Chef d'équipe	(14)	..... / ..... <sup>(15)</sup>
Autres personnel	(14)	..... / ..... <sup>(15)</sup>
Matière première	kg (kilogramme)	..... / kg
Autres ingrédients <sup>(16)</sup>	kg (kilogramme)	..... / kg
Co-produits/résidus <sup>(17)</sup>	kg (kilogramme)	.... / kg

- (1)** Le fournisseur d'électricité facture des kWh. Se rapprocher de ce fournisseur pour avoir l'information du prix par kWh. Si impossibilité, se procurer une facture de ce fournisseur auprès de l'entreprise diagnostiquée et diviser le montant de la facture par le nombre de kWh consommés.
- (2)** Le fournisseur d'eau facture des m3. Se rapprocher de ce fournisseur pour avoir l'information du prix par m3. Si impossibilité, se procurer une facture de ce fournisseur auprès de l'entreprise diagnostiquée et diviser le montant de la facture par le nombre de m3 consommés.
- (3)** L'eau peut être approvisionnée à partir de point d'eau du secteur urbain, dans des fûts (20 litres, 200 litres) ; donner ou estimer le volume.
- (4)** Donner le prix en montant de monnaie locale / contenant.
- (5)** Le carburant (gasoil ou essence à préciser) est utilisé dans des groupes électrogènes ou dans des moteurs thermiques. Le prix peut être relevé dans une station-service ; il est donné en montant de monnaie locale / litre.
- (6)** En général type « butane » ou « propane ».
- (7)** Préciser le contenant : bouteille de 6 kg ou bouteille de 13 kg (valeurs de masse correspondant à la quantité de gaz contenue dans la bouteille).
- (8)** Donner le prix en montant de monnaie locale / contenant. Le prix est relevé sur le lieu de commercialisation : station-service ou boutique.
- (9)** Donner ou estimer la quantité de conditionnement du bois : charrette, tas, ... idéalement associée à une valeur de masse (kg). Accompagner de photos si estimation donnée à partir d'un contenant.
- (10)** Donner le prix en montant de monnaie locale / unité de conditionnement.
- (11)** Préciser le type de biomasse : coques, charbon, ...
- (12)** Donner ou estimer la quantité de conditionnement de la biomasse : charrette, tas, plat, ... idéalement associée à une valeur de masse (kg). Accompagner de photos si estimation donnée à partir d'un contenant.
- (13)** Donner le prix en montant de monnaie locale / unité de conditionnement.
- (14)** Préciser « par h » ou « par jour » ou « par mois » ou « à la tâche ».
- (15)** Donner le montant en monnaie locale / par temps de rémunération (h ou jour ou mois).
- (16)** Donner le type d'ingrédients.
- (17)** Indiquer 0 si les co-produits sont donnés ou mis à disposition.

### Description qualitative de l'opération unitaire

Pour chaque opération unitaire, il faut faire une description de toutes les observations visuelles du déroulement. Penser à noter les faits et gestes des opérateurs, relever les tâches qui semblent pénibles, les outils et les équipements de protection individuelle (EPIs) utilisés pour opérer l'équipement, ...

Relever si possible des indications quantitatives (nombre d'opérateurs (distinguer homme/femme), relevés de poids, durée de sous-tâches, ...) qui permettent, le cas échéant, de mieux comprendre certains phénomènes.

Ne pas hésiter à noter tout point marquant ou anomalie observée, en particulier tout point susceptible d'être amélioré selon votre expertise. Par exemple, repérer des usages inadaptés ou susceptibles d'accélérer l'usure d'un outil/équipement associé à l'opération unitaire ou susceptibles d'altérer la qualité du produit.

Ne pas oublier de compléter le descriptif de photos et de schémas. La fiche n°5 vierge est en page 26.

De cette analyse, l'enquêteur pourra décider d'effectuer des prélèvements supplémentaires sur le produit, les intrants, les extrants, ou les outils ; pour des mesures sur site, ou en laboratoire.

## FICHE 5 : Description qualitative de l'opération unitaire



L'enquêteur doit décrire le déroulement de l'opération unitaire, en détaillant l'enchaînement des actions du/des opérateurs de manière exhaustive. Il faut écrire des remarques qualitatives et notifier d'éventuelles anomalies. Il faut aussi fournir des photos, des schémas et des films.

La *check-list* ci-dessous est proposée afin d'appuyer l'enquêteur.

<p><b><u>Produit</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensions caractéristiques avant (taille, poids, ...)</li> <li>• Dimensions caractéristiques après (taille, poids, ...)</li> </ul> <p><b><u>Équipements/Outils</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensions caractéristiques</li> <li>• Mode d'emploi / Conduite de l'équipement</li> <li>• Pénibilité</li> <li>• Sécurité</li> <li>• Hygiène des équipements/outils</li> </ul>	<p><b><u>Moyens humains</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hygiène du personnel</li> <li>• Nb de personnes sur l'opération unitaire</li> <li>• Organisation temporelle du travail</li> <li>• Répartition des tâches</li> </ul> <p><b><u>Opération unitaire</u></b></p> <p>Efficacité de l'opération unitaire (en termes « <i>cela fonctionne bien ou pas</i> »)</p>	<p><b><u>Intrants</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensions caractéristiques</li> <li>• Approvisionnement (provenance et conditionnements)</li> <li>• Aspect sanitaire (propre ou sale)</li> </ul> <p><b><u>Extrants</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspect sanitaire (nocif, nuisible, polluant...)</li> <li>• Destination (recyclé, jeté, vendu...)</li> </ul>
---	---	---

## Fiche n°6

---

### Interview de l'opérateur de l'opération unitaire

## Fiche n°7

---

### Interview du responsable de site

Le but de ces deux fiches 6 et 7 est de récolter des informations qui peuvent échapper aux observations de l'enquêteur. Il s'appuie sur un questionnaire qui permet de décrire les contraintes, les critères et les objectifs vus par l'opérateur et le responsable du site de transformation. Des listes de questions sont proposées.

Cette analyse permet de mieux comprendre le contexte du site de transformation, et l'état d'esprit des employés qui y travaillent.

Ces informations sont essentielles pour une éventuelle phase ultérieure de réingénierie. En effet, elles permettent de mesurer l'adéquation entre les priorités de l'utilisateur et le système proposé à l'issue de la réingénierie.

On peut ainsi s'assurer de l'acceptabilité, pour l'utilisateur, des propositions de réingénierie qui seront faites.

Deux types d'interviews sont menées:

- Interview des opérateurs d'opération unitaires (à administrer si possible à chaque opération unitaire) : fiche vierge n°6 en page 28 et 29.
- Interview du responsable du site de transformation : fiche vierge n°7 en page 30 et 31.

## Fiche n°8

---

### Schéma d'ensemble du site de transformation

Un schéma d'ensemble (fiche vierge n°8) page 32 doit être élaboré. Il matérialise l'implantation des postes/zones de travail et équipements, et le cheminement du produit et des intrants tels qu'observés sur site. Ce schéma est réalisé sans formalisme particulier (par exemple une représentation des postes/zones de travail et équipements en vue de dessus 2D). Un exemple de schéma d'un site de séchage de mangue est présenté sur la fiche en page 33.

## FICHE 6 a : Interview de l'opérateur de l'opération unitaire

La *check-list* de questions ci-dessous est proposée afin d'appuyer l'enquêteur.

### a) Pour l'opérateur lui-même

- Préciser : homme ☐ / femme ☐
- Age :
- Origine (local/migrant) :
- Type de contrat (salarié permanent/saisonnier ou membre du groupement) :
- Ancienneté dans la PME / groupement :
- Ancienneté sur ce poste :
- Niveau d'éducation et où :
- Formation spécifique pour l'opération ? :
  - Si oui : par qui ? Sur le tas ? Organisme spécifique > Préciser.

### b) Pour l'opération unitaire elle-même

- La quantité de produits traités à chaque production peut-elle varier ? De quoi cela dépend-il ?
- Le combustible ou l'eau (ou autre intrants) peuvent-ils manquer ? Quelles solutions existent pour y palier ?
- Quelles sources d'énergie sont utilisables ?
- Quels sont les gestes opératoires les plus pénibles, les plus dangereux ?
- Avez-vous déjà été blessé (« accident du travail ») en réalisant cette opération unitaire ?
- Est-ce que l'ergonomie de l'opération unitaire pourrait être améliorée selon vous ? Si oui, comment ?
- L'opération unitaire produit-elle des nuisances particulières (bruit, fumée, chaleur) ?
- L'opération unitaire pourrait-elle être raccourcie ? Pourquoi, comment ?
- L'outil ou la machine fonctionne-t-il correctement ? Connaissez-vous un outil plus adapté ? Préciser.
- Quelles sont les principales causes de blocage d'activité au niveau de cette opération ?
- Faites-vous parfois recours à d'autres opérateurs/collègues/personnes externes à l'entreprise pour résoudre ces blocages ? Pourquoi ?



## FICHE 6 b : Interview de l'opérateur de l'opération unitaire

La *check-list* de questions ci-dessous est proposée afin d'appuyer l'enquêteur.

### c) Fabrication / Montage / Démontage / Transport de l'équipement utilisé pour l'opération unitaire

- D'où provient l'outil / la machine ?
- Acheté(e) ? où ?
- Fabriqué(e) sur place ?
- Facile à fabriquer ? (Trouve-t-on les pièces ?)
- Qui assure l'entretien de la machine (en interne à la PME/groupement ou externe ?)
- À quelle fréquence est réalisé l'entretien ?
- La machine doit-elle être démontable ?
- L'outil / la machine doivent-ils être transportables ? Pourquoi ?
- Au bout de combien de temps est-il/elle inutilisable ?
- Que fait-on de l'outil / machine une fois qu'il/elle est devenu(e) inutilisable ?
- L'outil/machine sert-il à d'autres opérations dans ou hors de ce procédé ?

### d) Qualité Produit

- Quelle est l'opération unitaire précédente ?
- Le produit est-il traité immédiatement ?
- Si non, dans quelles conditions attend-il le cas échéant ? (Durée, contenant, température)
- Le produit qui arrive est-il toujours de bonne « qualité » ?
- Quels peuvent être les défauts ?
- Arrive-t-il que le produit soit inutilisable ?
- Comment savez-vous que l'opération unitaire est achevée ?
- L'opération unitaire peut-elle « rater » ? préciser.
- Que faites-vous des produits écartés ?
- Quelle est l'opération unitaire suivante ?
- Une fois le produit prêt, est-il immédiatement utilisé dans l'opération unitaire suivante ?
- Si non, dans quelles conditions attend-il le cas échéant ? (Durée, contenant, température) ?

## FICHE 7 a : Interview du responsable de site

---

La *check-list* de questions ci-dessous est proposée afin d'appuyer l'enquêteur.

### a) Matières premières et intrants

- D'où viennent la matière première et les intrants (particulièrement les énergies) ?
- Citer les « acteurs » (fournisseurs, autres entreprises, ...)
  - \* Types de fournisseurs : en directe avec les exploitations agricoles familiales, grandes exploitations, commerçants/grossistes ? Compagnie nationale (électricité) ? ...
  - \* Localisation par rapport au groupement/PME
- Combien de temps avant transformation sont-ils achetés ?
- Comment sont-ils stockés, par qui (nb de personnes, genre, ...) ?
- Arrive-t-il qu'ils manquent ? Si oui, pourquoi (disponibilité ? gestion de stock ?) ?
- Quels sont les paramètres qui déterminent la qualité de la matière alimentaire ? Et ceux des principaux intrants ? Comment mesure-t-on ces paramètres de qualité ?
- Sont-ils parfois impropres à la transformation ?
- Est-ce que le prix d'achat de la matière première varie pendant l'année ? Si oui, de quelle ampleur : prix min/max/moyen selon le responsable sur la campagne de production passée ?
- Le prix d'achat de la matière première alimentaire peut-il bloquer l'activité ?
- Le prix d'achat des intrants peut-il bloquer l'activité ?
- Peut-on travailler avec d'autres matières premières alimentaires ?
- Peut-on travailler avec d'autres intrants ? Si oui, qui les fournit ou pourrait les fournir ?

### b) Qualité et commercialisation du produit

- Avez-vous des concurrents ? Qui ?
- Si oui comment est votre produit fini en comparaison : de meilleure ou de moins bonne qualité ? Plus cher ou moins cher ? (Préciser)
- Comment sa qualité est-elle garantie ? Faites-vous faire des analyses ?
- Existe-t-il des normes de qualité à satisfaire et/ou des labels ? Lesquel(le)s ? Par qui ?
- Les produits finis sont-ils stockés ?
- Quelles conditions, quelle quantité de stocks ?
- En cas de problème de conservation, connaissez-vous des moyens d'améliorer ces conditions ? Quels sont les freins à leur mise en œuvre ?
- Jusqu'où les produits sont-ils vendus ?
- Qui sont vos clients ?
- Quels sont les principaux acheteurs de vos produits ?
- Pourquoi n'exportez-vous pas ? Pays voisins ? Europe ?

## FICHE 7 b : Interview du responsable de site

---

La *check-list* de questions ci-dessous est proposée afin d'appuyer l'enquêteur.

### c) Unité de transformation, moyens humains et outils

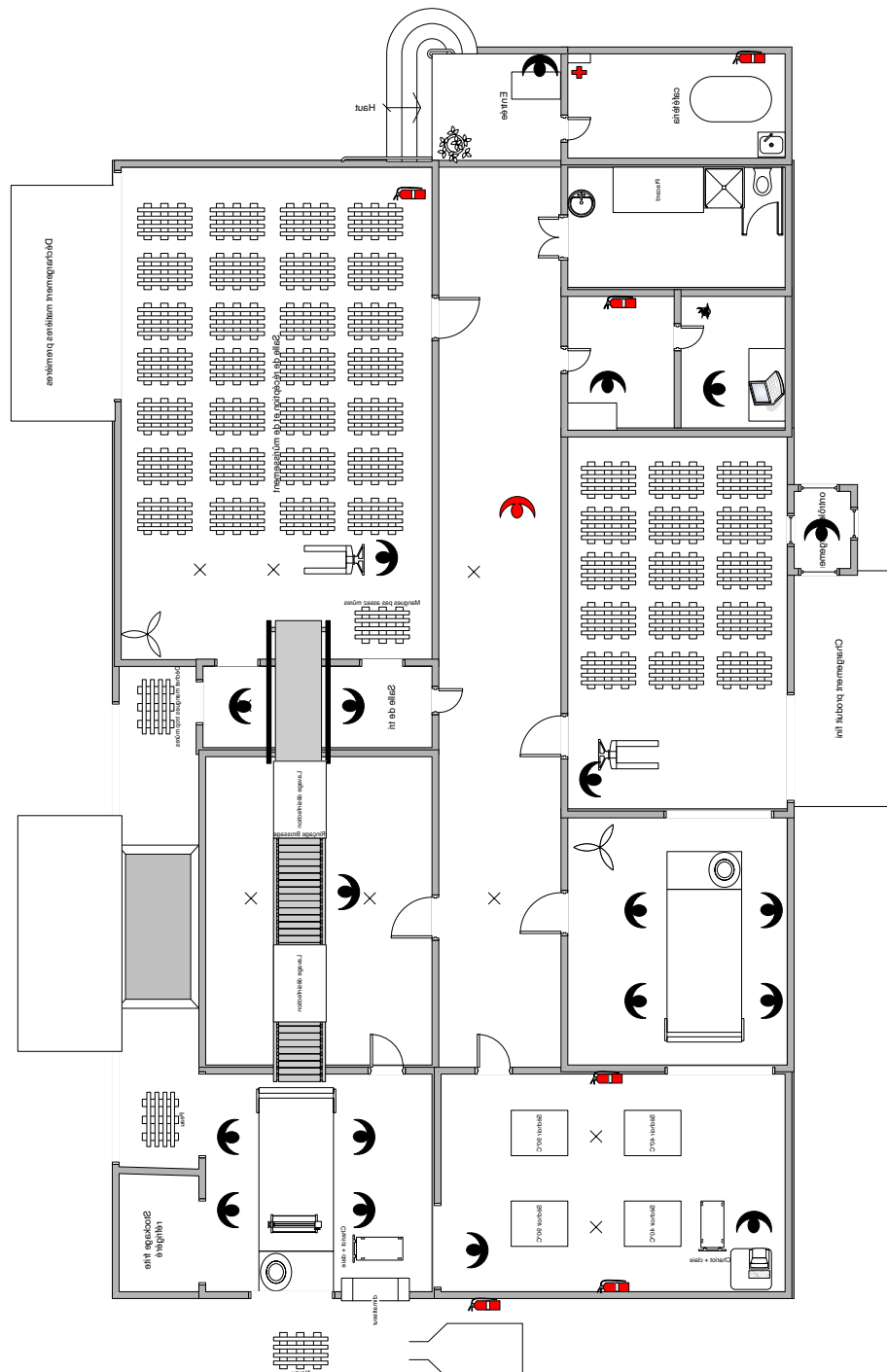
- L'unité de transformation a-t-elle un agrément ? Lequel ? Est-ce important/obligatoire ?
- Existe-t-il des normes de travail, de locaux ?
- Est-ce que vous rencontrez des difficultés pour recruter de la main d'œuvre ?
- Si oui, pourquoi : manque de main d'œuvre qualifiée ? Manque de main d'œuvre (même non qualifiée lors des pics de travail) ?
- Le personnel est-il compétent sur vos postes de travail et hors production ?
- Est-il formé ?
- Qui assure la formation dans ce cas : interne à la PME ou centre de formation ou autre ?
- Certaines opérations unitaires nécessitent-elles un savoir-faire et des initiatives de la part de l'opérateur ?
- Aimeriez-vous changer de matériel(s) ? Le(s)quel(s), pourquoi ?
- Pouvez-vous nous indiquer le prix approximatif des principaux équipements de transformation ?
- Avez-vous des problèmes avec le voisinage (odeurs, bruit, fumées, autres) ?
- Si oui, quelles solutions sont prévues ?
- Que faites-vous de vos co-produits / effluents / déchets ?
- Leur gestion/traitement pose-t-il problème ?
- Quel coût éventuel cela représente-t-il ?
- Qui les récupère ? Pour en faire quoi d'après ce que vous savez ?

## FICHE 8 : Schéma d'ensemble de l'unité de transformation

.....

## FICHE 8 : Schéma d'ensemble de l'unité de transformation

### Séchage de tranche de mangue



Document produit dans le cadre du projet  
BioStar, financé par l'Union Européenne  
(DeSIRA) et l'Agence Française de  
Développement (AFD)

