

- 1. Définitions**
- 2. Objectifs poids variable / poids fixe normes**
- 3. Critères et contextes impactant la gestion des pertes**
- 4. Les différents types de formats à traiter**
- 5. Les lames vibrantes à ultrasons précision / cadence**
 - 5.1 Principe de fonctionnement
 - 5.2 Description du principe d'amplification
 - 5.3. Quelques règles de conception
 - 5.4 Pilotage des ultrasons
 - 5.5. Présentation de 2 systèmes ultrasonores et vidéos
- 6. Essais et résultats de coupe critères d'analyse des pertes**
 - 6.1 Longe
 - 6.2 Meule
- 7. Capabilité et précision des machines de découpe**
- 8. Limites**

François Vulcain
Fondateur de Sodeva

SODEVA TDS

Savoie Hexapôle,
rue Charles Montreuil
73420 MERY

Tél : 33 (0)4 79 34 39 74

Fax : 33 (0)4 79 35 33 69

E-mail : contact@sodeva.com

Sites Internet :

www.sodeva.com

www.sodevamerica.com

www.tamsage.com

1 - L'état des fromages est déterminé par un volume fini d'une densité homogène ou variable dont la segmentation en isovolumes ou poids identiques implique la création d'un reste à gérer selon ses caractéristiques de réemploi.

Les pertes générées par la découpe ont des origines intrinsèques aux fromages :

- **l'insuffisance de poids marginale pour réaliser une portion vendable,**
- **Les nécessités d'arasage de détournage ou d'écroutage des fromages**
- **Les ouvertures dans les fromages**

Et techniques:

- **Les zones d'ombre existant lors des reconstitutions volumiques ou RX**
- **Les limites de précision de placement des lames à coupe rectiligne verticale ou horizontale**

2 - Objectifs:

Idéalement la totalité des poids entrants devraient être vendus après la mise en portions.

- 1. Cet objectif est atteignable lors de la vente en poids variable quarts / demi etc. ou par meules complètes.**



- 2. La vente à poids fixe implique le suivi permanent du rapport poids préemballé vendu sur total entrant avant mise en portions.**

Il est alors obligatoire de respecter les normes légales en la matière, parts conformes ou rejetées (Welmec).

3 - Paramètres d'influences mécaniques et fromagères sur les pertes:

Effort de coupe

Cadence

Biais de coupe

Longueur de coupe

Précoupe

Positionnement référencé

Transitique

Rétroaction / feedback

Moulage amont, remplissage

Nettoyage

Carottage

Centrage

Maintien mécanique

Vision / RX

Contexte (T°C, Hygrométrie)

Coupe unitaire ou groupée

Formats et poids de sortie

Entames / talons / détournage

Affinage

Elasticité

Densité type pate (pates molles, pressées...)

Fragilité (Feta, Roquefort)

Seuils de poids (30/100 Kg)

Composition (collage, matière grasse)

Détente à la première coupe (meule)

Bio / Organic

Vegan (nouvelles pâtes sans lait)

Etiquettes, pétales, coupe pilotée 2D

Détournage pilotage 2D

Ouvertures

Formes (boules, ovales, demi lunes)

Moisissures / Fleur / mousse

Couleurs de cires couvrantes (noir)



4

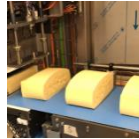
Moules

Remplissage avec objectifs de poids entiers et de hauteurs sans précoupe

Blocs rectangulaires



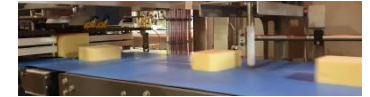
Précoupe 1 en tranches



Précoupe 2 en longues



Coupe 3 longues en portions



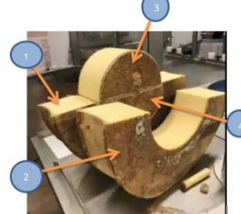
Ronds

Inférieurs à 400 mm de diamètre



Coupe directe

Supérieurs à 400 mm de diamètre



Précoupe en demi couronnes

Coupe ½ couronnes



Pesage et scan

Taux de pertes = rapport du poids brut minoré du poids net vendu sur le poids brut entré en coupe

5 - Effort de coupe - Cadence - Biais de coupe - Longueur de coupe - précoupe

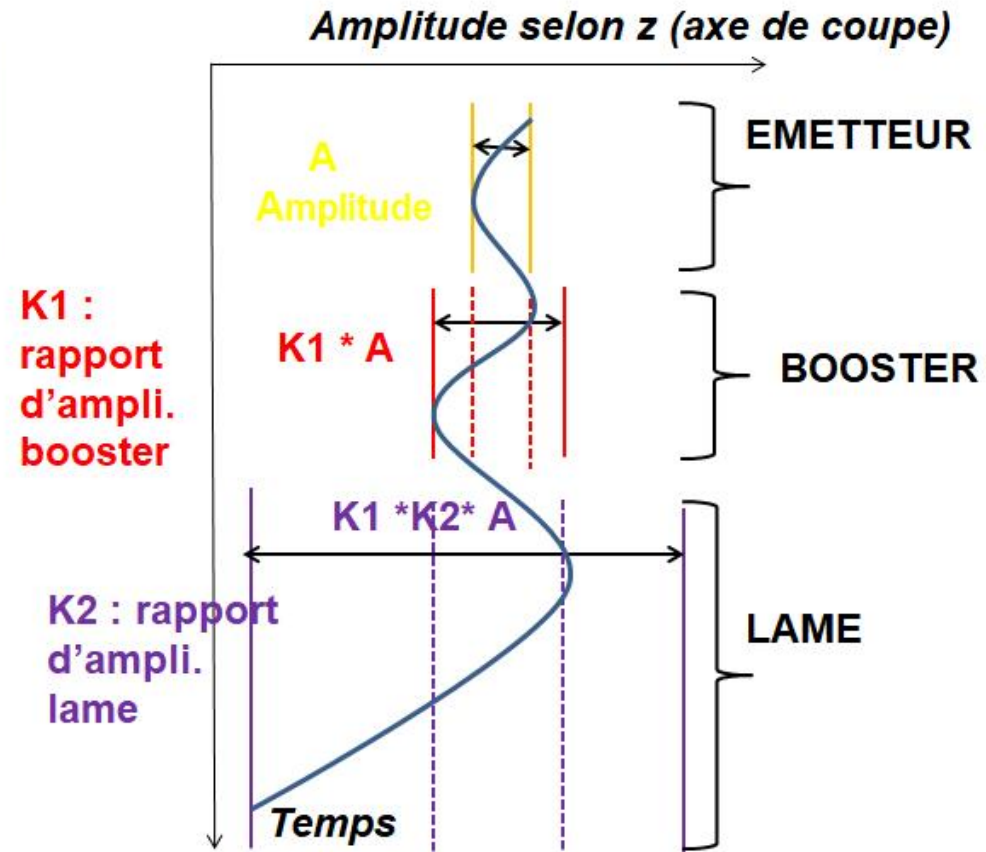
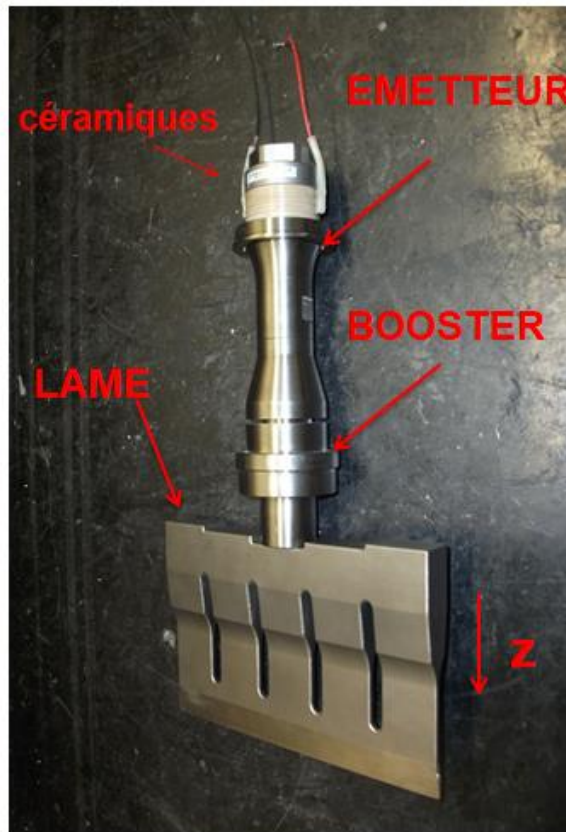
Une cadence élevée de coupe impose **d'augmenter le pouvoir de coupe et de générer un effet anti-collage sur les produits**. C'est ce que permet l'emploi de lames vibrantes activées par ultrasons.

- Ultrasons = ondes de fréquence comprise entre 16 kHz environ et plusieurs centaines de MHz, pour la coupe entre 20 et 35 kHz,
- Pour l'application de Découpe = utilisation d'ultrasons de forte puissance – de l'ordre de un à deux kW (modifiant le milieu de propagation.)
- L'emploi des ultrasons dans la Découpe a pour double but **d'augmenter le pouvoir de coupe des lames vibrantes** et de **générer un effet anti-collage des produits**

5.1 - Principe de fonctionnement

- **Ensemble ultrasonore de Découpe constitué d'un générateur ultrason, d'un émetteur (ou convertisseur), éventuellement d'un booster, d'une lame (ou sonotrode de façon générale.) L'ensemble ultrasonore permet de générer des déplacements importants en extrémité de lame via un principe d'amplification**
- **Le générateur ultrason fournit à l'émetteur un signal électrique alternatif de haute fréquence**
- **La conversion de l'énergie électrique en énergie mécanique est assurée par l'émetteur ultrason, via l'effet piézoélectrique inverse (déformation d'un matériau sous l'effet d'une polarisation électrique)**

5.2 Description du principe d'amplification ultrasonore



PIECES VIBRANTES MODELISEES PAR ELEMENTS FINIS

5.3. Quelques règles de conception

- ***Modélisation par éléments finis de l'ensemble des éléments vibrants (analyse modale et harmonique), dimensionnement des éléments vibrants, de la puissance nominale du générateur (4 possibilités), choix du design des céramiques (6 modèles), calcul du ratio d'amplification des lames (une centaine de profils)***
- ***Implémentation de solutions techniques en fonction de la plage d'amplitude recherchée (déplacement en extrémité de lame en microns), de la cadence instantanée de coupe des machines, de l'effort de coupe nécessaire (impactant la puissance électrique efficace consommée par l'émetteur ultrason), des caractéristiques des produits (dont la dureté et la température de fusion), de la qualité de coupe à atteindre et des conditions d'utilisation de la machine (température et humidité)***
- ***Dimensionnement des lames en intégrant la possibilité de les réparer***

- ***Intégration des contraintes d'alimentarité sur les pièces concernées (en particulier pour les lames : matière certifiée aéronautique et médicale) et conception des machines ; de façon à maîtriser et minimiser le bruit potentiellement généré par les éléments vibrants (déclinaison des règles d'isolation acoustique en caissons isolants, pas de grillages, à l'application ultrason)***
- ***Fabrication des éléments, mesures, caractérisation (dont analyse d'impédance), paramétrage, réglages, essais à vide (dont essais d'endurance permettant de mesurer l'échauffement dynamique des éléments vibrants, contrôle embarqué au multimètre haute fréquence de la stabilité de paramètres électriques de l'émetteur, en le refroidissant dans des conditions représentatives), essais avec les produits, caractérisation du niveau de bruit ultrasonore émis par les machines (certificats)***

5.4 Pilotage des ultrasons

- ***Le générateur ultrason gère le pilotage des paramètres ultrason de l'émetteur ; de façon à délivrer un signal électrique générant un niveau de d'amplitude défini en extrémité de lame, indépendamment de la charge (paramètres produit et machine) ; tout en mettant en vibration la chaîne acoustique à la fréquence du mode vibratoire recherché et préalablement défini lors de la conception de la lame***
- ***Un mode de gestion multilames est possible, permettant, par exemple, de piloter de façon dynamique la fréquence vibratoire de chaque lame, l'échauffement vibratoire des lames (potentiellement généré par la friction avec les produits), d'autres paramètres, via le choix possible de design de générateurs dotés d'interfaces IHM spécifiques (Profibus / Profinet)***

- **Points en cours de développement : afin d'améliorer la sécurisation de fonctionnement en situations complexes :**
 - 1) ***l'ajout d'une fonction de détection de la présence des céramiques de l'émetteur, indépendante de la longueur des câbles intermédiaires (chute de tension compensée)***
 - 2) ***l'intégration d'un découplage de la fonction puissance efficace maximale consommée / consigne d'amplitude du générateur ; de façon à contrôler, via le générateur ultrason, la puissance consommée, indépendamment du niveau d'amplitude***
 - 3) ***le rajout d'un suivi dynamique de la température d'échauffement de l'ensemble IGBT (transistor bipolaire à grille isolée) du générateur; de façon à assurer le non dépassement de sa courbe de fonctionnement***
 - 4) ***l'amélioration de la maîtrise des contacts entre les pièces vibrantes, via la restriction des tolérances d'usinage***

5.5. Présentation de 2 systèmes ultrasonores

- **A) Systèmes de vibration dits « classiques »**
- ***-> un seul émetteur ultrason est, dans la plupart des cas, positionné selon la direction de l'axe de coupe (selon la représentation précédente)***
- **VIDEO COUPE DE BLOCS ET DE LONGES**
- **AVANTAGES :**
- ***-> maximisation du pouvoir de coupe***
- ***-> la technologie ultrasonore permet la combinaison du double effet de coupe et celui d'anti-collage***

- **B) L'ensemble Vibracut**®
- ***Les émetteurs sont positionnés selon une direction perpendiculaire à l'axe de coupe : VIDEO COUPE DE BLOCS DE FETA EN CUBES***



- **AVANTAGES :**
- ***-> maximisation du pouvoir anti-collage (système très puissant), l'effet de coupe étant assuré par des mouvements mécaniques***
- ***- > davantage de latitude quant aux dimensions de lames et process de coupe (exemple coupe horizontale)***
- ***-> réduction du prix des lames***
- ***-> Grande longueur de coupe jusqu'à un mètre***

La maîtrise :

- *du design de lames*
- *du fonctionnement de la chaîne acoustique en amont (générateur, émetteur,...)*
- *du contrôle des paramètres ultrasons*

Les travaux de R&D comme :

- *le développement de solutions sur mesure de vibration*
- *l'augmentation de la fiabilisation de la chaîne ultrason*

ONT NOTAMMENT POUR BUT :

la réduction des pertes à la découpe permettant d'allier cadence élevée , précision de coupe, réduction de l'effort de coupe, coupe sans biais et répétable .

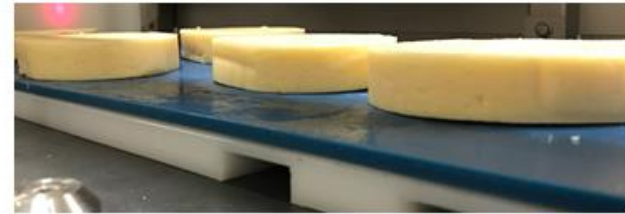
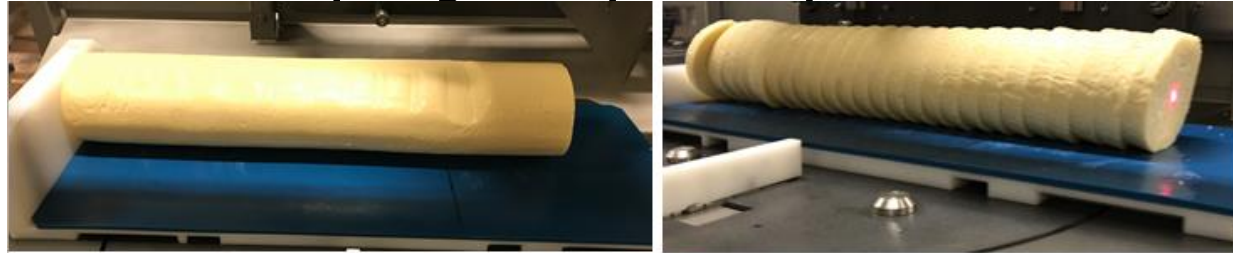
6. Essais et résultats de coupe critères d'analyse des pertes

Les pertes sont:

- ***soit réparties et données au client final, (augmentation de la moyenne du lot)***
- ***extraites pour réutilisation (râpé, crumble, refonte),***
- ***vendues à poids variable***
- ***ou le reste permet une part à poids fixe inférieure à l'objectif initial.***

- ***La gestion de ces paramètres permet de mesurer et gérer ces pertes pour les réduire selon des seuils donnés à l'IHM (interface homme machine / automate) en modes recettes.***

6.1 Pertes sans vision avec pesage et capteur de position LONGE



Théoriquement:
25 parts de 200 g
et un surpoids de
134 g

Réalité:
25 parts vendables
dans la norme et
174 g extraits

		Boudin		
recette		26 parts		Extraction surpoids
poids cible en g		200,0		
	Poids parts en g			
1	214	TU1	9 g	
2	197	TU1	191,0	
3	195	TU1	Limite TU1	
4	199	TU1		
5	198	TU1		
6	196	TU1		
7	199	TU1		
8	199	TU1		
9	197	TU1		
10	200	TU1		
11	199	TU1		
12	196	TU1		
13	199	TU1		
14	198	TU1		
15	199	TU1		
16	200	TU1		
17	199	TU1		
18	196	TU1		
19	194	TU1		
20	200	TU1		
21	195	TU1		
22	198	TU1		
23	198	TU1		
24	197	TU1		
25	198	TU1		
			5134	
Moyenne		174	Dernière part	
		198		
Ecart type		3,6		

	Sans surpoids	Surpoids
Poids total	5000	134
En refonte ou rapé lot sous la moyenne		

6.2 Pertes sans vision avec pesage et centrage manuel MEULE



Résultats:

Les surpoids de 49 g et 168 g sont donnés au client

Par répartition

Moyennes atteintes

toutes parts conformes à la norme

CHIMAY	
recette	18 parts
poids cible en q	100,0

	Poids parts en g
1	106
2	105
3	107
4	104
5	106
6	105
7	106
8	108
9	106
10	104
11	102
12	101
13	97
14	96
15	97
16	98
17	103
18	98

Moyenne	103
Ecart type	3,9

Coupe répartition

4,5 g
95,5
Limite TUI

Poids total
1849
1800
Surpoids
49

MORBIER	
recette	24 parts
poids cible en q	260,0

	Poids parts en g
1	258
2	276
3	277
4	283
5	279
6	283
7	280
8	276
9	268
10	280
11	265
12	261
13	260
14	262
15	258
16	250
17	254
18	255
19	255
20	259
21	260
22	264
23	277
24	268

Moyenne	267
Ecart type	10,4

9 g
251,0
Limite TUI

Poids total
6408
6240
surpoids
168

7. Capabilité et précision des machines de découpe

Mesure de la capacité d'une machine à accomplir son travail conformément aux exigences du cahier des charges



Wiktionnaire
Le dictionnaire libre

La capabilité est un ensemble d'indicateurs qui permet de vérifier si les résultats de mesure de l'ensemble des pièces produites sont inclus dans les tolérances spécifiées. Ce concept est lié à une caractéristique donnée pour un procédé complètement défini d'une production.



8. Limites

Les pertes générées sont elles imputables à la seule machine de coupe ?

Clairement non, car ces pertes sont intrinsèques au poids et aux volumes des fromages sauf si la machine dysfonctionne (étalons).

Les pertes peuvent elles être prévues et traitées par la découpe ?

Oui, la machine est un outil qui peut traiter une partie des pertes sur un cahier des charges à respecter de part et d'autre (étalons, entretien, pièces détachées, préventif, tests)

Comment gérer ces pertes au mieux ?

Dans une démarche de partenariat de type contractuelle avec gestion des résultats en évitant le rapport de force.

Une perte de surpoids est toujours annoncée par le pesage, son traitement et sa valorisation sont possibles en fonction de la précision de la machine de son entretien et de la capacité des régleurs à maintenir sa précision et ne pas dépasser ses limites.

Cela suppose un échange technique permanent complexe et maîtrisé. Les connexions à distance et les nouveaux outils de reporting permettent ce retour sur investissement lucratif.

Questions :

Peut on extraire le surpoids d'une meule ronde ?

Le scan est nécessaire dans quels cas ?

Selon quels critères le surpoids est il traité ?

Quels rendements différentiels obtient-on avec et sans scan ?

Quels données sont utiles pour poser un bon diagnostic de ligne de coupe avec gestion optimale des pertes ?

Un robot est il un avantage pour la coupe (Vidéo Robot de coupe**) ?**

SODEVA TDS

Savoie Hexapôle,
10 rue Charles Montreuil
73420 MERY

Tél : 33 (0)4 79 34 39 74

Fax : 33 (0)4 79 35 33 69

E-mail : contact@sodeva.com

Sites Internet : www.sodeva.com

www.sodevamerica.com

www.tamisage.com