

**Mise au point de maquettes  
produits de viande porcine crue  
(UVCI)  
OFIVAL – INAPORC  
Novembre 2005**

# SOMMAIRE

<b>1 - CONTEXTE ET OBJECTIF.....</b>	<b>1</b>
1.1 - CONTEXTE .....	1
1.2 - LES OBJECTIFS.....	1
1.3 - DEROULEMENT DE L'ETUDE.....	1
<b>2 - PHASE 1 : SCREENING DU MARCHÉ .....</b>	<b>1</b>
2.1 - MATERIELS ET METHODE .....	1
2.2 - RESULTATS DU SCREENING .....	1
2.3 - CHOIX DES PISTES D'INNOVATION.....	1
<b>3 - PHASE 2 : REALISATION DES MAQUETTES PRODUITS .....</b>	<b>1</b>
3.1 - PISTE 1 : PRODUITS PIECES AVEC DES FORMES DIFFERENTES .....	1
31.1 - <i>Préambule</i> .....	1
31.2 - <i>Matériels et méthodes</i> .....	1
31.3 - <i>Résultats</i> .....	1
31.4 - <i>Conclusion</i> .....	1
3.2 - PISTE 2 : ROTIS PRECUIITS OU A CUIRE PAR LE CONSOMMATEUR .....	1
32.1 - <i>Préambule</i> .....	1
32.2 - <i>Série d'essais n°1</i> .....	1
32.3 - <i>Série d'essais n°2</i> .....	1
32.4 - <i>Conclusion</i> .....	1
3.3 - PISTE N°3 : VIANDES HACHEES NATURE OU A VOCATION NUTRITIONNELLE.....	1
33.1 - <i>Préambule</i> .....	1
33.2 - <i>Viandes hachées nature</i> .....	1
33.3 - <i>Viandes hachées diététiques</i> .....	1
3.4 - PISTE N°4 : VIANDE HACHEE STERILISEE.....	1
34.1 - <i>Préambule</i> .....	1
34.2 - <i>Matériels et méthodes</i> .....	1
34.3 - <i>Résultats</i> .....	1
34.4 - <i>Conclusion</i> .....	1
3.5 - PISTE N°5 : PRODUITS RECONSTITUES .....	1
35.1 - <i>Restructuration physique</i> .....	1
35.2 - <i>Restructuration chimique</i> .....	1
3.6 - CONCLUSION GENERALE .....	1
<b>4 - PHASE 3 : FINALISATION DE LA MISE AU POINT .....</b>	<b>1</b>

4.1 - HACHE STERILISE .....	1
41.1 - <i>Etude technique</i> .....	1
41.2 - <i>Etude économique</i> .....	1
4.2 - UVCI RECONSTITUEE PAR VOIE PHYSIQUE .....	1
42.1 - <i>Généralités</i> .....	1
42.2 - <i>Influence de l'épaisseur de tranchage et du type de muscle</i> .....	1
42.3 - <i>Influence de mélange de muscles</i> .....	1
42.4 - <i>Influence de l'apport de rétenteurs d'eau</i> .....	1
42.5 - <i>Conclusion</i> .....	1
4.3 - TOURNEDOS RECONSTITUEE PAR VOIE CHIMIQUE .....	1
43.1 - <i>Protocole des essais</i> .....	1
43.2 - <i>Résultats</i> .....	1
43.3 - <i>Statut réglementaire</i> .....	1
43.4 - <i>Conclusion</i> .....	1
<b>5 - PHASE 4 : VALIDATION DE L'ACCEPTABILITE DES PRODUITS (TEST COMMERCIAL).....</b>	<b>1</b>
5.1 - FABRICATION DES PRODUITS .....	1
5.2 - RESULTATS DU TEST CONSOMMATEUR ET DE LA REUNION DE GROUPE .....	1
5.3 - CONCLUSION .....	1
<b>6 - CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>1</b>
<b>ANNEXE I RENDEMENTS DE DECOUPE DE LA LONGE ET DE L'EPAULE .....</b>	<b>1</b>
<b>ANNEXE 2 RESULTATS DU TEST CONSOMMATEUR ET DE LA REUNION DE GROUPE (ADIV MARKETING).....</b>	<b>1</b>

## 1 - CONTEXTE ET OBJECTIF

---

### 1.1 - Contexte

La viande porcine fraîche ou crue est distribuée et consommée sous un nombre limité de type de produits. En effet, en comparaison avec la filière charcuterie-salaison, voire même d'autres filières viandes (cf. volaille), la transformation porcine « fraîche » se réduit en terme de gamme de produits aux traditionnels rôtis et côtes ; les produits élaborés frais se limitent pratiquement à la saucisserie.

Cette caractéristique rend évidemment la filière de la charcuterie crue très sensible aux variations des prix en fonction des excédents sur certains muscles (carré, échine, épaule, ...).

Les besoins d'innovation produits pour cause de développement de la valeur ajoutée et/ou adaptation à l'évolution de la distribution-consommation sont maintenant perçus par les professionnels de la filière par les GMS ou la RHF.

L'évolution de la demande et des attentes du consommateur se traduit, entre autres, par un effet de plus en plus sensible à l'image sur le choix des produits alimentaires. En matière de viande, cet effet a été illustré et renforcé par les crises successives (cf. : vache folle, dioxine, Listeria dans les charcuteries, ...). La conjugaison origine identifiée (IGP, label, certification, bio, ...) /qualité traditionnelle peut constituer l'argument exploitable pour les entreprises.

Mais les dernières tendances en matière de consommation (SIAL 2002) montrent que le consommateur :

- ◆ est de plus en plus exigeant,
- ◆ cultive le paradoxe, il veut des produits traditionnels mais adaptés à son mode de vie (c'est-à-dire faciles à préparer et bons),
- ◆ est de plus en plus informé,
- ◆ recherche des produits « rassurants » : produits frais, produits proches du naturel et du terroir.

Pour répondre à ces évolutions de comportement des consommateurs, l'axe de travail est orienté vers l'innovation de viande porcine élaborée crus.

Les premiers signaux du marché sont à cet égard encourageants. En effet, les produits élaborés de viande ont connu ces dernières années une progression importante et des réelles opportunités existent comme le démontre le tableau suivant :

Source SNIV

	<b>Tonnage net des adhérents du SNIV</b>	<b>Evolution 1995-2001</b>
Consommation nationale de viande en l'état		- 7%
Viandes piécées réfrigérées sous marques industrielles	30 000 T	+ 12%
Viandes hachées et préparations réfrigérées	77 500 T	+ 7%
Saucisserie	20 000 T	+ 81%
Produits saisonniers (brochettes, plateau grill, carpaccio, pierrade, ...)	10 000 T	+ 81%
UVCI	110 000 T	+ 23%

Les modifications structurelles de la grande distribution (difficultés de recrutement de bouchers professionnels, contraintes de la traçabilité, difficulté de maîtrise du risque sanitaire, ...) confirment l'évolution inéluctable vers le développement du libre service et de l'UVCI à l'image de celle observée depuis longtemps dans le secteur volaille.

## **1.2 - Les objectifs**

L'objectif du projet est donc de proposer différentes voies d'innovation produit pour valoriser la viande de porc crue.

Les voies d'innovation sont destinées à valoriser certaines parties du porc (pointe, échine, épaule, ...) dans l'objectif :

- de remédier à un certain déséquilibre de valeur ajoutée entre les muscles d'une part,
- de répondre aux besoins et attentes des nouveaux modes de consommation d'autre part.

La finalité est de proposer et de présenter aux distributeurs et acheteurs de la RHF, 4 à 5 concepts produits valorisant la viande de porc crue pour lesquels les essais de fabrication ont abouti.

La finalisation des produits en ce qui concerne :

- les assaisonnements variés,
- la gamme et la taille des portions,

- le packaging,
- la stratégie marketing (mix produit)

restera de la responsabilité de l'entreprise.

Il convient de préciser, particulièrement en matière de produits nouveaux, que l'innovation est avant tout le fait de l'entreprise.

A ce titre, la démarche proposée ne peut prétendre qu'à apporter une contribution à l'émergence de pistes ou d'idées, à saisir ensuite par les entreprises.

C'est pourquoi, une entreprise, la société SOCOPA a participé au projet pour recentrer, au fil de l'avancement du projet, les objectifs de l'étude et valider la pertinence des protocoles et choix techniques.

### **1.3 - Déroulement de l'étude**

L'étude s'est déroulée en 4 phases :

- ◆ Phase 1 : screening du marché des UVIC des filières viandes (volailles, bœuf, poissons, porc ...) et identification des atouts valorisants et utilisables pour les produits de viande porcine crus. Sélection de 6 à 10 maquettes de produits ;
- ◆ Phase 2 : élaboration des 6 à 10 maquettes de produits sélectionnés en phase 1 et sélection des 4 à 5 produits pour lesquels la mise au point sera affinée ;
- ◆ Phase 3 : finalisation de la mise au point des 4 à 5 produits ;
- ◆ Phase 4 : validation de leur acceptabilité commerciale par test consommateur et réunion de groupe.

## **2 - PHASE 1 : SCREENING DU MARCHÉ**

---

### **2.1 - Matériels et méthode**

Le screening a été effectué à l'aide de 3 outils :

- recherche bibliographique dans les revues spécialisées : Linéaire, LSA, Process, RIA, Les Marchés ;
- achats de produits élaborés en rayon boucherie des GMS, ;
- veille technologique effectuée aux Etats-Unis grâce à un correspondant sur place avec lequel l'ADIV collabore depuis plusieurs années.

La recherche de produits élaborés a porté sur toutes les espèces animales : gros bovin, veau, mouton, porc, volaille, poisson.

Les produits sélectionnés ont ensuite été classés par famille homogène :

- hachés : natures ou composés
- reconstitués
- hachés panés,
- produits sandwich
- saucisserie
- morceaux farcis
- pièces et morceaux panés
- brochettes
- tranches fines nature ou assaisonnées
- émincés
- pièces de viande nature ou marinées à poêler
- autres produits : nouveaux morceaux, produits à base d'abats.

### **2.2 - Résultats du screening**

Le screening du marché classé par produit est présenté ci-après.

Présentation UVCi – Sophie LUCAS

31 pages

### 2.3 - Choix des pistes d'innovation

L'analyse du screening montre qu'il existe plusieurs familles de produits pour lesquelles les viandes de porc sont peu ou pas représentées.

- ◆ Il s'agit notamment des segments viandes hachées nature dont de nombreuses variantes existent grâce à l'espèce animale utilisée : volaille (dinde, lapin ...), bœuf.

Les seules viandes hachées de porc existantes, hormis la chair à saucisse, sont des produits composés associant viande de porc et protéines végétales ou jambon cuit de porc et liant amylacé.

- ◆ Une autre alternative aux viandes hachées pourrait être également la viande hachée cuite assaisonnée à utiliser en aide culinaire tel le « ground browned beef » américain.
- ◆ Les morceaux farcis sont actuellement des produits peu développés dont la gamme mériterait d'être étoffée en reproduisant par exemple le produit « Stuffed pork chops » américain.
- ◆ Au niveau des produits marinés, il semble intéressant de diversifier les formes existantes sur la marché qui se limitent souvent à la tranche (ou côte) et au pavé.
- ◆ La famille des produits panés ne semble pas intéressant à développer pour le porc pour des raisons diététiques et pratiques. L'apport de panure nécessite une précuisson de produit par friture pour limiter le temps de préparation pour le consommateur.  
D'autre part, la panure semble être fortement associée à la volaille et en général à des produits élaborés bon marché.
- ◆ Enfin, un segment de marché semble très peu ou pas représenté : il s'agit des produits reconstitués.

Cette analyse a donc conduit à choisir les 3 pistes d'innovation produit suivantes :

- la viande hachée de porc nature, ou additionnée d'ingrédients à vocation nutritionnelle,
- les marinés avec des formes différentes,
- les produits reconstitués par voie physique ou chimique.

A ces 3 pistes d'innovation relative aux UVCI crues, deux pistes d'innovation de produits cuits ont été sélectionnées :

- le rôti précuit ou cru et à cuire pour 2 à 3 personnes,
- le haché cuit prêt à l'emploi.

Les produits mis au point ont été fabriqués à partir de muscles dont la valorisation est difficile toute l'année ou en fonction des saisons : la pointe, l'épaule, l'échine.

Des rendements de découpe ont donc été réalisés sur des épaules de porc et sur des longes pour évaluer la part des muscles valorisables en fonction des différentes orientations technologiques. Pour la longe, deux modes de découpe ont été envisagés :

- un mode de découpe plutôt industriel pour lequel les corps vertébraux sont sciés et les manches des vertèbres sont levés avec un seul coup de couteau ; les plats de côtes sont alors valorisés en ribs ;
- un mode de découpe artisanal pour lequel les vertèbres et les manches sont ôtés un à un.

Un tableau de rendement de découpe des longes selon les deux modes et de l'épaule est donné en annexe 1.

## **3 - PHASE 2 : REALISATION DES MAQUETTES PRODUITS**

---

---

### **3.1 - Piste 1 : produits piécés avec des formes différentes**

#### **31.1 - Préambule**

Le marché des produits marinés quel que soit les espèces est essentiellement représenté par des produits à forme traditionnelle telle que : le steak, l'escalope, le pavé, les dèes.

Il n'existe pas ou peu de produits de forme émincée qui sont souvent consommés dans des plats ethniques, recettes pourtant prisées par les consommateurs.

De plus l'analyse du marché de viande montre que la vente d'UVCI de viande crue peut être dynamisée par la création ou l'utilisation d'un appareil de cuisson spécifique : la fondue bourguignonne, la pierrade, le barbecue ...

L'esprit de la conception est donc de créer un émincé de viande, nature ou assaisonné avec une aromatisation ethnique, qui serait préparé par le consommateur dans un appareil de cuisson spécifique : le wok.

Cet équipement bénéficie en plus d'une image de cuisson diététique.

Deux aromatisations ont été choisies en plus du produit nature :

- un assaisonnement « indien » typé curry,
- un assaisonnement « asiatique » typé laqué.

La finalisation de la mise au point par l'industriel pourrait être de présenter :

- soit un produit nature à assaisonner avec une dosette d'épices,
- soit un produit déjà assaisonné associé à un accompagnement tel l'ananas pour le goût curry ou les pousses de bambou ou le riz pour le goût « laqué ».

La viande et l'accompagnement pourraient se présenter dans une barquette sous atmosphère modifiée avec compartiments sécables.

#### **31.2 - Matériels et méthodes**

La conception des maquettes s'est déroulée en 3 parties :

- essai de faisabilité de cubage sur une cubeuse tridimensionnelle,
- étude du comportement en conservation des produits émincés conditionnés sous atmosphère modifiée,
- test de différentes marinades issues de différents fournisseurs pour les 2 saveurs recherchées.

### ►► Essais de faisabilité de cubage

3 fournisseurs se disputent le marché des cubeuses tridimensionnelles :

- FAM – Route de ST Genies 34490 Pailhes – ☎ : 04 67 36 35 37
- URSCHEL- Orly Fret 747 – Zone Juliette Bâtiment 122D – 94398 ORLY aéroport cedex - ☎ : 01 48 52 75 75
- KRONEN représenté par la Société INDUSTRIADE.

La société KRONEN est spécialisée dans la découpe tridimensionnelle des légumes et leur équipement ne semble pas adapté actuellement pour traiter les viandes.

FAM et URSCHELL proposent des machines adaptées mais l'expérience de FAM sur cette technologie est plus importante. Aussi les essais ont ils été menés sur une cubeuse CM 3D de cette société.

Après quelques pré-essais de tranchage sur la plateforme ADIV, **une température de raidissage de – 5°C** s'est avérée être un bon objectif pour obtenir des émincés de taille régulière et compte tenu des outils de coupe disponibles pour la machine, **une taille d'émincé de 8 x 19 x 35 mm a été choisie.**

### ►► Etude du comportement des émincés nature en conservation

4 muscles ont été choisis pour évaluer le comportement des émincés nature sous atmosphère modifiée :

- la pointe (P)
- la partie filet de la longe (F)
- l'échine (E)
- l'épaule (S).

Les produits ont été conditionnés après cubage en barquettes de 1 500 cm<sup>3</sup> à un poids de 500 g, puis conditionnés soit sous mélange gazeux 70% N<sub>2</sub> + 30% CO<sub>2</sub>, soit sous mélange gazeux 70% O<sub>2</sub> + 30% CO<sub>2</sub>.

Ils ont alors été stockés 14 jours à + 4°C. L'exsudat des produits et leur couleur ont été évalués à J5, J10, J14 où J0 est la date de conditionnement.

5 barquettes à chaque date ont été utilisées pour la mesure de l'exsudat.

## ►► Test de différentes marinades

Les marinades ont été testées sur des émincés cubés selon les conditions définies. Un muscle a été choisi pour tester les marinades : la pointe.

Les marinades de 3 fournisseurs ont été testées pour chacune des 2 saveurs choisies (curry et laquée) :

- Rena
- Soussana
- Raps.

Après assaisonnement, les produits ont été cuits 3 à 5 minutes au wok pour être dégustés de manière informelle par des experts de l'ADIV.

### 31.3 - Résultats

#### 313.1 - Comportement en conservation des émincés nature

Les résultats sont donnés dans les deux tableaux et les deux graphiques ci-dessous.

##### Evolution de l'exsudat de barquettes d'émincés conditionnés sous mélange gazeux (70% O<sub>2</sub> + 30 % CO<sub>2</sub>)

Date (jours)	Pointe		Echine		Filet		Epaule	
	Moyenne exsudat (%)	Ecart-type	Moyenne exsudat (%)	Ecart-type	Moyenne exsudat (%)	Ecart-type	Moyenne exsudat (%)	Ecart-type
0	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	3,71%	0,54%	0,22%	0,70%	6,29%	0,21%	0,85%	0,39%
10	4,65%	0,33%	0,07%	0,14%	6,39%	0,84%	1,10%	0,15%
14	5,22%	0,45%	0,93%	0,69%	7,27%	0,75%	1,07%	0,35%

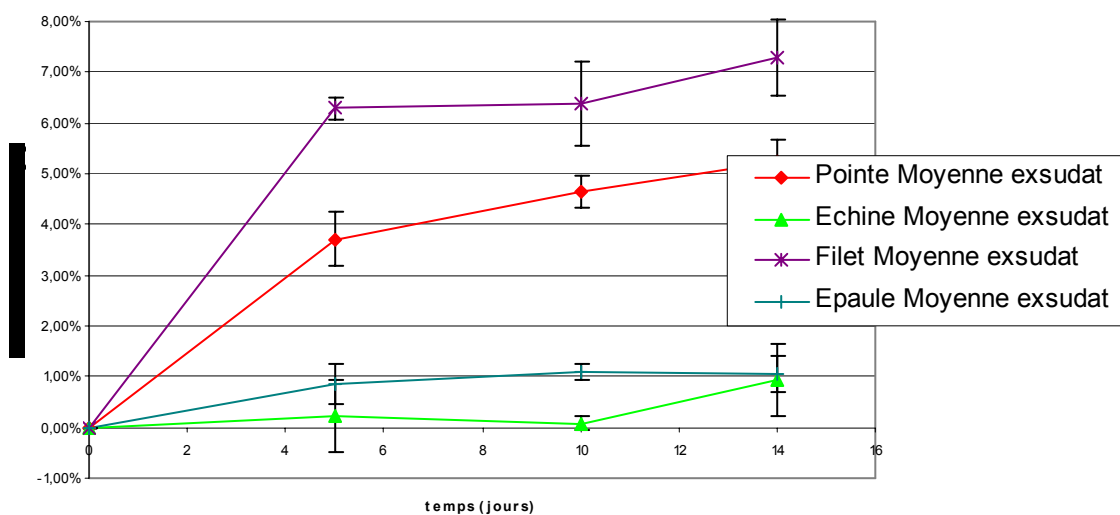
##### Evolution de l'exsudat de barquettes d'émincés conditionnés sous mélange gazeux (70% N<sub>2</sub> + CO<sub>2</sub>)

Date (jours)	Pointe		Echine		Filet		Epaule	
	Moyenne exsudat (%)	Ecart-type	Moyenne exsudat (%)	Ecart-type	Moyenne exsudat (%)	Ecart-type	Moyenne exsudat (%)	Ecart-type
0	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	3,62%	0,54%	0,70%	0,80%	6,59%	0,35%	0,39%	0,26%
10	4,22%	0,33%	0,08%	0,10%	6,52%	0,60%	2,03%	0,54%
14	4,18%	0,43%	0,95%	0,63%	6,74%	0,35%	1,86%	0,20%

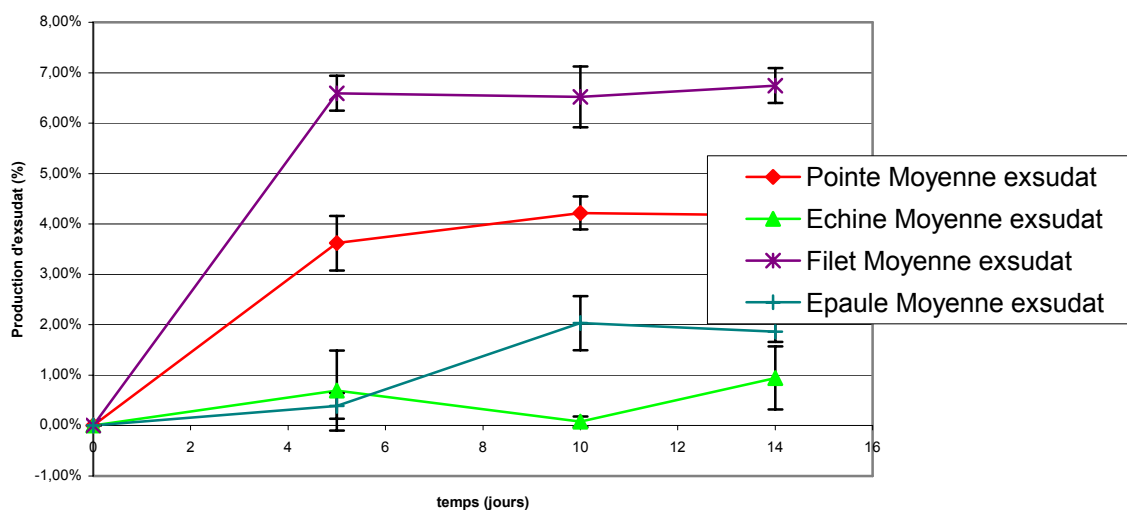
L'échine et l'épaule présentent des exsudats faibles tandis que la pointe et surtout le filet enregistrent les pertes les plus importantes ceci quel que soit le conditionnement.

Les pertes sous mélange gazeux contenant de l'oxygène sont plus importantes pour la pointe et le filet que celles enregistrées sous mélange gazeux avec azote.

**Production d'exsudat d'émincés de porc conditionnés sous 70% O<sub>2</sub> +30% CO<sub>2</sub> en fonction du morceau (pointe, échine, filet, épaule) et du temps**



**Production d'exsudat d'émincés de porc conditionnés sous 70% N<sub>2</sub> +30% CO<sub>2</sub> en fonction du morceau (pointe, échine, filet, épaule) et du temps**



Une photographie des produits émincés sous mélange gazeux 70% oxygène + 30% CO<sub>2</sub> après 10 jours de conservation est donnée ci-dessous.



**Echine B42**



**Epaule B42**



**Filet B42**



**Pointe B42**

### 313.2 - Test des différentes marinades

Les résultats des appréciation sensorielles des différents produits assaisonnés sont donnés dans les tableaux ci-dessous.

#### Assaisonnement goût indien (goût curry)

Fournisseur	Référence	Dosage	Commentaires
SOUSSANA	Indienne	50g/kg	Confère beaucoup de moelleux à la viande Curry légèrement relevé,
	Indienne	40g/kg + 75 g/kg eau	Viande moelleuse mais plutôt tendance orientale (paprika)
RAPS	Wok sauce curry	10g/kg	Très mauvais
	Poêlée indienne	35g/kg	Viande moelleuse, présence de marquants agréable
	Décor Indien	20g/kg	Viande un peu sèche, mais goût agréable pas trop relevé. Sen le fenouil
	Marinade Dehli	80g/kg	Très mauvais, goût sucré/salé indéfinissable
RENA	Cuisinor Madras	200 g/kg	Sans intérêt viande fade

Les deux produits les plus intéressants semblent être la marinade indienne de Soussana à un taux de 50g/kg et la poêlée indienne de Raps à un taux de 35 g/kg. Ces marinades ont malgré tout des pouvoirs couvrants faibles comme le montre les photos ci-dessous, puisqu'il s'agit de mix sous forme de poudre.



**Marinade indienne (Soussana)**



**Poêlée indienne (Raps)**

## Assaisonnement tendance asiatique (goût laqué)

Fournisseur	Référence	Dosage	Commentaires
<b>RAPS</b>	Wok sauce aigre douce	100g/kg	Sans intérêt, manque de goût Viande pas sèche
	Wok sauce gingembre ananas	100g/kg	Viande un peu sèche, goût quelconque Problème de collage au wok à la cuisson
	Marinade Pékin	180g/kg	Viande moelleuse, vrai goût asiatique
	Marifix Shanghaiï	400g/kg	Sauce ronde en bouche, viande moelleuse, sauce sucrée, tendance provençale
	Marifix Péking	400g/kg	Viande moelleuse. Présentation agréable avec sauce un peu crémeuse et petits légumes. Plutôt tendance exotique qu'asiatique
<b>RENA</b>	Cuisinor Nanjing	1000g/kg	Mauvais et très acide

Les 3 marinades en rouge ci-dessous ont donné des résultats très satisfaisants avec des présentations très attractives pour les produits Marifix Péking et Marifix Shanghaiï qui contenaient des légumes.

Les 3 marinades sélectionnées étant liquides et avaient des pH compris entre 4 et 4,3.



**Marinade Pékin**



**Marifix Shanghaiï**



**Marifix Péking**

### **31.4 - Conclusion**

La fabrication de produits piécés émincés nécessite un process simple composé de raidissage des viandes à – 5°C suivi d'un cubage des **muscles entiers ou dégrossis sommairement** sur une cubeuse tridimensionnelle et **non une lardoneuse**. Au regard de la production d'exsudat lors de la conservation, l'épaule et l'échine sont les muscles adaptés, mais l'échine peut conférer un aspect visuel gras. La pointe constitue un intermédiaire et le filet est à proscrire.

Le marinage des émincés confère du moelleux et une présentation attractive au produit. Pour les deux saveurs étudiées (curry et laquée), des marinades adaptées ont été trouvées. Il faut toutefois privilégier des marinades liquides dont le pouvoir couvrant sur le produit est supérieur.

Enfin, il pourrait être intéressant d'associer à ces émincés aromatisés un accompagnement qui pourrait être des dés d'ananas dans le cas des émincés saveur indienne ou des pousses de bambou dans le cadre des émincés « saveur laquée ». Cet accompagnement pourrait être présenté séparé dans une barquette bi-compartment sécable, ce qui laisserait l'opportunité au consommateur de l'introduire ou non à la viande lors de la cuisson au Wok.

## **3.2 - Piste 2 : Rôtis précuits ou à cuire par le consommateur**

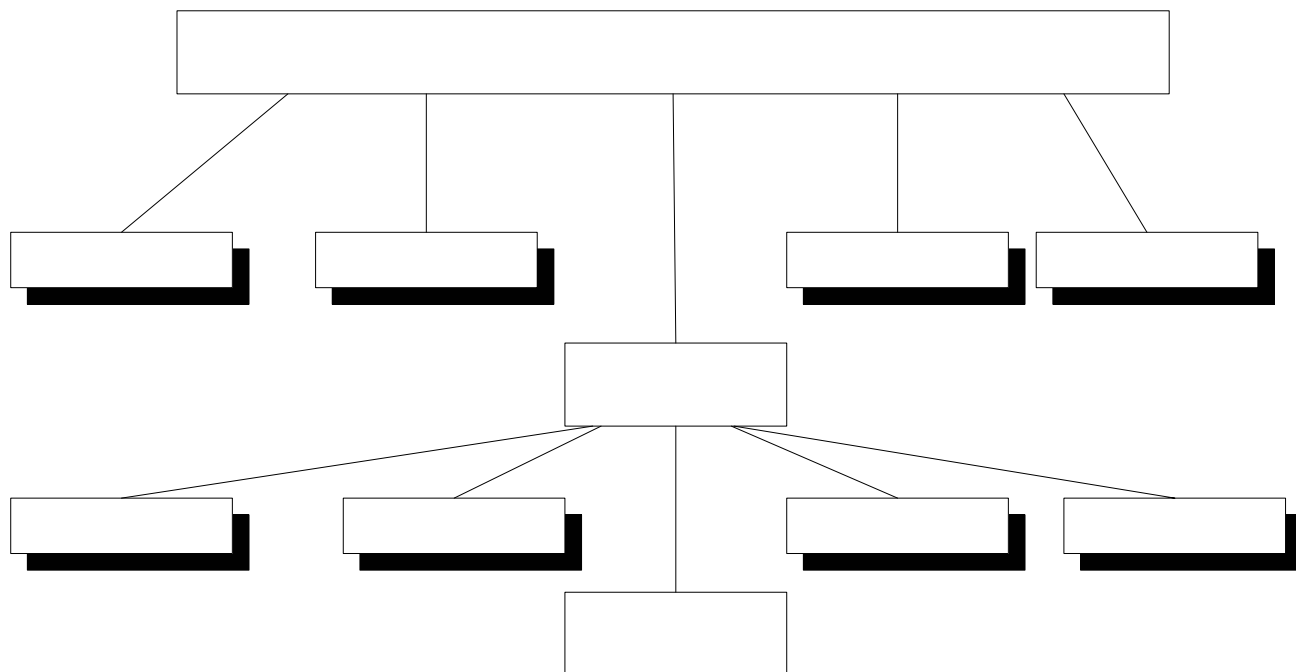
### **32.1 - Préambule**

L'objectif est de développer en rôti de petite taille de l'ordre de 400 g destiné à 1 ou 2 consommateurs qui sera cuit ou réchauffé par le consommateur dans un appareil micro-ondes.

Deux zones anatomiques pourraient être utilisées pour fabriquer les rôtis : la longe et l'épaule.

Au niveau de l'épaule, il est possible de découper les rôtis de 400g mais ces rôtis auront des formes différentes en fonction du muscle utilisé : paleron, macreuse, jumeau, ce qui rendra délicat le pilotage de la cuisson. La longe est donc plus adaptée à la fabrication de ces rôtis en ne conservant que les parties côté filet , côte première et côte seconde, qui ont un aspect homogène.

Au préalable, la partie manche sera rasée pour obtenir des rôtis de forme cylindrique homogène. La part de longe valorisable en rôti ne représente ainsi que 32% de la longe entière dégraissée avec os, comme le montre le schéma de découpe ci-dessous.



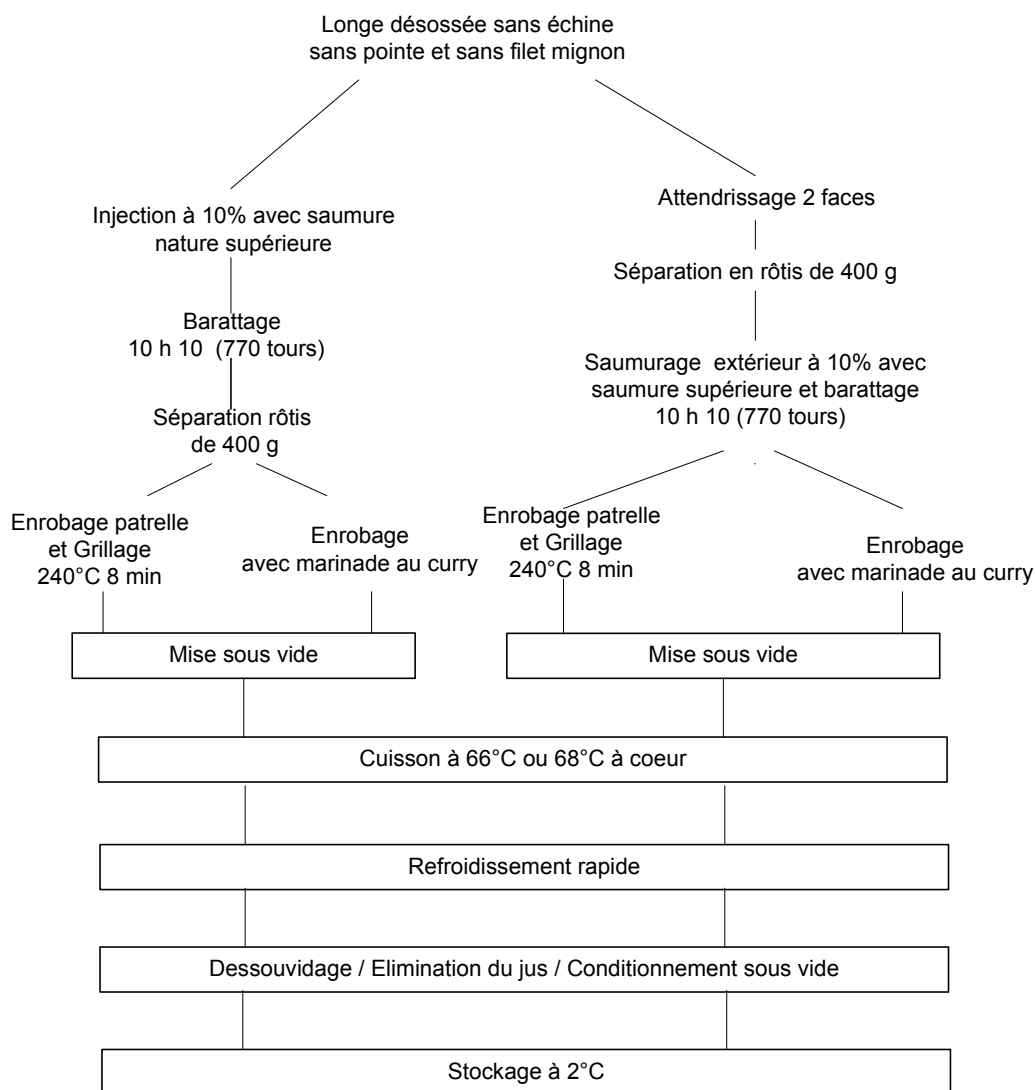
## Filet mignon PAD 4,68

## 32.2 - Série d'essais n°1

### 322.1 - Matériel et méthode

#### ►► Fabrication

Le plan expérimental choisi pour la première série d'essais est donné ci-dessous.



Pour cette série d'essais, 3 facteurs de variation ont été testés :

- la technique de saumurage : par injection directe d'une saumure supérieure dans les longes ou par attendrissage des longes suivi d'une séparation en rôti et d'un apport extérieur de la même saumure ;
- la technique de croûtage : par grillage 8 minutes dans l'air à 240°C des rôtis recouvert de patrelle diluée à 50% ou par enrobage d'une marinade salée au curry dosée à 20g/kg de rôtis ;
- la cuisson : soit les rôtis ne sont pas cuits et ils seront cuits au micro-ondes pour simuler une cuisson telle qu'elle pourrait être faite par un consommateur, soit les rôtis sont cuits sous vide à 66 ou 68°C à cœur.

Pour information, la saumure utilisée pour le saumurage par injection à une formulation utilisée pour les produits de qualité supérieure. Elle est composée de :

- 77,4% d'eau
- 7% de Royal Saumure (Soussana)<sup>1</sup>
- 12,6% de sel nature
- 3% de sel nitrité.

Les rendements de fabrication aux différentes étapes du process ont été mesurés sur 2 rôtis de chaque essai.

Des essais de cuisson au micro-ondes ont été effectués sur les rôtis non cuits, deux jours après fabrication des rôtis.

Des dégustations ont été menées sur les produits cuits 2 jours après fabrication. Ils ont été réchauffés au micro-ondes 5 minutes à puissance maximale.

---

<sup>1</sup> Composition du PAE Royal Saumure : Dextrose, Saccharose, sel, arôme, antioxygène : E301, conservateur : E252 (2%)

322.2 - *Résultats*►► **Rendements technologiques**

Les résultats des rendements de cuisson sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

	Cuisson en °C	Rendement de saumurage	Rendement de grillage	Rendement d'enrobage	Rendement de cuisson	Rendement technologique	Moyenne des rendements technologiques	Ecart type
<b>saumure injectée/grillé</b>	66	109,40%	95,50%	/	94,76%	99,00%	<b>100,34%</b>	<b>1,90%</b>
		109,40%	95,50%	/	97,33%	101,68%		
	68	109,40%	95,50%	/	96,91%	101,25%	<b>100,76%</b>	<b>0,69%</b>
		109,40%	95,50%	/	95,98%	100,27%		
<b>saumure nature injectée/enrobé curry</b>	66	109,40%	/	100,30%	95,19%	104,45%	<b>103,42%</b>	<b>1,46%</b>
		109,40%	/	100,30%	93,31%	102,39%		
	68	109,40%	/	100,30%	93,67%	102,78%	<b>102,37%</b>	<b>0,59%</b>
		109,40%	/	100,30%	92,92%	101,95%		
<b>saumure en apport extérieur/grillé</b>	66	108,90%	94,30%	/	95,35%	97,92%	<b>97,91%</b>	<b>0,01%</b>
		108,90%	94,30%	/	95,33%	97,90%		
	68	108,90%	94,30%	/	90,77%	93,21%	<b>94,64%</b>	<b>2,02%</b>
		108,90%	94,30%	/	93,54%	96,06%		
<b>saumure en apport extérieur/enrobé curry</b>	66	108,90%	/	99,80%	89,49%	97,26%	<b>97,75%</b>	<b>0,69%</b>
		108,90%	/	99,80%	90,39%	98,24%		
	68	108,90%	/	99,80%	87,51%	95,11%	<b>95,07%</b>	<b>0,07%</b>
		108,90%	/	99,80%	87,43%	95,02%		

Le traitement par apport extérieur de saumure donne des résultats moins intéressants que le traitement par injection. Cette différence peut être attribuée au traitement d'attendrissage préalable des viandes ou à un barème de barattage insuffisant.

L'effet du type d'enrobage sur les rendements technologiques n'est notable que pour les rôtis injectés. L'enrobage par la marinade au curry mène à de meilleurs rendements technologiques que le grillage à 240°C. En effet, ce dernier provoque des pertes de poids importantes (4.5% en moyenne). La croûte formée par le grillage constitue une barrière efficace contre les pertes d'eau et de graisse à la cuisson. De ce fait, les rendements de cuisson de ces rôtis sont supérieurs à ceux des rôtis enrobés de marinade. Mais cela ne suffit pas à compenser les pertes précédentes dues au grillage.

Concernant les rôtis saumurés par apport extérieur, les rendements technologiques pour la série grillée et la série enrobée ne sont pas différents. Cela pourrait une nouvelle fois être expliqué par l'attendrissage dont l'effet important, sur les rendements de cuisson notamment, masquerait celui de la technique d'enrobage.

Pour les rôtis saumurés par apport extérieur, qu'ils soient grillés ou enrobés, le rendement technologique à 66°C à cœur est supérieur à celui à 68°C à cœur ce qui est logique.

Toutefois les rendements technologiques pour les rôtis injectés sont analogues à 66°C et à 68°C de cuisson à cœur ce qui indique une erreur éventuelle de manipulation concernant le positionnement des sondes de suivi de température qui a pu fausser les rendements de cuisson.

#### ►► Tests de dégustation après réchauffage au micro-ondes

Les rôtis injectés avec la saumure nature supérieure, qu'ils soient grillés ou enrobés avec la marinade au curry sont juteux et bons. Leur couleur et leur texture sont parfaitement homogènes.

Les rôtis saumurés par apport extérieur ont pour certaines pièces une couleur hétérogène à cœur due à un défaut de pénétration du sel nitrifié.

Globalement, les produits cuits jusqu'à 66°C à cœur sont plus juteux que ceux cuits jusqu'à 68°C. Le mode de réchauffage micro-ondes est donc parfaitement adapté. Il a l'avantage de plus de créer une croûte croustillante en surface du rôti.

#### ►► Test de cuisson et dégustation des rôtis crus

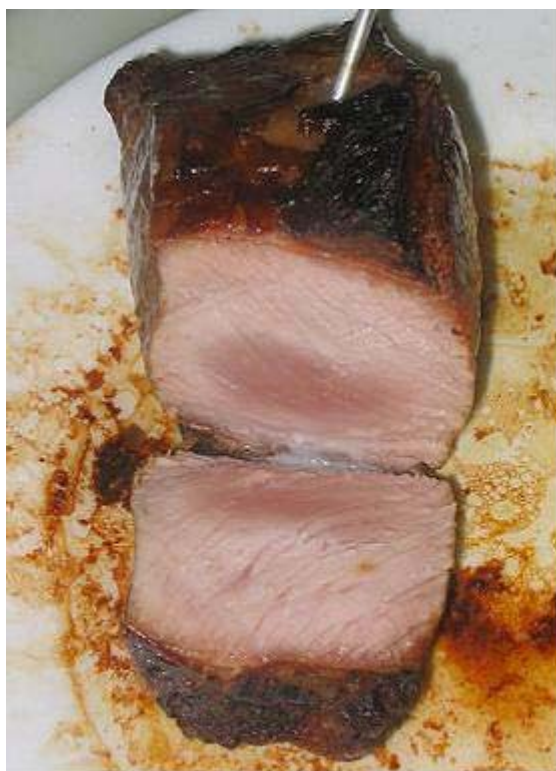
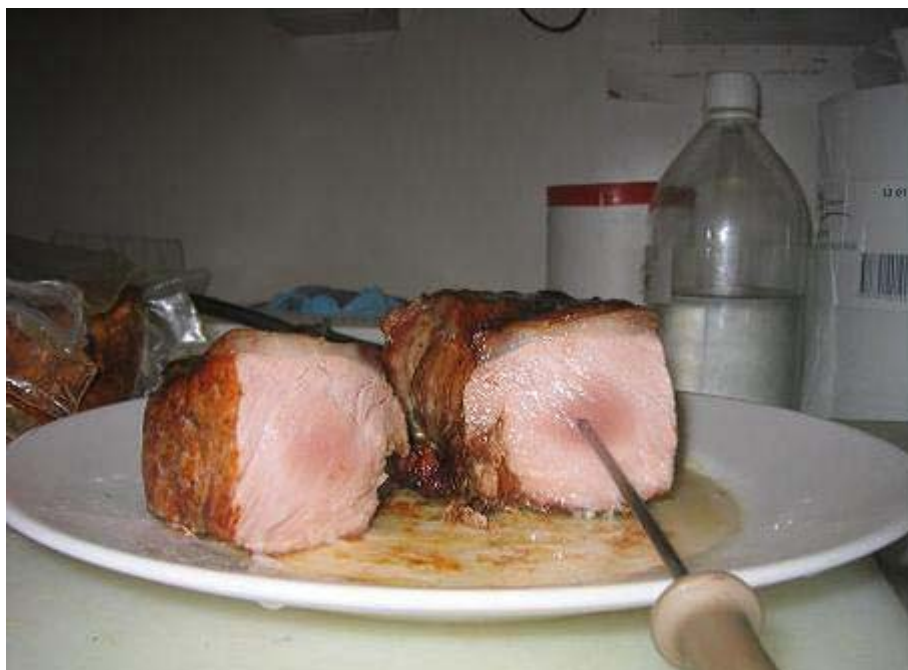
Pour que le rôti soit cuit, il faut qu'il atteigne une température à cœur de 70°C. Le temps de cuisson optimal a été difficile à définir. Les températures mesurées à cœur, dès la sortie du microonde, en fonction de la durée de cuisson sont présentées dans le tableau ci-dessous. D'après ces résultats, il semble qu'une cuisson de 11 minutes à puissance maximum soit nécessaire. Il faut néanmoins prendre en compte le fait que la cuisson continue, une fois la viande sortie du micro-onde. En effet, par transfert thermique des couches externes vers le centre du rôti, 3 à 5 minutes de repos de la viande à la sortie du micro-onde suffisent pour finir la cuisson du cœur encore rosé. En tenant compte de ce phénomène, le temps de cuisson au micro-onde peut être réduit à 8 minutes, mais il doit être suivi d'un temps de repos de 4 minutes.

A la surface des rôtis ainsi obtenus, une épaisse croûte s'est formée. De couleur caramel, elle est appétissante, mais son importance complique un peu le tranchage de la viande. Comparativement aux rôtis précuits, les niveaux de jutosité et de tendreté de la viande sont inférieurs. De ce fait, la suite des tests n'a porté que sur des rôtis précuits.

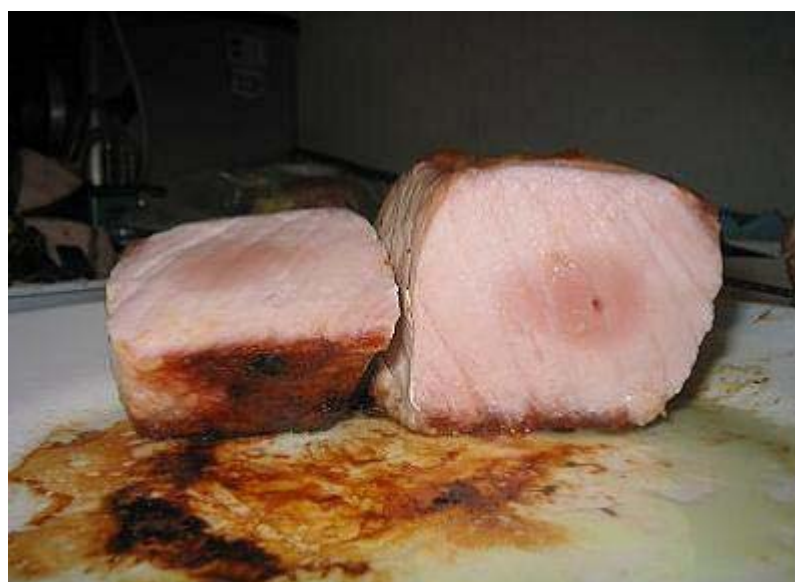
**Mesures des températures au cœur des rôtis après différentes  
durées de cuisson au micro-onde**

Durée de cuisson à puissance maximale	2 minutes	4 minutes	6 minutes	8 minutes	9 minutes	10 minutes	11 minutes
Température à cœur dès la sortie du micro-onde	16,8°C	30°C	38°C	47°C	55°C	60°C	70°C

### Essai de cuisson au micro-onde des rôtis de porcs



Après 8 minutes de cuisson à puissance maximale, le centre du rôti est encore rosé

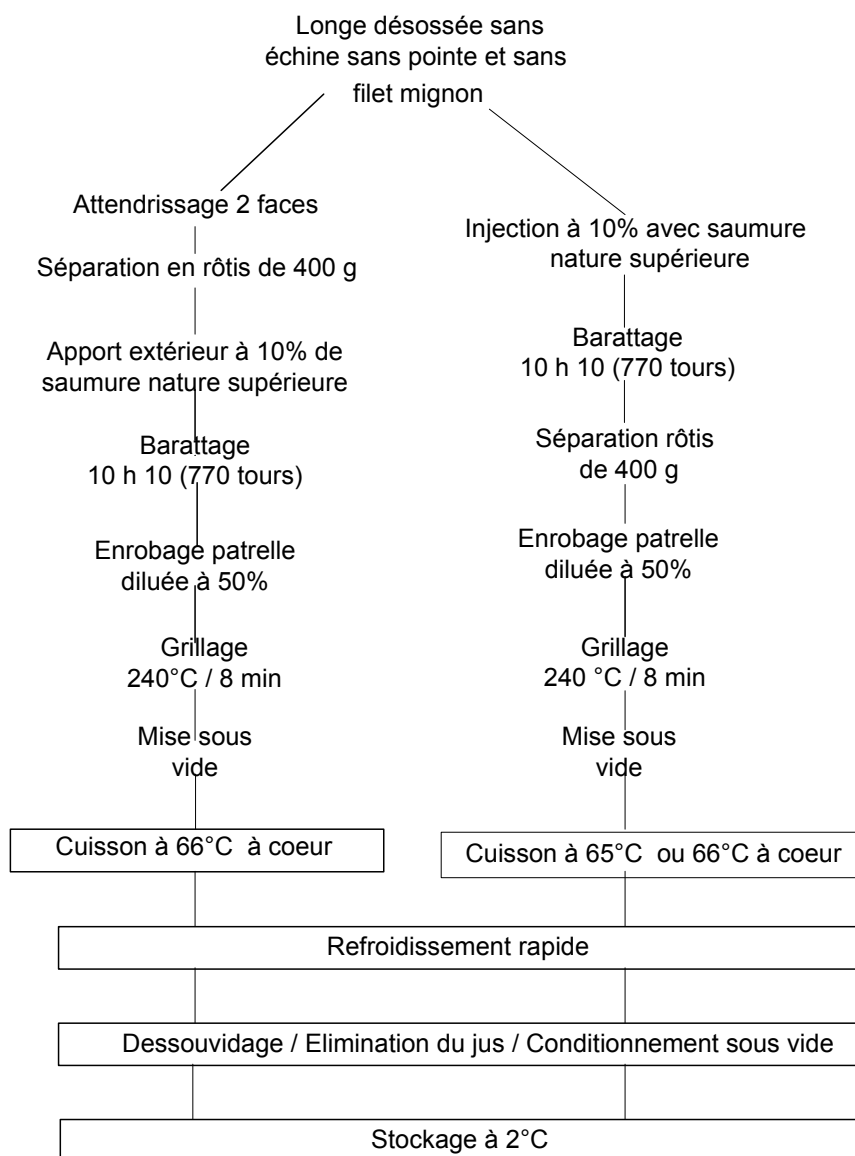


**En conclusion, cette série d'essai montre que le saumurage par apport extérieur doit être étudié de manière plus précise et que les rendements de cuisson visiblement faussés par une erreur de positionnement de sonde doivent être corrigés par une nouvelle série d'essais.**

### 32.3 - Série d'essais n°2

#### 323.1 - Matériels et méthodes

##### ►► Protocole de fabrication



##### ►► Analyses

Les rendements aux différentes étapes du procédé ont été calculés sur 4 rôtis de chaque essai. Une dégustation des rôtis, 2 jours après fabrication, a été effectuée après réchauffage de 5 minutes au micro-ondes.

323.2 - Résultats

## ►► Rendements technologique

		Cuisson	Rendement de saumurage	Rendement de grillage	Rendement de cuisson	Rendement technologique	Moyenne des rendements technologiques	Ecart type
Saumure injectée/ grillé	1	65°C	109,10%	95,06%	94,59%	98,09%	100,08%	1,33%
	2		109,10%	95,06%	97,23%	100,83%		
	3		109,10%	95,06%	97,02%	100,62%		
	4		109,10%	95,06%	97,18%	100,79%		
	1	66°C	109,10%	95,06%	93,39%	96,86%	97,02%	1,48%
	2		109,10%	95,06%	92,75%	96,19%		
	3		109,10%	95,06%	92,44%	95,87%		
	4		109,10%	95,06%	95,60%	99,15%		
Saumure en apport extérieur/ grillé	1	66°C	107,6%	96,4%	88,6%	91,9%	93,43%	1,38%
	2		107,6%	96,4%	91,5%	94,9%		
	3		107,6%	96,4%	90,5%	93,9%		
	5		107,6%	96,4%	88,9%	92,2%		
	4+6		107,6%	96,4%	88,7%	92,0%		
	7		107,6%	96,4%	91,8%	95,2%		
	8		107,6%	96,4%	90,4%	93,8%		

Les rôtis injectés ont des rendements technologiques significativement supérieurs aux rôtis saumurés par apport extérieur. De la même façon que dans la première série, cette différence s'explique d'une part par le rendement de saumurage. Il atteint 109.1% avec la technique d'injection et 107.6% avec l'apport extérieur de saumure. Les pertes engendrées par la cuisson constituent la seconde explication. Ces dernières sont plus importantes pour les rôtis saumurés par apport extérieur avec une moyenne de rendement de cuisson de 90.05% +/-1,33. L'attendrissage mécanique est certainement à l'origine de ce phénomène. La moyenne des rendements de cuisson des rôtis injectés est quant à elle de 93.55% +/- 1,42 pour une température finale de cuisson de 66°C.

Compte tenu du protocole, seuls les rendements technologiques des rôtis injectés mais cuits avec des températures à cœur différentes pourront être comparés. Avec une moyenne de 100.08% +/-1.33, les rôtis cuits à 65°C à cœur présentent des rendements

technologiques supérieurs à ceux cuits à 66°C, qui ont une moyenne de rendement technologique de 97.02% +/-1.48.

Les résultats obtenus pour cette série d'essais confirment bien l'erreur de positionnement des sondes au cours de la 1<sup>ère</sup> campagne d'expérimentation.

### ►► Tests de dégustation

Les rôtis injectés de saumure nature supérieure sont bons et juteux. Leur aspect grillé est agréable. Les produits cuits à 65°C à cœur sont toutefois plus moelleux que ceux cuits à 66°C à cœur.

Les rôtis saumurés par apport extérieur présentent une qualité insatisfaisante. En effet, la couleur de l'intérieur des rôtis est hétérogène, des taches sont observables. Cela traduit un problème de pénétration à cœur de la saumure, qui peut avoir deux origines différentes : un taux de saumurage ou un barème de barattage insuffisant.

### 32.4 - Conclusion

L'objectif de ces expériences était de définir un process de fabrication pour des rôtis tendres et juteux de 400 grammes. Aux vues des résultats, il semble que le protocole optimal soit le suivant : découpe des rôtis dans les parties côtes filet, côtes premières et secondes de la longe, injection à 10% avec une saumure nature supérieure, puis barattage pendant dix heures et dix minutes, enrobage avec de la patrelle diluée à 50%, grillage 8 minutes à 240°C, cuisson à 65°C à cœur sous vide<sup>1</sup>.

Le conditionnement de ce rôti précuit devrait faire l'objet de recherches supplémentaires, afin d'améliorer la productivité industrielle (disparition de l'étape de déballage) et l'attractivité du produit vis à vis du consommateur. Ainsi, il serait intéressant d'utiliser un emballage à la fois résistant à la précuisson industrielle et au réchauffement au microonde chez le consommateur, tel qu'un film skin.

---

<sup>1</sup> la cuisson à 65°C à cœur ne permet d'obtenir une Vp que de 11. Pour atteindre une Vp supérieure de l'ordre de 46, il convient d'effectuer un palier de 1h40 à cette température, mais les pertes à la cuisson seront supérieures ou alors de faire un palier de 35 minutes à 66°C.

### **3.3 - Piste n°3 : Viandes hachées nature ou à vocation nutritionnelle**

#### **33.1 - Préambule**

L'objectif de cette mise au point était de déterminer quelles étaient les matières premières et le process les plus adaptés pour produire des viandes hachées pur porc organoleptiquement acceptables (notamment juteuses). Pour information, l'ADIV ne disposant pas de formeuses industrielles, les steaks ont été formés manuellement à la forme ovale et non striée avec une steakette.

Le second objectif était de proposer une viande hachée allégée en matière grasse, la matière grasse étant substituée par des composés à vocation nutritionnelle et notamment les fibres. La complémentation du produit en oméga 3 n'a pas été abordée. Ces ingrédients qui peuvent se présenter sous forme de poudre sont très instables vis-à-vis de l'oxydation. De plus, la source principale d'acide gras oméga 3 proposée par les fournisseurs est le poisson, qui peut être responsable de goûts parasites.

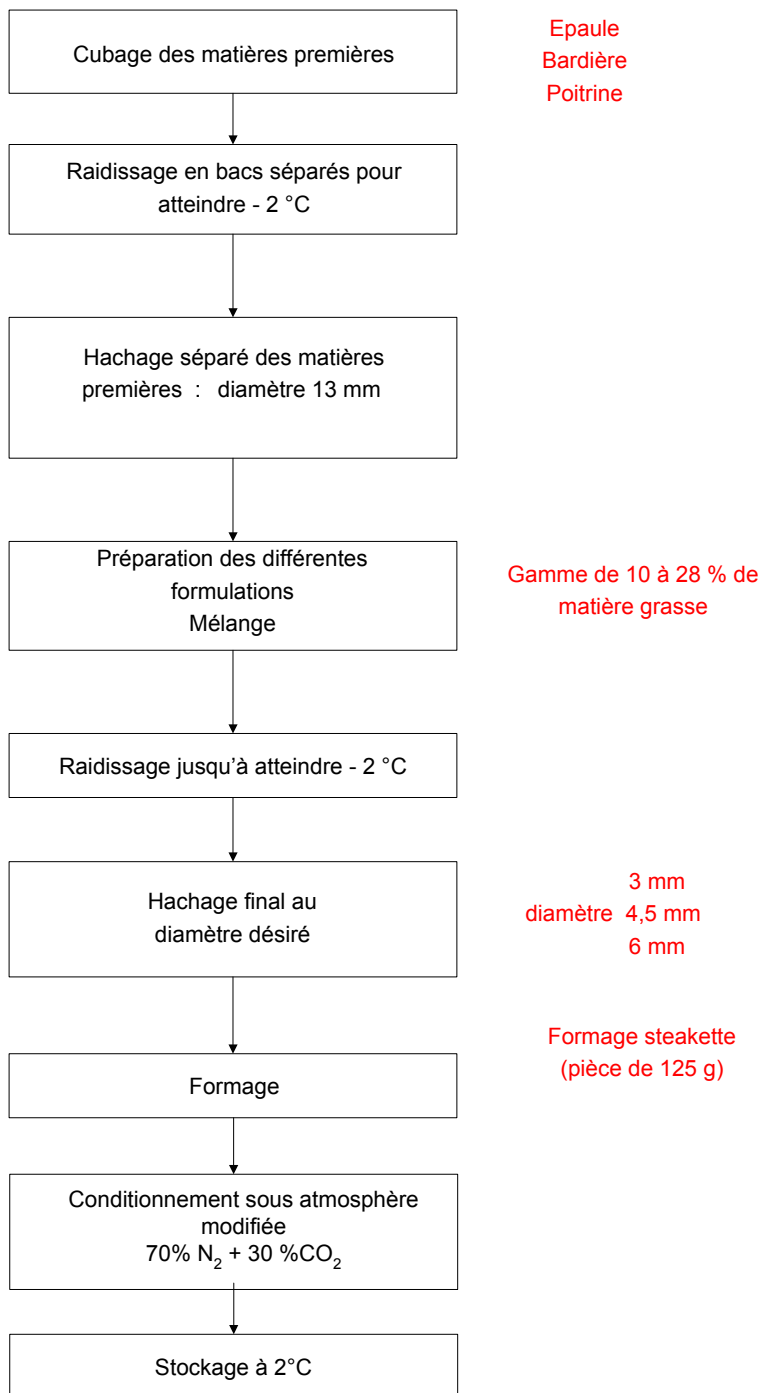
#### **33.2 - Viandes hachées nature**

##### **332.1 - Matériels et méthodes**

#### **►► Protocole de fabrication**

Le protocole général de fabrication des viandes hachées est repris dans le schéma ci-dessous . Les facteurs de variation testés indiqués en rouge sur le schéma étaient :

- l'origine musculaire des matières premières pour le mélange gras/maigre : épaule/bardière ou épaule/poitrine,
- le taux de matière grasse (gamme de 10 % à 28 %) défini par les proportions d'épaule, bardière et poitrine utilisées dans la recette,
- la taille du hachage: diamètre 3 mm, 4,5 mm ou 6mm.



### ►► Facteurs testés

Deux séries d'essais ont été consacrées à la conception des viandes hachées nature.

Dans la première série, quatre facteurs de variation ont été testés :

- le tissu gras utilisé : bardière ou poitrine
- la taille du hachage : 3 ou 6mm
- le taux de lipides.

Connaissant le taux de matière grasse moyen des matières premières, six formulations différentes ainsi qu'un témoin ont été fabriqués :

	<b>Témoin</b>	<b>B<sub>10</sub></b>	<b>B<sub>15</sub></b>	<b>B<sub>20</sub></b>	<b>P<sub>10</sub></b>	<b>P<sub>15</sub></b>	<b>P<sub>20</sub></b>
<b>Epaule 4D (5% de MG)</b>	100%	93%	87%	73%	75%	50%	0%
<b>Bardière (80% de MG)</b>	/	7%	13%	27%	/	/	/
<b>Poitrine (25% de MG)</b>	/	/	/	/	25%	50%	100%

B<sub>10</sub> : steak à 10% de matière grasse estimée et composé de bardière.

P<sub>10</sub> : steak à 10% de matière grasse estimée et composé de poitrine.

Dans la seconde série, trois facteurs de variation sont testés :

- le tissu gras utilisé : bardière ou poitrine
- la taille du hachage : 3 ou 4,5 mm.
- le taux de lipides.

Le tableau ci-dessous présente les formulations fabriquées :

	<b>B<sub>18</sub></b>	<b>B<sub>23</sub></b>	<b>P<sub>18</sub></b>	<b>P<sub>23</sub></b>
Epaule 4D (10% MG)	89%	82%	65%	44%
Bardière (80% MG)	11%	18%	/	/
Poitrine (33% MG)	/	/	35%	56%

### ►► Analyses effectuées

Les produits finis ont été caractérisés chimiquement en mesurant :

- leur taux de lipides (norme ISO 1444)
- leur matière sèche (norme NF V 04 401).

Des tests de dégustation ont été réalisés sur des steaks cuits au grill SEB double face à puissance 3 pendant 3 minutes. Ont été évalués la jutosité, la texture et l'aspect.

Les rendements de cuisson de 5 steaks ont été mesurés pour chaque essai. Pour cela les steaks crus ont été pesés individuellement. Ils ont été cuits selon le protocole des tests de dégustation, puis refroidis à température ambiante pendant 30 minutes et pesés de nouveau. La masse relevée à ce moment, rapportée à la masse initiale du steak correspond au rendement de cuisson.

Enfin, pour analyser statistiquement les résultats de rendement de cuisson et évaluer l'incidence des facteurs de variation (taille du hachage, gras utilisé, taux de matière grasse) , le logiciel Statview a été utilisé. Les résultats de l'analyse de variance ont été exprimés selon les pourcentages de probabilité (p) du test de Fischer :

- NS : non significatif  $p > 5\%$
- X : significatif au seuil de 5%  $p < 5\%$
- XX : significatif au seuil de 1%  $p < 1\%$
- XXX : significatif au seuil de 0,1%  $p < 0,1\%$

### 332.2 - Résultats et discussion de la série d'essais n°1

### ►► Analyses chimiques

Le tableau ci-dessous reprend les résultats des analyses chimiques des tissus pour chacune des familles testées.

	<b>Témoin</b>	<b>B<sub>10</sub></b>	<b>B<sub>15</sub></b>	<b>B<sub>20</sub></b>	<b>P<sub>10</sub></b>	<b>B<sub>15</sub></b>	<b>P<sub>20</sub></b>
Epaule 4D	100%	93%	87%	73%	75%	50%	0%
Bardière	/	7%	13%	27%	/	/	/
Poitrine	/	/	/	/	25%	50%	100%
Taux de MG estimé (%)	5	10	15	20	10	15	20
Matière sèche réelle (%)	29,4	33,6	36,6	41,8	31,8	37,8	43,2
Lipides libres réels (%)	10,3	15,2	18,7	25,4	12,4	20,1	27,5

Les produits fabriqués sont plus gras par rapport aux objectifs visés. Cet écart provient d'une sous estimation du taux de lipides de l'épaule qui est de 8 à 10% au lieu de 5% de celui de la poitrine qui est de 28 à 30% au lieu de 25%.

### ► Les rendements de cuisson

Le test d'analyse de variance effectué sur les rendements de cuisson des steaks en fonction des facteurs testés est donné ci-dessous :

	DDL	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p
Type de hachage	1	0,031	0,031	48,138	<0,0001
Gras utilisé	1	0,115	0,115	181,02	<0,0001
Type de hachage*Gras utilisé	1	0,015	0,015	23,958	<0,0001
Taux de MG	2	0,147	0,074	115,547	<0,0001
Type de hachage*Taux de MG	2	3,02E-04	1,51E-04	0,237	0,7892
Gras utilisé*Taux de MG	2	0,003	0,002	2,699	0,071
Type de hachage*Gras utilisé*Taux de MG	2	0,12	0,006	9,203	0,0002
Résidus	131	0,083	0,001		

Les effets de la taille de hachage, du taux de matière grasse et de la nature du gras utilisé sont très significatifs.

Les moyennes de rendements de cuisson pour chacun des facteurs sont donnés ci-dessous

#### Effet : type de hachage

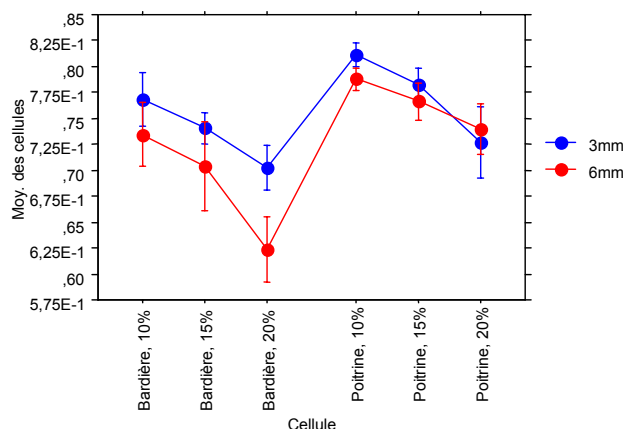
	Nombre	Moyenne	Ecart type
3 mm	72	,755	,042
6 mm	71	,726	,060

#### Effet : Nature du tissu gras utilisé

	Nombre	Moyenne	Ecart type
Bardière	72	,712	,054
poitrine	71	,769	,035

#### Effet : Taux de MG estimé

	Nombre	Moyenne	Ecart type
10%	48	,775	,035
15%	47	,749	0,38
20%	48	,698	,053



La représentation graphique ci-dessus et l'analyse des tableaux précédents nous montrent que :

- l'augmentation de la taille de hachage diminue le rendement de cuisson pour les steaks fabriqués avec de la bardière seulement,
- l'augmentation du taux de matière grasse et l'utilisation de bardière plutôt que de poitrine comme source grasse réduisent également le rendement de cuisson.

### ►► Tests de dégustation

Le seuil du taux de matière grasse à partir duquel les steaks ont un niveau de jutosité acceptable est élevé et atteint les 19%. Au delà de 25% de matière grasse, les steaks sont trop gras autant par leur apparence que par leur goût. De plus, ils sont beaucoup trop friables pour être manipulés sans soin particulier.

La taille du hachage a également un effet important sur les caractéristiques organoleptiques des steaks. Le steak haché à 6mm est beaucoup plus difficile à mastiquer que celui haché à 3mm. De plus, au fur et à mesure de la mastication, il devient très sec. Ce diamètre pose également des problèmes de manipulation lors de la cuisson, car il s'émiette facilement.

Selon le type de gras utilisé, les steaks ont un goût très différent. Ainsi la bardière apporte un goût de « côte de porc », assez prononcé mais agréable, tandis que les steaks à base de poitrine ont un goût neutre et un aspect gras.

### 332.3 - Résultats de la seconde série d'essais

Compte tenu des résultats de la première série d'essais, la seconde série s'est attachée à tester l'influence :

- du taux de matière grasse du steak 18 ou 23%,
- de la taille de hachage : 3 ou 4,5 mm,
- de la nature du tissu gras : bardière ou poitrine.

### ►► Analyses chimiques

	<b>B18</b>	<b>B23</b>	<b>P18</b>	<b>P23</b>
<b>Épaule 4D</b>	89%	82%	65%	44%
<b>Bardière</b>	11%	18%	/	/
<b>Poitrine</b>	/	/	35%	56%
<b>Matière sèche (%)</b>	36,5	40,1	36,6	39,8
<b>Lipides libres (%)</b>	18,3	23	18,5	22,7

Pour cette série d'essais, on peut estimer le taux de lipides de l'épaule à 10% et celui de la poitrine à 33%.

## ►► Rendements de cuisson

Les résultats de l'analyse de variance ci-dessous nous montrent que la taille de hachage, la nature du tissu gras utilisé et le taux de matière grasse ont un effet très significatif :

	DDL	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p
Type de hachage	1	0,003	0,003	35,43	<0,0001
Gras utilisé	1	0,004	0,004	40,18	<0,0001
Type de hachage*Gras utilisé	1	0,001	0,001	7,91	0,03807
Taux de MG	1	0,017	0,008	192,72	<0,0001
Type de hachage*Taux de MG	1	0,001	0,0005	14,66	0,002
Gras utilisé*Taux de MG	1	3.90 E-5	1.45 E-5	4,3	0,0415
Type de hachage*Gras utilisé*Taux de MG	1	3.94 E-5	1.45 E-5	4,4	0,0415
Résidus	30	0,0827	0,001		

Les valeurs moyennes des rendements de cuisson sont repris dans le tableau et le graphique ci-dessous.

### Moyenne des rendements de cuisson Effet : gras utilisé

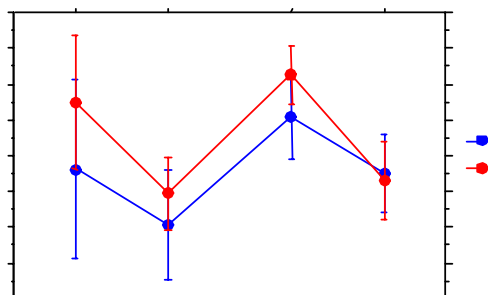
	Nombre	Moyenne	Ecart type
Bardière	20	,711	,042
Poitrine	18	,733	,031

### Moyenne des rendements de cuisson Effet : taille de hachage

	Nombre	Moyenne	Ecart type
3 mm	20	,711	,038
4,5 mm	18	,733	,038

### Moyenne des rendements de cuisson Effet : Taux de MG

	Nombre	Moyenne	Ecart type
18%	20	,742	,037
23%	18	,698	,025



Une taille de hachage de 4,5 mm permet d'améliorer le rendement de cuisson des steaks hachés tandis que l'augmentation du taux de matière grasse ou le choix de la bardière comme source grasse a tendance à accroître les pertes à la cuisson.

**►► Tests de dégustation**

Concernant l'aspect des steaks, seuls ceux à 18% de matière grasse sont acceptables. Les autres semblent trop gras, ce qui est confirmé par la dégustation.

Le hachage à 4,5mm donne des steaks avec un visuel agréable et une meilleure jutosité que ceux hachés à 3mm. Enfin, les produits à base de bardière sont une nouvelle fois plus appréciés pour leur goût de porc plus prononcé.

*332.4 - Conclusion*

Pour bénéficier d'une jutosité satisfaisante, les viandes hachées pur porc doivent être hachées à un diamètre de 4,5 mm et avoir un taux de matière de 18% minimum. Le taux de matière grasse peut cependant nuire à l'aspect visuel des produits (cf. photos ci-après). Enfin, l'emploi de bardière doit être préféré à l'emploi de poitrine en tant que source grasse tant pour des raisons de flaveur que d'aspect.

**STEAKS HACHES DE PORC A DIFFERENTS TAUX DE MATIERE GRASSE**  
**(mélange de viande : épaule / bardière)**



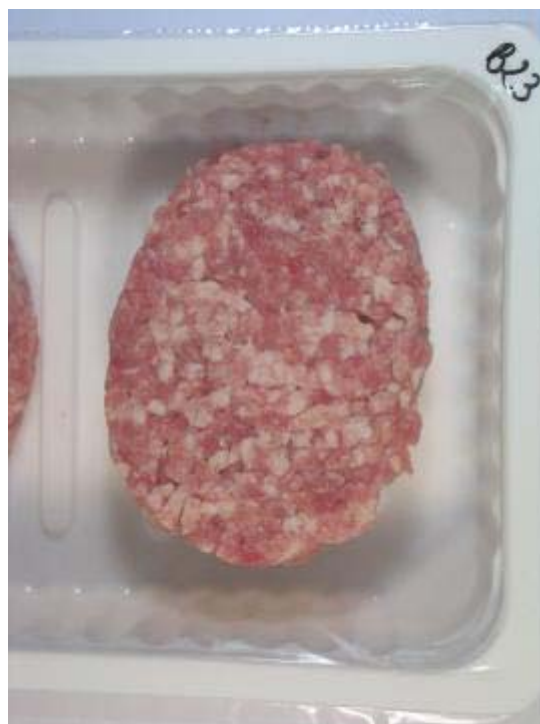
**Steak haché de porc à 10% de matière grasse**



**Steak haché de porc à 15% de matière grasse**



**Steak haché de porc à 18% de matière grasse**



**Steak haché de porc à 23% de matière grasse**

### **33.3 - Viandes hachées diététiques**

#### **333.1 - Matériels et méthodes**

Les essais ont essentiellement consisté à tester les fibres de différentes sources végétales et approvisionnées auprès de différents fournisseurs.

Pour rappel réglementaire, la communication sur l'apport de fibres dans un produit alimentaire envisage 3 cas de figures :

- si le produit contient plus de 3% de fibres, la dénomination « source de fibres » peut être employée,
- si le produit contient plus de 6% de fibres, la dénomination « riche en fibres » peut être employée,
- si le produit contient 25% de fibres de plus que les produits standards et que cette différence est au moins égale à 3%, la dénomination « enrichi en fibre » peut être employée.

Ainsi, au cours de 2 séries d'essais effectuées, 3 facteurs de variation ont été testés :

- le type de fibre
- le taux de fibres incorporées
- le taux d'eau additionnée avec les fibres.

Le protocole de fabrication utilisé pour la fabrication était identique à celui des viandes hachées nature. Les fibres et éventuellement l'eau ont été incorporées au moment du mélange. La formulation de base utilisée pour fabriquer les viandes hachées était composée de 96% d'épaule et 4% de bardière, soit un taux de matière grasse de 13% environ.

Les caractéristiques des fibres testées avec leur fournisseur sont mentionnées dans le tableau ci-dessous. Il s'agissait de fibres de faible granulométrie.

Enfin, les rendements de cuisson ont été mesurés sur 5 steaks de chaque essai selon le même protocole que celui employé par les viandes hachées nature et des tests de dégustation effectués pour chaque essai.

<b>Entreprise</b>	<b>Dénomination de la fibre</b>	<b>Constituants</b>	<b>Avantages/Inconvénients</b>
<b>Roquette</b>	Fibre soluble NUTRIOSE FB06 (blé)	dextrines	goût neutre, bonne tolérance digestive, faible valeur calorique
	Fibre insoluble de pois		
<b>Orafti</b>	Raftiline GR (chicorée)	inuline	couleur et odeur neutres, solubilité modérée
	Raftiline HP (chicorée)	inuline	
<b>Soussana</b>	Fibre de carotte non texturée		rétenion de 18 à 28 fois son poids, fibre blanche
	Fibre de blé		goût et odeur neutres, poudre blanche
<b>Limagrain</b>	Fibre de pois Farigel		le traitement désamérise le produit
	Germe de maïs (Nutricorn)		
	Germe de blé (Farigel wheat germ 1050)		

### 333.2 - Résultats des essais

Les résultats des rendements de cuisson et des évaluations organoleptiques sont résumés dans les 2 tableaux ci-dessous

#### Moyennes des rendements de cuisson et observations des tests de dégustation en fonction des fibres et des concentrations utilisées sans adjonction d'eau

Fournisseur	Fibre	Dose (g/kg)	Rendement de cuisson (%)		Observation
			Moyenne	Écart-type	
Roquette	Nutriose	10	0,759	0,02	Un peu sec
		30	0,761	0,015	Juteux
	Pois	10	0,765	0,017	Sec
		30	0,801	0,017	Juteux
Orafti	Raftiline GR	10	0,768	0,01	Assez juteux (pb de tenue)
		30	0,756	0,019	Beaucoup de jus rendu à la cuisson (pb de tenue)
	Raftiline HP	10	0,750	0,045	Sec
		30	0,776	0,011	Sec
Soussana	Carotte	10	0,801	0,02	Goût « infecte »
		30	0,822	0,047	
	Blé	10	0,754	0,036	Un peu sec
		30	0,78	0,024	Petit goût autre, mais texture correcte
Limagrain	Pois	10	0,756	0,015	Sec
		30	0,78	0,01	Goût parasite
	Germe maïs	10	0,774	0,009	Très juteux mais léger goût de maïs
		30	0,772	0,015	Goût pop-corn
	Germe blé	10	0,75	0,031	Fort goût parasite
		30	0,78	0,014	
Témoïn 1	/	/	0,734	0,023	Sec
Témoïn 2	/	/	0,732	0,030	

**Moyennes des rendements de cuisson et observations des tests de dégustation en fonction des fibres  
et de la teneur en eau des steaks hachés.**

Fournisseur	Non fibre	Dose	Rendement de cuisson (%)		Observation
			Moyenne	Écart-type	
Roquette	Pois	F1	0,77	0,016	Léger goût parasite/attache au grill
		F2	0,746	0,04	/
Soussana	Carotte	F1	0,796	0,04	Goût « infecte »
		F2	0,788	0,03	
	Blé	F1	0,802	0,02	Bonne texture – goût léger
		F2	0,774	0,009	Bonne texture – goût léger
Limagrain	Pois	F1	0,74	0,016	Mauvais goût
		F2	0,744	0,018	/
	Germe maïs	F1	0,712	0,031	Mauvais goût
		F2	0,748	0,010	/
	Germe blé	F1	/	/	Mauvais goût
		F2	/	/	/

Avec F1= 91% de viande, 6% d'eau et 3% de fibre  
F2= 88% de viande, 9% d'eau et 3% de fibre

L'incorporation de fibres permet d'améliorer le rendement de cuisson des steaks mais l'augmentation du taux d'incorporation de fibres ne l'améliore pas de manière proportionnelle.

Sans adjonction d'eau, deux fibres sont intéressantes : la fibre de pois Roquette ou la fibre de blé Soussana qui confèrent de bons rendements de cuisson et une jutosité satisfaisante au produit.

Lorsque de l'eau est incorporée au steak avec les fibres, elle exhauste le goût parasite de fibre dans le produit fini.

De plus, les steaks additionnés de fibres et d'eau ont tendance à adhérer à la plaque de cuisson. Dans ce cas de figure, les fibres de pois Roquette ou les fibres de blé Soussana restent encore intéressantes mais le taux d'eau incorporée ne doit pas excéder 6%.

Pour information, le coût de la fibre de pois Roquette varie entre 1 et 1,5 €/kg et celle de la fibres de blé de 2 à 2,8 €/kg.

### 333.3 - Conclusion

L'incorporation de fibres à un taux de 3% qui permet d'inscrire sur l'emballage la mention « source de fibres » est possible dans les viandes hachées. Elle permet d'améliorer, si elle est

bien sélectionnée, le rendement de cuisson des steaks. L'adjonction d'eau au taux de 6% peut être envisagée sans améliorer les rendements de cuisson de manière satisfaisante.

### 3.4 - Piste n°4 : Viande hachée stérilisée

#### 34.1 - Préambule

L'objectif de cette mise au point était de concevoir un produit cuit haché dosable et stable à température ambiante qui pourrait être utilisé comme PAI pour un industriel du plat cuisiné ou comme aide culinaire par un consommateur.

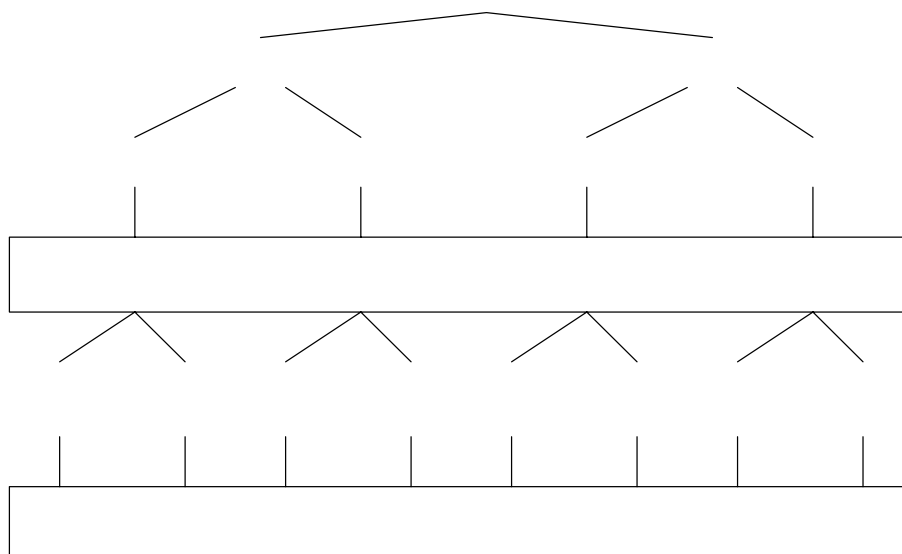
#### 34.2 - Matériels et méthodes

##### ►► **Préambule**

Une première série d'essais a été effectuée. Elle a consisté à fabriquer des viandes hachées stérilisées avec une sauce, les muscles utilisés pour fabriquer le produit fini étant l'épaule ou la pointe. Les produits finis obtenus ressemblaient trop à un plat cuisiné. Aussi les résultats de cette série ne sont pas présentés. Pour la suite des essais, une stérilisation « à sec » ou avec jus a été préférée. On précise seulement qu'une stérilisation de 45 minutes à 115°C est suffisante si on utilise de la pointe alors qu'un temps de 75 minutes à 115°C doit être préféré si on utilise de l'épaule dans le cas de produits finis stérilisés en verrine Eurocap de 850 ml.

##### ►► **Protocole de fabrication**

Le protocole employé pour les essais de fabrication de la viande hachée stérilisée était donc le suivant :



Les paramètres des différentes étapes du procédé étaient les suivants :

- injection à l'injecteuse multiaiguille au taux de 20% avec une saumure composée de 1,2% de polyphosphate, 12% de sucres et 8,1% de sel ;
- barattage 30 minutes en continu suivi d'un fonctionnement de 12 heures alternant 5 min de marche et 15 minutes d'arrêt ;
- rissolage sur plaque électrique avec 20g/kg d'huile ; 10 g/kg de sel nature (sauf pour les viandes injectées) ; 0,5 g/kg de poivre gris ; 0,5 g/kg d'ail poudre et 30 g/kg de vin blanc jusqu'à atteindre 80°C à cœur ;
- assemblage en verrines Eurocap de 850 ml remplies avec 780 g pour les produits avec jus ou à 580 g pour les viandes sans jus ;
- stérilisation durant 60 minutes à 115°C et 1,8 bars. Pour information, la valeur stérilisatrice du produit avec jus valait 12,8, celle du produit sans jus 10,4.

## ►► Analyses

Les rendements aux différentes étapes du procédé ont été mesurés et les produits finis dégustés après un réchauffage au micro-ondes de 1min30 à puissance maximale.

### 34.3 - Résultats

		Rendement de saumurage (%)	Rendement de rissolage (%)	Rendement technologique (%)	Pertes par évaporation (%)
Nature	Ø 13	/	74	74	4,6
	3 trous	/	73,6	73,6	2,6
Injection	Ø 13	118	76,7	90,5	6,5
	3 trous	118	84,4	99,6	3,2

Les rendements indiqués ci-dessus correspondent aux rendements obtenus avant stérilisation.

Les pointes injectées présentent des rendements technologiques très acceptables surtout si elles sont hachées à la grille 3 trous.

### ►► Tests de dégustation

Les pointes non injectées donnent des produits fades et secs. Le jus qui avait été ajouté dans certains d'entre eux est clair et insipide.

Les pointes injectées donnent des produits de meilleure qualité. La viande est tendre et à sec, elle présente un aspect grillé agréable. Quant au jus éventuellement ajouté, il est foncé et goûteux. La couleur caramel de la viande et du jus est probablement due à des réactions de Maillard subies par les sucres de la saumure d'injection, lors de la stérilisation. Cependant, les viandes injectées, lors de la stérilisation, exsudent une quantité de jus supérieure à celle des viandes non saumurées, ceci d'autant plus que la taille de hachage est importante.

### 34.4 - Conclusion

Aux vues de ces résultats, la fabrication d'un PAI égrené stérilisé nécessite un empotage sans jus et, pour que le produit soit juteux, une injection préalable est nécessaire. Le diamètre de hachage 13mm apparaît plus adapté aux éventuelles utilisations de la viande, il s'égraine plus facilement que le trois trous. L'étape de précuisson de la viande est indispensable dans le protocole de fabrication. Elle permet à celle ci de rendre une partie de son jus puis de former à la surface de chaque grain une couche très fine cuite, qui réduira l'exsudation pendant la stérilisation et donc indirectement, qui maintiendra un niveau de jutosité acceptable. Mais industriellement, le rissolage est une technique difficile à mettre en œuvre. Une alternative à cette technique serait le blanchiment. Enfin, le conditionnement en verrine n'étant pas forcément adapté pour les PAI, il serait intéressant de tester une stérilisation en sachets aluminisés.

### **3.5 - Piste n°5 : Produits reconstitués**

#### **35.1 - Restructuration physique**

##### *351.1 - Préambule*

L'objectif de cette investigation était de proposer des maquettes de produits préalablement déstructurés en petits morceaux (cubes, lamelles) et reconstitués en portions unitaires consommateurs.

Pour information, il existe un procédé breveté de feuilletage de viande de reconstitution dont la licence est exploitée par la Société CONVIVIAL à Vichy (03).

Le brevet est enregistré à l'INPI sous le numéro national : 86 02793. Son numéro de publication est 2 595 039 et a été déposé le 28/02/96.

Il s'intitule « Procédé de fabrication de rôti, escalope, bifteck ou similaire par mise en forme de feuilles de viandes ultrafines avec un liant ».

Un second brevet aurait été déposé ultérieurement. Il porterait sur la mise en forme, le raidissage des pains constitués d'escalopes de viande avant tranchage fin. Nous ne disposons pas de ses références, mais compte tenu des essais de faisabilité menés dans cette étude, il ne s'appliquerait pas.

En conclusion, le procédé de feuilletage des viande tomberait dans le domaine public en février 2006.

##### *351.2 - Matériel et méthodes*

Deux muscles ont été utilisés pour la réalisation des essais de faisabilité : la pointe et l'échine. Les essais ont consisté à tester chez un fabricant d'équipements, la société Urschell, 3 matériels de destructuration différents :

- le Comitrol qui produit des copeaux,
- le translicer 2000 qui produit des feuilles de viandes,
- le slicer CC qui produit des lamelles fines.

Préalablement à la destructuration, les muscles ont été dégrossis en cubes de 5 cm de côté puis raidis à - 2°C.

Après destruction, les copeaux ou feuilles de viandes ont été formés en steaks de 125 g à la steackette manuelle. Pour information, une température de 0 à + 1°C est préférable pour former les steaks sinon le pressage des lamelles ou des copeaux ne peut être réalisé correctement.

Les steaks formés ont ensuite été conditionnés sous atmosphère modifiée sous mélange 70% N<sub>2</sub> + 30% CO<sub>2</sub>.

#### Equipements de destruction testés



**COMITROL**



**TRANSLICER 2000**



**SLICER CC**

351.3 - Résultats

Les résultats des essais de tranchage avec la température initiale des cubes (Ti) leur température finale après destructuration (Tf), les remarques relatives à la taille des tranches et à leur aptitude au formage, la tenue à froid des steaks formés et leur tenue après cuisson sont repris dans le tableau ci-dessous.

Équipement	Paramètre	Muscle	Ti (°C)	Tf (°C)	Remarque	Tenue à froid	Tenue après cuisson
Slicer CC 440 rpm	Tranches plates 1mm	Pointe	-1,3	-1	Tranches de 0,45 mm	++ Exsudat fort	++ Sec/Texture viande
	Turbine 10 pâles	Échine	-2	-1,5	Irrégulières	++	++ juteux/ texture viande
Translicer 2000 24 couteaux Roue de coupe 1,6 et 0,8 mm)	Vitesse d'avance à 25Hz	Pointe	/		Tranches de 0,65 à 1 mm Difficile à former	-	++ visuel feuilleté marqué mais trous
	Vitesse d'avance à 20 Hz	Pointe	/	/	Tranches de 0,7 à 0,8 mm en moyenne	-	++ /sec
		Échine		-1,5	Formage aisé	-	++/juteux
Comitrol 1700 - 6000 rpm - turbine 4 pâles	306039014 (moyen)	Pointe	/	/	Irrégulier à la coupe	--	++ sec/trop grossier
		Échine	-1,3	-0,6	Échine plus difficile à former	--	++ sec/trop grossier et dur
	3K030300 U (fin)	Pointe	-3	-1,3		--	++Sec/texture proche de la viande hachée
		Échine	-2	-1		--	++ sec/texture proche de la viande hachée et texture dure
	3K0501500U (grossier)	Pointe	-3	-1,3	Très irrégulier surtout l'échine pas assez raidie	/	/
		Échine	/	/		/	/

NB : au formage, les produits gras et froids sont adhérents à la steakette

Des photographies des produits obtenus au Comitrol sont données ci-dessous.



**COMITROL grossier**



**COMITROL moyen**



**COMITROL fin**



Une photographie des lamelles obtenues au Slicer CC avec la pointe est donnée ci-dessous.



**Lamelles de pointe obtenues au Slicer CC**

Les photos des steaks obtenus à partir des différents équipements sont données dans les pages suivantes.



Pointe

Equipement : **Slicer CC 440**



Echine

Equipement : **Slicer CC 440**



Pointe

Equipement : **translicer 2000** à une vitesse d'avance de 25 Hz



Pointe

Equipement : **translicer 2000** à une vitesse d'avance de 20 Hz



Echine

Equipement : **translicer 2000** à une vitesse d'avance de 20 Hz



Pointe

Équipement : **Comitrol 1 700** (moyen)



Echine

Équipement : **Comitrol 1 700** (moyen)



Pointe

équipement : **Comitrol 1 700** (fin)



Echine

équipement : **Comitrol 1 700** (fin)

Les résultats des essais de faisabilité montrent que la destructuration à l'aide du Comitrol donne des produits dont la tenue à froid est insuffisante et dont la texture après cuisson est soit trop fine (la texture est alors comparable à celle d'une viande hachée), soit trop grossière. Le tranchage au Translicer 2000 produit des lamelles trop épaisses, supérieures à 0,65 mm, qui nuisent à la tenue à froid des steaks et qui, dans certains cas, rendent le formage difficile. En effet, il est difficile de tasser les lamelles de viandes et des gros trous d'air restent emprisonnés.

Seul le Slicer CC permet d'obtenir des produits avec une bonne tenue à froid et à chaud, puisque les tranches obtenues ont une épaisseur de 0,45 mm environ. La texture des produits finis est proche de celle d'une viande mais les steaks issus des pointes sont secs et ceux issus d'échine ont un visuel trop gras.

#### *351.4 - Conclusion*

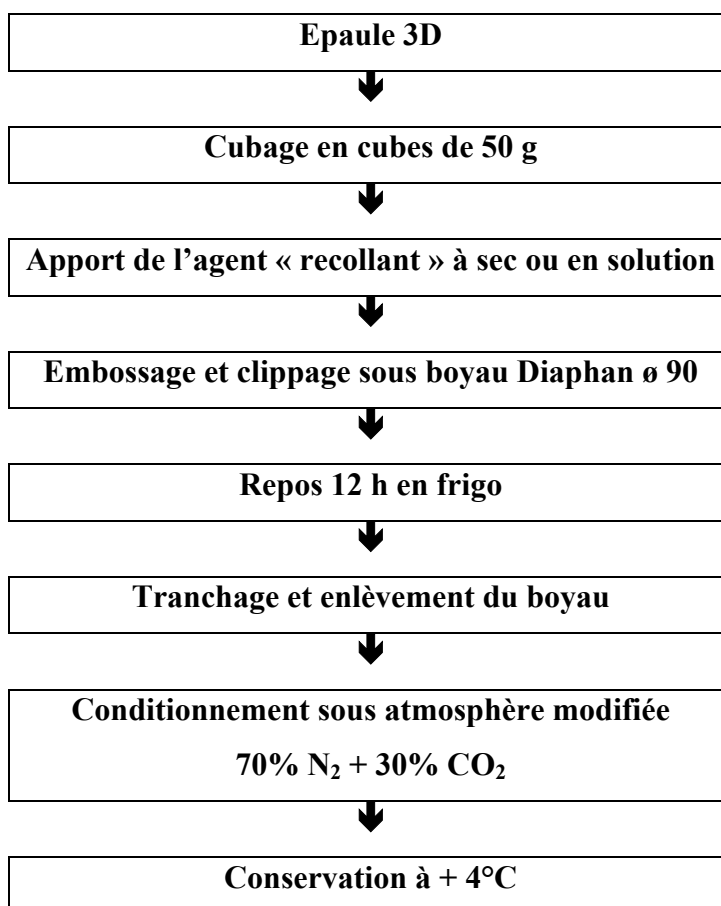
Des maquettes de produits reconstitués ont pu être conçues par destructuration de cubes de muscles avec une lamelleuse de type Slicer CC. Il conviendrait d'approfondir les essais et de tester des mélanges de muscles afin d'obtenir des produits juteux avec un visuel acceptable

### 35.2 - Restructuration chimique

L'objectif de cette expérimentation est d'évaluer la faisabilité d'un « recollage » de morceaux de viandes par des agents biochimiques issues de protéines ou de composés glucidiques. Compte tenu du savoir faire acquis par l'ADIV dans le cadre de contrats privés, il a été décidé de recoller des cubes de viandes en tournedos afin d'obtenir un produit fini aux caractéristiques proches d'une viande.

#### 352.1 - Matériels et méthodes

##### » Protocole général de fabrication



### »» Agents recollant testés

Fournisseur	« Agent collant »	Composition	Observation
SOUSSANA	PPFG	Fibrinogène sans thrombine	Dénomination poudre de plasma de bœuf
VAN HEES	3814	Alginate/lactate/dextrose de blé/agents d'enrobage/graisse de palme	Lactate de calcium encapsulé
DEGUSSA	Algogel 3020	Alginate de sodium	
	Algogel RMB630	Alginate de sodium/sulfate de calcium/diphosphate de sodium	
LIMAGRAIN	Westhose wheat 1 500 P	Farine de blé pré-gélatinisée	
	Mix liant 5 000 00 42	Mélange méthylcellulose/carraghénane/alginate de sodium	
	Dev 1800 RI		
ROQUETTE	Pregeflo MI 20A	Amidon de maïs pré-gélinifié modifié	
	Pregeflo P I 10	Fécule de pomme de terre pré-gélinifiée modifiée réticulée	
	Glucidex 1	Maltodextrine à base de pomme de terre gélinifiante	
Pas d'échantillons reçus de : - Palga   Alginates de sodium avec sulfate de calcium Protina			

### »» Analyses effectuées

Ont été évaluées sur les produit fabriqués, deux jours après conditionnement :

- la tenue de tranche à froid
- la tenue de tranche après cuisson.

352.2 - Résultats

Fournisseur	Produit	Dosage	Tenue de tranche à froid	Tenue après cuisson
SOUSSANA	PPFG	Dilution au 1/5 appliquée à 50g/kg	++ Présence de jus	++
		A sec à 5g/kg	-	/
		Dilution au 1/3 puis 30g/kg	-	/
VAN HEES	Mélange 3814	12g/kg puis 50g d'eau/kg	++ Un peu de jus Gel invisible	+
		9g/kg puis 50g d'eau/kg	+	/
DEGUSSA	Algogel 3020	20g/kg puis 40g d'eau /kg de viande	Gel brunâtre et collant Peu de jus	/
	Algogel RMB 630	Solution à 7% puis 50g/kg	+ (pas de jus)	--
		Solution à 7% puis 100g/kg	++ (peu de jus)	-
		Solution à 14% puis 50g/kg	++	--
LIMAGRAIN	W1500I	Solution à 13% puis 100g/kg	-- Beaucoup de jus	/
	Mix 5000042	15g/kg à sec puis 50g/kg d'eau	--	/
		20g/kg à sec puis 50g/kg d'eau	-- Pas de jus	
	Dev 1800 RPI	Solution à 23% puis 100g/kg	--	/
ROQUETTE	Amidon de maïs modifié	60g/kg à sec puis 140g/kg d'eau	(grumeaux) Beaucoup de jus	
	Fécule de pomme de terre modifiée	Solution à 15% puis 100g/kg	++ Beaucoup de jus	
	Maltodextrine de pomme de terre	Solution à 23% puis 100g/kg	-- Beaucoup de jus	

Les agents de recollage issues de céréales, le plus souvent amyliacés, ont des tenue de tranche insatisfaisantes. Seules les colles basées sur la coagulation du sang (PPFG de Soussana) et celles basées sur la gélification de l'alginate (mélange 3814 de Van Hees et Algogel RMB 630 de Degussa) permettent d'obtenir des produits dont la tenue est satisfaisante.

Pour information, le procédé de gélification à l'alginate est répandu dans l'industrie des viandes pour produire notamment les plaques de poivron ou de barde entrant dans la composition des brochettes. Le procédé de gélification est assez complexe à mettre en œuvre, le gel d'alginate se formant rapidement et étant difficile à répartir dans la viande. On peut donc imaginer qu'une première restructuration puisse s'opérer dans la trémie du poussoir. Ces remarques ne s'appliquent pas au procédé Van Hees puisque le calcium indispensable à la gélification de l'alginate est enrobé et donc relargué progressivement. Enfin, pour tous les fournisseurs de produits de recollage utilisant des alginates, la technique interdit l'utilisation de sel (NaCl). En effet, si le gel formé par l'alginate en présence d'ions calcium est irréversible à la cuisson, il peut être réversible si du chlorure de sodium est apporté, le sel se substituant aux ions calcium.

### 352.3 - *Conclusion*

Des maquettes de produits restructurés ont pu être proposées. Il convient désormais d'évaluer plus précisément l'action de certains facteurs tels que l'apport de sel, avant et après cuisson, sur la tenue de tranche des produits finis. D'autre part, il serait intéressant de tester un autre agent de recollage, très efficace, dont le statut réglementaire ne permet pas son utilisation dans des produits cuits à moins de 65°C. Il s'agit de la transglutaminase.

**Exemple de tournedos  
à base d'épaule  
restructuré par « voie chimique »**



### **3.6 - Conclusion générale**

Les premières maquettes d'UVCI élaborées ont abouti à la définition précise de process de fabrication pour :

- les émincés nature ou assaisonnés
- les rôtis précuits pour 1 ou 2 personnes
- les viandes hachées.

Trois produits nécessitent une expérimentation plus poussée :

- les viandes reconstituées feuilletées
- les viandes reconstituées par voie chimique
- le haché stérilisé à sec.

Pour les viandes feuilletées, seront notamment tester des mélanges de muscles.

Pour les viandes reconstituées par voie chimique, l'incidence de l'ajout de sel sera évaluée ainsi qu'un autre principe de recollage (la transglutaminase).

Pour le haché stérilisé, des essais de stérilisation en sachets aluminisés avec différents contrepression seront expérimentés comme la substitution de l'étape de rissolage par une étape de blanchiment. Enfin, un compte d'exploitation prévisionnel sera établi pour évaluer le coût de fabrication de ce produit.

## 4 - PHASE 3 : FINALISATION DE LA MISE AU POINT

---

---

### 4.1 - Haché stérilisé

#### 41.1 - Etude technique

##### 411.1 - Matériels et méthodes

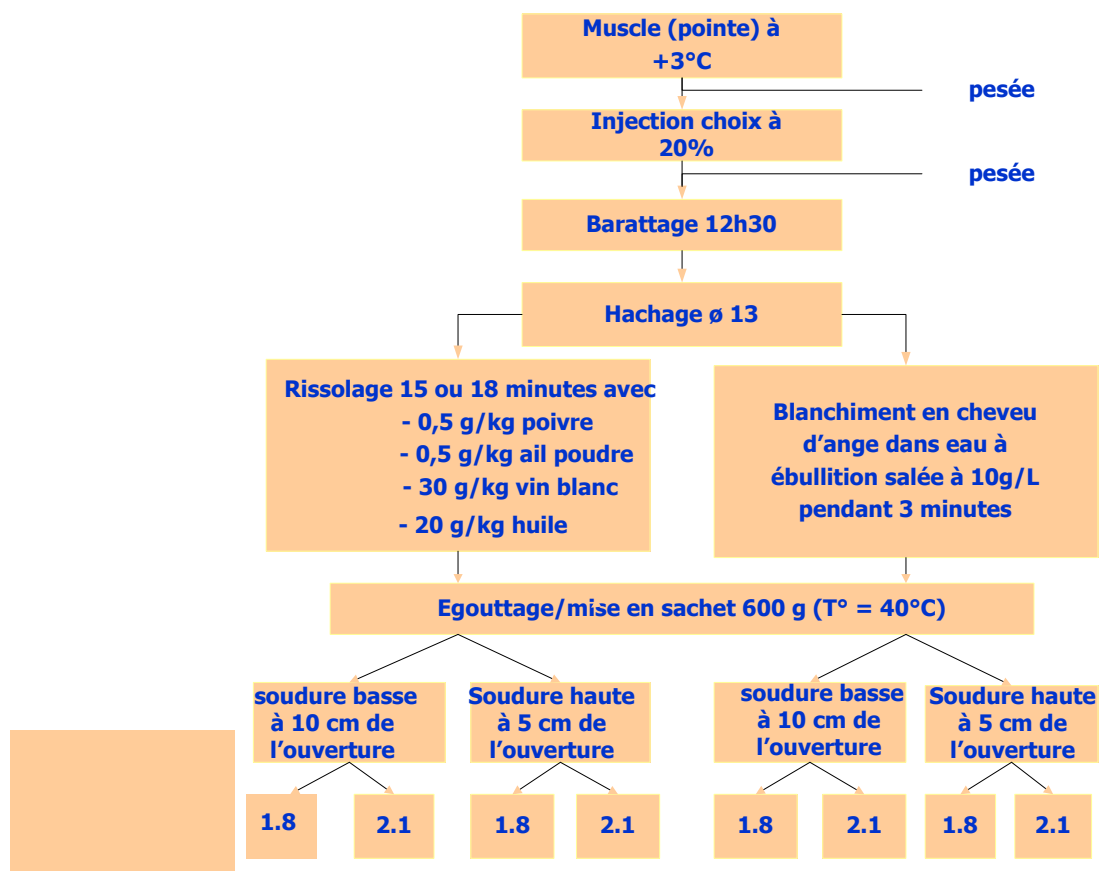
L'objectif de l'étude technique était de tester la stérilisation du haché en sac aluminisé mais aussi de comparer la précuisson du haché par rissolage et par blanchiment. De plus, le niveau de contrepression associé à la hauteur de l'espace de tête dans les sachets ont été expérimentés.

Pour information, sont données ci-dessous les coordonnées de 3 fournisseurs de sachets stérilisables.

ALCAN Packaging	18 allée des Jonquilles – 60300 APREMONT	Tél. 03 44 28 97 41
EPOCA PRODUCTS	Avenue Vésale 8 – 1300 WAVRE – Belgique	Tél. 00 32 10 23 54 90
BERNHARDT	Rue Haigneré – BP 69 – 62201 BOULOGNE SUR MER cedex	Tél. 03 21 10 15 00

Les sachets utilisés pour la mise au point étaient des sachets EPOCA de dimensions 200 x 310 mm.

Le protocole de fabrication utilisé pour évaluer l'incidence des variables énoncées ci-dessus est détaillé ci-après.



L'injection a été effectuée avec une injecteuse multiaiguille au taux de 20%. Deux saumures ont été testées, une saumure composée de :

- 77,5% d'eau
- 12% de sucres
- 8,4% de sel nature
- 1,2% de polyphosphates
- 1,2% d'exhausteur de goût

et une saumure composée de :

- 71,5% d'eau
- 12% de sucres
- 8,4% de sel nature
- 1,2% de polyphosphates
- 1,2% d'exhausteur de goût
- 6% d'hydrolysat de globine de porc (Vépro 70 HLM).

Cette dernière saumure n'a été testée que pour les produits rissolés.

Le barattage a été effectué sous vide avec un cycle continu de 30 minutes à 7 tours/min suivi d'une alternance de 5 minutes de travail et de 15 minutes de repos durant 12 heures (1 670 tours).

Deux grands types d'analyses ont été effectués sur les produits :

- calcul des rendements de fabrication aux différentes étapes du procédé avant stérilisation
- tests de dégustation des produits finis après réchauffage d'1 min 30 au micro-ondes à puissance maximale.

#### 411.2 - Résultats et discussion

Quels que soient l'espace de tête laissé dans les sachets et la contrepression employée, aucun éclatement ni fuitage des sachets n'ont été observés. Par contre, au niveau visuel, il semble plus approprié d'effectuer une soudure haute pour limiter le compactage de la viande et ainsi faciliter son égrenage après stérilisation.

Le barème de stérilisation appliqué, 45 minutes à 115 °C, a permis d'obtenir une valeur stérilisatrice de 2,51 minutes à cœur des sachets. A ce titre, un test de stabilité a été effectué sur le produit nature rissolé selon la norme NF V 08 408. Il s'est avéré concluant.

Les résultats des rendements de fabrication et des observations de dégustation sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

	Rdt de saumurage (%)	Rdt de rissolage blanchiment (%)	Rdt techno (%)	Exsudat dans le sac (%) (3)	Observations
<b>Viande blanchie 3 min</b>	117,55	chaud : 85,6 (1) 40°C : 80,1 (2)	chaud : 100,6 40°C : 94,5	14,14 ± 0,64	Aspect bouilli, pâle Goût de porc marqué
<b>Viande rissolée 15 min</b>	117,55	chaud : 87,9 40°C : 80,6	chaud : 103,3 40°C : 94,74	11,96 ± 0,39	Aspect grillé, Goût agréable
<b>Viande rissolée 18 min</b>	117,55	chaud : 70,8 40°C : 68,4	chaud : 83,22 40°C : 80,40	3,34 ± 0,29	Aspect vraiment grillé Goût agréable Un peu sec
<b>Viande avec hydrolysats et rissolée 15 min</b>	117,7	chaud : 84,1 40°C : 79,2	chaud : 98,98 40°C : 93,22	10,16 ± 0,98	Aspect vraiment grillé Goût de viande très agréable - Juteux

<sup>1</sup> pesée à chaud immédiatement après précuisson

<sup>2</sup> pesée après précuisson et refroidissement jusqu'à 40°C du haché

<sup>3</sup> pour des produits ensachés à 40°C

**En terme de rendements**, les trois minutes de blanchiment sont équivalentes aux 15 minutes de rissolage. Les valeurs des rendements de cuisson, sont dans les trois cas satisfaisantes. Il faut tout de même souligné, que les volumes d'exsudat, dans les sachets après stérilisation sont élevés, entre 10 et 14% du poids total. Mais ils restent nécessaires pour garder de la jutosité.

En ce qui concerne la dégustation, la viande blanchie a une couleur beaucoup plus pâle que les viandes rissolées et surtout un assaisonnement moins prononcé. Le passage à l'eau semble avoir lessivé la viande (cf. photos ci-après). De ce fait, le goût de la viande de porc lui-même ressort considérablement.

La pointe injectée de saumure classique et rissolée a un aspect grillé et un goût agréable. Son niveau de tendreté et de jutosité est satisfaisant.

La pointe injectée de saumure additionnée d'hydrolysats de protéines de porc présente un aspect légèrement plus grillé que la pointe injectée de saumure classique. La viande est tendre et son goût est agréable. Il semble que les hydrolysats apportent des arômes de bouillons.

#### *411.3 - Conclusion*

Les essais complémentaires ont permis de définir un protocole de fabrication pour la viande hachée en sachet stérilisé. La pointe de porc désossée et dégraissée est injectée à 20% avec une saumure de qualité chois éventuellement additionnée d'hydrolysats de protéines de porc. Les muscles sont ensuite barattés 30 minutes en continu puis pendant 12 heures avec une alternance de 5 minutes de fonctionnement et de 15 minutes de repos. Cette viande est alors hachée à 13mm sans raidissage, puis précuite plutôt par rissolage.

L'ensemble est égoutté, puis conditionné en sachets de 600 grammes, scellés avec une soudure à 5cm de l'ouverture supérieure. Les sachets seront alors stérilisés 45 minutes à 115°C et 1,8 bar.

**Photographies des Hachés stérilisés**

**Pointe injectée avec saumure choix et rissolée  
15 minutes (1)**



**Pointe injectée avec saumure choix et rissolée  
18 minutes (2)**



**Pointe injectée avec saumure choix + hydrolysats de  
globine de porc et rissolée 15 minutes (3)**



**Pointe injectée avec saumure choix et blanchie  
3 minutes (4)**



## **41.2 - Etude économique**

### **412.1 - Méthode**

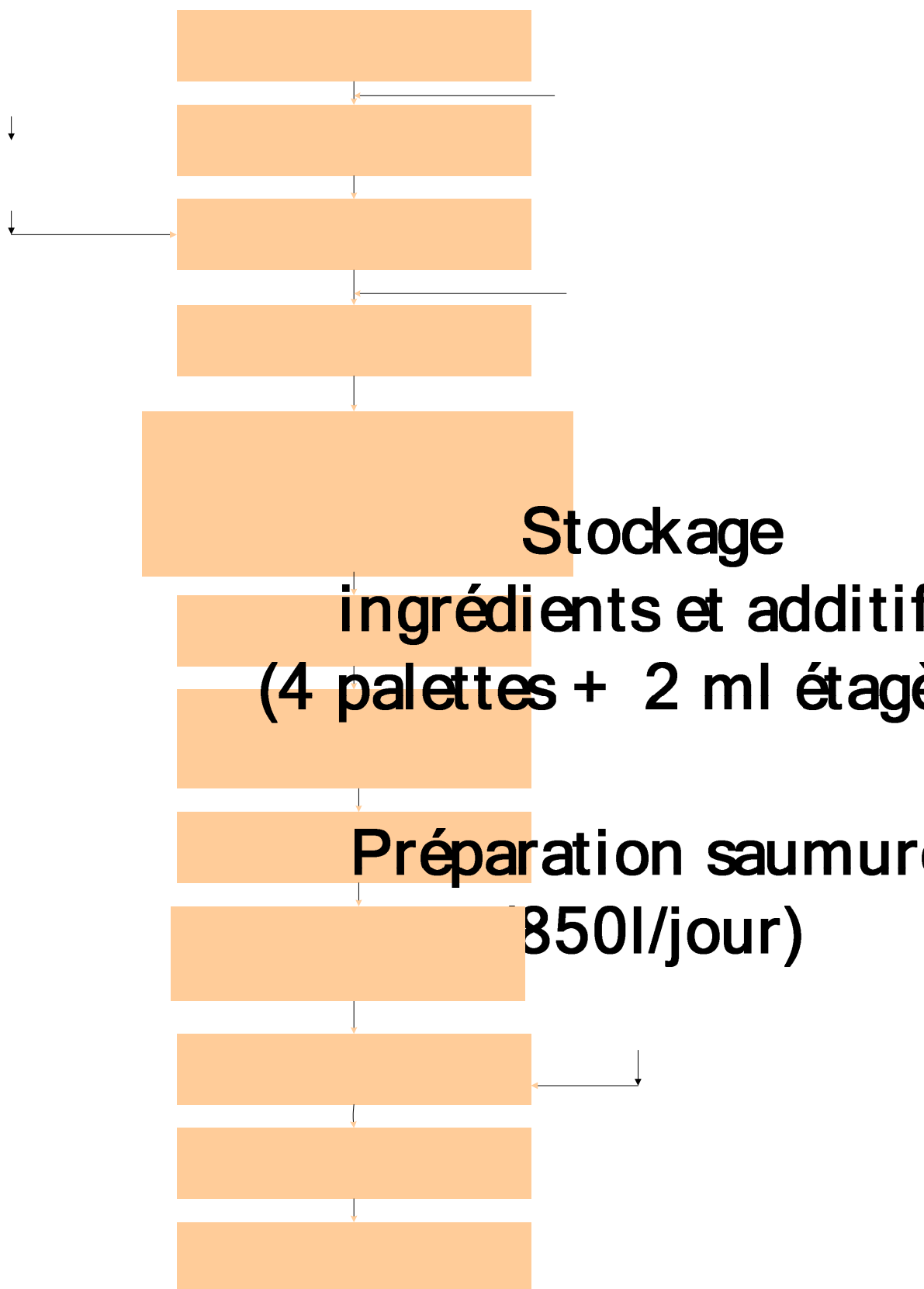
#### **a) Hypothèses de départ**

Une étude économique du coût de fabrication du haché stérilisé a été réalisée pour une hypothèse de production de 4 T/jour soit 1 000 T/an de produits finis dans une usine neuve.

Par hypothèse, il a été considéré que le haché était produit avec de la pointe désossée dégraissée dont le prix d'achat est de 3,2 €/kg. Deux cas de figure ont été envisagés.

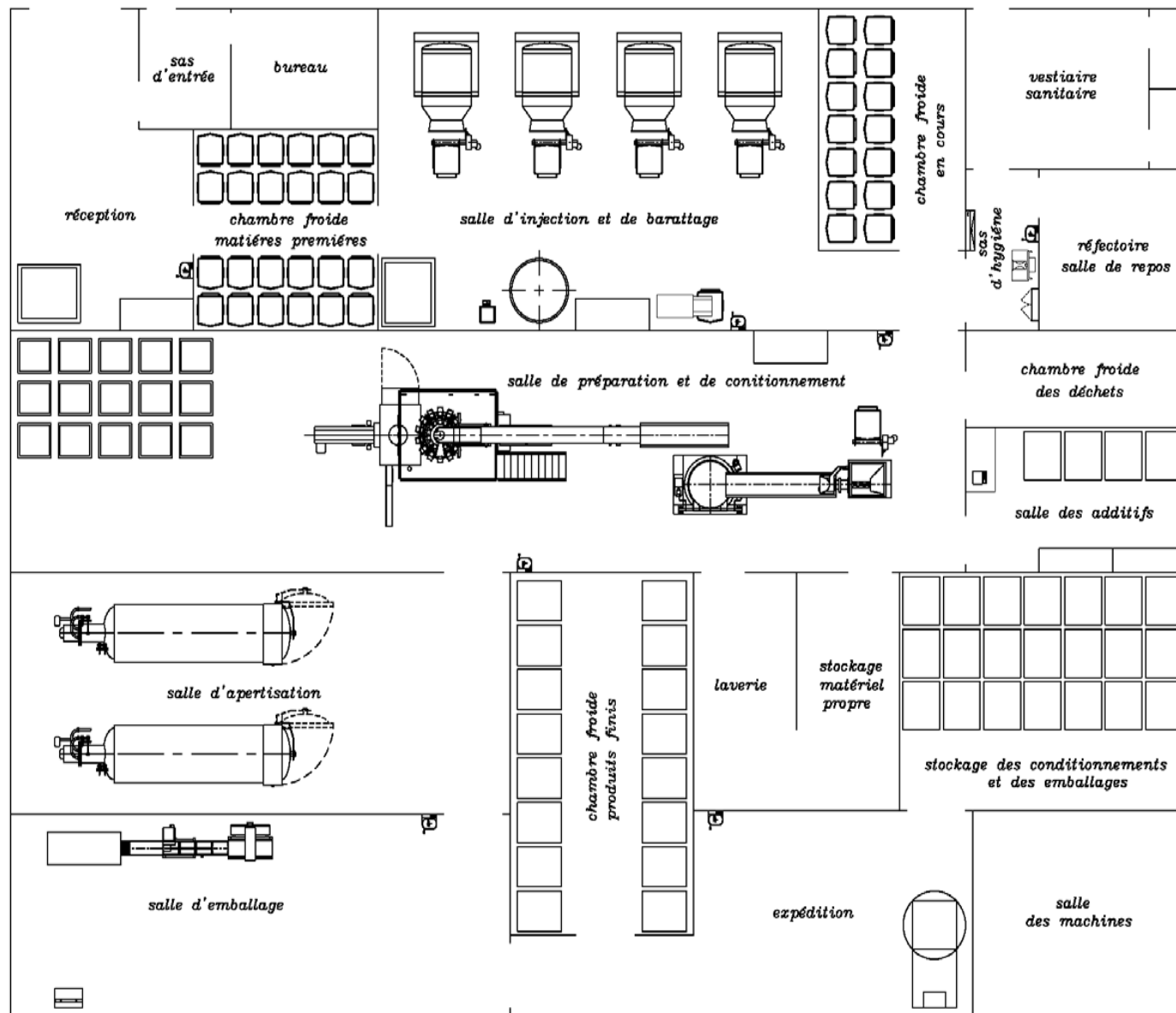
- ▶▶ **Cas de figure n°1** : la pointe est injectée avec une saumure choix classique au taux de 20%. Le rendement technologique avant stérilisation est alors de 94,74% (cf. étude technique).
- ▶▶ **Cas de figure n°2** : la pointe est injectée au taux de 20% avec une saumure choix contenant des hydrolysats. Le rendement technologique avant stérilisation est alors de 93,22%.

**b) Process de fabrication envisagé et locaux nécessaires**



Une usine de 800 m<sup>2</sup> est nécessaire pour fabriquer 1 000 T/an de viandes hachées stérilisées. Le plan de cette usine est donné ci-après avec le tableau des surfaces bâties.

# Schéma de principe



## ►► Tableau des surfaces bâties

Désignation		Surface (m <sup>2</sup> )	Hauteur	Climatisation (°C)
1	Sas d'entrée	7,5	2,5	20
2	Bureau	12	2,5	20
3	Réception	35,5	3,25	12
4	Chambre froide des déchets	14,4	4	6
5	Chambre froide des matières premières	25,5	3,25	2
6	Salle d'injection et de barattage	104	3,25	4
7	Chambre froide en cours	24	3,25	2
8	Salle de préparation et de conditionnement	156	4	NC
9	Salle d'appertisation	81,6	4	NC
10	Salle d'emballage	68	4	12
11	Chambre froide des produits finis	45	4	3
12	Expédition	48,8	4	12
13	Stockage des conditionnements et des emballages	21,6	4	NC
14	Laverie	16,5	4	NC
15	Stockage matériel propre	16,5	4	NC
16	Stockage des ingrédients et additifs	21,6	4	NC
17	Sas d'hygiène	8	3,25	20
18	Vestiaires sanitaires hommes	24	3,25	20
19	Réfectoire, salle de repos	16	3,25	20
20	Salle des machines	29,1	4	NC
<b>Total</b>		<b>800</b>		

### c) Compte de charges

#### ►► Compte achat

##### ○ Matières consommables

Par hypothèse, les viandes hachées stérilisées sont conditionnées à 700 g en sachets aluminisés de dimensions 210 x 300 mm et d'un coût unitaire de 0,08565 €.

Les sachets sont alors emballés en cartons de 10,5 kg, carton dont le coût unitaire est estimé à 1,2 €.

Pour la formulation classique, le coût des matières consommables (y compris emballage, formulation, conditionnement) est estimé à 3,706 €/kg produit fini y compris l'achat de la viande à 3,2 €/kg.

Pour la formulation avec hydrolysats, le coût de ces achats est estimé à 3,827 €/kg produit fini.

○ Fournitures consommables et achats non stockés

Le mode de calcul du montant des fournitures consommables et des achats non stockés est donné ci-dessous :

- produits d'entretien : ratios au m<sup>2</sup>
- outillage : forfait par poste de production
- hygiène : forfait par poste de production
- vêtements : forfait par poste de production
- bureaux : forfait au tonnage
- fluides :
  - eau : coût réel (4,5 €/m<sup>3</sup>)
  - fuel : coût réel (0,44 €/l)
  - électricité : coût réel (0,66 €/wh)

►► **Compte services extérieurs**

Le coût des **services extérieurs** a été estimé de la manière suivante :

- entretien et réparation : % de l'investissement
- vêtements de travail : forfait par poste de production
- assurances : calculs
- analyses microbiologiques : 1 analyse de stabilité par jour à 56 € HT/analyse
- déchets (jus évalués à 250 T/an) : 78 €/t

Les **autres services extérieurs** ont été estimés par le biais de ratios ADIV. Ils correspondent aux frais de gestion notamment.

►► **Compte impôts, taxes et versements assimilés**

Ils ont été calculés en pourcentage de la masse salariale brute non chargée hormis la taxe professionnelle qui a été estimée en fonction de la valeur des actifs matériels et immobilisés.

### » Charges de personnel

La masse salariale de production a été estimée à partir de ratios moyens de productivité donnés ci-dessous.

Tache	Quantité	Productivité	Besoin journalier (h)
Réception des matières 1ères	24 bacs		2
Préparation des aumures	851 litres		1
Injection	4 255 kg		4,2
Chargement Déchargement barattes	4 barattes		2
Hachage Rissolage	5 008 kg	840 kg/h (3 batch de 280 kg/h)	6
Pesée Ensachage Mise en panier	4 005 kg	670 kg/h soit 16 sachets/min	6
Autoclavage	/	/	/
Vidange panier Etiquetage Mise en carton	5 715 sachets ou 410 cartons	27 sachets/min 120 cartons/min	7
Expédition	4 000 kg (8 palettes)		2
Total production			30,2 h
Nettoyage			4 h
		<b>Total</b>	<b>34,2 h</b>

**Soit à 6,5 h productives par jour = 5,3 personnes**

**Coefficient pour absence, congès : 0,15.**

**Total main d'œuvre de production = 6 personnes**

La masse salariale totale avec leurs salaires annuels bruts est donnée ci-dessous :

Poste	Nombre	Salaire annuel unitaire (€)	Salaire annuel total (€)
Production	6	18 300	109 800
Secrétariat	0,5	18 300	9 150
Maintenance	1	24 800	24 800
Direction	1	38 700	38 700

**Masse salariale totale = 182 450 €**

Le coût de sécurité sociale, prévoyance et autre charges salariales a été estimé à 45% des salaires bruts.

## » Charges financières et dotations aux amortissements

Le coût de l'investissement génie civil et matériel est repris dans le tableau ci-dessous.

	Génie civil	Equipements
<b>Coût</b>	<b>880 000 €</b>	<b>1 019 110 €</b> (cf. détail ci-après)
<b>Frais d'études et honoraires (12%)</b>	<b>105 600 €</b>	<b>122 290 €</b>
<b>Assurances (3%)</b>	<b>26 400 €</b>	<b>0</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1 012 000 €</b>	<b>1 141 400 €</b>

### Détail de l'investissement matériel

Dénomination	Quantité	PU HT	PT Ht
Balance au sol	2	6600	13200
Bacs Europ	44	300	13200
Injecteuse BI60	1	26400	26400
Barattes 2200I	4	45976	183904
Tank saumure	1	1000	1000
Chargeur de baratte	4	9716	38864
Broyeur longitudinal 160 mm avec trémie de 200 l	1	34000	34000
Tapis horizontal d'égouttage (2,5ml)	1	5000	5000
Elévateurs de bac	1	8700	8700
Peseuse associative avec convoyeur élévateur	1	102500	102500
Marmite 400l	1	37000	37000
Ensacheuse 1500	1	165000	165000
Convoyeur horizontal 1 ml motorisé sortie ensacheuse	1	4000	4000
Tapis élévateur hachoir/marmite	1	5600	5600
Système d'impression	1	14500	14500
Autoclave Barriquand	2	75840	151680
Paniers d'autoclavage	30	4000	120000
Cercleuse semi-automatique	1	1300	1300
Combiné de pesage automatique	1	32500	32500
Détection métallique	1	11500	11500
Banderoleuse	1	8100	8100
Lave main collectif	1	910	910
Vestiaires		150	0
Armoire stérilisatrice UV	1	400	400
Centrale de lavage 2 satellites	1	14700	14700
Lave botte	1	5900	5900
Lave tablier 2 postes	1	2000	2000
Plonge double bacs	1	1200	1200
Balance de précision 3kg	1	1900	1900
Bascule sur chassis	1	4500	4500
Lave main avec stérilisateurs de couteaux	3	1200	3600
Lave main simple	3	750	2250
Destructeurs d'insecte	4	200	800
Table 200*80 cm	5	600	3000
Chaudière	1	0	0
<b>TOTAL</b>			<b>1019108</b>

Pour l'hypothèse, le génie civil a été financé sans subvention de l'Etat, de la Région ou de la CEE, avec un emprunt de 15 ans à un taux de 4,5% et le matériel par un emprunt de 7 ans au même taux.

Le coût des intérêts financiers sera donc pour la première année de :

- 26 764 € pour le génie civil,
- 30 640 € pour le matériel.

Enfin, le génie civil et le matériel ont été respectivement amortis de manière linéaire sur des durées de 15 et 7 ans.

**d) Compte de charge global**

Il est donné ci-dessous pour la formulation nature sans hydrolysats.

	euros	Euros/kgtpf
<b>COMPTE DE CHARGES</b>	<b>4480750</b>	<b>4,481</b>
<b>60-Achats</b>	<b>3793566</b>	<b>3,794</b>
<b>602-Achats stockés</b>		
6021-Matières consommables		
<i>Transfo cuit</i>	3706000	3,706
6022-Fournitures consommables		
60222-Produits d'entretien	5093	0,005
60224-Outillage	606	0,001
60225-Hygiène	1980	0,002
60226-Vêtements	2125	0,002
60227-Bureau	1596	0,002
<b>606-Achats non stockés</b>		
6061-Fournitures non stockables		
60611-Eau & Assainissement	17640	0,018
60612-Fuel	33176	0,033
60613-Electricité	25350	0,025
<b>61-Services extérieurs</b>	<b>115392</b>	<b>0,115</b>
612-Crédit-bail ou locations	0	0,000
615-Entretien & Réparations		
6151/6152-Construction/Matériel et outillage	65896	0,066
6156-Vêtements de travail	5100	0,005
616-Assurances		
6161-Responsabilité civile	2646	0,003
6162-Incendie	8250	0,008
618-Divers		
6181-Elimination des déchets	19500	0,020
6182- Analyses	14000	0,014
<b>62-Autres Services extérieurs</b>	<b>10640</b>	<b>0,011</b>
625/626/627- Autres services extérieurs	10640	0,011
<b>63-Impôts, taxes, versements assimilés</b>	<b>8671</b>	<b>0,009</b>
631-Sur rémunérations (impôts)		
6312-Taxe d'apprentissage	912	0,001
633-Sur rémunérations (autres organismes)		
6333-Formation professionnelle continue	2189	0,002
6334-Effort de construction	1314	0,001
635-Autres impôts, taxes et versements		
63511-Taxe professionnelle	4256	0,004
<b>64-Charges du personnel</b>	<b>264553</b>	<b>0,265</b>
641-Rémunérations du personnel		
6411-Salaires	182450	0,182
645-Sécurité sociale, prévoyance et autres	82103	0,082
66-Charges financières	57405	0,057
6661-Intérêts des emprunts	57405	0,057
68-Dotations aux amortissements & provisions	230524	0,231
6811-Dotations aux amortissements des immo.		
68111-Génie civil	67467	0,067
68112-Equipement	163058	0,163



Le coût de fabrication du haché stérilisé hors achats de matières consommables est donc de **0,775 €/kg.**

Le coût total de fabrication sera donc de :

- 4,481 € HT pour la formulation nature
- 4,602 € HT pour la formulation avec hydrolysats.

## **4.2 - UVCI reconstituée par voie physique**

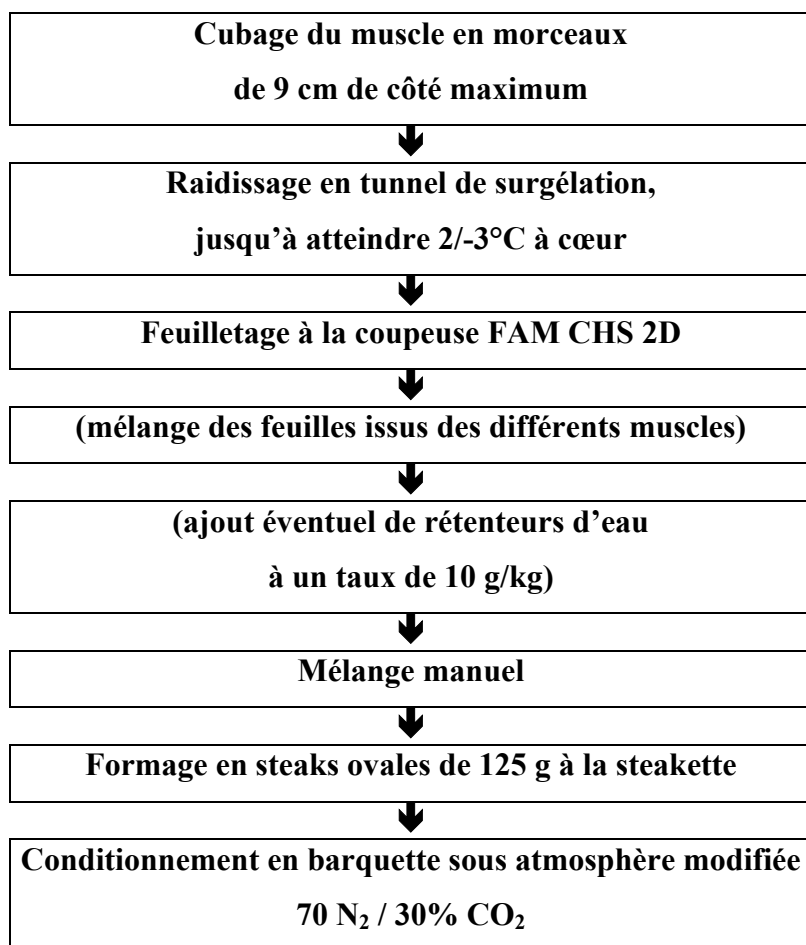
### **42.1 - Généralités**

Pour des raisons de disponibilité d'équipements tous les essais de feuilletage ont été réalisés avec une coupeuse/râpeuse FAM de type CHS 2D, modèle 9055.

Pour finaliser la mise au point du produit reconstitué, plusieurs facteurs ont été testés notamment :

- l'influence de l'épaisseur des feuilles
- l'influence du type de muscle utilisé
- l'influence d'un mélange de muscles
- l'influence de l'apport de rétenteurs d'eau.

Pour tester ces paramètres, un protocole unique a été appliqué. Il est schématisé ci-dessous.



Pour tous les produits fabriqués, des tests de dégustation ont été effectués à J5 et les rendements d'exsudats et de cuisson mesurés à J5 et J7 (où J0 est la date de conditionnement).

Les pertes par exsudat a été mesurées sur une barquette et les pertes à la cuisson sur 4 steaks après cuisson du produit jusqu'à 80°C à cœur.

#### **42.2 - Influence de l'épaisseur de tranchage et du type de muscle**

Pour cette série d'essais, 3 muscles ont été utilisés :

- l'épaule
- l'échine
- la pointe.

Chacun de ces muscles a été tranché à 4 tailles :

- 1,36 mm
- 1 mm
- 0,75 mm
- 0,4 mm

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Muscle	Echine				Pointe				Epaule				
Réglage machine	1.32	1.03	0.74	0.4	1.32	1.03	0.74	0.4	1.32	1.03	0.74	0.4	
Epaisseur <sup>1</sup> des tranches	1.365 ±0.064	1 ±0.07	0.75 ±0.06	0.4 ±0.05	1.394 ±0.053	1 ±0.07	0.75 ±0.06	0.4 ±0.05	1.405 ±0.0518	1 ±0.07	0.75 ±0.06	0.4 ±0.05	
Exsudat (%)	J5	/	0.06	/	1.06	/	4.08	/	4.29	/	1.99	/	2.22
	J7	/	0.02	/	0.46	/	4.21	/	4.81	/	2.13	/	1.49
Rendement de cuisson (%) (cuisson à 80°C à cœur)	J5	/	66.04 ±6.14	/	69.3 ±3.17	/	73.1 ±1.19	/	77.2 ±1.13	/	67.55 ±1.17	/	66.53 ±2.04
	J7	/	74.73 ±1.91	/	70.65 ±4.61	/	79.53 ±1	/	78.38 ±1.1	/	68.7 ±1.99	/	68.27 ±2.23
Texture du produit cuit	J5	trop épais	viande juteuse et ferme	com-promis	fin granuleux	trop épais	ferme sec	com-promis	fin granuleux sec	trop épais	texture ferme	com-promis	fin granuleux

<sup>1</sup> l'épaisseur des tranches a été mesurées sur 8 à 10 tranches à l'aide d'une vis micrométrique.

**NB.:** Pour cuire à 80°C à cœur au grill SEB double face (thermostat 3), un temps de cuisson de 3 minutes a été nécessaire pour les steaks à base de pointe, de 4 minutes pour ceux à base d'échine et de 3 mm 45 pour ceux à base d'épaule.

Cette série d'essais nous montre que le tranchage à 1 voire 1,3 mm aboutit à des produits fermes en texture tandis que le tranchage à 0,4 mm donne des produits à texture trop fine et granuleuse.

Plus la taille de « chipsage » diminue, plus les pertes par exsudat en barquette augmentent.

Si les produits à base de pointe présentent les pertes par exsudat les plus fortes, les pertes par cuisson sont faibles même si ils sont perçus comme secs lors des dégustations. Leur visuel est par contre satisfaisant.

L'épaule présente les rendements de cuisson les plus faibles mais exsude de manière intermédiaire par rapport à la pointe ou à l'échine lors de la conservation. Le visuel des produits à base d'épaule peut être gâché par une feuille présentant une veine grasse. Un parage très important des muscles avant cubage est donc nécessaire. Enfin l'échine conduit à des steaks juteux mais dont le visuel est inacceptable.

**Compte tenu des résultats de cette série d'essais, il convient de trancher les muscles à une épaisseur de 0,75 mm et de tester des formulations combinant différents muscles pour concilier jutosité des produits cuits et aspect visuel du produit cru.**

#### ***42.3 - Influence de mélange de muscles***







Pour cette série d'essais, 3 muscles ont été utilisés : l'épaule, l'échine et la pointe mais ont été associés à différents taux :

- 75% échine, 25% pointe
- 50% échine, 50% pointe
- 25% échine, 75% pointe
- 75% épaule, 50% pointe
- 50% épaule, 50% pointe
- 50% épaule, 50% pointe

Les muscles ont été tranchés individuellement à 0,75 mm et les tranches mélangées manuellement en respectant les proportions de muscles souhaitées.

Les résultats de cette série d'essais sont synthétisés dans le tableau ci-après.

**Tableau récapitulatif de la restructuration physique « viandes feuilletées »**

	Exsudat (%)		Rendement de cuisson (%)	Observations		Photos
	J5	J7	J5	J5	J7	
75% pointe 25% épaule	6,15	5,78	74,42 +/- 2,23	Bonne tenue	Aspect: maigre Texture: sec	
50% pointe 50% épaule	5,69	4,94	71,1 +/- 4,19	Bonne tenue	Aspect peut être amélioré par dégraissage juteux : +/-	
25% pointe 75% épaule	5,24	4,64	67,45 +/- 4,79	Adhérence au grill	Aspect: gras Texture: juteux ++	
75% pointe 25% échine	2,56	4,45	65,91 +/- 2,65	Bonne tenue	Aspect: gras Texture: juteux +	
50% pointe 50% échine	3,97	4,14	67,41 +/- 3,66	Adhérence au grill	Aspect: gras Texture: juteux ++	
25% pointe 75% échine	2,39	1,00	66,94 +/- 3,17	Adhérence au grill	Aspect: gras Texture: juteux +++	

Avec pointe quantité d'exsudat importante

L'analyse de ces résultats montre que le meilleur compromis semble être la formulation 50% pointe/50% épaule. Seule celle-ci peut permettre d'espérer une présentation acceptable du produit si les matières premières sont **dégraissées et dénervées** de manière rigoureuse.

En effet, le taux de 25% d'échine est déjà trop important pour autoriser un aspect acceptable du produit fini comme l'apport 75% d'épaule.

En conclusion, l'obtention d'un produit visuellement satisfaisant nécessite de ne pas dépasser en association avec la pointe un taux de 50% d'épaule. Dans ces conditions, le produit obtenu sera malgré tout sec. Aussi est-il intéressant de tester dans une dernière série d'essais des rétenteurs d'eau.

#### **42.4 - Influence de l'apport de rétenteurs d'eau**

Tous les produits fabriqués sont issus de pointe tranchée en feuilles de 0,75 mm d'épaisseur.

Six rétenteurs d'eau ont été testés :

- un concentrât de soja poudre (marque FPS)
- une fibre de pois (marque Roquette)
- une fibre de blé (marque Soussana)
- une fibre de bambou (marque FPS)
- une chapelure fine
- un blanc d'œuf poudre.

Ils ont été incorporés à un taux de 1% sur les lamelles de viande puis mélangés manuellement avant de former les steaks.

Les pertes par exsudat en conservation sur une barquette, les rendements de cuisson de 4 steaks et les appréciations sensorielles des produits obtenus sont repris dans le tableau ci-dessous.

Tranchage à 0.75 mm (pointe)	Exsudat (%)		Rdt de cuisson (%)	Observations	
	J5	J7	J5	J5	J7
Concentrât de soja	1.26	1.75	74.14 ±1.93	Odeur parasite Légère adhérence au grill	Goût parasite Sec
<b>Fibres de pois</b>	<b>1.45</b>	<b>1.02</b>	<b>71.78</b> <b>±1.04</b>	<b>Odeur RAS</b> <b>Adhérence au grill</b>	<b>Juteux +</b> <b>Pas de goût parasite</b>
Fibres de blé	0.7	1.08	73.99 ±3.42	Légère odeur parasite Ø adhérence	Juteux + Goût parasite
Fibres de bambou	1.69	1.07	75.89 ±3.32	Odeur RAS Légère adhérence au grill	Pas d'intérêt
Chapelure fine	1.27	1.05	72.95 ±2.01	Odeur parasite Adhérence au grill	Goût parasite Sec
Blanc d'oeuf	4.41	3.63	78.28 ±1.75	Odeur RAS Ø adhérence	Sec ++ Pas de goût parasite
Temoin nature (essai 1 à 1 et 0.4 mm)	4.1	4.5	75	/	/

L'incorporation de rétenteurs d'eau permet de réduire systématiquement l'exsudat des produits finis en barquette de 4% environ à 1,5 %.

L'apport de chapelure, de concentrât de soja et de fibres de blé confèrent au taux de 1% un goût parasite au produit.

L'incorporation de blanc d'oeuf confère une texture sèche au produit fini.

L'apport de fibres de blé donne au produit fini un goût parasite alors qu'il n'en avait pas donné sur les viandes hachées « diététiques ». Cet écart est probablement dû au taux de matière grasse des produits, qui dans le cas de cette expérimentation, est très faible. L'absence de matière grasse ne masque donc pas le goût de la fibre comme dans le cas des viandes hachées.

L'apport de 1% de fibres de pois semble donc représenter le meilleur compromis.

En conclusion, la texture sèche et l'exsudat important des produits feuilletés fabriqués avec 100% de pointe peut être corrigée par l'apport de 1% de fibres de pois.

#### **42.5 - Conclusion**

Des produits reconstitués à base de viandes feuilletées peuvent être fabriqués. Le process de fabrication se déroule en 7 étapes :

- cubage en morceaux de 9 cm de côté maximum,
- raidissage à  $-2/-3^{\circ}\text{C}$ ,
- chipsage individuel des muscles mis en œuvre à 0,75 mm d'épaisseur avec un équipement FAM CHS 2D,
- mélange **doux** des lamelles issues des différents muscles et apport éventuel de fibres,
- formage en steak ovale à une température de  $-1^{\circ}\text{C}$  minimum,
- conditionnement sous atmosphère modifiée.

Au niveau de la formulation, les matières premières mises en œuvre doivent être parfaitement **dégraissées et dénervées**. Les produits fabriqués avec 100% de pointe ont un visuel très attractif mais leur texture, après cuisson, est sèche et l'exsudat produit en cours de conservation important. Pour éviter ces problèmes, deux solutions se présentent :

- incorporer de l'épaule chipsée à la pointe jusqu'à un taux de 50% à condition de la dégraisser et de dénervier parfaitement ;
- incorporer 1% de fibre de pois après feuilletage des muscles et avant formage. Dans ce cas, le mélange de l'ingrédient doit être effectué avec douceur pour ne pas « casser » les feuilles de viande.

#### **4.3 - Tournedos reconstitué par voie chimique**

Le premier objectif des essais menés est d'évaluer l'efficacité des composés de recollage non testés dans la première phase, en particulier la transglutaminase, la carboxyméthylcellulose ou CMC (E466) et la GDL (E570).

Le second objectif est d'appréhender les limites de fonctionnement des principes de recollage testés dans la première phase ainsi que celles des 2 nouveaux cités ci-dessus.

### 43.1 - Protocole des essais

Le protocole général de fabrication ci-dessous a été appliqué :

- cubage d'épaule de porc 3D en cubes de 50 g
- ajout du principe de recollage
- mélange
- embossage et clippage sous boyau Diaphan ø 90
- repos 12 h en frigo
- raidissage -2/-3°C
- tranchage en tournedos de 2 cm d'épaisseur
- conditionnement sous atmosphère modifiée 70% N<sub>2</sub>+ 30% CO<sub>2</sub>
- conservation à + 3°C.

Six systèmes de restructuration ont été retenus :

- 2 basés sur des mécanismes enzymatiques,
- 3 basés sur des mécanismes de gélification,
- 1 basé sur un mécanisme d'acidification.

Ils sont énumérés dans le tableau ci-dessous avec leur fournisseur et leur dose optimale d'utilisation.

	Fournisseur	Dose optimale d'utilisation
<b>■ Mécanisme enzymatique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Transglutaminase ACTIVA EB</b></li> <li>■ <b>PPFG</b></li> </ul>	Van Hees Unipex  Soussana	<b>Dilution au 1/6ème et apport de 60g/kg de solution.</b>  <b>Dilution au 1/5ème puis utilisation de 50g/kg de solution.</b>
<b>■ Mécanisme gélifiant</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Algogel RMB 630</b></li> <li>■ <b>Van Hees 3814</b></li> <li>■ <b>CMC (E466)</b></li> </ul>	Degussa Van Hees Hercules	<b>Pré-gel à 7% apporté à raison de 100g/kg.</b> <b>19,14g/kg + 67,86/kg d'eau.</b> <b>10g/kg + 100g/kg d'eau.</b>
<b>■ Acidification</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>GDL (E570)</b></li> </ul>	ADIV	<b>12 g de sel/kg de viande</b> <b>+ 16,6 g de GDL/kg de viande</b> <b>(dosages définis suite à des pré-essais)</b>

Pour chacun de ces principes gélifiants utilisés à leur dose optimale d'incorporation, ont été estimés :

- l'influence de l'incorporation de 12 g/kg sur les cubes de viande avant ajout du principe de recollage,
- la tenue de tranche au fil de la conservation à l'état cru,
- la tenue de tranche après cuisson
- l'influence d'un temps d'attente de 2h de la mée additionnée du principe de recollage avant embossage sur la tenue de tranche à J+1,
- l'influence du taux de matière grasse de la mée en utilisation comme matière première de l'épaule (témoin) ou de l'échine,
- l'influence de l'ajout d'une pincée de sel sur les tournedos immédiatement avant cuisson.

Pour évaluer l'incidence de ces facteurs, la tenue de tranche, les rendements d'exsudation en barquettes et les rendements de cuisson des tournedos ont été mesurés à J5 et J11, J étant la date de conditionnement.

Les mesures des pertes par exsudation ont portées sur une barquette, celle des pertes par cuisson sur 4 tournedos. Pour information, les produits ont été cuits 6 minutes au grill SEB double face, à thermostat 3.

La tenue de tranche a été évaluée manuellement.

### **43.2 - Résultats**









Avant de présenter la totalité des résultats obtenus, les produits fabriqués avec 10 g/kg de CMC et 100 g/kg d'eau se sont avérés très difficiles à mettre en œuvre. De plus, la tenue de tranche obtenue était très mauvaise. Le principe a donc été exclu pour la suite des expérimentations.

Le tableau ci-dessous présente les pertes par exsudation et par cuisson obtenues pour les différents essais sans adjonction de sel et sans attente préalable

<i>Muscle : épaule</i>	<b>Exsudat (%)</b>		<b>Rendement de cuisson (%)</b>	
	<b>J5</b>	<b>J11</b>	<b>J5</b>	<b>J11</b>
Transglutaminase (Activa EB)	0	1,96	79,1 ± 4,1	76,3 ± 2,2
PPFG	1,23	2,22	75,8 ± 2,9	72,3 ± 2
Algogel RMB 630	0,8	0,6	/	/
GDL	/	/	/	/

Les produits avec transglutaminase présentent les pertes par exsudation les plus faibles mais les pertes en cuisson les plus fortes. Globalement, les pertes par exsudation de tous les produits fabriqués sont acceptables. On notera toutefois un exsudat plus important des boyaux restructurés avec le PPFG avant tranchage.

L'influence des facteurs de process sur la tenue des produits finis est synthétisée dans le tableau ci-après.

	Fournisseur	Dénomination produit	Dose d'utilisation et mise en oeuvre du produit	Tenue de tranche à cru	Tenue de tranche après cuisson	Effet du sel incorporé dans la préparation (1)	Effet d'une petite quantité de sel saupoudrée juste avant cuisson	Effet d'un temps d'attente de 2h après apport du principe recollant sur la viande (2)	Effet de la conservation sur la qualité de la liaison (3)	Effet du taux de matière grasse de la viande sur la qualité du collage (4)	Coût de formulation du produit fini en €/kg (5)	
Mécanisme enzymatique	Ajinomoto par Unipex ou Van Hees	Transglutaminase: ACTIVA EB	Dilution au 1/6ème puis utilisation de cette solution à 60g/kg de viande	Tenue +++	Tenue +++ Aspect OK	Amélioration de la liaison entre les morceaux, mais la couleur de la viande est plus foncée	aucun effet	aucun effet	Légère diminution de la qualité de la liaison avec le temps	Cru: tenue = Cuit: tenue =	2,406	
Mécanisme enzymatique	Soussana	PPFG	Dilution au 1/5ème puis utilisation de cette solution à 50g/kg de viande	Tenue ++	Tenue ++ Aspect jus	Nette diminution de la qualité de la liaison	aucun effet	aucun effet	aucun effet	Cru: tenue ↘ Cuit: tenue =	2,667	 
Mécanisme gélifiant	Van Hees	Mélange recollage 3814	Saupoudrage de 19,14g/kg de mélange recollage sur la viande, puis ajout de 67,86g/kg d'eau	Tenue ++	Tenue + aspect gel crevasse	Elimination de la liaison	aucun effet	Début de gélification mais manipulation encore possible	aucun effet	Cru: tenue = Cuit: tenue =	2,165	 
Mécanisme gélifiant	Degussa	Algogel RMB 630	Préparation d'un pré-gel à 7% puis utilisation de cette solution à raison de 100g/kg	Tenue ++	Tenue -	Très nette diminution de la qualité de la liaison	/	Début de gélification qui rend l'embossage difficile (formation de bulles d'air)	La liaison s'améliore légèrement au fil du temps	/	1,856	 
Acidification	ADIV	GDL (E570)	Mélange "queue de cochon" viande + 12g/kg d sel. Puis ajout de GDL à 16,6g/kg de viande.	Tenue ++ (aspect inacceptable)	Tenue ++	Le sel fait partie de la recette initiale	aucun effet	/	/	/	/	

Des tests ont été réalisés avec la CMC (carboxyméthylcellulose), des produits amylicés (farine de blé pré-gélatinisée, farine de blé instant, amidon de maïs pré-gel modifié, fécule de pomme de terre pré-gel modifiée réticulée, maltodextrine base de pomme de terre gélifiante). Mais les résultats étaient insatisfaisants.

### Tableau récapitulatif des différents principes de collage utilisés pour la restructuration de viande de porc

/ = non testé

(1) ajout de 12 g/kg de sel dans la masse avant l'ajout du principe de recollage

(2) avant l'embossage

(3) différence de tenue entre J5 et J11 (J = date de conditionnement)

(4) Différence de tenue entre un produit fabriqué avec 100% épaule et son homologue fabriqué avec 100% échine

(5) pour un prix de minéral de 2€/kg, hors boyau, main d'œuvre, conditionnement, énergie, frais généraux

Le tableau nous montre que :

- l'algogel a une très mauvaise tenue après cuisson,
- le mélange 3814 de Van Hees a une tenue moyenne après cuisson. De plus, le produit perd son aspect rond après cuisson. Des crevasses se forment à la périphérie des tournedos,
- la liaison par acidification donne au produit un aspect inacceptable,
- l'utilisation de l'algogel, du mélange 3814 ou du PPFG n'est pas possible sur des viandes présalées,
- la tenue des produits liés avec le PPFG est réduite par l'utilisation de minerais gras,
- l'ajout d'une pincée de sel avant cuisson ne perturbe pas la liaison des produits.

Au regard de ces observations, on pourrait classer les agents de recollage dans l'ordre d'efficacité décroissante suivant :

1. transglutaminase
2. PPFG
3. Mélange 3814 Van Hees.

### **43.3 - Statut réglementaire**

Compte tenu de l'ajout d'un ingrédient non viande, tous ces produits appartiennent à la « famille vétérinaire » des préparations de viande. Seul un produit traité à la transglutaminase pourrait être considéré comme produit à base de viande, si il lui était incorporé plus de 1,5% de sel. En effet, seul ce principe de recollage tolère un présalage de la viande.

Au niveau étiquetage, et pour ne pas induire le consommateur en erreur, conformément au code de la consommation (décret n°97-298 du 27/03/1997), la mention « restructuré » ou « recollée » ou « assemblé » devra paraître dans le dénomination de vente ou la description du produit.

En ce qui concerne le statut réglementaire des agents de recollage, le mélange 3814 et l'Algogel RMB 630 sont considérés comme des mélanges d'additifs.

La déclaration d'ingrédients sera :

- pour Van Hees 3814 :
  - o déclaration d'ingrédients : alginate de sodium (E401), lactate de calcium (E327), dextrose de blé, agent d'enrobage, graisse de palme
- pour l'Algogel RMB 630

- déclaration d'ingrédients : alginate de sodium (E401), alginate de calcium (E404), disphosphate de sodium (E450).

Le PPFG a également un statut d'ingrédients. Il est déclaré « poudre de plasma de porc (ou de bœuf) ».

Enfin, la transglutaminase, principe de recollage le plus intéressant, a un statut réglementaire plus complexe. En France, il est considéré comme auxiliaire technologique si le produit dans lequel il est incorporé est cuit à une température minimale de 65°C. En deçà de cette température, son emploi est proscrit. Toutefois, il semblerait que l'emploi de la transglutaminase, pour les applications crues soit autorisé dans d'autres pays européens.

#### **43.4 - Conclusion**

Deux principes de recollage semblent intéressants pour fabriquer des produits restructurés calibrés à poids constants : la transglutaminase et le PPFG. La transglutaminase assure au produit fini une tenue de tranche parfaite que le muscle soit gras, présalé ou non. Mais son statut réglementaire ne permet pas de l'utiliser dans les produits crus.

Le PPFG n'a pas de problème d'utilisation réglementaire mais la tenue de tranche conférée par celui-ci est en revanche amoindrie par le présalage et l'état d'engraissement du minéral.

Comme pour les produits reconstitués par voie physique, les muscles destinés à la restructuration par voie chimique nécessitent un parage très poussé dans le cas où les tournedos seraient exposés crus en GMS. Pour des produits présentés en RHF, ce parage s'avère moins crucial.

Enfin, la granulométrie des minéraux entrant dans la fabrication de ces produits ne doit pas dépasser 50 g (cubes de 3,5 cm de côté). En deçà de cette taille, la texture du produit fini se rapprochera d'autant plus de celle de la viande hachée.

En conclusion, la fabrication de produits restructurés avec des tenues de tranches importantes nécessite l'emploi de transglutaminase, actuellement autorisée que pour les produits cuits. Pour les produits crus, une démarche interprofessionnelle au niveau national ou européen mériterait d'être menée pour permettre l'extension de son autorisation.

## **5 - PHASE 4 : VALIDATION DE L'ACCEPTABILITE DES PRODUITS (TEST COMMERCIAL)**

---

---

Compte tenu du cadre initial de l'étude qui prévoyait uniquement la mise au point de produits crus, l'acceptabilité de 4 des 6 maquettes a été évaluée auprès de consommateurs.

Les 4 produits sélectionnés étaient :

- la viande hachée nature à 18% de matière grasse,
- la viande reconstituée par voie physique ou viande feuilletée. Deux formulations ont été testées : une formulation maigre et une formulation grasse,
- la viande reconstituée par voie chimique en forme de tournedos.

Ces 4 produits ont été comparés à la côte de porc, produit référent des UVCI de porc cru.

Deux outils ont été utilisés pour évaluer l'acceptabilité des produits :

- le test consommateur,
- la réunion de groupe.

Le test consommateur consiste à interroger individuellement 80 consommateurs réguliers de viande de porc et à leur demander une appréciation hédonique des produits testés avant et après cuisson.

La réunion de groupe consiste à présenter les produits à un groupe de 8 à 10 consommateurs et à analyser les réponses aux questions qui leur sont posées par un animateur. Cette méthode permet à la fois la compréhension et l'approfondissement des idées et attitudes mais également la production de nouveaux concepts et /ou la consolidation de concepts existants.

Les deux tests ont été réalisés par ADIV Marketing, les produits ayant été fabriqués par ADIV Association.

La finalité de ces méthodes est de :

- définir l'univers produit dans lequel se situe chacune des 4 pistes,
- évaluer l'écart d'image que représente chacune de ces pistes par rapport à de la viande fraîche,
- définir les circuits de commercialisation les plus adaptés.

## 5.1 - Fabrication des produits

Les protocoles de fabrication sont directement issus des essais de mise au point effectués au cours des étapes 2 et 3.

### ►► **Viande hachée de porc nature**

#### Formulation :

89% épaule 4D

11% bardière

#### Process

- cubage de la matière première
- raidissage à  $-2^{\circ}\text{C}$
- hachage  $\varnothing$  13 mm
- mélange
- raidissage à  $-2^{\circ}\text{C}$
- hachage  $\varnothing$  4,5 mm
- formage manuel en steak de 125g
- conditionnement sous atmosphère modifiée 70%  $\text{N}_2$  + 30%  $\text{CO}_2$

### ►► **Viande feuilletée**

#### 2 formulations testées

- une formulation maigre composée de 75% de pointe et de 25% d'épaule
- une formulation grasse composée de 50% d'échine et 50% de pointe.

#### Process

- cubage en morceaux de 8 cm de côté<sup>1</sup>
- raidissage à  $-5^{\circ}\text{C}$  à cœur
- chipsage individuel des muscles avec un trancheur Slicer CC de Urschel<sup>1</sup> en tranches de 0,75 mm d'épaisseur
- mélange des feuilles issues des différents muscles dans les proportions souhaitées
- formage manuel en steak de 125 g
- conditionnement sous mélange gazeux 70%  $\text{N}_2$  + 30%  $\text{CO}_2$ .

---

<sup>1</sup> pour des raisons de disponibilité de matériel, un trancheur Urschel a été utilisé plutôt qu'un trancheur FAM. Ce changement a nécessité de modifier le protocole de raidissage des cubes. La qualité du tranchage obtenu avec cet équipement a malgré tout été **très inférieure** à celle acquise avec l'équipement FAM.

### Tournedos restructuré

- Dégraissage et cubage des épaules en cubes de 30 à 50g
- Mélange de 10g/kg d'Activa EB (transglutaminase) puis ajout de 50 g/kg d'eau
- Mélange
- Poussage en boyau Diaphan ø 90 et clippage
- Repos 12h à +3°C
- Tranchage à 2 cm d'épaisseur au trancheur à jambon
- Ablation du boyau
- Conditionnement sous atmosphère modifiée 70% N<sub>2</sub> + 30% CO<sub>2</sub>

### Côte de porc

Il s'agit du témoin, seulement présenté lors du test consommateur.

Les côtes de porc ont été achetées chez un découpeur et sélectionnées dans la partie côtes filet, côtes premières et côtes secondes.

Tous les produits ont été fabriqués à la même date. Les produits destinés au test consommateur ont été consommés frais. Les produits destinés à la réunion de groupe ont en fait été surgelés individuellement dans un tunnel à – 25°C avant conditionnement en sachet sous vide. Ils n'ont pas été préalablement conditionnés sous atmosphère protectrice. En effet, la réunion de groupe a été organisée 1,5 mois après le test consommateur.

Préalablement à la réalisation des tests, tous les produits ont été analysés chimiquement et microbiologiquement. Leurs caractéristiques sont données ci-après.

	Côte de porc	Viande hachée	Viande restructurée	Viande feuilletée	
				50% échine 50% pointe	75% pointe 25% échine
<b>Microbiologie (en UFC/g)</b>					
Flore totale	5,7.10 <sup>4</sup>	3,1.10 <sup>5</sup>	3,4.10 <sup>4</sup>	2,5.10 <sup>4</sup>	1,2.10 <sup>4</sup>
Coliformes fécaux	<10	/	/	/	/
<i>E. coli</i>	/	<10	<10	<10	<10
<i>Staphylococcus aureus</i>	<10	<10	<10	<10	<10
ASR	<10	/	/	/	/
Salmonelles	Abs/25g <sup>1</sup>	Abs/25g <sup>1</sup>	Abs/25g <sup>1</sup>	Abs/25g <sup>1</sup>	Abs/25g <sup>1</sup>
Conclusion de l'analyse microbiologique	Satisfaisant	Satisfaisant	Satisfaisant	Satisfaisant	Satisfaisant
<b>Chimie</b>					
Lipides libres (%)	/	15,5	6	13,1	7,4

<sup>1</sup> abs : absence

## 5.2 - Résultats du test consommateur et de la réunion de groupe

Les résultats de ADIV Marketing avec les protocoles des méthodes sont donnés en annexe.

## 5.3 - Conclusion

Le test consommateur montre que la **viande restructurée** dont l'aspect et la texture sont proches de la viande en l'état reçoit un très bon accueil.

Sa mauvaise appréciation lors de la réunion de groupe doit être analysée avec prudence puisque les 8 personnes participantes discutent librement entre eux. Leur avis propre peut donc être biaisé alors que le test consommateur concerne 80 personnes, interrogées individuellement.

Le produit présente plusieurs avantages :

- il n'a pas d'os,
- il a un bel aspect cuit,
- il a un aspect maigre.

Des améliorations pourraient toutefois être apportées sur la texture en réduisant l'épaisseur du produit de 2 cm à 1,5 cm voire 1 cm, ou en effectuant un marinage de l'épaule ou encore en changeant de matière première (jambon, pointe par exemple).

**La viande hachée** a bien été appréciée lors de la réunion de groupe mais moyennement accueillie lors du test consommateur. Les taux de satisfaction sur les aspects crus et cuits sont corrects mais à la dégustation, le produit est déprécié. La formulation grasse des steaks (18% MG volontairement retenu pour conférer de la jutosité) a certainement été défavorable à son jugement ainsi que le manque de saveur.

Le même constat peut être fait pour la viande feuilletée avec formulation grasse constituée de 50% de pointe et 50% d'échine.

Une amélioration de ce produit pourrait être : une réduction du taux de matière grasse (12% maximum) associée à un éventuel ajout de fibres pour améliorer la jutosité et l'apport d'arômes.

Lors de la réunion de groupe, la viande hachée a été jugée intéressante comme alternative à la viande hachée de bœuf, avant la viande hachée de volaille.

**Les viandes feuilletées** ont un accueil plutôt modeste tant au niveau du test consommateur que de la réunion de groupe. La texture de ce produit est **très nouvelle** et le consommateur est déconcerté quand il le déguste. Il n'a pas de référence.

Sa formulation avec 50% d'échine et 50% de pointe a été jugée trop grasse. Comme pour la viande hachée, **le consommateur ne veut pas de gras**. Dans le cas de viandes feuilletées, cet aspect gras est exacerbé.

Le goût fade a été reproché au feuilleté constitué de 25% d'épaule et 75% de pointe comme pour la viande hachée. L'arôme des viandes feuilletées doit donc être renforcé. De plus sa texture a été jugée sèche.

Enfin, lors de la réunion de groupe, il a été proposé de décliner ce produit précuit ou sous forme d'une aide culinaire telles que les chiffonnades de jambon. Enfin, le terme feuilleté évoque pour eux plutôt une superposition de feuilles qu'un amalgame, résultat du process de fabrication retenu.

**En conclusion**, les viandes restructurées et feuilletées constituent un changement radical pour les consommateurs de viande de porc. Un effort de promotion important doit être fait pour ces produits en communiquant notamment sur l'argument des muscles (épaule, jambon, longe)

pour que le consommateur n'ait pas l'impression d'acheter des produits fabriqués à partir de chutes. Ce sont pour eux des produits déjà élaborés qu'ils distinguent parfaitement de la viande nature.

La viande restructurée peut être proposée rapidement sur le marché mais un positionnement RHF serait plus judicieux en premier lieu.

La viande hachée peut également être proposée rapidement mais en GMS en alternative au bœuf et en concurrence de la volaille. Son aromatisation doit être renforcée, sa formulation doit être plus maigre. Dans ce cas, le manque de jutosité peut être compensé par l'apport de fibres.

La viande feuilletée a vraiment un positionnement intermédiaire. Le consommateur ne sait pas s'il s'agit de viande hachée ou de viande intègre. Le produit, tel qu'il est présenté, ne concernera qu'une niche de consommateurs. Il convient donc peut être d'engager d'autres déclinaisons de ce concept : produit précuit ou feuilles nature ou assaisonnées en tant qu'aide culinaire.

La préconisation commune qui semble ressortir pour tous les produits est l'absence de matière grasse. Les consommateurs de porcs habitués à cuire (voire à surcuire) la viande porcine sont prêts à manger un produit maigre même s'il est sec.

## 6 - CONCLUSION GENERALE

---

---

Cette étude a permis de définir plusieurs concepts de produits. Certaines recettes sont finalisées et peuvent être dorées et déjà être proposées sur le marché :

- rôti précuit de 400g à réchauffer par le consommateur,
- émincé nature ou assaisonné,
- viande hachée nature ou additionnée de fibres.

Un produit doit être légèrement amélioré : la viande restructurée. Son accueil après des consommateurs est très acceptable mais de légères modifications de process doivent être apportées notamment en ce qui concerne l'épaisseur du produit ou l'assaisonnement préalable des muscles.

D'autre part, le principe de recollage le plus efficace est actuellement interdit en France pour les produits crus. Une démarche interprofessionnelle doit donc être menée au niveau national ou européen pour permettre l'extension de l'utilisation de cet ingrédient actuellement autorisé pour les produits cuits.

Le haché stérilisé constitue une base de réflexion **très intéressante** pour la fourniture d'un produit haché, stable à température ambiante, et dosable. Il s'adresse au consommateur en tant qu'aide culinaire ou alors à l'industrie du plat cuisiné en tant qu'ingrédient.

Enfin, les viandes feuilletées mises au point ne semblent pas commercialisables en l'état. Des nouvelles pistes basées sur ce concept doivent être étudiées : fabrication d'un produit précuit ou déclinaison en aide culinaire assaisonnée avec ou sans sauce.

**Annexe I**  
**Rendements de découpe de la longe et de l'épaule**

# Planche d'une découpe industrielle d'une longe



**Pointe**  
**15,55%**



**Côte filet**  
**28,26%**



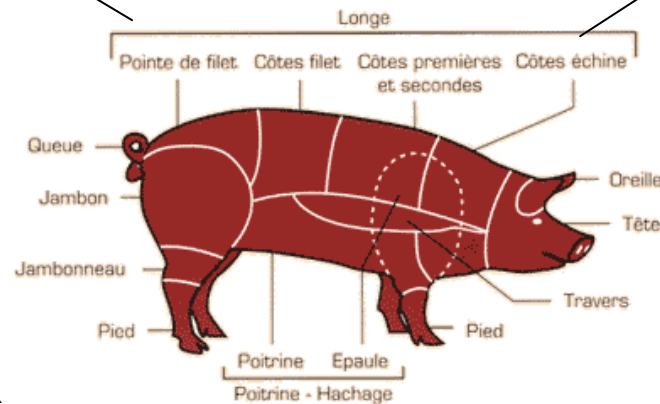
**Côtes 1<sup>ère</sup> et 2<sup>nde</sup>**  
**32,09%**

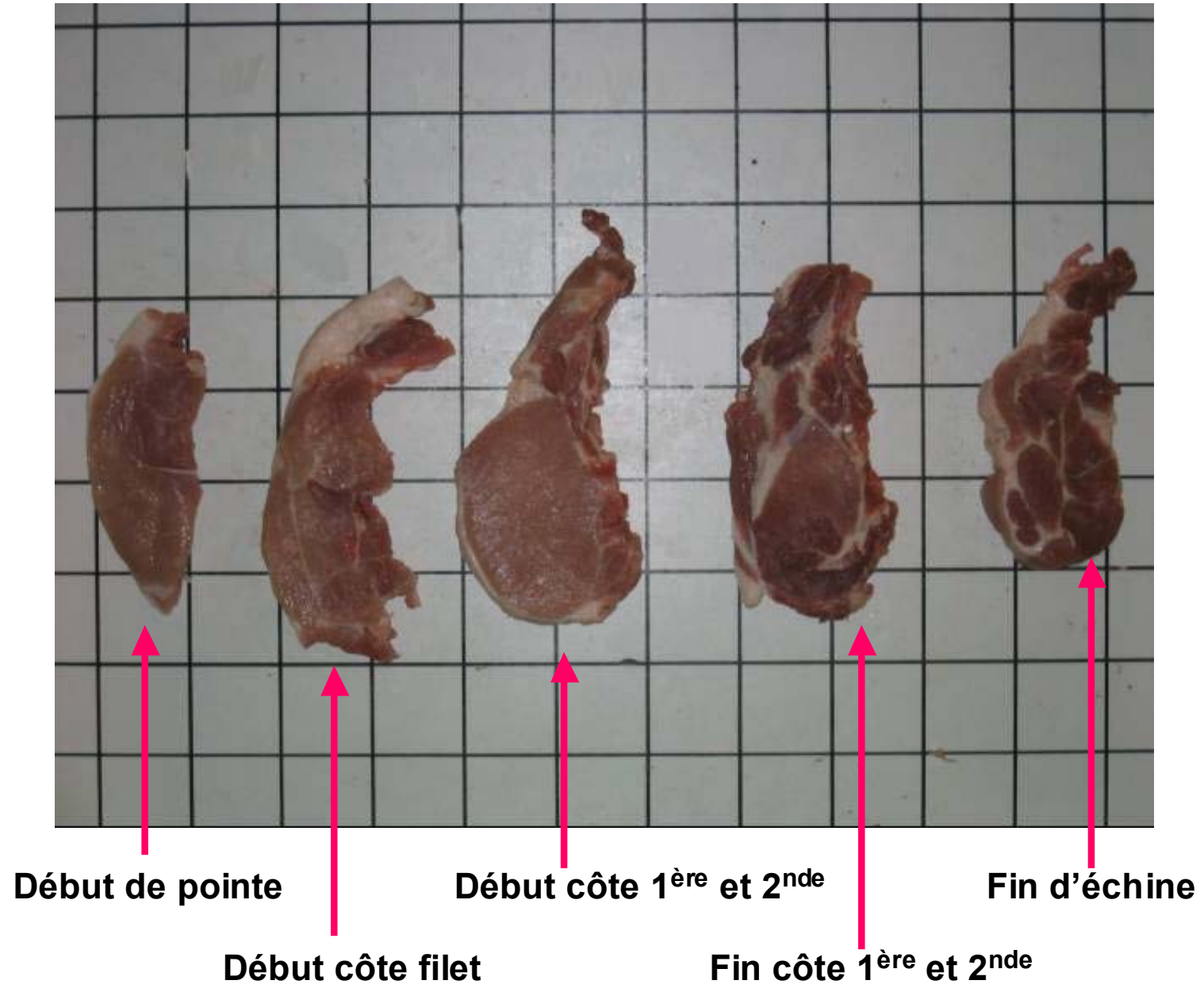


**Échine**  
**18,63%**



**Morceaux pour pavé**  
**20,86%**





## Rendement de découpe d'une longe travaillée industriellement

Tous les poids sont donnés en kilogramme				Masse(kg)	Rendement non paré		Masse(kg)	Rendement paré														
<b>Longe entière</b> 12,155kg		<b>Filet mignon</b> 0,590kg	net	0,565	4,65%																	
			dechet	0,025	0,21%																	
	5 V.sacrées	<b>Pointe</b> 1,890kg	viande	1,640	13,49%																	
			vertèbres	0,250	2,06%																	
			manches	0,000	0,00%																	
	6 V.lombaires 3 V.dorsales 4 manches	<b>Filet</b> 3,435kg	<b>Filet sans os</b>	2,695	22,17%	viande parée	1,645	13,53%														
			<b>Os</b>	0,740	6,09%	minerai	1,050	8,64%														
						vertèbres	0,580	4,77%														
						ribs	0,160	1,32%														
	12 V.dorsales 11 manches	<b>Cotes 1ère et 2nde</b> 3,900kg	<b>Cotes 1ère et 2nde sans os</b>	2,400	19,74%	viande parée	0,890	7,32%														
			<b>Os</b>	1,085	8,93%	minerai	1,510	12,42%														
						vertèbres	0,505	4,15%														
						ribs	0,580	4,77%														
						grillade nette	0,305	2,51%														
	5V.cervicales 2V.dorsales	<b>Echine</b> 2,265kg	viande	1,910	15,71%	déchet grillade	0,110	0,90%														
			vertèbres	0,355	2,92%																	
			manches	0,000	0,00%																	
	VALORISATION1																					
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Côtes ou rôti sans os</td> <td>71,12%</td> </tr> <tr> <td>Filet mignon</td> <td>4,65%</td> </tr> <tr> <td>Grillade</td> <td>2,51%</td> </tr> <tr> <td>Ribs</td> <td>6,09%</td> </tr> <tr> <td>Déchets</td> <td>15,01%</td> </tr> </table>									Côtes ou rôti sans os	71,12%	Filet mignon	4,65%	Grillade	2,51%	Ribs	6,09%	Déchets	15,01%				
Côtes ou rôti sans os	71,12%																					
Filet mignon	4,65%																					
Grillade	2,51%																					
Ribs	6,09%																					
Déchets	15,01%																					
VALORISATION2																						
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Viande pour pavé</td> <td>20,86%</td> </tr> <tr> <td>Viande pour roti ou émincé</td> <td>29,21%</td> </tr> <tr> <td>Filet mignon</td> <td>4,65%</td> </tr> <tr> <td>Ribs</td> <td>6,09%</td> </tr> <tr> <td>Grillade</td> <td>2,51%</td> </tr> <tr> <td>Minerai</td> <td>21,06%</td> </tr> <tr> <td>Dechets</td> <td>15,01%</td> </tr> </table>									Viande pour pavé	20,86%	Viande pour roti ou émincé	29,21%	Filet mignon	4,65%	Ribs	6,09%	Grillade	2,51%	Minerai	21,06%	Dechets	15,01%
Viande pour pavé	20,86%																					
Viande pour roti ou émincé	29,21%																					
Filet mignon	4,65%																					
Ribs	6,09%																					
Grillade	2,51%																					
Minerai	21,06%																					
Dechets	15,01%																					

## Rendement de découpe d'une longe travaillée artisanalement

Tous les poids sont donnés en kilogramme				Masse(kg)	Rendement non paré		Masse(kg)	Rendement paré	Remarque
<b>Longe entière</b> <b>11,600kg</b>		<b>Filet mignon</b> <b>0,610kg</b> <b>5,26%</b>	net	0,505	4,35%				
			dechet	0,105	0,91%				
	5 V. sacrées	<b>Pointe</b> <b>1,540kg</b> <b>13,28%</b>	viande	1,345	11,59%				
			vertèbres	0,195	1,68%				
			manches	0,000	0,00%				
	6 V. lombaires 4 V. dorsales 4 manches	<b>Filet</b> <b>3,090kg</b> <b>26,64%</b>	<b>Filet sans os</b>	2,570	22,16%	viande parée	1,500	12,93%	6 lombaires(0,33) /4 dorsales(0,14), 1 cote flottante
			<b>Os</b>	0,520	4,48%	minerai	1,070	9,22%	
						vertèbres	0,470	4,05%	
						manches	0,050	0,43%	
	10 V. dorsales 10 manches	<b>Cotes 1ère et 2nde</b> <b>3,650kg</b> <b>31,47%</b>	<b>Cotes 1ère et 2nde sans os</b>	2,700	23,28%	viande parée	1,270	10,95%	
			<b>Os</b>	0,410	3,53%	minerai	1,430	12,33%	
						vertèbres	0,215	1,85%	
						manches	0,195	1,68%	
						grillade nette	0,310	2,67%	
						déchet grillade	0,230	1,98%	
	6V. cervicales 3V. dorsales 3 manches	<b>Echine</b> <b>2,715kg</b> <b>23,41%</b>	viande	2,440	21,03%				6 cervicales (0,145) / 3 dorsales(0,090)
			vertèbres	0,235	2,03%				
			manches	0,040	0,34%				
VALORISATION1									
VALORISATION2									
				Côtes ou rôti sans os	78,06%				
				Filet mignon	4,35%				
				Grillade	2,67%				
				Déchets	14,96%				
				Viande pour pavé	23,879%				
				Viande pour roti ou émincé	32,629%				
				Filet mignon	4,353%				
				Grillade	2,672%				
				Minerai	21,552%				
				Dechets	14,957%				
poids total 11,6									

# Planche d'une découpe industrielle d'une épaule



**Aiguillettes**  
6,85%



**Bateau**  
13,70%



**Boîte à moelle**  
9,57%



**Jumeau**  
13,09%



**Épaule découennée,  
dégraissée et sans jarret**



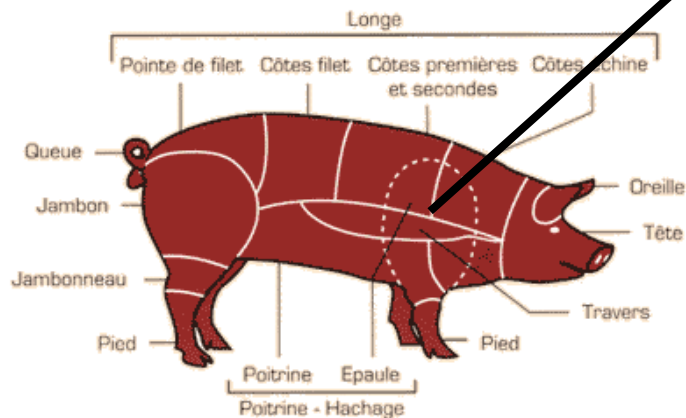
**Paleron**  
9,06%



**Dessus de palette**  
9,87%



**Macreuse**  
17,02%



### Rendement de découpe industrielle d'une épaule

			Non parée	Rendement		Parée	Rendement
<b>Epaule entière 4,965kg</b>	<b>Os 0,585kg 11,78%</b>	<b>Scapulum</b>	0,255	5,14%			
		<b>Humérus</b>	0,330	6,65%			
	<b>Viande brute 4,350kg  87,61%</b>	<b>Dessus de palette</b>	0,545	10,98%	<b>Viande parée 3,930kg  79,15%</b>	0,490	9,87%
		<b>Macreuse</b>	0,975	19,64%		0,845	17,02%
		<b>Paleron</b>	0,495	9,97%		0,450	9,06%
		<b>Jumeau</b>	0,700	14,10%		0,650	13,09%
		<b>Boite a moele</b>	0,495	9,97%		0,475	9,57%
		<b>Bateau</b>	0,725	14,60%		0,680	13,70%
		<b>Aiguillette</b>	0,415	8,36%		0,340	6,85%
	<b>Parure 0,030kg 0,60%</b>				<b>Parure 0,420kg 8,46%</b>		

Poids total 4,965

**Annexe 2**  
**Résultats du test consommateur**  
**et de la réunion de groupe (ADIV Marketing)**