



BORDEAUX
SCIENCES
AGRO

INRAE

RAPPORT DE STAGE

Deuxième année d'école d'ingénieur - NUMAG

Présenté et soutenu par :
Morgane DAIX

Tuteurs de stage :
John ALBECHAALANY
Bénédicte ROCHE



REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Ce projet s'inscrit dans le cadre de mon stage de fin de deuxième année d'école d'ingénieur, mais il n'a pas été seulement un devoir académique. Ce projet m'a permis d'entrer et de découvrir le domaine de la recherche, et plus précisément dans le domaine de l'élevage. J'ai énormément appris durant ces 3 mois, j'ai pu améliorer certaines de mes compétences notamment l'écriture de code, l'utilisation de statistiques, la création de modèle mathématiques.

Tout ce projet et cette motivation autour de celui-ci n'auraient pas existé sans mon maître de stage, John ALBECHAALANY, que je remercie tout particulièrement, pour son encadrement, ses conseils précieux, sa patience et sa disponibilité tout au long du projet.

Je souhaite également remercier chaleureusement Bénédicte ROCHE, chercheuse à l'INRAE, domaine expérimental de Saint Laurent de la Prée, pour son encadrement sur ce projet, pour nos nombreux échanges et réunions pour la réalisation de celui, pour ses nombreux conseils également et plus globalement, de m'avoir permis de découvrir le monde de la recherche, au plus près, dans le domaine expérimental de l'INRAE.

Mes remerciements vont aussi à Lionel BOMBRUN, mon tuteur de stage, pour son expertise et ses conseils qui ont contribué à enrichir cette étude.

A toutes et à tous, je témoigne ma sincère reconnaissance.

Table des matières

LISTE DES FIGURES	3
LISTE DES TABLEAUX.....	4
1) CONTEXTE	5
1.1 Un élevage au service du territoire littoral humide	5
1.2 La race maraîchine : patrimoine vivant et acteur du développement local	5
1.3 Une viande mixte, sous-exploitée dans sa version « veau »	6
1.4 Composition des muscles du veau : entre biologie et qualité bouchère.....	6
1.5 Valorisation culinaire des muscles du veau.....	7
1.6 Paramètres influençant le poids et le rendement des veaux à l'abattage	9
2) SYNTHÈSE ET OBJECTIFS	11
2.1 Problématique.....	11
2.2 Vers une stratégie fine de valorisation des veaux maraîchins.....	12
2.3 Travaux existants et limites actuelles	12
2.4 Brève description de l'algorithme.....	15
3) Concevoir l'algorithme qui prédit le poids à partir des données éleveurs	16
3.1 Analyses descriptives des données	16
3.1 Analyse statistique et modèle linéaire pour l'estimation du poids musculaire	17
4) Création des recettes à partir des bons de commandes	23
4.1 Démarche et choix stratégiques.	23
4.2 Priorisation des muscles et construction des recettes	24
4.3 Estimation des proportions musculaires	24
4.4 Intégration dans l'algorithme et mise en forme sur RShiny.....	27
5) CONCLUSION	29
Bibliographie	31

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Photo de vaches et veaux de la race maraîchine (source : web-agri)	5
Figure 2: Schéma de la découpe de la carcasse de veau et principaux morceaux valorisables (source: cuisine passion).....	9
Figure 3: Illustrations des conformations de l'échelle EUROP (source : cuisine passion)	10
Figure 4: Schéma explicatif de l'application développée	15
Figure 5: Relation entre le poids vif et l'âge des veaux	18
Figure 6: Sortie du modèle du modèle Ancova pour le poids vif (PV) selon les facteurs explicatifs.....	19
Figure 7: Comparaison du poids vif moyen selon le sexe des veaux.....	20
Figure 8: : Répartition du poids vif selon la conformation visuelle des veaux. Les conformations U et P sont peu représentées.....	21
Figure 9: Comparaison du poids vif entre les veaux de conformation R et O. La différence est significative ($p < 0,05$).	21
Figure 10: Effet du régime alimentaire sur le poids vif des veaux.....	22
Figure 11: : Représentation de l'interface développée avec la sélection de quatre animaux et leur répartition en trois recettes, intégrant la traçabilité des informations et la gestion des poids restants.	28

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Représentation partielle de la relation entre les morceaux de viande, les plats associés et la faisabilité de leur utilisation selon le mode de cuisson	13
Tableau 2: Répartition des morceaux de viande par gamme et quantification chez trois animaux (5057, 5065, 5067), selon leur mode de préparation culinaire	13
Tableau 3: : Bon de découpe de carcasse par animal issu du fichier Muscles_veaux_sans_transfo.....	14
Tableau 4: Exemple de données issues du fichier Veaux_abattus, présentant les caractéristiques individuelles (sexe, âge, régime alimentaire) et les mesures de production (poids, rendements, conformation)	14
Tableau 5: Statistiques descriptives de l'âge et du poids vif des veaux selon le régime alimentaire et le sexe	16
Tableau 6: Priorisation des morceaux de viande pour différentes recettes à partir d'une notation unique	24
Tableau 7: Représentation des veaux entiers pour le calcul des proportions des muscles	25
Tableau 8: Représentation des demi-veaux pour le calcul des proportions des muscles.....	26
Tableau 9: Représentation synthétisant la moyenne et la médiane des poids de chaque muscle pour les demi-veaux et les veaux entiers, en fonction de leur conformation	26

1) CONTEXTE

1.1 Un élevage au service du territoire littoral humide

Dans le contexte de transition agroécologique, l'élevage extensif apparaît comme un levier fort pour maintenir la qualité des milieux tout en produisant une alimentation de proximité. C'est particulièrement vrai dans les zones humides littorales, comme le Marais poitevin, où la prairie naturelle assure des fonctions écologiques majeures : épuration de l'eau, séquestration du carbone, préservation de la biodiversité. Mais pour que ces milieux soient entretenus durablement, il faut des animaux capables d'y pâturer efficacement. C'est dans ce cadre qu'intervient la race bovine maraîchine, une race rustique à forte valeur patrimoniale et territoriale.

1.2 La race maraîchine : patrimoine vivant et acteur du développement local



Figure 1: Photo de vaches et veaux de la race maraîchine (source : web-agri)

Race ancienne, décrite dès 1851 par Dampierre, la maraîchine est originaire de la bande littorale entre la Loire et la Gironde.

Elle a longtemps occupé les marais desséchés du bassin atlantique, en particulier en Charente-Maritime et en Vendée, où elle valorise des prairies pauvres et humides. Robuste, elle est reconnaissable à sa robe froment, ses muqueuses noires et sa morphologie adaptée au pâturage en milieu difficile.

C'est une race rustique, dotée d'une bonne longévité, d'une fertilité correcte, et capable de vêler sans difficulté.

Sa sauvegarde a été amorcée dans les années 1980 grâce à une mobilisation conjointe d'éleveurs, d'acteurs publics et de chercheurs de l'INRA de Saint-Laurent-de-la-Prée, notamment dans le cadre d'une recherche-intervention sur la valorisation des prairies humides (Roche et Rossignol, 2004). Aujourd'hui, la race est porteuse d'une dynamique territoriale forte : plus de la moitié des élevages pratiquent la vente directe, et 87 % d'entre eux produisent des bœufs, tandis que 30 % élèvent également des veaux de lait (INRA, 2005). La maraîchine est donc un levier de développement local, qui conjugue qualité de la viande, maintien des paysages, et transmission d'un patrimoine génétique adapté au changement climatique (Roche et Vignard, 2006).

En 2020, une évaluation conduite dans le cadre d'un projet interdisciplinaire a confirmé que 50 % des animaux étaient valorisés en circuits courts, avec des stratégies de vente diversifiées selon les éleveurs (INRAE et Association Maraîchine, 2020). Ce chiffre témoigne d'un ancrage réel de la filière dans les logiques de proximité, mais aussi des limites en matière d'organisation collective de l'offre.

1.3 Une viande mixte, sous-exploitée dans sa version « veau »

Historiquement mixte, la race maraîchine a longtemps été utilisée pour la production laitière, notamment pour la fabrication du beurre local. Aujourd'hui, elle conserve son rôle de bonne nourrice et se distingue également par la qualité de sa viande, appréciée pour son grain fin, sa tendreté et sa saveur douce. Pourtant, la viande de veau maraîchin demeure encore peu valorisée. Ce type de production représente une voie de diversification prometteuse pour les éleveurs : abattus jeunes, ces animaux donnent une viande rosée, à la fois tendre et peu grasse, pouvant répondre aux attentes croissantes des consommateurs et de la restauration collective en quête de produits locaux de qualité.

Les « veaux rosés » sont définis, selon la réglementation européenne (règlement N°1308/2013, annexe 7), comme des veaux ou jeunes bovins âgés de moins de 8 mois ou entre 8 et 12 mois. Contrairement au veau de lait, élevé exclusivement au lait, les veaux rosés sont issus de troupeaux allaitants et reçoivent, en complément du lait maternel, du foin, de l'herbe ou des concentrés. Leur alimentation et leur liberté de mouvement (pâturage ou stabulation ouverte) ont un effet direct sur la couleur plus soutenue de leur viande et sur ses qualités nutritionnelles et sensorielles (Prache et al., 2020 ; Apaoblaza et al., 2020).

1.4 Composition des muscles du veau : entre biologie et qualité bouchère

La composition biologique des muscles du veau est déterminante pour la qualité bouchère. Le muscle est constitué majoritairement d'eau (70 à 75 %), de protéines (20 à 23 %), et de faibles quantités de lipides (1 à 5 %), proportions variant avec l'âge, la race et le sexe (Robelin, 1986). Chez le veau, en phase de croissance, le tissu musculaire représente la majorité de la masse corporelle vide : environ 43 % au début de l'engraissement, chutant à 32 % à l'abattage lorsque le tissu adipeux augmente (Micol et al., 1993). Le développement du muscle repose essentiellement sur l'hypertrophie post-natale des fibres musculaires, dont le diamètre passe de 30 µm à 70-100 µm à l'âge adulte (Robelin et al., 1990). La proportion et la typologie des fibres musculaires évoluent également : les fibres foetales (type IIc) sont remplacées progressivement par des fibres lentes oxydatives (type I), puis par des fibres rapides (types IIa et IIb), avec une diminution du métabolisme oxydatif au profit de la glycolyse (revue de Listrat et al., 2016).

Par ailleurs, la teneur en tissu conjonctif, principalement constitué de collagène, influence fortement la tendreté de la viande. Chez les jeunes animaux, ce tissu est plus soluble, ce qui contribue à une viande plus tendre, particulièrement recherchée pour certaines recettes. À mesure que l'animal vieillit, le collagène devient plus réticulé, ce qui rend les viandes plus fermes voire dures, moins adaptées aux cuissons rapides.

Les propriétés anatomiques et biochimiques des muscles conditionnent leur usage culinaire. La carcasse de veau se compose de nombreux muscles aux fonctions et structures variées. Par exemple, les muscles peu sollicités comme le filet (psoas major) présentent peu de collagène et sont naturellement tendres, parfaits pour des préparations rapides (tournedos, médaillons). À l'inverse, des muscles plus fibreux et riches en tissu conjonctif comme le collier ou le jarret sont mieux valorisés par des cuissons longues, permettant la gélatinisation du collagène et l'obtention d'une texture fondante.

Dans un souci d'optimisation de l'équilibre matière, une meilleure connaissance des caractéristiques biologiques de chaque muscle permet d'adapter la transformation en fonction de leurs qualités bouchères. On peut ainsi orienter certaines pièces vers des **recettes spécifiques**, valorisant ainsi l'ensemble de la carcasse tout en évitant les surplus et pertes économiques. Cette logique est particulièrement pertinente dans les circuits courts, où l'ajustement entre offre et demande repose sur la maîtrise fine des matières premières (INTERBEV, 2023)

1.5 Valorisation culinaire des muscles du veau

La valorisation culinaire des muscles de veau repose sur une connaissance fine de leur structure anatomique et de leurs propriétés technologiques. Certains muscles, par leur tendreté et leur finesse, sont destinés à des cuissons rapides et nobles, tandis que d'autres, plus riches en collagène, se prêtent aux cuissons longues ou à la transformation en haché.

Parmi les muscles les plus nobles, on retrouve le **quasi**, la **noix**, le **cœur de sous-noix**, le **nerveux de sous-noix** et le **filet** (voir figure 2). Ces muscles, situés dans la cuisse et le dos du veau, sont peu entrelardés, très tendres et riches en fibres longues et régulières. Ils conviennent parfaitement à des cuissons rapides telles que les escalopes ou les grenadins. Par exemple, le filet, très prisé pour sa finesse, est souvent tranché en médaillons pour réaliser un grenadin de veau poêlé accompagné d'une sauce aux morilles. Le quasi et la noix, quant à eux, sont également utilisés pour les rôtis ou les sautés, comme dans une fricassée de veau aux olives. Leur texture fondante les rend aussi adaptés aux plats mijotés comme la blanquette.

Les muscles de l'épaule, tels que l'**épaule sans os sans jarret** (voir figure 2), présentent une structure plus hétérogène, avec une alternance de fibres musculaires et de tissus conjonctifs. Cette composition les rend idéals pour les cuissons lentes. Ces morceaux sont ainsi fréquemment utilisés dans des recettes mijotées comme le sauté de veau marengo ou l'osso bucco (lorsqu'ils sont associés à des jarrets). Leur richesse en collagène permet une bonne gélification après cuisson, offrant une texture onctueuse aux sauces.

Le **collier sans os** (voir figure 2), situé dans la région cervicale, est également un muscle très riche en collagène. S'il est peu tendre à cru, il révèle tout son potentiel après une cuisson longue. On l'utilise pour le ragoût, la blanquette ou encore les plats en sauce comme le veau aux carottes. C'est un muscle économique et très goûteux, prisé dans la transformation en saucisses ou dans les préparations de type "cheveux d'ange".

Les **côtes** du veau (voir figure 2) offrent une large palette de coupes, allant des côtes découvertes jusqu'aux côtes filet. Les côtes découvertes, plus entrelardées et riches en tissus conjonctifs, conviennent à des cuissons lentes ou en grillade lente (comme dans un rôti au four). En revanche, les côtes filet, 1ère, et 2nde, plus proches du dos, offrent des morceaux à griller ou à poêler, souvent utilisés dans des plats comme les côtelettes de veau panées. Ces morceaux peuvent aussi être découpés en escalopes, notamment dans la restauration collective ou gastronomique.

Les muscles de la **poitrine** et de l'**abattage thoracique** (comme le **gros bout de poitrine**, le **flanchet**, le **tendron**, le **haut de côtes** et le **bas carré sans os**) présentent une texture plus ferme (voir figure 2), une forte présence de graisse interstitielle et un fort pouvoir gélifiant. Ces caractéristiques les rendent parfaits pour des plats mijotés comme la blanquette, les ragoûts ou pour des usages en charcuterie (saucisse de veau). Le tendron, par exemple, est très apprécié bouilli ou braisé, comme dans le tendron de veau au citron confit.

Enfin, les **jarrets** (voir figure 2), qu'ils soient avant ou arrière, avec os, sont emblématiques de plats mijotés de longue tradition. Leur richesse en os et en moelle permet d'obtenir des jus très aromatiques. Ils sont les morceaux de choix pour l'osso bucco, typiquement milanais, ou pour être intégrés dans une blanquette enrichie. Associés à des légumes et mijotés dans un bouillon, ils offrent une texture fondante et une saveur profonde.

Les **bavettes** (de **flanchet** ou **d'aloyau**) complètent cette palette (voir figure 2). Ces muscles plats, longilignes et entrelardés sont particulièrement adaptés aux cuissons rapides ou aux découpes fines. On les retrouve en escalopes ou en émincés, voire en haché pour des usages plus populaires comme les boulettes, saucisses ou même dans des préparations gastronomiques comme le carpaccio de veau.

À ces morceaux s'ajoutent les **abats rouges (foie, cœur, rognons)** et **blancs (tête, ris, pied)** qui représentent une part importante de la valeur ajoutée en boucherie fine, mais moins adaptés à la restauration collective.

Ainsi, la richesse des muscles du veau, tant dans leur diversité anatomique que dans leurs propriétés technologiques, permet une très large gamme de valorisation culinaire. Une bonne connaissance de leurs caractéristiques permet d'optimiser leur utilisation, en évitant le gaspillage et en répondant à des attentes variées, du gastronomique au familial, du frais au transformé.

La maîtrise de ces correspondances entre muscles et recettes, fondée sur des critères anatomiques, technologiques et sensoriels, est essentielle pour une valorisation fine de la carcasse et une gestion optimisée de l'équilibre matière.

Dans la continuité de ces analyses, il est important de souligner les travaux menés par **INTERBEV**, qui a réalisé des supports techniques de grande utilité pour la filière. En particulier, deux posters ont été élaborés en collaboration avec l'IDELE, représentant de façon détaillée la carcasse du veau, découpée en morceaux, avec pour chacun d'eux une indication sur le mode de cuisson privilégié (à griller, à rôti, à mijoter ou à bouillir). Ces supports constituent une base précieuse pour comprendre les correspondances entre les caractéristiques anatomiques et les usages culinaires. Ils serviront également, dans la suite de ce travail, à déterminer la **priorité des muscles dans les recettes** et à établir un ordre de valorisation cohérent, en fonction de leur destination culinaire. Afin de conserver une trace complète de ces ressources, les posters ont été placés en **annexe du présent rapport** (annexe 1 et 2).

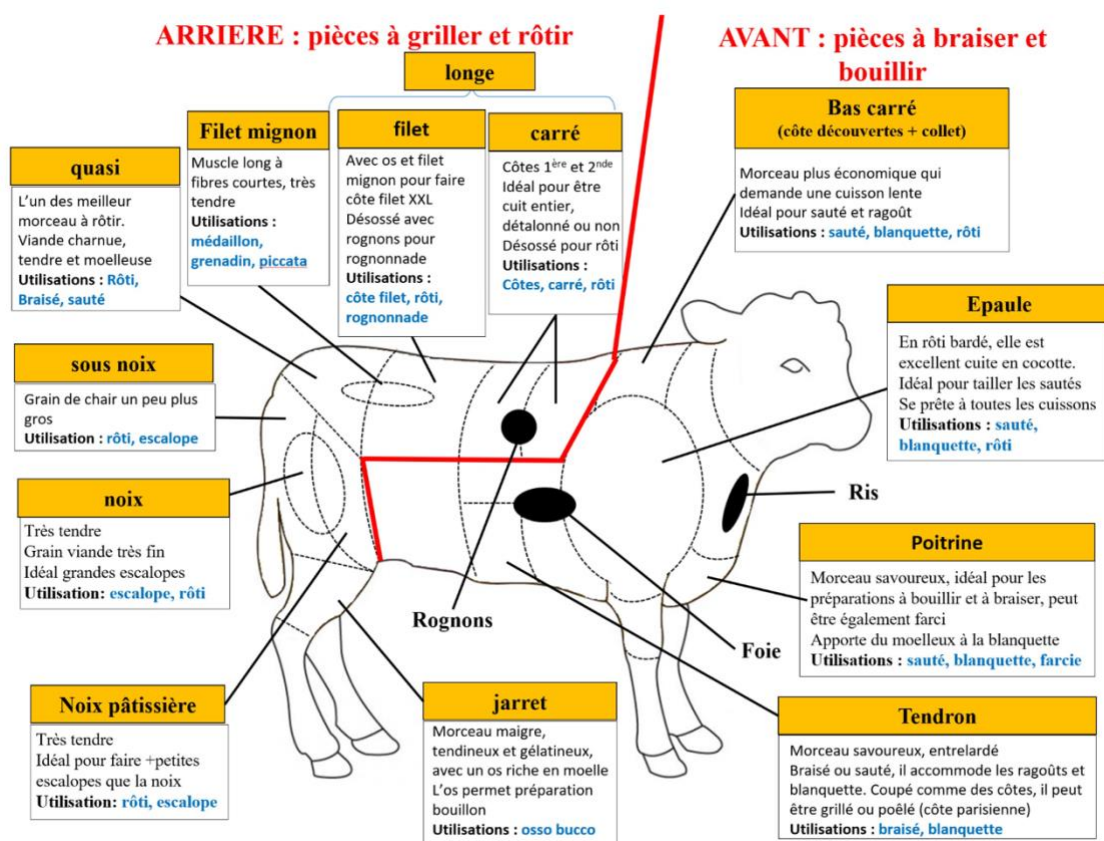


Figure 2: Schéma de la découpe de la carcasse de veau et principaux morceaux valorisables (source: cuisine passion)

1.6 Paramètres influençant le poids et le rendement des veaux à l'abattage

Après avoir décrit les potentialités culinaires des différents muscles du veau, il est nécessaire de s'intéresser aux paramètres qui influencent le poids et le rendement à l'abattage. Parmi eux, la **conformation** de la carcasse joue un rôle déterminant. Elle reflète le développement musculaire global de l'animal et est évaluée selon l'échelle **EUROP** (voir figure 3), une norme européenne (Règlement CE n°1249/2008) classant les carcasses de **E** (excellente) à **P** (passable). Cette classification repose sur l'appréciation visuelle de la forme, du galbe et de la convexité des principales masses musculaires (épaule, dos, cuisse). Plus la conformation est élevée (vers E), plus la carcasse présente une musculature développée, traduisant un potentiel de rendement en viande plus important (Agabriel et al., 2005 ; revue Hocquette et al., 2011). À l'inverse, les classes inférieures (O et P) sont caractéristiques d'animaux plus fins, avec une ossature apparente et une faible couverture musculaire. La classe **S**, parfois évoquée dans certains référentiels, correspond à une conformation supérieure à E mais n'est pas utilisée pour les veaux ni même retenue en France. En effet, elle s'applique uniquement à des animaux adultes très musculaires issus de races comme le Blanc Bleu Belge ou certains lignées charolaises, ce qui explique son absence dans les grilles d'évaluation des veaux. Cette évaluation de la conformation est donc un critère clef dans la prévision du poids des carcasses et leur potentiel de valorisation.

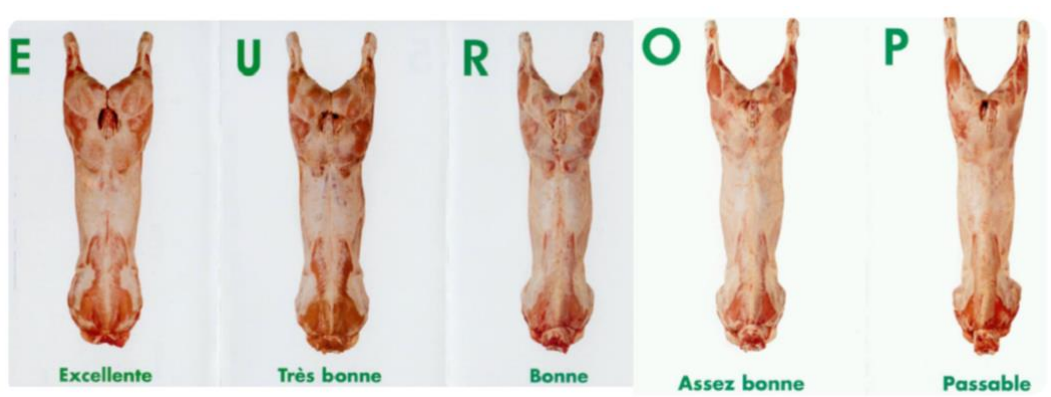


Figure 3: Illustrations des conformations de l'échelle EUROP (source : cuisine passion)

D'autres facteurs biologiques sont également à prendre en compte :

L'âge au moment de l'abattage influence la maturité corporelle de l'animal. Un veau plus âgé a généralement eu plus de temps pour développer sa masse musculaire totale. Cependant, ce gain peut être contrebalancé par une croissance parallèle des tissus osseux et adipeux, ce qui tend à réduire le rendement carcasse. En effet, les très jeunes veaux présentent des rendements carcasse supérieurs à ceux d'animaux plus âgés (61 % de rendement à 2–5 mois contre 57 % au-delà de 8 mois). Autrement dit, en vieillissant, une plus grande part du poids vif se retrouve en os et en gras plutôt qu'en muscle, d'où un rendement légèrement moindre (Farruggia et al., 2024).

Le **sexe** joue également un rôle : les mâles non castrés (taurillons) tendent à avoir des croissances musculaires plus rapides et des carcasses plus lourdes que les femelles (génisses), du fait du métabolisme différent et d'une orientation hormonale favorisant le dépôt protéique (Dufour, 1995). Concrètement, dans une même population de veaux maraîchines élevés dans les mêmes conditions, les mâles présentent des poids de carcasse significativement plus élevés (par ex. 133 kg vs 120 kg chez des femelles du même âge). En revanche, les femelles tendent à finir plus tôt leur croissance musculaire et à déposer du gras plus précocement, ce qui peut limiter leur rendement carcasse (Farruggia et al., 2024).

Le **régime alimentaire** constitue un levier majeur de croissance. Un aliment concentré riche en énergie et protéines favorise un développement rapide et un bon état d'engraissement, tandis qu'un régime à base de fourrages seuls, plus fréquent en élevage extensif, conduit à des croissances plus lentes et des carcasses moins lourdes. Des études comparatives montrent par exemple que des veaux alimentés avec des concentrés jusqu'à 8 mois peuvent atteindre des poids vifs et carcasses supérieurs (≈308 kg vif / 196 kg carcasse) par rapport à des veaux du même âge nourris uniquement à l'herbe (≈294 kg vif / 182 kg carcasse).

Enfin la **race** conditionne les aptitudes bouchères intrinsèques : les races à viande comme la Limousine ou la Charolaise présente une capacité naturelle au développement musculaire, tandis que les races laitières, comme la Prim'Holstein, ont un potentiel plus limité pour la production de viande (Interbev, 2007). Dans le cas du veau maraîchin, race locale rustique à double fin, ces différents facteurs doivent être analysés conjointement pour mieux comprendre les leviers de valorisation de la carcasse.

2) SYNTHÈSE ET OBJECTIFS

La première partie a mis en lumière le rôle essentiel de la race maraîchine dans les zones humides et littorales, à travers un élevage extensif qui participe à la fois à l'entretien écologique des prairies et au maintien d'une dynamique territoriale locale. Si la viande de bœuf maraîchin est déjà reconnue et valorisée dans les circuits courts, la viande de veau reste encore marginale, malgré ses qualités gustatives et nutritionnelles avérées. L'analyse des caractéristiques biologiques et bouchères des muscles, ainsi que de leur usage culinaire, révèle pourtant un fort potentiel de diversification et de valorisation.

Au-delà des aspects anatomiques et technologiques, la valorisation des veaux maraîchins s'inscrit dans un contexte plus large qui combine des enjeux économiques, alimentaires et organisationnels.

D'un point de vue économique, la gestion de l'équilibre en matière constitue un défi majeur pour les éleveurs en circuit court. En vente directe, il ne s'agit pas seulement de valoriser les morceaux nobles, mais bien de trouver des débouchés pour l'ensemble de la carcasse. Or, la demande est souvent concentrée sur certaines pièces (filet, quasi, noix, ...), ce qui peut générer des surplus pour d'autres parties du veau, pourtant adapté à des recettes variées.

Sur le plan alimentaire, la consommation de viande évolue vers une recherche de produits locaux et de qualité, issus de systèmes durables. Le veau maraîchin, tendre, peu gras et adapté aux cuissons familiales comme gastronomique, pour répondre à cette attente. Mais son image reste encore peu développée et la filière ne dispose pas d'outils suffisants pour le mettre en valeur.

Enfin, la dimension organisationnelle est essentielle. Contrairement aux filières industrielles, les circuits courts reposent sur une logistique fragile et des volumes limités. Chaque commande doit être aménagée en fonction des carcasses disponibles, ce qui implique une gestion fine des stocks et une anticipation précise des besoins. Dans ce contexte, disposer d'outils capables de prédire le poids musculaire des veaux, de répartir les morceaux entre différentes recettes et d'optimiser l'utilisation des pièces apparaît comme un levier stratégique pour améliorer la valorisation de la race maraîchine et soutenir la commercialisation en circuits courts.

C'est dans cette perspective que s'inscrit la problématique suivante :

2.1 Problématique

À partir des données d'abattage et d'éleveurs, comment peut-on contribuer à améliorer cette gestion d'équilibre matière et à soutenir une commercialisation cohérente avec les circuits courts à l'aide d'outils numériques ?

2.2 Vers une stratégie fine de valorisation des veaux maraîchins

Pour répondre à la problématique, il est nécessaire d'élaborer une stratégie spécifique à la valorisation des veaux maraîchins. Il s'agira de :

- Analyser les données d'abattage (poids, conformation, volume de muscles, sexe, régime alimentaire) pour faire ressortir les facteurs qui influencent le poids du veau,
- Relier ces données à une lecture culinaire des morceaux et à leurs usages potentiels
- Et proposer des pistes d'optimisation via des outils numériques, afin d'anticiper les besoins, répartir les pièces de manière cohérente et éviter les pertes dans les filières locales.

Des travaux ont déjà été réalisées sur la gestion de l'équilibre matière et de la répartition des muscles dans les recettes de cuisines sur les vaches.

2.3 Travaux existants et limites actuelles

Depuis une vingtaine d'années, plusieurs initiatives ont été lancées pour accompagner la valorisation de la viande maraîchine. INTERBEV a publié des fiches techniques sur les morceaux et leurs usages (voir 1.5), et développé des recommandations pour les collectivités. De son côté, le mémoire de Marie-Thérèse LATOUF a apporté un éclairage précieux sur les potentialités de la vache maraîchine : pesée des pièces, analyse des débouchés, mise en correspondance avec les besoins en cantine.

Cependant, ces travaux restent centrés sur les vaches adultes. Or, la valorisation des **veaux** implique des contraintes spécifiques : carcasse plus légère, muscles moins développés, volume de pièces plus faible, mais viande plus tendre. La stratégie de découpe ne peut donc pas être simplement transposée : elle doit être réadaptée en fonction des données réelles d'abattage et des caractéristiques des morceaux.

A la suite de ces travaux, des données ont été récoltées et commencé à être mise en forme. Voici ci-dessous la liste de ces fichiers qui ont été utilisés pour développer la stratégie sur les veaux maraîchins :

- « Muscle_Plats_donnees » est un fichier Excel issu de la base de données. Il regroupe tous les muscles présents pour la vache et le veau maraîchin. A chacun de ces muscles, est associé un mode de cuisson, « Griller » ou « Bouillir ». Ces modes de cuisson ont été établis à l'aide des posters d'Interbev et d'une enquête effectuée dans un atelier de boucherie à Saint Laurent de la Prée lors du mémoire de Marie Thérèse. Ces travaux préconisent un mode de cuisson selon les caractéristiques du morceau. On retrouve ensuite toutes les recettes réalisables pour la vache et le veau. Pour chaque ligne, c'est-à-dire pour chaque muscle, l'appétence pour chaque recette est indiquée de la manière suivante : **impossible** quand le morceau ne peut pas du tout être utilisé pour cette recette, **à éviter** sous-entend « le morceau peut être utilisé en dernier recours », **possible** quand le morceau peut être utilisé dans la recette mais pas pris en priorité et **privilegier** quand ce morceau est essentiel à la recette. Il est essentiel de préciser que les muscles présents dans la vache diffèrent de ceux présents dans le veau. Les recettes sont également différentes entre la vache et le veau.

Ci-dessous, figure un tableau simplifié issu de ce fichier excel. Seules les informations pour le veau sont présentes.

Morceaux	mode de cuisson	Cheveux d'anges	Saucisses	Rotis à griller
Côtes 1ere	Griller	Possible	Possible	Possible
Côtes 2nde	Griller	Possible	Possible	Possible
Côtes Filet	Griller	Possible	Possible	Possible
Filet	Griller	à éviter	à éviter	Possible
Jarret arrière avec os	Bouillir	Possible	Possible	Impossible
Noix	Griller	à éviter	à éviter	Possible

Tableau 1: Représentation partielle de la relation entre les morceaux de viande, les plats associés et la faisabilité de leur utilisation selon le mode de cuisson

Dans ce fichier Excel, nous avons une liste de veaux avec différentes tranches d'âge. Il y a 31 veaux entre 5 et 7 mois, 17 veaux entre 7 et 8 mois et 5 veaux entre 8 et 12 mois. Chaque veau est appelé par son numéro de travail (par exemple, 5057 pour le premier veau du tableau) et tous les « Morceau » et le poids de chacun de ces morceaux sont représentés en colonne sous chaque veau. On parle ici de morceau et non de muscles car dans ce tableau, les morceaux en rouges sont des recettes de cuisine. Il n'y a pas seulement les muscles du veau.

Il est donc essentiel de croiser les données de ce tableau avec le précédent pour bien distinguer les muscles des recettes et comprendre quels muscles se cachent derrière chaque recette.

La « Gamme » des morceaux varient de 1 à 4. Les morceaux de la gamme 1 regroupent les muscles à « griller » ou à « rôti ». La gamme 2 regroupe les morceaux à « braiser » ou « bouillir ». La gamme 3 regroupe les morceaux « transformés ». La gamme 4 les morceaux « rares » et la gamme 5 les « abâts ». Cette caractéristique sera un indicateur pour attribuer les muscles par recette, elle permettra d'aider à la priorisation des muscles pour chaque recette.

Pour terminer avec ces données, Marie- Thérèse, lors de son travail, avait désigné une vache de référence à l'aide de ce fichier (même format que le tableau mais les données répertoriées sont uniquement pour les vaches). Tous ses calculs de poids de muscles et de proportions étaient basés sur cette vache de référence. Il est préférable de ne pas faire de même pour les veaux, car aucun veau n'est réellement « complet ». De nombreuses lignes sont vides, tous les muscles de la carcasse du veau n'ont pas encore été découverts et les muscles qui se cachent derrière les recettes (en rouge) non plus.

Gamme	Morceau	5057	5065	5067
1	Côte	5,1	5,8	5,7
1	Côte découverte	3,1	3,6	3,5
1	Côte filet	5,2	4,3	5,4
1	Filet	1,2		1,0
1	Grenadin		2,8	
1	Noix	17,9	17,8	15,0
1	Quasi	3,1	3,1	2,8
1	Sous-noix	4,0	3,6	3,6
2	Bas carré	2,9	3,0	2,6
2	Collier	2,1	2,2	2,1
2	Epaule	7,5	7,3	6,5
2	Jarret	5,0	5,1	4,1
2	Mcx Blanquette	19,7	15,5	16,8
2	Poitrine	3,8	3,6	3,7
2	Sauté			
3	Cheveux d'ange			
3	Saucisses	4,3	7,6	4,9
4	Araignée	0,2	0,2	0,2
4	Hampe	0,2	0,2	0,3
4	Onglet		0,1	0,1
4	Queue			
Total		85	86	78

Tableau 2: Répartition des morceaux de viande par gamme et quantification chez trois animaux (5057, 5065, 5067), selon leur mode de préparation culinaire

« Muscles_veaux_sans_transfo » est également un fichier excel. Ce fichier est un bon de découpe de carcasse. Plusieurs lignes regroupent un animal (comme ici avec l'animal 5164), avec sur chacune d'entre elles, le muscle découpé, sa gamme, la découpe du morceau et son poids.

NT_an	Gamme	Muscle	Decp_ms	Cuiss_ms	Tendr_ms	Recet_ms	PM_ms	Nb_p	Nb_paq
								ts_par_paquet	uets
5164	1	Cote	Tranché	griller	3 ***	Poele ou barbecue	4,332	2	13
5164	1	Cote décou	Tranché	griller	3 ***	Poele ou barbecue	2,398	1	13
5164	1	Cote filet	Tranché	griller	3 ***	Poele ou barbecue	4,992	2	14
5164	1	Filet	Roti	griller	3 ***	Roti	0,888	1	2
5164	1	Noix	Escalopes	griller	3 ***	Poele ou cru	13,88	2	50
5164	1	Quasi	Roti	griller	3 ***	Roti	2,608	1	4
5164	1	Sous-noix	Roti	griller	3 ***	Roti	3,406	1	6
5164	2	Bas carré	Roti	mijoter	2 **	Roti	2,26	1	4
5164	2	Collier	Roti	mijoter	2 **	Veau carotte	2,048	1	4
5164	2	Epaule	Roti	mijoter	2 **	Roti	5,214	1	8
5164	2	Jarret	Tranché	mijoter	3 ***		2,026	1	11
5164	2	Jarret	Tranché	mijoter	3 ***		1,736	2	7
5164	2	Poitrine	Cubes	mijoter	2 **	Blanquette	20,972	1	28
5164	2	Tendron	Tranché	Les 2	2 **	Mijoter ou barbecue	2,91	1	9
5164	4	Araignée	Steak	griller	3 ***		0,16	1	1
5164	4	Hampe	Steak	griller	2 **		0,33	1	2
5164	4	Onglet	Steak	griller	3 ***		0,174	1	1
5165	1	Cote	Tranché	griller	3 ***	Poele ou barbecue	0,272	1	1
5165	1	Cote	Tranché	griller	3 ***	Poele ou barbecue	6,75	2	15

Tableau 3: : Bon de découpe de carcasse par animal issu du fichier Muscles_veaux_sans_transfo

« Veaux_abattus » est un fichier excel qui répertorie environ 140 veaux abattus, avec de nombreuses caractéristiques comme le numéro de travail (NT), le sexe (Sex), le régime alimentaire, la date de naissance, la date d'abattage, le poids vif (PV), le poids carcasse (PC), le poids musculaire (PM), la conformation (CC), le rendement carcasse (RdtC), le rendement muscle/ carcasse (Rdt M/C), le rendement muscle/ poids vif (Rdt M/V) et la conformation simplifiée (CC-confo1).

TypAni	NT	Sex	Regime_alim	date_naiss	date_abatta	Age_moi	PV	PC	PM	CC	RdtC	Rdt M/C	Rdt M/V	CC-confo1
				sance	ge	s								
Veau	4610	M	Herb	12/3/10	22/07/10	4,33	167	101,4	76,8	2R2	0,61	0,758	0,46	R
Veau	4841	M	Herb	22/9/14	25/03/15	6,03	176	102,1	67,0	2R3	0,58	0,656	0,38	R
Veau	4893	M	Herb	9/9/15	02/03/16	5,74	228	133,7	97,9	2O3	0,59	0,732	0,43	O
Veau	4896	F	Herb	16/9/15	02/03/16	5,51	215	126,3	92,5	2R2	0,59	0,732	0,43	R
Veau	4913	F	Herb	13/12/15	16/06/16	6,10	208	120,9	77,2	2R2	0,58	0,639	0,37	R

Tableau 4: Exemple de données issues du fichier Veaux_abattus, présentant les caractéristiques individuelles (sexe, âge, régime alimentaire) et les mesures de production (poids, rendements, conformation)

Les données de ce fichier ont été nettoyées et simplifiées pour réaliser des analyses statistiques. Les informations essentielles ont été gardées (celles figurant sur le tableau ci-dessus). Ces analyses statistiques vont permettre de faire ressortir les facteurs qui influencent le poids des veaux. Il est important de savoir comment celui-ci évolue et sous quelles conditions. Le poids vif du veau figure dans ce tableau car le jeu de données n'est pas tout récent, le poids des veaux a été relevé après l'abattoir. Or, en situation réelle, le poids vif des veaux ne peut pas être connu à l'avance, les données reçues par les éleveurs avant l'abattage ne comporte pas le poids.

Il est essentiel de pouvoir prédire le poids de chaque veau qui seront prochainement abattus, c'est une variable fondamentale pour faire tourner l'algorithme, pour obtenir des proportions de muscles pour chaque veau, savoir quelle quantité de recettes nous pouvons sortir et quelle quantité il restera par la suite. Pour pouvoir valoriser au mieux les veaux des éleveurs et optimiser les commandes des cantines, collectivités et particuliers

Ce stage vise ainsi à prolonger les travaux existants, tout en les adaptant à un nouveau segment de production. Il s'inscrit dans la démarche collective de la filière maraîchine, en lien avec les éleveurs, les bouchers, les collectivités et les structures de recherche.

2.4 Brève description de l'algorithme

Pour répondre à cette problématique, voici un schéma général expliquant grossièrement l'application développée pour optimiser au mieux cet équilibre matière.

Celui-ci se découpe en deux grandes parties :

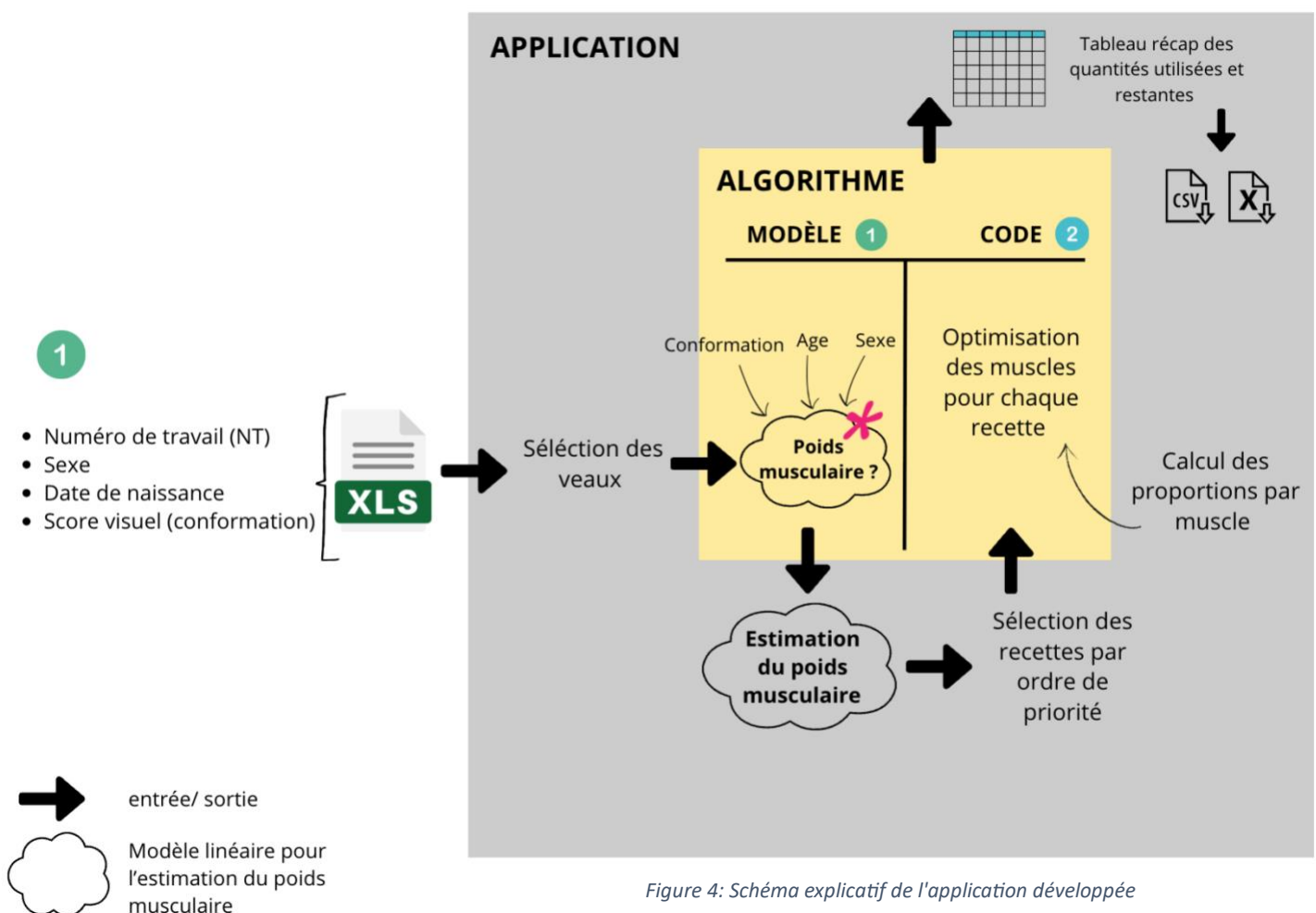


Figure 4: Schéma explicatif de l'application développée

- 1 La première partie comporte les variables d'entrées contenues dans le fichier excel (numéro de travail du veau, le sexe, la date de naissance et le score visuel).

Le poids vif du veau n'étant pas mesuré avant l'abatage, il n'est pas possible d'estimer directement le poids musculaire. En effet, les données renseignées par les éleveurs ne contiennent pas cette information. Ces 4 variables d'entrées deviennent alors essentielles pour prédire le poids vif et par conséquent estimer le poids musculaire du veau. Un modèle linéaire développé dans l'algorithme à cet effet. Il permet de prédire le poids musculaire de chaque animal. À partir de cette estimation, l'algorithme répartit ensuite les différents muscles dans les recettes, en tenant compte des proportions attendues de chaque muscle par rapport au poids total.

- 2 La seconde partie traite du code de l'algorithme et des variables de sorties.

L'application a prédit le poids musculaire total disponible en fonction des veaux qui ont été sélectionnés. L'utilisateur peut ensuite répondre à son bon de commande en sélectionnant les recettes par ordre de priorité. Une fois toutes ces informations saisies, le code peut s'exécuter. La sortie principale est un tableau récapitulatif pour chaque recette, la quantité de muscle utilisée, ainsi que la quantité restante disponible. Ce tableau permet de vérifier si la quantité initiale de veau est suffisante ou non pour satisfaire la commande. Il offre également une visibilité sur les quantités restantes, qui peuvent être utilisées pour de futurs bons de commandes. Si la quantité disponible s'avère insuffisante ou excédentaire, il est possible alors de moduler le nombre de veau sélectionné en ajoutant ou retirant des animaux afin d'ajuster l'approvisionnement aux besoins réels de la commande. La démarche choisie, les nouvelles données et ressources nécessaires seront expliquées plus en détail dans les parties ci-dessous, réparties en deux grandes parties.

3) Concevoir l'algorithme qui prédit le poids à partir des données éleveurs

3.1 Analyses descriptives des données

Cette analyse descriptive a été réalisée sur le jeu de données « Veaux_abattus » qui regroupe de nombreuses caractéristiques individuelles des veaux .

		<u>n</u>	Age			Poids vif		
			Moyenne	Médiane	Ecart type	Moyenne	Médiane	Ecart type
U	M	7	5.67	5.87	1.45	214.80	218.0	51.46
	F	4	6.39	6.19	1.14	205.25	207.0	20.12
R	M	47	6.19	6.17	1.24	236.63	230.4	46.41
	F	18	6.47	6.1	1.37	227.26	229.0	34.68
O	M	30	6.64	7.29	1.58	244.54	254.0	52.27
	F	15	6.29	6.02	1.03	188.40	192.2	28.03
P	M	0						
	F	2	5.85	5.85	0.21	201.00	201.0	9.90

Tableau 5: Statistiques descriptives de l'âge et du poids vif des veaux selon le régime alimentaire et le sexe

Cette analyse descriptive met en évidence plusieurs tendances concernant les veaux maraîchins, en croisant les classes de conformation, le sexe, l'âge et le poids vif. Il est essentiel de réaliser cette première étape pour analyser les données et ensuite réaliser une analyse statistique (partie 3.2) sur ces facteurs, qui selon la littérature, influencent le poids vif des veaux. L'analyse statistiques inférentielle permettra par la suite de confirmer ou non ces hypothèses.

La majorité des individus se situent dans les classes R et O, correspondant à des conformations moyennes à intermédiaires, tandis que les extrêmes notamment la classe P sont peu représentés ce qui limite leur interprétation. Globalement, les veaux de conformation O présentent l'âge moyen le plus élevé (6,64 mois pour les mâles), tandis que les plus jeunes se trouvent dans la classe U (5,67 mois pour les mâles). La variabilité des âges, mesurée par l'écart type, reste modéré, suggérant une relative homogénéité dans les périodes d'abattage.

Le poids vif, quant à lui, croit avec la conformation, traduisant une relation attendue entre développement musculaire et volume corporel. Les mâles affichent systématiquement des poids plus élevés que les femelles avec des écarts marqués notamment dans la classe O où l'écart atteint près de 56 kg. Cette différence peut s'expliquer par un métabolisme plus orienté vers la croissance protéique chez les mâles non castrés. On observe également que les écarts types de poids sont plus importants chez les mâles, traduisant une plus grande hétérogénéité inter-groupe, possiblement lié à des régimes ou pratiques d'élevage différenciées. Enfin, les veaux de classe P, uniquement représentés par 2 femelles, présentent un point vif faible (201 kg) et un âge de 5,85 mois, ce qui confirme leur conformation inférieure, bien que l'effectif soit trop limité pour généraliser.

Ces premiers résultats soulignent l'importance de croiser les critères zootechniques (âge, sexe, conformation) pour mieux comprendre les facteurs influençant le rendement des carcasses, et orienter une valorisation adaptée à la diversité des profils.

3.1 Analyse statistique et modèle linéaire pour l'estimation du poids musculaire

Afin d'élaborer un modèle de prédiction du poids musculaire des veaux à l'abattage, une phase d'analyse statistique approfondie est indispensable afin de comprendre quels sont les facteurs qui influencent le plus significativement cette variable. L'objectif de cette étape est de sélectionner les variables explicatives les plus pertinentes pour construire un modèle robuste, fiable et interprétable. Les données analysées proviennent du fichier Veaux_abattus.xlsx, qui regroupe les caractéristiques de 140 veaux de race maraîchine : date de naissance, sexe, type de finition, conformation visuelle, poids à l'abattage, etc. Trois variables ont été principalement étudiées : l'âge au moment de l'abattage (exprimé en mois), la conformation (selon la grille EUROP) et le sexe de l'animal. Ces variables ont été choisies à la fois à partir de la littérature, de leur disponibilité avant abattage (critère essentiel pour la prédiction) et pour leur potentiel explicatif.

Dans les jeux de données, la conformation des animaux est codée selon la grille EUROP, qui est une notation standardisée attribuée par les techniciens de l'abattoir après la mise à mort de l'animal. Or, cette information ne peut être connue à l'avance par les éleveurs, ce qui limite son utilité dans un modèle prédictif applicable aux conditions réelles.

Pour pallier cette limite, un score visuel a été introduit. Ce score, établi par des experts de l'INRAE, se base sur l'évaluation morphologique de l'animal vivant (développement musculaire, proportions...) et peut être attribué directement par l'éleveur avant l'abattage. Ainsi, il constitue un indicateur pratique et accessible qui traduit la conformation de manière anticipée. Dans la suite de l'analyse, le score visuel sera utilisé comme variable explicative à la place de la conformation EUROP. Cela garantit que le modèle de prédiction proposé soit non seulement robuste mais aussi opérationnel dans les conditions réelles d'élevage.

Une vérification de la qualité des données a été effectuée : suppression des lignes avec données manquantes pour les variables étudiées, détection de valeurs aberrantes et contrôle des distributions à l'aide d'histogrammes et de diagrammes de dispersion. Ces étapes ont permis d'obtenir un jeu de données propre, prêt pour l'analyse statistique.

Dans un second temps, il a fallu comprendre les relations bivariées entre les variables explicatives et le poids, à travers des méthodes adaptées. Pour les variables quantitatives (âge, conformation), nous avons utilisé la corrélation de Pearson afin d'évaluer la force du lien linéaire entre chaque variable et le poids.

Les résultats ont mis en évidence une **forte corrélation positive entre l'âge et le poids** ($r \approx 0,74$ et $p < 0,001$), ce qui est cohérent avec le développement normal de l'animal : plus un veau vieillit, plus il prend du poids.

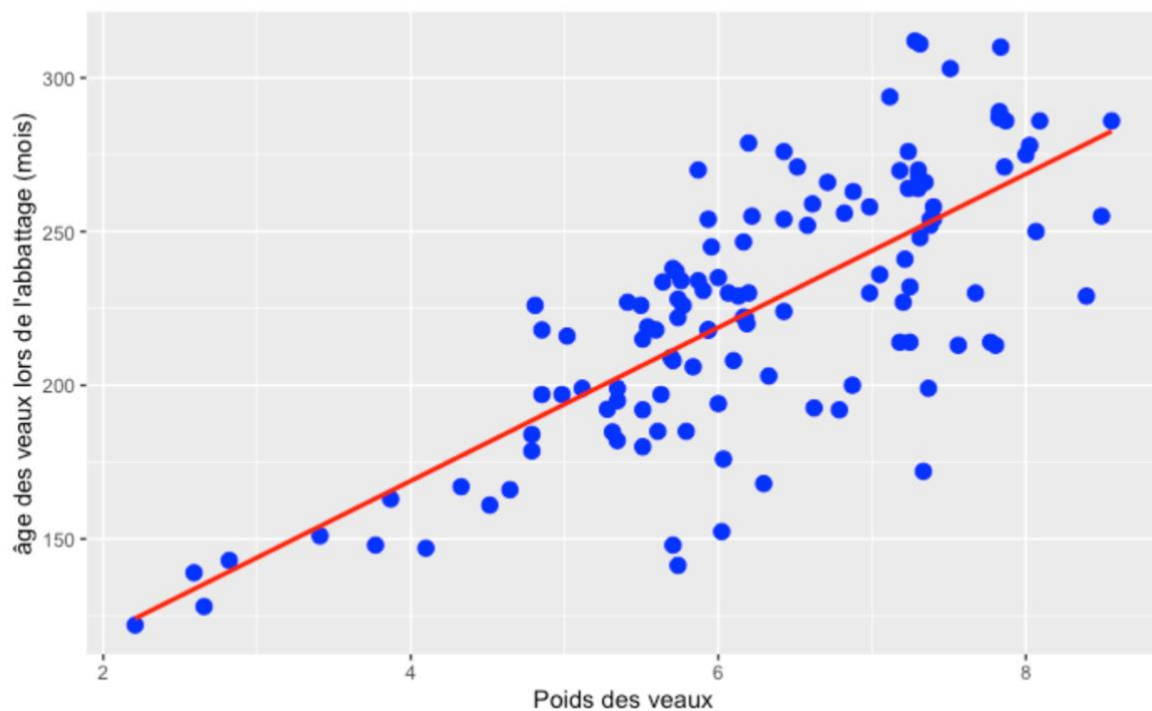


Figure 5: Relation entre le poids vif et l'âge des veaux

Chaque point représente un individu. Une relation linéaire positive est observée ($r \approx 0,74$), traduisant une augmentation du poids avec l'âge.

Pour mieux évaluer le lien entre le poids des animaux et les facteurs de conformation, sexe, régime et âge, un modèle d'ANCOVA a été établi.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \beta_5 (X_{1i} * X_{2i}) + \epsilon_i$$

Dans cette équation, Y_i correspond au poids vif observé pour l'animal i . Les variables explicatives sont représentées par X_{1i} , X_{2i} , X_{3i} et X_{4i} , qui désignent respectivement le sexe, le régime alimentaire, la conformation simplifiée et l'âge en mois. Le terme $X_{1i} \times X_{2i}$ représente l'interaction entre le sexe et le régime alimentaire. Le terme β_0 est l'intercept du modèle, tandis que β_1 , β_2 , β_3 , β_4 et β_5 sont les coefficients estimés pour chacune des variables explicatives. Enfin, ϵ_i correspond au résidu, c'est-à-dire la part de variation du poids vif qui n'est pas expliquée par le modèle.

Avant l'analyse, les conditions d'application ont été vérifiées : l'homogénéité des variances par le test de Levene et la normalité des résidus par le test de Shapiro-Wilk (p-values non significatives indiquant que les hypothèses sont respectées).

```
Call:
lm(formula = PV ~ Sex * Reg_alim + `CC-confo1` + Age_moi, data = df)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-61.838 -15.312   0.497  14.757  58.631

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    25.374     18.210   1.393 0.166185
SexM            37.956     10.304   3.684 0.000352 ***
Reg_alimHerb    13.826     10.492   1.318 0.190174
`CC-confo1`R     9.766      8.217   1.189 0.237045
`CC-confo1`O    -3.840      8.507  -0.451 0.652598
`CC-confo1`P     5.943     19.656   0.302 0.762937
Age_moi         26.631      1.961  13.578 < 2e-16 ***
SexM:Reg_alimHerb -13.786     11.765  -1.172 0.243694
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 25.05 on 115 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6708,    Adjusted R-squared:  0.6508
F-statistic: 33.48 on 7 and 115 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Figure 6: Sortie du modèle du modèle Ancova pour le poids vif (PV) selon les facteurs explicatifs

Les résultats concernant l'impact des différentes variables indépendantes ont été détaillés à la suite de cette analyse.

Dans un premier temps, l'effet du **Sexe** a d'abord été illustré par un boxplot, laissant apparaître une différence entre les moyennes. Cette tendance a été confirmée par l'ANCOVA, qui a mis en évidence un effet significatif du sexe sur le poids vif. De plus, l'**âge** a montré un effet significatif, particulièrement marqué comme le souligne la Figure 5. En revanche, le **régime alimentaire** n'a pas révélé de différence significative.

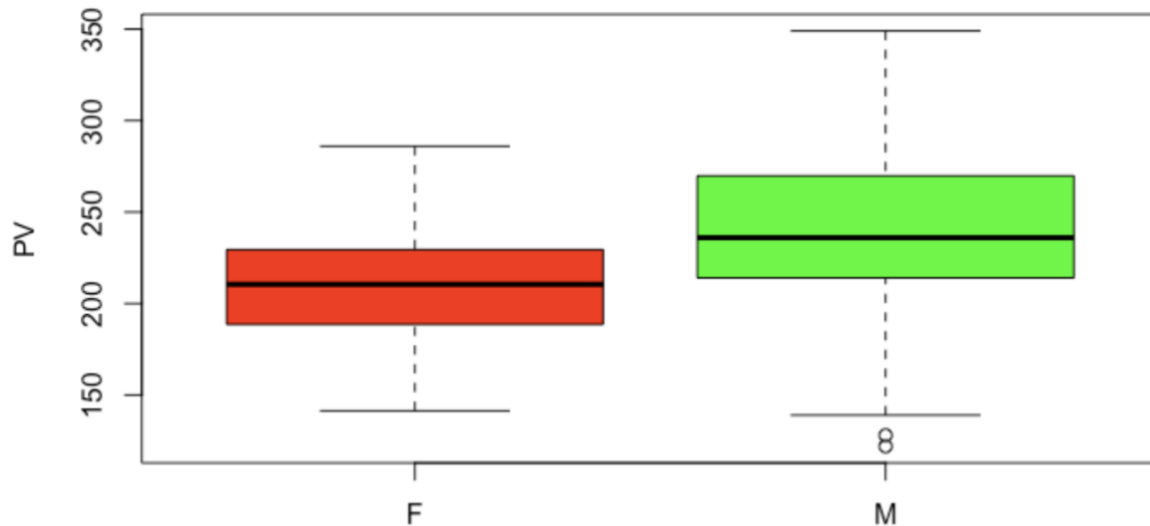


Figure 7: Comparaison du poids vif moyen selon le sexe des veaux

Dans le cas de l'analyse sur la **conformation** ou l'interaction entre le **régime** et le **sexe**, l'ANCOVA ne permet pas d'examiner toutes les comparaisons possibles entre modalités. En effet, l'estimation repose sur une modalité de référence, ce qui limite l'interprétation directe à des contrastes spécifiques. Pour étudier plus finement ces effets, il est donc nécessaire de compléter l'analyse par des tests post-hoc, tels que les *pairwise t-tests*, qui permettent de comparer l'ensemble des combinaisons entre modalités.

Les comparaisons multiples entre modalités de **conformation** montrent qu'aucune différence significative n'est observée, à l'exception de la comparaison entre les groupes R et O ($p = 0,043$).

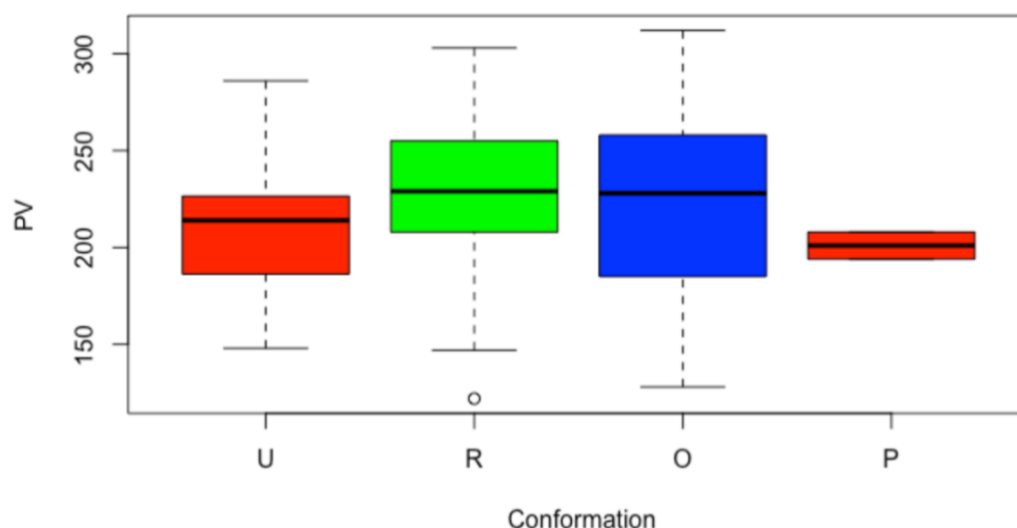


Figure 8: : Répartition du poids vif selon la conformation visuelle des veaux. Les conformations U et P sont peu représentées

Or, selon une étude menée en Finlande en 2020, sur plus de 6 000 animaux par races qui représentaient des phénotypes différents, la conclusion a été la suivante : « La corrélation génétique entre le poids de la carcasse et la conformation était favorable dans toutes les races ($r_G = 0,37$ à $0,53$, $se = 0,04$ à $0,05$), les carcasses lourdes étant génétiquement plus conformes ». Après avoir observé la distribution des veaux en fonction de leur conformation, la majorité des veaux de l'échantillon appartiennent aux catégories O et R. Les autres conformations (U, P) étant sous-représentées, seules les modalités R et O ont été conservées pour une comparaison statistique fiable. Le graphique ci-dessous illustre la distribution du poids vif en fonction de la conformation. Le test de Student réalisé entre les deux groupes met en évidence une **différence significative** ($p = 0,03$), indiquant que les veaux de conformation R ont, en moyenne, un poids vif plus élevé que ceux de conformation O. Cela confirme l'influence de la conformation sur le développement musculaire des veaux."

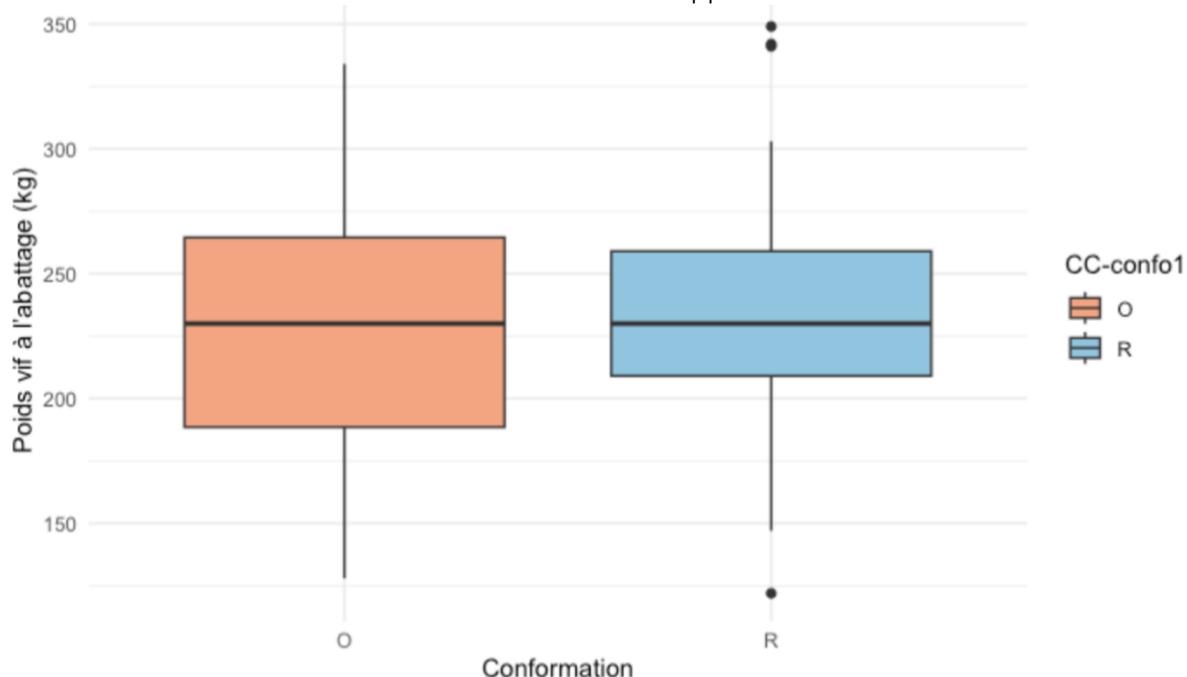


Figure 9: Comparaison du poids vif entre les veaux de conformation R et O. La différence est significative ($p < 0,05$).

Concernant l'interaction entre le sexe et le régime alimentaire, les analyses post-hoc révèlent plusieurs contrastes significatifs. Chez les animaux en régime Herbe-Concentré Lacté (H-CL), les mâles présentent un poids vif significativement plus élevé que les femelles ($p = 0,002$). De même, les mâles H-CL diffèrent des femelles nourries à l'herbe ($p = 0,0048$), tandis que les femelles H-CL affichent un poids inférieur à celui des mâles à l'herbe ($p = 0,0012$). Enfin, au sein du régime Herbe, une différence nette entre mâles et femelles est observée ($p < 0,001$). En revanche, aucune différence significative n'a été détectée entre mâles H-CL et mâles Herbe ($p = 1$), ni entre femelles H-CL et femelles Herbe ($p = 0,554$). Ces résultats confirment l'existence d'un effet du sexe modulé par le régime alimentaire, soulignant l'importance de l'interaction dans l'explication de la variabilité du poids vif.

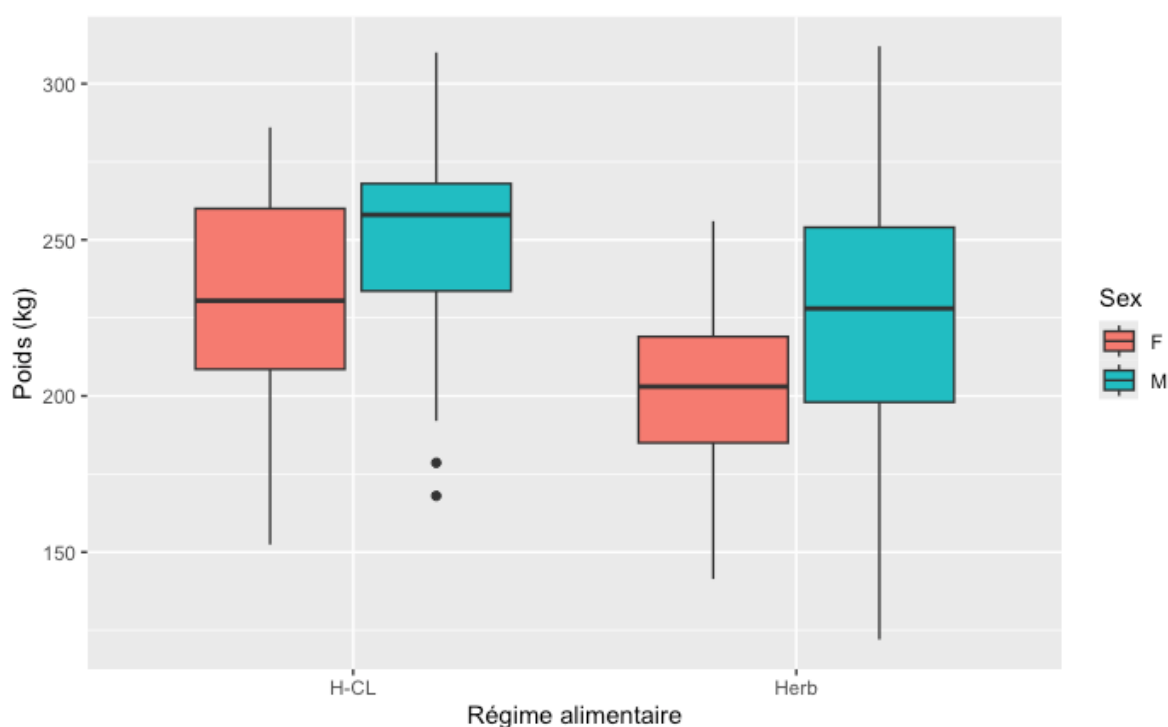


Figure 10: Effet du régime alimentaire sur le poids vif des veaux

Cette différence s'explique probablement par un apport énergétique plus élevée du concentré lacté, favorisant une croissance plus rapide et une prise de poids plus accrue. Chez les mâles, cette tendance est moins marquée, sans doute en raison de l'administration du régime H-CL à un stade plus précoce (vers 5 mois), ce qui limite les comparaisons à âge équivalent. Ces résultats soulignent l'importance du régime alimentaire comme levier de pilotage de la croissance, mais aussi comme facteur différenciant selon le sexe. Cette variable n'est pas aussi explicative que les autres, elle ne sera pas gardée dans le modèle de prédiction du poids.

En résumé, le poids vif apparaît comme la variable la plus déterminante pour expliquer le poids musculaire. Les analyses ont également mis en évidence un effet du sexe, de l'âge et de l'interaction entre le sexe et le régime alimentaire, qui contribuent de manière significative à la variabilité observée.

Il est important de noter que l'Ancova incluant l'âge, le sexe et la conformation permet d'expliquer environ 65% de la variabilité du poids musculaire ($R^2 = 0,65$), ce qui en fait un modèle pertinent à partir des données disponibles avant l'abattage. Lorsque le poids vif est intégré dans le modèle, la qualité de la prédiction augmente considérablement, atteignant 90% de la variance expliquée ($R^2 = 0,90$). Cela confirme que le poids vif est un facteur prédictif majeur du poids musculaire. Toutefois, comme cette variable n'est pas accessible avant l'abattage, elle ne peut être utilisée dans le modèle prédictif destiné à l'application. De plus, le régime alimentaire n'étant pas toujours connu avec précision, nous avons également évalué un modèle alternatif sans interaction. Ce dernier explique environ 60 % de la variabilité, constituant ainsi une solution simplifiée mais robuste à partir des informations réellement disponibles sur le terrain. Cette limite dans la variabilité expliquée devra être prise en compte dans l'interprétation des résultats et des applications pratiques du modèle.

4) Création des recettes à partir des bons de commandes

4.1 Démarche et choix stratégiques.

Après l'analyse statistique permettant de prédire le poids musculaire des veaux, l'étape suivante a consisté à élaborer une stratégie d'optimisation de l'équilibre matière. L'objectif était de transformer les données disponibles en un outil opérationnel pour la gestion des commandes, utilisable par l'INRA et profitable aux collectivités et les particuliers.

Dans son mémoire consacré aux vaches maraîchines, Marie Thérèse LATOUF avait fait le choix de partir des bons de découpe et des bons de commande pour créer un algorithme d'optimisation. Sa méthode reposait sur le regroupement des muscles en « famille », définis à partir des appellations utilisées dans ces documents. Cette approche permettait une gestion simplifiée des carcasses adultes, où les volumes de viande sont importants et où certaines pièces ne sont pas toujours identifiées individuellement.

Cependant, l'application directe de cette stratégie aux veaux pose plusieurs limites :

- La carcasse est plus légère, ce qui rend les regroupements moins pertinents que pour les vaches
- Certains morceaux n'existent pas sous la même forme que chez la vache adulte,
- Les commandes des particuliers portent souvent sur des pièces uniques (quasi, filet, jarret, etc.) plutôt que sur des « familles » de morceaux.

Face à ces contraintes, voici une approche différente. Nous avons donc choisi de partir directement de la base de données « Muscles_Plats_Données », qui recense tous les muscles identifiés chez le veau. Ensuite d'identifier les correspondances entre les dénominations commerciales et les muscles réellement concernés pour éviter le regroupement en familles, afin de garder une précision plus fine et de pouvoir gérer les commandes au niveau des pièces uniques.

Cette démarche inversée (partir des muscles pour remonter vers les recettes) permet d'avoir une vision beaucoup plus précise de l'équilibre matière et d'anticiper les contraintes de disponibilité pour chaque commande.

4.2 Priorisation des muscles et construction des recettes

Une fois les muscles identifiés de manière exhaustive, il faut désormais déterminer leur place dans les recettes. Tous les muscles n'ayant pas les mêmes priorités anatomiques et technologiques, il est essentiel de les hiérarchiser en fonction de leurs usages culinaires.

Des travaux menés par INTERBEV et par l'INRA avaient été déjà permis d'associer certains muscles à des mode de cuissons privilégiés (griller, mijoter, bouillir ...). Ces bases ont servi de point de départ, mais elles ne suffissent pas à répondre aux contraintes spécifiques des veaux maraîchins.

Un travail de priorisation a donc été mené pour chaque recette car le système de notation : à privilégier, possible, à éviter, impossible ne suffisait pas. Pour une recette, plusieurs muscles pouvaient avoir la même notation, il a donc fallu élaborer une notation unique pour chaque muscle. Cette hiérarchisation réalisée par Bénédicte Roche (INRA), est un maillon crucial de la stratégie. Elle permet de mieux valoriser les morceaux nobles, d'assurer une cohérence technologique et culinaire des recettes, tout en donnant une solution de repli pour les muscles secondaires (moins nobles).

Voici un extrait du tableau, représentant quelques muscles (morceaux) et les recettes avec pour chaque muscle, sa notation de priorité

Morceaux	Cheveux d'anges	Saucisses	Escalope	Grenadin
Bas carré sans os	1	1	13	X
Collier sans os	2	2	X	X
Gros bout de poitrine	3	3	12	X
Tendron	4	4	X	X
Flanchet	5	5	15	X
Haut de côtes	6	6	14	X
Epaule sans os sans jarret B	7	7	19	X
Bavette d'ailloy	8	8	10	X

Tableau 6: Priorisation des morceaux de viande pour différentes recettes à partir d'une notation unique

4.3 Estimation des proportions musculaires

La dernière étape avant la mise en code a consisté à estimer les proportions de chaque muscle dans la carcasse de veau. Cette étape est indispensable pour dimensionner correctement les recettes et anticiper la disponibilité réelle des morceaux.

Les données initiales disponibles dans les fichiers Excel ne permettaient pas de distinguer tous les muscles individuellement : beaucoup étaient regroupés par « familles ». Pour dépasser cette limite, un travail de recouplement a été mené à partir de bons de découpe fournis par l'abattoir.

Deux étapes principales ont été nécessaires :

- La construction d'un premier tableau hypothétique qui permet d'établir des correspondances entre les appellations présentes dans les bons de découpe et les muscles détaillés de la base de données.
- Une validation en atelier de découpe à la suite d'un déplacement qui a permis de confronter ces hypothèses à la pratique réelle, en échangeant avec des bouchers et techniciens. Ces échanges ont permis de confirmer certaines correspondances, d'en corriger d'autres, et d'obtenir une vision plus réaliste du rendement de chaque muscle.

Le tableau Excel a été construit avec environ une trentaine de veaux. La conformation de chaque veau est connue ainsi que le poids. En revanche, il a fallu être vigilant sur la carcasse des veaux, la moitié de l'échantillon est des demi-veaux et l'autre moitié des veaux entiers. Une fois cette différence mise en évidence, deux feuilles Excel distinctes ont pu être créées :

- Une répertoriant les veaux entiers, et pour chaque veau, le poids de chaque muscle découpé (selon le bon de commande). La proportion a ensuite été calculé en ramenant le poids de chaque muscle sur la somme totale de muscles découpés sur la carcasse (et non sur le poids de la carcasse).

N° LOT :	SIC0143432		SOB0087298		SOB0066669	
POIDS CARCASSE :	150,4		133,6		146,3	
CONFO :	R3		R		O	
MUSCLES	POIDS (kg)	PROP (%)	POIDS (kg)	PROP (%)	POIDS (kg)	PROP (%)
filet mignon (=tête + queue du filet)	1,34	1,34	1,29	1,41	1,55	1,47
noix de veau	6,79	6,80	7,37	8,04	7,79	7,39
escalope (= bavette de flanchet + d'aloyau)	1,75	1,75	1,18	1,29	1,95	1,85
noix de veau patissière	6,39	6,40	4,26	4,65	5,32	5,04
sous noix	6,20	6,21	5,37	5,86	6,37	6,04
quasi S/OS	6,03	6,04	6,1	6,65	5,88	5,58
quasi A/OS		0,00		0,00		0,00
carre	20,54	20,58	18,7	20,39	18,41	17,46
epaule	14,43	14,46	14,33	15,63	15,09	14,31
jarret arrière	3,41	3,42	3,2	3,49	4	3,79
pièce à sauté	3,49	3,50	4,54	4,95	4,72	4,48
bas carre S/OS	13,02	13,05	10,42	11,36	13,18	12,50
poitrine S/OS	16,40	16,43	14,95	16,30	21,21	20,11
saute de veau epaule bas carre		0,00		0,00		0,00
POIDS MUSCLE TOTAL	99,79	100,00	91,71	100,00	105,47	100,00
RENDEMENT % (PM/poids carcasse)	66,35		68,65		72,09	

Tableau 7: Représentation des veaux entiers pour le calcul des proportions des muscles

- Sur la deuxième feuille, la même opération a été faite.

	TEN0693083		TEN0704404		SOB0771616	
	138		146,7		121,3	
	P		P		P	
MUSCLES	POIDS (kg)	PROP (%)	POIDS (kg)	PROP (%)	POIDS (kg)	PROP (%)
filet mignon	1,26	1,46	1,32	1,42	1,1	1,41
noix de veau	8,44	9,79	7,21	7,73	6,76	8,64
escalope (cuisseau)	1,25	1,45	1,33	1,43	0,99	1,27
noix de veau patissière	6,1	7,07	5,35	5,74	4,29	5,48
sous noix	5,12	5,94	4,94	5,30	4,55	5,81
quasi S/OS	4,78	5,54	5,13	5,50	4,18	5,34
quasi A/OS	0	0,00	0	0,00	0	0,00
carre	14,59	16,92	19,03	20,41	14,41	18,42
epaule	13,52	15,68	15,96	17,12	12,8	16,36
jarret arrière	3,15	3,65	3,97	4,26	3,42	4,37
pièce à sauté	2,28	2,64	2,74	2,94	3,32	4,24
bas carre S/OS	12,17	14,11	11,53	12,37	9,62	12,29
poitrine S/OS	13,59	15,76	14,73	15,80	12,81	16,37
saute de veau epaule bas carre	0	0,00	0	0,00	0	0,00
tendron	0	0,00	0	0,00	0	0,00
longe		0,00		0,00		0,00
		0,00		0,00		0,00
SOMME POIDS MUSCLE	86,25	100,00	93,24	100,00	78,25	100,00
RENDEMENT % (PM/ poids carcasse)	62,50		63,56		64,51	

Tableau 8: Représentation des demi-veaux pour le calcul des proportions des muscles

Le passage dans l'atelier de découpe a été très important pour confirmer certaines hypothèses, notamment sur certains noms de muscles (comme filet mignon en rouge dans le tableau 12) qui regroupe plusieurs muscles pour arriver une estimation de poids pour chaque muscle présent dans le veau.

Ensuite, le calcul de la moyenne et la médiane de chaque muscle en fonction des différentes conformations a été nécessaire pour estimer le poids moyen de chaque muscle présent dans un veau. Dans certains veaux, il n'y avait pas forcément des informations sur tous les muscles dans les bons de commandes, c'est pour cela que certains muscles ont un poids et une proportion de 0 (voir tableau 13). De ce fait, il a fallu prendre la médiane et non la moyenne (pour les lignes ayant un poids minimum de 0) pour avoir une bonne estimation du poids de chaque muscle (voir tableau 14, les cellules colorées sont les valeurs qui ont été prises).

	Conformation R				Conformation O			
	MOYENNE	MÉDIANE	MIN	MAX	MOYENNE	MÉDIANE	MIN	MAX
MUSCLES								
filet mignon (tête + queue du filet = entier donc)	1,38	1,39	1,34	1,41	0,84	1,00	0,00	1,58
noix de veau (tende de tranche)	7,77	8,04	6,80	8,47	8,64	8,76	7,39	9,51
escalope (=bavette de flanchet et d'aloyau)	1,47	1,38	1,29	1,75	0,75	0,76	0,00	1,85
noix de veau patissière (tranche grasse)	5,78	6,28	4,65	6,40	5,16	5,07	4,00	6,18
sous noix (gîte et semelle)	6,55	6,21	5,86	7,58	8,07	7,87	6,04	10,79
quasi S/OS	6,38	6,44	6,04	6,65	3,45	4,43	0,00	6,03
quasi A/OS	0,00	0,00	0,00	0,00	5,96	3,74	0,00	14,59
carre (ttes côtes)	19,65	20,39	17,99	20,58	17,26	17,29	16,51	18,23
epaule	10,03	14,46	0,00	15,63	15,03	14,66	13,15	17,87
jarret arrière	3,55	3,49	3,42	3,74	3,84	3,81	3,71	4,00
pièces à sauter (nerveux sous noix, flanchet, hampe et ttes chutes "belles" et parfois le jarret avant quand épaule est pas belle)	4,37	4,65	3,50	4,95	2,90	3,06	0,89	4,66
bas carre S/OS (côte découvertes)	8,14	11,36	0,00	13,05	11,52	11,70	9,20	12,58

Tableau 9: Représentation synthétisant la moyenne et la médiane des poids de chaque muscle pour les demi-veaux et les veaux entiers, en fonction de leur conformation

Ce tableau constitue une base essentielle pour l'algorithme. Il permet d'introduire une dimension réaliste et précise, en tenant compte non seulement du poids global mais aussi de la répartition interne de la carcasse. Cette étape est déterminante pour améliorer la précision des résultats et proposer une valorisation cohérente, quel que soit le profil des veaux abattus.

4.4 Intégration dans l'algorithme et mise en forme sur RShiny

Une fois les muscles répertoriés, priorisés et pondérés, l'ensemble a été intégré dans l'algorithme développé sur RShiny. Ce choix n'est pas anodin : il répond à un double besoin, celui d'un outil flexible pour les analyses statistiques et celui d'une interface conviviale utilisable par des non-programmateurs. RShiny est en effet un environnement intégré au langage R, particulièrement adapté au traitement de données complexes et à la création rapide d'applications interactives. Il offre la possibilité de lier directement les résultats d'analyses statistiques à une interface graphique claire et intuitive, sans avoir à recourir à un développement web lourd.

Contrairement à une approche basée sur des langages comme HTML ou PHP, qui exigeraient une architecture logicielle plus complexe et la mise en place d'une base de données relationnelle pour stocker et exploiter les informations, RShiny permet de travailler directement à partir des jeux de données existants. L'actualisation est quasi instantanée et les résultats des modèles statistiques peuvent être affichés dynamiquement dans l'interface. Cette simplicité d'intégration représente un gain de temps considérable et rend l'outil beaucoup plus accessible à un utilisateur issu du monde agricole ou agroalimentaire qui ne possède pas nécessairement de compétences en programmation.

Cependant, l'utilisation de RShiny présente aussi certaines limites. Si l'outil est particulièrement efficace pour un prototype ou une utilisation à l'échelle expérimentale, il reste moins robuste qu'un développement web complet lorsqu'il s'agit de passer à une application déployée sur une grande échelle. La gestion des performances peut devenir un frein si le volume de données s'accroît fortement ou si plusieurs utilisateurs se connectent simultanément. De plus, l'interface, bien que fonctionnelle, reste limitée en terme de personnalisation graphique par rapport à des développements en HTML, CSS ou JavaScript.

Malgré ces limites, RShiny apparaît comme une solution pertinente dans le cadre de ce stage. Il a permis de transformer une base de données brute en un outil interactif et exploitable, capable d'estimer le poids musculaire total disponible à partir des veaux sélectionnés, de répartir automatiquement les morceaux dans les recettes en fonction des priorités établies et des bons de commandes et de vérifier si celles-ci peuvent être satisfaites. L'utilisateur dispose d'un tableau de synthèse clair qui met en évidence les quantités utilisées, les quantités restantes et les éventuels déficits par rapport aux besoins exprimés. Ce système interactif facilite ainsi l'ajustement du nombre de veau mobilisés et assure une meilleure adéquation entre l'offre réelle et la demande.

La figure 11 représente l'interface développée. Dans l'onglet « Observations animaux », il faut importer un fichier Excel répertoriant les veaux prêts à l'abattage. Leur date de naissance, leur numéro, le sexe ainsi que le score visuel sont renseignés. Une fois les veaux sélectionnés, les modèles permettent alors de calculer leur âge en mois ainsi le poids estimé à l'aide du modèle développé (vu précédemment).

qui a été prise pour chaque recette ainsi que la quantité restante après avoir remplie le bon de commande.

Un message d'erreur peut aussi s'afficher quand la recette demandée ne peut être réalisée (il n'y a pas alors assez de muscles disponibles). Il est alors possible de sélectionner un autre veau dans le premier onglet, ce qui augmente le poids total disponible et ce qui rend possible la réalisation du bon de commande.

5) CONCLUSION

Ce stage s'inscrivait dans une problématique précise : comment valoriser plus efficacement la viande de veau maraîchin, encore sous-exploité par rapport à celle de la vache adulte, en s'appuyant sur des données objectives et sur des outils numériques capable de soutenir la filière dans des circuits courts. La question de « l'équilibre matière » est au cœur de cette réflexion, puisqu'elle conditionne la rentabilité économique des éleveurs, l'organisation des débouchés et la satisfaction des clients, qu'il soit particulier, restaurateur ou collectivité.

La première étape a consisté à analyser les données existantes et à identifier les principaux facteurs influençant le poids et la composition musculaire des veaux. L'âge, la conformation et le sexe sont apparus comme des variables déterminantes, confirmant les résultats de la littérature scientifique et apportant une base solide pour l'élaboration d'un modèle prédictif. Ce travail d'analyse statistique a abouti à la construction d'un modèle linéaire capable d'expliquer une part significative de la variabilité du poids musculaire à partir d'informations disponibles avant l'abattage. Cette prédiction constitue un premier outil d'aide à la décision, essentiel pour anticiper la répartition des morceaux et planifier la commercialisation.

La 2e étape a consisté à s'intéresser à la valorisation culinaire. En identifiant précisément les muscles, en établissant leur hiérarchisation selon les recettes et en estimant leur proportion dans la carcasse, il a été possible de construire une stratégie adaptée aux spécificités des veaux maraîchins. Contrairement aux travaux réalisés sur les vaches, qui reposaient sur un regroupement des morceaux en famille, l'approche adoptée ici s'est voulue plus fine, afin de mieux répondre à la demande réelle des consommateurs, souvent centrée sur des pièces uniques. Ce choix méthodologique a nécessité un travail minutieux de recoupement des données, validé par l'expérience de terrain des professionnels de la découpe, et a permis de disposer d'une base fiable pour la construction de l'algorithme.

Enfin, l'intégration de cette stratégie dans une application interactive a marqué une étape décisive. Le développement sous R Shiny a permis de lier directement les résultats statistiques et la valorisation culinaire à une interface pratique et visuelle. L'utilisateur peut sélectionner les veaux disponibles et estimer le poids total mobilisable, répartir les morceaux entre les recettes, vérifier la faisabilité des commandes et ajuster en temps réel le nombre de carcasses nécessaires. L'application ne se contente donc pas de calculer : elle devient un véritable outil de pilotage, reliant la production à la transformation et à la commercialisation.

L'apport principal de ce travail est d'avoir démontré qu'il est possible de passer d'une base de données hétérogène et parfois incomplète à un outil numérique opérationnel, capable d'apporter une aide concrète à la filière. L'approche méthodologique peut être prolongée et enrichie : de nouvelles données viendront renforcer la robustesse du modèle des collaborations avec d'autres ateliers de découpe permettront d'affiner les proportions musculaires et l'application elle-même pourrait évoluer vers une version web plus robuste, offrant un accès partagé à l'ensemble des acteurs de la filière.

Ce stage met également en lumière certaines limites. La taille encore restreinte des échantillons disponibles limite la portée statistique des modèles, et la variabilité biologique des veaux rend difficile une prédiction totalement fiable. De plus, la mise en place concrète d'un tel outil suppose une appropriation par les éleveurs et les bouchers, qui devront juger de sa pertinence et de son adaptabilité à leur réalité de terrain. Ces limites n'en lèvent toutefois rien à la pertinence de la démarche, car elles constituent autant de perspectives d'amélioration.

En définitive, ce travail contribue à renforcer la valorisation de la race maraîchine en offrant une nouvelle voie de développement pour la viande de veau. En conjuguant rigueur scientifique, pragmatisme économique et souci de valorisation locale, il s'inscrit dans une dynamique plus large de durabilité agricole et alimentaire. Loin de se limiter à un exercice académique il ouvre la voie à des applications concrètes au service d'une filière patrimoniale qui cherche à se réinventer face aux défis actuels. La méthode développée pourrait à terme servir de modèle à d'autres productions locales confronté aux mêmes enjeux d'équilibre matière et de valorisation en circuit court.

Bibliographie :

Agabriel, J., Bonneau, M., & Malterre, C. (1998). Influence de l'alimentation sur les caractéristiques des carcasses et des viandes bovines. *INRA Productions Animales*, 11(4), 273-282.

Agabriel, J., Hocquette, J.-F., & Renand, G. (2005). Facteurs de variation des performances bouchères et de la qualité des viandes bovines. *INRA Productions Animales*, 18(4), 323-338.

Apaoblaza, A., Gerrard, D. E., Orellana, C., Mendez, D., & Saez, J. (2020). Influence of production system on meat quality traits in beef and veal. *Meat Science*, 170, 108229.

Boccard, R., & Dumont, B. L. (1974). Étude des carcasses bovines : comparaison des races à viande et à lait. *Annales de Zootechnie*, 23(1), 5-36.

Dufour, R. (1995). Influence du sexe sur la composition corporelle des bovins. *Revue de Zootechnie*, 24(3), 201-212.

Farruggia, A., Roche, B., Graulet, B., Gruffat, D., Ellies-Oury, M. P., Listrat, A., Bardou-Valette, S., Meteau, K., Couvreur, S., Riga, P., Papillon, S., Chadeyron, D., Boutifard, V., Pousin, M., Signoret, F., Berland, A. & Durand, D. (2024, 4 avril). Performances d'abattage et caractéristiques de la viande de veaux rosés de la race locale Maraîchine. *Process et Technologies*.

Hocquette, J.-F., Ellies-Oury, M.-P., Lherm, M., Pineau, C., Deblitz, C., & Farmer, L. (2011). Current situation and future prospects for beef production in Europe — A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(1), 1-18.

INRA. (1988). *Facteurs de variation de la composition corporelle des bovins*. INRA, Paris.

INRA. (2005). *Les élevages maraîchins : premiers aperçus*. INRA, Saint-Laurent-de-la-Prée.

INRAE & Association Maraîchine. (2020). *Valoriser la Maraîchine pour conjuguer viande de qualité et préservation des milieux littoraux*. Projet Fondation de France, ESA, LPO.

INTERBEV. (2023). *Recueil des connaissances de la qualité des viandes bovines*. <https://www.interbev.fr/fiche/recueil-des-connaissances-de-la-qualite-des-viandes-bovines>

Listrat, A., Lebret, B., Louveau, I., Astruc, T., Bonnet, M., Lefaucheur, L., & Hocquette, J.-F. (2016). How muscle structure and composition influence meat and flesh quality. *The Scientific World Journal*, 2016, 1-14.

Micol, D., Robelin, J., & Geay, Y. (1993). Composition corporelle et caractéristiques biologiques des muscles chez les bovins en croissance et à l'engrais. *INRA Productions Animales*, 6(4), 335-343.

Prache, S., Ellies-Oury, M.-P., & Dumont, R. (2020). Alimentation des veaux et qualité de la viande. *Productions Animales*. HAL-02663759.

Robelin, J. (1986). Composition corporelle des bovins : croissance des tissus et métabolisme. *INRA Productions Animales*, 2(3), 171-180.

Robelin, J., Geay, Y., & Micol, D. (1990). Variations de la composition corporelle des bovins en croissance : influence de la race et du sexe. *INRA Productions Animales*, 3(1), 29-38.

Roche, B., & Rossignol, C. (2004). L'organisation collective des éleveurs assure-t-elle une plus grande capacité au changement ? Le cas de l'élevage bovin de race maraîchine. In E. Chia, B. Dedieu, C.-H. Moulin, & M. Tichit (Eds.), *Transformation des pratiques techniques et flexibilité des systèmes d'élevage*. Séminaire INRA SAD TRAPEUR, Montpellier.

Roche, B., Vignard, C., & Rossignol, C. (2006). *L'élevage bovin de race Maraîchine : une démarche de valorisation à l'épreuve de la gestion collective et de référentiels extérieurs*. INRA SAD, Saint-Laurent-de-la-Prée.

Sources en ligne utilisées :

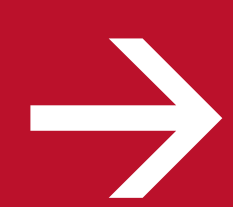
Cuisine Passion. (n.d.). *Le veau : généralités*. <https://www.cuisine-passion.net/dossiers-thematiques/produits/le-veau-generalites/>

La-viande.fr. (n.d.). *Morceaux de veau*. <https://www.la-viande.fr/cuisine-achat/cuisiner-viande/cuisiner-veau/morceaux/poitrine-veau>

Dans nos prés. (n.d.). *Découvrez les secrets de la viande de veau*. <https://dans-nos-pres.com/blogs/blog/decouvrez-les-secrets-de-la-viande-de-veau-guide-complet-pour-les-amateurs-de-gastronomie>

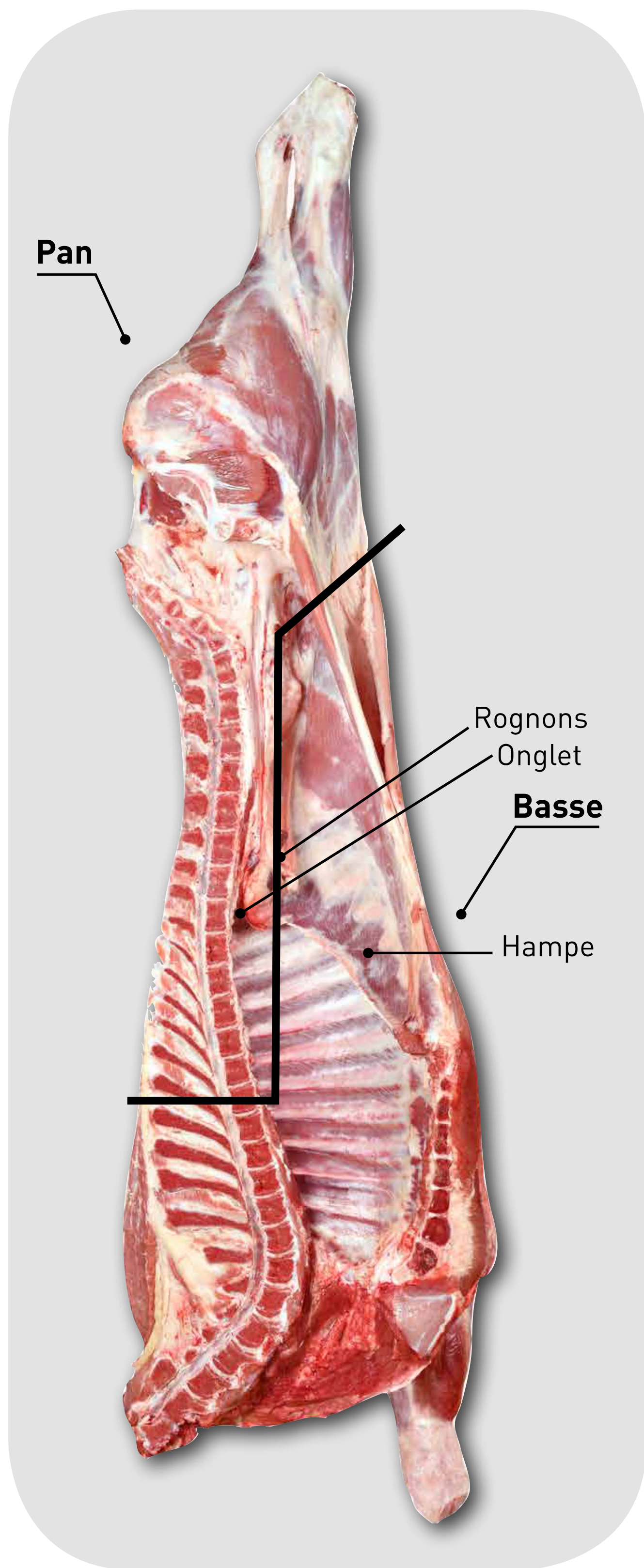
Viandes et Produits Carnés. (2024). *Performances d'abattage et caractéristiques de la viande de veaux rosés de la race locale Maraîchine*. <https://www.viandesetproduitscarnes.com/...>

PubMed. (2014). *Paramètres génétiques du poids de la carcasse, de la conformation et de la graisse chez cinq races bovines à viande*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25166753/>



Le veau

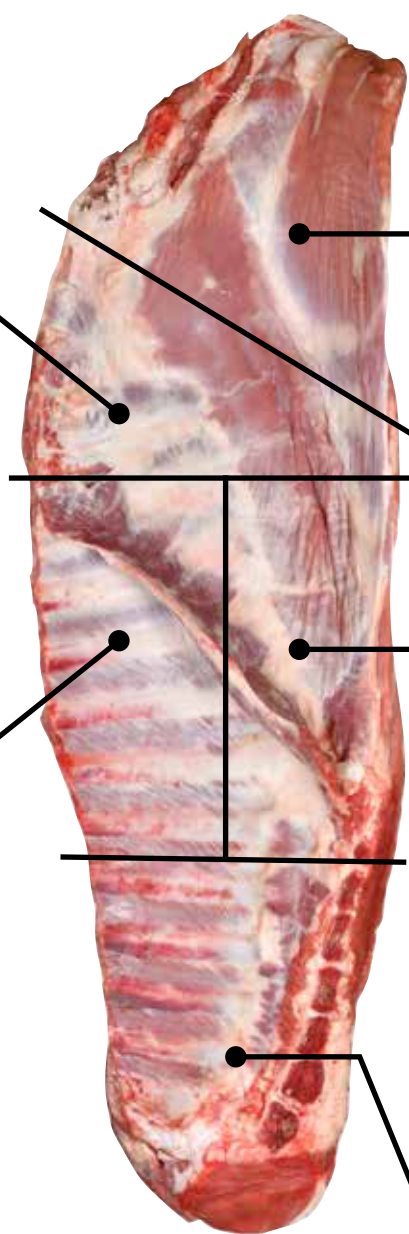
BASSE (avant)



Flanchet



Poitrine



Bavette d'ailou



Bavette de flanchet



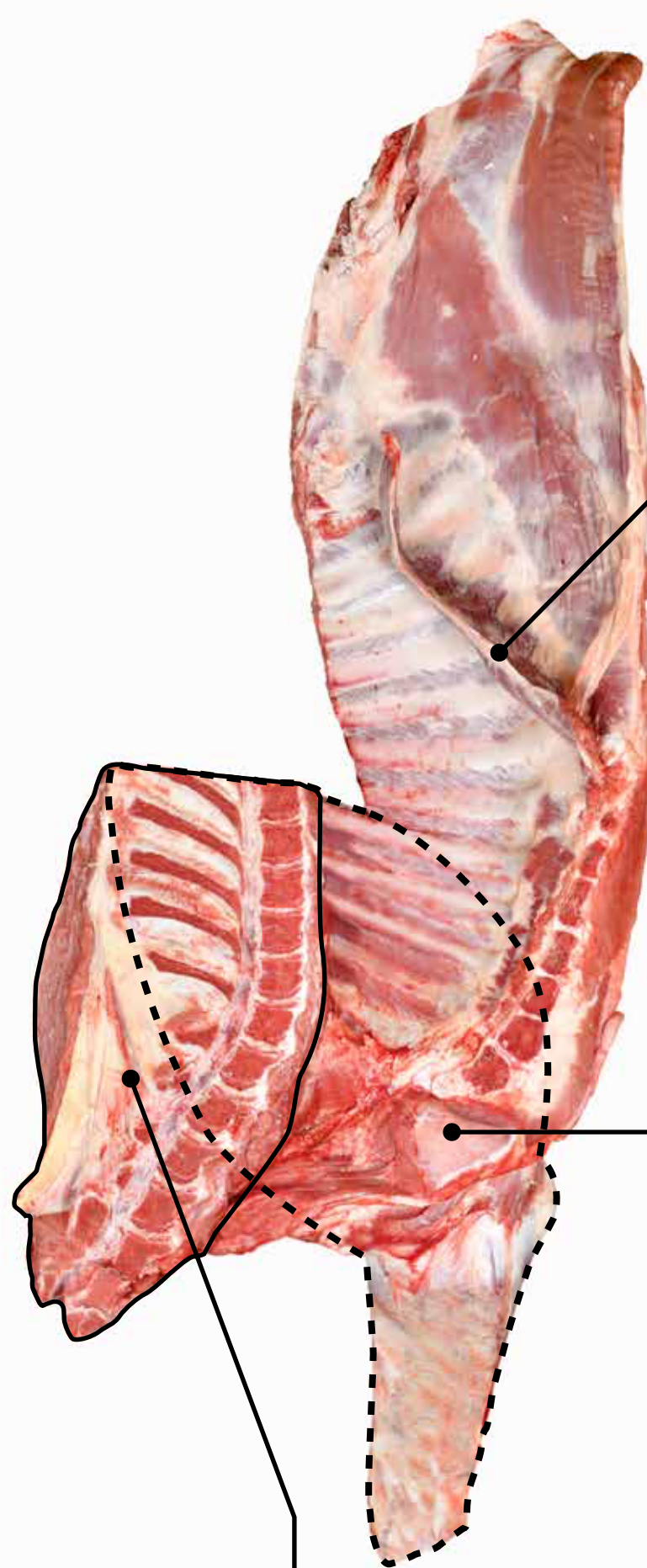
Haut de côtes



Tendron



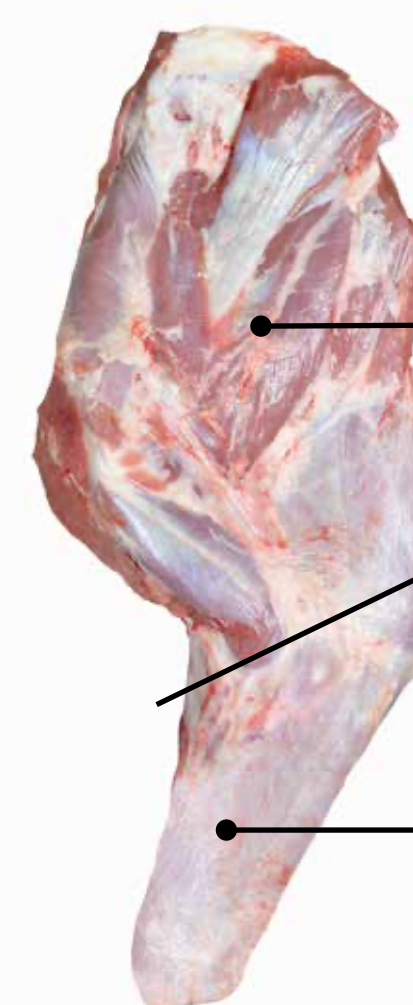
Basse (avant)



Gros bout de poitrine



Epaule



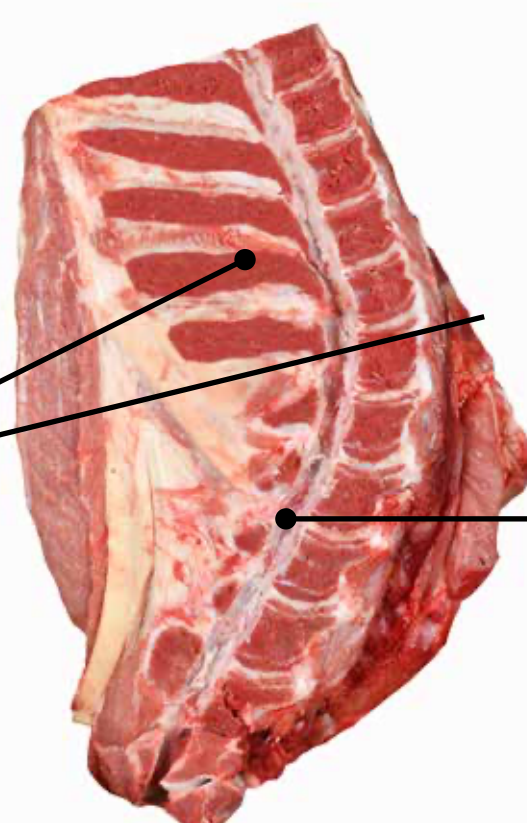
Epaule sans os sans jarret



Jarret avant avec os



Collier Bas carré



Collier sans os



Côtes découverte



Bas carré sans os



Bas carré avec os (5 côtes)

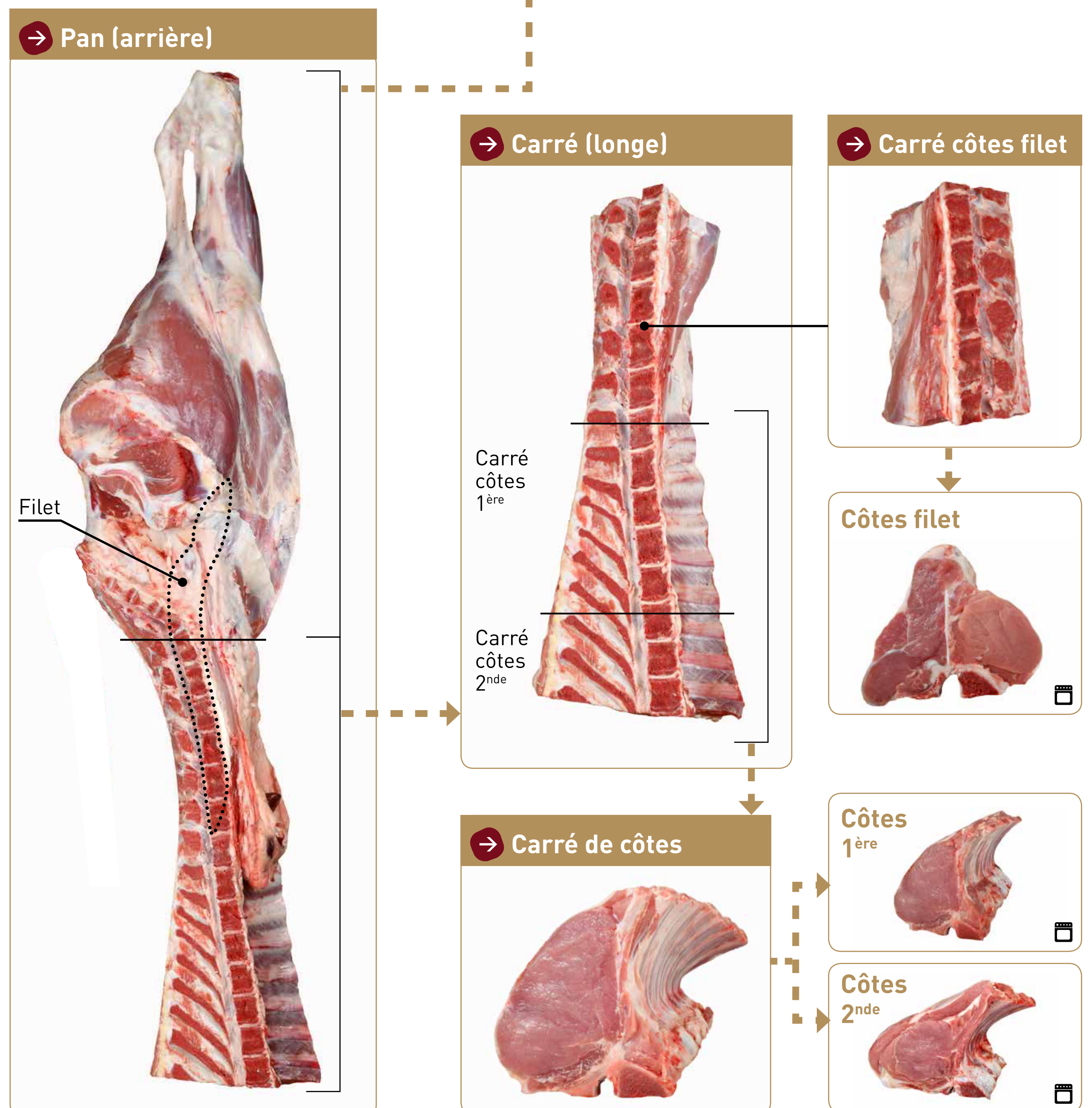
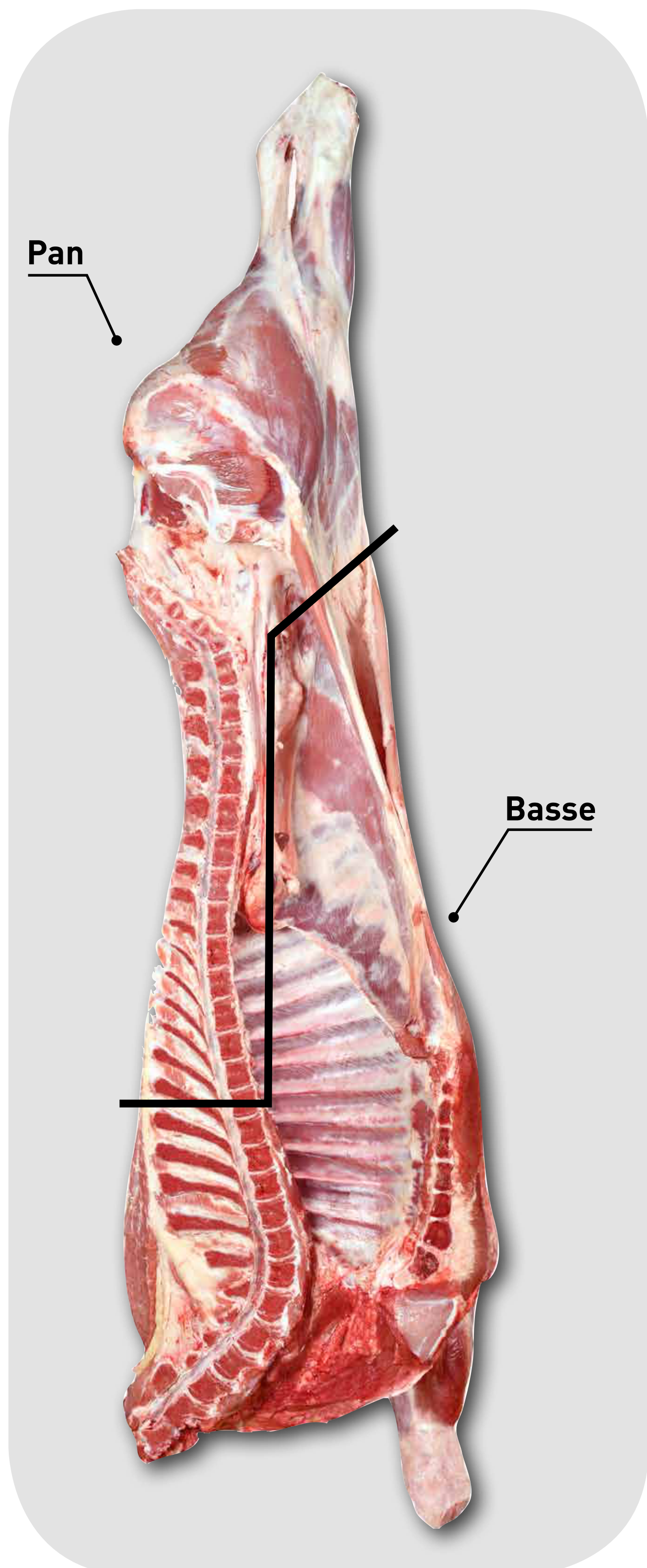
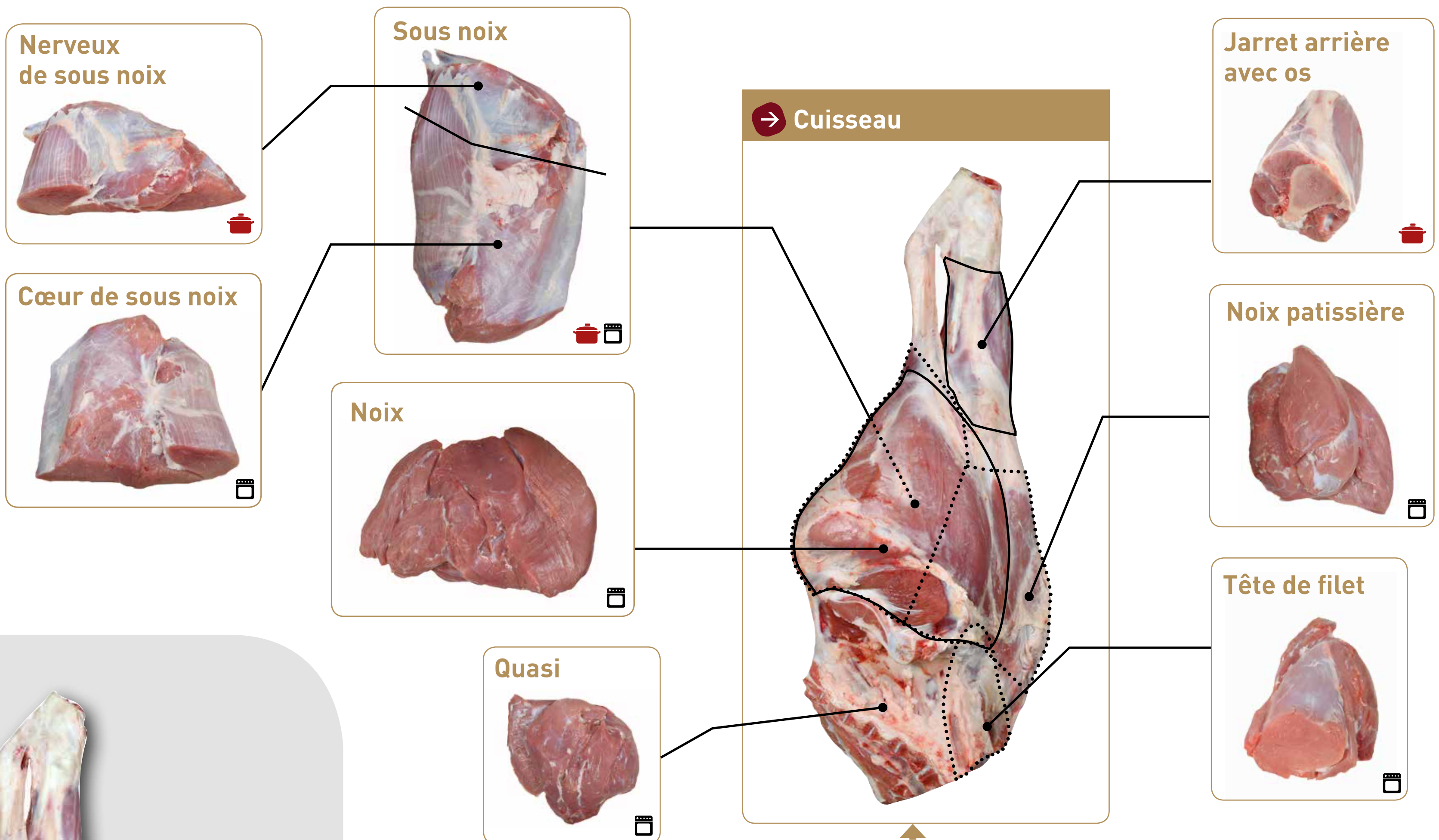


CUISON

À bouillir, à mijoter À griller, à rôtir

→ Le veau

PAN (arrière)



CUISSON

À bouillir, à mijoter À griller, à rôtir