

Valorisation d'os bovin d'abattoir : un nouveau procédé pour des applications à plus haute valeur ajoutée

Vincenza FERRARO, Chargée de Recherche, INRAE QuaPA



Qualité
sensorielle



Structure
de l'aliment



Technologies et procédés
agroalimentaires



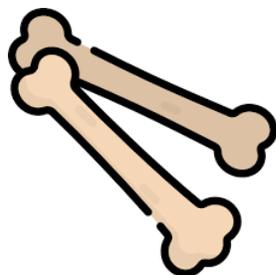
Qualité nutritionnelle
et effets sur la santé

Contexte et grands enjeux

- La transformation des ressources agro-alimentaires génère des matières secondaires **indissociables** du produit principal et **inévitables** compte tenu de leur différent rôle biologique

L'**os** est l'un des principaux sous-produits de transformation des filières viande et lait, et aussi poisson (arêtes). L'os d'abattoir a le même statut sanitaire de la viande

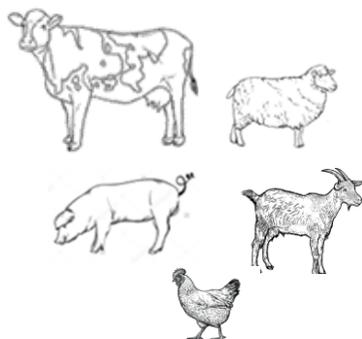
(15 % du poids de l'animal, 25 % dans le cas de la volaille)



ca. **17.300.000** tonnes/an
d'os dans l'UE

ca. **1.000.000**
tonnes/an d'os en
France

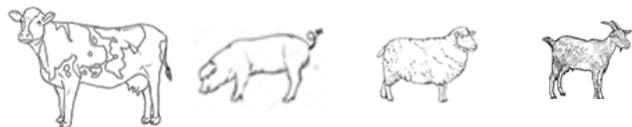
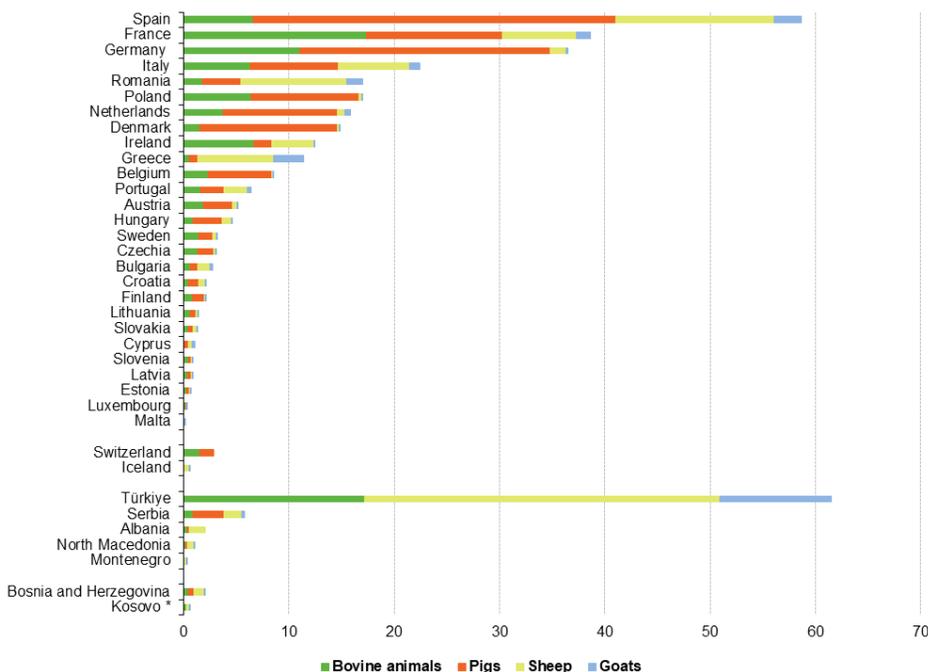
- 7 Mt origine bovine
- 5.3 Mt origine porc
- 1.4 Mt origine ovine et caprine
- 3.6 Mt origine poulet



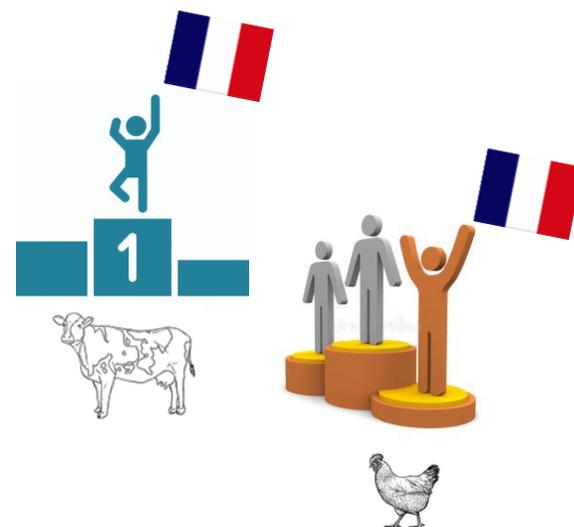
Contexte et grands enjeux

🔍 **La France est le 2^{ème} pays de l'UE pour l'élevage**
 et donc pour les gisements de sous-produits et coproduits d'origine animale

Livestock populations
 (million heads, 2021)



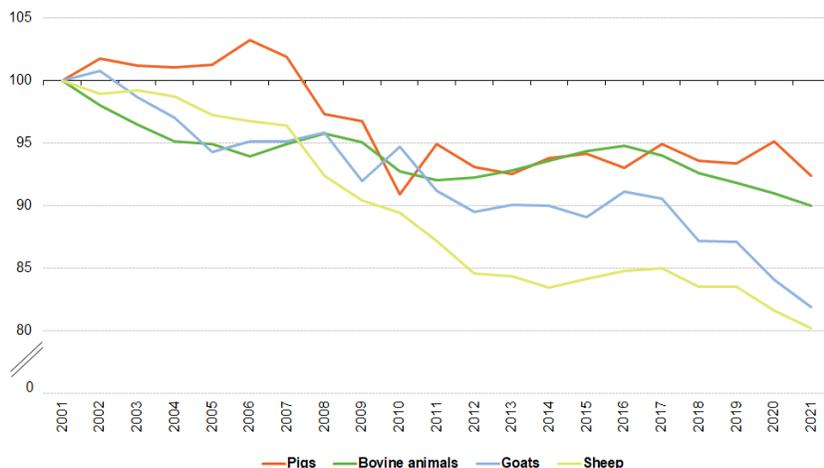
🔍 **La France est le 1^{er} pays UE pour l'élevage bovin-viande**
 🔍 2^{ème} pour le bovin-lait
 🔍 3^{ème} pour l'élevage volaille



Contexte et grands enjeux

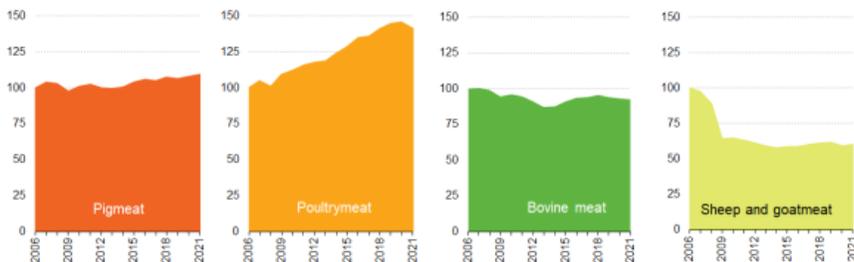
Evolution des gisements des résidus animaux 2001-2021

Developments of livestock populations
(index 2001=100 based on heads of animals, EU, 2001-2021)



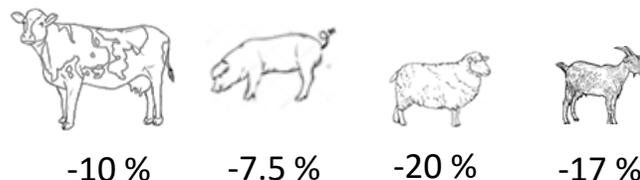
Source: Eurostat (online data code: apro_mt_lscattl, apro_mt_lspig, apro_mt_lsosheep and apro_mt_lsgoat)

Developments of the quantity of meat production
(2006 = 100 based on tonnes, EU, 2006-2021)



Note: estimates made for the purpose of this publication.
Source: Eurostat (online data code apro_mt_pann)

Diminution dans l'UE
du cheptel bovin, porcin, ovin, caprin
(il y a toute de même **280 millions de têtes**)



...mais augmentation dans le monde

Augmentation UE (et monde)

de la production de volaille
(7.2 milliards de poulets de chair dans l'UE)



+ 41 %

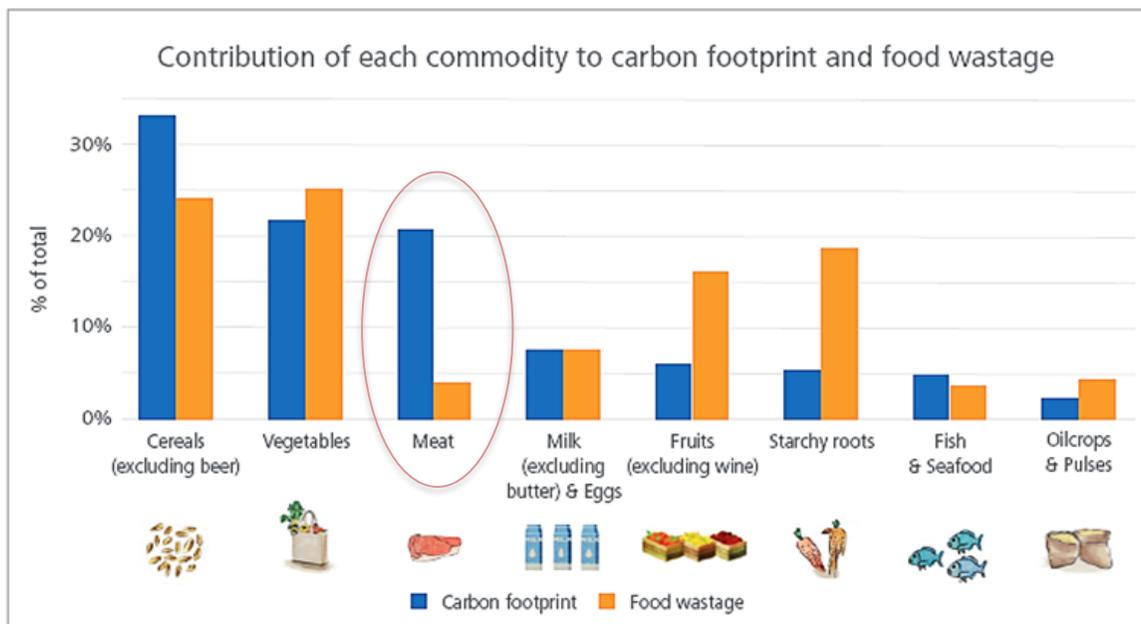
Contexte et grands enjeux

- Aujourd'hui, des valorisations de l'os à faible valeur ajoutée, ou palliatives, et dans des domaines peu innovants, sont réalisées davantage....principalement pour le bovin...et en France
- Protéines (**gélatine**) pour l'alimentation des non ruminants (seulement 20 % de matière valorisable, et faible valeur nutritionnelle), ou pour certaines applications alimentaires et pharmaceutiques (texturants)
- **PAT** (*Protéines Animales Transformées*, d'origine porc et volaille seulement), pour l'alimentation animale sauf ruminants (UE 2021/1372), aquaculture et *pet-food* (**taux d'os très faible**)
- **FVO** (*Farine de viande et d'os*) pour les animaux de compagnie
- **FVO** en tant que combustible d'usines (application récente, UE 2020/735)
- **FVO** en tant que engrais, amendements du sol et nutriments
- **Export**, principalement vers l'Asie pour l'aquaculture



Contexte et grands enjeux

- En outre, les « valorisations » actuelles contribuent à l'empreinte carbone de la filière viande



Source: FAO (2017)

Les résidus produits par la filière viande sont parmi les plus faibles, mais leur empreinte carbone est parmi les plus élevées



Une valorisation avec une empreinte carbone plus faible doit être mise en œuvre

L'os est un matériel composite constitué d'une matière organique molle (collagène et protéoglycanes, *etc.*) et d'une matière minérale dure (phosphore, calcium, magnésium, *etc.*).

Pharmaceutics/Biomedicine

- Haemostatics/healing agents
- Active ingredients in:
 - oncology
 - cardiovascular diseases
 - diabetes
- Anti-inflammatory, anti-hypertensive
- Material for regenerative medicine, implants



Food

- Antioxidants for lipids and proteins
- Satiety complex
- Anti-diabetic complex
- Anticholesterol, *etc.*
- Calcium, phosphorous and magnesium



Materials/Environment/Chemistry

- Polymers for bio-based plastics (ex. packaging)
- Polymers for encapsulation and coatings (various uses)
- Bio-based fibres for the textile industry
- Anti-fire additives
- Support for catalysts and biofilters
- Adhesives
- Alloys elements
- Electrolytes for electric batteries
- Bioactives for soils



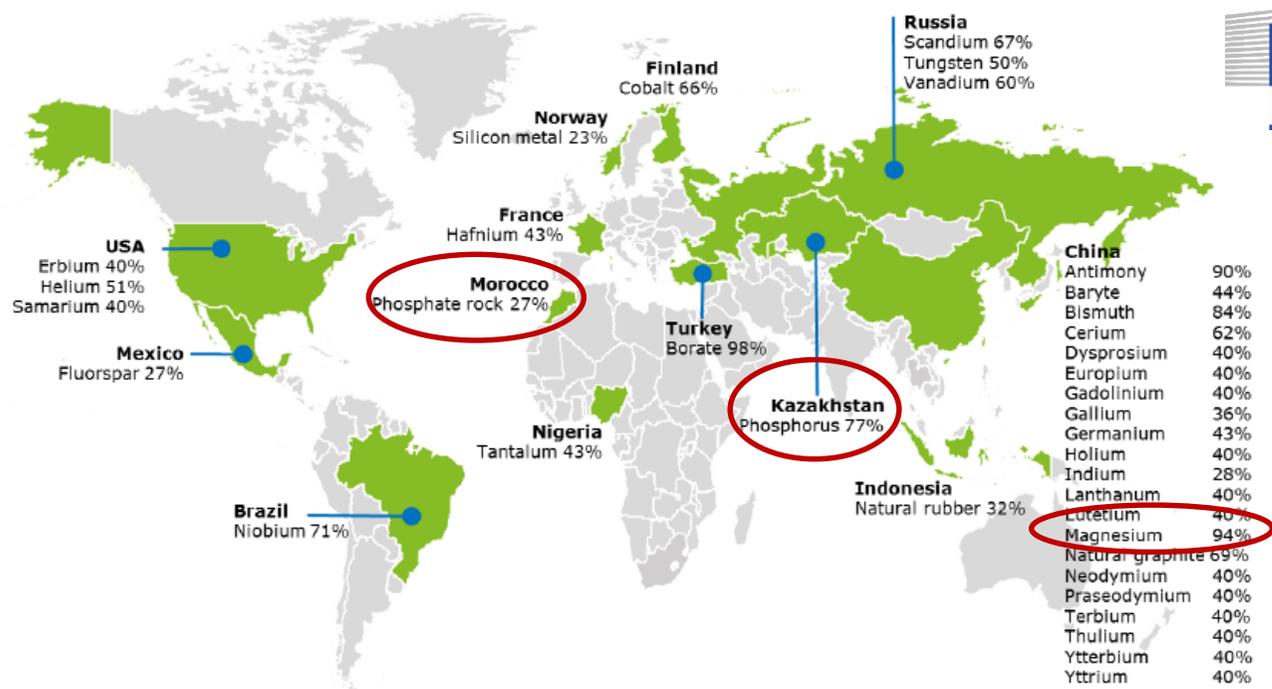
Feed – specialty ingredients

- Phosphorous and other minerals
- Amino acids
- Bioactives, gut health, *etc.*



Potentiel de l'os et Etat de l'art

- Très peu de ces composés sont produits à partir de l'os à l'échelle nationale et Européenne, qui porte essentiellement sur le *pet-food* et la gélatine.
- La plupart est importée: un exemple pour le phosphore et le magnésium...

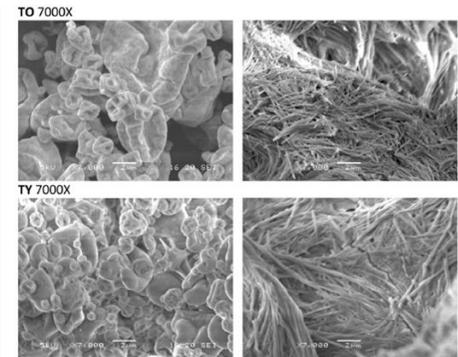


- L'EU importe > 90 % de minéraux « critiques » des pays tiers
- Les produits d'usage pharmaceutique sont principalement importés des Etats-Unis, Canada, UK

- 🔍 L'Unité INRAE QuaPA a développé et breveté un procédé d'extraction de matières d'intérêt de l'os

Par rapport à l'état de l'art, ce procédé permet

- ✓ L'extraction concomitante de la matière organique et minérale et non une en détriment de l'autre
- ✓ De ne pas utiliser des enzymes directement sur l'os, afin de préserver la matière organique
- ✓ D'utiliser des solvants et réactifs de degré alimentaire
- ✓ De récupérer ca. **75 %** des matières de l'os, dans leur forme native
- ✓ De réduire la demande énergétique et le coût par rapport à d'autres traitements tel que la conversion en *pet-food* et gélatine



Produit final, taille réelle
(particules de l'ordre de μm)

- 🔍 Ce procédé a été développé en prenant en compte les règlements en vigueur sur la transformation de l'os et la plupart des usages des matières obtenues



Résultats phares

🔍 La matière obtenue à travers ce procédé s'est montrée performante dans 4 différents domaines

- *Alimentation*
- *Santé*
- *Matériaux*
- *Nutrition animale de spécialité*

🔍 D'autres applications sont en cours d'étude/validation

Alimentation – conservateurs antioxydants naturels

- Des complexes peptides-minéraux obtenus de l'extrait d'os bovin ont démontré un pouvoir antioxydant sur les lipides de la viande et du beurre, et sur les protéines de la viande.
- L'activité est stable vis-à-vis de la stérilisation des complexes et de la cuisson du produit

Table 5. Percentage of TBARS inhibition (% I) for peptides-minerals mixing, <3000 Da fractions, 1/20 and 1/50 E:C ratios, at ambient Temperature.

Mix	Meat (1 g) + 50 µL Sample		Butter (1 g) + 100 µL Sample	
	% I (1/20)	% I (1/50)	% I (1/20)	% I (1/50)
Bro-Cat	77 ± 1.02 ^{a, A}	79 ± 0.56 ^{b, A}	92 ± 0.32 ^{a, A}	87.7 ± 0.65 ^{b, A}
Bro-Col	90 ± 0.62 ^{a, B}	89 ± 0.85 ^{a, B}	95.4 ± 0.53 ^{a, B}	92.7 ± 0.95 ^{b, B}
Cat-Col	81 ± 0.92 ^{a, C}	83 ± 0.51 ^{b, C}	91 ± 0.91 ^{a, A}	90 ± 0.33 ^{a, C}
Bro-Cat-Col	93 ± 0.87 ^{a, D}	95 ± 0.21 ^{b, D}	95.8 ± 1.02 ^{a, C}	92.5 ± 0.42 ^{b, D}

For each food matrix, lowercase letters indicate differences among ratios; uppercase letters indicate differences among complexes.

Aubry, Sy, Sayd, Ferraro (2023). *Applied Sciences*, 13, 3979

Aubry, De Oliveira, Santé-Lhoutellier, Ferraro (2020). *Molecules*, 25, 5422



Ajout de l'ordre du
0.1 % en poids



Ajout de l'ordre du
0.2 % en poids

Résultats phares

🔍 Santé (essais *in-vitro* et *ex-vivo*)

- *Activité hémostatique (essais sur le sang)*
- *Activité anti-inflammatoire*
- *Pensements gastriques (pour ulcères)*
- *Inhibition d'une classe d'enzymes impliquées dans la maladie de Parkinson*
- *Inhibition de la trypsine (potentiel en nutrition: sensation de satiété)*

Agrégation plaquettaire

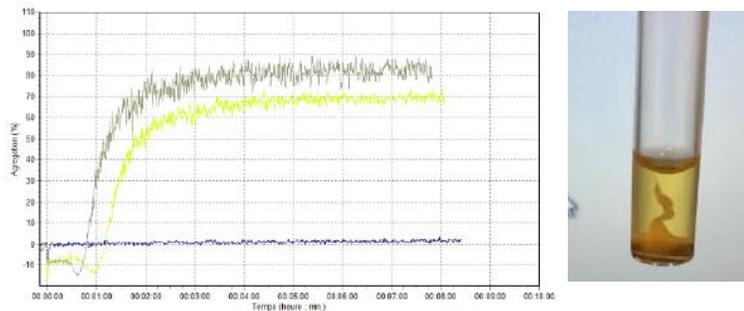


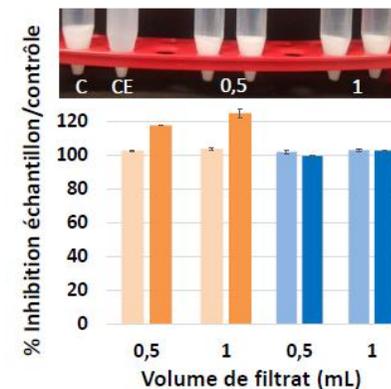
Figure 19 : Agrégation plaquettaire collagène laboratoire : Contrôle positif

Courbe grise : Collagène 5 : 50 µg/ml

Courbe jaune : Collagène 2 : 20 µg/ml

Graulière (2016). *Rapport de Stage M1, CHU Clermont-Fd (Dr. A. Lebreton), et QuaPA*

Inhibition de la trypsine

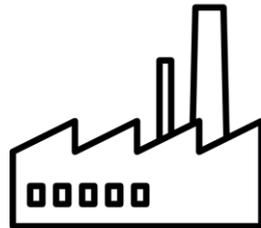


Touche, de Brianson, Ferraro (2022). *Congrès de la SFGP, Toulouse*

Résultats phares

Matériaux

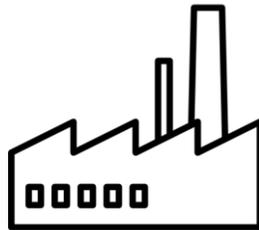
- *Thermoplastiques (retardateurs de flame)*



Projet en cours de démarrage avec une multinationale française, suite à des études de faisabilité

Nutrition animale de spécialité

- *Apport de phosphore et calcium biosourcés en nutrition des monogastriques*
- *Apport de phosphore plus biodisponible par rapport aux sources actuelles (phosphates de roche)*
- *Apport de micro- et macronutriments organiques et minéraux ayant des bioactivités*



Projet en cours avec une multinationale française

Perspectives d'innovations

- Des perspectives d'innovations concrètes existent et sont liées à une demande croissante des composés obtenus à travers notre brevet

Quelque exemple (Etude de marché 2021-2022)

Phosphore

- Le marché global autour du phosphate de calcium a été évalué à 640 millions USD en 2018, avec une croissance estimée de 5% d'ici 2025.
- Les domaines de valorisation incluent l'agroalimentaire, la pharmaceutique, l'alimentation animale, le traitement de l'eau et l'agriculture. La ressource naturelle minérale (roches, ressources en eau, etc.) s'épuise et la demande industrielle dans les produits finis est croissante.
- En particulier, le domaine de la chirurgie dentaire (implants, dentifrices reminéralisants) est le plus prometteur. En 2015, trois millions d'américains ont reçu des implants dentaires.

Agents hémostatiques et cicatrisants

Marché, opportunités et menaces

- Le marché des agents hémostatiques et cicatrisants représente 5,3 milliards USD en 2018 avec une croissance anticipée de 8,7% d'ici 2026. Les agents hémostatiques à application locale représentent 75% du marché total.

Antioxydants

Taille et tendance du marché

Données marché

Marché : 1.30 milliards USD en 2020
3.43 milliards USD en 2028

- Le marché des conservateurs à pouvoir antioxydant est un marché de masse en forte croissance.

What next ?

🔍 Possibilité de projets Recherche – Développement - Innovation

- Ouverture à la collaboration à travers des projets de recherche
régionaux
nationaux
et internationaux (*fonds Européens: Horizon, CBE, Interreg*)

sur les applications mentionnées et en cours d'étude
- *Un large réseau international est déjà établi*



MERCI DE VOTRE ATTENTION

vincenza.ferraro@inrae.fr



Qualité
sensorielle



Structure
de l'aliment



Technologies et procédés
agroalimentaires



Qualité nutritionnelle
et effets sur la santé