

➤ Génétique / Génomique Sélection / Amélioration Génétique des populations porcines

Catherine LARZUL, Céline Carillier
INRAE GenPhySE



➤ SOMMAIRE

1. Porc et filière porcine

Domestication

Filière

2. Génétique quantitative

Aspects théoriques

Evaluation génétique et génomique

3. Organisation de la sélection porcine

Principaux opérateurs en France et dans le monde

Objectifs de sélection

Collecte de l'information

Evolution des caractères

4. Perspectives de la filière et sélection

➤ SOMMAIRE

1. Porc et filière porcine

Domestication

Filière

2. Génétique quantitative

Aspects théoriques

Evaluation génétique et génomique

3. Organisation de la sélection porcine

Principaux opérateurs en France et dans le monde

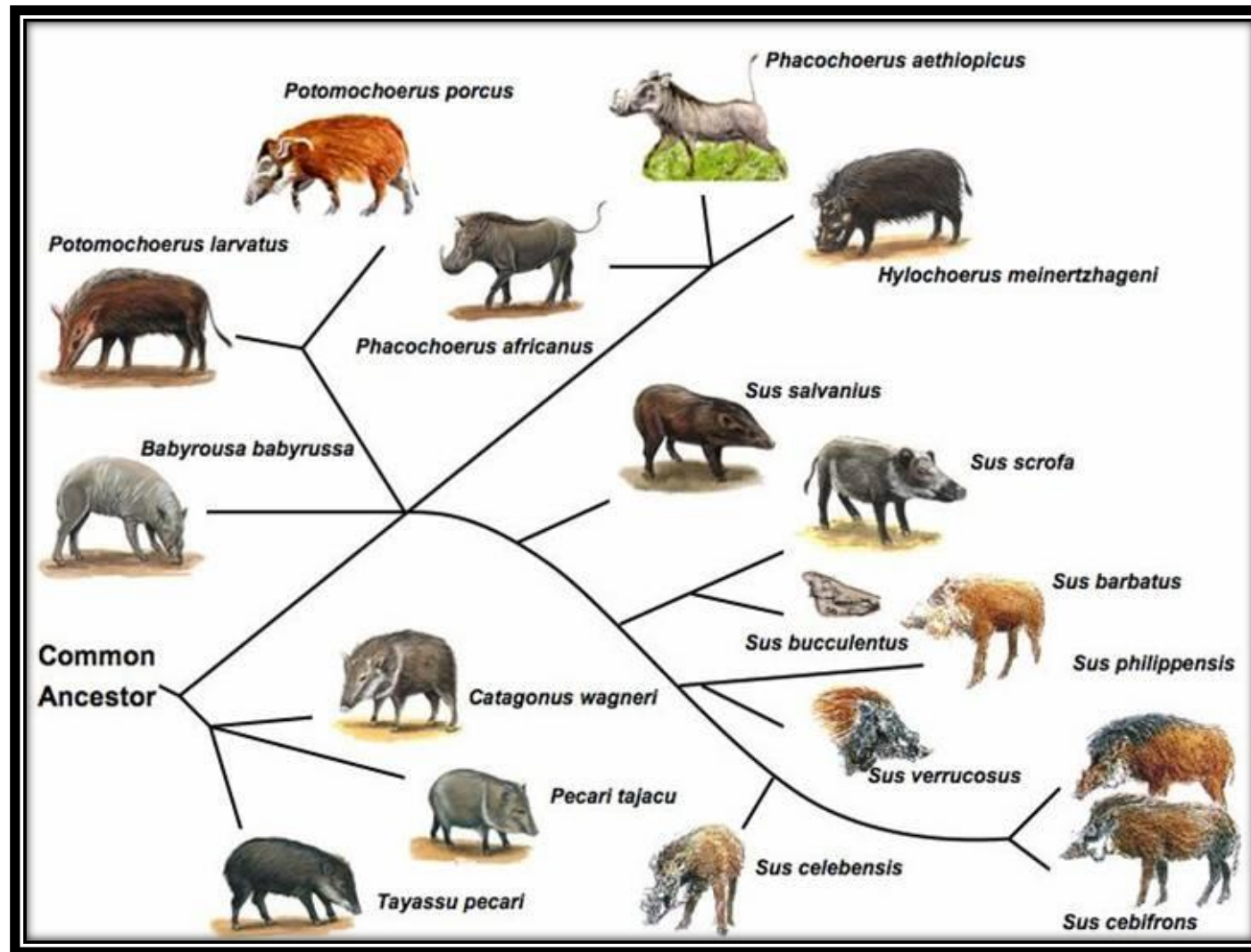
Objectifs de sélection

Collecte de l'information

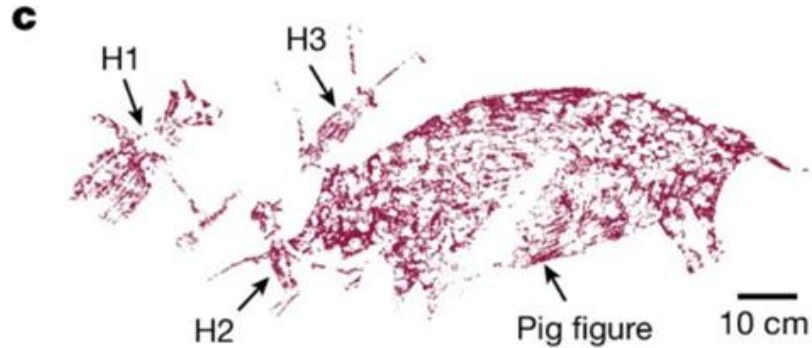
Evolution des caractères

4. Perspectives de la filière et sélection

➤ La famille des suidés

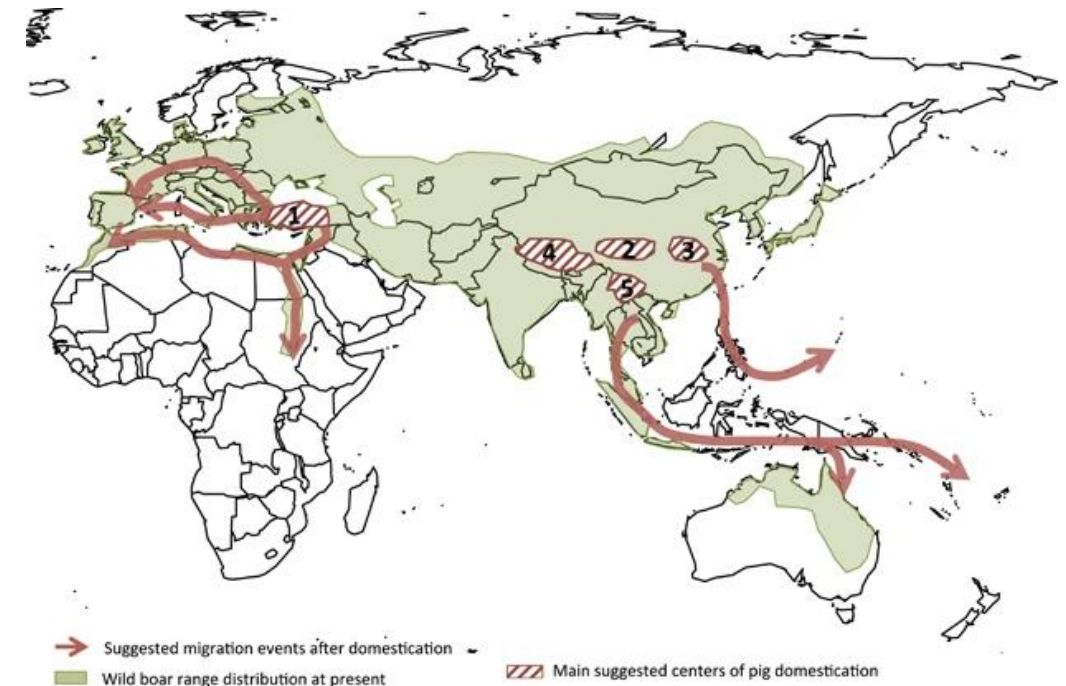


➤ Du sanglier au cochon



S. cerebensis, Indonésie, 1ère représentation figurative, 50000 ans, Nature, 2024

- Plusieurs bassins de domestication
 - Néolithique ~10 000 ans > 8000 ans
 - Moyen-Orient (un foyer de domestication)
 - Asie (au moins deux foyers)



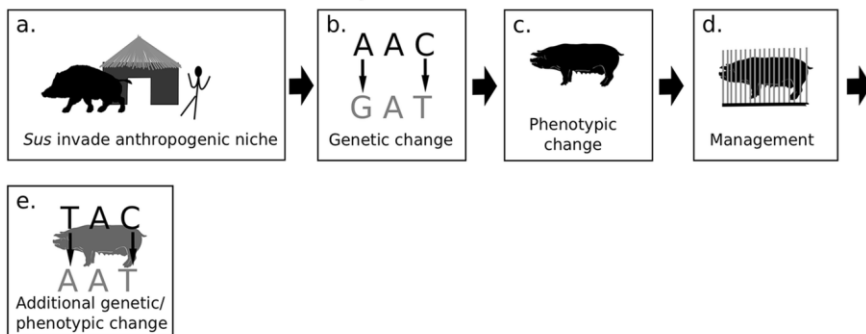
➤ Le processus de domestication

- La domestication, contrairement à l'apprivoisement/élevage, induit des modifications génétiques
- Trois voies de domestication ont été explicitées

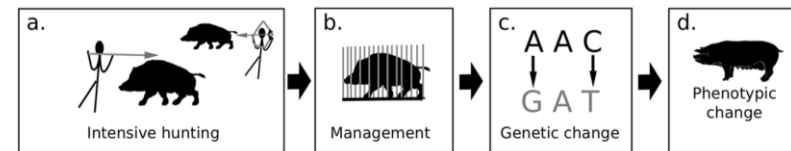
(1) Commensal Pathway 1



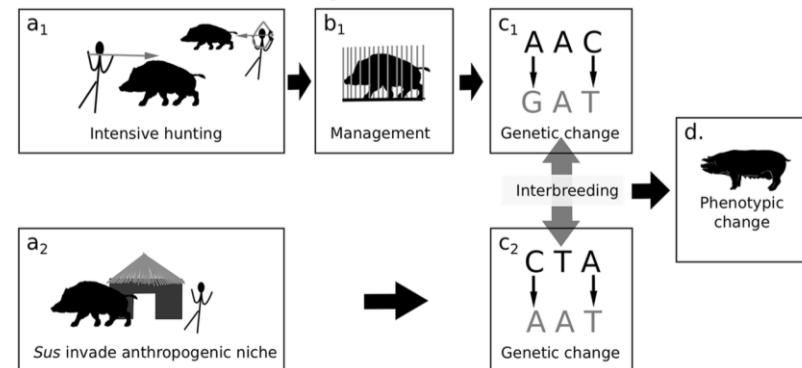
(2) Commensal Pathway 2



(3) Prey Pathway



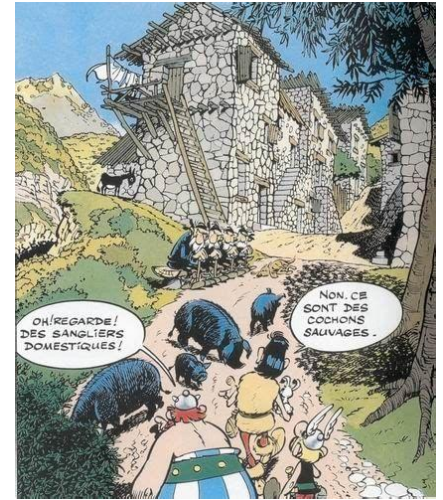
(4) Combined Pathway



Elevage vs domestication



Les sangliers de Mortemart



dans un magasin d'optique, au nord de Toulouse.
(Photo : capture écran/YouTube)



lesoleil.com

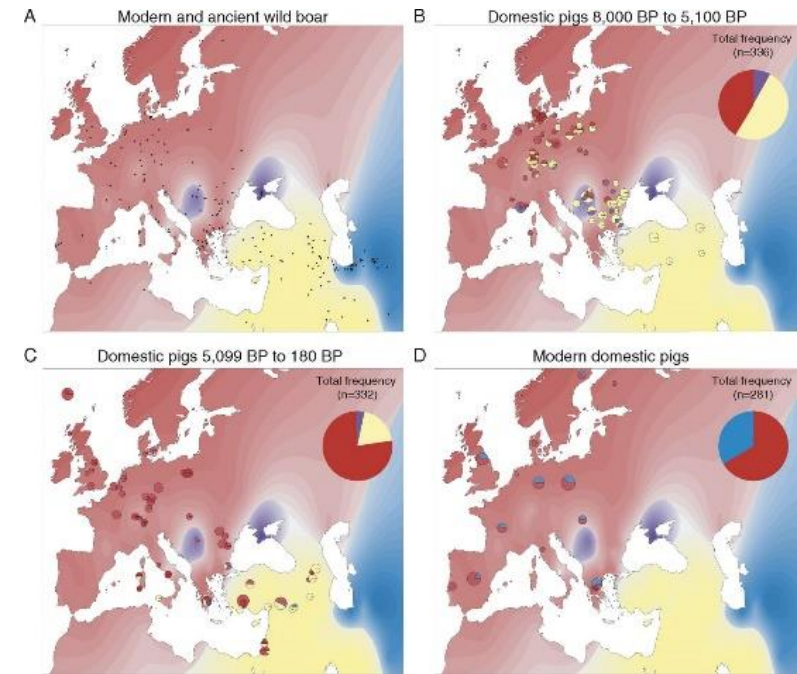
Cohabitation homme / animal

➤ De l'Asie vers l'Europe ?

- Une histoire racontée par l'ADN ancien et récent, nucléaire et mitochondrial
 - Origine : Moyen-Orient
 - Arrivée en Europe (~8 000 ans)
 - Remplacement progressif par introgression de sanglier européen (~5 000 ans)



cochonglier



Laurent A. F. Frantz et al., 2019

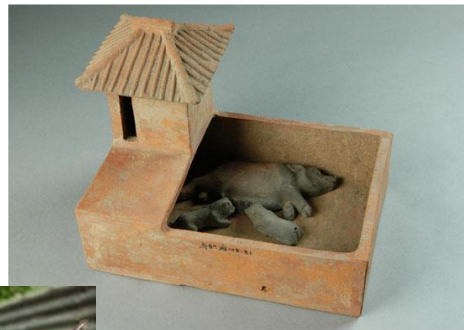
➤ Plus récemment

- Introggression de porc asiatique au 18^{ème} siècle

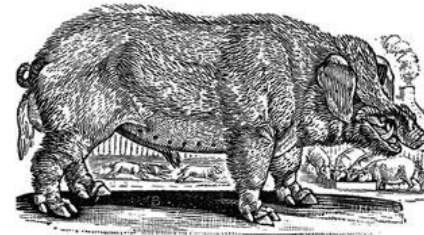
Élevage conduit en extérieur > élevage enclos

Changement d'alimentation

Début de l'industrialisation : changement de valeur



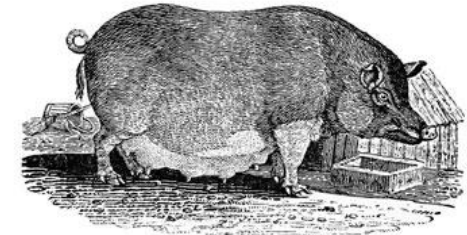
Ceramic (final two centuries BCE), in a tomb in Jiyuan ©Henan Museum



THE COMMON BOAR

(*Sus Scrofa*, Lin.—*Le Cochon*, Buff.)

Is, of all other domestic quadrupeds, the most filthy and impure. Its form is clumsy and disgusting, and its appetite gluttonous and excessive.



SOW OF THE IMPROVED BREED.

By a mixture of the Chinese black Swine with others of the larger British breed, a kind has been produced which possesses many qualities superior to either of the original stocks. They are very prolific, are sooner made fat than the larger kind, upon less provisions, and cut up, when killed, to more useful and convenient portions.

~1800 ; T. Bewick's Works:
A General History of Quadrupeds, 1885).

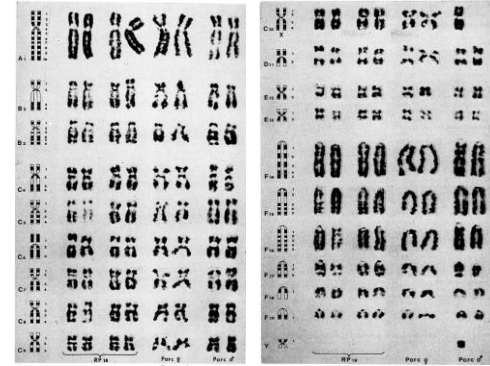
➤ Quelques repères biologiques

- Régime alimentaire
 - Monogastrique omnivore
- Reproduction
 - Puberté vers 6-8 mois
 - Durée de gestation 115 jours
 - 2,5 portées / an
 - Longévité 25 ans (< 4 ans élevage)
- Taille de portée :
 - 5-20 porcelets/portée [> 40 porcelets sevrés/an]
 - Sevrage 21 ou 28 jours [sans intervention : 17 semaines]
- Période de croissance
 - 180 jours d'âge pour 115 kg



➤ Au niveau génétique

- 19 paires de chromosomes
 - (18 pour le sanglier)



Geneviève Echard, 1973

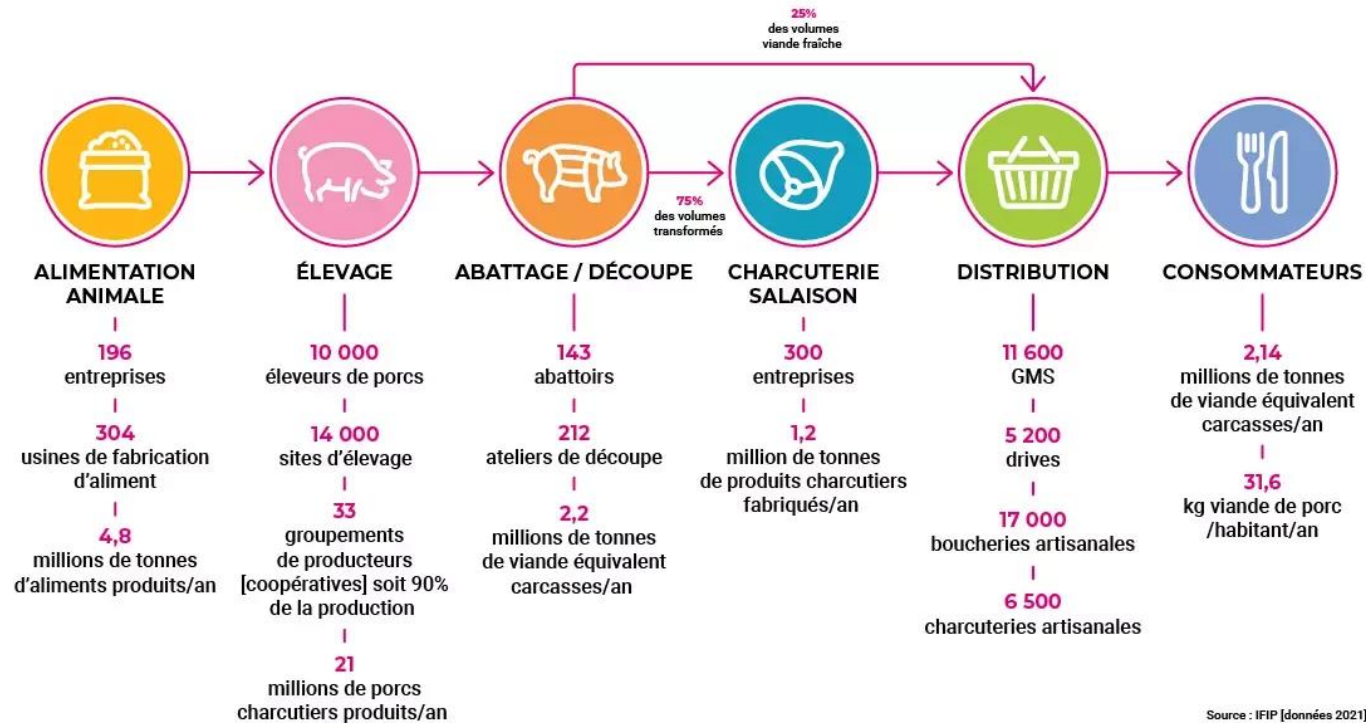
- Séquence connue (2012)

- Ancêtre commun avec l'homme (79-97 millions d'années)
- Génome assez proche de l'homme
 - caractères morphologiques communs (foie/cœur/rein-appareil digestif-derme, dentition),
 - maladies comparables: diabète, obésité, Alzheimer,
 - xénogreffe





➤ Un focus sur la filière porcine



Source : IFIP [données 2021]



➤ L'évolution de la production porcine

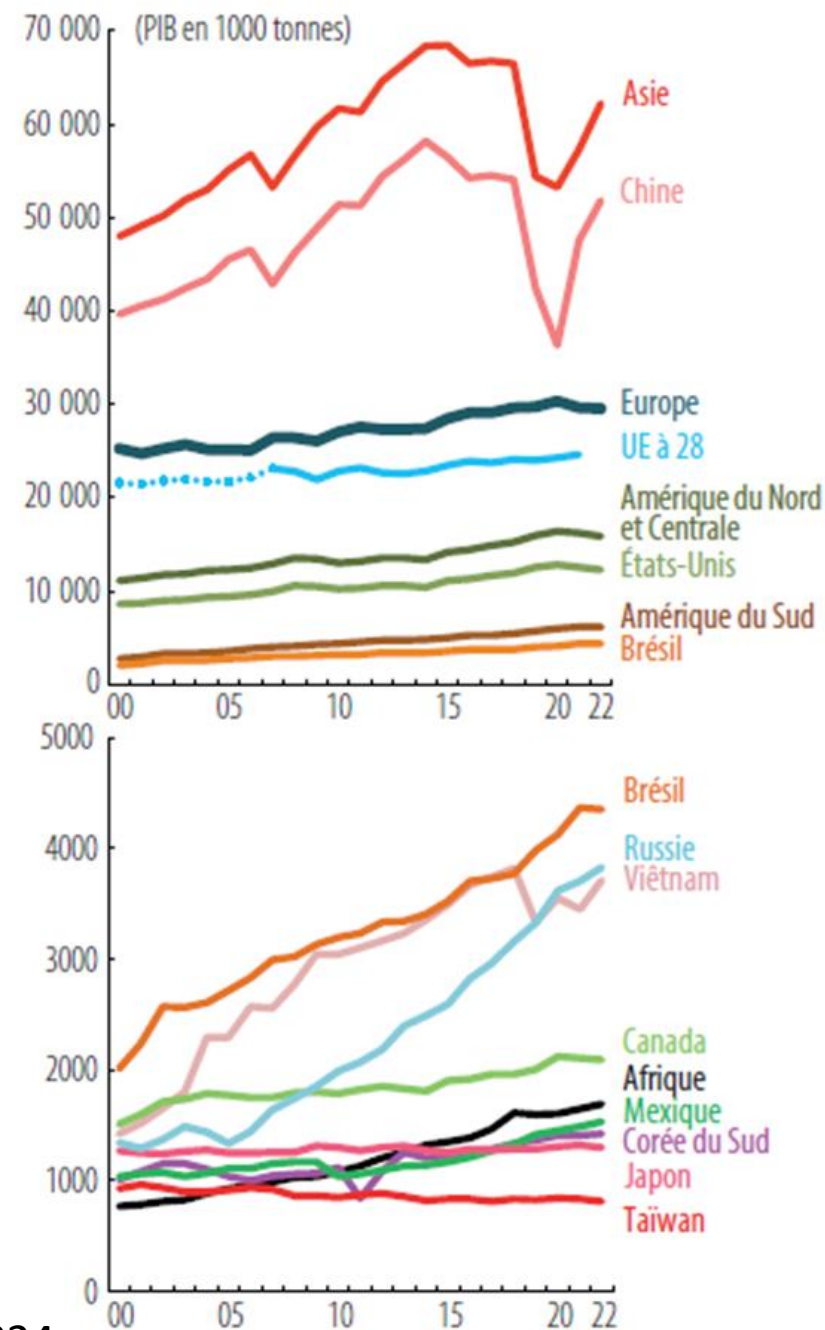
En augmentation depuis 2021 (108 Mtec, ~1 Milliard de porcs abattus)

Chine : augmentation de l'offre par de nouveaux très grands élevages et des petites fermes rentables, et baisse des importations et du prix du porc.

UE : En légère diminution (crises sanitaires et économiques, hausse des prix des matières premières et contexte inflationniste), surtout due à l'Allemagne

USA : baisse de la production (mauvaise rentabilité, baisse de la demande intérieure, pression des épidémies en élevage).

Brésil : stable après un fort développement



➤ Augmentation de la production en Chine



➤ Ailleurs dans le monde

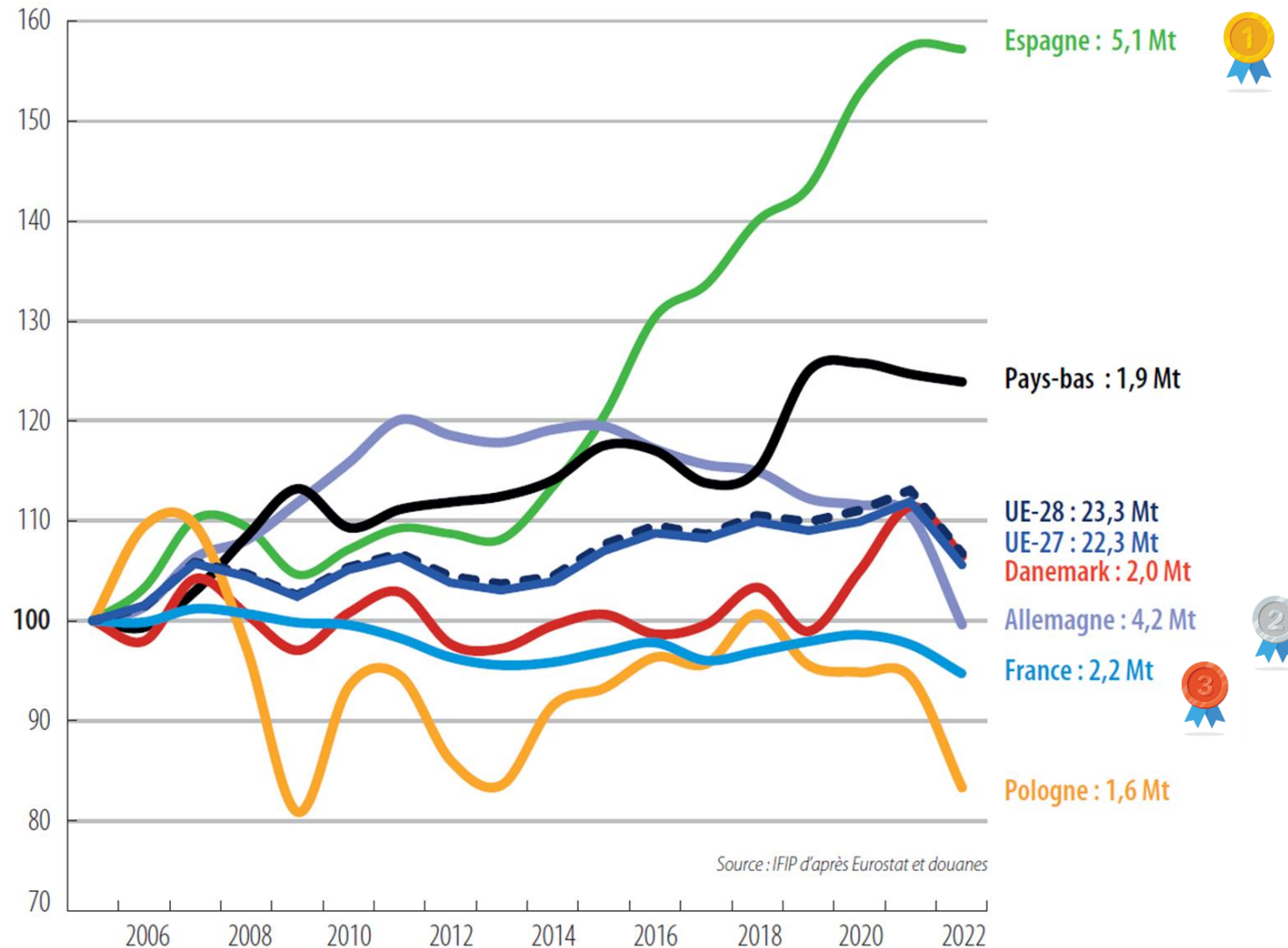
4 sites de 10 000 truies (chacun) dans le désert chilien

20 (21) bandes de 500 truies
Conduite à la semaine



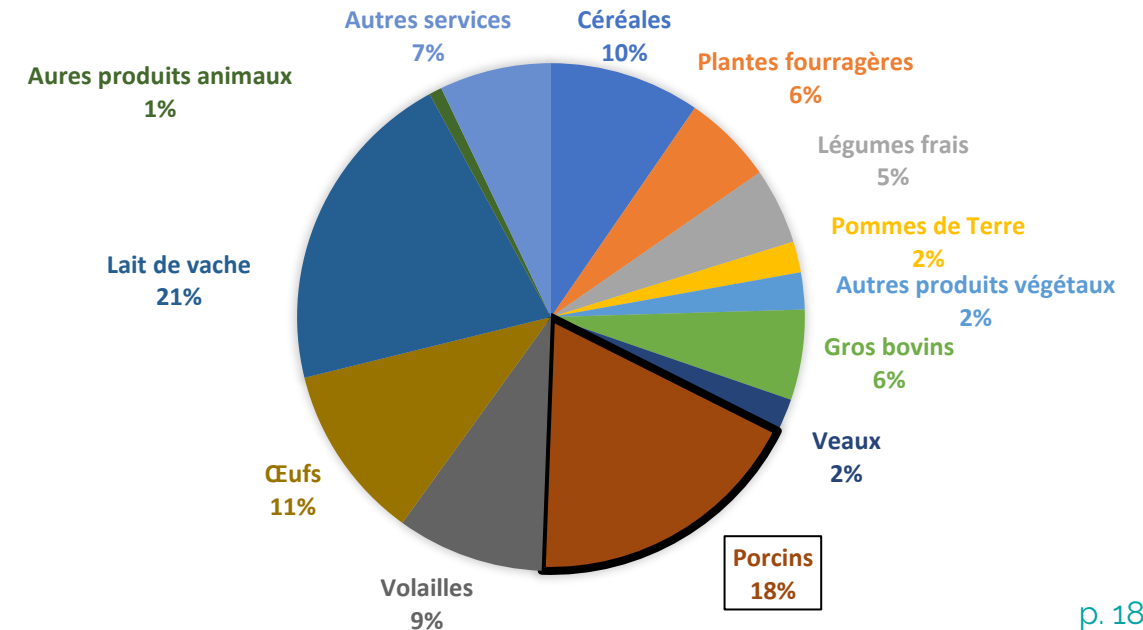
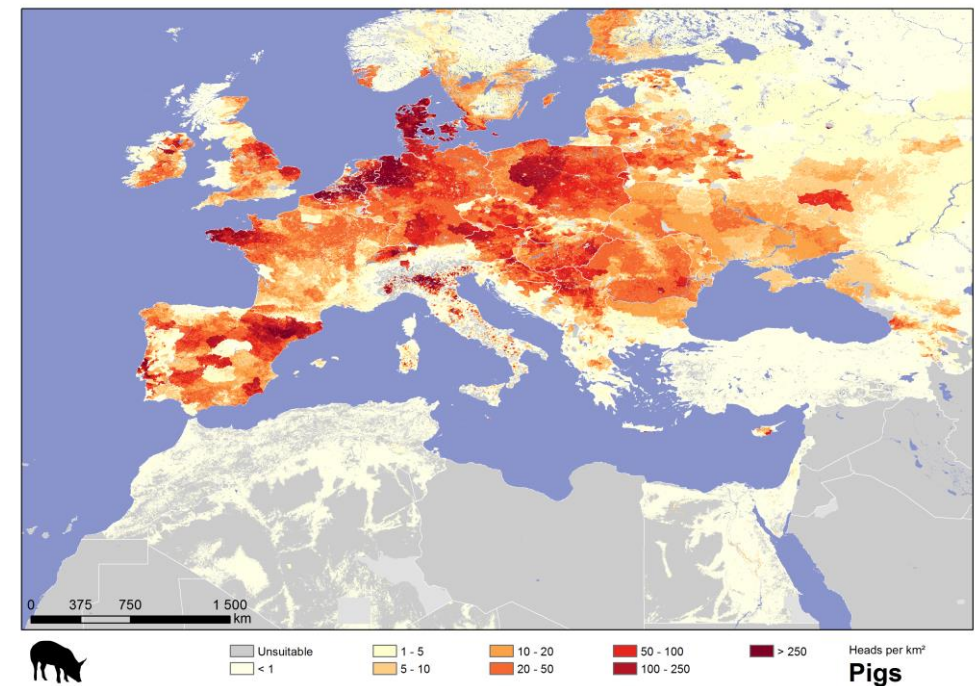
➤ Evolution de la production dans l'UE

En indices des tonnages, base 100 en 2005



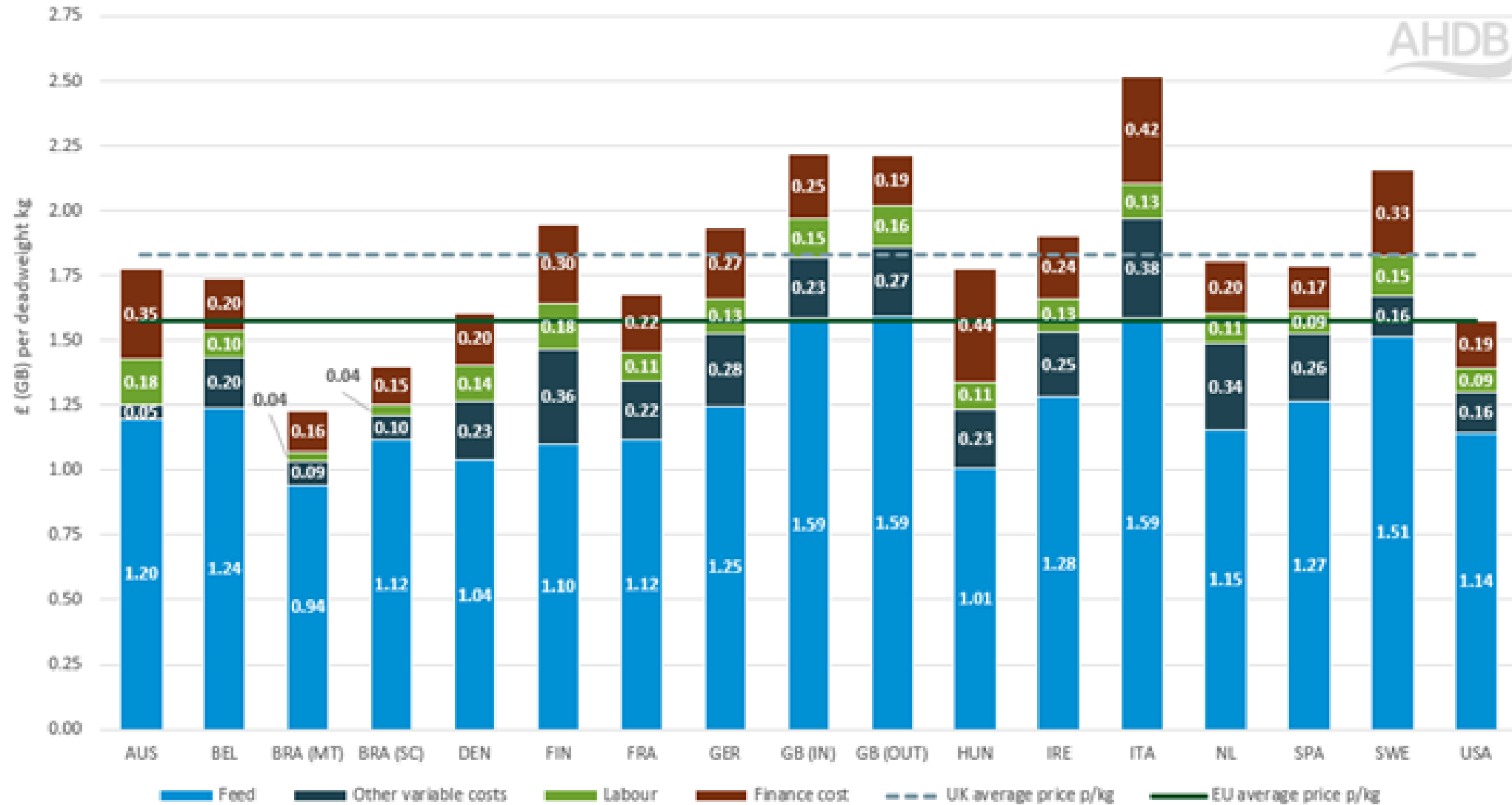
➤ Production

- ¾ de la production dans le Grand Ouest
- 89% de la production en organisation de producteurs (N=32)
- En 2022, la France comptait :
 - 14 000 élevages ayant des porcs
 - **9 253** exploitations > 300 porcs/an;
 - 990 exploitations de 150 truies et plus ;
 - moyenne 125 truies / élevage
- Majorité de Naisseur-Engraisseurs



➤ Coûts de production, comparaison entre pays

Cost of production in select countries, 2022 cold weight



Source: InterPIG



Un système d'élevage très majoritaire (95%)

➤ Signes de qualité : production marginale

Filières sous signes officiels de qualité (SIQO)



	T0 - 2017	T1 - 2019	T2 - 2022	T3 - 2027
Agriculture biologique	0,5 %	2 %	5 %	10 %
Label Rouge	4 %	6 %	8 %	12 %

INAPorc, 2018

➤ Signes de qualité : production marginale

Filières sous signes officiels de qualité (SIQO)

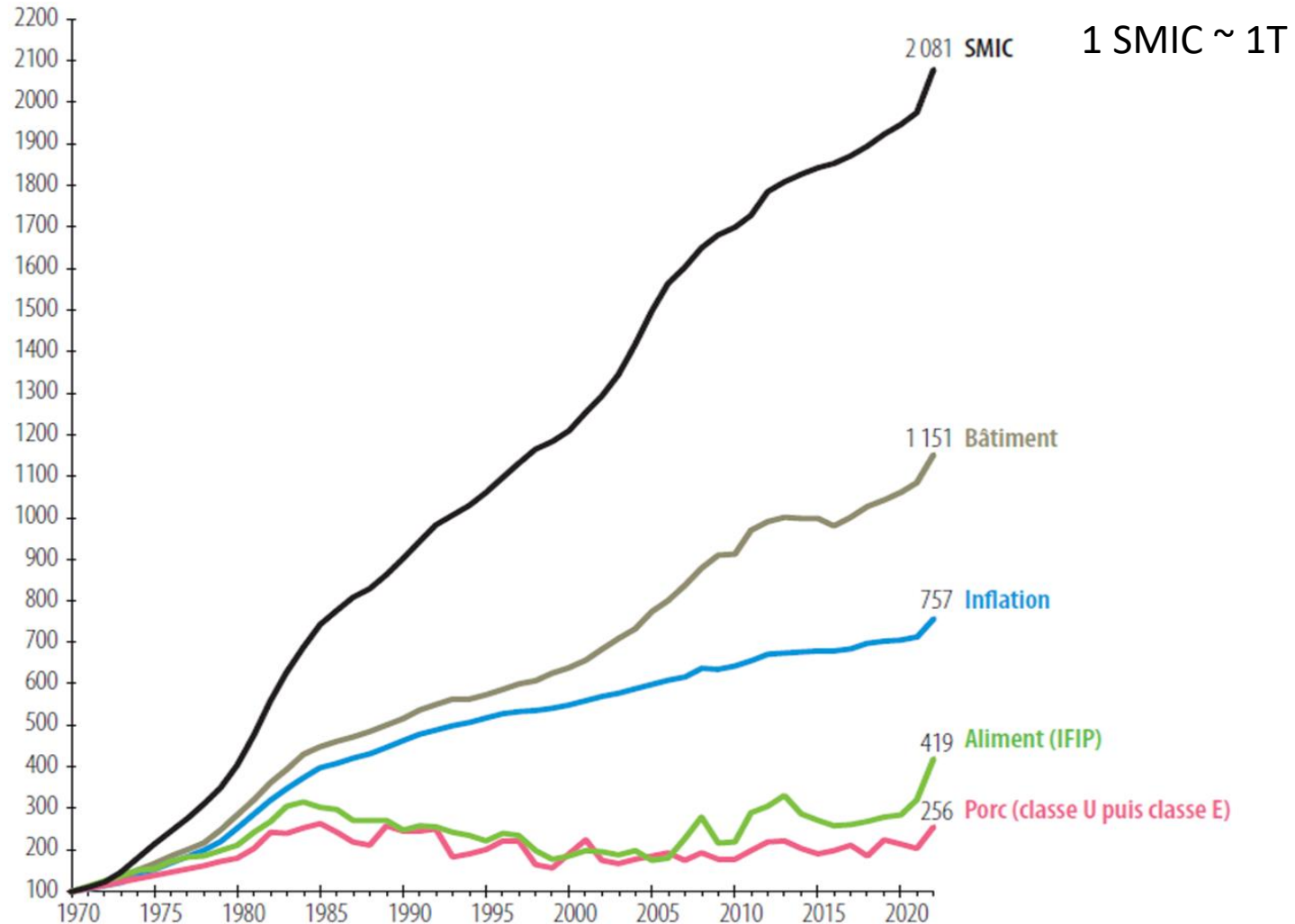


	T0 - 2017	T1 - 2019	T4 - 2023	T3 - 2027
Agriculture biologique	0,5 %	2 %	1,2%	10 %
Label Rouge	4 %	6 %	3,7%	12 %

INAPoic, 2018

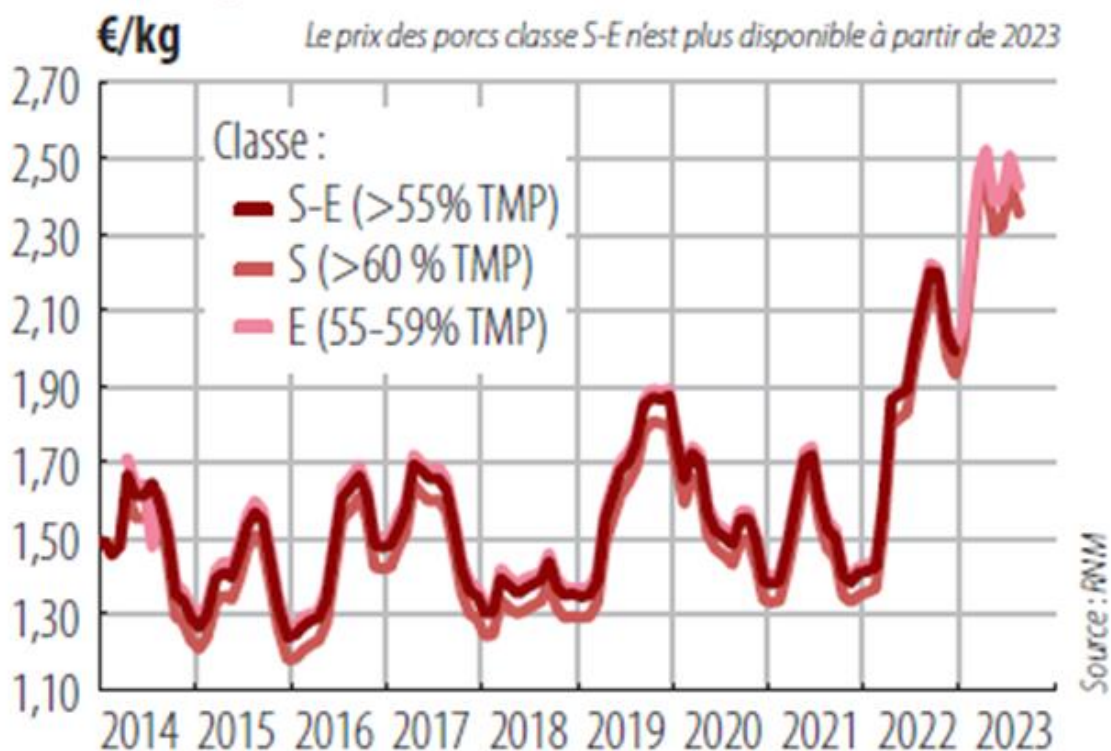
➤ Des gains de productivité importants : = une viande de moins en moins chère

Evolution comparée des prix entre 1970 et 2022

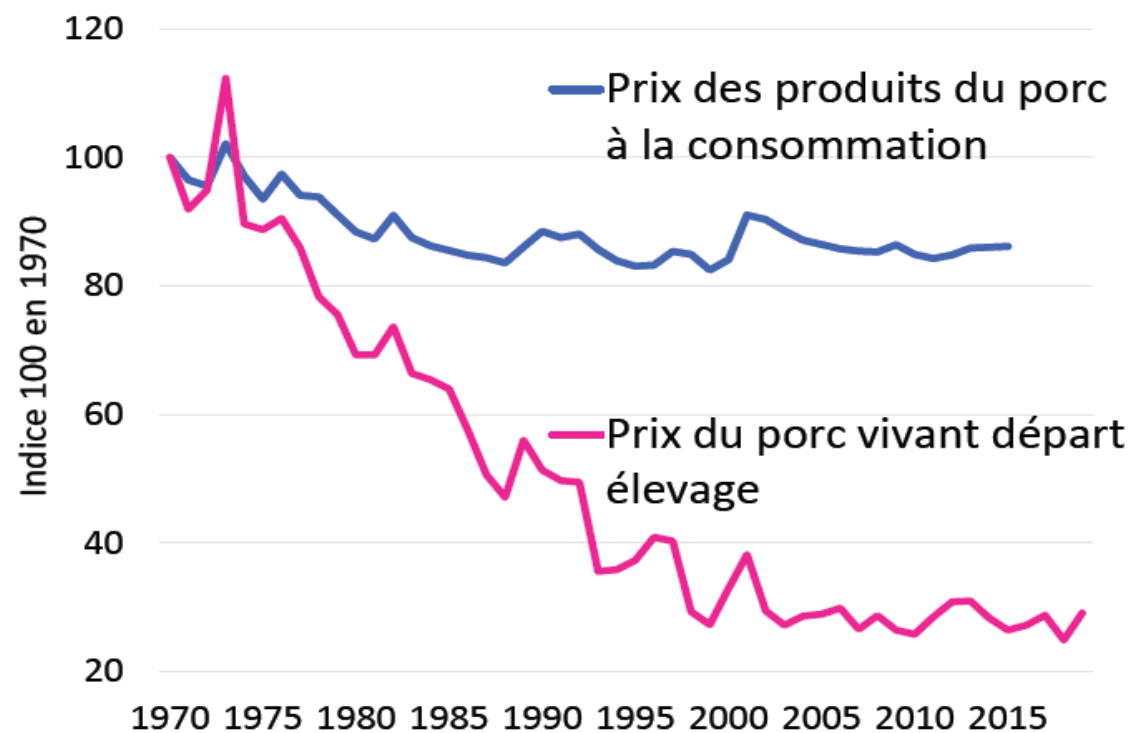


➤ Des prix très variables

Prix du porc charcutier



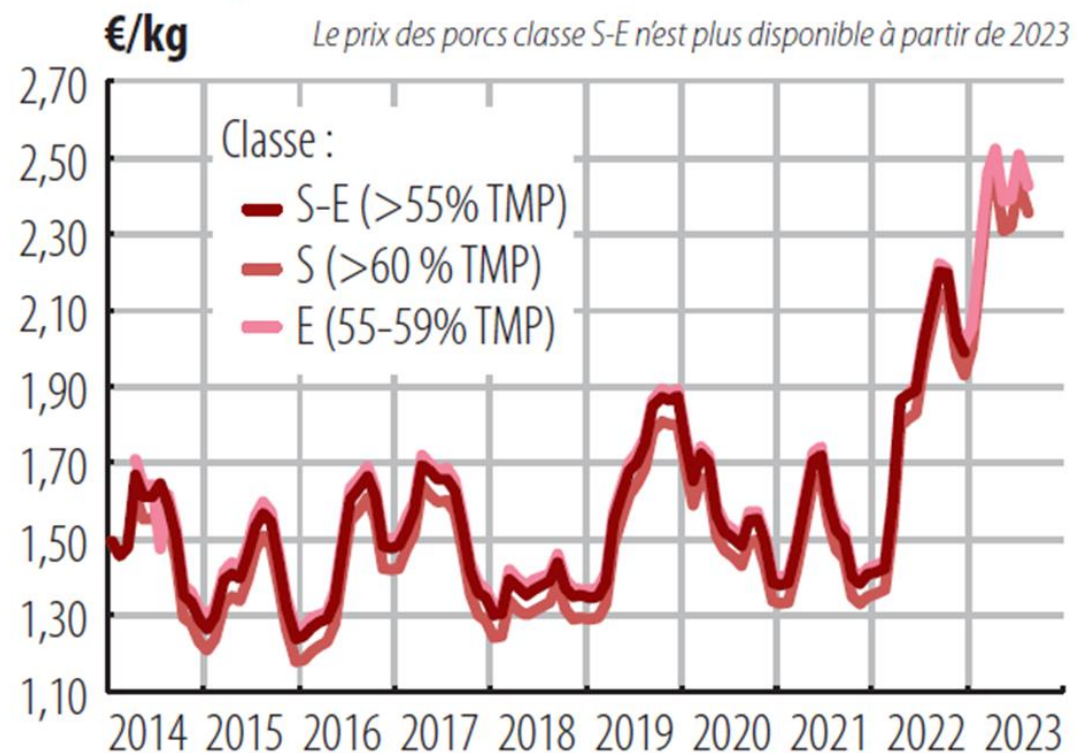
Evolution des prix du porc à la production et des produits du porc à la consommation



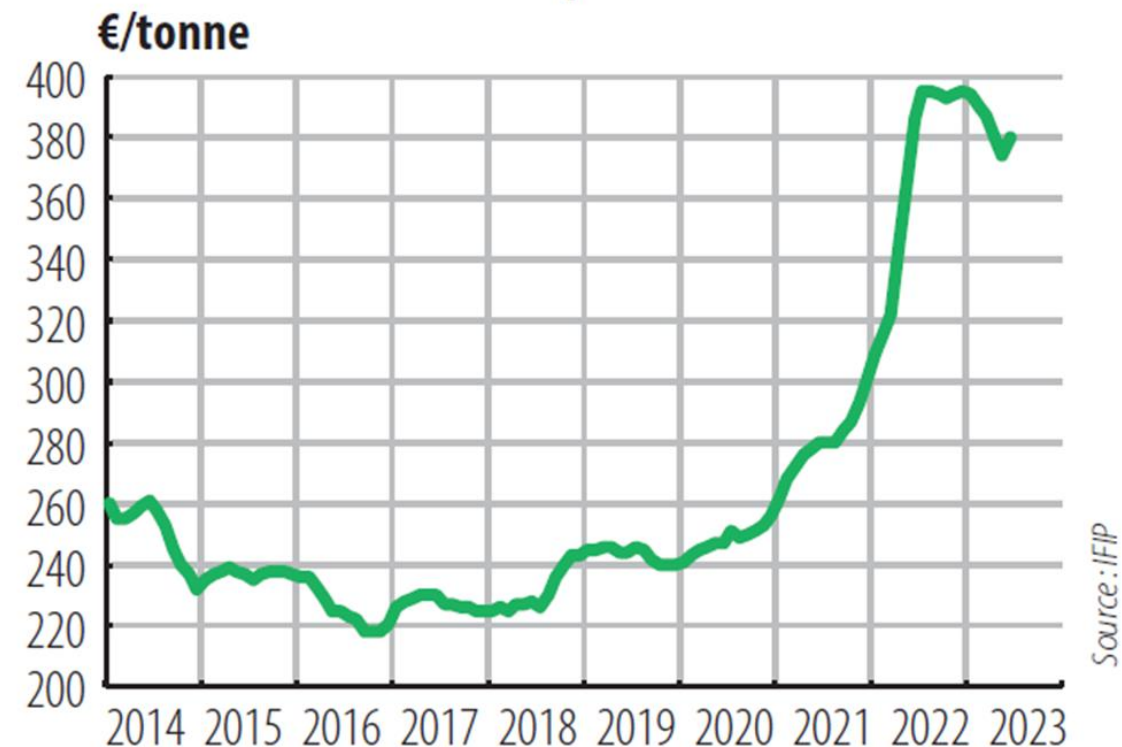
Source IFIP, 2019

➤ La pression du coût de l'aliment

Prix du porc charcutier



Prix de l'aliment « porc charcutier »



➤ Valorisation de la carcasse : grilles de paiement



GRILLE DES PLUS-VALUES PAR GAMME DE POIDS ET PAR TMP

Applicable au 30/03/2015

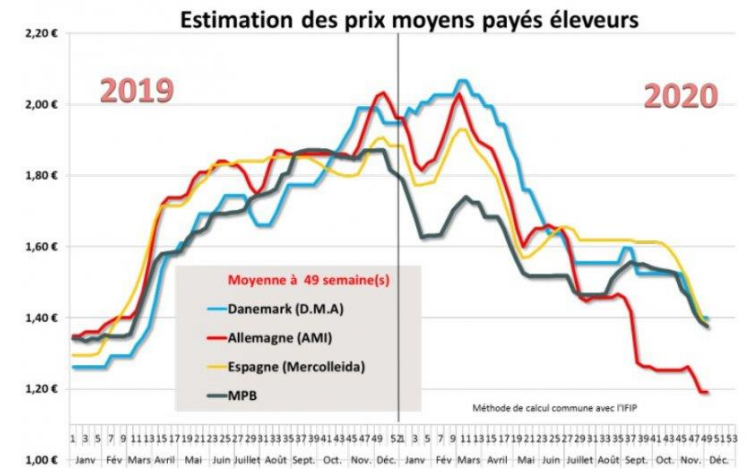
PORCS			P1	P2	P3		GAMME				P4				P5
TMP	Ecart	Total Ecart	45 69,9	70 77,9	78 79,9	80 81,9	82 86,9	87 99	99,1 105	105,1 106	106,1 107	107,1 108	108,1 109	109,1 110	110,1 120
			-0,30	-0,18	-0,10	-0,02	0,00	0,02	0,00	-0,04	-0,10	-0,12	-0,14	-0,16	-0,20
>=64	-0,01	0,16	-0,14	-0,02	0,06	0,14	0,16	0,18	0,16	0,12	0,06	0,04	0,02	0,00	-0,04
63	0,00	0,17	-0,13	-0,01	0,07	0,15	0,17	0,19	0,19	0,13	0,07	0,05	0,03	0,01	-0,03
62	0,00	0,17	-0,13	-0,01	0,07	0,15	0,17	0,19	0,17	0,13	0,07	0,05	0,03	0,01	-0,03
61	0,02	0,17	-0,13	-0,01	0,07	0,15	0,17	0,19	0,17	0,13	0,07	0,05	0,03	0,01	-0,03
60	0,03	0,15	-0,15	-0,03	0,05	0,13	0,15	0,17	0,15	0,11	0,05	0,03	0,01	-0,01	-0,05
59	0,04	0,12	-0,18	-0,06	0,02	0,10	0,12	0,14	0,12	0,08	0,02	0,00	-0,02	-0,04	-0,08
58	0,04	0,08	-0,22	-0,10	-0,02	0,06	0,08	0,10	0,08	0,04	-0,02	-0,04	-0,06	-0,08	-0,12
57	0,04	0,04	-0,26	-0,14	-0,06	0,02	0,04	0,06	0,04	0,00	-0,06	-0,08	-0,10	-0,12	-0,16
56	0,00	0,00	-0,30	-0,18	-0,10	-0,02	0,00	0,02	0,00	-0,04	-0,10	-0,12	-0,14	-0,16	-0,20
55	-0,02	-0,02	-0,32	-0,20	-0,12	-0,04	-0,02	0,00	-0,02	-0,06	-0,12	-0,14	-0,16	-0,18	-0,22
54	-0,02	-0,04	-0,34	-0,22	-0,14	-0,06	-0,04	-0,02	-0,04	-0,08	-0,14	-0,16	-0,18	-0,20	-0,24
53	-0,04	-0,08	-0,38	-0,26	-0,18	-0,10	-0,08	-0,06	-0,08	-0,12	-0,18	-0,20	-0,22	-0,24	-0,28
52	-0,04	-0,12	-0,42	-0,30	-0,22	-0,14	-0,12	-0,10	-0,12	-0,16	-0,22	-0,24	-0,26	-0,28	-0,32
51	-0,08	-0,20	-0,50	-0,38	-0,30	-0,22	-0,20	-0,18	-0,20	-0,24	-0,30	-0,32	-0,34	-0,36	-0,40
<= 50	-0,20	-0,40	-0,70	-0,58	-0,50	-0,42	-0,40	-0,38	-0,40	-0,44	-0,50	-0,52	-0,54	-0,56	-0,60

Porcs > 120 Kg : Poids de carcasse minoré de 7 % et prix de la coche

PIFS et VERRASSONS	P6	P7	P8
	45	75	88,1
	74,9	88	98
base TMP 56 %	-0,40	-0,08	-0,23
codes OBS pénalisants	-0,46	-0,30	-0,30

> 98 Kg Poids de carcasse minoré de 7 % et prix de la coche - 0,15 €

Code 01 (TGS)	+0,10 €
Codes pénalisants	-0,18 €
P1 code pénalisant (56 %)	-0,40 €
P6 code pénalisant (56 %)	-0,46 €
P7 et P8 cde pen. (56 %)	-0,30 €
Plus-value Référencés	+0,02 €
Moins-value Standards	-0,03 €



Le plus rémunérateur



Uniporc, 2015

➤ Evolution récente de la grille

Alourdissement des carcasses Prise en compte de l'élevage de males entiers



Grille de Plus-Value "UNIPORC"
Pour les porcs charcutiers issus d'élevages produisant des mâles castrés

Mise en application le 1er Juillet 2024

Femelles et Mâles castrés		Poids chaud (kg)										
		P1	P2	P3		GAMME			P4		P5	
		45 - 69,9	70 - 80,9	81 - 82,9	83 - 84,9	85 - 89,9	90 - 102	102,1 - 108	108,1 - 109	109,1 - 110	110,1 - 120	
Plus Value Technique (€ / kg)		-0.30	-0.18	-0.10	-0.02	0.00	0.02	0.00	-0.10	-0.15	-0.20	
TMP (%)	>=64	0.15	-0.15	-0.03	0.05	0.13	0.15	0.17	0.15	0.05	0.00	-0.05
	63	0.16	-0.14	-0.02	0.06	0.14	0.16	0.18	0.16	0.06	0.01	-0.04
	62	0.17	-0.13	-0.01	0.07	0.15	0.17	0.19	0.17	0.07	0.02	-0.03
	61	0.17	-0.13	-0.01	0.07	0.15	0.17	0.19	0.17	0.07	0.02	-0.03
	60	0.15	-0.15	-0.03	0.05	0.13	0.15	0.17	0.15	0.05	0.00	-0.05
	59	0.12	-0.18	-0.06	0.02	0.10	0.12	0.14	0.12	0.02	-0.03	-0.08
	58	0.08	-0.22	-0.10	-0.02	0.06	0.08	0.10	0.08	-0.02	-0.07	-0.12
	57	0.04	-0.26	-0.14	-0.06	0.02	0.04	0.06	0.04	-0.06	-0.11	-0.16
	56	0.00	-0.30	-0.18	-0.10	-0.02	0.00	0.02	0.00	-0.10	-0.15	-0.20
	55	-0.02	-0.32	-0.20	-0.12	-0.04	-0.02	0.00	-0.02	-0.12	-0.17	-0.22
	54	-0.04	-0.34	-0.22	-0.14	-0.06	-0.04	-0.02	-0.04	-0.14	-0.19	-0.24
	53	-0.08	-0.38	-0.26	-0.18	-0.10	-0.08	-0.06	-0.08	-0.18	-0.23	-0.28
	52	-0.12	-0.42	-0.30	-0.22	-0.14	-0.12	-0.10	-0.12	-0.22	-0.27	-0.32
	51	-0.20	-0.50	-0.38	-0.30	-0.22	-0.20	-0.18	-0.20	-0.30	-0.35	-0.40
	<= 50	-0.40	-0.70	-0.58	-0.50	-0.42	-0.40	-0.38	-0.40	-0.50	-0.55	-0.60

Porcs > 120 Kg : Poids de carcasse minoré de 7 % et prix de la coche

PIFS et Verrassons	P6	P7	P8
Plus Value (€ / kg)	-0.40	-0.08	-0.23
avec code OBS pièce noble	-0.46	-0.30	-0.30

> 98 kg: Poids de carcasse minoré de 7 % et prix de la coche -0,15€

Complément / codes OBS (€ / kg)	
01 (TGS)	0.10
Pièces nobles	-0.18

Plus-value Qualité (€ / kg)	
Tatouage lisible (élev réf)	0.02
Tatouage illisible / absent (réf)	-0.01
Tatouage lisible (élev non réf)	0.00
Tatouage illisible / absent (non réf)	-0.03

Réf: Elevage réf Bdporc - Lots à jeun et non indépendants
Hors P1, P6, P7 et P8



Grille de Plus-Value "UNIPORC"
Pour les porcs charcutiers issus d'élevages produisant des mâles entiers

Mise en application le 1er Juillet 2024

Tous les Porcs		Poids chaud (kg)										
		P1	P2	P3		GAMME			P4		P5	
		45 - 69,9	70 - 80,9	81 - 82,9	83 - 84,9	85 - 89,9	90 - 102	102,1 - 108	108,1 - 109	109,1 - 110	110,1 - 120	
Plus Value Technique (€ / kg)		-0.30	-0.18	-0.10	-0.02	0.00	0.02	0.00	-0.10	-0.15	-0.20	
TMP (%)	>=64	0.15	-0.15	-0.03	0.05	0.13	0.15	0.17	0.15	0.05	0.00	-0.05
	63	0.16	-0.14	-0.02	0.06	0.14	0.16	0.18	0.16	0.06	0.01	-0.04
	62	0.17	-0.13	-0.01	0.07	0.15	0.17	0.19	0.17	0.07	0.02	-0.03
	61	0.17	-0.13	-0.01	0.07	0.15	0.17	0.19	0.17	0.07	0.02	-0.03
	60	0.15	-0.15	-0.03	0.05	0.13	0.15	0.17	0.15	0.05	0.00	-0.05
	59	0.12	-0.18	-0.06	0.02	0.10	0.12	0.14	0.12	0.02	-0.03	-0.08
	58	0.08	-0.22	-0.10	-0.02	0.06	0.08	0.10	0.08	-0.02	-0.07	-0.12
	57	0.04	-0.26	-0.14	-0.06	0.02	0.04	0.06	0.04	-0.06	-0.11	-0.16
	56	0.00	-0.30	-0.18	-0.10	-0.02	0.00	0.02	0.00	-0.10	-0.15	-0.20
	55	-0.02	-0.32	-0.20	-0.12	-0.04	-0.02	0.00	-0.02	-0.12	-0.17	-0.22
	54	-0.04	-0.34	-0.22	-0.14	-0.06	-0.04	-0.02	-0.04	-0.14	-0.19	-0.24
	53	-0.08	-0.38	-0.26	-0.18	-0.10	-0.08	-0.06	-0.08	-0.18	-0.23	-0.28
	52	-0.12	-0.42	-0.30	-0.22	-0.14	-0.12	-0.10	-0.12	-0.22	-0.27	-0.32
	51	-0.20	-0.50	-0.38	-0.30	-0.22	-0.20	-0.18	-0.20	-0.30	-0.35	-0.40
	<= 60	-0.40	-0.70	-0.58	-0.50	-0.42	-0.40	-0.38	-0.40	-0.50	-0.55	-0.60

Porcs > 120 Kg : Poids de carcasse minoré de 7 % et prix de la coche

Complément / codes OBS (€ / kg)	
01 (TGS)	0.10
Pièces nobles	-0.18

Plus-value Qualité (€ / kg)	
Tatouage lisible (élev réf)	0.02
Tatouage illisible / absent (réf)	-0.01
Tatouage lisible (élev non réf)	0.00
Tatouage illisible / absent (non réf)	-0.03

Réf: Elevage réf Bdporc - Lots à jeun et non indépendants
Hors P1

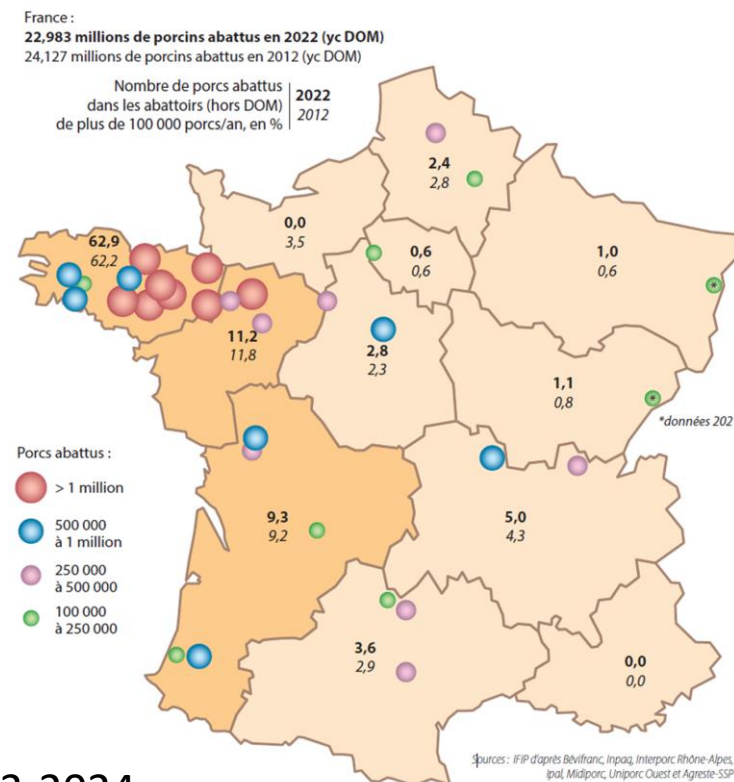
➤ Abattage

- 88 % des porcs français sont abattus dans 25 abattoirs spécialisés
- 11 abattoirs = 63% des porcs abattus
- 2 groupes = 44% capacités d'abattage

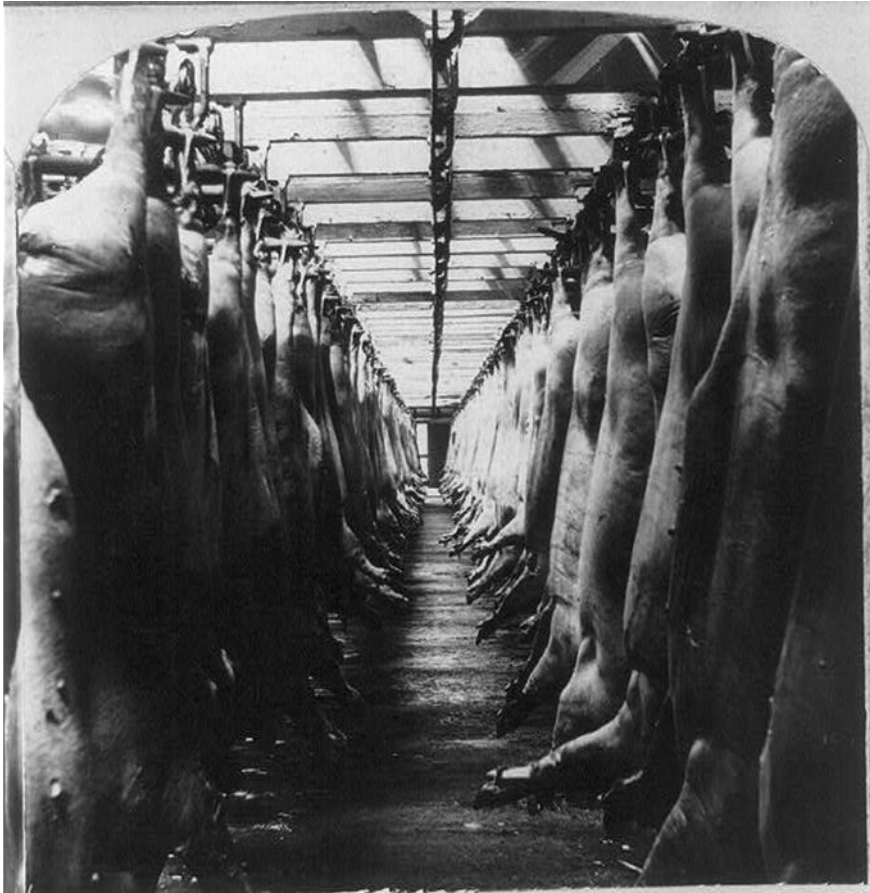
Transformation 300 entreprises réalisent un chiffre d'affaires annuel de 5,5 milliards d'euros (2021)



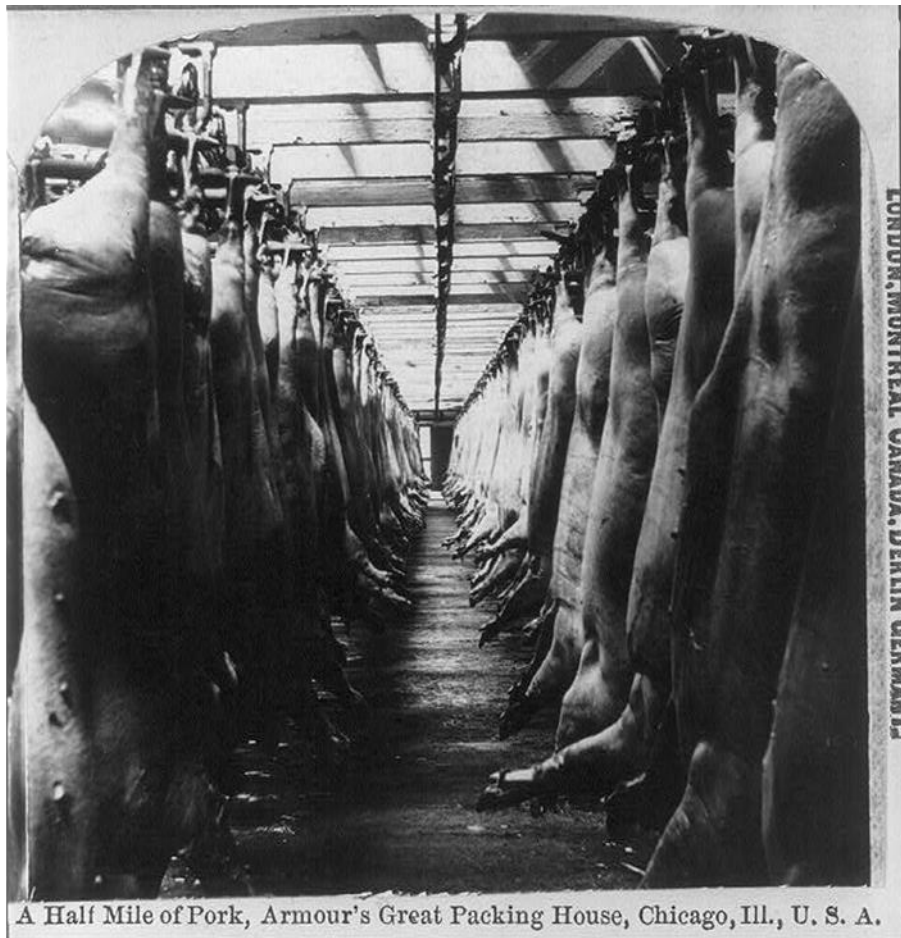
Localisation des abattoirs (31 unités ayant abattu plus de 100 000 porcs/an en 2022)
Répartition régionale des abattages en 2022



➤ Industrialisation de l'abattage



➤ Industrialisation de l'abattage : back to Chicago



Chicago, Etats-Unis, 1897

Source : Library of Congress

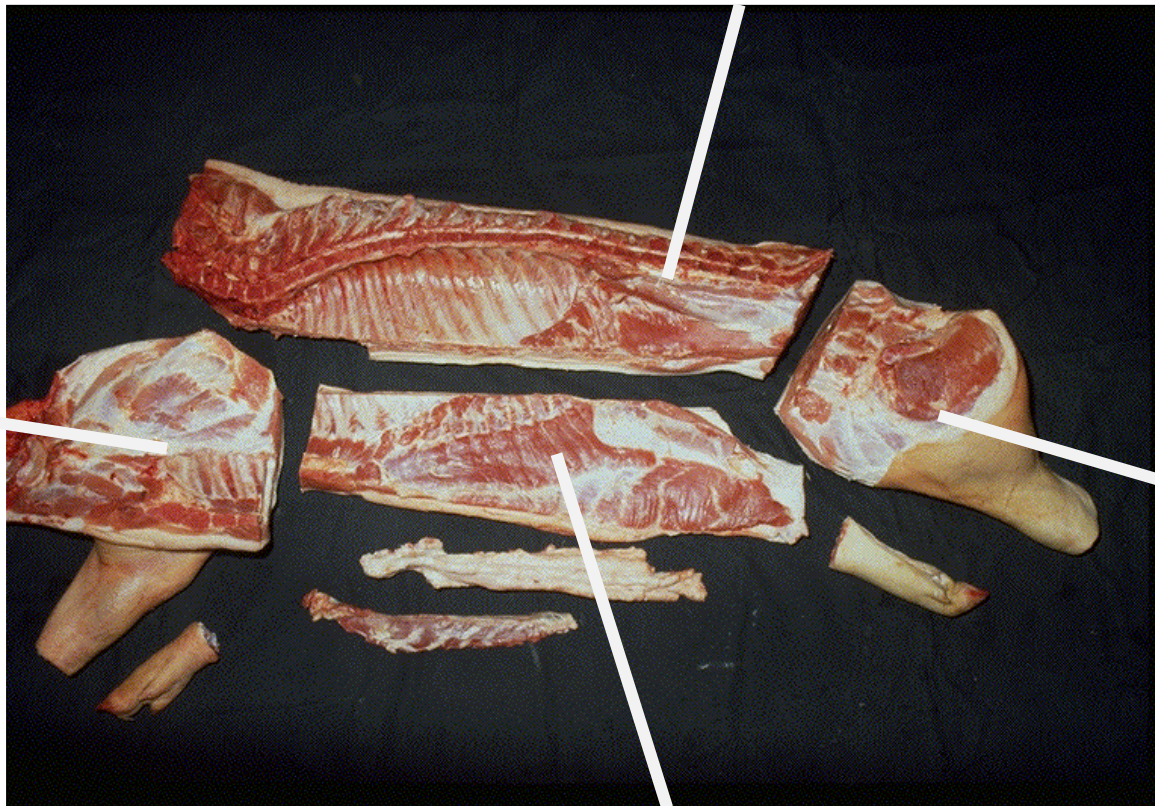


La France agricole 2022, © Cédric Faimali/GFA

➤ Qualité de la carcasse : prix différenciés des pièces

Longe ++

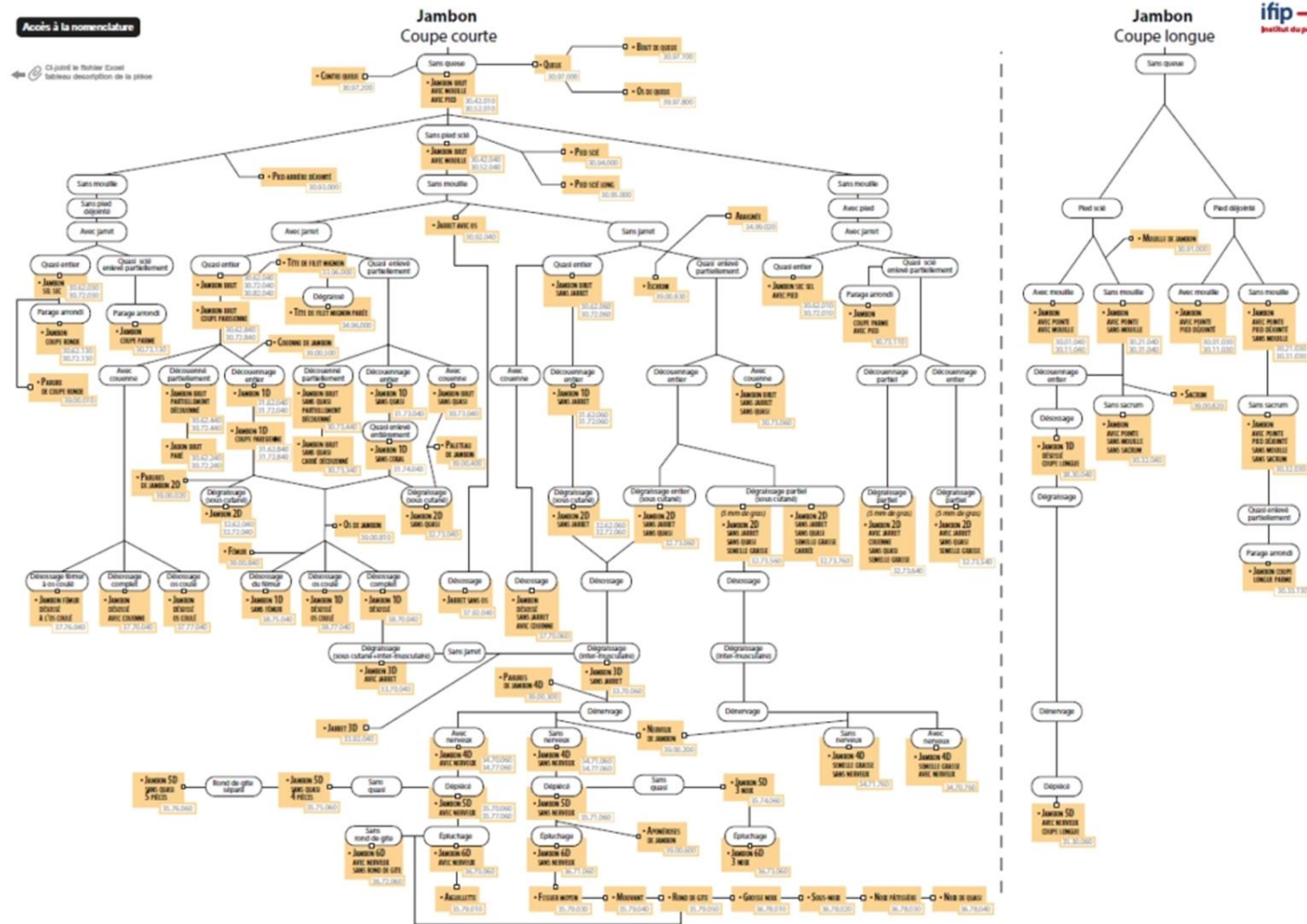
Epaule +



Jambon +++

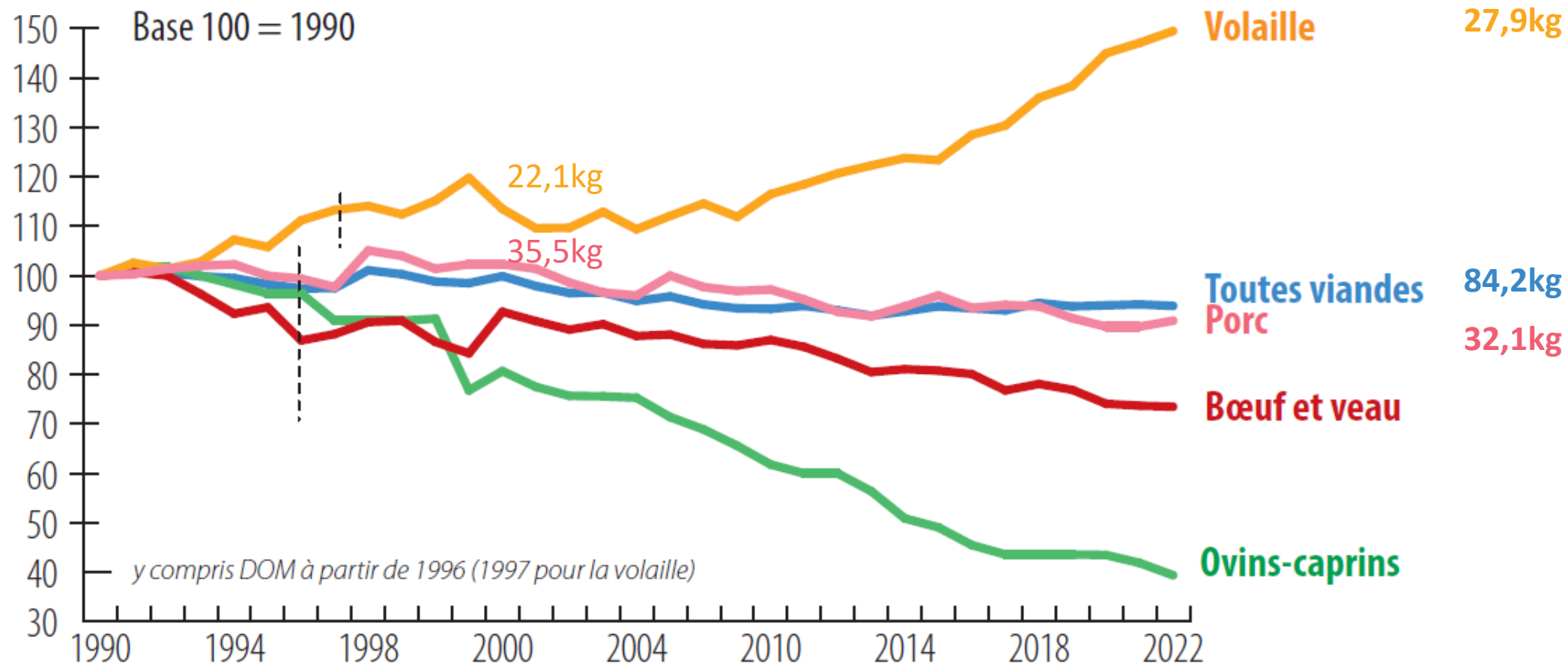
Poitrine +

➤ Des découpes diversifiées (ex jambon)



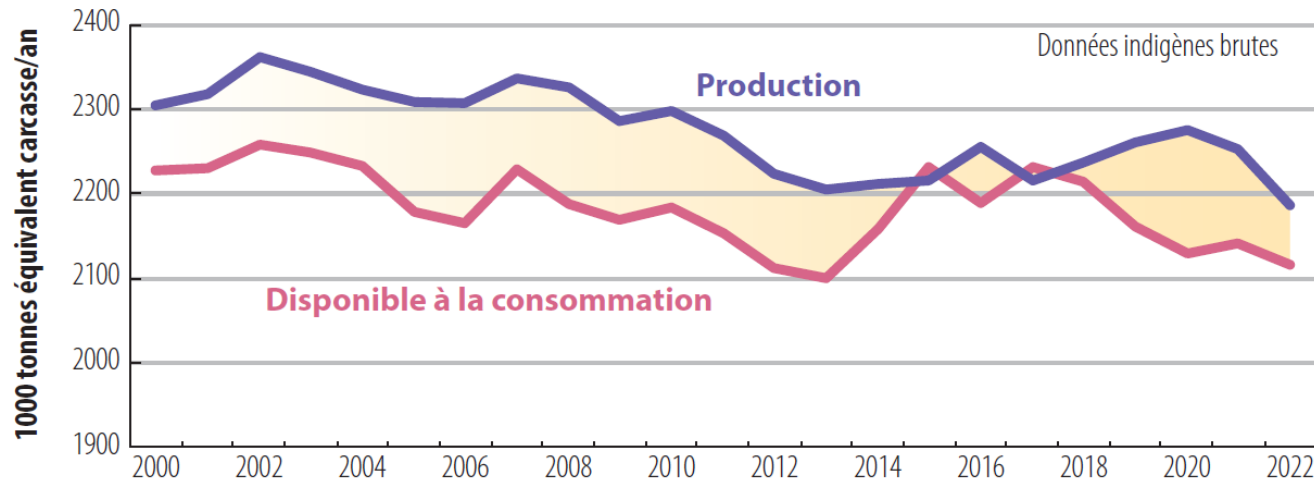
➤ Production et consommation de porc en France

Evolution de la consommation de viande par habitant

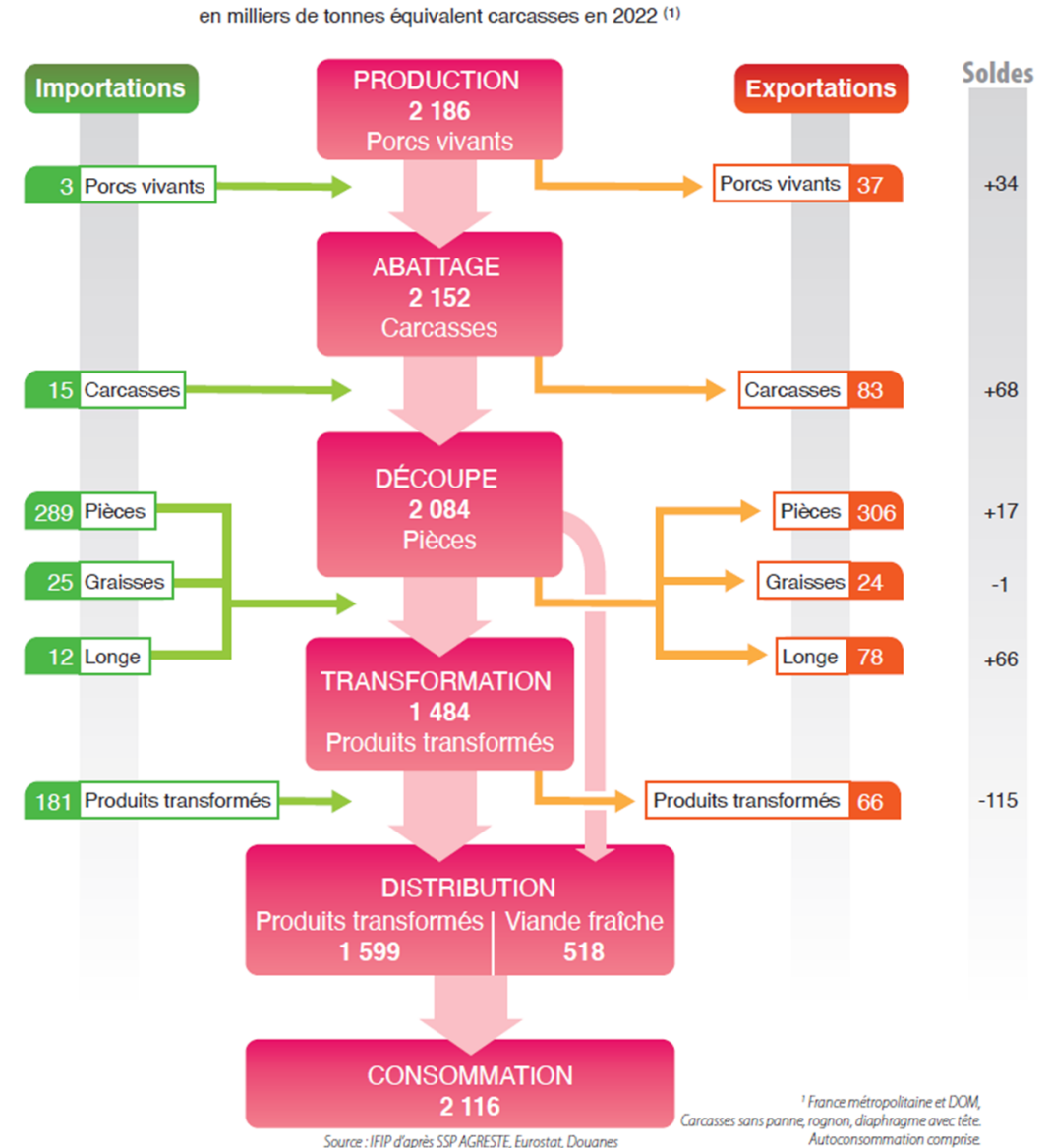


➤ De la production à la consommation

Evolution de la production et de la consommation



Le Porc par les Chiffres IFIP – Edition 2023-2024



➤ Surtout consommé en produits transformés

- $\frac{3}{4}$ de la viande est consommée en produits transformés
 - Jambon cuit
 - Saucisse
 - Salaison sèche



- $\frac{1}{4}$ est consommée en viande fraîche

Les produits issus du porc

La découpe primaire consiste à séparer la carcasse en 2 grandes catégories de produits :

- Les pièces dites nobles (longe, jambon, épaule et poitrine)
- Le cinquième quartier, comprenant les abats rouges et blancs, le gras et les autres morceaux (gorge, tête, pieds...).

Jambon

Viande fraîche

- escalope
- jarret (jambonneau)
- rouelle
- pied

Charcuterie

- saucisse fraîche
- jambon cuit
- jambon sec
- jarret traité en salaison

Poitrine

Viande fraîche

- poitrine fraîche

Charcuterie

- lardons
- poitrine séchée
- poitrine fumée
- petit salé (plat de côtes demi-sel)

Longe

Viande fraîche

- échine
- côtelette
- rôti
- filet mignon
- travers
- viande marinée

Charcuterie

- bacon
- coppa
- lonzo
- rôti

Épaule

Viande fraîche

- escalope
- saucisse fraîche
- palette
- jarret
- farce à saucisse

Charcuterie

- saucisse et saucisson sec
- saucisse et saucisson cuit
- terrine
- pâté

Abats

Foie

- pâté de foie
- figatelle

Sang

- boudin noir
- boyaux naturels pour saucisserie
- andouille, andouillette

Tête

- pâté (ou fromage de tête)
- hure
- salade de museau
- roulade

Gras

Bardière (gras dur)

- lard
- barde pour rôti et galantine
- charcuterie sèche
- charcuterie cuite (gorge)

Panne

- saindoux

Les pièces issues de la découpe primaire peuvent être à nouveau découpées dans le but d'obtenir des morceaux aux usages plus spécifiques. Elles sont plus faciles à vendre car répondant à une demande exprimée par les clients et directement utilisables en transformation. Ces morceaux peuvent être valorisés comme viande fraîche ou être transformés (salés, fumés, cuisinés...).

➤ Caractéristiques des conditions de production

- Homogénéité de la production
 - Un système de production largement dominant
 - Objectif = production à moindre coût, animaux plus maigres avec un regard sur la qualité des produits (technologique)
 - Forte standardisation / quelques exceptions
- Homogénéité des porcs
 - Abattage à poids constant (115 kg en moyenne)
 - Quelques animaux abattus plus tardivement
- Produire pour la transformation
 - Salaison cuite (jambon)
 - Salaison crue

➤ Composantes de l'efficacité de la production

• Coûts de production

- Production de porcelets dépend :
 - de la productivité numérique
- Engraissement dépend :
 - de la vitesse de croissance
 - de l'efficacité alimentaire
 - de la mortalité

• Valeur du porc abattu

- Rendement
- Qualité
 - Pourcentage de maigre
 - Qualité de viande

