

# ➤ 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

## 3. Organisation de la sélection porcine

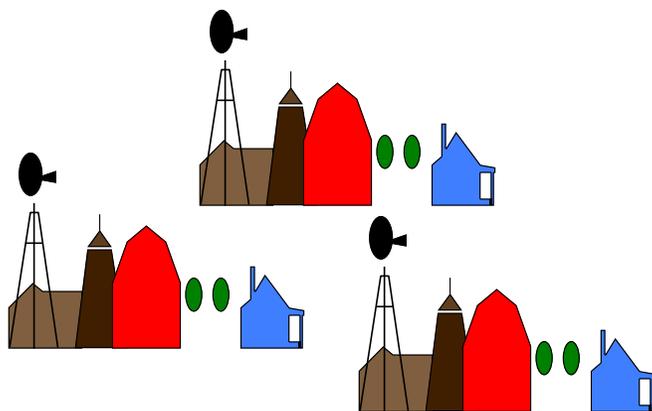
Collecte de l'information

Evolution des caractères

# ➤ Le contrôle des performances en France

## ➔ Caractères de production

### CONTROLE EN FERME



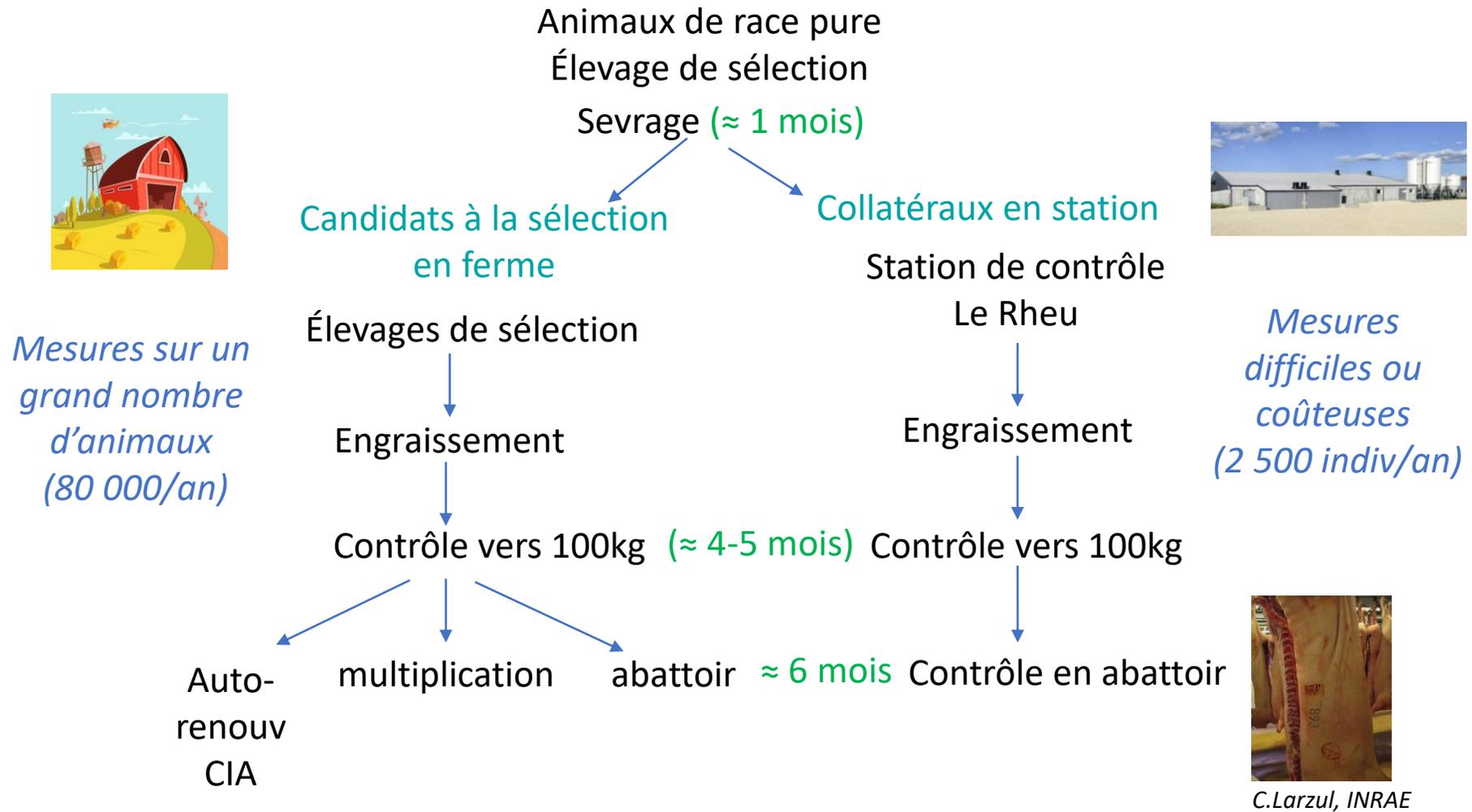
### CONTROLE EN STATION



50 élevages de sélection (sél. col.)  
80.000 animaux/an

2 stations publiques → 1  
2.500 animaux/an

# ➤ La collecte de l'information : contrôle des performances



# ➤ La station de phénotypage du Rheu

## Inauguration de la station porcine de phénotypage

François Houllier, PDG de l'Inra et Guy Dartois président de France Génétique Porc ont inauguré, vendredi 26 juin 2015, la nouvelle station porcine de phénotypage située au Rheu (35).



Contrôle de 2500 porcs / an  
(504 places PS + 1008 places engraissement)

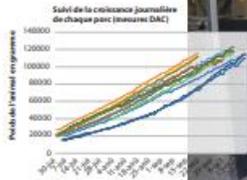
PUBLIÉ LE 28/06/2015

MIS À JOUR LE 29/06/2015

**MOTS-CLÉS : BRETAGNE - PORC - SÉLECTION GÉNÉTIQUE - PHENOTYPAGE**

Le dispositif d'amélioration génétique français s'appuyait sur deux stations de contrôle (Le Rheu et Mauron) vieillissantes et non adaptées aux enjeux de demain. Ces nouvelles installations viennent répondre aux ambitions de la génétique porcine française de conserver son leadership international. Elles ont bénéficié d'un montage unique associant les professionnels de la génétique porcine et la recherche. Les organisations de producteurs, au travers de leurs entreprises de sélection, ont créé France Génétique Porc, organisation regroupant l'Ifip, ADN, Gène + et Nucléus, afin de structurer les activités de R&D génétique. C'est cette structure qui, en partenariat avec l'Inra, a porté le projet de la nouvelle station porcine.

# ➤ La station de phénotypage du Rheu



## Des mesures de précision

- 1 Les DAC sont des automates qui permettent d'alimenter individuellement chaque porc et ainsi d'évaluer son efficacité alimentaire (GMQ, CMJ et IC).
- 2 Les plateaux de pesée permettent de connaître la cinétique de croissance de chaque animal



## Réduire l'impact environnemental :

- 1 Le raclage en V (séparation de phase des déjections directement sous les animaux) permet l'exportation de la partie solide et la réduction des émissions d'ammoniac, et donc plus de confort pour le personnel et les animaux dans les bâtiments, ainsi qu'une réduction des nuisances olfactives pour le voisinage.
- 2 Le laveur d'air (l'air extrait de la station est dirigé vers un caisson de lavage pour y être traité) permet de réduire les émissions d'ammoniac, d'odeurs et de poussières en sortie du bâtiment. Le principe est basé sur la capacité à se solubiliser dans l'eau de composants présents dans l'air des porcheries comme l'ammoniac qui passe ainsi de la forme gazeuse à la forme liquide.

## Garantir une bonne gestion du risque sanitaire :

- La conception du bâtiment (circulation des animaux et des hommes).
- La protection du bâtiment (clôture, filtration de l'air...)
- Le respect d'une bonne conduite d'élevage (mesures d'hygiène : propreté du personnel et des animaux, changement de bottes entre salles, protocoles nettoyage désinfection du matériel et salles ...)



Mesure :  
- identification  
- pesée  
- pose de boussoles électroniques



## Mesurer plus finement certaines caractéristiques des animaux vivants :

- 1 Le scanner RX de l'IFIP sera mobilisé pour des mesures sur animal vivant.

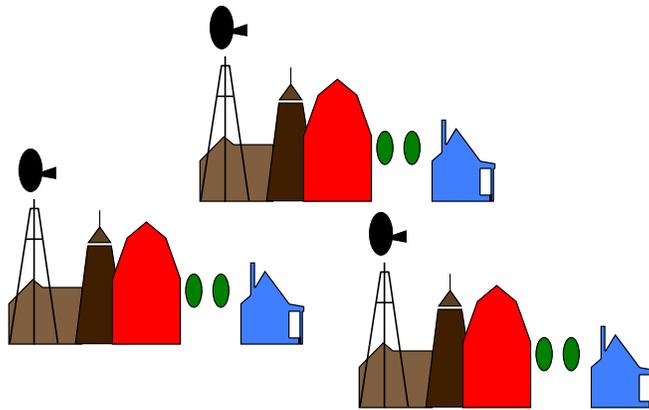


Mesure :  
Local pour accueillir le tomographe (scanner RX) mobile de l'IFIP

# ➤ Le contrôle des performances en France

## ➔ Caractères de reproduction

### CONTROLE EN FERME



50 élevages de sélection  
20.000 portées/an

# ➤ Le contrôle des performances en France

## CONTROLES EN FERME

### Caractères de **production**

Age à 100 kg

Épaisseur de lard à 100 kg (US)

abattoir { *Épaisseur de muscle à 100kg (X5)*  
*Qualité de la viande (pH ult., exsudat)*

*Morphologie (notes de longe, jambon, aplombs, onglons...)*

### Caractères de **reproduction**

Tailles de portées (tot., vivants, sevrés)

Poids des porcelets

Evènements de reproduction

(critères GTTT) *aussi des femelles croisées*

Nombre de tétines (bonnes/fausses)

## CONTROLE EN STATION

### Caractères de **production**

Gain Moyen Quotidien

Indice de Consommation

Comportement alimentaire (CMJ via les DAC)

Abattoir :

Rendement carcasse

Poids des pièces

Pourcentage de muscle

Critères de qualité de viande

(pH, rét., couleur ...)

# Contrôles en ferme et en station : 2 outils complémentaires



Famille de caractères	Contrôle en ferme	Contrôle en station
Croissance	Age à 100 kg Age à 100 kg corrigé	GMQ de 35 à 110 kg
Efficacité alimentaire	-	IC de 35 à 110 kg
Appétit	-	CMJ (consommation moyenne journalière)
Composition corporelle	ELD100 X5	TMP calculée Rendement carcasse
Qualité de viande	pH24	IQV (pH24, couleur, rétention d'eau)

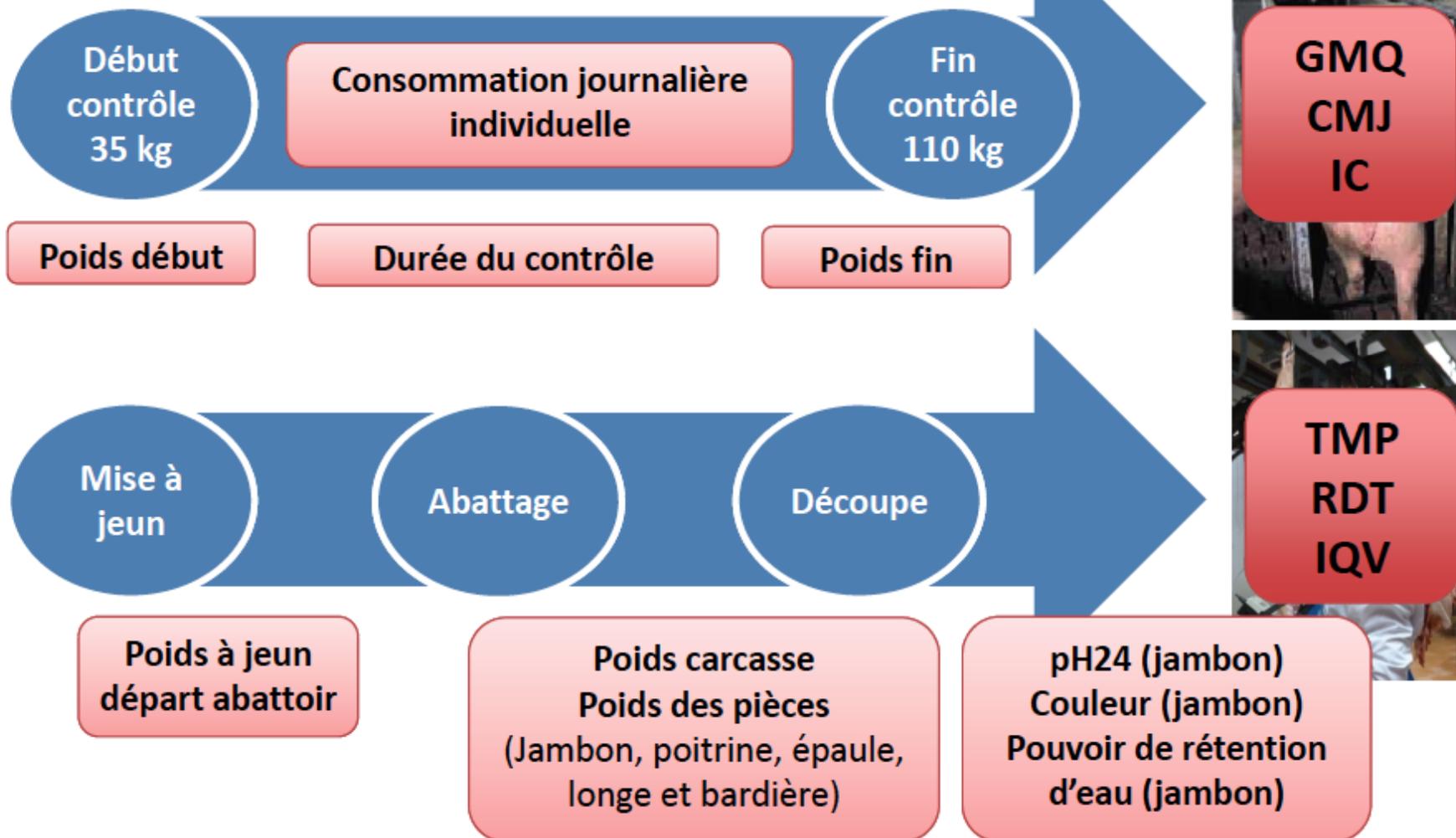
↑ ↑  
Caractères corrélés entre eux

## ➤ Les US



(Crédit photo : GENE+)

# Caractères calculés à partir des performances mesurées en station



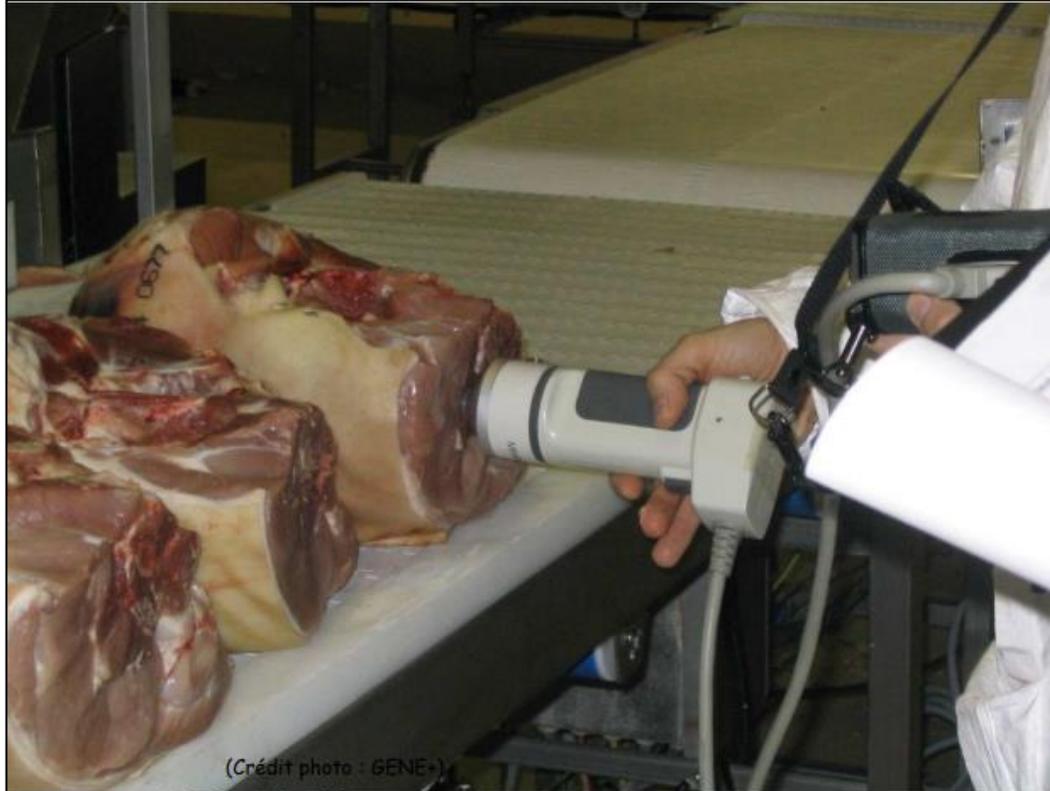
## ➤ Les mesures l'abattoir



Mesures de pH :  
- pH24 jambon



## ➤ Les mesures l'abattoir

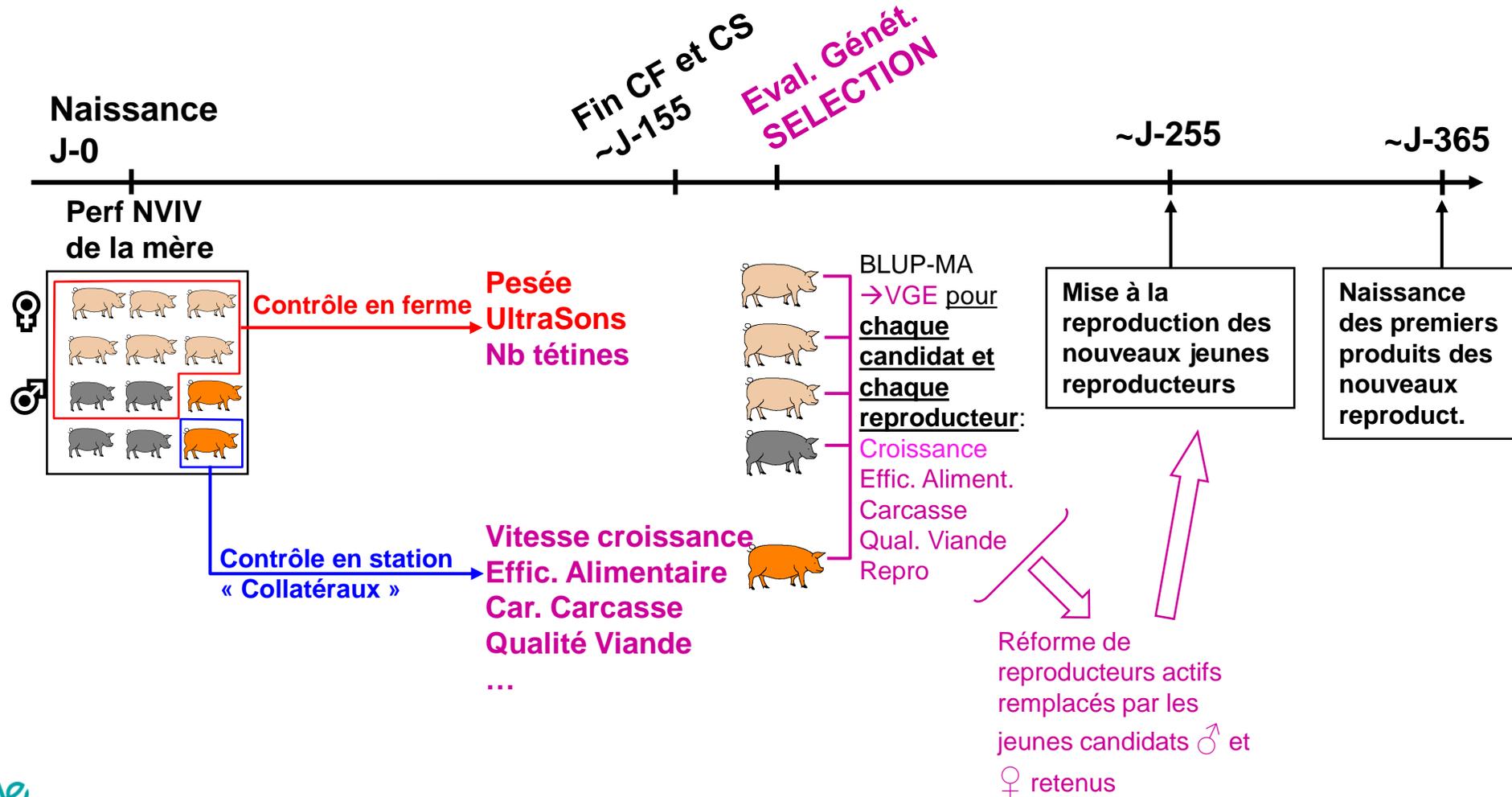


(Crédit photo : GENE+)

Mesures de  
réflectance  
(chromamètre)  
(aspect plus  
ou moins pâle  
de la viande)



# ➤ Exemple du contrôle de performance pour les Large White en France



# ➤ SOMMAIRE

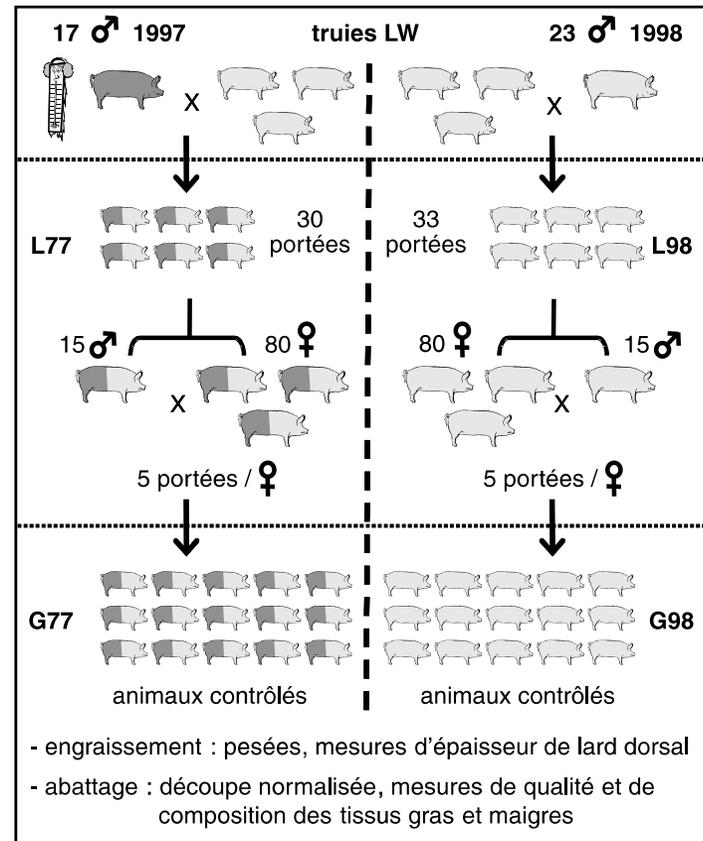
## 3. Organisation de la sélection porcine

### Evolution des caractères

# ➤ Un expérience pour confirmer l'évolution des caractères par la sélection génétique

Utilisation de semence congelée de verrats de 1977 vs 1998

- Validation « indépendante » du progrès réalisé sur les caractères sélectionnés
- Appréciation des évolutions indirectes sur d'autres caractères non inclus dans l'objectif de sélection



**Tableau 1** - Moyenne des moindres carrés (MMC ± erreur standard) pour le groupe expérimental et progrès génétique annuel estimé ( $\Delta Ga \pm$  erreur standard) pour l'âge à la puberté des truie, les caractères de prolificité et le taux de survie naissance -21 jours

caractère <sup>A</sup>	effectifs		MMC groupe expérimental		$\Delta Ga \pm es\Delta Ga$	Pr >  t  pour H0 : $\Delta Ga=0$
	A77	A98	1977	1998		
PUB (jours)	72	84	216,3 ± 3,3	211,7 ± 3,2	-0,44 ± 0,44	0,3244
CJPUB	43	51	15,34 ± 0,46	17,14 ± 0,45	0,17 ± 0,06	0,0079
CJSAIL	184	205	18,50 ± 0,56	20,46 ± 0,49	0,19 ± 0,06	0,0015
TSE (%)	127	149	61,9 ± 4,3	64,5 ± 3,8	0,25 ± 0,27	0,3436
NTOT	196	234	11,01 ± 0,33	12,45 ± 0,29	0,14 ± 0,04	0,0011
NVIV	196	234	10,21 ± 0,33	11,25 ± 0,29	0,10 ± 0,04	0,0155
NMOR	196	234	0,79 ± 0,12	1,14 ± 0,11	0,03 ± 0,01	0,0248
TXSV21 (%)	183	220	84,5 ± 1,6	82,4 ± 1,4	-0,20 ± 0,23	0,3715

<sup>A</sup> voir texte pour signification des abréviations

Tribout et al, JRP 2003; Bazin et al, JRP 2003)

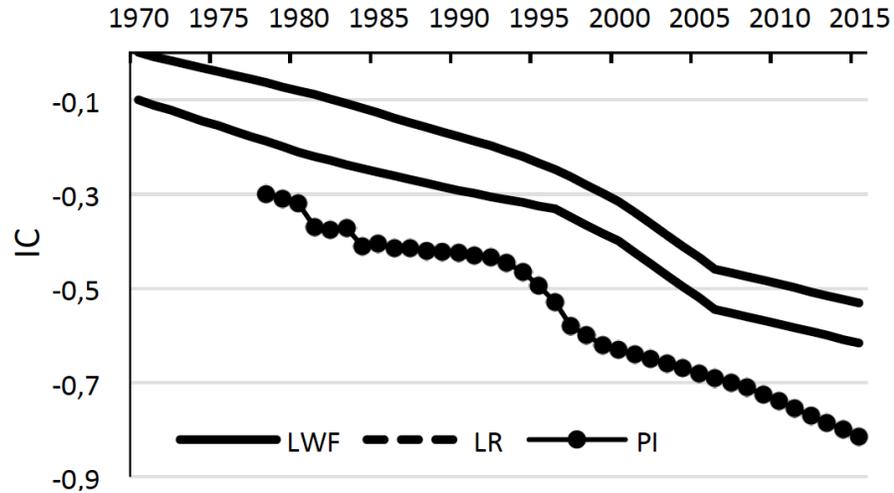
**Tableau 2** - Moyenne des moindres carrés (MMC ± erreur standard) pour le groupe expérimental et progrès génétique annuel estimé ( $\Delta Ga \pm$  erreur standard) pour le poids des porcelets à la naissance

caractère <sup>A</sup>	effectifs		MMC groupe expérimental		$\Delta Ga \pm es\Delta Ga$	Pr >  t  pour H0 : $\Delta Ga=0$
	A77	A98	1977	1998		
PNAIS (g)	1794	2375	1433 ± 36	1470 ± 30	3 ± 4	0,3308
ETPN (g)	165	192	249 ± 8	287 ± 7	3,7 ± 1,0	0,0003
CVPN	165	192	0,178 ± 0,006	0,203 ± 0,006	0,002 ± 0,001	0,0037
PNMIN (g)	165	192	1012 ± 32	952 ± 30	-6 ± 4	0,1780
PNMAX (g)	165	192	1802 ± 28	1894 ± 26	9 ± 4	0,0199
PNAISajst <sup>B</sup> (g)	1794	2375	1368 ± 31	1459 ± 26	9 ± 3	0,0052
ETPNajst (g)	165	192	253 ± 7	284 ± 7	3,0 ± 1,0	0,0023
CVPNajst <sup>B</sup>	165	192	0,185 ± 0,005	0,198 ± 0,005	0,001 ± 0,001	0,0747
PNMINajst <sup>B</sup> (g)	165	192	958 ± 25	989 ± 23	3 ± 3	0,3676
PNMAXajst <sup>B</sup> (g)	165	192	1783 ± 28	1906 ± 26	12 ± 4	0,0016

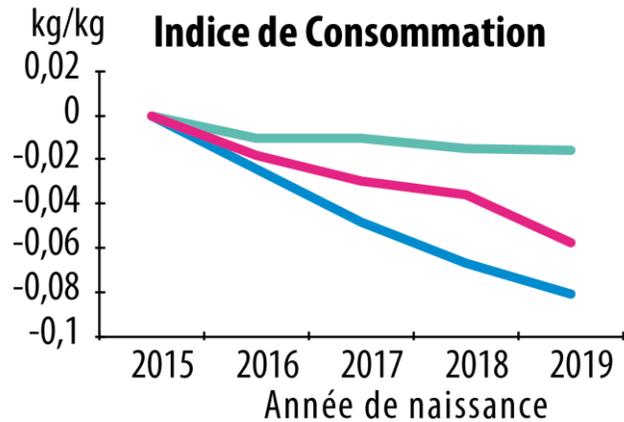
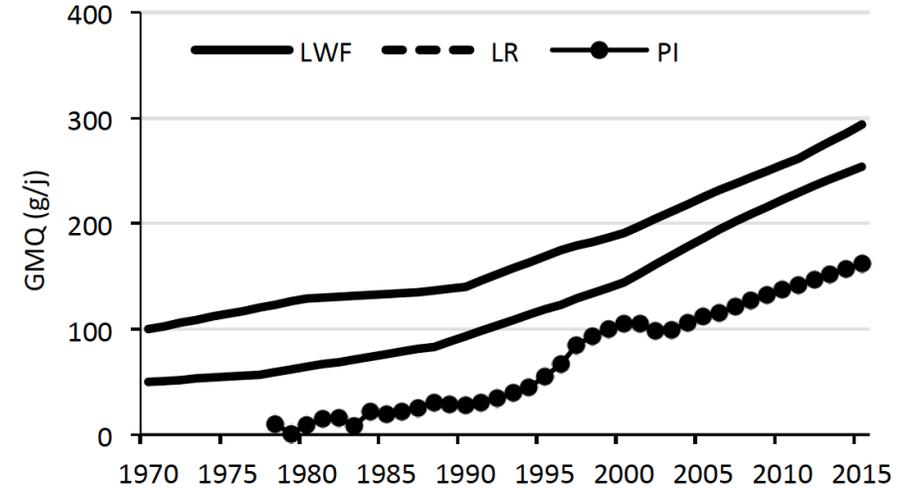
<sup>A</sup> voir texte pour signification des abréviations

<sup>B</sup> ajusté pour la taille de portée à la naissance

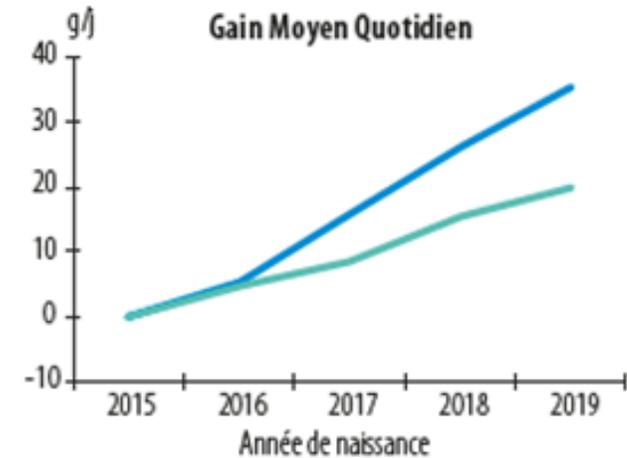
# ➤ Evolution génétique en France pour la sélection collective : croissance et efficacité alimentaire



*Bidanel et al (2018)*

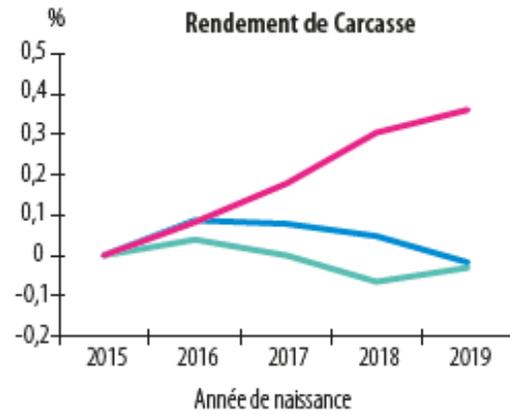
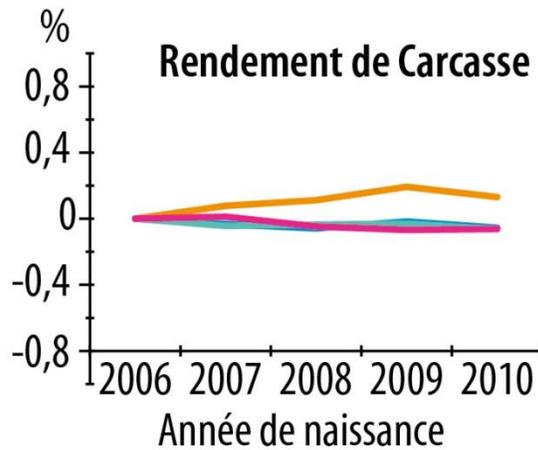
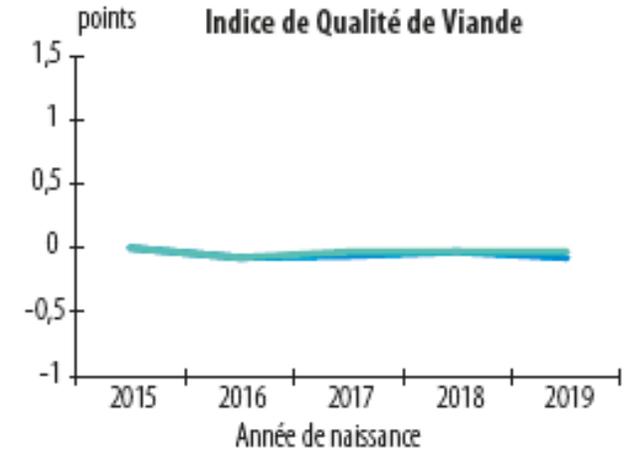
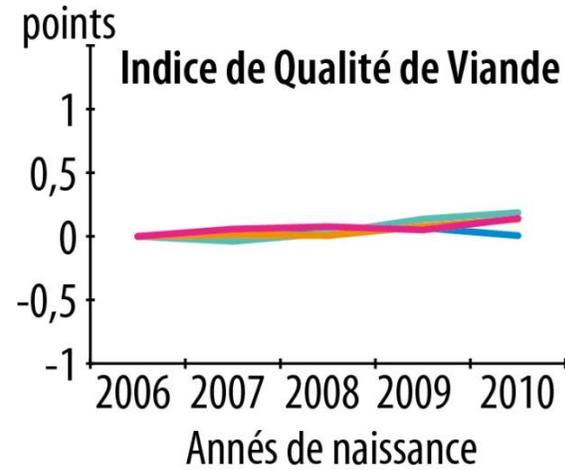
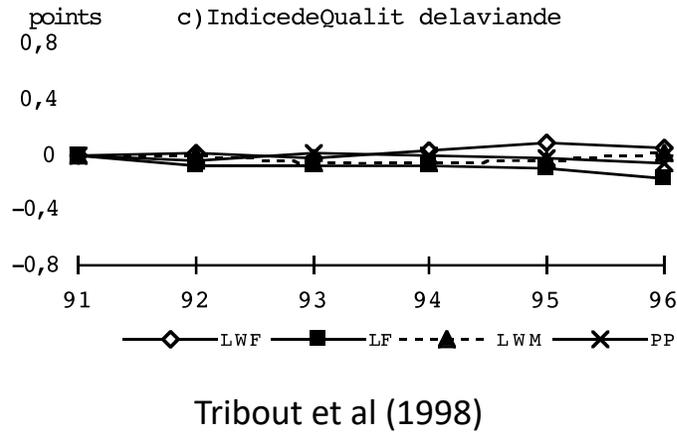


- Landrace Français
- Large White lignée femelle
- Piétrain



➔ Croissance plus rapide, animaux plus efficaces

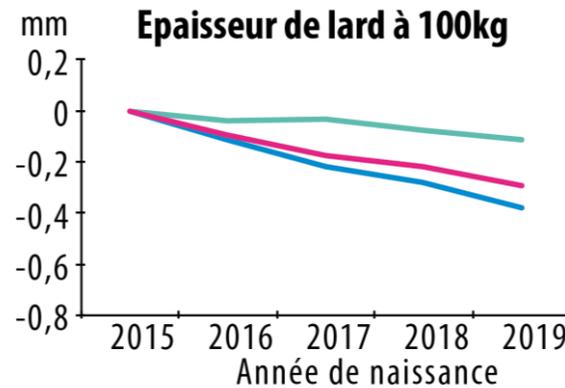
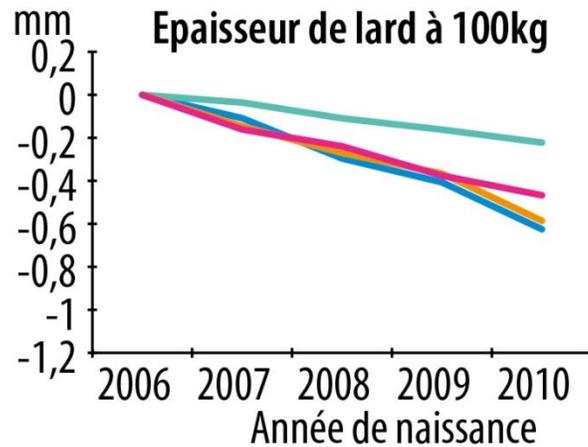
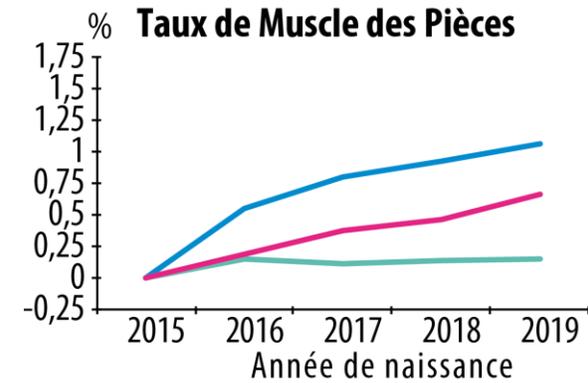
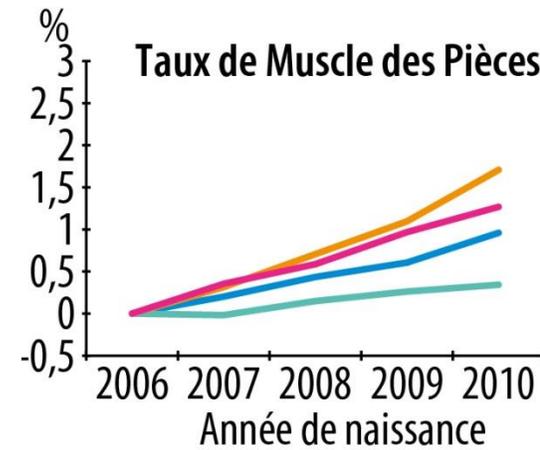
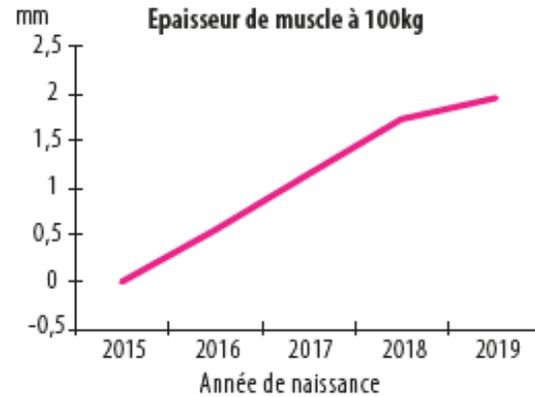
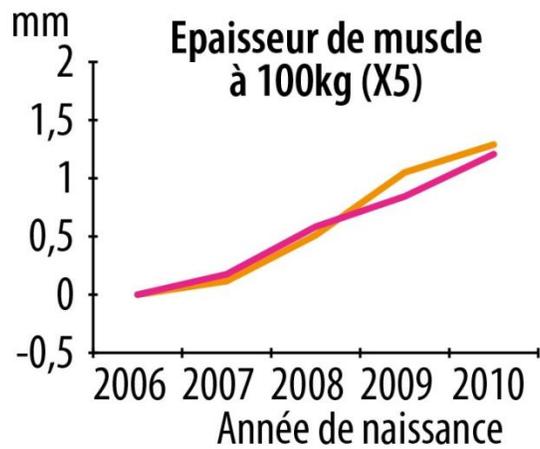
# ➤ Evolution génétique en France pour la sélection collective : qualité de viande



- Landrace français
- Large White lignée femelle
- Large White lignée mâle
- Piétrain

➔ La qualité de viande se maintient

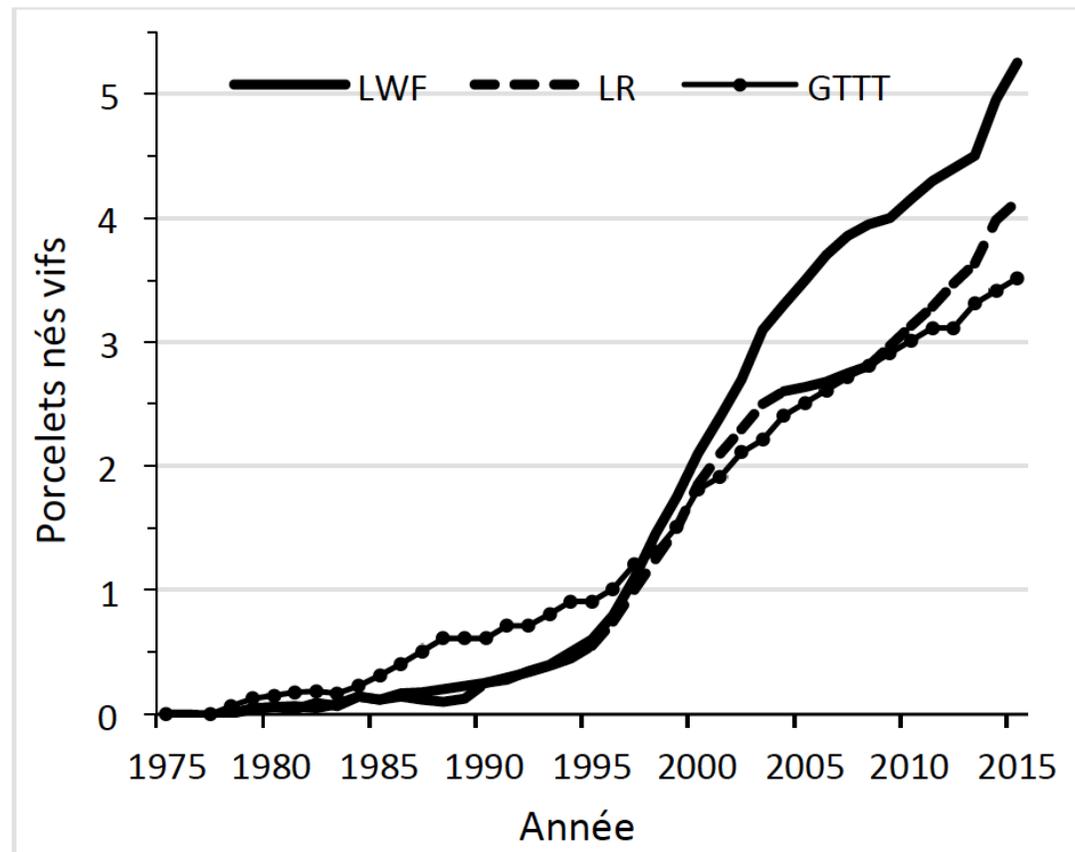
# ➤ Evolution génétique en France pour la sélection collective : caractères de production



- Landrace français
- Large White lignée femelle
- Large White lignée mâle
- Piétrain

➔ **Moins de gras, plus de muscle**

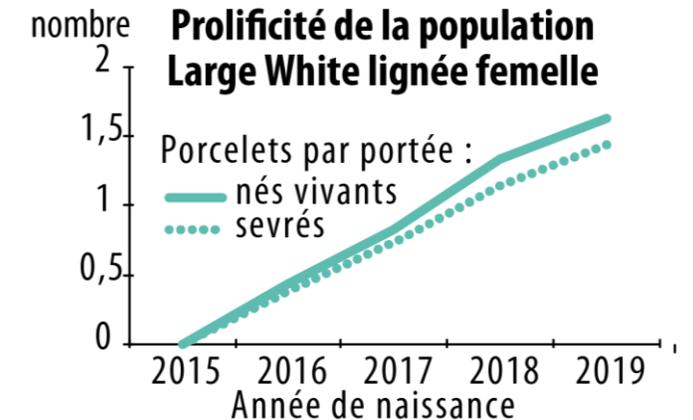
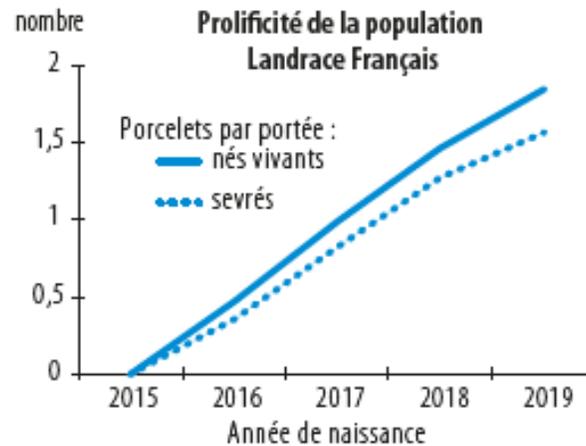
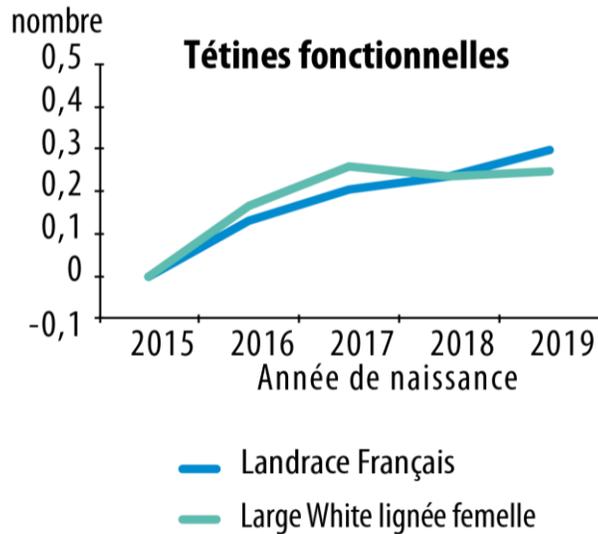
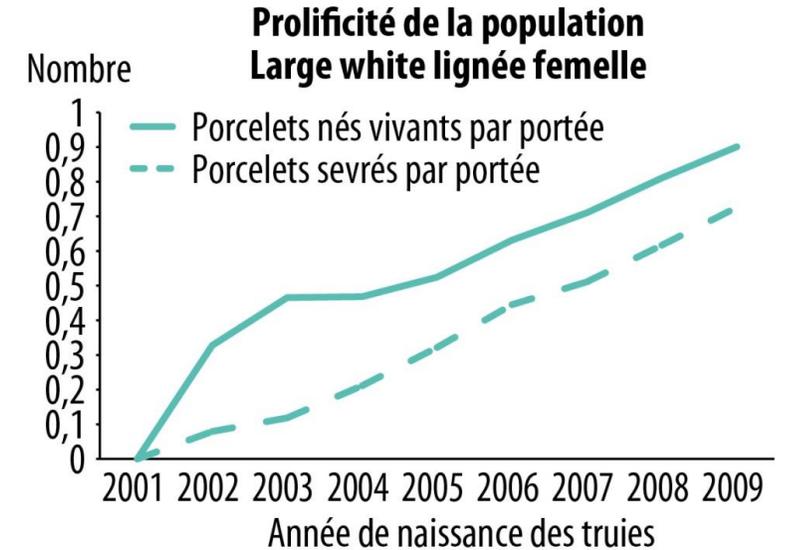
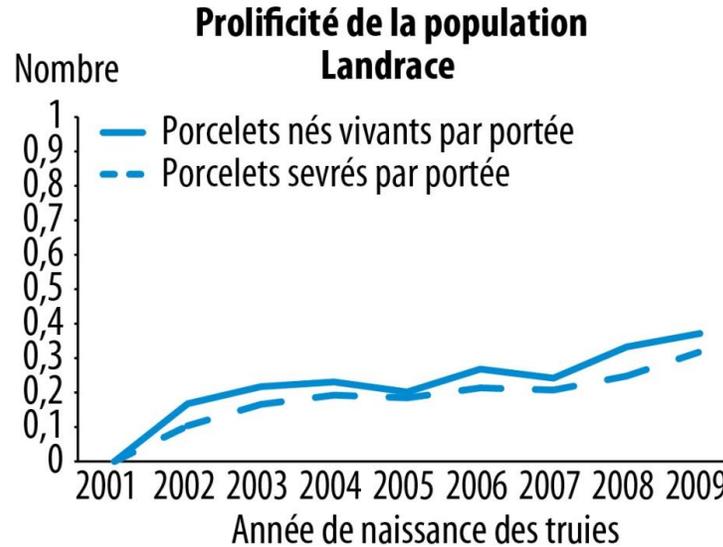
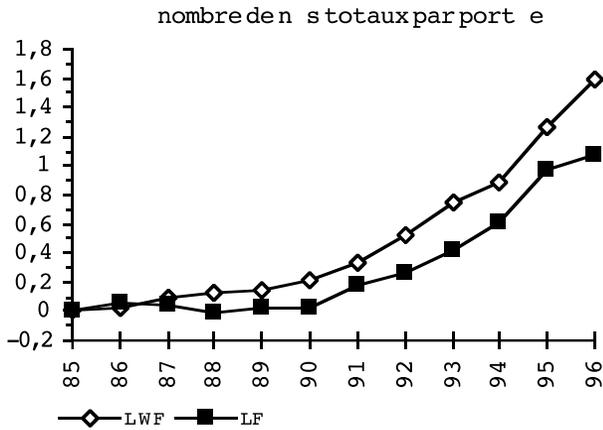
## ➤ Evolution génétique en France pour la sélection collective : caractères de reproduction



**Figure 5** – Evolution du nombre de nés vifs par portée dans les races Large White femelle (LWF), Landrace Français (LR) et au niveau de la gestion technique des troupeaux de truies (GTTT)

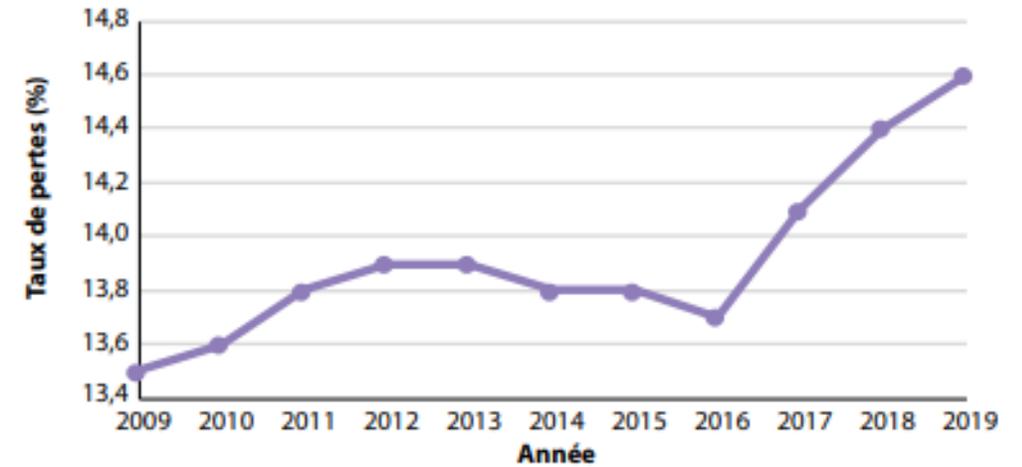
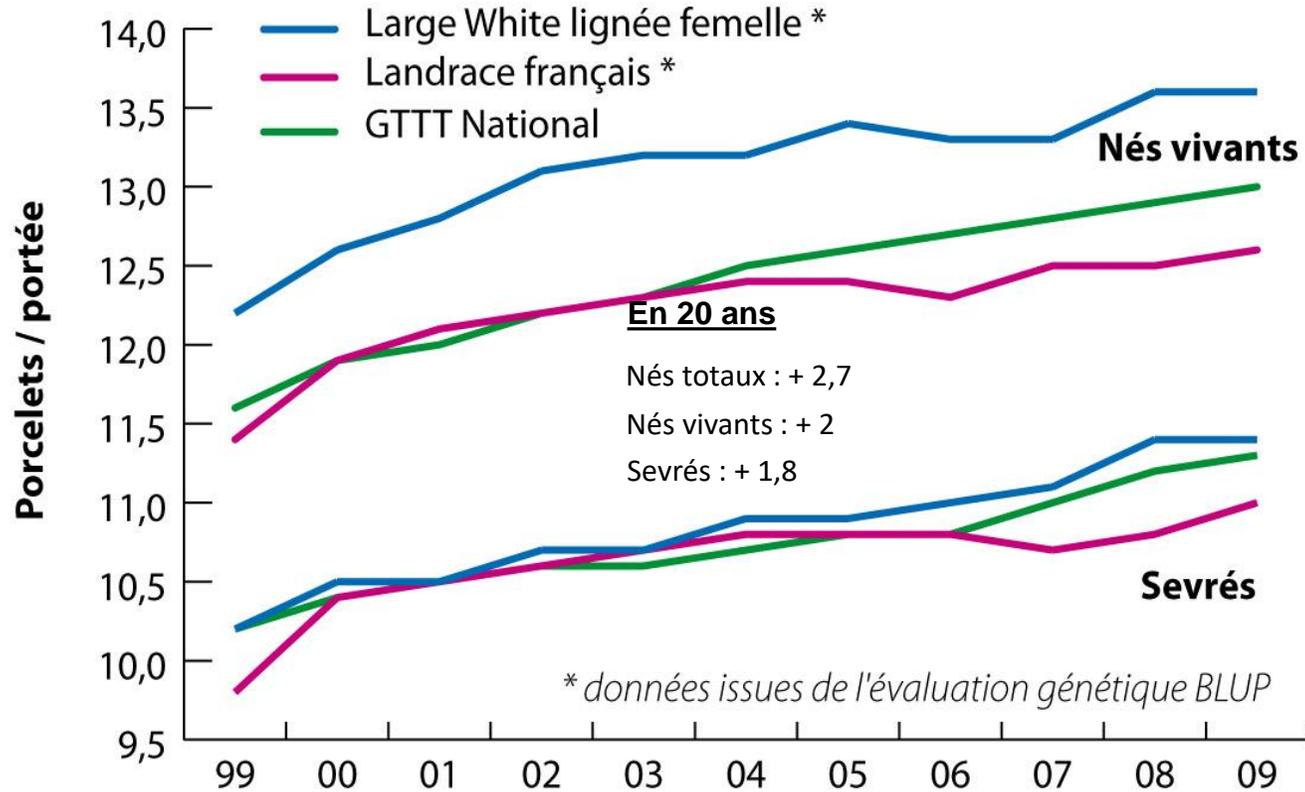
Bidanel et al (2018)

# ➤ Evolution génétique en France pour la sélection collective : caractères de reproduction



➔ Toujours plus de porcelets par truie

# ➤ Evolution phénotypique en France : repro / qualités mat

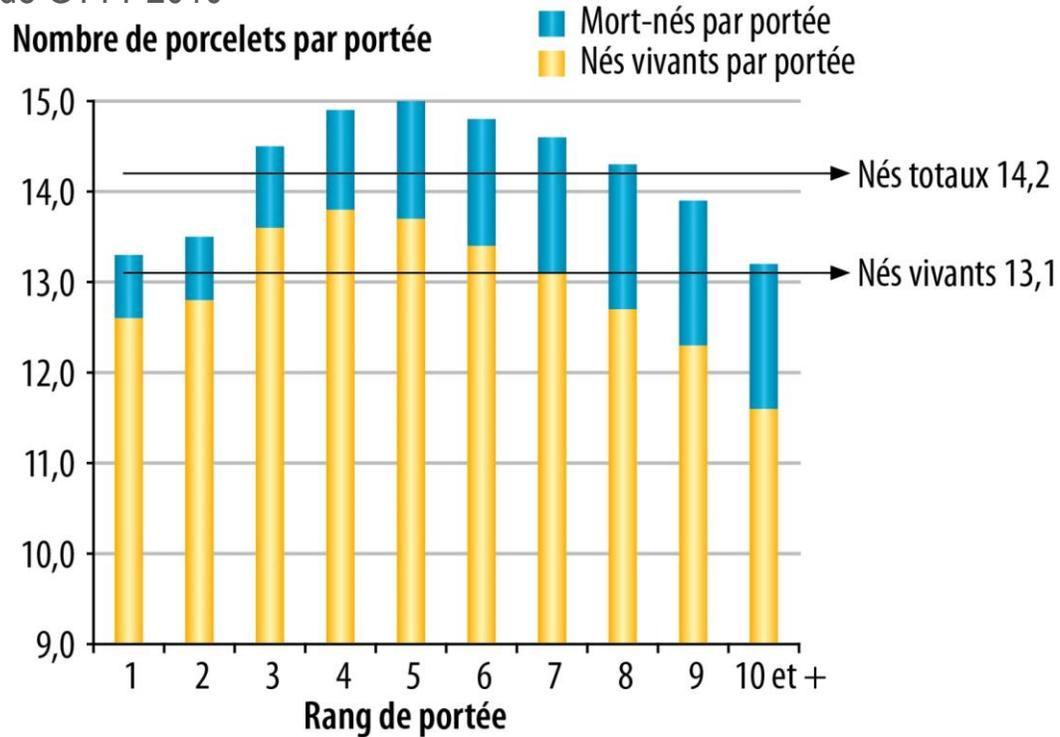


Evolution du taux de pertes sur nés vivants (Ifip – GTPORC)



# ➤ Evolution phénotypique en France : repro / qualités mat

Résultats de GTTT 2010

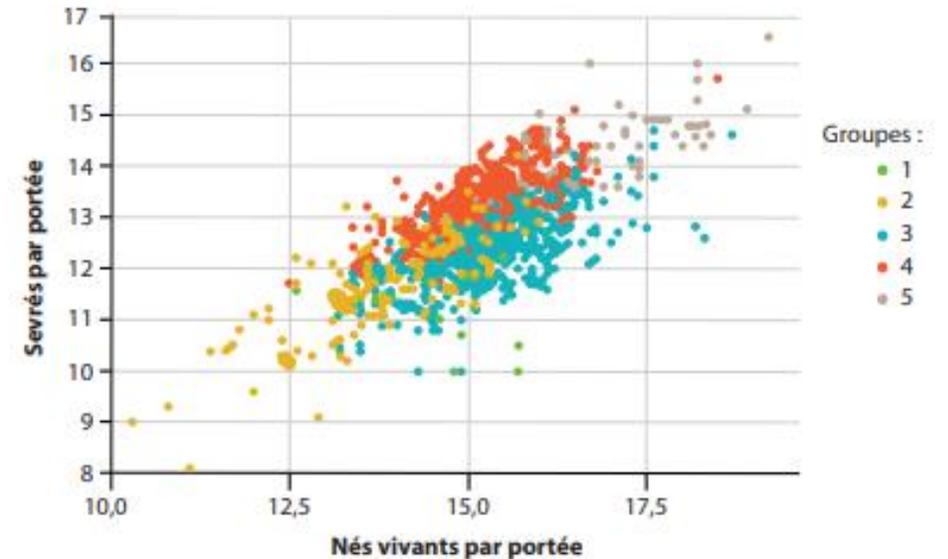


Un élevage de porcs français performant produit environ **30 porcelets par truie et par an** soit **+ de 14 porcelets par portée**.

Résultats de GTTT 2022

En moyenne :

- 13 porcelets sevrés par truie
- 15,4 porcelets nés vivants
- ➔ + 3,2 porcelets en 20 ans
- ➔ De + 0,1 avant 2017 à + 0,3 après
- Hausse de perte en maternité : 15, 1%

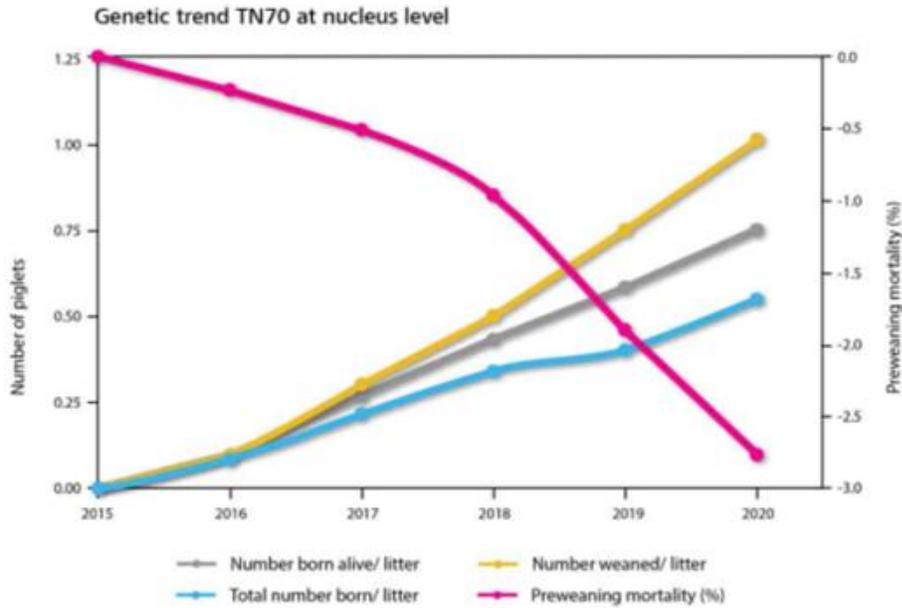


Le groupe 4 (34% des éleveurs) concilie bons niveaux de sevrés et de survie

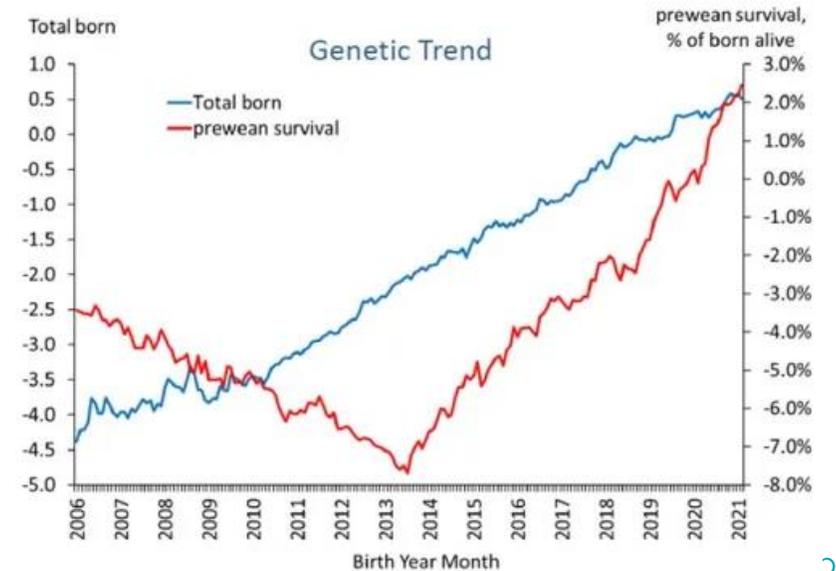
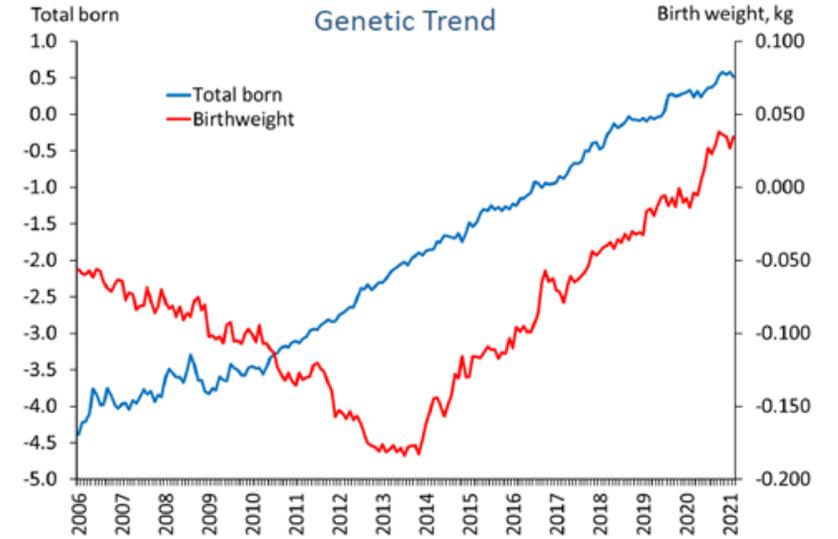
Source : IFIP - GTTT

# ➤ Evolution phénotypique à l'étranger : repro / qualités mat

*Topigs Norsvin*

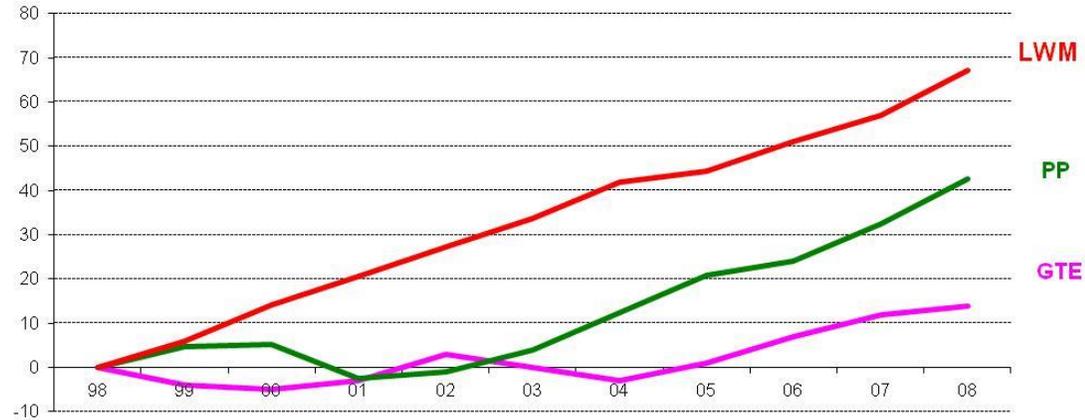


PIC



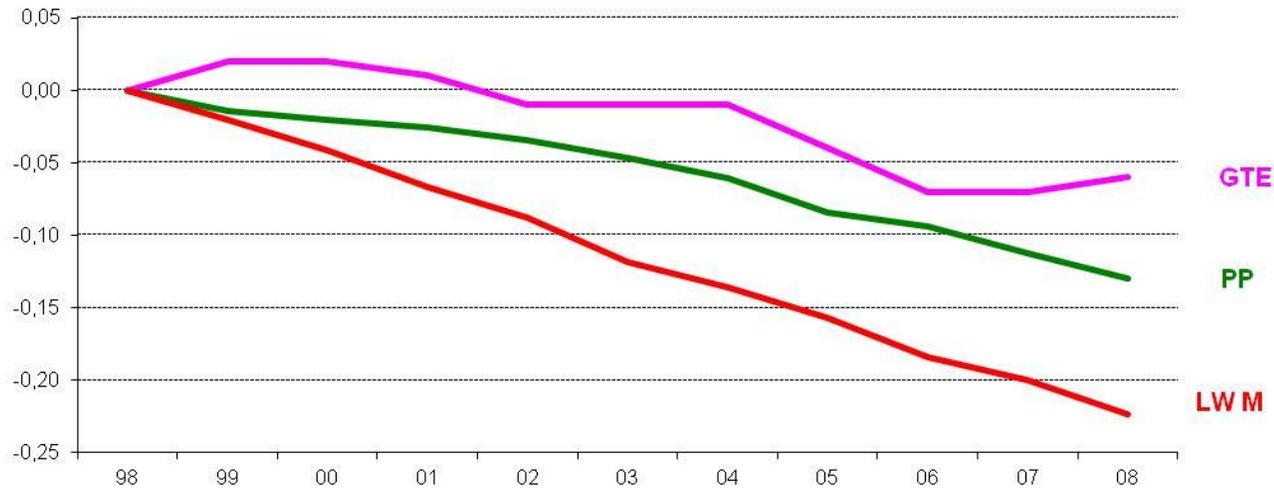
# ➤ Evolution phénotypique en France : croissance / conso

Croissance (GMQ engraissement)



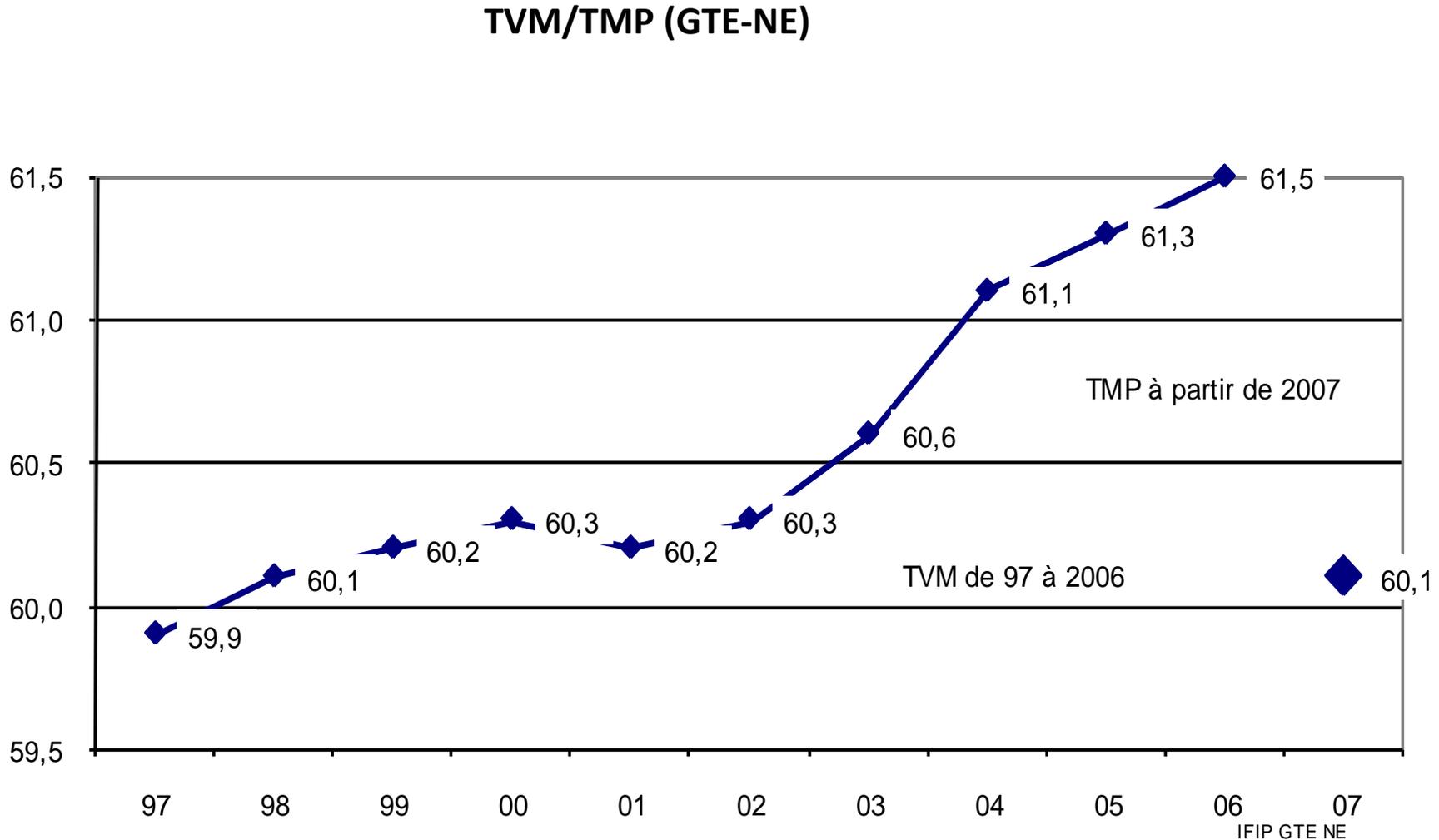
➔ Pas de données plus récentes publiées

Indice de consommation (engraissement)



(I. Delaunay, IFIP)

# ➤ Evolution phénotypique en France : TVM / TMP



# ➤ La révolution génomique ...

Rappel :

$$\Delta G = \frac{i \rho \sigma_a}{t}$$

intensité de sélection  
précision des VGE  
intervalle de générations

Aujourd'hui :

- Intervalle de génération court : **1 à 2 ans**
  - reproducteurs de renouvellement sélectionnés dès la fin du contrôle en ferme (pas de testage sur descendance), et mis à la reproduction rapidement
  - la durée moyenne de carrière en sélection des reproducteurs est courte (1 an pour les mâles, et 2 ans pour les femelles)

➡ Rien (très peu) à gagner sur ce plan

# ➤ La révolution génomique ...

Rappel :

$$\Delta G = \frac{i \rho \sigma_a}{t}$$

intensité de sélection

précision des VGE

intervalle de générations

Aujourd'hui :

- Taux de sélection fort :

- contrôle de quasiment tous les porcelets ♀

→ sélection de 1/11 à 1/16 selon population

- proportion de porcelets ♂ contrôlés variable selon population :

Piétrain : ~ tous les porcelets ♂ contrôlés

→ 1/50 en CIA

Large White type femelle : porcelets ♂ dans ~ 40% des portées

→ 1/65 en CIA

➡ Intérêt de la sélection génomique variable selon population  
La quasi-totalité des porcelets sevrés sont mesurés aux US...

➡ Problème du coût : Contrôle en ferme peu cher vs génotypage ?

# ➤ La révolution génomique ...

Rappel :

$$\Delta G = \frac{i \rho \sigma_a}{t}$$

intensité de sélection

précision des VGE

intervalle de générations

Aujourd'hui :

- Précision des valeurs génétiques faibles : **entre 0,13 et 0,40 pour les jeunes** (hors caract très héritables)

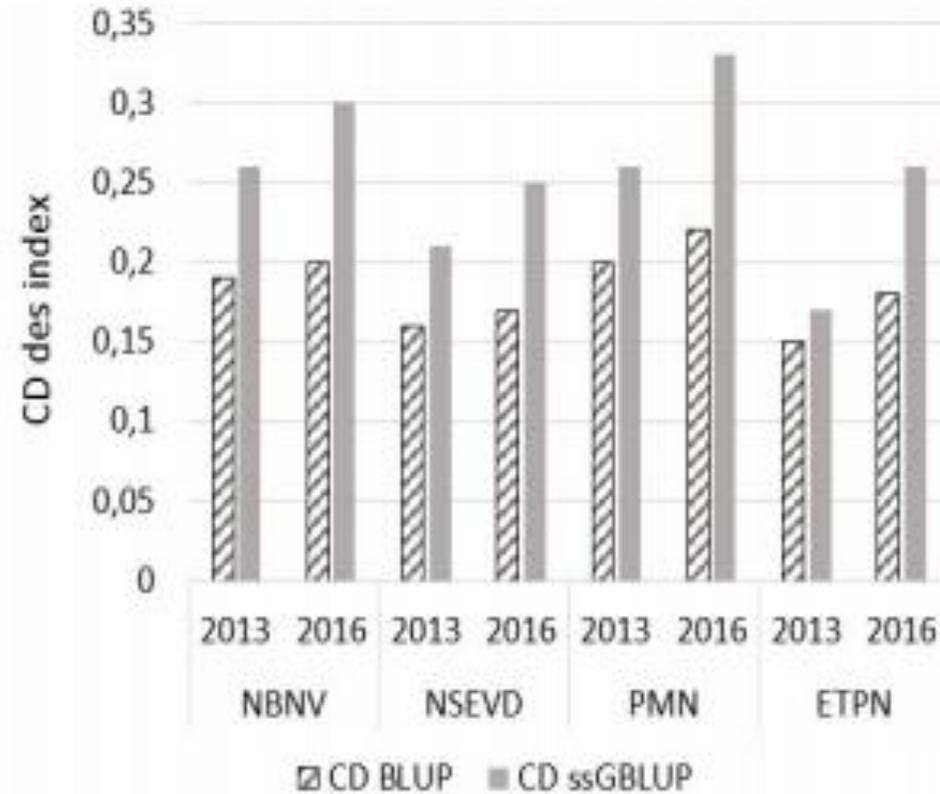
CD (précision des valeurs génétiques en Large White)

	<i>Age100</i>	<i>Eld100</i>	GMQ	IC	CMJ	RDT	TMP	IQV	tétines	NVIV
Verrats de CIA en activité	0,68	0,73	0,34	0,37	0,28	0,24	0,51	0,23	0,65	0,26
Verrats d'élevage en activité	0,63	0,69	0,29	0,32	0,22	0,18	0,46	0,17	0,59	0,25
Femelles repro en activité	0,58	0,66	0,28	0,32	0,22	0,18	0,44	0,18	0,54	0,36
Jeunes candidats en fin de CF	0,52	0,60	0,23	0,27	0,17	0,13	0,39	0,13	0,48	0,16

# ➤ L'augmentation des précisions avec la SG

Une augmentation des précisions :

- pour les caractères de reproduction ( $h^2$  faible)
- ➔ Utilisation de la SG en lignée femelle uniquement



NBNV= nombre de porcelets nés vivants  
NSEVD= nombre de porcelets sevrés de la truie  
PMN= poids moyen des porcelets à la naissance  
ETPN = écart-type du poids des porcelets à la naissance

*A. Bouquet, JRP 2017*

## ➤ Les autres avantages de la SG

- Sélectionner intra portée / aléa de méiose
  - ➔ Elle se fait déjà à l'aide des mesures à 100kg, ce n'est pas une révolution avec la génomique pour les porcs

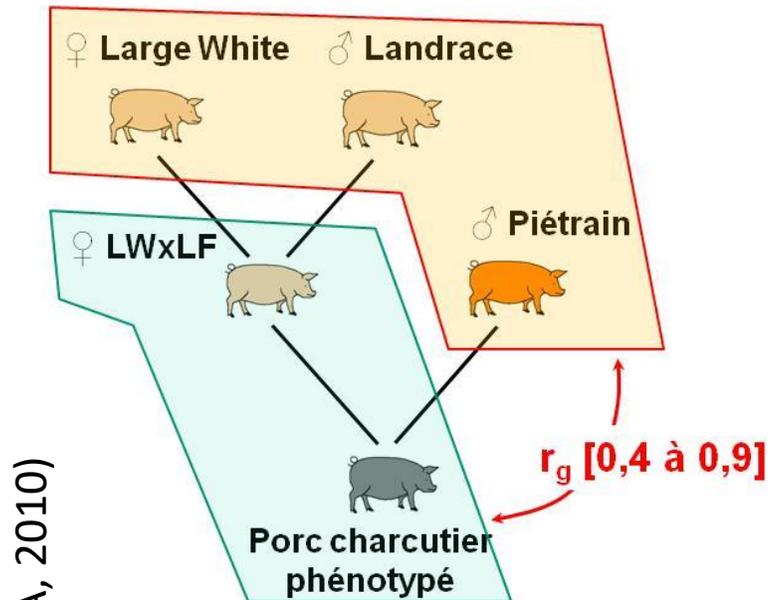
Le gain de précision sur les caractères déjà sélectionnés permet d'envisager de :

- Sélectionner de nouveaux caractères non mesurables en routine sur candidats ni collatéraux (mesures lourdes non généralisables) :
  - Maturité des porcelets à la naissance
  - croissance naissance-sevrage
  - homogénéité des portées
  - comportement
  - résistance immunitaire
  - composition des rejets
  - adaptation (chaleur, aliment, ...)
  - qualité des aplombs
  - odeurs sexuelles
  - ...

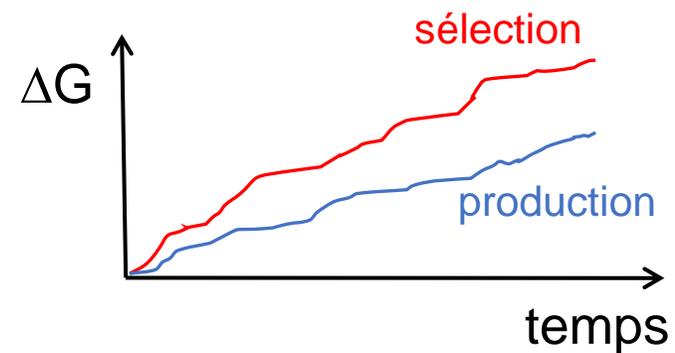
# ➤ Les autres avantages de la SG : sélection sur les phénotypes de croisés ?

## Elevages de sélection & Stations :

- Environnements très maîtrisés
- Haut statut sanitaire



- Interactions génotype x milieu ?
- Effets génétiques non additifs en croisement ?

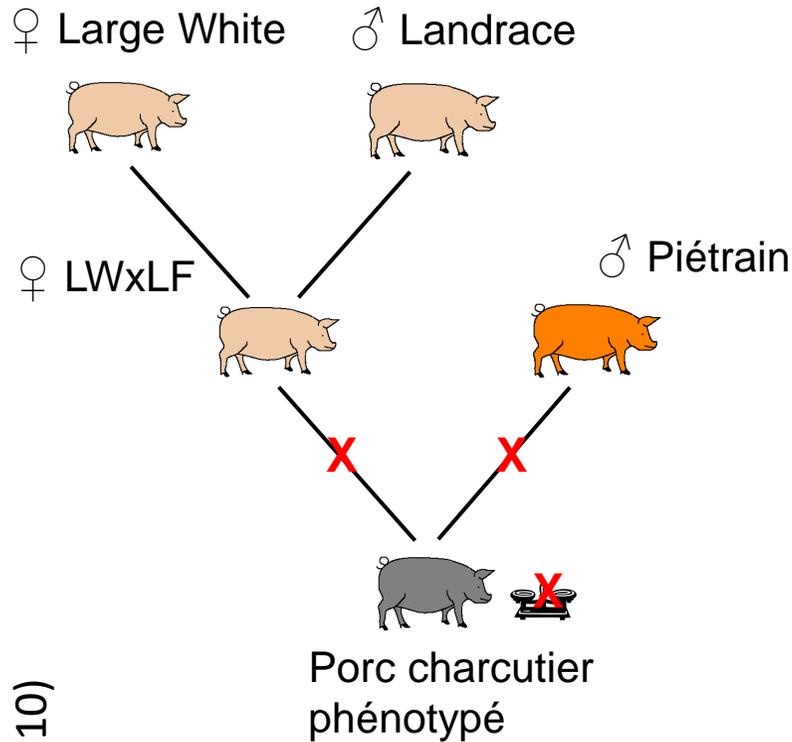


## Milieu de Production :

- Environnement et statut sanitaire plus variables

(T. Tribout, INRA, 2010)

# ➤ Les autres avantages de la SG : sélection sur les phénotypes de croisés ?



En pratique, prédiction de la valeur génétique en croisement et en milieu de production des individus des races pures et lignées **difficile actuellement** :

En général :

- pas de contrôle de performance en production
- pedigree des animaux en production inconnu (animaux non tatoués, mélange de semence, ...)

1 ou 2 générations de décalage entre croisés et parents en sélection

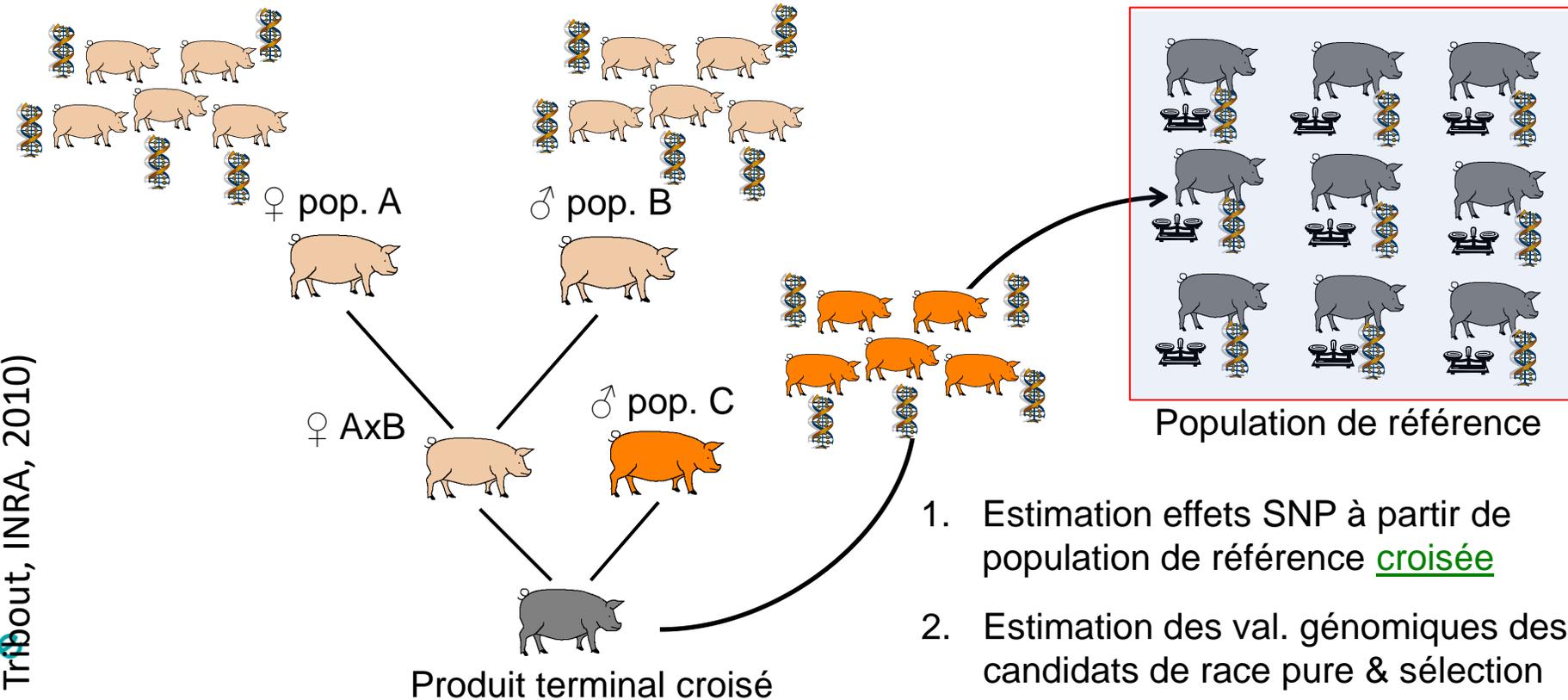
- information sur reproducteurs réformés
- augmentation intervalle entre générations

(T. Tribout, INRA, 2010)

# ➤ Les autres avantages de la SG : sélection sur les phénotypes de croisés ?

Evaluation génomique des individus de race pure **pour leur valeur en croisement** en conditions de production

- Permet, en théorie, un progrès génétique plus important en production (*dominance, épistasie et interactions génotype x milieu*)



(T. Tribout, INRA, 2010)

# ➤ Les autres avantages de la SG : sélection sur les phénotypes de croisés ?

## Des difficultés pratiques à résoudre ... :

- Structure des populations de référence : dispositifs de phénotypage, quels animaux (races pures, croisés, populations multiraciale ...), renouvellement ...
- Coût du génotypage
- ...

### ➔ Exemple d'une étude de différentes stratégies de génotypage :

- intérêt du génotypage des femelles
- utilisation d'une puce basse densité pour diminuer les coûts (*notion d'imputation*)



Puce basse densité porcine 1 125 SNP

Corrélations entre les GEBV estimées avec génotypes imputés et celles estimées avec génotypes 60/80K :

	Landrace	LW
Porcelets nés vivants	0.96	0.94
Porcelets sevrés par la truie	0.95	0.94
Poids moy à la naissance	0.93	0.96

➔ Aujourd'hui peu d'intérêt avec la baisse du coût du génotypage < 20€ en 60k