



HAL
open science

Génétique et génomique du lapin

Hervé Garreau, Mélanie Gunia

► **To cite this version:**

Hervé Garreau, Mélanie Gunia. Génétique et génomique du lapin. Master. Filières animales durables (Génétique & Amélioration Génétique des animaux), 2019. hal-02791649

HAL Id: hal-02791649

<https://hal.inrae.fr/hal-02791649>

Submitted on 5 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Génétique et génomique du lapin



Hervé Garreau, Mélanie Gunia
INRA Toulouse, GenPhySE

Partie I : Présentation de la filière cunicole et des axes de recherches en génétique

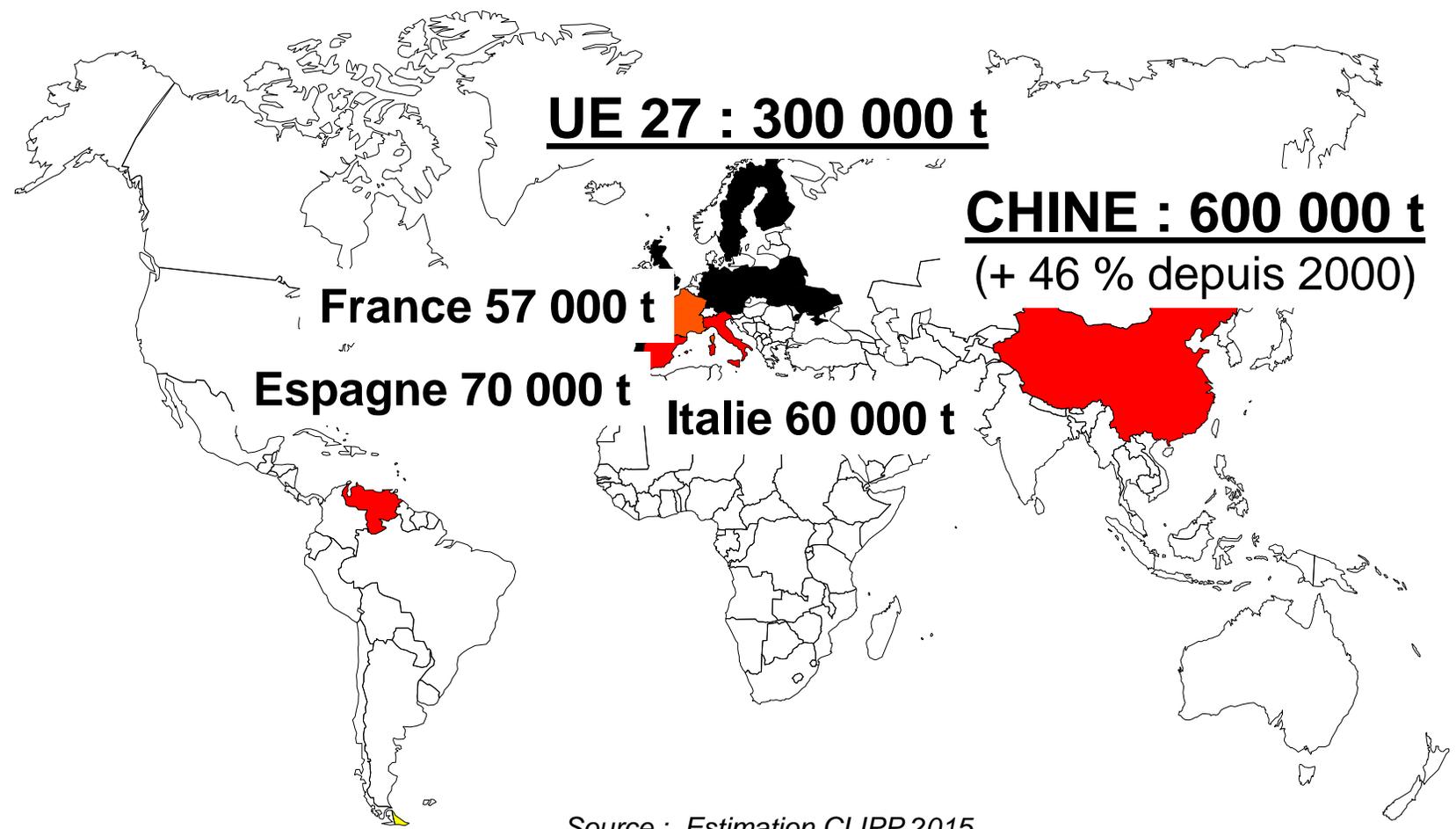
- La filière cunicole
 - Production dans le monde
 - La filière française
 - Maillon production
 - Maillon sélection
 - Systèmes de production bande unique
- Axes de recherche

Partie II : Schémas d'amélioration du lapin de chair

- Définitions et déterminisme génétique des caractères pour le lapin de chair
 - Les caractères de reproduction
 - Les caractères de santé
 - Les caractères de production
- Objectifs de sélection du lapin de chair: pondération des caractères
 - Approche économique
 - Approche gains désirés
- Organisation de la sélection du lapin de chair : Les schémas de sélection

La production de lapin dans le monde

PRODUCTION MONDIALE en 2015
1,6 million de tonnes (+ 20 % depuis 2000)



Source : Estimation CLIPP 2015

L'élevage français en quelques chiffres

- 1 200 éleveurs professionnels (+100 lapines)
 - + 30 000 exploitations (élevages familiaux)
- Une filière très organisée : +90% des éleveurs en OP
 - 40 millions de lapins élevés par an
- 79% de la production située dans le grand ouest



Profil de l'élevage

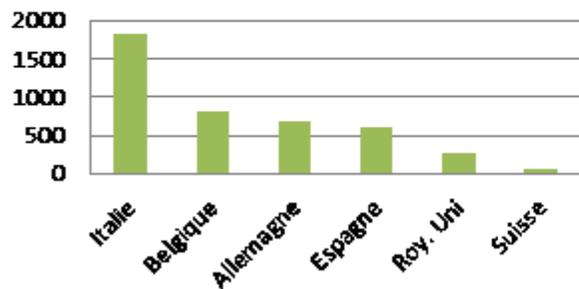
- 1/3 des élevages de lapins professionnels sont des exploitations spécialisées
- Les non spécialisés associent au lapin des cultures / bovin viande / VL / volaille
- Une parité presque parfaite : 42% de femmes et 58% d'hommes
- Age moyen : 48 ans
- Taille moyenne : 600 femelles en production
- Investissement moyen = 400 000 €
- Nombre de lots par an = 8,5

Transformation – échanges - consommation

- 57 000 T de viande produite /an
- 12 sites abattent 90 % de la production
- Concentration des entreprises : 2 groupes ALPM et LDC
- Une balance commerciale excédentaire. En 2015 : 5700 T exportées – 2800 T importées

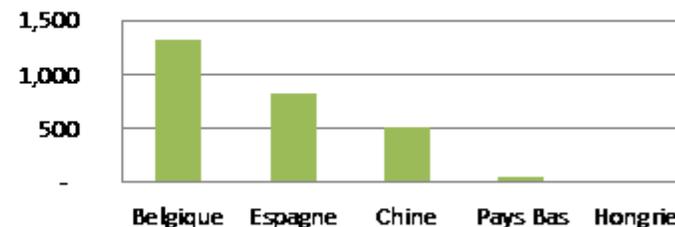
Les débouchés à l'exportation
en 2015

{source Douanes françaises}



Provenance des importations
en 2015

{source : Douanes françaises}



- 82% des français déclarent manger du lapin
- 38% de pénétration des foyers pour la consommation à domicile

Consommation Française de lapin

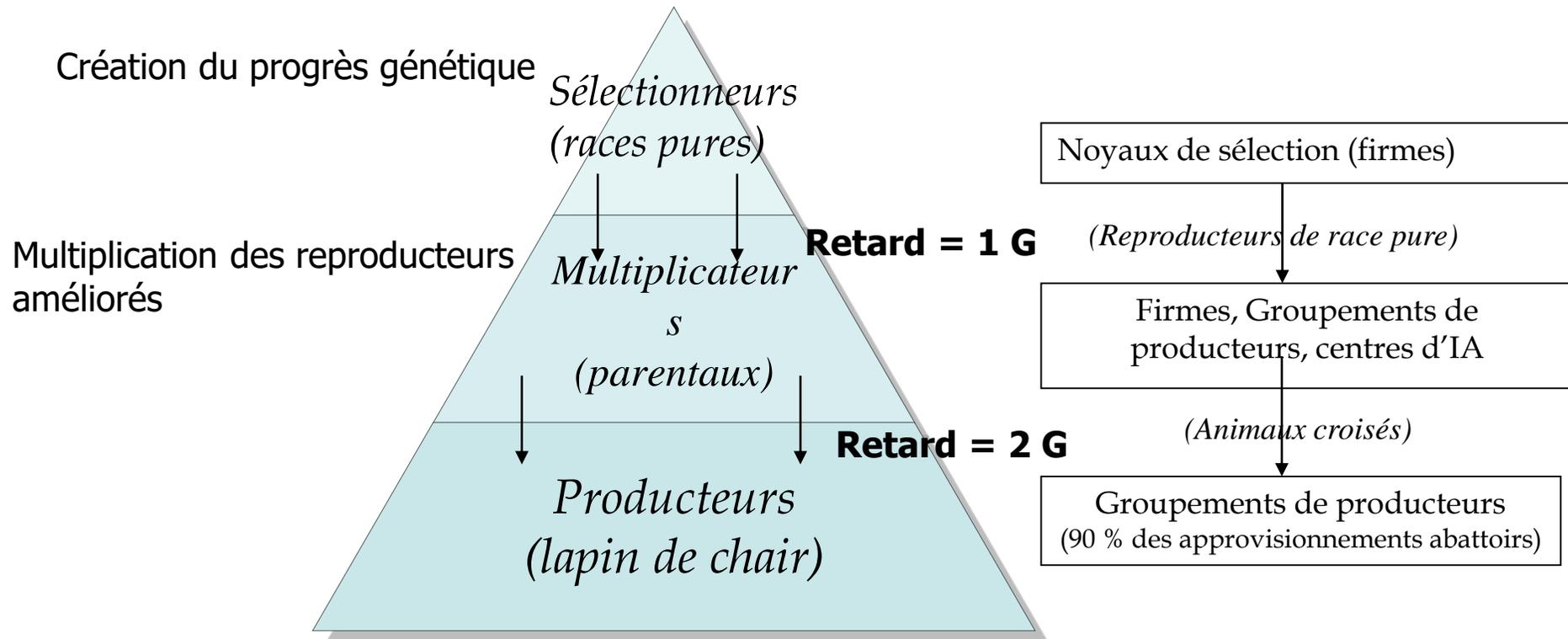
Viandes totales consommées = 92,5 kg/hab./an
Consommation lapin = 0,7 kg par hab./an (1,0 %)

- porc = 36,7 kg par hab./an (39,7%)
- volaille = 26,2 kg par hab./an (28,3%)
- boeuf = 24,9 kg par hab./an (26,9%)
- ovin = 4,2 kg par hab./an (4,5%)

Le maillon sélection

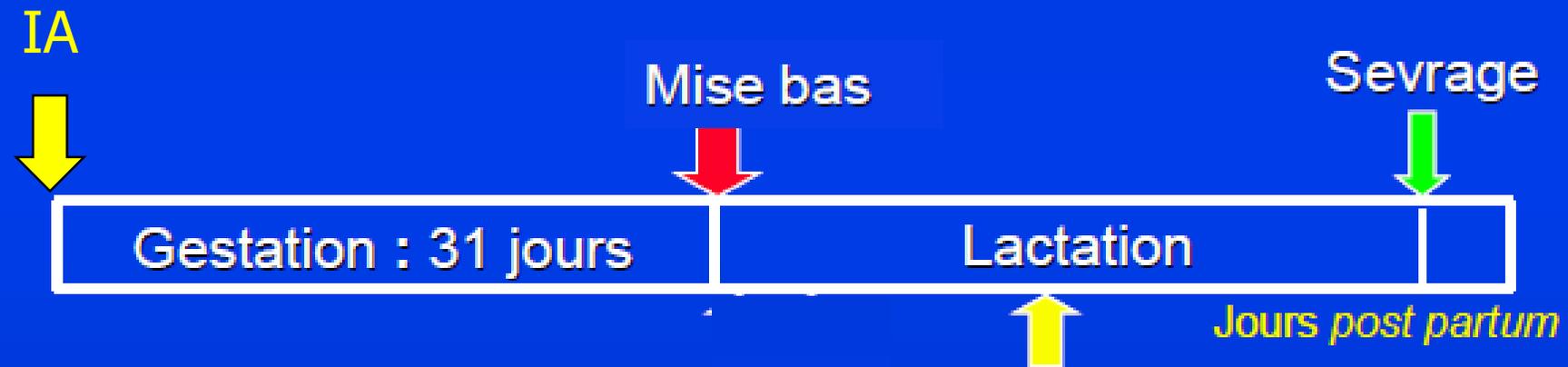
- **HYPHARM (Groupe Grimaud)** 75 % du marché,
HYCOLE

Diffusion du progrès génétique



Reproduction

- Espèce polytoque à **ovulation provoquée** par l'accouplement
IA : injection de GnRH



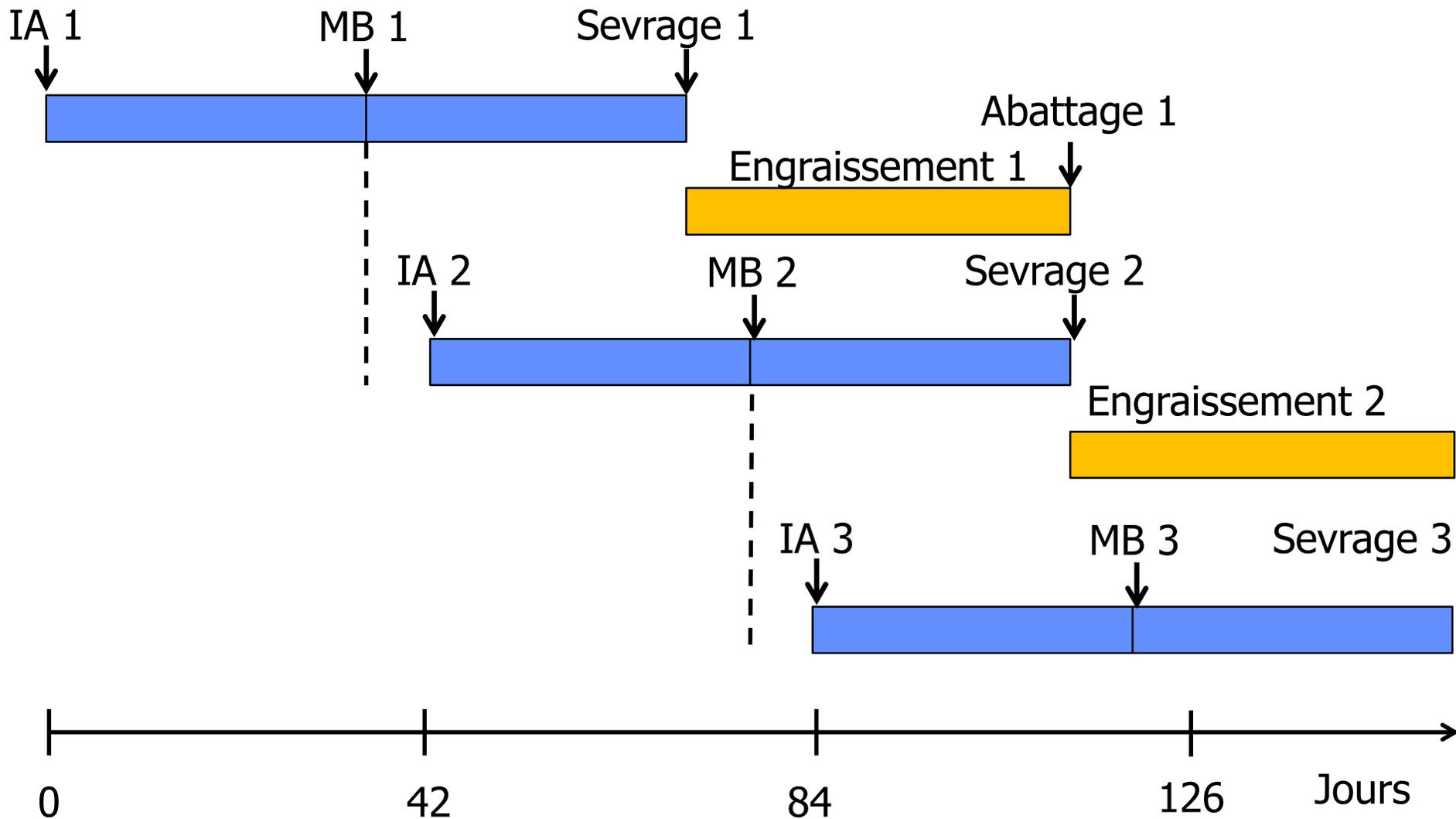
- Rythmes de reproduction 42 jours

11

28-35

- Pseudogestation : si ovulation et non fécondation

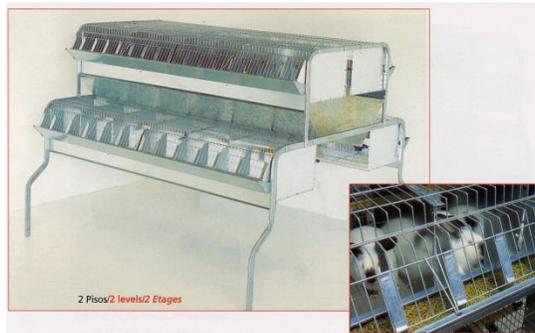
Conduite en bande



Systeme bande unique

(90 % de la production organisée source FENALAP)

- L' éleveur:
 - dispose de deux cellules absolument identiques pouvant indifféremment accueillir les femelles et les animaux en croissance, les femelles en attente et les futures reproductrices
 - insémine toutes les femelles un jour, tous les 42 jours, 11 jours après la mise bas
 - sèvre les lapereaux à 36 jours en déplaçant les femelles



Entrée des femelles
6 jours avant M.B



Bande unique avec
cages polyvalentes

cellule A

Sevrage
36 jours



sevrage
M.B - 6 jou



Prépa
vide 5
lapins
72 Jours



la cellule
3 jours

cellule B

Durée d'un cycle 84 jours

Nb: les femelles non allaitantes suivent le même cycle

Conduite de l'engraissement

- ❑ Vente les lapins de chair à 2,4 kg vif
- ❑ La croissance des lapins est primordiale
- ❑ Mais actuellement généralisation du rationnement en engraissement pour sécuriser le sanitaire suite à l'épidémie d'entérocolite => concerne aujourd'hui 90 % des élevages
- ❑ D'où développement de l'alimentation automatique
- ❑ Supplémentations médicamenteuses mais passage à un aliment blanc en finition (15 derniers jours)



cuniculture-infos.fr

Cages mixtes avec cloison BN retirable







Bâtiments semi-plein air

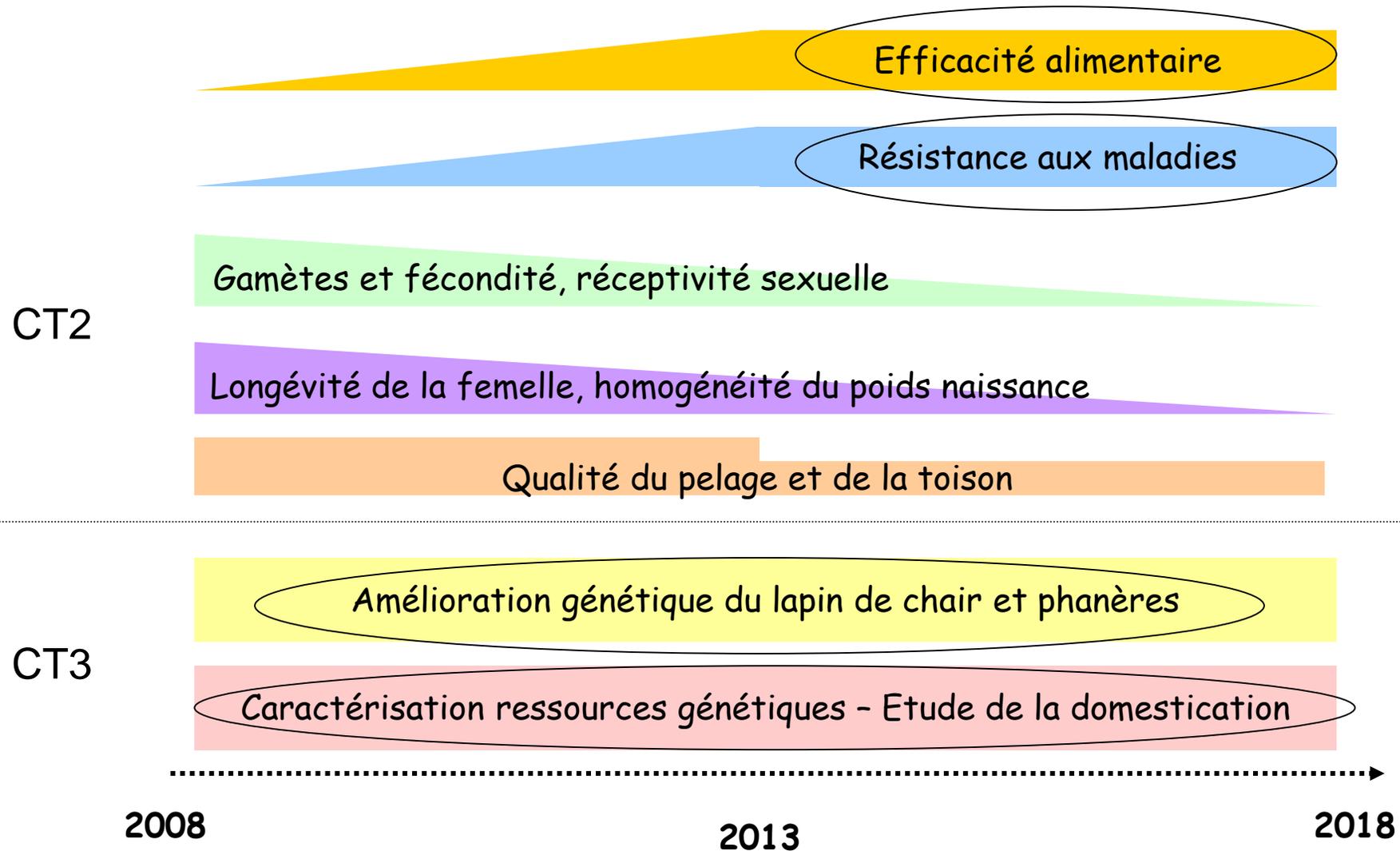
cuniculture.infos.fr



Evolution de l'élevage vers le parc



Thématiques des activités de recherche en génétique



Partie II : Schémas d'amélioration du lapin de chair

- Définitions et déterminisme génétique des caractères pour le lapin de chair
 - Les caractères de reproduction
 - Les caractères de santé
 - Les caractères de production
- Objectifs de sélection du lapin de chair: pondération des caractères
 - Approche économique
 - Approche gains désirés
- Organisation de la sélection du lapin de chair : Les schémas de sélection

Partie II : Schémas d'amélioration du lapin de chair

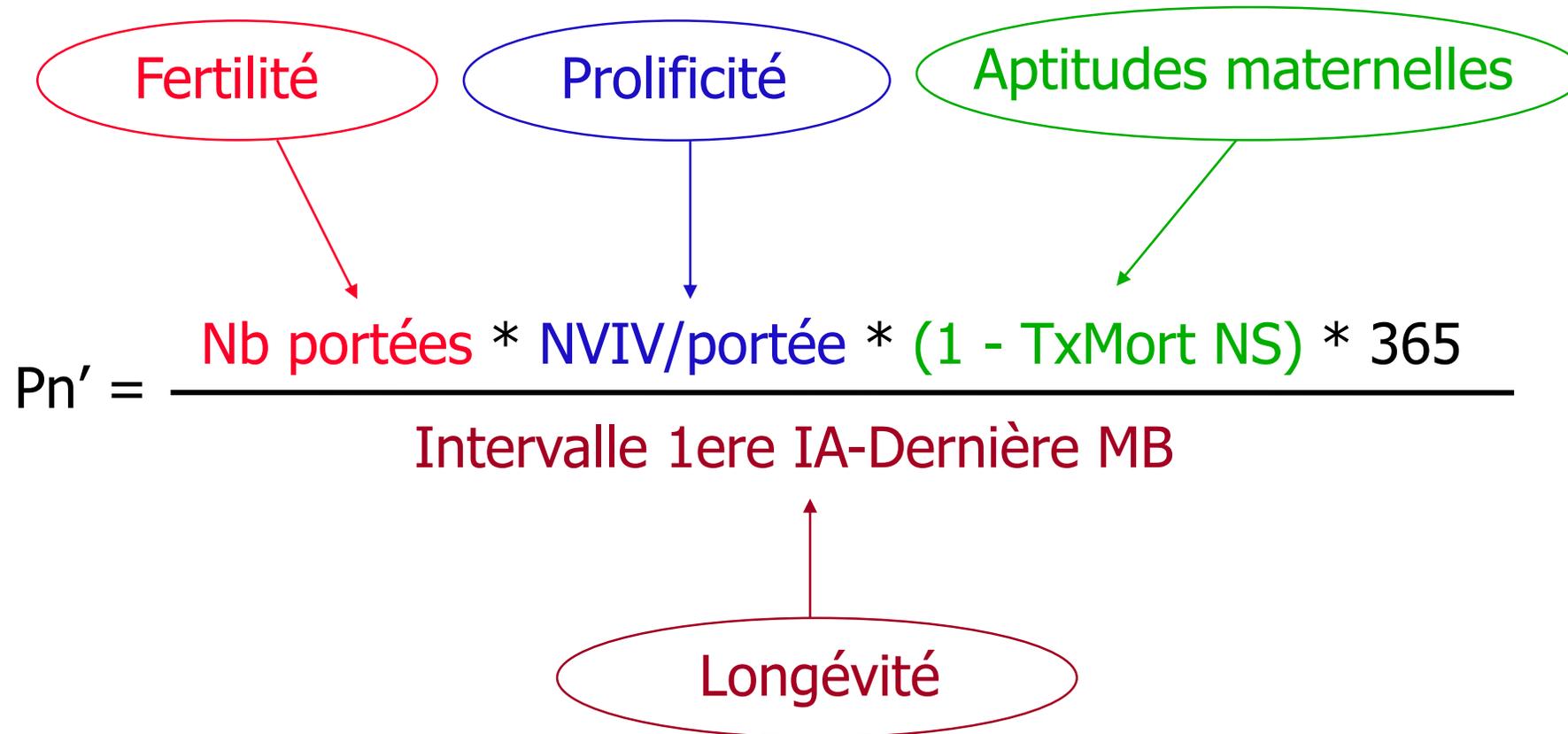
- Définitions et déterminisme génétique des caractères pour le lapin de chair
 - Les caractères de reproduction
 - Reproduction femelle
 - fertilité
 - Prolificité
 - Qualités maternelles
 - Durée de la carrière reproductive
 - Reproduction mâle
 - Fertilité mâle
 - Production de semence
 - Résultats d'expériences de sélection
 - Les caractères de santé
 - Résistance à la pasteurellose
 - Résistance générale aux maladies
 - Les caractères de production
 - Croissance
 - Efficacité alimentaire
 - Qualité de carcasse : rendement
 - Résultats d'expériences de sélection

Caractères de reproduction femelles

Ensemble de caractères dont la résultante est le nombre de lapereaux sevrés annuellement par la lapine (*Productivité numérique = Pn*)

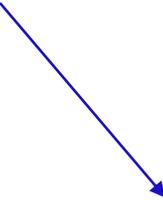
Caractères de reproduction femelles

→ Par rapport à la vie reproductive de la lapine (Pn')

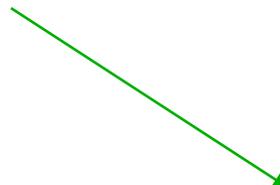


Caractères déterminant la prolificité

- taux d'ovulation
- taux de fertilisation des ovules
- survie embryonnaire
- survie périnatale

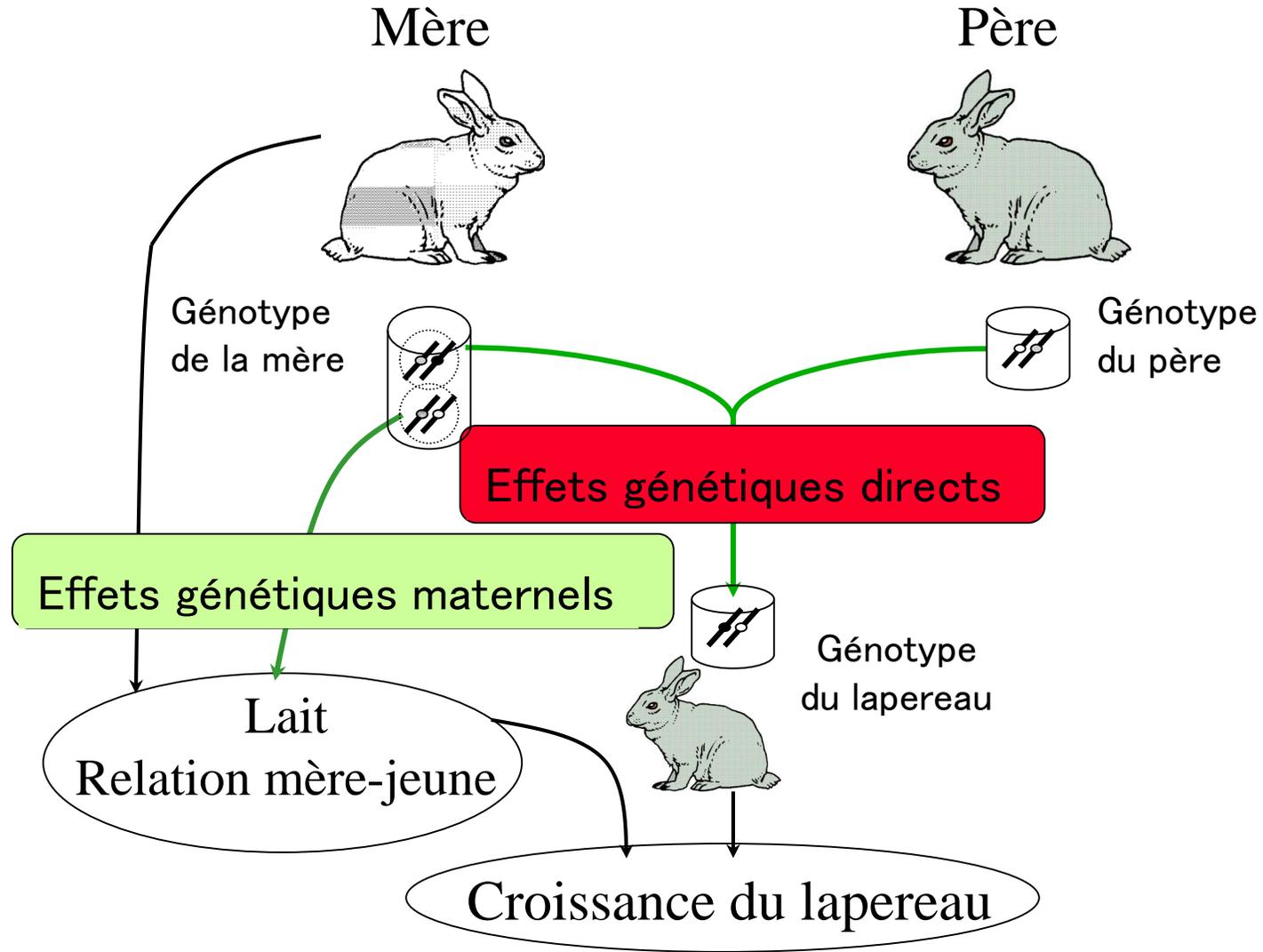

$$Pn' = \frac{\text{Nb portées} * \text{NVIV/portée} * (1 - \text{TxMort NS}) * 365}{\text{Intervalle 1ere IA-Dernière MB}}$$

Caractères d'aptitudes maternelles

- nombre de tétines
 - quantité/composition du colostrum
 - quantité/composition du lait
 - comportement de la lapine / lapereaux
- Critère indirect :
Effets maternels de la
Croissance du jeune
- 

$$Pn' = \frac{\text{Nb portées} * \text{NVIV/portée} * (1 - \text{TxEmort NS}) * 365}{\text{Intervalle 1ere IA-Dernière MB}}$$

Sélection pour les effets maternels du poids au sevrage

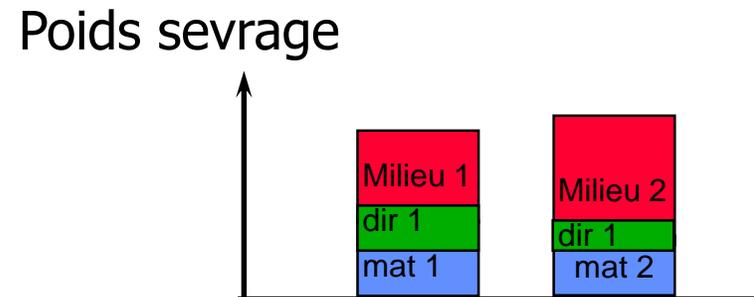


Sélection pour les effets maternels du poids au sevrage

Le modèle à effet génétique maternel

Poids = valeur génétique directe
+ effets environnementaux du lapereau (1)
+ valeur génétique maternelle
+ effet environnemental de la mère

(1) : année-saison, rang et taille de portée de naissance



Niveau de performance de reproduction moyen

(résultats Renaceb 2017)

Caractère	Valeur
Nombre de portée / an	6,95
Taux de mise bas / IA (%)	82,7
Nombre de nés totaux / MB	10,8
Taux de mortinatalité (%)	6,6
Nombre de nés vivants / MB	10,2
Taux de mortalité Nais-Sevrage (%)	7,4
Nombre de sevrés / MB	8,6
Durée de la carrière reproductive (jours)	327
Taux de viabilité femelle par bande (%)	92,6

Héritabilité des caractères de reproduction femelles

Caractère	Valeur
Fertilité (réussite à l'IA)	0,02
Taux d'ovulation	0,32
Survie embryonnaire	0,04
Nés totaux par portée	0,10
Nés vivants par portée	0,07
Sevrés par portée	0,04
Poids sevrage (effet maternel)	0,08
Durée de la carrière reproductive	0,12

Hétérosis pour les caractères de reproduction femelles

Hétérosis = avantage d'un individu croisé par rapport à la moyenne des performances de ses parents

Valeurs d'hétérosis moyennes pour le croisement
Néo zélandais - Californien

	Hétérosis (%)
Fertilité	8
nés totaux	12
nés vivants	15
nés vivants	6
Poids individuel sevrage	~ 0

Caractères de reproduction mâles

- collecte hebdomadaire
- qualité de l'éjaculat (motilité)
- aptitude au saut

- volume de l'éjaculat
- nb spz totaux
- concentration

Nb doses
/ carrière =

$$\frac{\text{nb collectes util./an} * \text{nb dose/collecte} * 365}{\text{Intervalle 1ere collecte-réforme}}$$

Intervalle 1ere collecte-réforme

- aptitude au saut
- persistance de la production

Résultats d'expériences de sélection pour les caractères de reproduction femelle

- Sélection sur le poids au sevrage
(Garreau et al., 2005)
- Sélection sur l'homogénéité du poids naissance
(Bolet et al. 2007, Garreau et al. 2008)
- Sélection sur la longévité
(Garreau et al., 2008)

Expérience de sélection pour les effets directs et maternels du poids au sevrage : La lignée INRA 1777

Le modèle à effet génétique maternel

Poids = valeur génétique directe ($h^2 = 0,15$)
+ effets environnementaux du lapereau (1)
+ valeur génétique maternelle ($h^2 = 0,08$)
+ effet environnemental de la mère

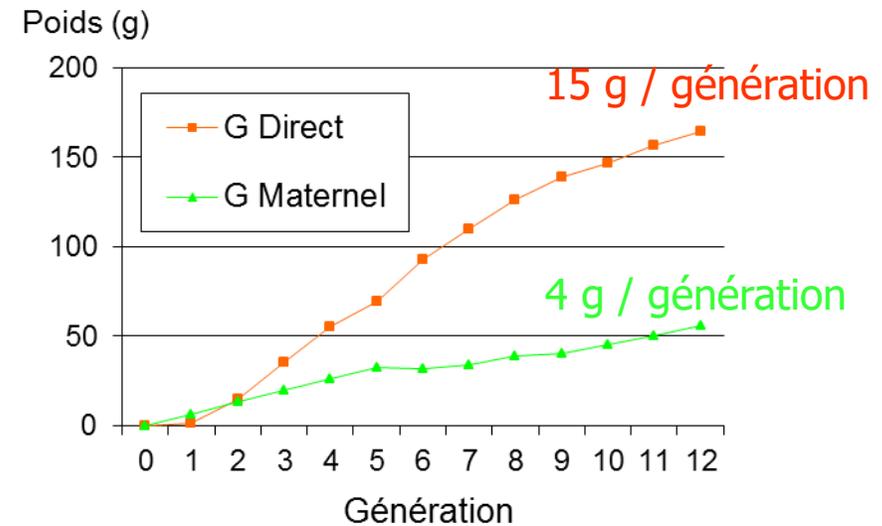
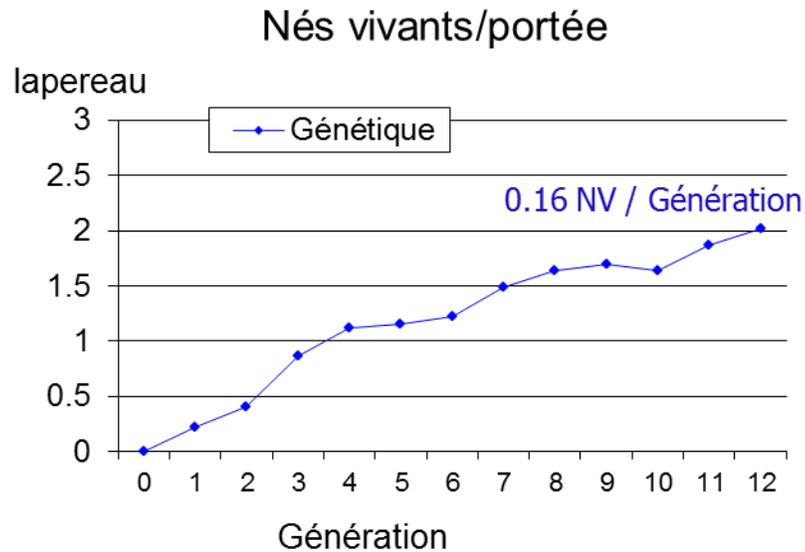
(1) : année-saison, rang et taille de portée de naissance

➡ Ce modèle permet la sélection des valeurs laitières des femelles en ovins et bovins allaitants

Expérience de sélection pour le poids au sevrage

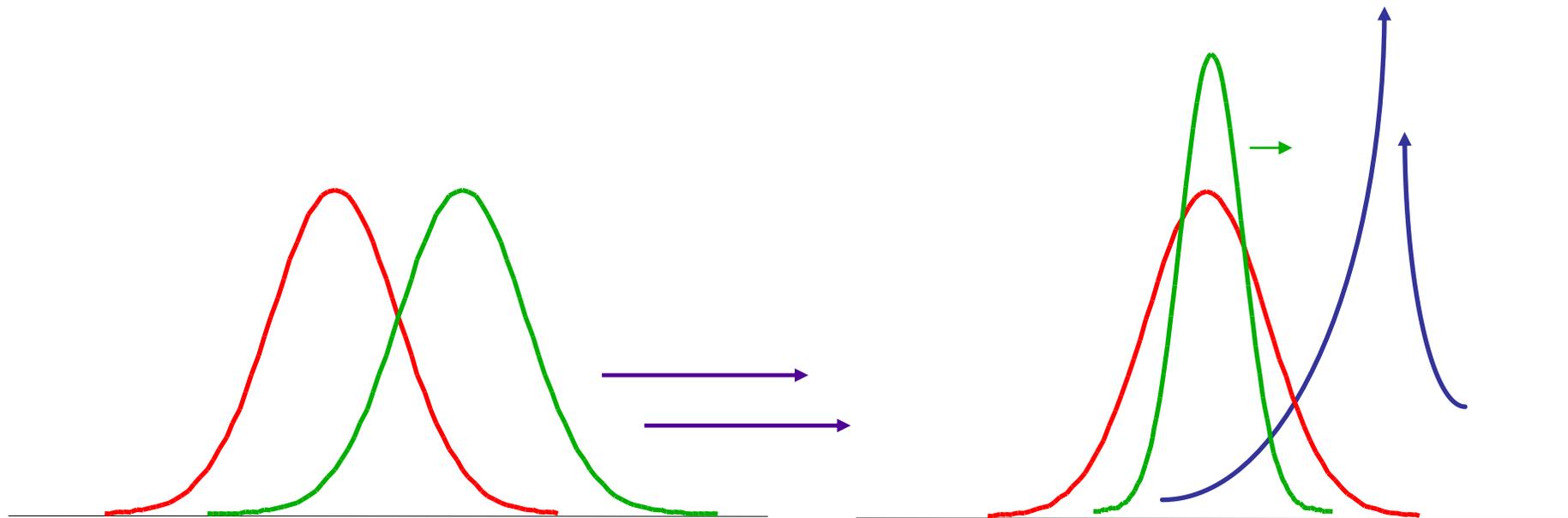
Index de la souche 1777

$$I_{\text{glob}} = 0.25 VG_{\text{nés vifs}} + 0.25 VG_{\text{ps direct}} + 0.50 VG_{\text{ps mater}}$$



Sélection sur la variabilité du poids des lapereaux à la naissance

La sélection canalisante



Sélection directionnelle

Sélection canalisante

L'homogénéité intra-portée du poids des lapereaux à la naissance

Intérêt : pour la filière
liaison homogénéité /viabilité et croissance
scientifique
démonstration de la faisabilité de la sélection canalisante

$$P = G + E \quad \Longrightarrow \quad P = G_m + G_v + E$$

$$y_{ij} = \mu + u_i + e^{(\eta + v_i)} \varepsilon_{ij}$$

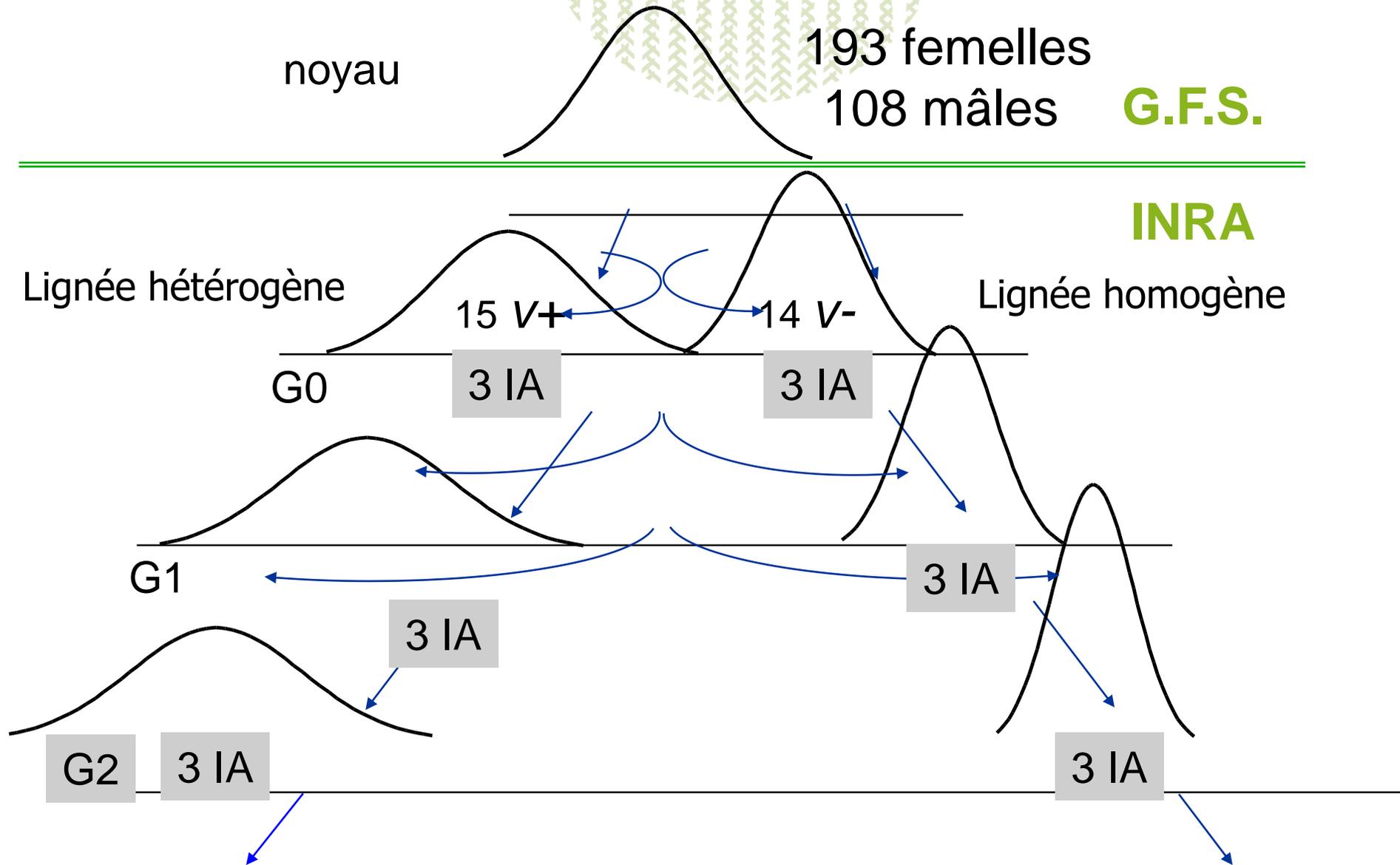
y_{ij} poids naissance d'un lapereau j issu de la mère i

u_i valeur génétique de la femelle i pour la moyenne

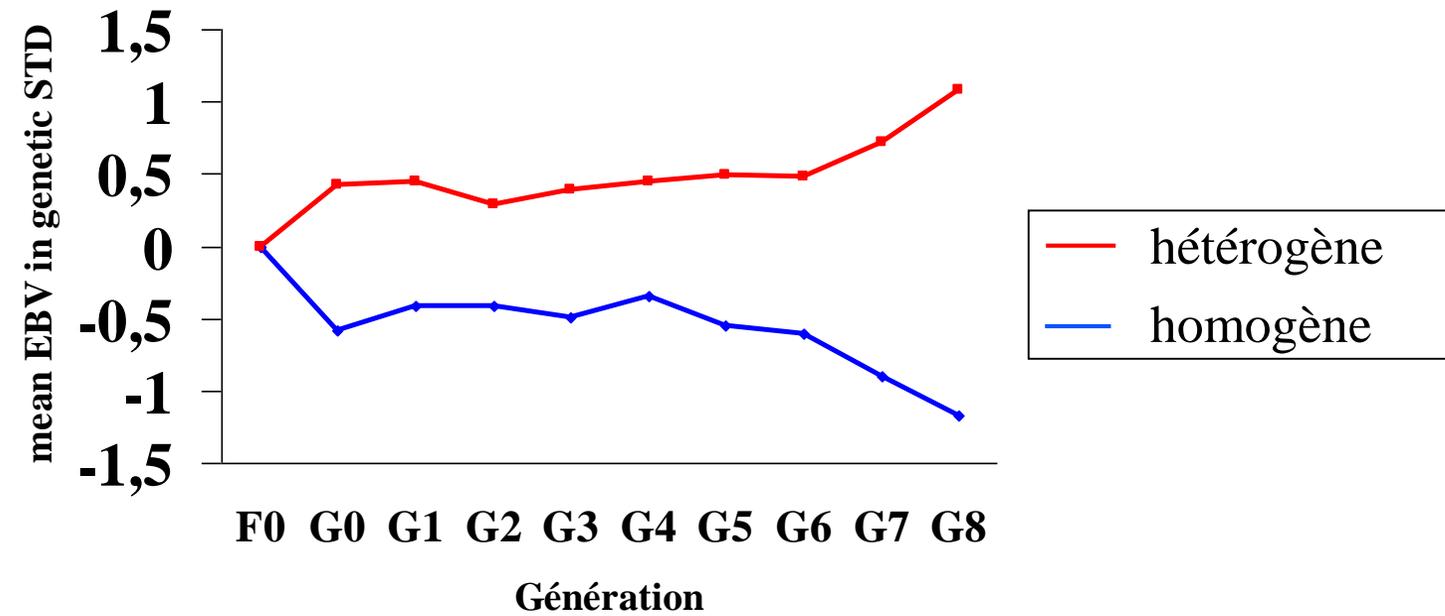
v_i valeur génétique de la femelle i pour la variabilité



Protocole de sélection divergente

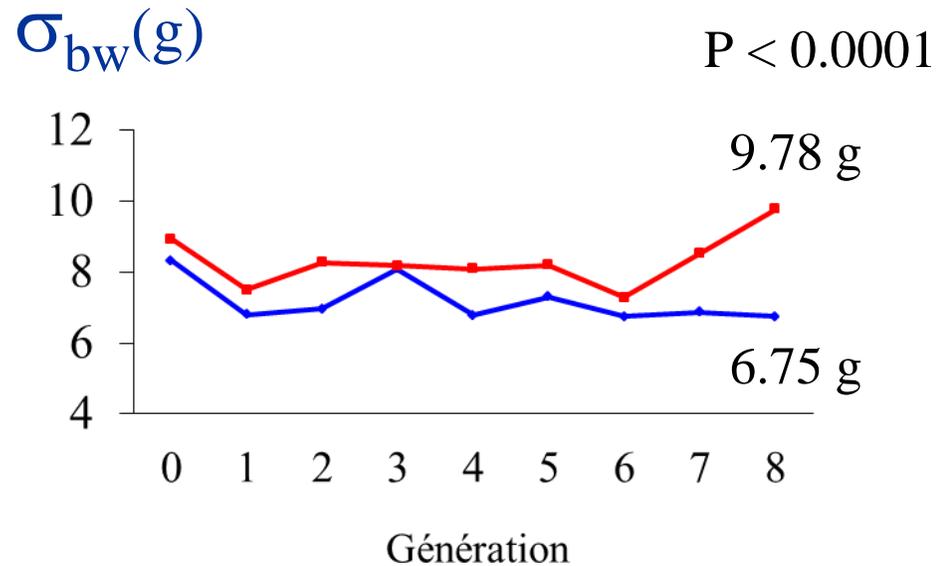


Résultats : évolution génétique de v

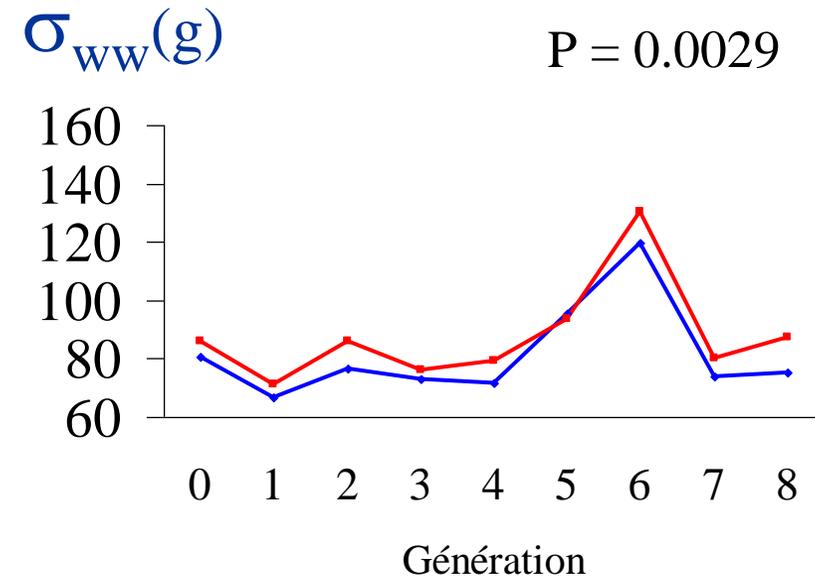


Résultats : écart type des poids

naissance

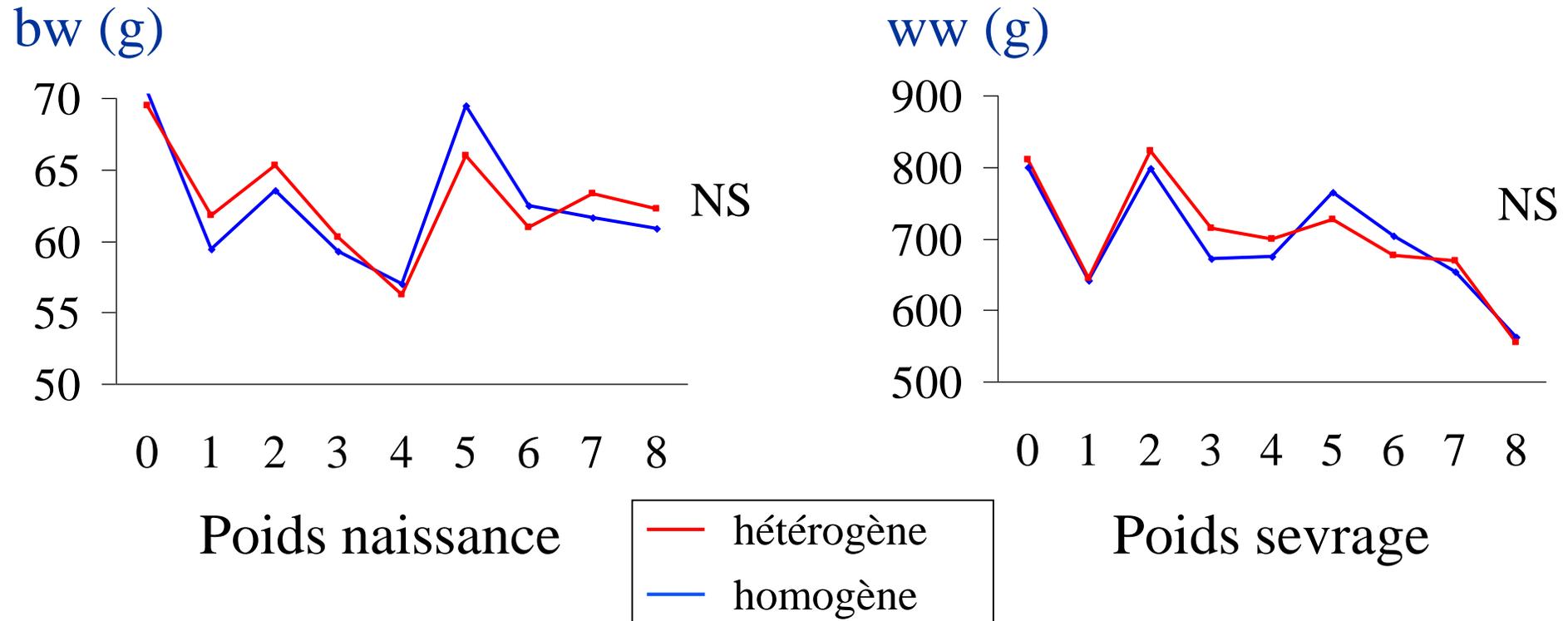


sevrage



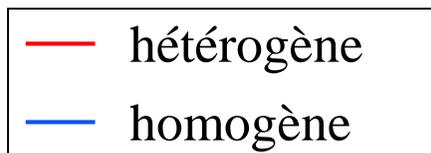
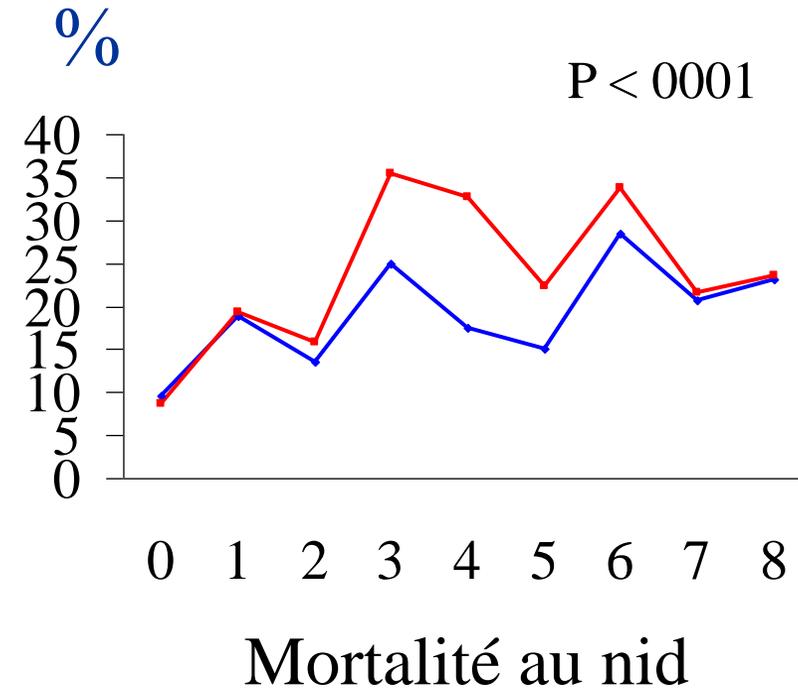
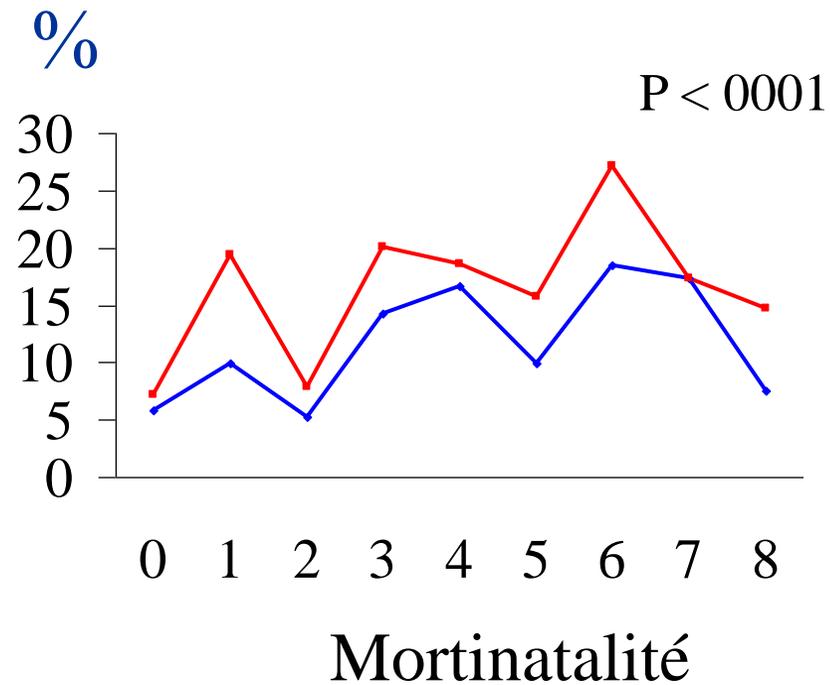
— hétérogène
— homogène

Résultats : poids individuels



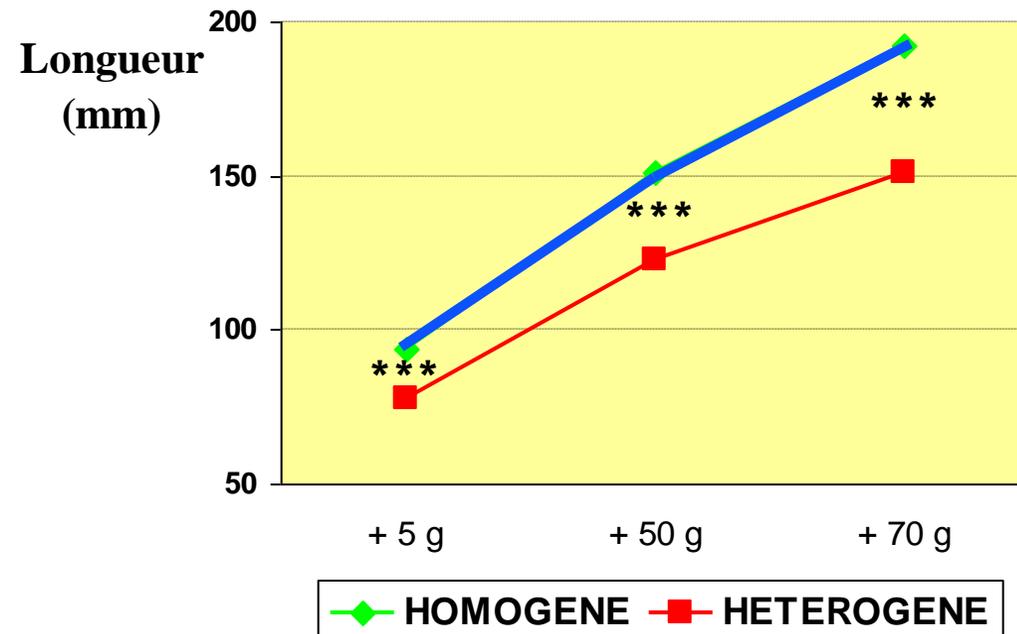
La sélection canalisante ne change pas la moyenne des poids

Résultats : Mortalité



Canals: Principaux résultats

Longueur et capacité d'élongation des cornes utérines



Expérience de sélection pour la longévité de la femelle

- Sélection divergente

- L+ : Forte longévité
- L- : Faible longévité

- Calcul des index pour la sélection

- A partir du nombre total d'IA (sans élimination) de l'analyse de survie (Kit de survie, Ducrocq et al.)

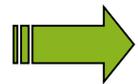
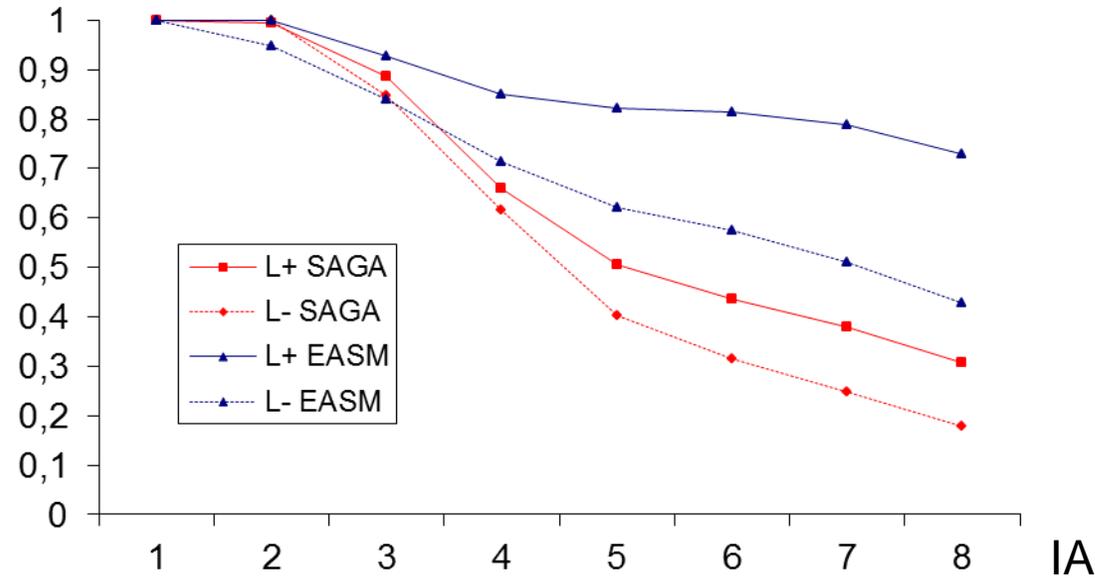
- 2 sites expérimentaux

- EASM : Niveau de protection sanitaire élevé
- SAGA : Niveau de protection sanitaire modéré

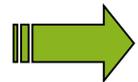


Résultats : survie des femelles de la G2

Taux de survie



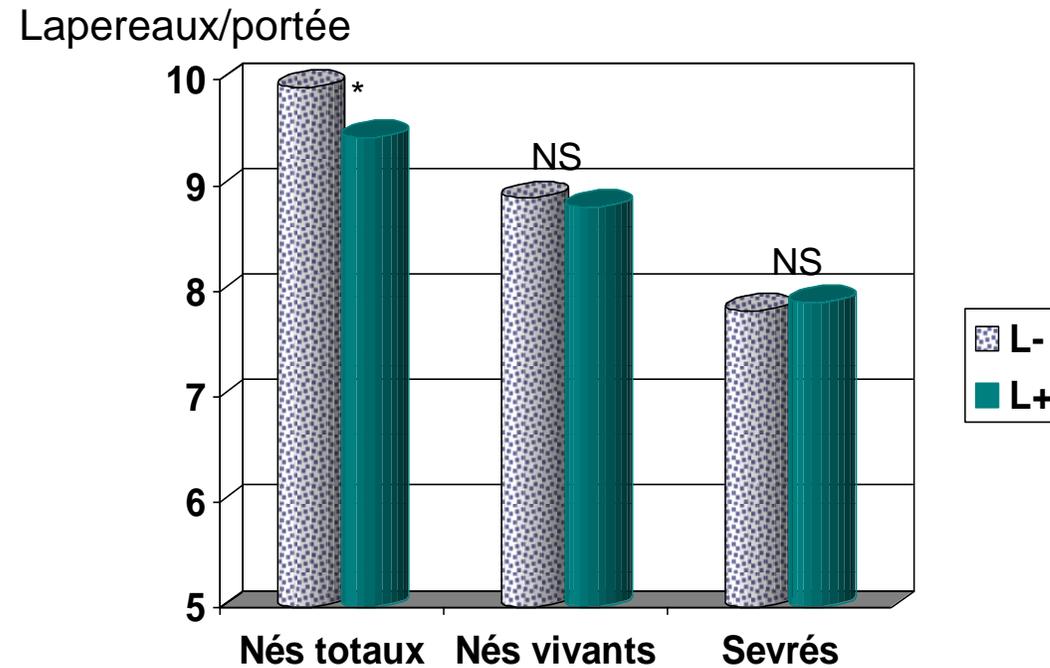
Différence très significative de longévité : 39 jours



+ 0,6 portée dans la lignée L +

Réponse corrélée sur les caractères de reproduction

- Pas d'effet de la sélection sur :
 - Fertilité (L+: 69 %, L-: 70 %)
 - Taille de portée à la naissance, au sevrage



Partie II : Schémas d'amélioration du lapin de chair

- Définitions et déterminisme génétique des caractères pour le lapin de chair
 - Les caractères de reproduction
 - Reproduction femelle
 - fertilité
 - Prolificité
 - Qualités maternelles
 - Durée de la carrière reproductive
 - Reproduction mâle
 - Fertilité mâle
 - Production de semence
 - Résultats d'expériences de sélection
 - Les caractères de santé
 - Résistance à la pasteurellose
 - Résistance générale aux maladies
 - Les caractères de production
 - Croissance
 - Efficacité alimentaire
 - Qualité de carcasse : rendement
 - Résultats d'expériences de sélection

Pourquoi sélectionner sur la résistance aux maladies?

- Parce que c'est à la mode
- Parce qu'on s'ennuie
- Pour réduire l'utilisation de médicaments
- Pour réduire le risque d'antibio-résistance
- Parce que rien d'autre ne marche
- Parce que c'est l'unique solution possible
- Parce qu'on aime bien sélectionner plein de caractères en même temps

Pourquoi sélectionner sur la résistance aux maladies?

- Parce que c'est à la mode
- Parce qu'on s'ennuie
- Pour réduire l'utilisation de médicaments
- Pour réduire le risque d'antibio-résistance
- Parce que rien d'autre ne marche
- Parce que c'est l'unique solution possible
- Parce qu'on aime bien sélectionner plein de caractères en même temps

Sélection pour la résistance aux maladies

Inconvénients

Progrès long à mettre en place

Coût pour le sélectionneur

Equilibre Hôte/Pathogène plutôt qu'éradication de la maladie

Avantage

Progrès génétique cumulatif

Pas de temps de travail supplémentaire pour l'éleveur

Réduction de traitements vétérinaires

Meilleur bien-être des animaux

Sélection pour la résistance aux maladies

Approche station spatiale

*Phénotypage fin haut débit,
excellence, fort impact, génomique*



Approche visuelle

*low tech, low cost, facilement
opérationnel*
> *Bases de données préexistantes,
mesures en routine*

Pasteurellose

Maladie bactérienne la plus répandue

- *Pasteurella multocida*
- Rhinite, pneumonie, abcès, mammite, septicémie
- Maladie chronique, forte prévalence

Pertes économiques

- Mortalité, baisse de croissance et de fertilité, réforme des femelles (50%)
- Pertes ≈ 4 millions € pour l'élevage cunicole en France

Utilisation des antibiotiques

- Peu efficaces, coûteux
- Bactéries porteuses de gènes d'antibiorésistance

60 ♂ (lignées maternelles)



Le projet Relapa

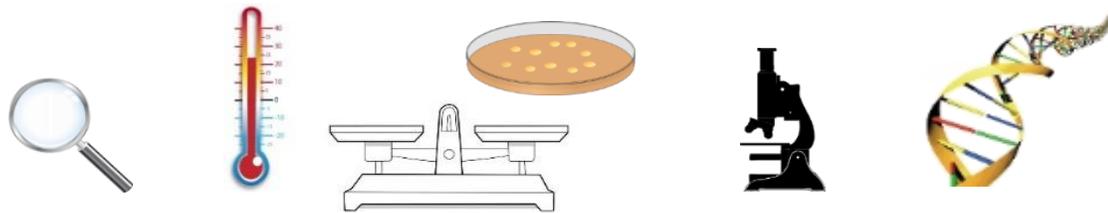
100 ♀



Inoculation de
955 lapins



Réponse à l'infection étudiée pendant 14 jours



Jour 0

Jour 14:
autopsie

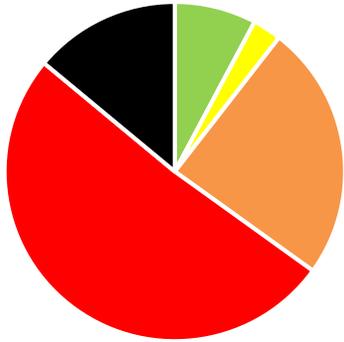
Analyses des résultats

- Identification de critères de résistance et d'animaux résistants
- Détection de régions du génome associées à la résistance à la Pasteurellose

Poids, température,
Mortalité, morbidité
Numération bactérienne
Réponse anticorps,
Comptage cellules
sanguines

Description des caractères

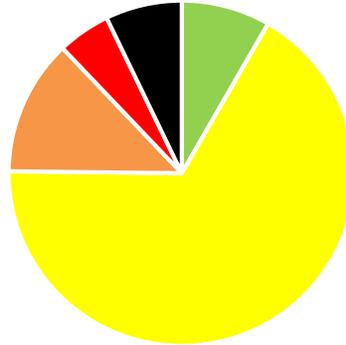
Note d'abcès



0 1 2 3 4

Pas d'abcès → Beaucoup d'abcès

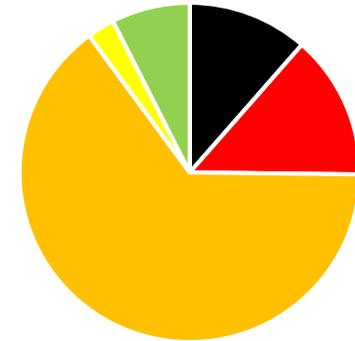
Note de bactérie



0 1 2 3 4

Pas de bactéries → Beaucoup de bactéries

Note de résistance



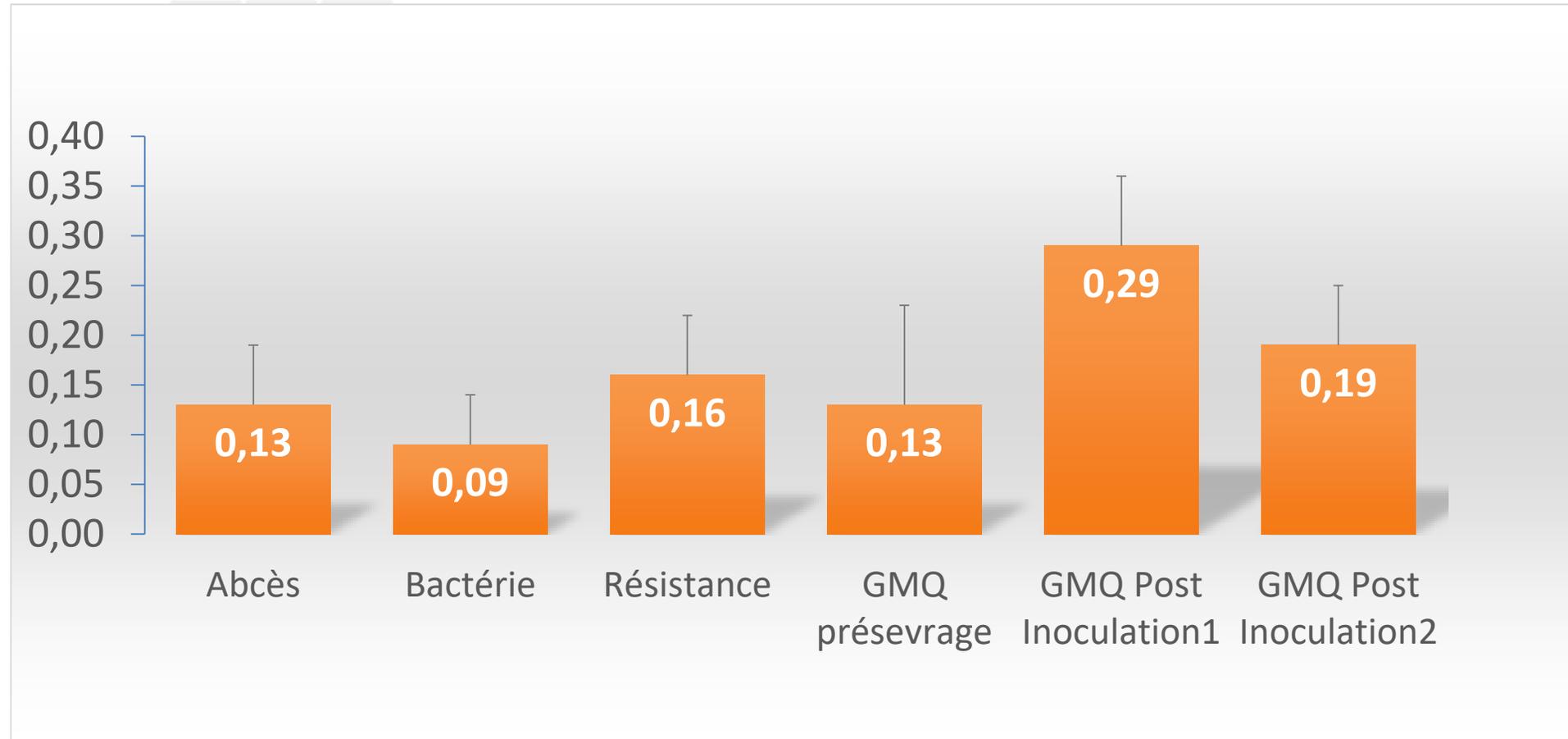
0 1 2 3 4

Sensible → Résistant

Caractères	Effectifs	Moyenne	Ecart-type
GMQ Pre-sevrage Avant inoculation	980	27,14	4,27
GMQ-Post Inoculation Semaine 1	902	2,94	18,23
GMQ-Post Inoculation Semaine 2	852	19,76	17,89

Variabilité de la réponse à l'inoculation, animaux résistants et sensibles

Héritabilités



Héritabilités faibles à modérées : caractères utilisables en sélection

Corrélations génétiques



	Bactérie	Résistance	GMQ pré-sevrage	GMQ PI semaine 1	GMQ PI semaine 2
Abcès	0,99	-0,99	-0,95	-0,99	-0,83
Bactérie		-0,98	-0,62	-0,97	-0,76
Résistance			0,79	0,98	0,70
GMQ pré-sevrage				0,49	0,45
GMQ PI semaine 1					0,46

Corrélations génétiques élevées et « logiques »

Utilisation de la génomique pour détecter des QTL ou gènes de résistance à la pasteurellose



Puce avec 200 000 marqueurs SNP depuis 2015

Analyses en cours pour détecter des régions de l'ADN associées à la résistance à la pasteurellose

=> sélectionner des animaux résistants à la pasteurellose

Caractères de santé

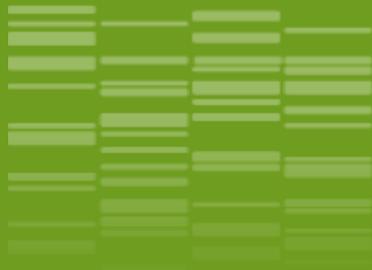
Approche station spatiale

*Phénotypage fin haut débit,
excellence, fort impact, génomique*



Approche visuelle

*low tech, low cost, facilement
opérationnel
> Bases de données préexistantes,
mesures en routine*



UTILISATION D'UN DISPOSITIF CHALLENGE POUR LA SELECTION SUR LA RESISTANCE AUX MALADIES

Mélanie Gunia, Jacques Hurtaud, Mickaël Maupin, Hélène Gilbert, Hervé Garreau



JRC 2017

Enregistrements santé dans deux types d'élevage

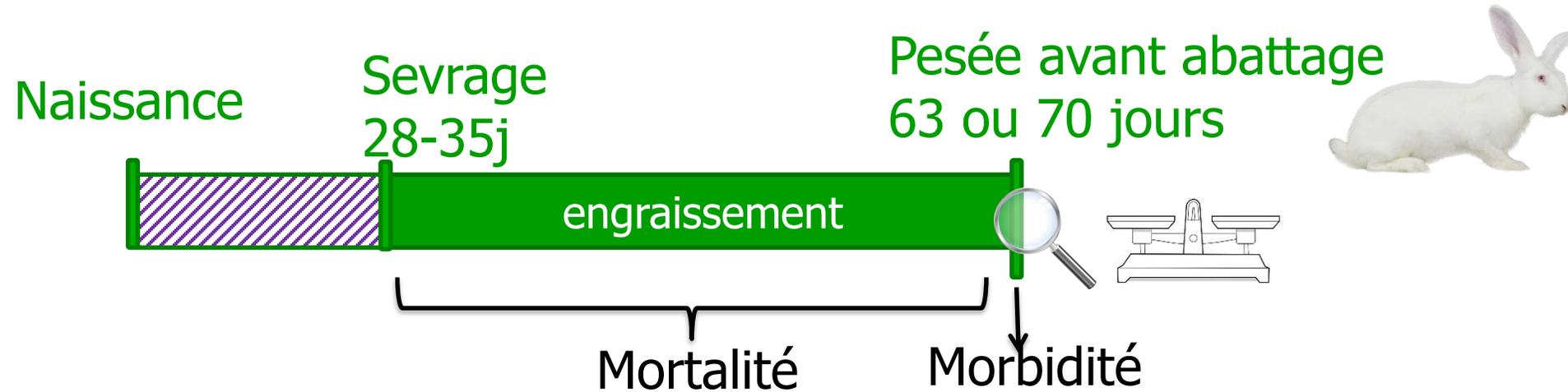
Bâtiments de sélection



Bâtiments challenge (25% des animaux)



Enregistrements sur le jeune en engraissement



Codes sanitaires enregistrés: diarrhée, ballonnement, maux de pattes, torticolis, problèmes digestifs, problèmes respiratoires, coryza, conjonctivite, métrite, mammite...

Création de caractères de santé (binaires):

- Nouveau caractère « troubles infectieux »
- Binaire = 0 sain et vivant à la pesée
1 malade ou mort en engraissement

Matériel et méthodes



Nés vivants (nombre)	$9,9 \pm 3,3$
Poids sevrage 31 j (g)	664 ± 102



Troubles infectieux	30 %
Troubles infectieux Sélection	26 %
Troubles infectieux Challenge	40 %

Quelle différence entre les environnements?



Troubles infectieux
Sélection
 $h^2 = 0,05 \pm 0,01$

Corrélation génétique
 $0,70 \pm 0,13$



Troubles infectieux
Challenge
 $h^2 = 0,10 \pm 0,02$

Présence d'une interaction Génotype x Milieu

Conclusion

- Ce dispositif permet une meilleure prise de la santé dans différentes conditions
 - Héritabilité faibles et significatives des troubles infectieux
 - Corrélations nulles ou favorables avec les caractères de production
- => Amélioration possible de la santé des animaux grâce à la sélection

Partie II : Schémas d'amélioration du lapin de chair

- Définitions et déterminisme génétique des caractères pour le lapin de chair
 - Les caractères de reproduction
 - Reproduction femelle
 - fertilité
 - Prolificité
 - Qualités maternelles
 - Durée de la carrière reproductive
 - Reproduction mâle
 - Fertilité mâle
 - Production de semence
 - Résultats d'expériences de sélection
 - Les caractères de santé
 - Résistance à la pasteurellose
 - Résistance générale aux maladies
 - Les caractères de production
 - Croissance
 - Efficacité alimentaire
 - Qualité de carcasse : rendement
 - Résultats d'expériences de sélection

Caractères de production

Quels caractères ?

Caractères économiquement importants que l'on souhaite améliorer à l'étage de production

Objectif majeur :

- limiter les coûts de production du lapin de chair
(efficacité alimentaire, vitesse de croissance, santé des animaux)
- augmenter la valeur de la production
 - aspects quantitatifs (nombre de lapins engraisés, poids à âge fixe, rendement abattage)
 - aspects qualitatifs (adiposité de la carcasse)

Caractères de production

4 groupes de caractères

- Croissance

Poids à l'âge d'abattage (63 ou 70 jours)

Vitesse de croissance (GMQ 35-70 j ou GMQ 35-63 j)

- Efficacité alimentaire

Indice de consommation

Consommation résiduelle

- Composition corporelle

Rendement de carcasse

- Résistance aux maladies infectieuses

Survie

Absence de symptômes

Les caractères de croissance

- **Poids à 70 jours**
le plus couramment mesuré
correspond à l'âge moyen à l'abattage en France
- **Poids à 63 jours**
mesuré dans une lignée du sélectionneur GFS
anticipation de la diminution de l'âge à l'abattage
- **Gain Moyen Quotidien ou vitesse de croissance en engraissement**
= Gain de poids sur la période / nb jours de la période
Plus héritable
Nécessite deux pesées (sevrage-fin d'engraissement)
Plus corrélée au poids final qu'au poids sevrage

Les caractères d'efficacité alimentaire

- L'indice de consommation en engraissement

$$= \frac{\text{Qté d'aliment ingérée sur la période}}{\text{Gain de poids sur la période}}$$

Couramment mesuré dans les autres espèces
Pas d'interprétation biologique

- La consommation résiduelle en engraissement

Quantité d'aliment ingérée corrigée pour les besoins métaboliques et de croissance

Coefficients de regression

$$\text{Aliment (kg)} = a \cdot \left[\frac{(\text{Pd63j} + \text{pd35j})}{2} \right]^{0,75} + b \cdot (\text{Pd63j} - \text{Pd35j}) + e$$

Poids métabolique Gain de poids Cons. résiduelle

Les caractères de carcasse

- Rendement de carcasse

$$= \frac{\text{Poids de carcasse ressuyée (sans manchons)}}{\text{Poids vif}} * 100$$

Prime au rendement appliquée par certain abattoirs
Pas de découpe normalisée

La résistance aux maladies infectieuses

Index binaires (0,1) pour décrire la résistance

- **Index mortalité** : mort pendant engraissement = 1
vivant en fin d'engraissement = 0
- **Index morbidité** : symptôme observé pendant engraissement = 1
(animal vivant) aucun symptôme pendant engraissement = 0
- **Index résistance** : symptôme observé pendant engraissement = 1
(animal vivant ou mort) aucun symptôme pendant engraissement = 0

Niveau de performance moyen pour les caractères de production

Caractère	Valeur
Poids 35 j (g)	910
Poids 70 j (g)	2510
GMQ (g/jour)	44
IC en engraissement	2,5
Rendement de carcasse (%)	58

Héritabilité des caractères de production

Caractère	Valeur
Poids 63j /70 j (ad lib)	0,20
Poids 63j /70 j (rationnés)	0,30
GMQ (ad lib)	0,25
GMQ (rationnés)	0,30
IC	0,29
Consommation résiduelle	0,30
Rendement de carcasse	0,35
Mortalité (inoculation expé.)	0,05
Morbidité (inoculation expé.)	0,20
Index résistance (mort + vivants : contrôle en routine)	0,05 à 0,10

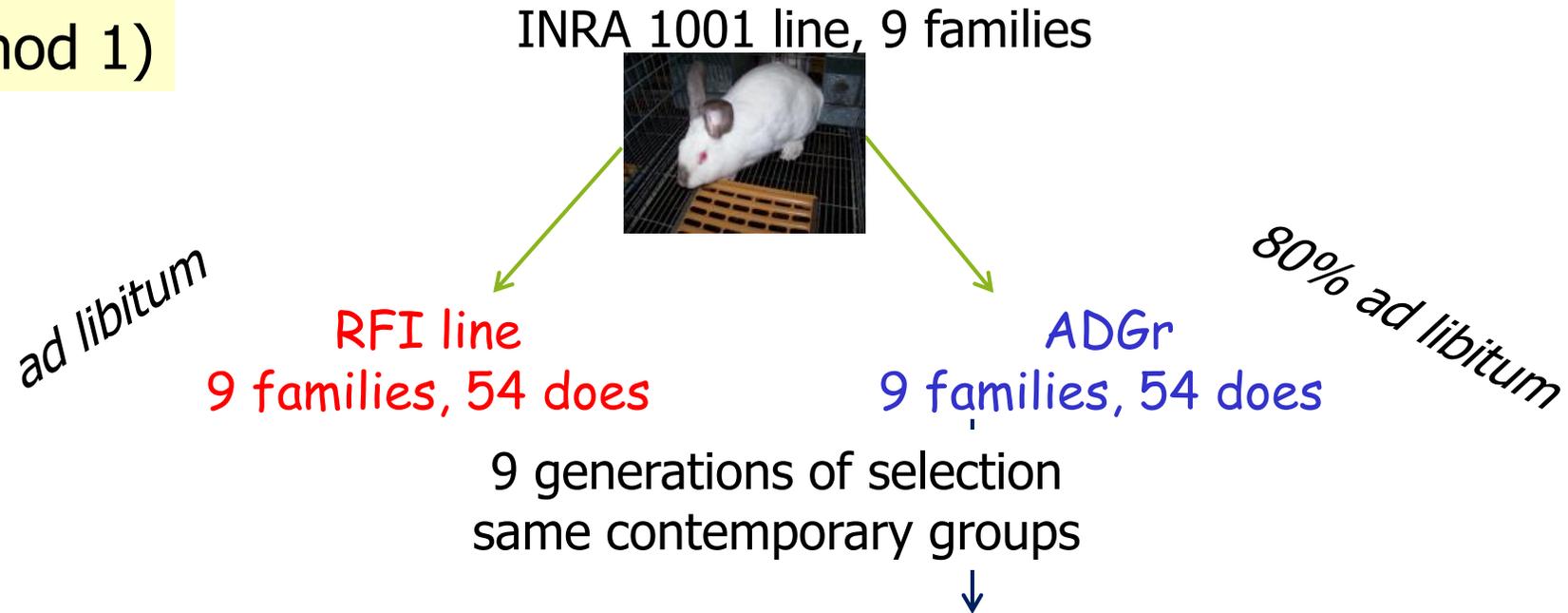
Résultats d'expériences de sélection pour les caractères de production

- Sélection sur l'efficacité alimentaire
- Résistance aux troubles infectieux (analyse)

Objectif :1) Etudier la réponse à la selection pour 2 caractères d'efficacité alimentaire:

- Residual Feed Intake: Feed intake corrected for growth and maintenance needs ($RFI = FI - \alpha_1 ADG - \alpha_2 (\text{Mean weight})^{0,75}$)
- ADG under restricted feeding (80 %)

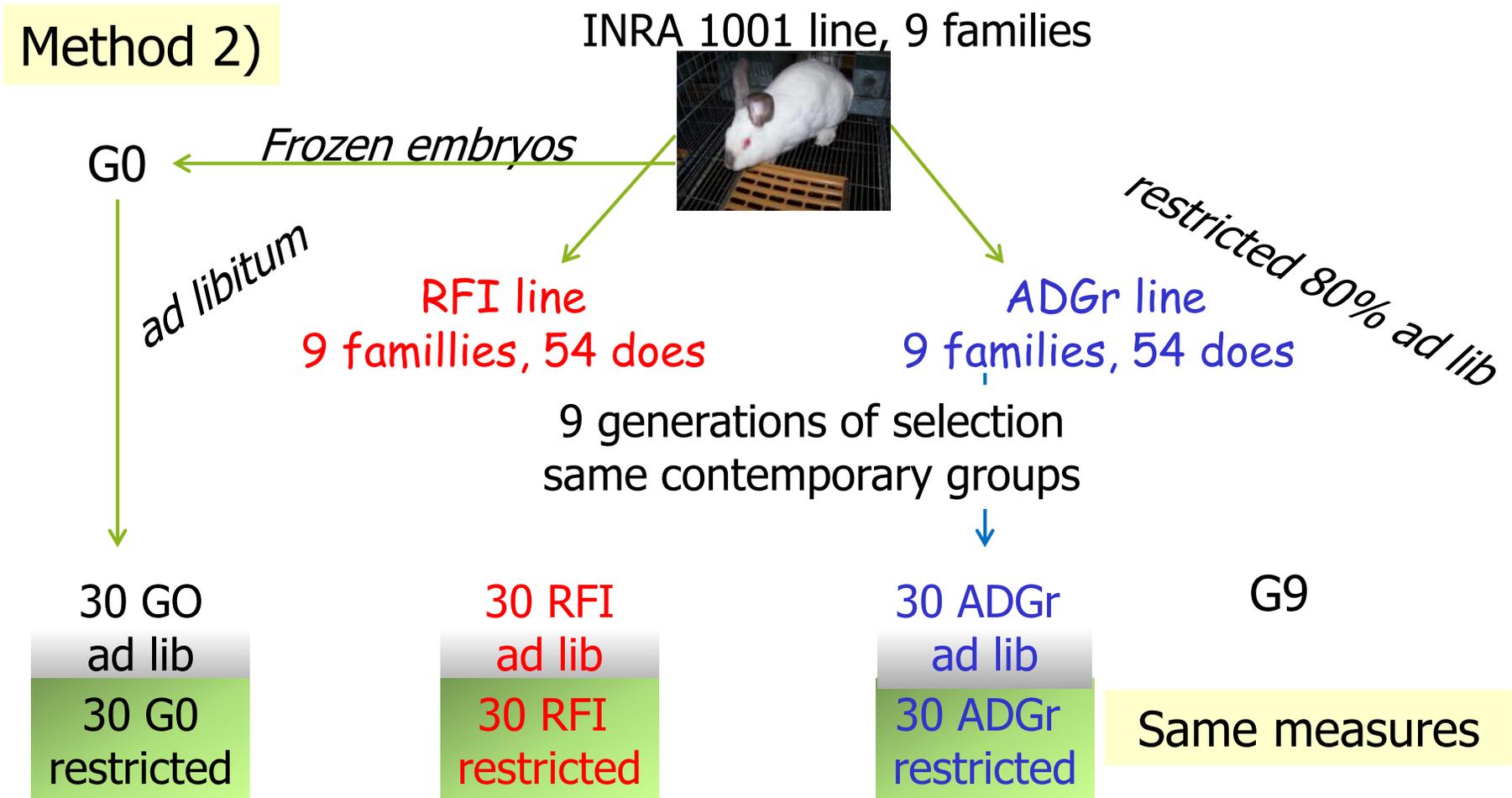
Method 1)



300 rabbits/line/generation in individual cages
From weaning (30 days) to 63 days

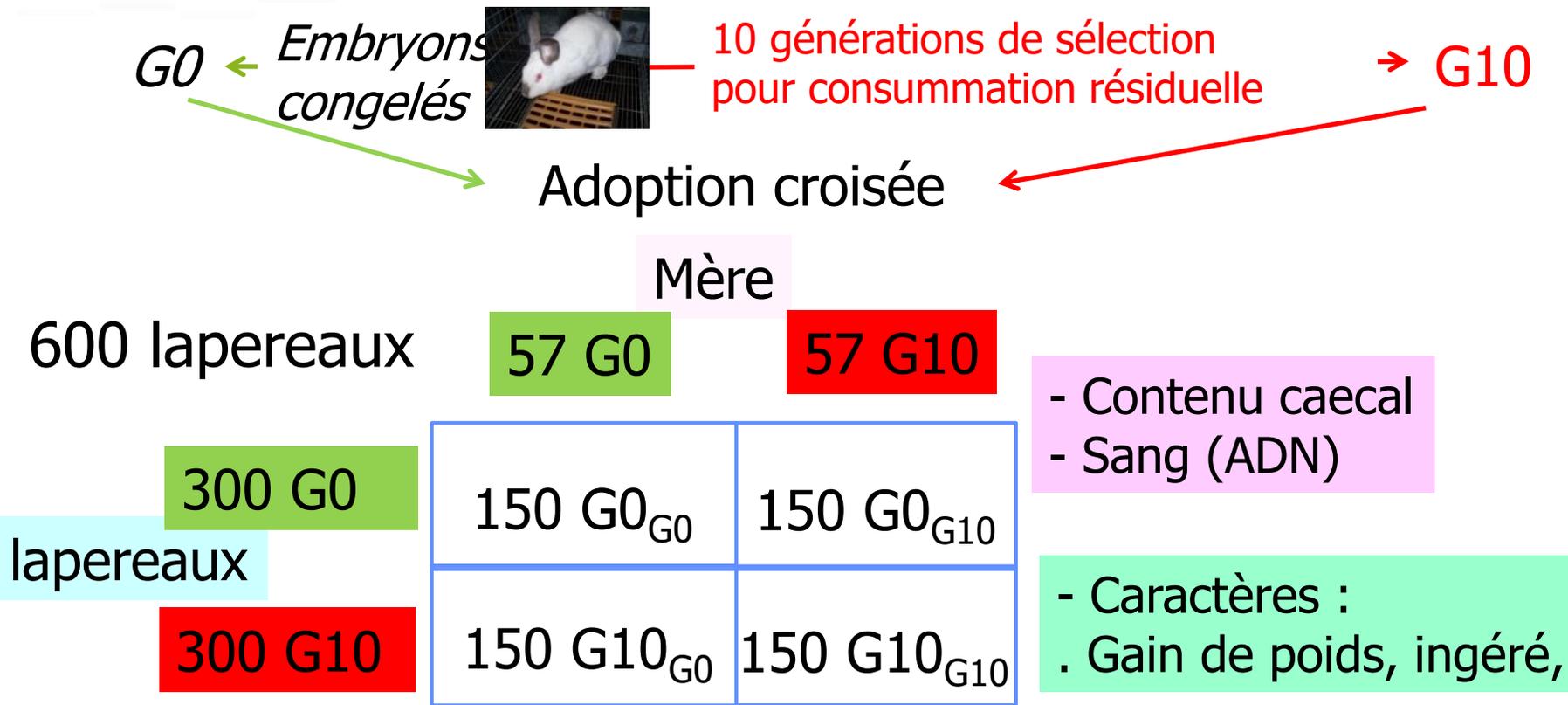
Measures: individual feed intake, BW30, BW63
→ Growth rate, feed conversion ratio (FCR), RFI

Objectif :2) Etudier les conséquences de la sélection sur les caractères de production, de digestibilité, excretion de N et P

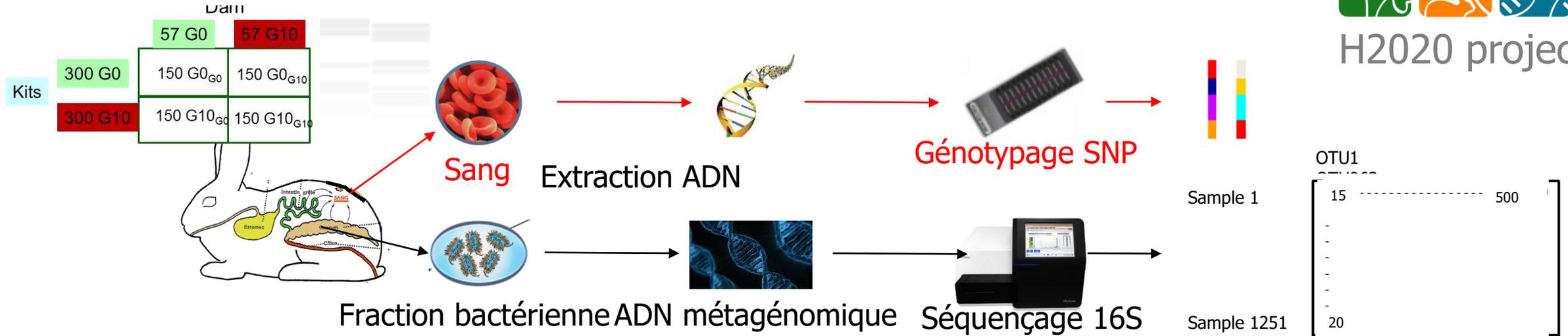


Objectif :3) Etudier les effets directs et maternels de l'efficacité alimentaire

Method 3)



Objectif :4) Etudier les relations entre la composition du microbiote (transmission maternelle) et l'efficacité alimentaire



- Recherche de QTL de l'efficacité alimentaire
- Part relative de la variabilité de l'efficacité alimentaire
 - ❖ Composition du microbiote
 - ❖ Génome du lapin
- Interactions génome de l'hôte/métagénome
- Sélection conjointe de l'hôte et de son microbiote

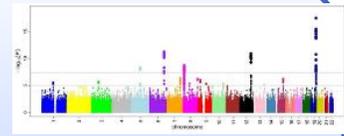
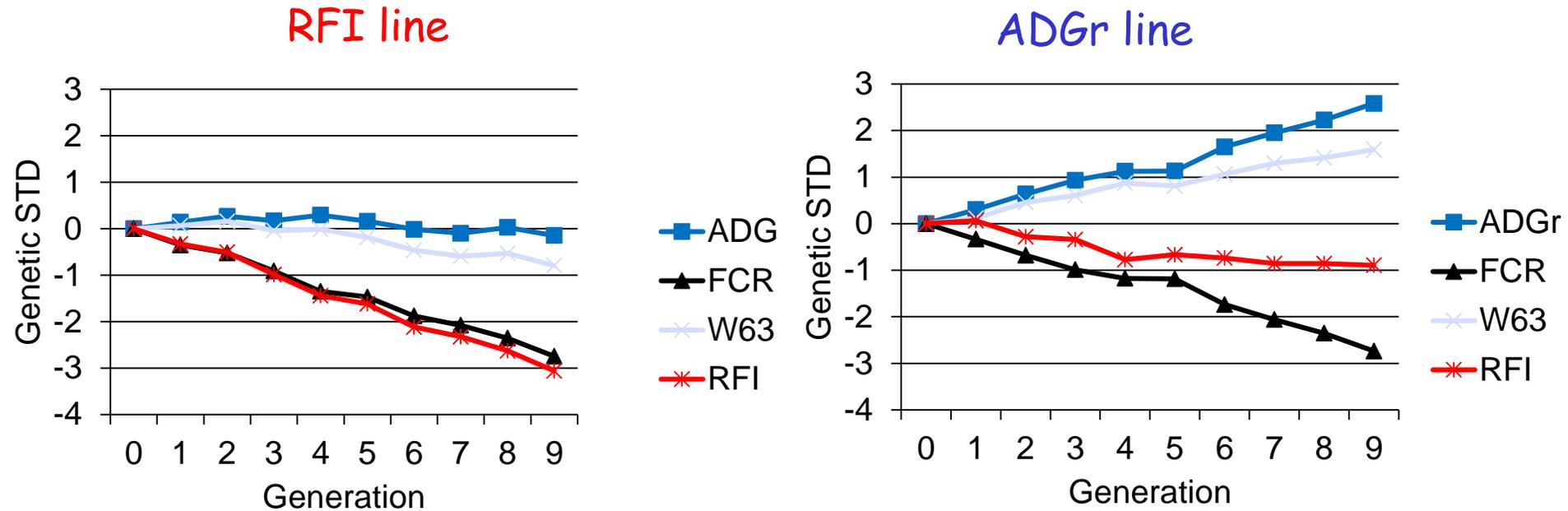


Table d'OTUs

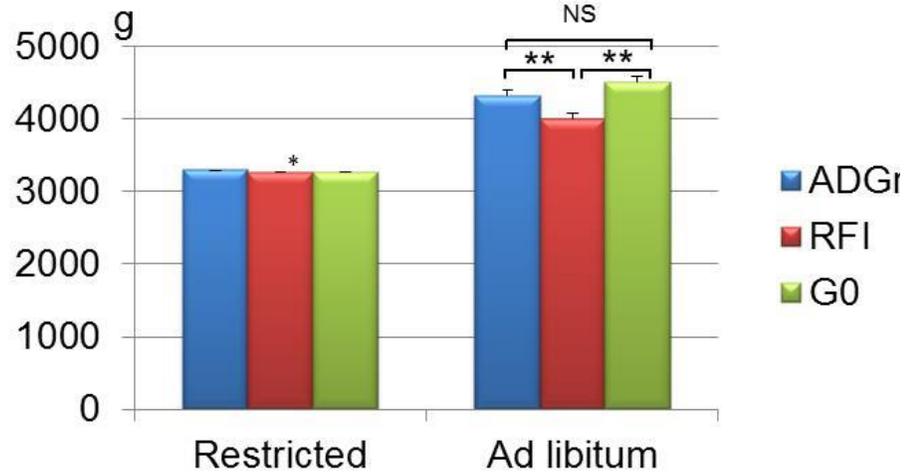
Résultats: 1) Etudier la réponse à la sélection pour 2 caractères d'efficacité alimentaire: évolutions génétiques sur 9 générations de sélection



- ❑ Same genetic response on FCR for both criteria(- 0,2 pts)
- ❑ Different responses on growth and feed intake
 - ❑ **RFI**: lower feed intake (-511 g), no increase of growth
 - ❑ **ADGr**: Higher growth (+2 g/day), no reduction of feed intake

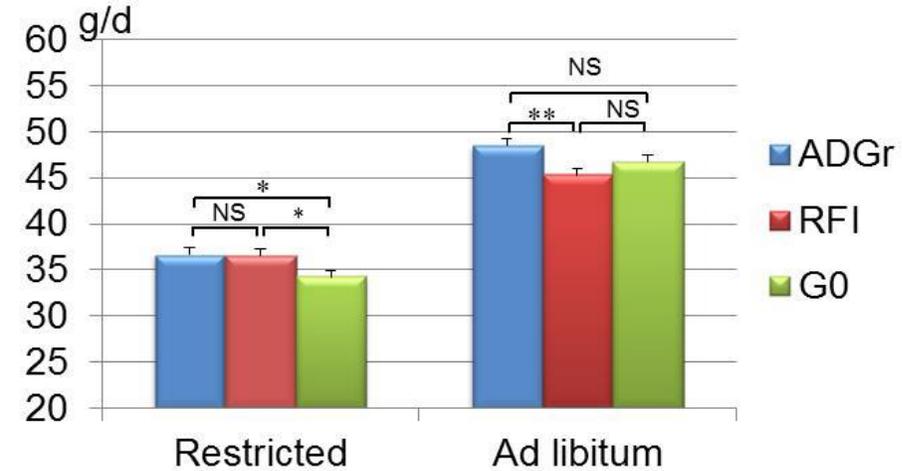
Résultats: 2) Comparaison des lignées pour feed intake, growth et feed conversion ratio

Feed intake



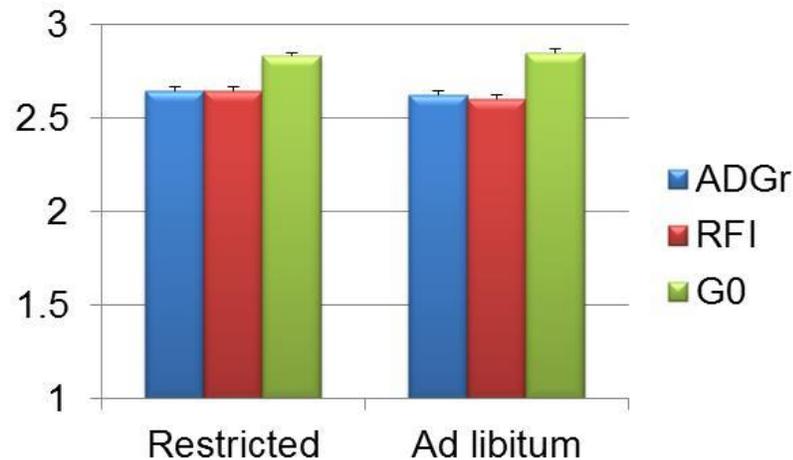
Line (***)

Average daily gain



Line (***), NA (***), interaction (*)

Feed conversion ratio

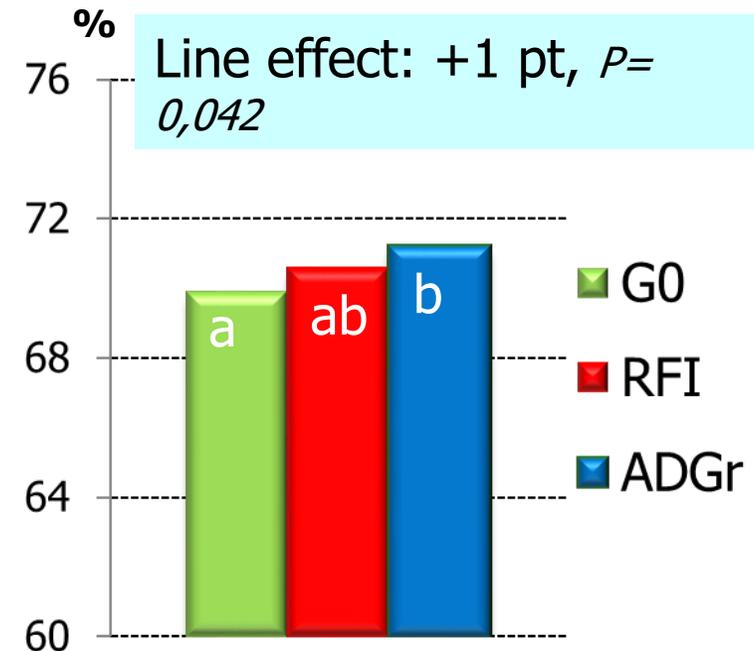
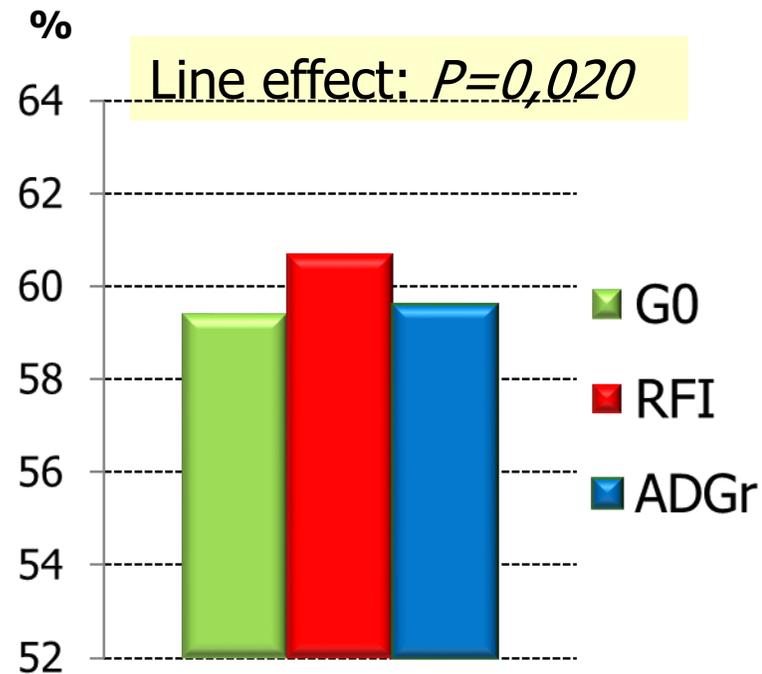


Line (***)

Résultats: 2) comparaison des lignées pour la digestibilité 42-46 days

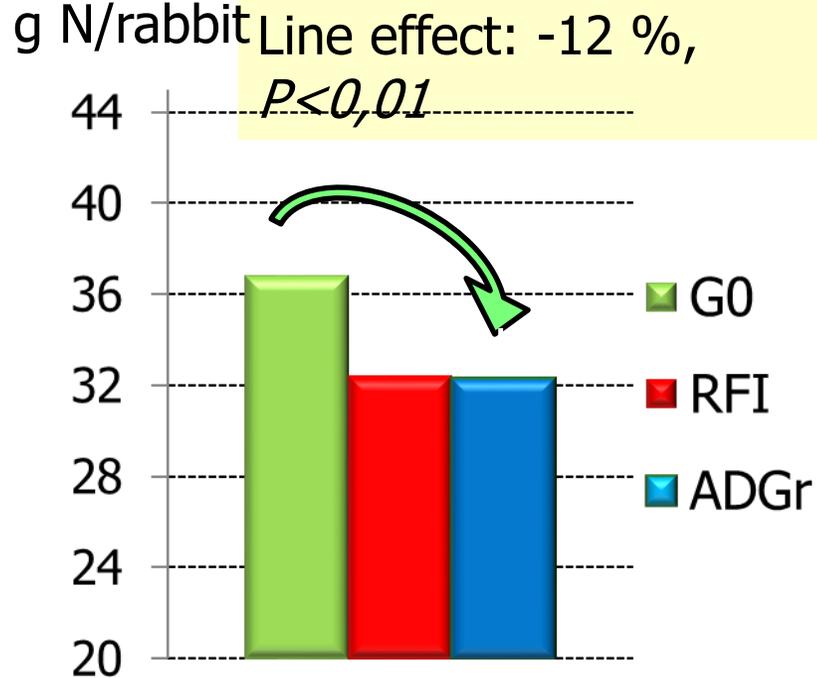
Organic matter digestibility 42-46 days

Crude protein digestibility

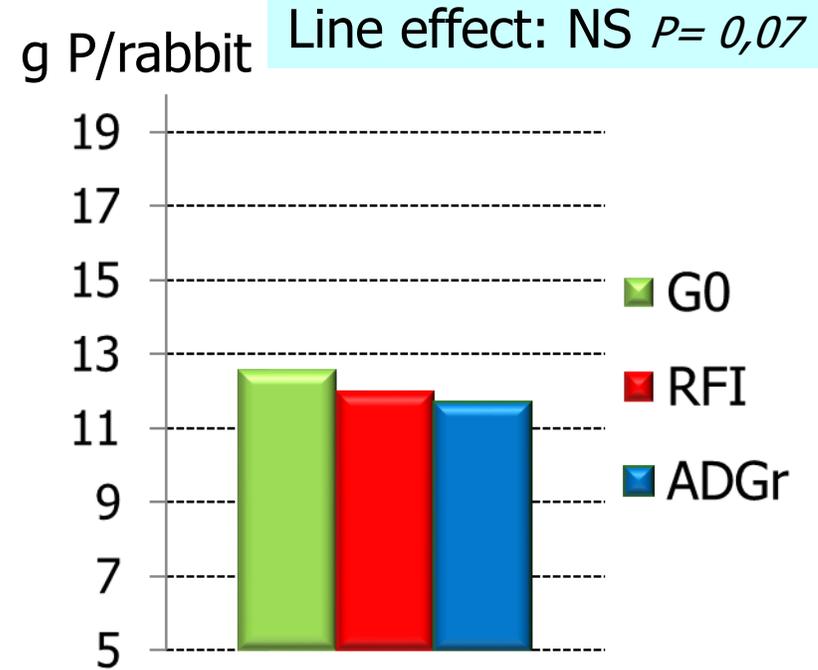


Résultats: 2) Comparaison des lignées pour l'excrétion N et P 29-63 jours

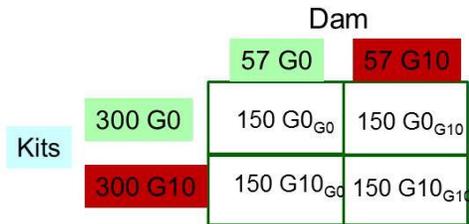
Nitrogenous excretion



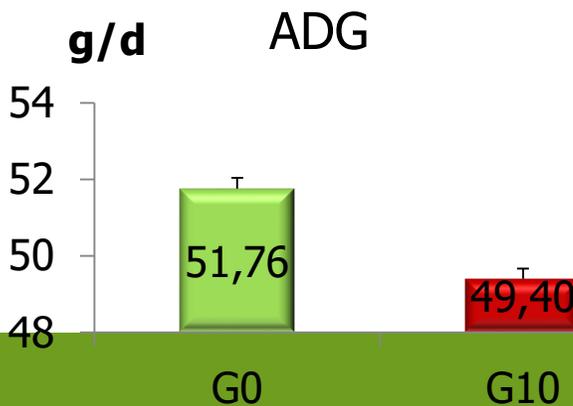
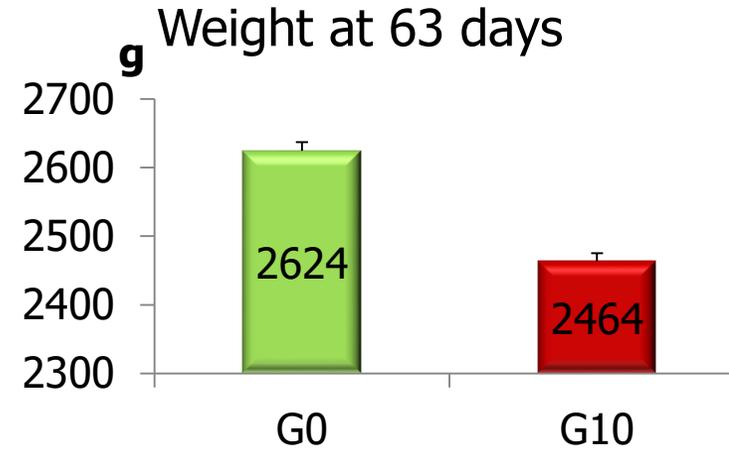
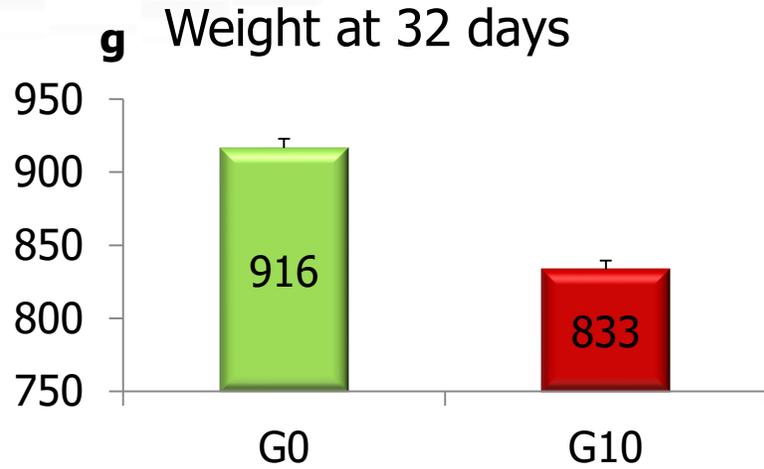
Phosphorus excretion



Résultats: 3) Effets directs et maternels pour la croissance

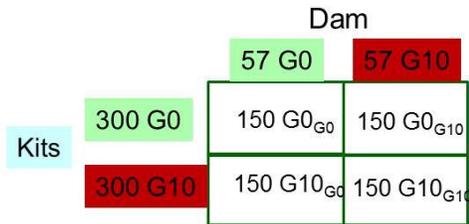


LS means of the kit line effect : direct effect

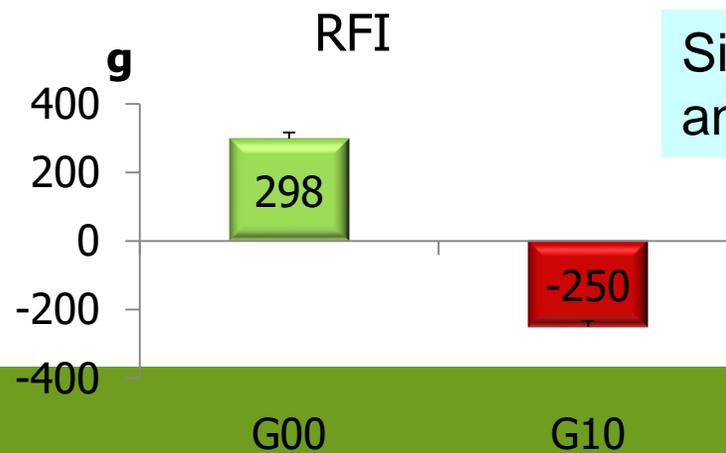
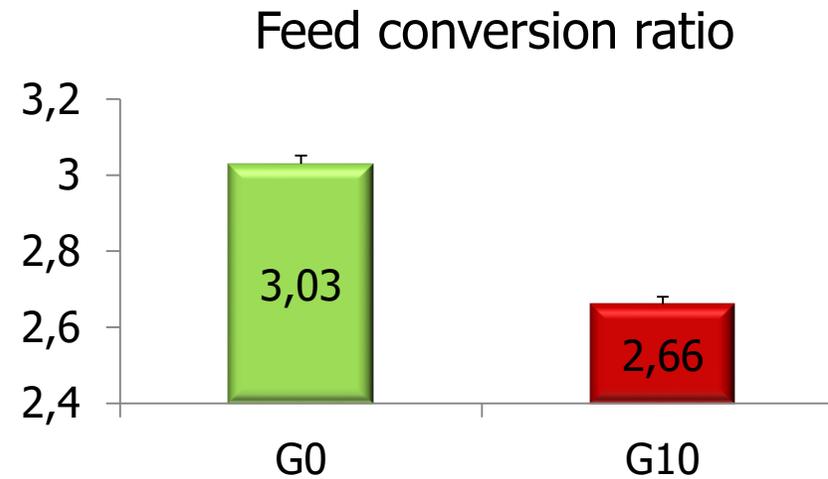
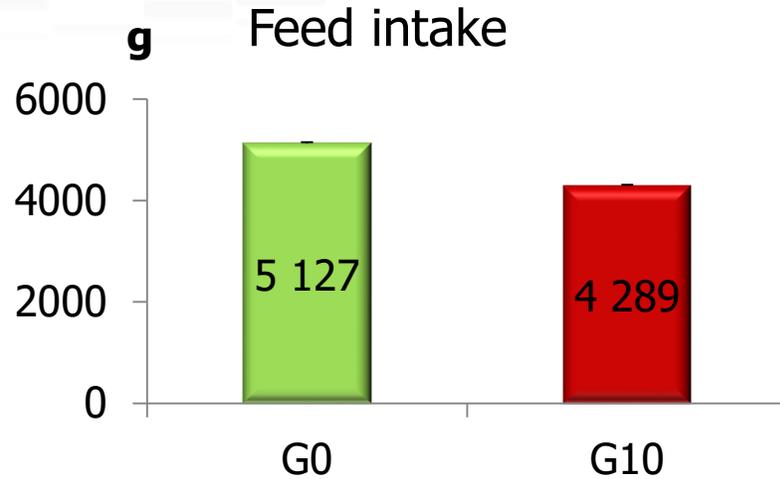


Significant for all growth and FE traits

Résultats: 3) Effets directs et maternels pour l'efficacité alimentaire

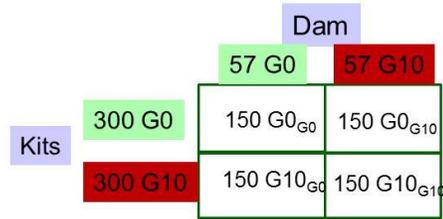


LS means of the kit line effect : direct effect

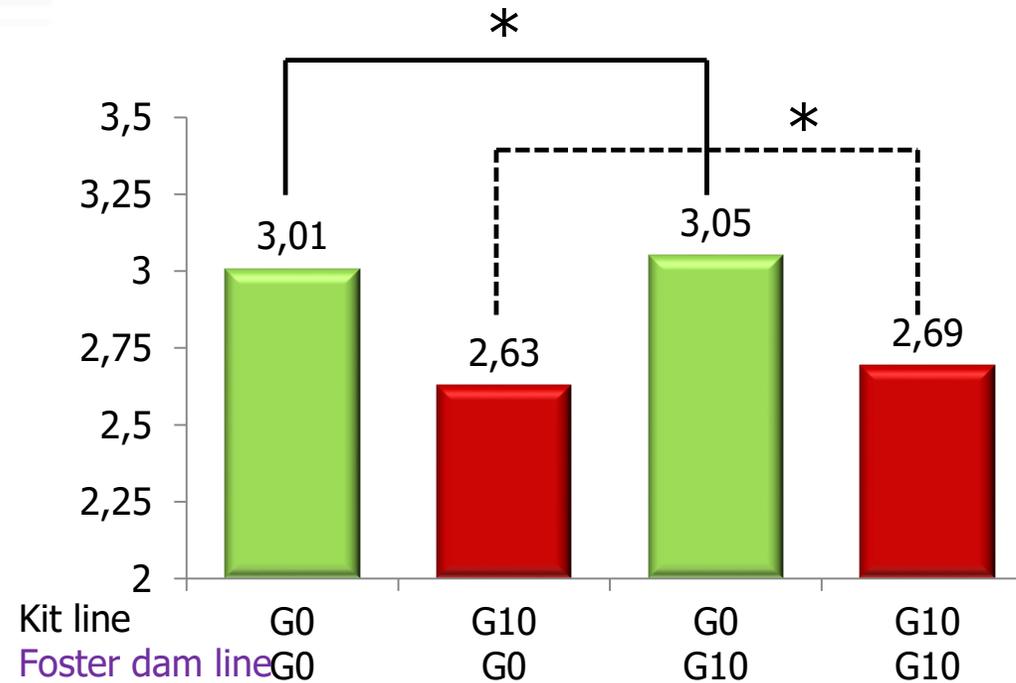


Significant for all growth and FE traits

Résultats: 3) Effets directs et maternels pour l'efficacité alimentaire

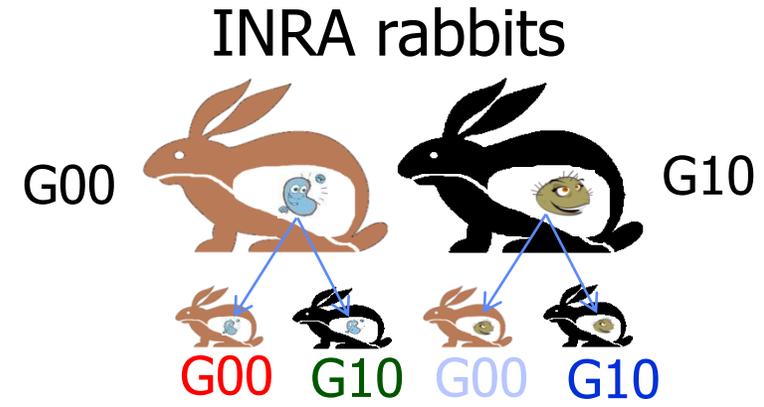
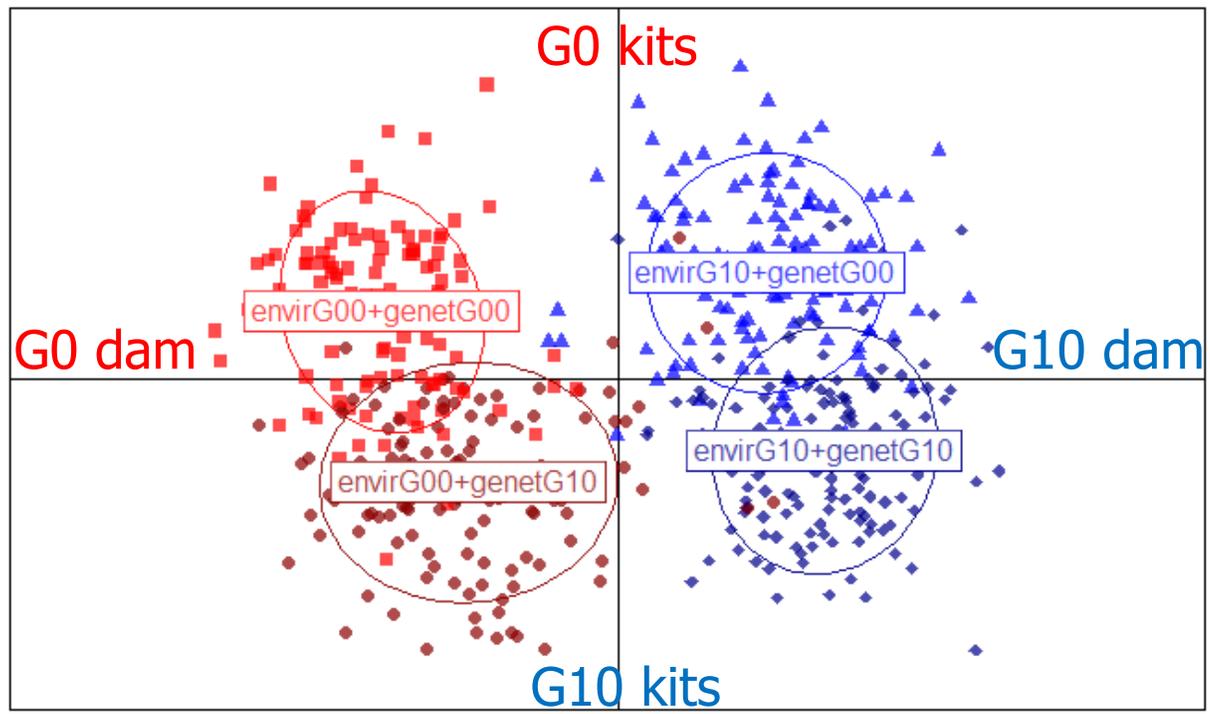


LS means of the kit and dam line effect on FCR



❖ Negative maternal effect of the selected line G10 on feed efficiency $\Delta = 0.06, P = 0.04$

Résultats: 4) Composition du microbiote: Effet de la lignée du lapereau et de la lignée de la mère (transmission)



Zemb and al., in prep.

→DAPC projection: The kit line and the dam line separates the individuals

Zemb et al, in prep

Partie II : Schémas d'amélioration du lapin de chair

- Définitions et déterminisme génétique des caractères pour le lapin de chair
 - Les caractères de reproduction
 - Les caractères de production
- Objectifs de sélection du lapin de chair: pondération des caractères
 - Approche économique
 - Approche gains désirés
- Organisation de la sélection du lapin de chair : Les schémas de sélection

Evolution des caractères dans les objectifs de sélection

50-70

- Croissance
- Conformation

80

- Taille de portée
- Reproduction

2000

- Rendement carcasse
- Efficacité alimentaire
- Qualité des produits

2010

- Résistance aux maladies
- Longévité
- Adaptation à un environnement moins maîtrisé



Adapté pour le lapin à partir de Phocas et al. 2011. Animal

Concepts

Objectif de sélection $H \Rightarrow$ Equation théorique, les aptitudes que l'on souhaite améliorer dans une population. Exprimé en €

$$H = v_1 A_1 + v_2 A_2 + v_3 A_3 + v_4 A_4 \dots$$

$$H = 10 * A_{\text{Poids vif}} + 30 * A_{\text{Rendement carcasse}} + 100 * A_{\text{Résistance maladies}}$$

v = pondération, souvent économique (€/unité du caractère)

A = valeur génétique vraie (inconnue) des **caractères** à améliorer

Index de sélection, Index de synthèse $I \Rightarrow$ Outil, note donnée à un animal

$$I = b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 \dots$$

b = pondérations calculées à partir de v et des matrices de variance covariance génétiques et phénotypiques pour maximiser H

X = Index élémentaire = Valeur génétique estimée de chaque **critère de sélection mesurable**

Exemple de différence entre caractère de l'objectif de sélection et critère de sélection

Objectif de sélection : Caractère => ce qu'on souhaite améliorer

Ex: le rendement carcasse (poids carcasse/poids vif).

Héritabilité = 0,17

☹ Mort de l'animal

☹ Donnée difficile à récupérer en abattoir

Index de sélection : Critère de sélection => mesurable facilement

Surface du *Longissimus dorsi* (muscle du dos) mesurée par tomographie.

Héritabilité = 0,20. Corrélation génétique avec le rendement carcasse = 0,74

☺ Mesurable précocement

☺ Animal vivant

☺ Héritabilité supérieure et bonne corrélation avec le rendement

Concepts

- Si la sélection basée sur des Valeurs Génétiques Estimées (EBV) avec des modèles multicaractères
- Si caractères dans l'objectif = critères de sélection de l'Index
- $b = v$

$$\text{Objectif } H = v_1A_1 + v_2A_2 + v_3A_3 + v_4A_4\dots$$

$$\text{Index } I = b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4\dots$$



$$I = v_1X_1 + v_2X_2 + v_3X_3 + v_4X_4\dots$$

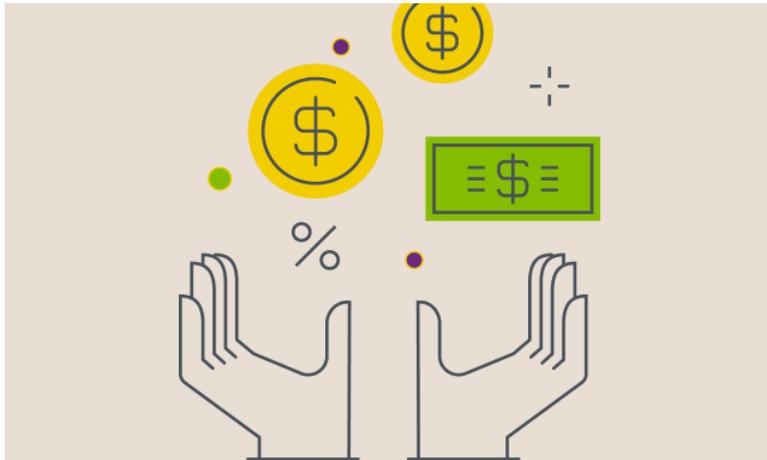
Calcul des pondérations « v » dans les objectifs de sélection

Objectif de sélection \Rightarrow Equation théorique, les aptitudes que l'on souhaite améliorer dans une population

$$H = v_1A_1 + v_2A_2 + v_3A_3 + v_4A_4\dots$$

1) Méthodes économique

La pondération économique représente le gain marginal de profit apportée par l'amélioration d'une unité du caractère



2) Méthode technique

= méthode du gain désiré
= pondération attribuée en fonction du gain génétique souhaité



3) Méthodes non marchandes

- consentement à payer
- gain génétique désiré sur les caractères non marchands
- perte acceptée sur les caractères de production





Calcul des pondérations de l'objectif de sélection

1) économique

- On calcule une valeur économique pour chaque critère à partir d'une fonction de profit (€ femelle/an) avec les valeurs moyennes de la filière

Marge Brute =

Produit de l'activité (tx de mise bas, prolificité, mortalité, poids vendu, prix de vente ...)

- Coût de l'activité (aliment consommé, fluides, Vêto ...)

- L'augmentation de la prolificité de 1 lapin sevré entraîne une augmentation de la marge brute de 16 €

$v = 16 \text{ €/lapin sevré}$

$H = 16 * A_{\text{Nombre de lapereaux sevrés}} + v_2 A_2 + v_3 A_3 + \dots$

Pondérations économiques

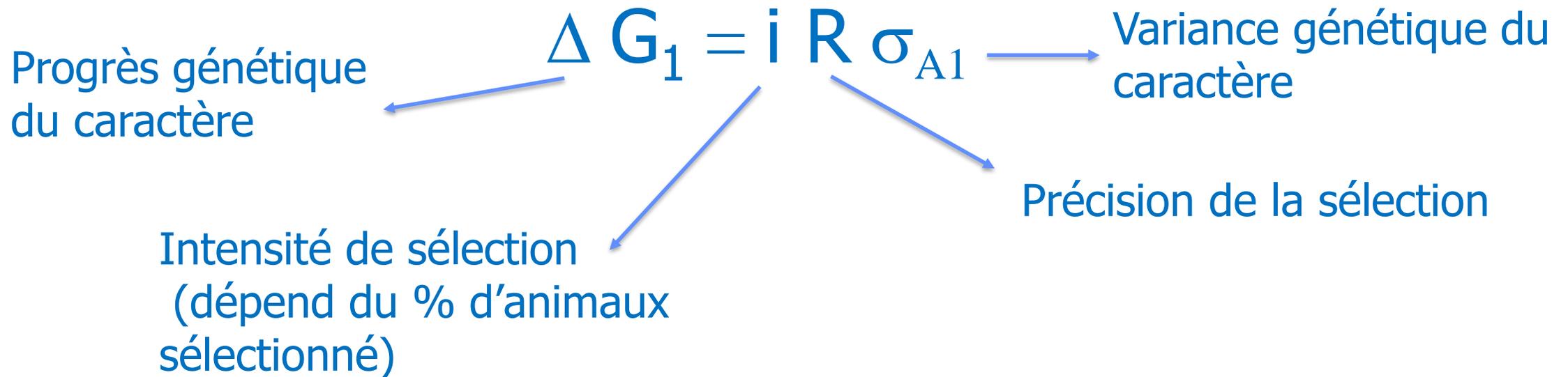
Caractère	Écart type phénotypique	Pondération économique = gain en € pour l'amélioration d'une unite du caractère	Pondération économique relative = gain en € pour l'amélioration d'un écart-type
Sevrés par portée (nombre)	2,7	16,8	45,5
GMQ (g/jour)	4,2	2,8	11,8
Indice de Consommation	0,2	51,3	10,3
Résistance aux troubles digestifs	0,27	16,3	4,4
Longévité femelle (jours)	93	0,03	2,4



Calcul des pondérations de l'objectif de sélection

2) Méthode du gain désiré

- On choisit la pondération v en fonction du Progrès génétique qu'on souhaite sur chaque caractère
- Méthode basée sur les équations de prédiction du progrès génétique



Calcul des pondérations de l'objectif de sélection

2) Méthode du gain désiré

- Exemple fictif:

$$H_1 = 30 \cdot A_{pd63j} + 60 \cdot A_{rdt} - 10 A_{tx_gras}$$

$$H_2 = 40 \cdot A_{pd63j} + 50 \cdot A_{rdt} - 10 A_{tx_gras}$$

$$H_3 = 50 \cdot A_{pd63j} + 30 \cdot A_{rdt} - 20 A_{tx_gras}$$

	H1	H2	H3
Poids 63 jours	60 g	70 g	75 g
Rendement carcasse	0.20	0.15	0.08
Taux de gras	-0.002	0.006	-0.05

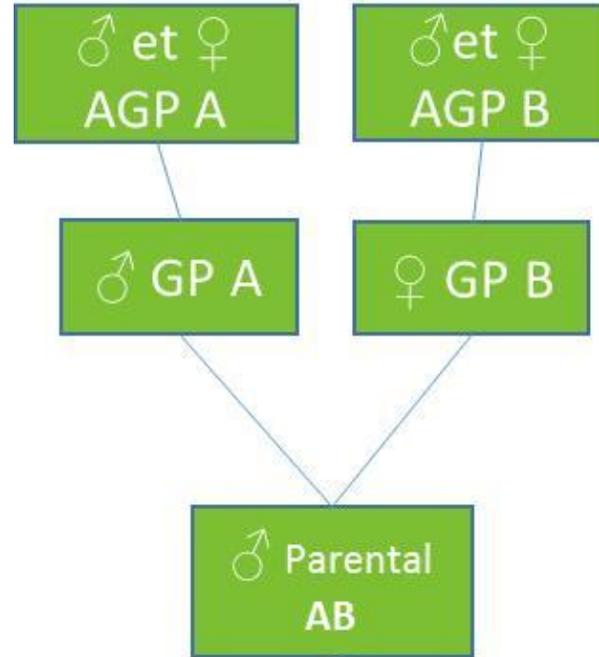
Partie II : Schémas d'amélioration du lapin de chair

- Définitions et déterminisme génétique des caractères pour le lapin de chair
 - Les caractères de reproduction
 - Les caractères de production
- Objectifs de sélection du lapin de chair: pondération des caractères
 - Approche économique
 - Approche gains désirés
- Organisation de la sélection du lapin de chair : Les schémas de sélection

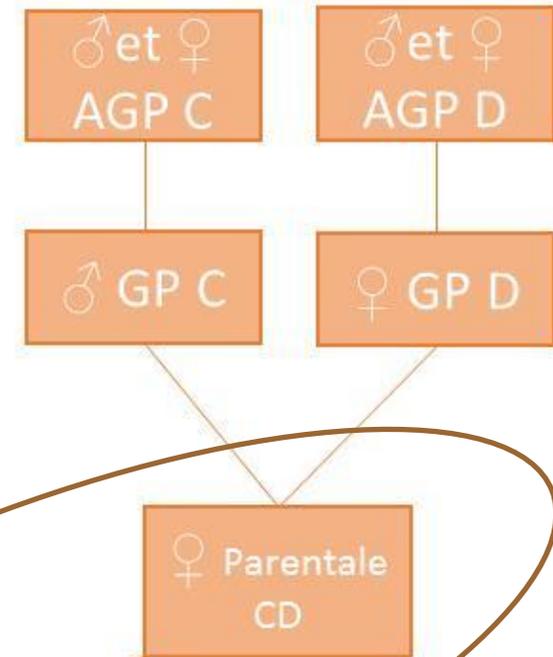
Production de lapin de chair

Lignées pures:
sélection et progrès
génétique

Lignées paternelles



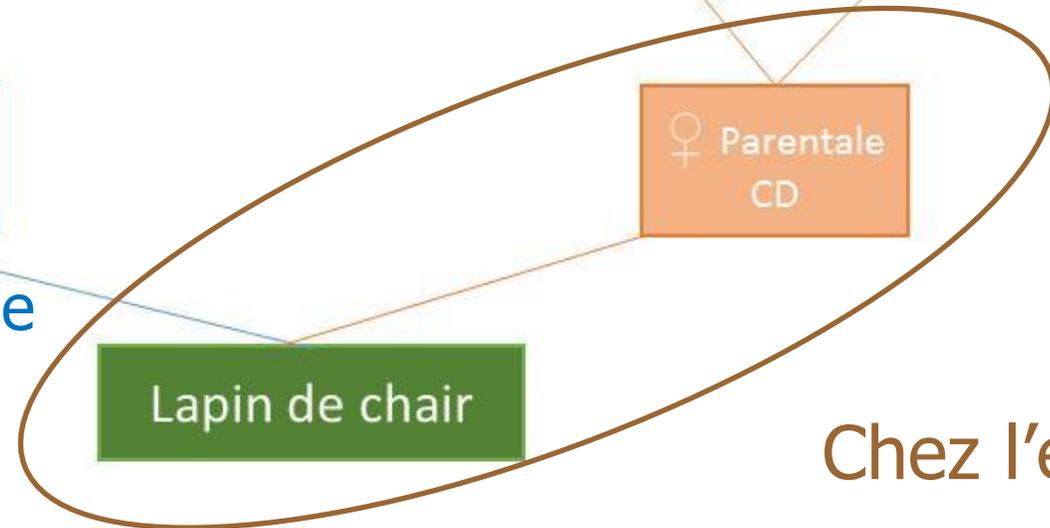
Lignées maternelles



Croisés 2 voies

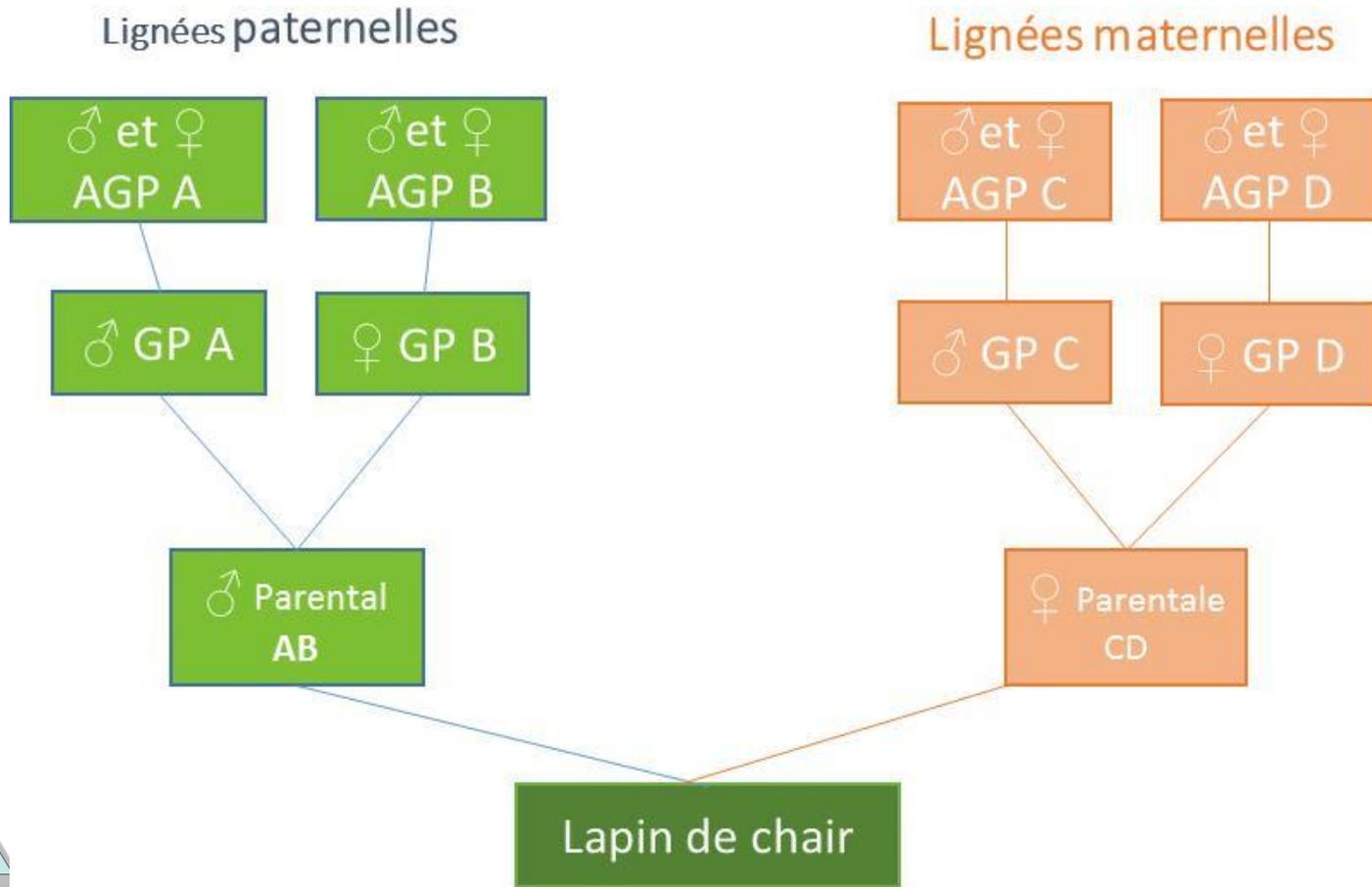
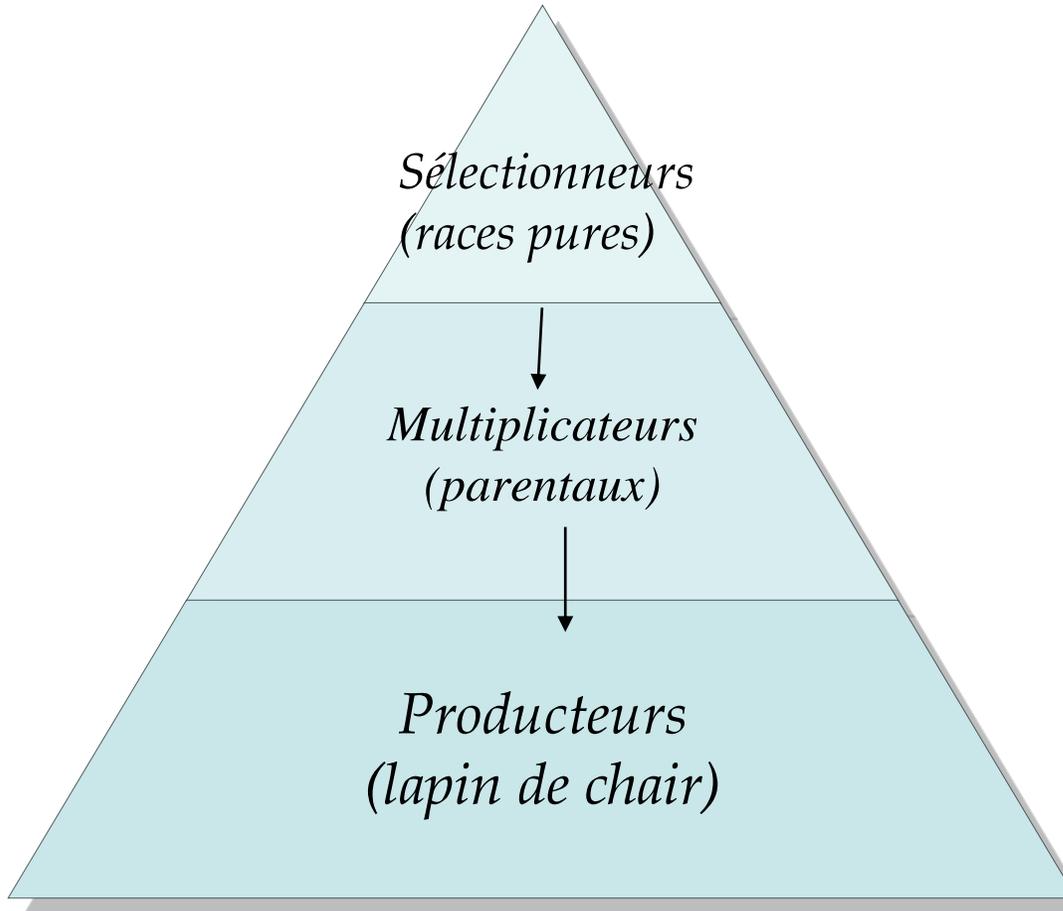
Insémination artificielle

Croisés 4 voies



Chez l'éleveur

Organisation de la sélection



Sélection des lignées paternelles et maternelles

Lignée	Demande	Caractères en sélection
Maternelles	Eleveurs	Prolificité (lapereaux vivants/portée) Croissance des lapereaux Homogénéité du poids lapereau Longévité de la femelle Nombre de mamelles
Paternelles	Abattoirs Distributeurs (consommateur)	GMQ 35j-70j Rendement de carcasse Adiposité de la carcasse Efficacité alimentaire Santé digestive

Organisation de la sélection

Produits des sélectionneurs français

		Type	Hypharm	Eurolap	Hycole
Lignées pures	Femelle	<i>Néo-zélandais</i>	AGP77	GPD	GPC
		<i>Californien</i>	AGP22	GPC	GPD
	Mâle	<i>Medium</i>	AGP39	GPA GPB	Medium
		<i>Géant</i> <i>Coloré</i>	AGP59 AGP119	H	XXL Médium Coloré
Lignées parentales	Femelle Parentale	<i>Métisse NZ-Ca</i>	PS 19 Hyplus (22 x 77)	HylaNG (C x D)	Parentale Hycole (C x D)
	Mâle parental	<i>Médium</i>	PS39	HylaMax (AxB)	Médium
		<i>Médium/Géant</i>	PS40 (39 x 59)		
		<i>Géant</i>	PS59		XXL
		<i>Coloré</i>	AGP119	H	Médium Coloré

Organisation de la sélection

Principales lignées étrangères

Pays	Lignée	Type	Critère
Espagne (UPV, IRTA)	A	Femelle	Sevrés/portée
	V	Femelle	Sevrés/portée
	Prat	Femelle	Sevrés/portée
	R	Mâle	GMQ 28-63j
	Caldes	Mâle	GMQ 28-63j
Brésil	Botucatu	Synthétique (utilisation Pure)	Sevrés/portée Poids 28j Poids 70j
Algérie	ITELV	Synthétique Pop. Locale x INRA 2666	Nés vifs/portée Poids 63 j

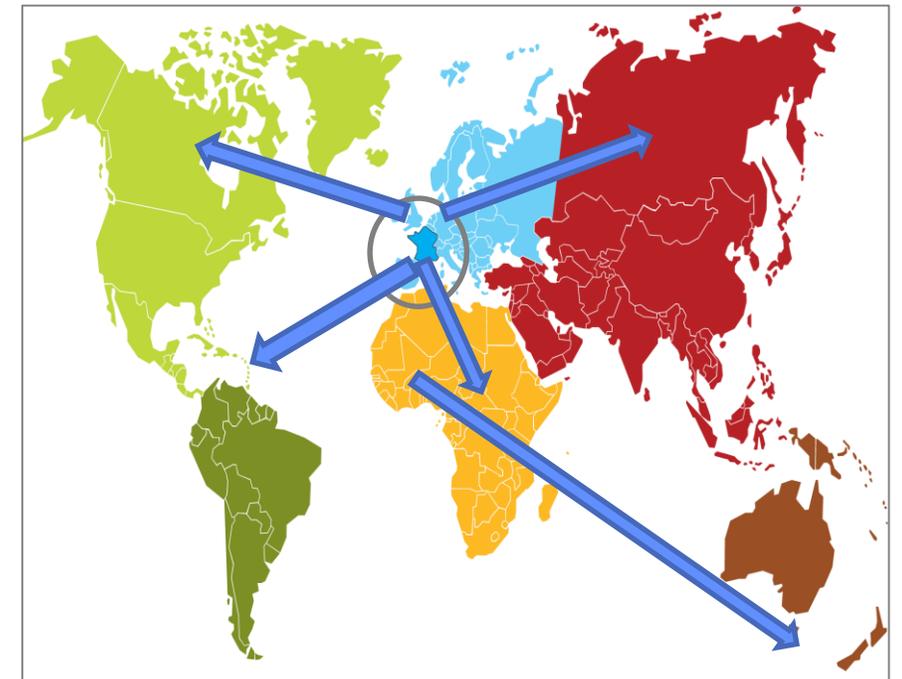
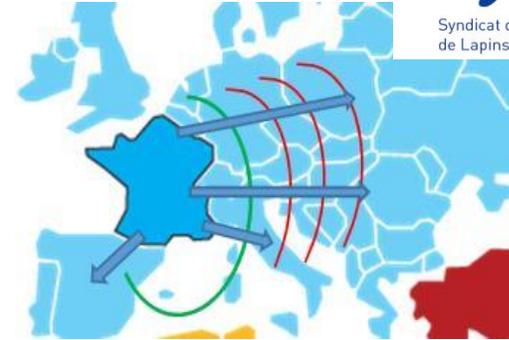
Organisation de la sélection

- Part de marché des sélectionneurs

	France	Espagne	Italie
Firmes françaises			
Hypharm	70 %	50 %	80 %
Hycole	30 %	10 %	10 %
Firmes espagnoles (Université de Valence, IRTA Barcelona)	—	40 %	—

L'activité : la génétique française s'exporte partout dans le monde

- 100% en France
- 65% en Espagne / Italie / Belgique / Hollande / Portugal
 - 80% Europe centrale
- Développement en Chine et en Russie
 - Présente sur les 5 continents



- ➔ Équivalent à 200 - 250 000 TEC de lapins
- ➔ Soit 1/4 de la production mondiale
- ➔ Soit les 3/4 de la production organisée qui utilise de la génétique française

C'est fini !!!



Géant des Flandres de 10 kg et Polonais de 0,5 kg
Photo AFRYOSHIKAZU TSUNO