



# Choisir l'Animal qui optimise la biodiversité fonctionnelle de l'agroécosystème dans une approche agroécologique

Mandonnet N. , Gourdine J.-L., Archimède H. et al.  
INRA-URZ, Domaine Duclos, Petit-Bourg

[nathalie.mandonnet@inra.fr](mailto:nathalie.mandonnet@inra.fr)



# La biodiversité fonctionnelle

- Biodiversité signifie *diversité de la vie*.
- La diversité de la vie peut être décrite selon trois plans différents :
  - *Diversité des écosystèmes* (milieux naturels tels que forêt tropicale humide, mangrove, écosystème agricole)
  - *Diversité des espèces* (champignons, microorganismes, végétaux, animaux)
  - *Diversité des gènes* (races, espèces sauvages et domestiques, gènes d'adaptation et de production...)
- Un quatrième plan est encore constitué par la biodiversité fonctionnelle, c'est-à-dire la *variété des interactions* à l'intérieur des trois autres plans et entre eux.



# La biodiversité fonctionnelle

- Comment **orienter/choisir/composer** la diversité animale dans l'agroécosystème,
  - pour **optimiser les interactions** entre les éléments du système,
  - et pour **augmenter les services rendus** par ce système à l'Homme?
- Correspond à une ***Approche Agroécologique***



# La biodiversité fonctionnelle

- **Les services rendus** par l'agroécosystème à l'Exploitant sous les tropiques :

—

—

—

—




# La biodiversité fonctionnelle

- **Les services rendus** par l'agroécosystème à l'Exploitant sous les tropiques :
  - Alimentation
  - Epargne/trésorerie
  - Patrimoine
  - Rites et culture
  - Energie
  - ...



# Organisation du cours

- **Introduction**
  - Enjeux majeurs de l'agriculture dans les Sud
  - Défis de l'élevage en 2020
  - Rôles de l'animal dans l'agroécosystème
- **Partie I:** choix de l'animal en fonction de son aptitude à valoriser les ressources primaires
  - Des aptitudes contrastées
  - Exemple du mouton/banane
  - Exemple du porc/patate
- **Partie II:** choix de l'animal en fonction de son aptitude à s'adapter aux stress
  - Choix du génotype: Tolérance à la chaleur chez le Porc
  - Sélection intra-race: Résistance aux parasites des caprins
  - Accroître la diversité génétique dans le troupeau
- **Conclusion**

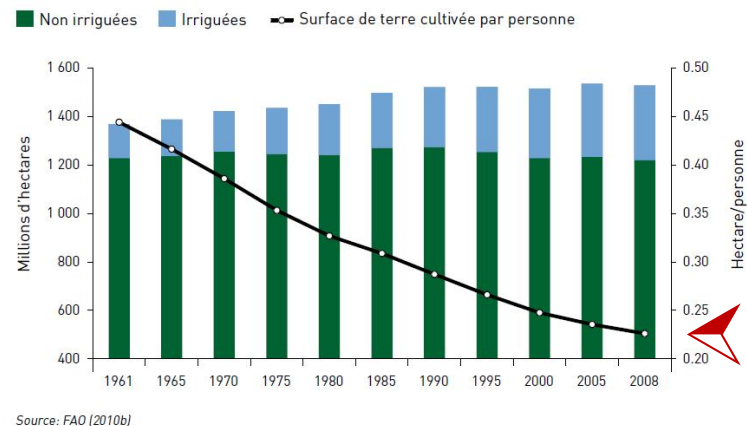
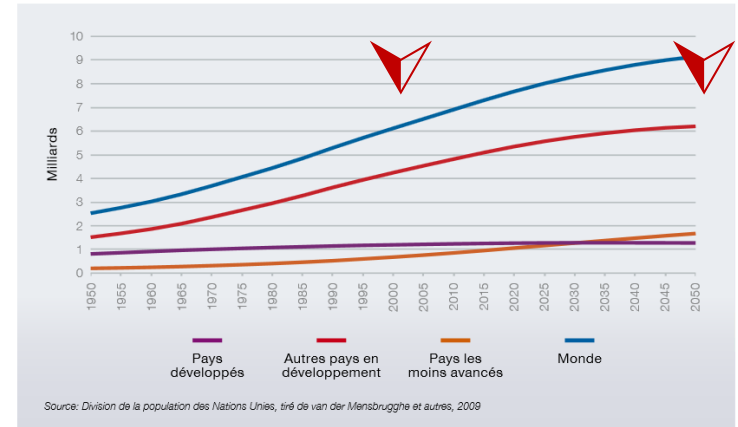


*Introduction.* Enjeux, Défis et  
Rôles de l'animal dans  
l'agroecosystème



# Major issues of agriculture in the Global South

- World population will reach 9 billions by 2050  
+50% in Global South
- Limited increase of arable land surface
  - Decreased land availability for crops and livestock production /inhab
- Crucial need of increased agriculture efficiency to reach food sovereignty







# Major issues of agriculture in the Global South

- Increase agriculture efficiency to reach food sovereignty:
  - En quoi l'agroécologie est un levier majeur à actionner?
  - En quoi l'Animal a un rôle primordial à jouer ? Et comment?



# 5 Défis de l'élevage au niveau planétaire

## 1. Défi environnemental

- Pour limiter le réchauffement climatique à +2°C d'ici à 2050, le défi environnemental de l'agriculture planétaire consiste à *réduire de 2/3 ses émissions de GES* tout en *augmentant sa production de 2/3* pour nourrir la population mondiale en croissance.

## 2. Défi énergétique

- Transition énergétique/autosuffisante énergétique-indépendance vis-à-vis énergies fossiles

## 3. Défi sanitaire réside dans la réduction de l'inégalité d'accès aux produits animaux.

- En effet, la révolution verte a échoué à nourrir la planète générant 800 millions de sous-nutris et 1,4 milliard d'obèses.
- La consommation de produits carnés en occident reste singulièrement trop élevée malgré une tendance lourde à la baisse liée à la mauvaise image du secteur.



## 5 Défis de l'élevage au niveau planétaire

4. Un **défi économique** découle de cette baisse avec une crise de l'élevage intensif (chute du prix du lait, du kg viande de porc, de viande de bœuf...) et des tensions entre producteurs et grande distribution (en occident principalement). En Guadeloupe, concurrence entre productions locales et importées.
5. Un **défi social** ébranle le secteur dans sa capacité de production, à savoir la diminution constante du nombre d'éleveurs (concentration) et le manque d'attractivité des métiers de l'élevage pour les jeunes.



# Key role of animal in the food chain

- Importance of livestock production
  - to cover protein needs, to add value to non-usable land for crops production and to enhance the biological recycling processes
- Importance of agroecological approach
  - to meet efficiency and sustainability for food sovereignty



# Importance des produits animaux en tant que ressources alimentaires

- **Valeur nutritionnelle**

- leur rendement protéique (digestibilité des protéines animales 2 fois meilleure que celle des protéines végétales),
- leurs profils équilibrés en AA essentiels,
- l'apport conjoint de micronutriments et de vitamine B12.

L'apport protéique d'origine animale journalier recommandé par les nutritionnistes est de **0,66 à 0,83g/kg** poids vif.



# Importance des produits animaux en tant que ressources alimentaires

- **Valeur environnementale**
  - Il y a un optimum de % (35-40%) de produits animaux dans le régime alimentaire pour une utilisation optimale des surfaces agricoles planétaires. Les productions animales représentent alors 20% des surfaces agricoles.
- **Valeurs culturelle et identitaire des productions animales** (gastronomie, rituels, musique...).



# Importance agroécologique majeure de l'élevage

- L'animal doit retrouver son rôle de **régulateur des agroécosystèmes**
  - fertilisateur et recycleur (N<sub>2</sub>, MO, μnutriments) sur l'exploitation ou dans un ensemble d'exploitations organisées en réseau.
  - by producing energy for human, soil and engines on the farm.
- The animal **adds value to non-usable land** for crops production.



# Importance agroécologique majeure de l'élevage

The animal breeds should be integrated within the agrosystems by considering :

- I. Nutrients availability (primary and cultivated plant resources and by-products) & Crop-livestock interactions,
- II. Stresses striking the agrosystem.



*Partie I. Choix de l'animal en fonction de ses aptitudes à valoriser les ressources primaires*

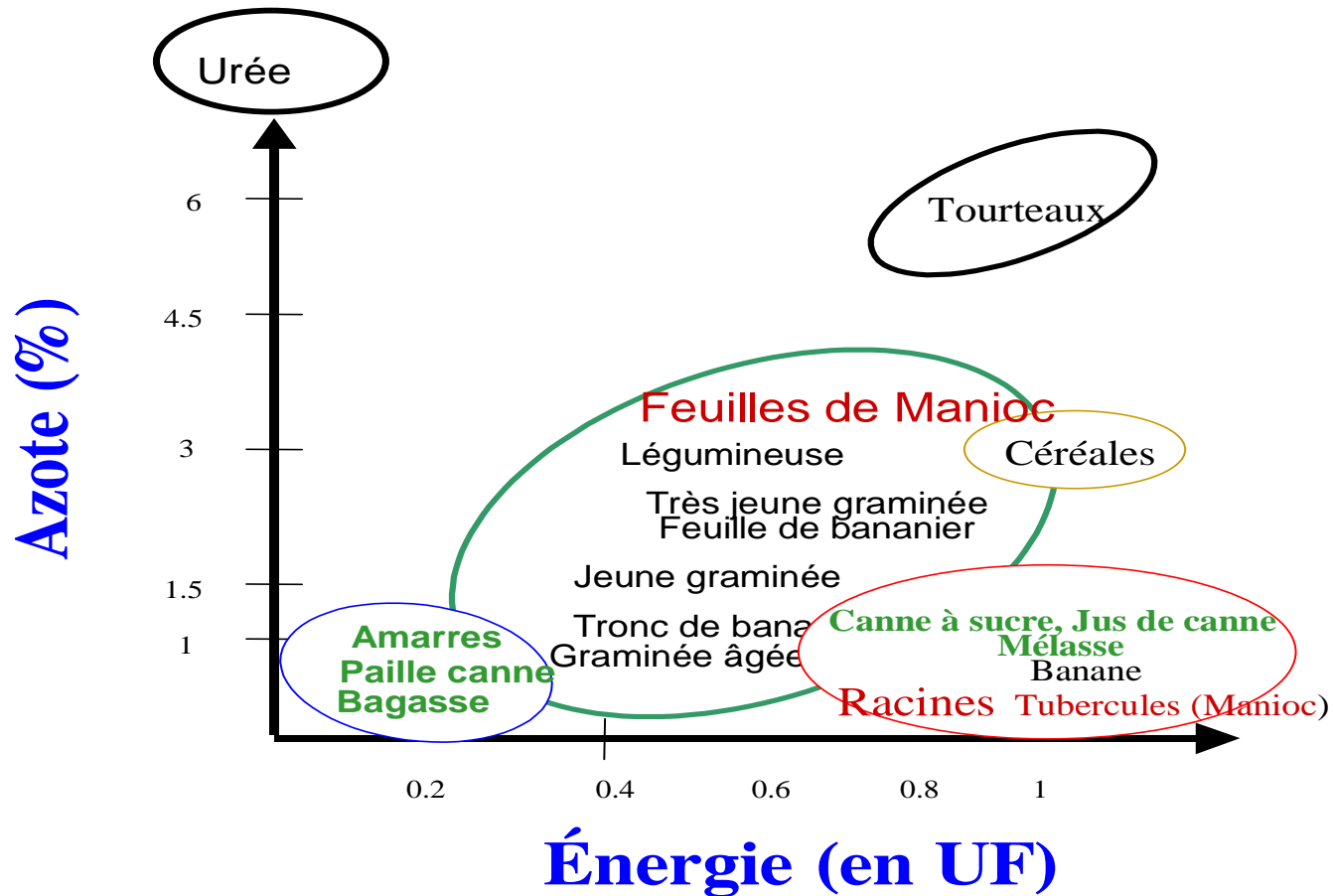




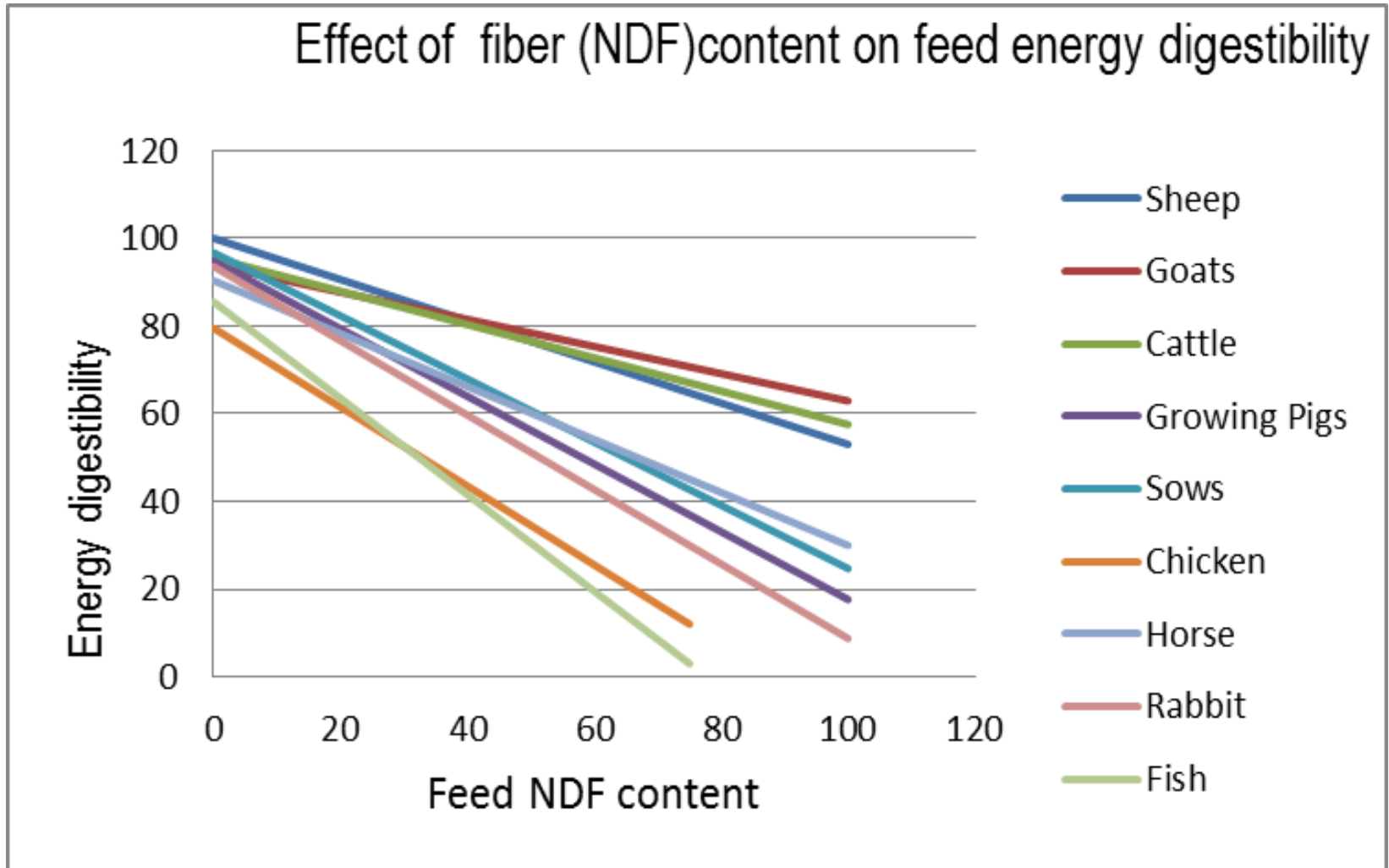
## *Des aptitudes contrastées*

- Ability differences between monogastric and polygastric livestock to convert biomass into feed should guide the choice of crops.
  - Ruminants are eligible livestock to valorize fibrous resources but less efficient to convert biomass into meat, and longer production cycle.
  - Monogastrics are eligible livestock to valorize rich nutrient biomass (peas, bananas, tubers...) so in competition with humans but production expressed as kg meat/ha/year, is twice as the one of ruminants leading to faster production cycle.

# Une grande diversité de ressources



# Digestion des fibres chez différentes espèces animales

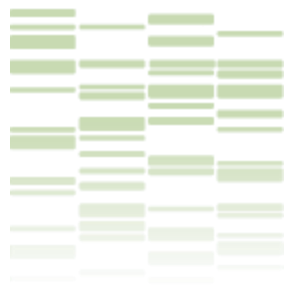


Archimède et al



## *Des aptitudes contrastées*

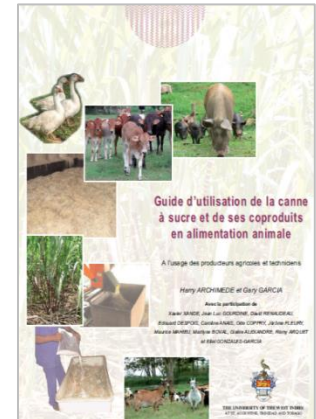
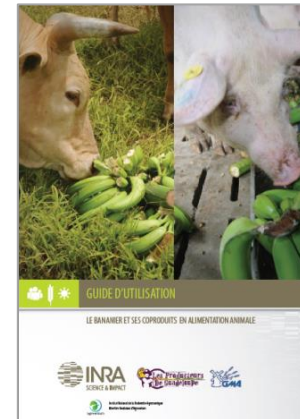
- Conversions alimentaires contrastées
  - Pour produire 1kg de croît
    - Ruminants 13-15 kg d'aliment
    - Monogastriques 3-4 kg d'aliment
- mais
  - productivité des ressources végétales différentes
    - Fourrages 25T/ha/an
    - Céréales 10T/ha/an



# Priority to food on feed

Match the animal with the plant resources available on the farm

- Account for differential physiological abilities between ruminants and monogastric
  - Ruminant : development of non usable lands, low feed conversion and greenhouse gaz production, capitalisation
  - Monogastric: efficient feed conversion, competing with human food, cash



Coproduits and non conventional plants user guides



## Deux illustrations



Mouton/ banane  
Archimède et al

- Porc patate  
Gourdine et al



Porcs Créole dans champ de patates. INRA Duclos.



# « Banane en alimentation animale »

## Feuilles et troncs

Archimède et al.



**INRA**



FOOD  
AGRICULTURE  
ENVIRONMENT





# Banane et sous produits

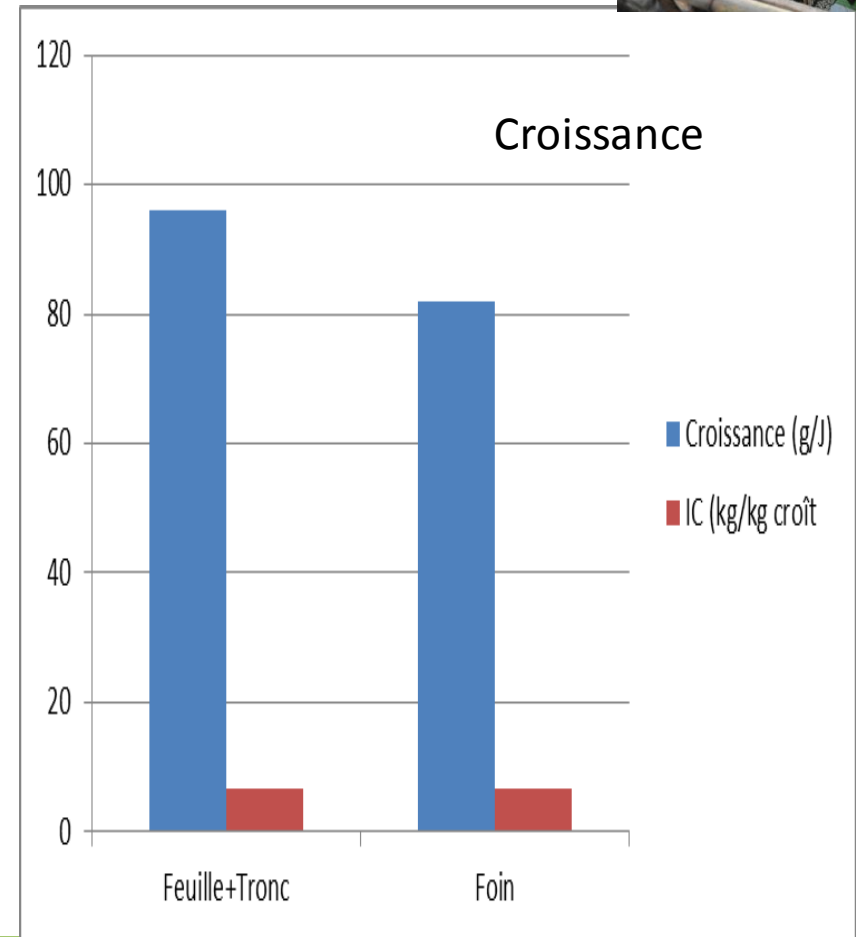
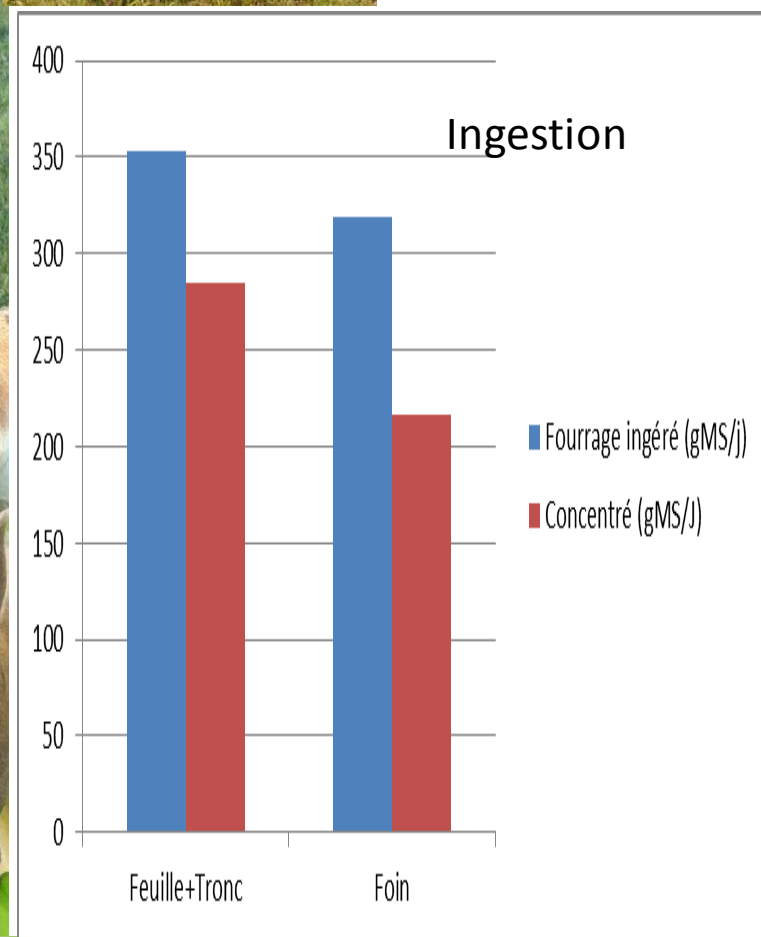


fruit = céréale (1.1UF)

Feuilles et stipes (0.65 UF)



# Feuilles et troncs de bananier dans l'alimentation des ruminants





# Feuilles et troncs de bananier dans l'alimentation des ruminants



- **Contraintes agronomiques et sanitaires d'utilisation**
  - Maintien de la MO du sol
  - Chlordécone n'est pas décelé au dessus d'1 m de hauteur
- **Contraintes Alimentaires d'utilisation**
  - Fourrage de qualité moyenne avec propriétés anthelmintiques
  - Ressource riche en eau qui limite l'ingestion
  - Apport de 10-12 kg / 100 kg de Poids vif
  - Apport de concentré pour densifier la valeur énergétique

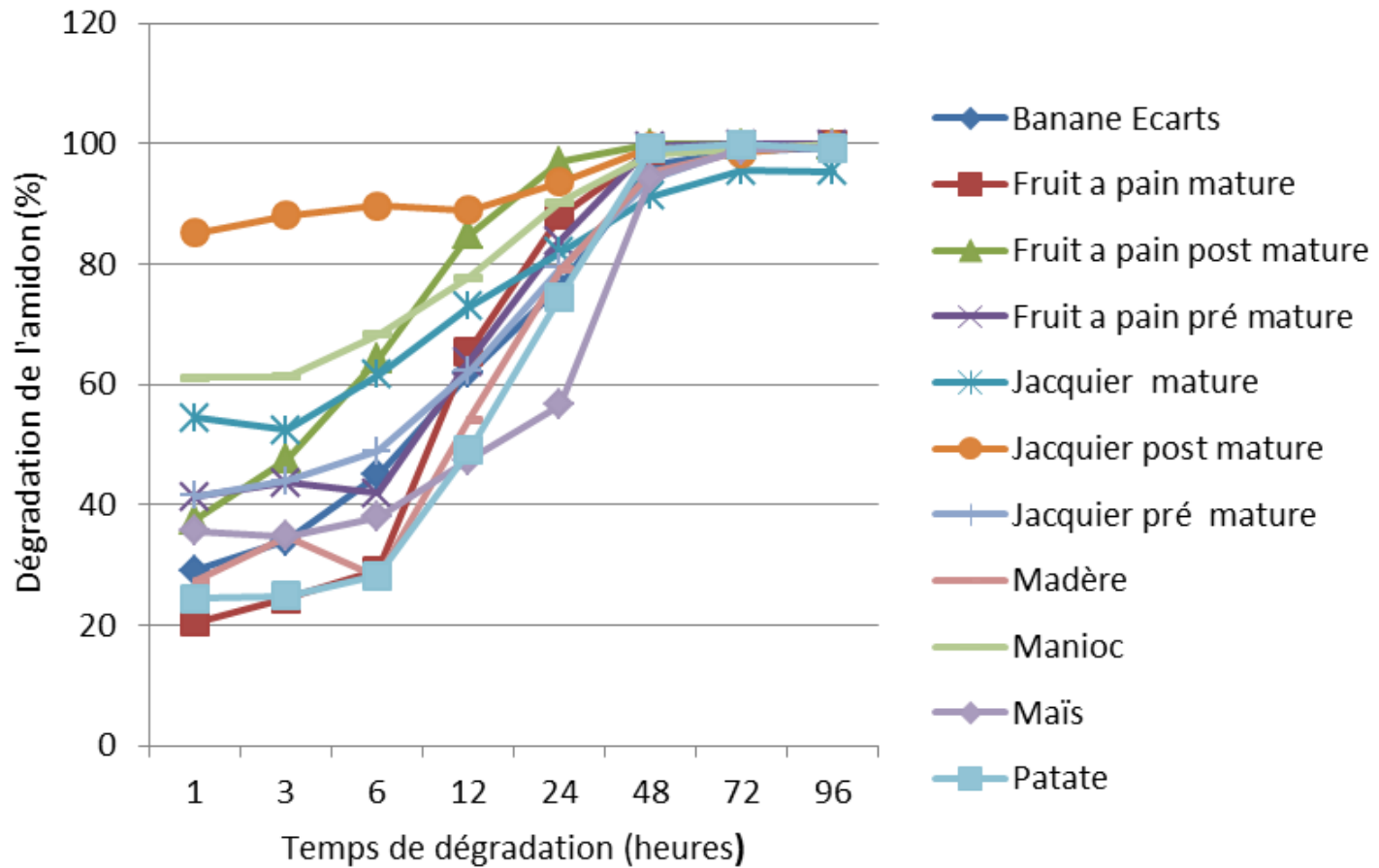


# « Banane en alimentation animale »

## Banane Fraîche

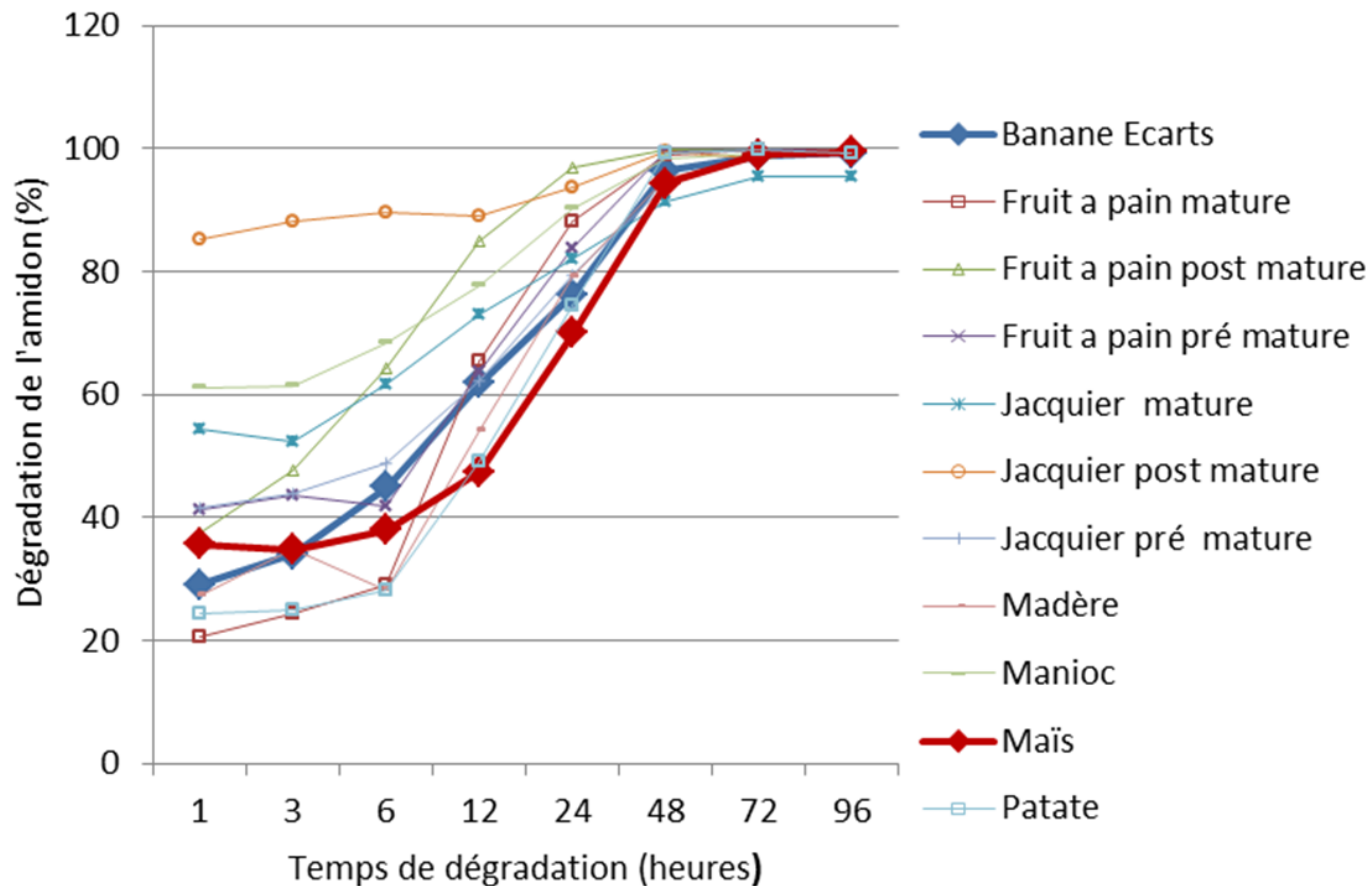


# Caractérisation de la digestion de l'amidon de ressources tropicales par les ruminants





# Caractérisation de la digestion de l'amidon de ressources tropicales par les ruminants



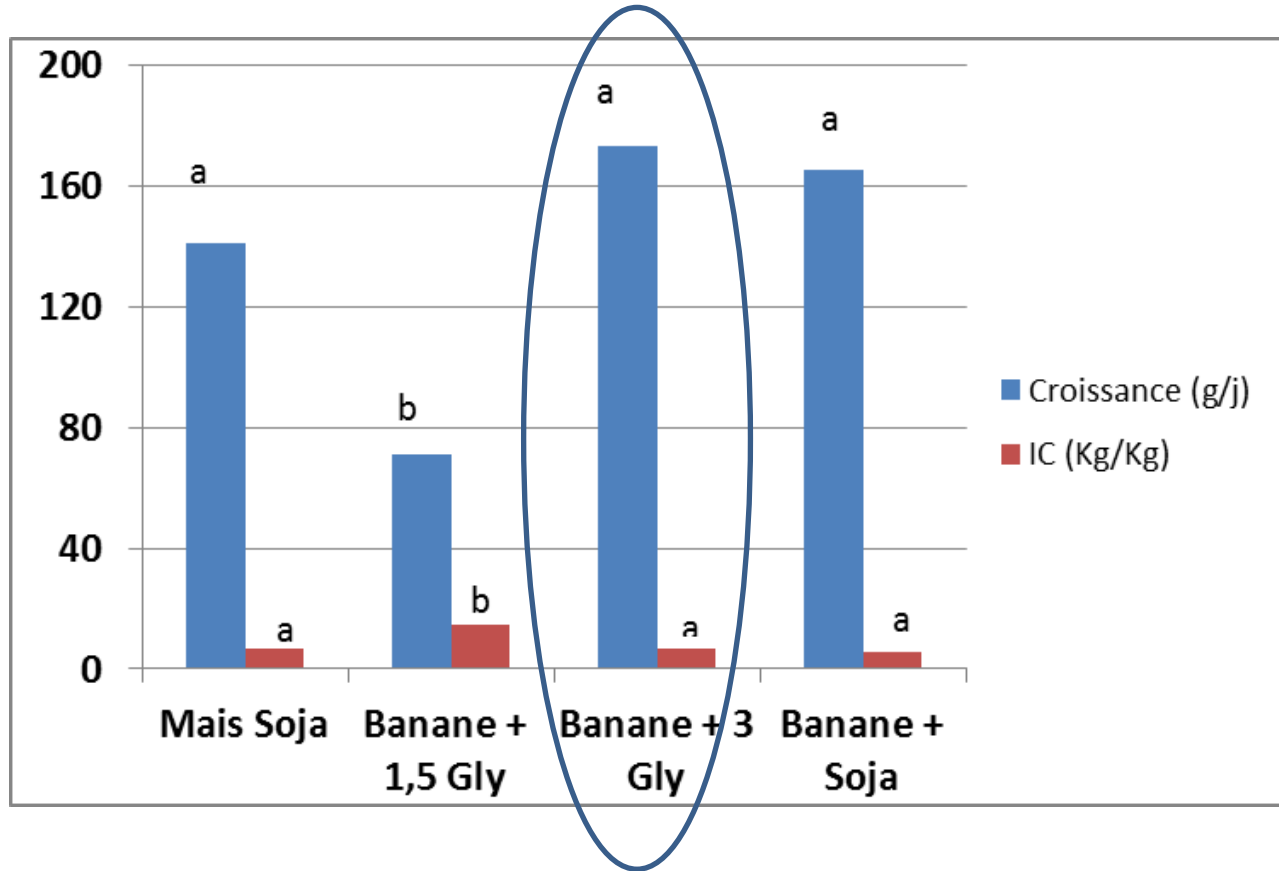


## Utilisation de la banane fraiche chez le ruminant

- Moutons de 30 kg ingérant quatre rations
  - Ration 1  
*Foin ingéré à volonté, Maïs = 500 g, T Soja =60 g*
  - Ration 2  
*Foin ingéré à volonté, Banane = 2 kg, Glyricidia = 1,5 kg*
  - Ration 3  
*Foin ingéré à volonté, Banane = 2 kg, Glyricidia = 3,0 kg*
  - Ration 4  
*Foin ingéré à volonté, Banane = 2kg, T Soja =150 g*



# Utilisation de la banane fraiche chez le ruminant





# Conclusions

- La banane est un concentré énergétique, son utilisation doit respecter les règles relatives à tout apport de concentré :
  - **Distribuer au moins 1 kg (MS) de fourrage pour 100 kg de poids vif**
  - **Ne pas dépasser 8 kg de bananes pour 100 kg de poids vif**
- La banane est un concentré énergétique, il doit être complété par une source protéique :
  - **La ration doit contenir environ 13 % de protéines**
  - **La banane doit être complétée par**
    - **25 g de protéines digestibles/ kg banane fraîche**
    - **75 g de MB de T soja/ kg banane fraîche**
    - **300 g de MS (1200 g de MF) de légumineuse herbacée/kg banane fraîche**



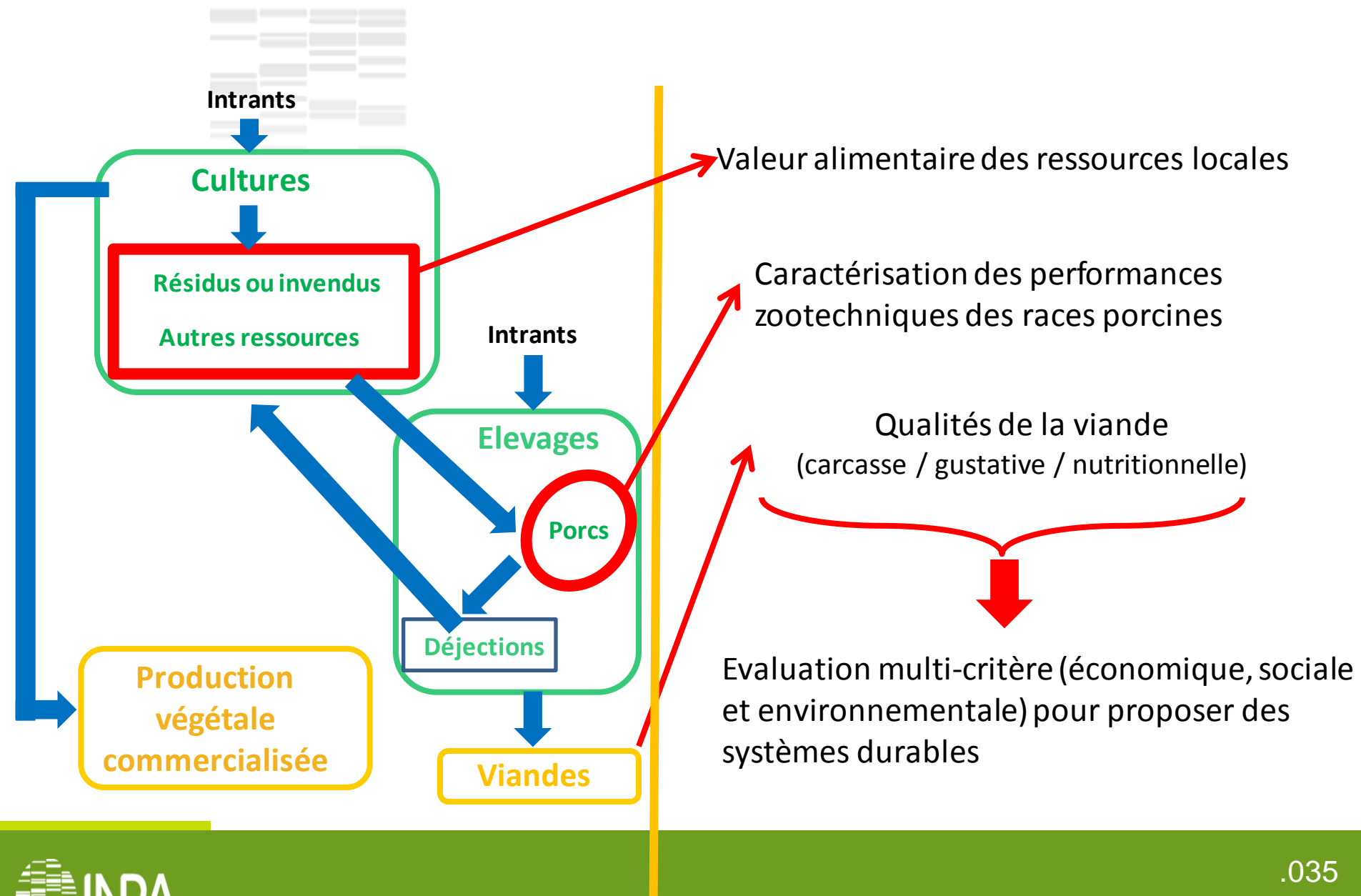
# Systeme "Porc-Patate"



*Porcs Créole dans champ de patates. INRA Duclos.*

Gourdine et al.

# Quel est l'apport de l'INRA-URZ pour améliorer ces systèmes?

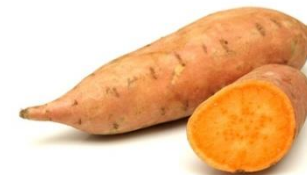




# Contexte



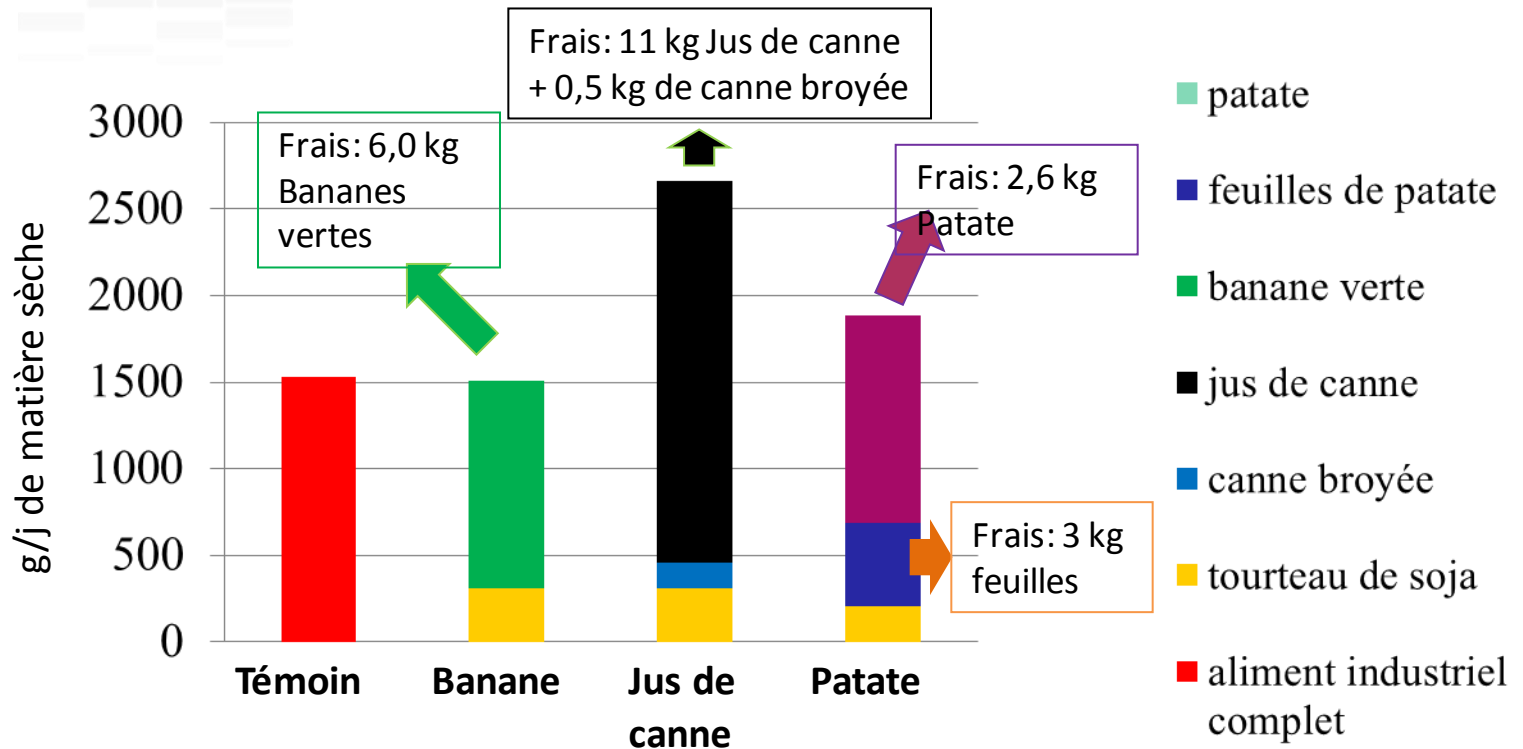
- ❖ Peu de références sur l'élevage en plein air
- ❖ Jusqu'à 75% du coût de production dû au poste alimentation.
- ❖ Volonté affichée des agriculteurs de trouver des solutions alternatives : *utilisation de ressources locales en limitant la main-d'œuvre allouée à l'atelier porcin*
- ❖ **La patate douce** : une bonne candidate (3,5 T de MS/ha => 38 porcs Créole /ha)



*Ipomea batatas*

# Quel est l'apport de l'INRA: Les ressources végétales locales étudiées en production porcine à l'URZ

Exemple de rations « locales » permettant de couvrir les besoins d'un porc Créole entre 30 et 60 kg pour un gain de poids de 500 g/j



Sources:

Régnier C. 2011. Thèse de Doctorat. Université Antilles – Guyane.

Xandé X. 2008. Thèse de Doctorat. Université Antilles-Guyane.

Archimède et al. 2011



# Comparaison des systèmes d'élevage



CR plein air



LW plein air

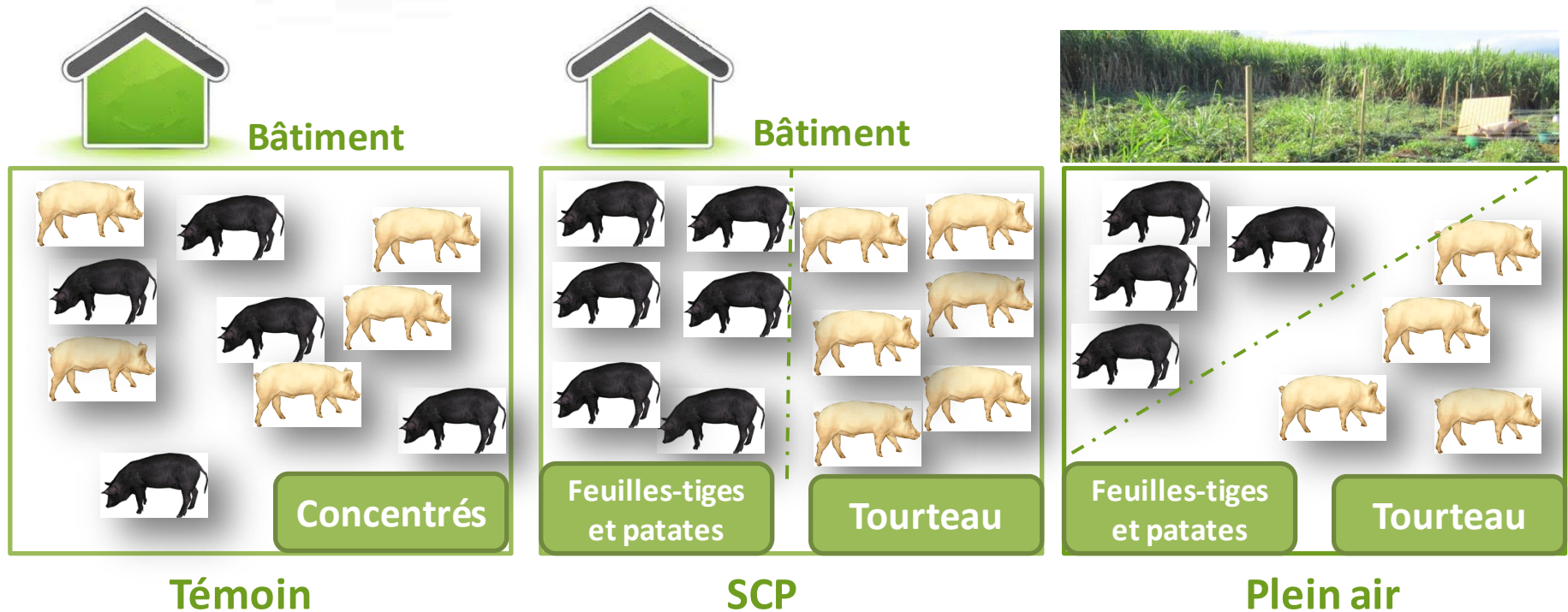


CR bâtiment



LW bâtiment

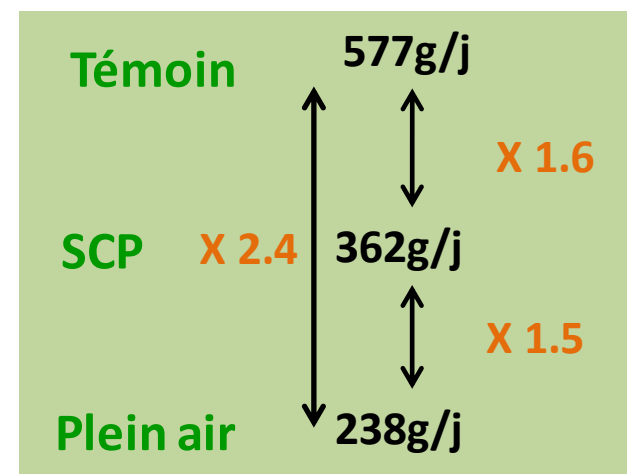
# Dispositif expérimental : 3 modes de conduite et 2 types génétiques



- ❖ Au total : 29 animaux (1<sup>er</sup> essai, 2<sup>ème</sup> essai en cours)
- ❖ 28 Jours d'expérience (dont 4 jours d'adaptation)

# Performances zootechniques de croissance

	CRÉOLE			LARGE WHITE			
Système	Témoin	SCP	Plein air	Témoin	SCP	Plein air	
GMQ (g/j)	480 (43)	350 (85)	230 (35)	680(226)	400(49)	261(62)	S***
EDL (mm)	13.8(2.0)	8.4(1.8)	14.8(3.5)	9.7(1.6)	7.8(1.0)	10(1.7)	TG***, S*



❖ **Activité physique supplémentaire (Plein air) :**  
**+4.7% (CR) +5.9% (LW) consommation EM**

Analyse des GMQ par système



# Réponses thermorégulatrices

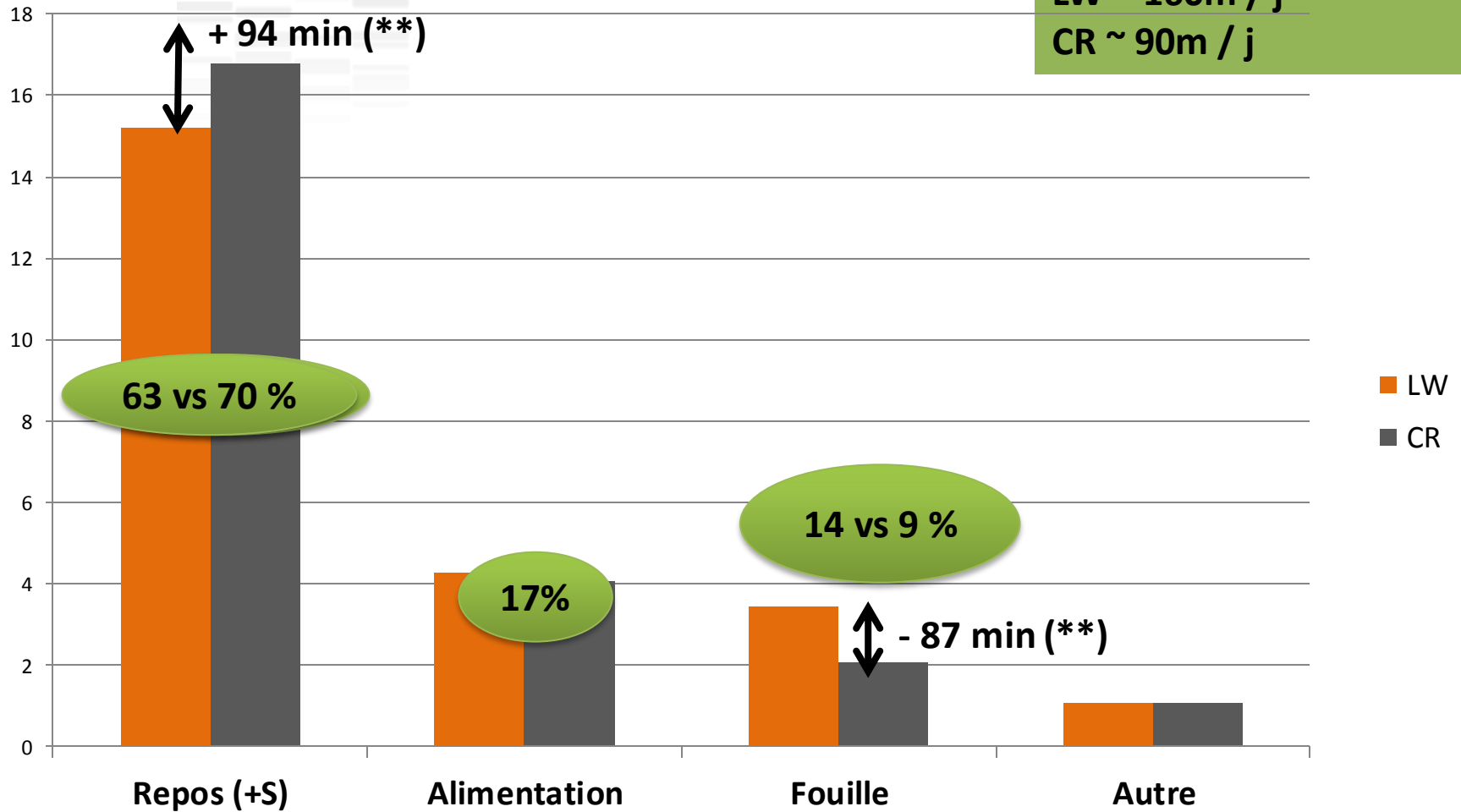
	CRÉOLE			LARGE WHITE			
Système	Témoin	SCP	Plein air	Témoin	SCP	Plein air	
Températures Cutanées	35.4	34.9	37.3	36.2	35.7	38.1	TG***, S***, THI*
Températures Rectales	39.7	39.2	39.9	39.7	39.9	39.9	S*, TGxS*

❖ REMARQUE : Température ambiante plein air > Température ambiante bâtiment (-1.3°C)

# Comportement en plein air

## Activité sur 24h

Distance parcourue (\*\*):  
LW ~ 160m / j  
CR ~ 90m / j



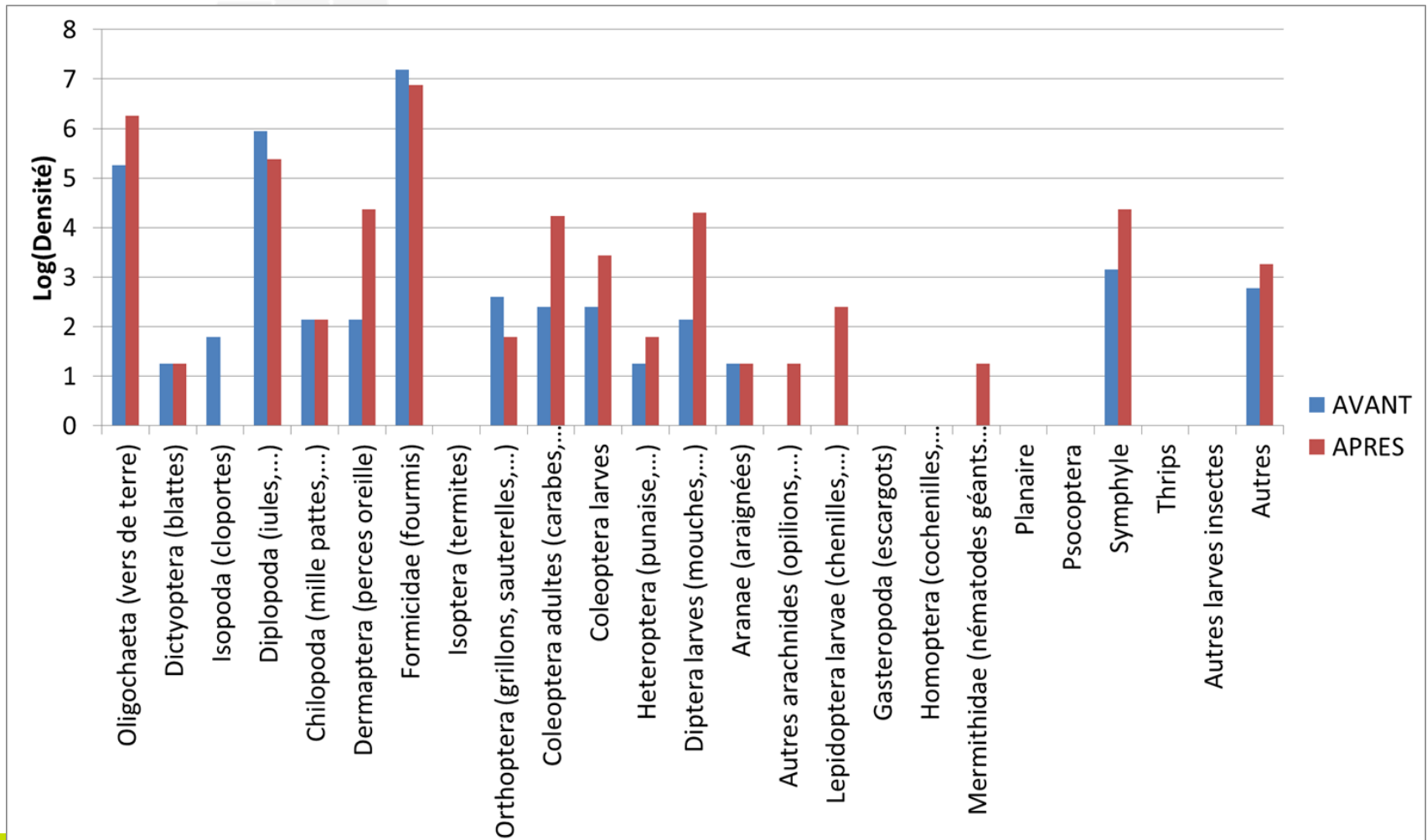
Avant



Après



# Etude préliminaire: La macrofaune






## *Messages à retenir*

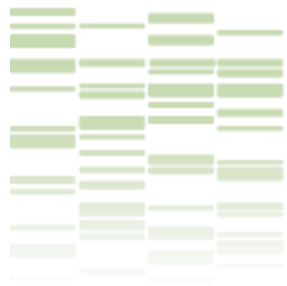
- “*Regarder autour de soi*” : analyser les ressources primaires à valoriser dans l’agrosystème,
- Evaluer le *système de production* dans son ensemble (évaluation multicritères) pour intégrer au maximum les productions animales dans le système et optimiser les interactions entre éléments,
- Différences entre espèces animales... et entre *génotypes*.





*Partie II. Choix de l'animal en fonction de ses aptitudes à s'adapter aux stress*





- **Choix du génotype**
  - Tolérance à la chaleur chez le porc
- **Sélection intra-race**
  - Résistance aux SGI chez les caprins Créole
- **Augmenter la diversité animale dans le système**

# \_01



*Porcs Créole dans champ de patates. INRA Duclos.*

## Tolérance à la chaleur chez le Porc : *quel génotype choisir?*

## Des différences phénotypiques

Robe à dominance noire ou grise cendrée, possibilité de tâches

Oreilles larges et inclinées vers l'avant

Présence possible de pendeloques sous le cou

Pattes avant cassées

Pattes arrières cassées, dernier onglon touchant le sol

Queue longue et fine, pointée vers le bas

C  
R  
O  
L  
E

Robe claire, blanche sans aucune tâche

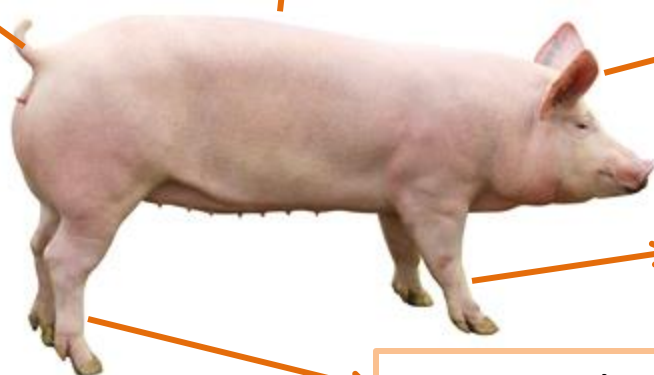
Queue en tire-bouchon

Oreilles dressées et ouvertes sur l'avant

P  
L  
W  
A  
H  
O  
R  
I  
G  
T  
R  
E  
E

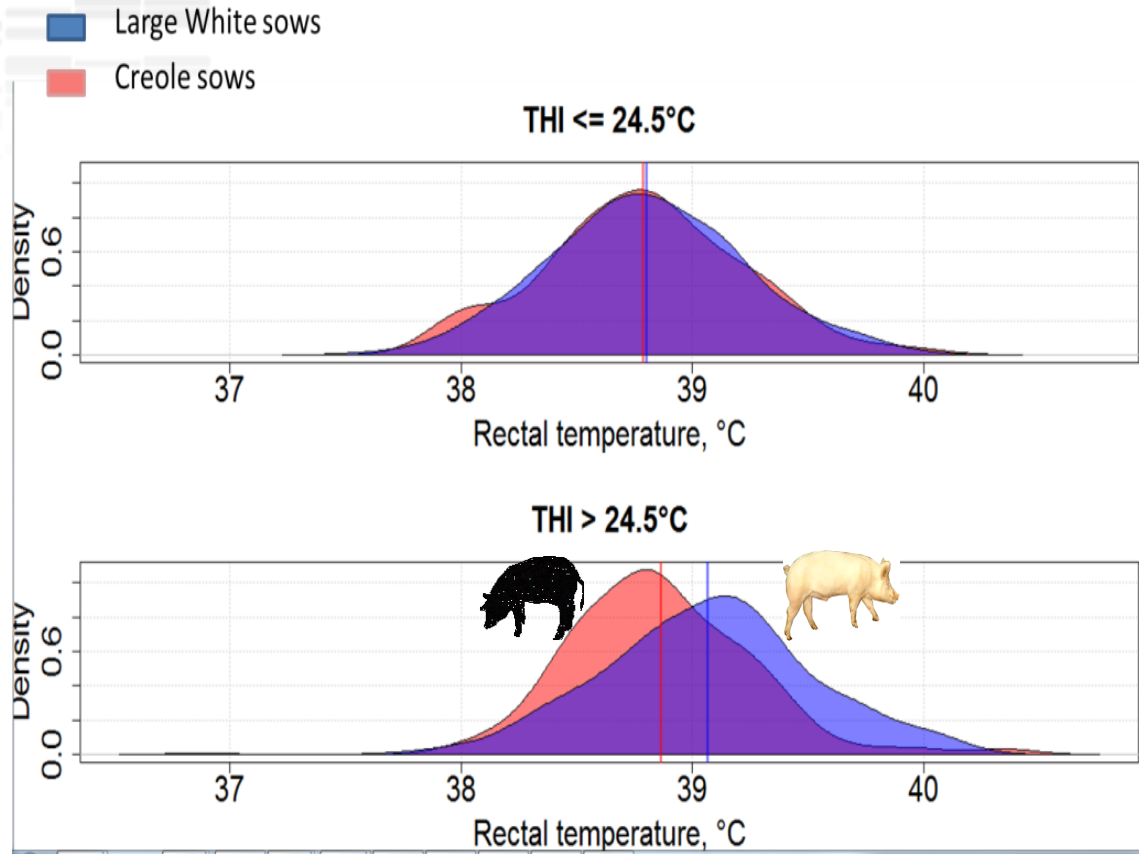
Pattes avant tendues

Pattes arrières droite, dernier onglon ne touchant pas le sol



## Between breed variability

Higher THIs during lactation => Higher increase in rectal temperature of Large White than Creole sows

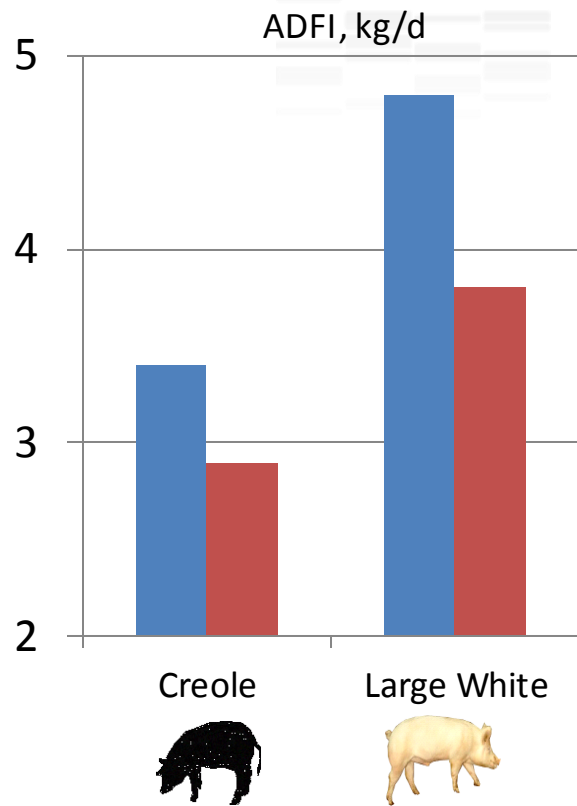


Density distribution of rectal temperature of Creole and Large White lactating sows

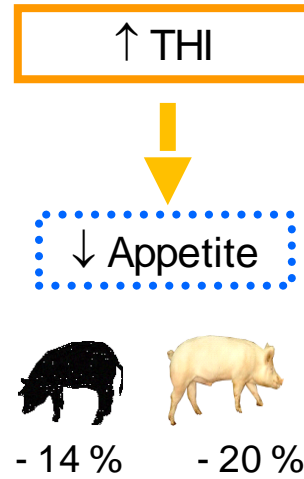


# Between breed variability

Higher THIs during lactation => Reduction in lactating performance are accentuated in Large White sows than Creole sow



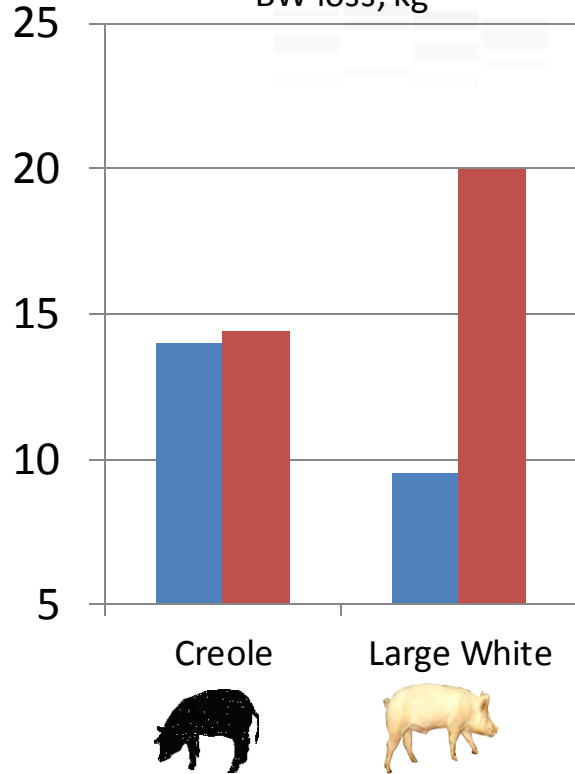
Warm season= carême  
Hot season = hivernage



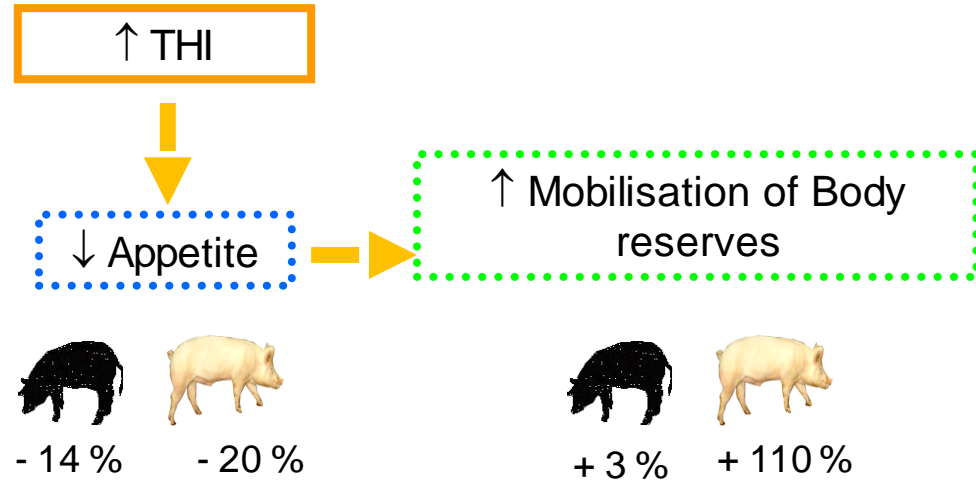
# Between breed variability

Higher THIs during lactation => Reduction in lactating performance are accentuated in Large White sows than Creole sow

BW loss, kg

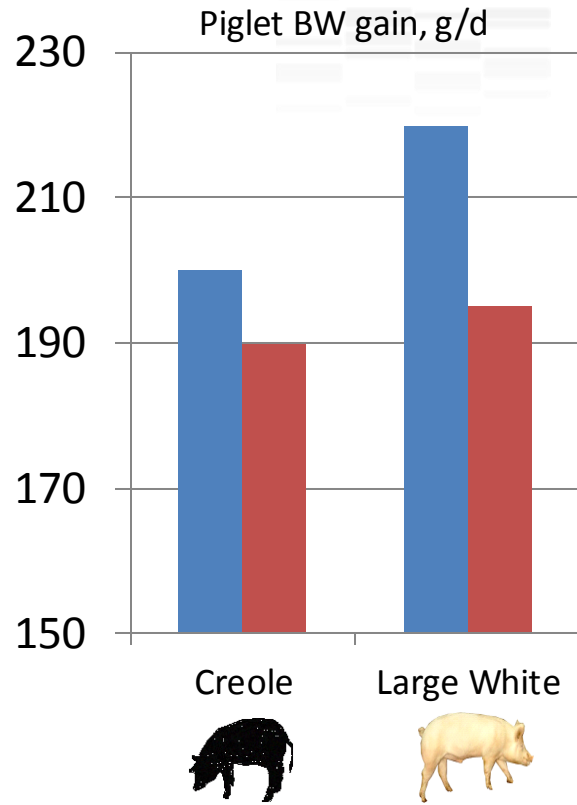


Warm season= carême  
Hot season = hivernage

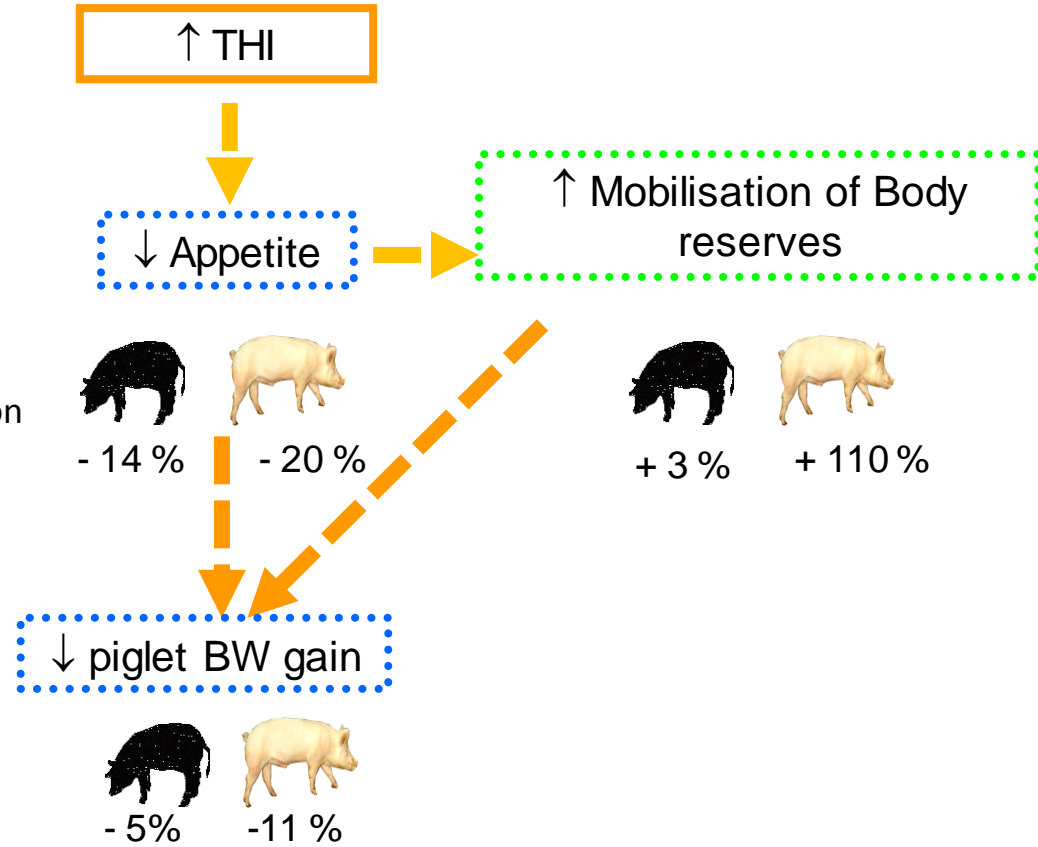


# Between breed variability

Higher THIs during lactation => Reduction in lactating performance are accentuated in Large White sows than Creole sow



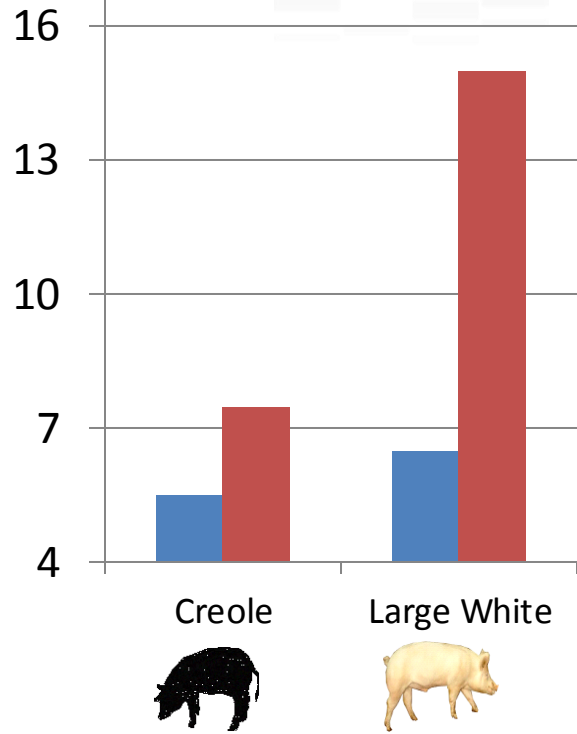
Warm season = carême  
Hot season = hivernage



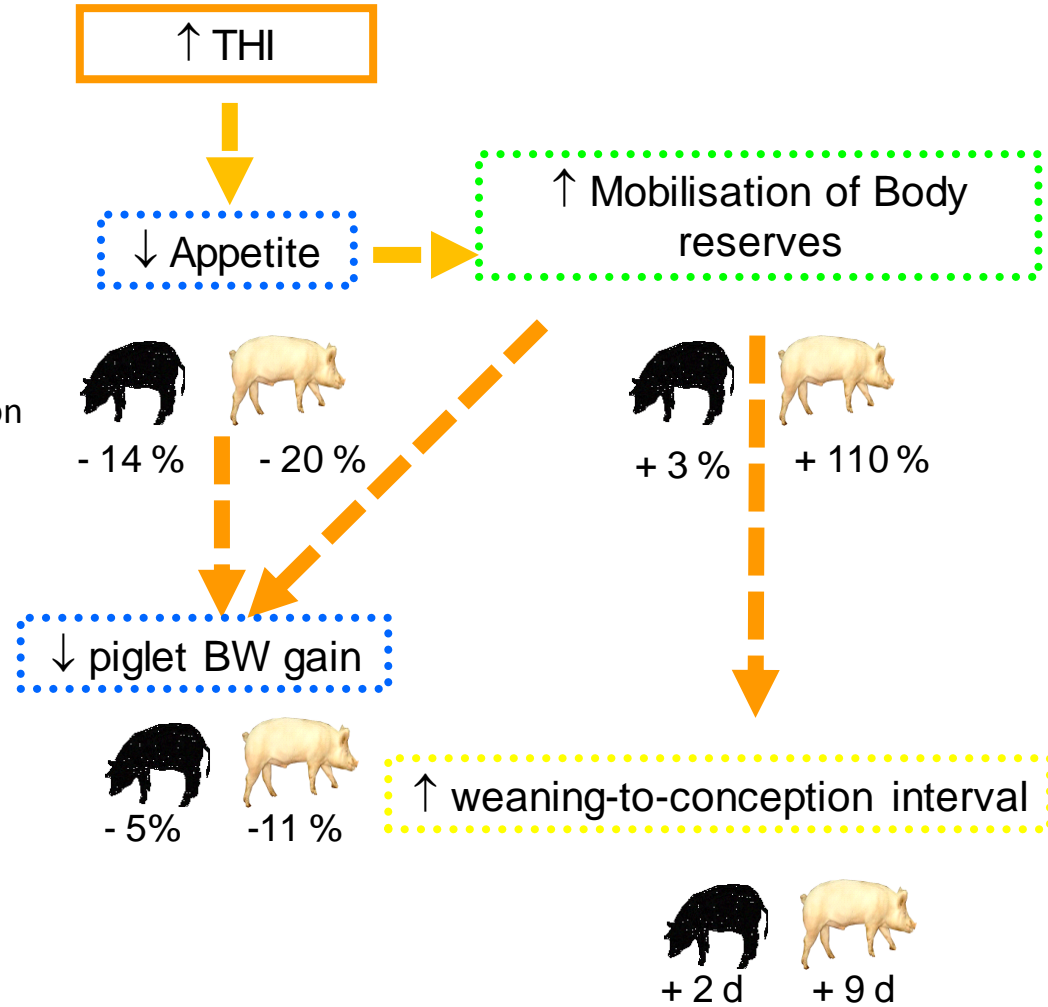
# Between breed variability

Higher THIs during lactation => Reduction in lactating performance are accentuated in Large White sows than Creole sow

Weaning-to-conception interval, d

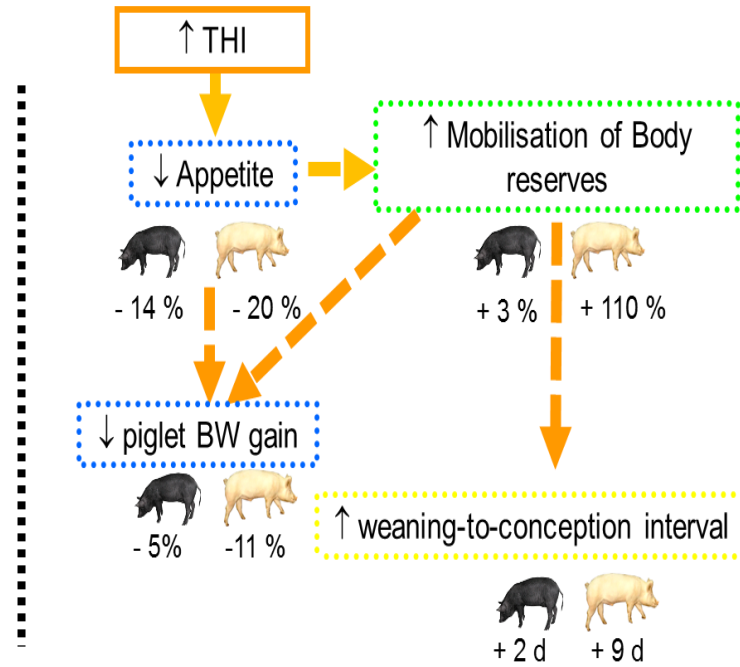
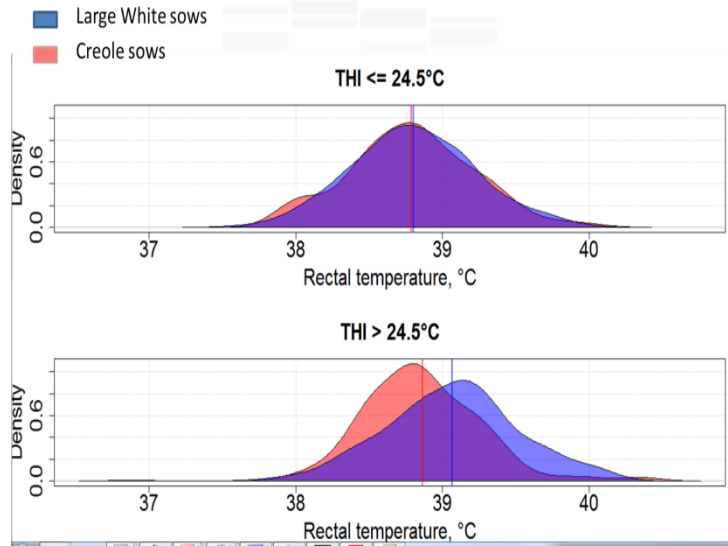


Warm season = carême  
Hot season = hivernage



# Between breed variability

Higher THIs during lactation => Higher increase in rectal temperature of Large White than Creole sows



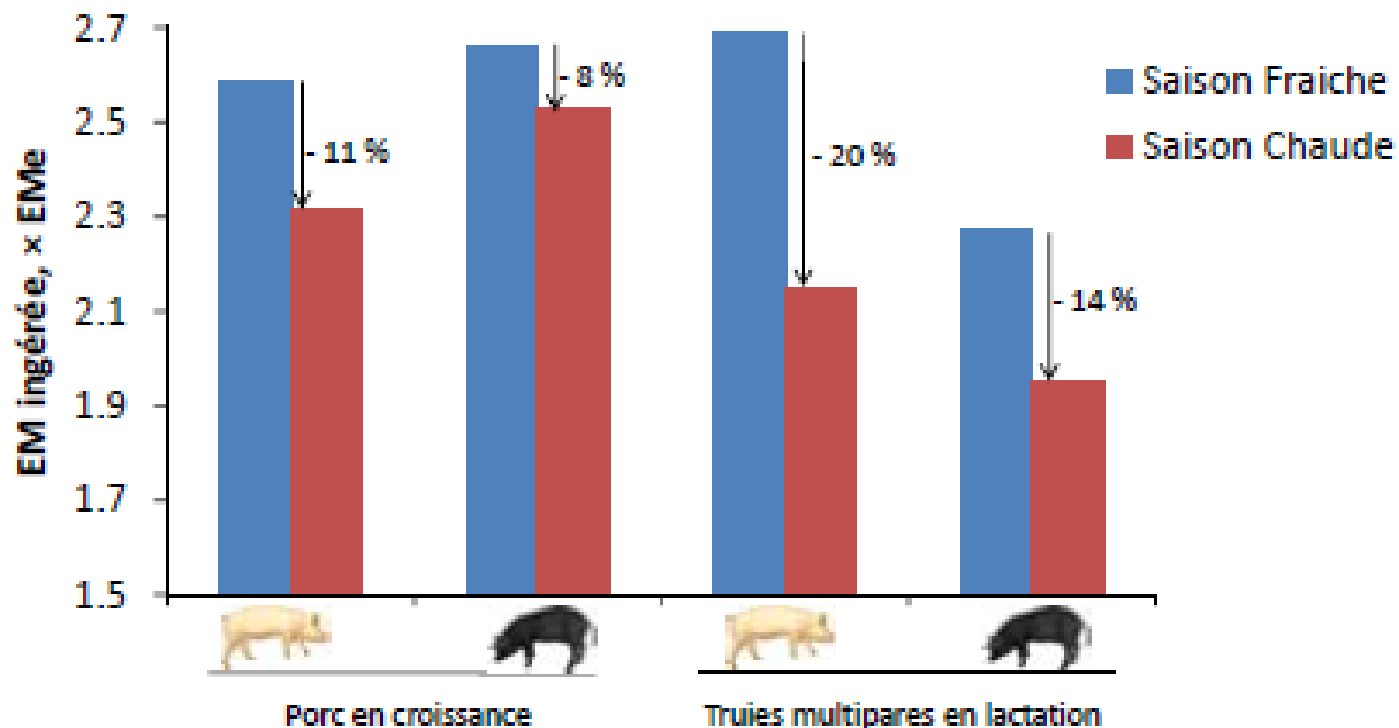
Better heat tolerance in Creole breed :

- partly due to a lower metabolic heat production
- probably due to a higher capacity to loose heat



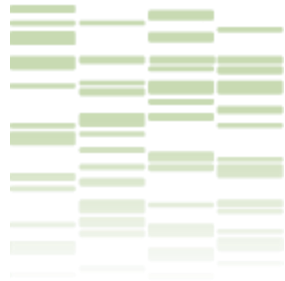
# Effet de la chaleur sur les performances des animaux

## Variabilité entre races



\*Renaudeau et al., 2006 (n=90)

\*\*Gourdine et al., 2006 (n=83/96)

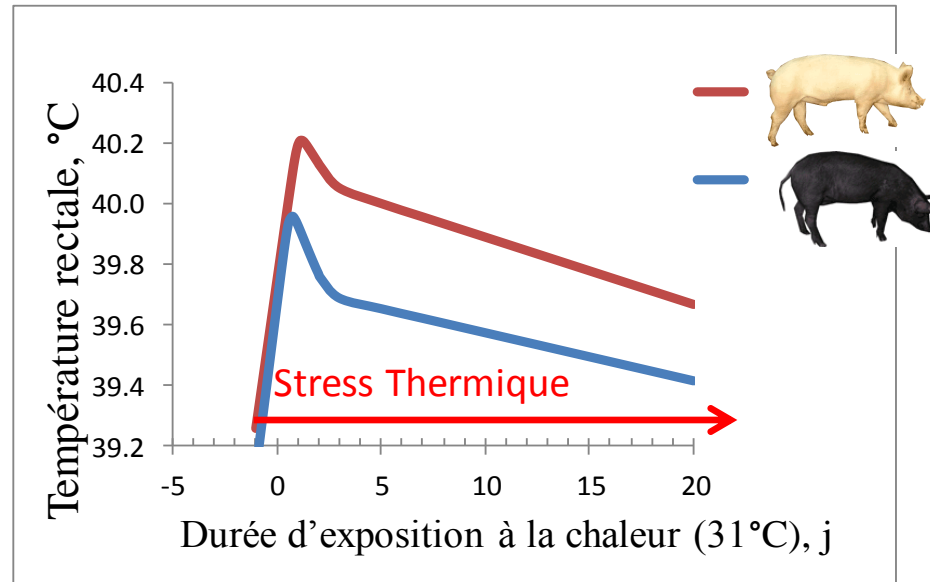


Adaptation	+++	+
Pertes de chaleur	++	++
Production de chaleur	-	++
Comportement	++	-

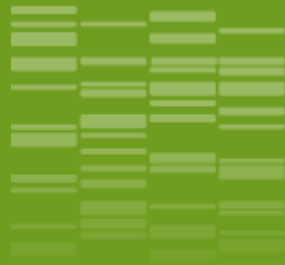
Sources:

Renaudeau et al. 2005, 2006, 2010

Gourdine et al. 2006.



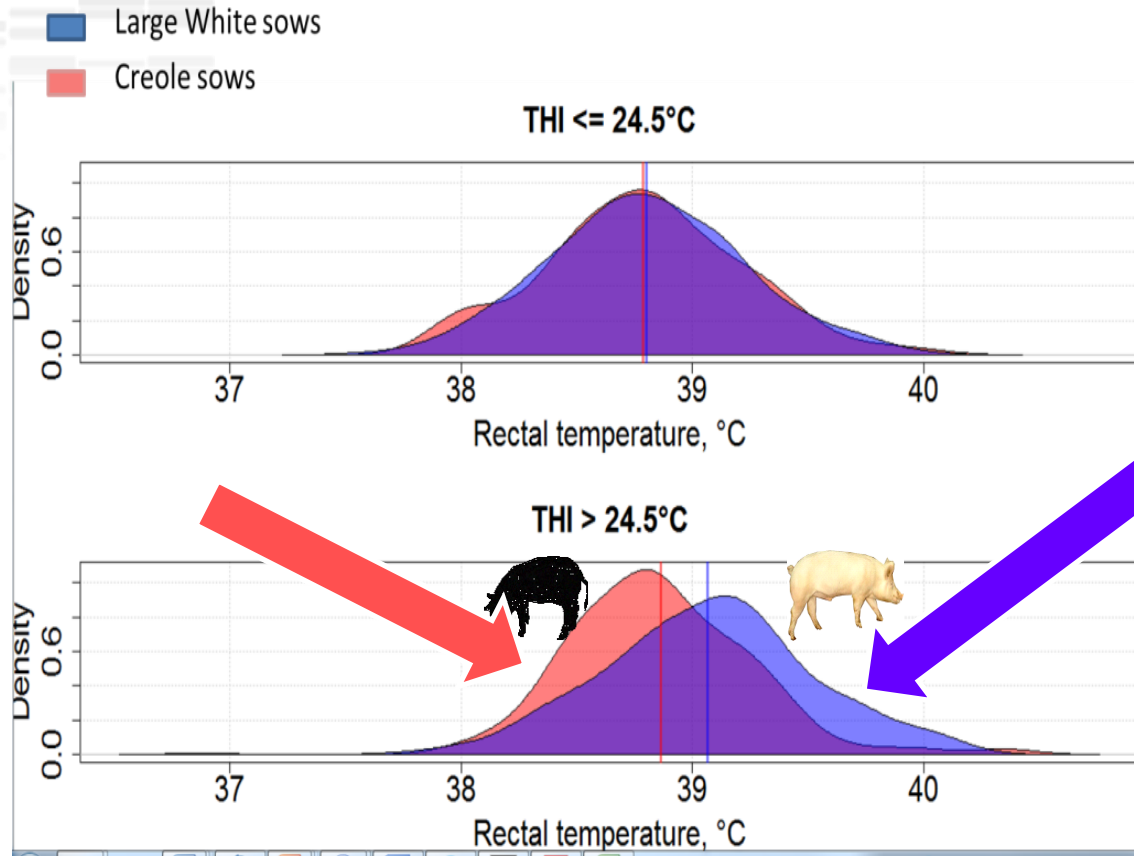
Adapté de Renaudeau et al. 2010



**\_02**

# Schéma de sélection du caprin Créole : *une recherche participative*

# Within breed variability



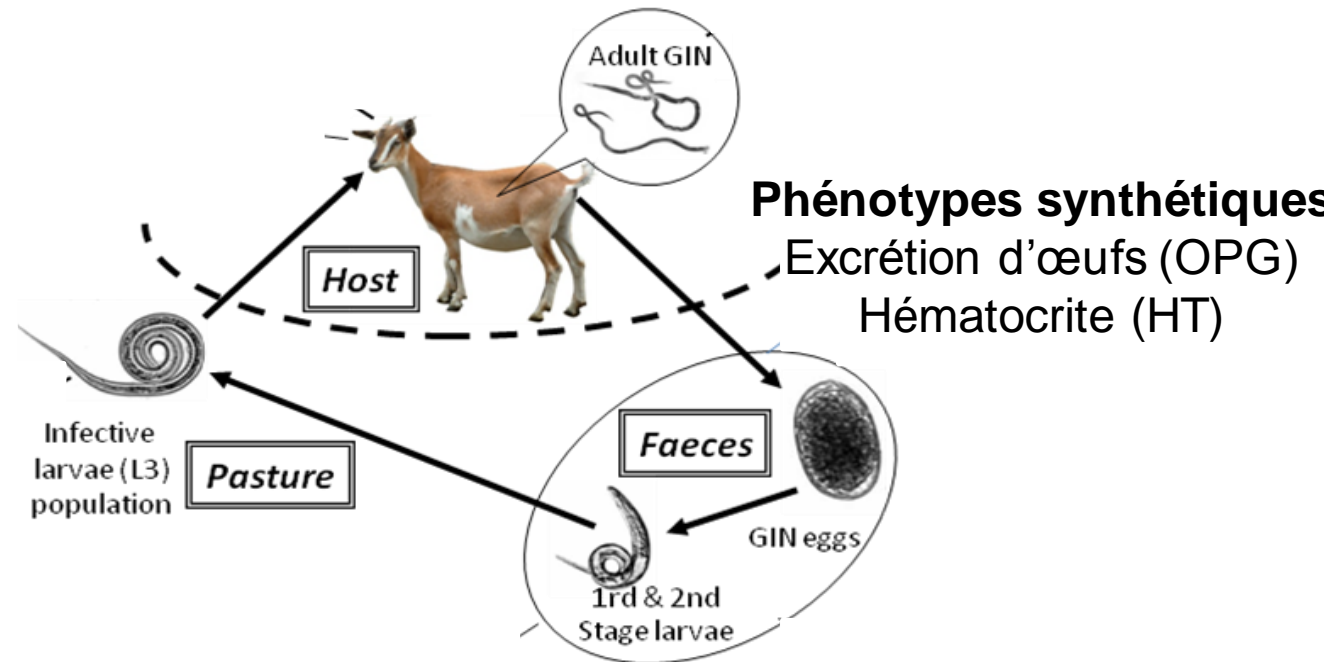
Density distribution of rectal temperature of Creole and Large White lactating sows

Il existe de la variabilité intra-race que l'on peut exploiter

# Changement de paradigme dans la gestion du parasitisme

1) Enhancing host defence capacities

3) Reducing the use of synthetic drugs



2) Decreasing host-GIN encounter probability, by using epidemiological knowledge

(Mahieu et al., 2009)



# Une collaboration



3



2

1



# Mise en place d'un schéma de sélection combinant Adaptation & Production

1

Identification  
des caractères à sélectionner

*Gunia et al., 2010. Animal*

2

Evaluation des caractères retenus  
dans l'objectif de sélection

*Gunia et al., 2013. Animal*

3

Estimation des paramètres génétiques

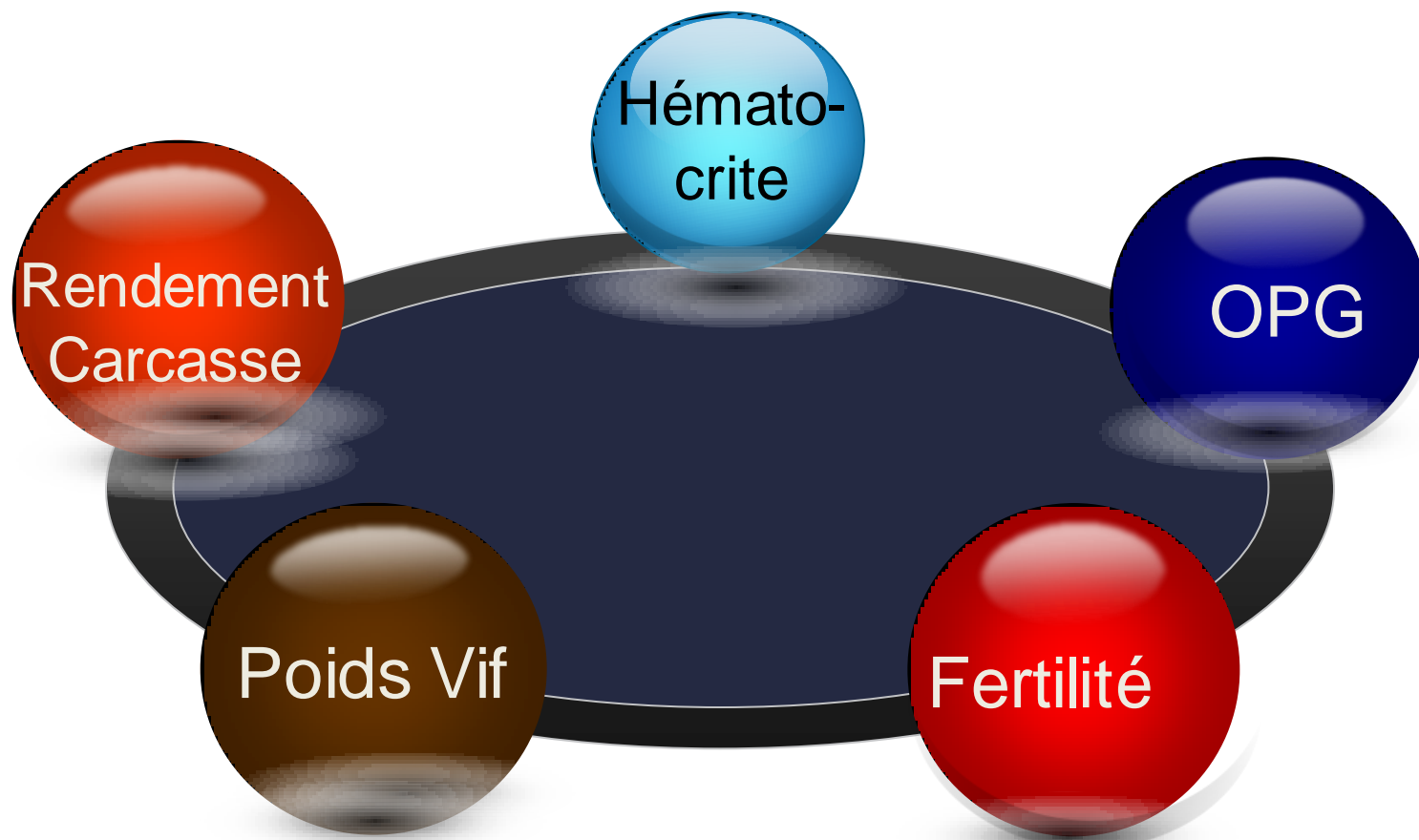
*Gunia et al., 2011. JAS*

4

Simulation de programmes de sélection

*Gunia et al., 2013. JAS*

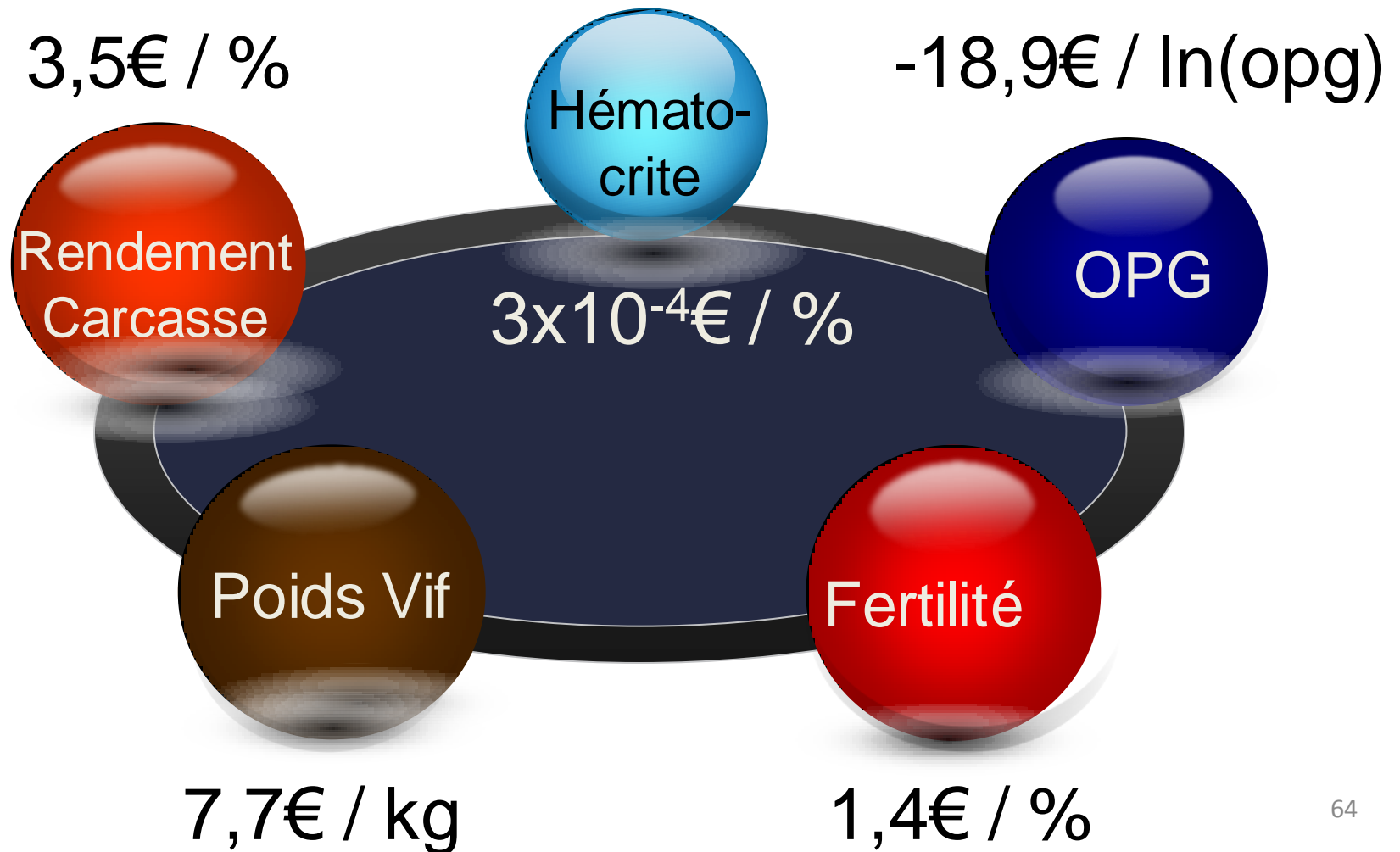
# Caractères de l'objectif de sélection:



**Caractères priorités avec les éleveurs**

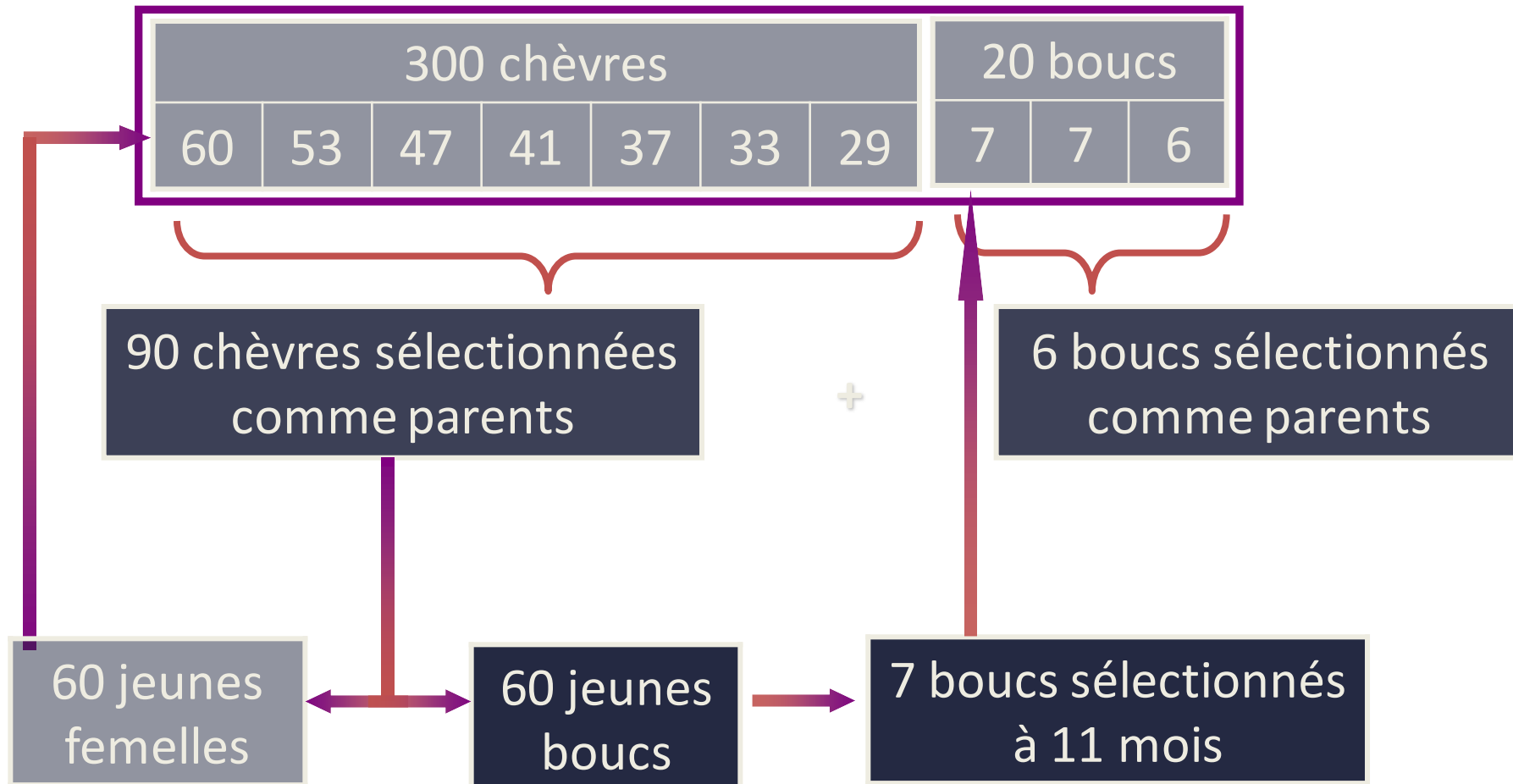
# Pondérations économiques:

€/ Unité physique du caractère par chèvre-mère et par an



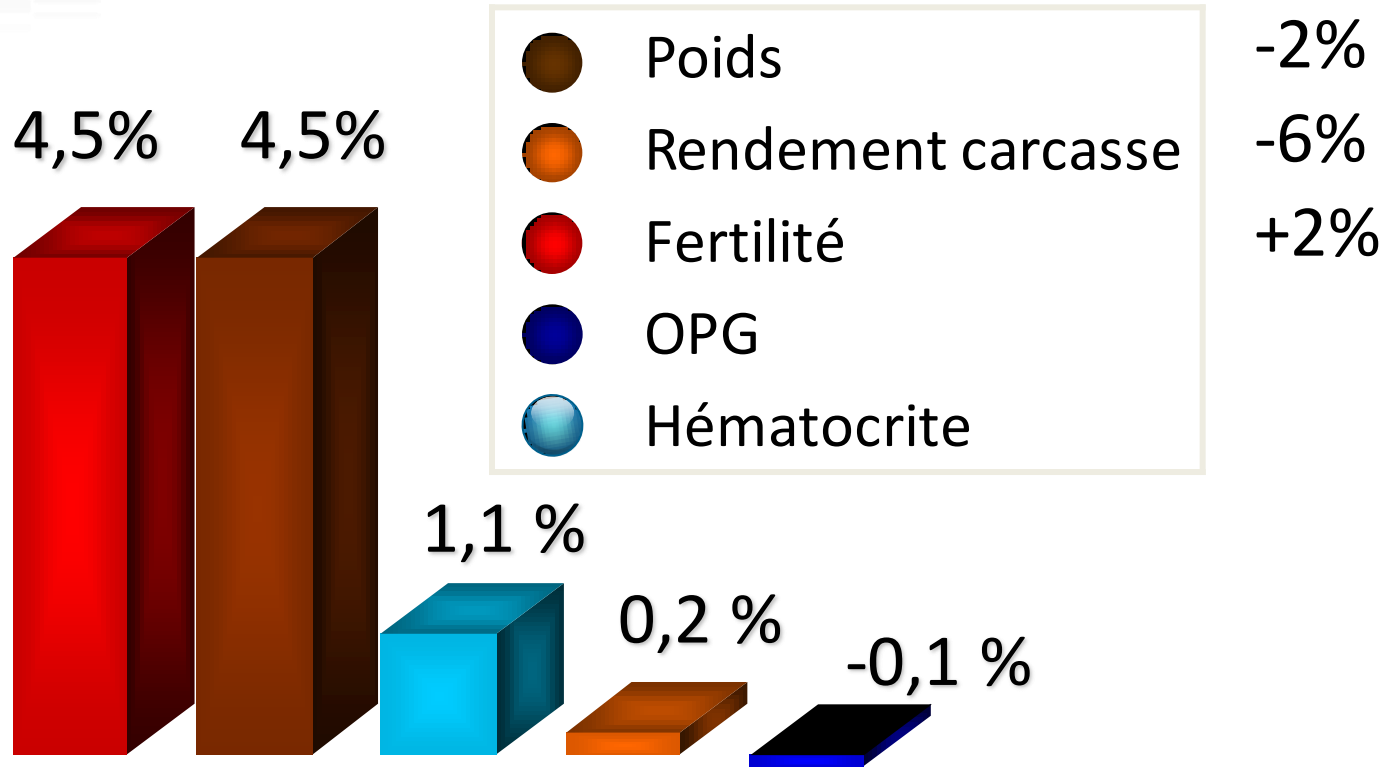


## Noyau de sélection (fermé):



# Progrès génétique annuel

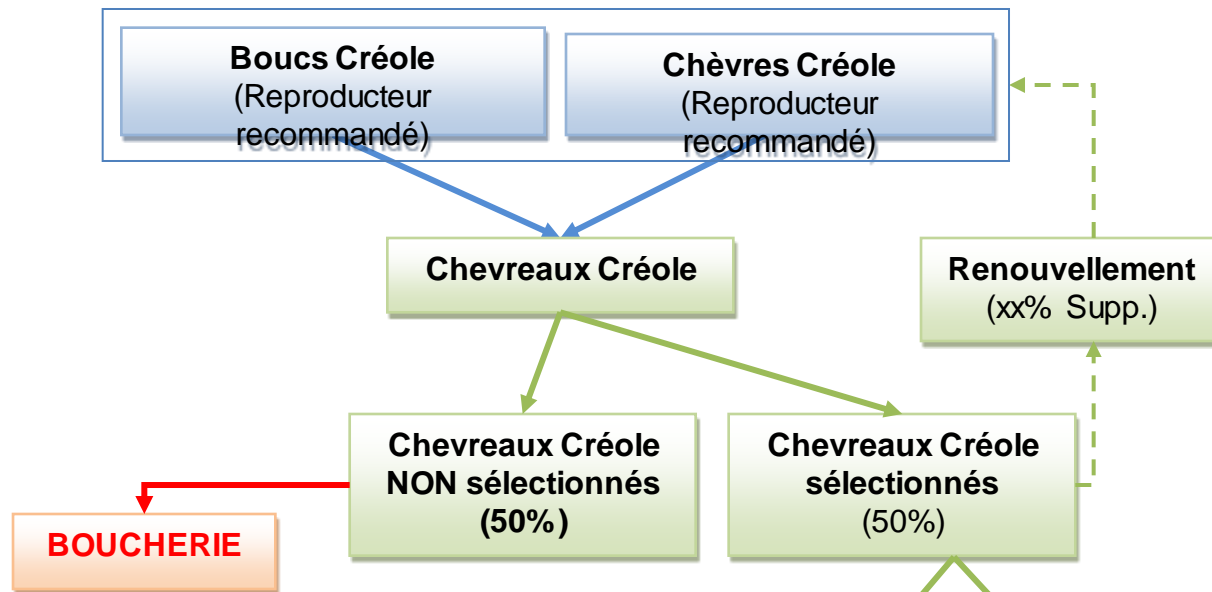
(en % de la moyenne du caractère)



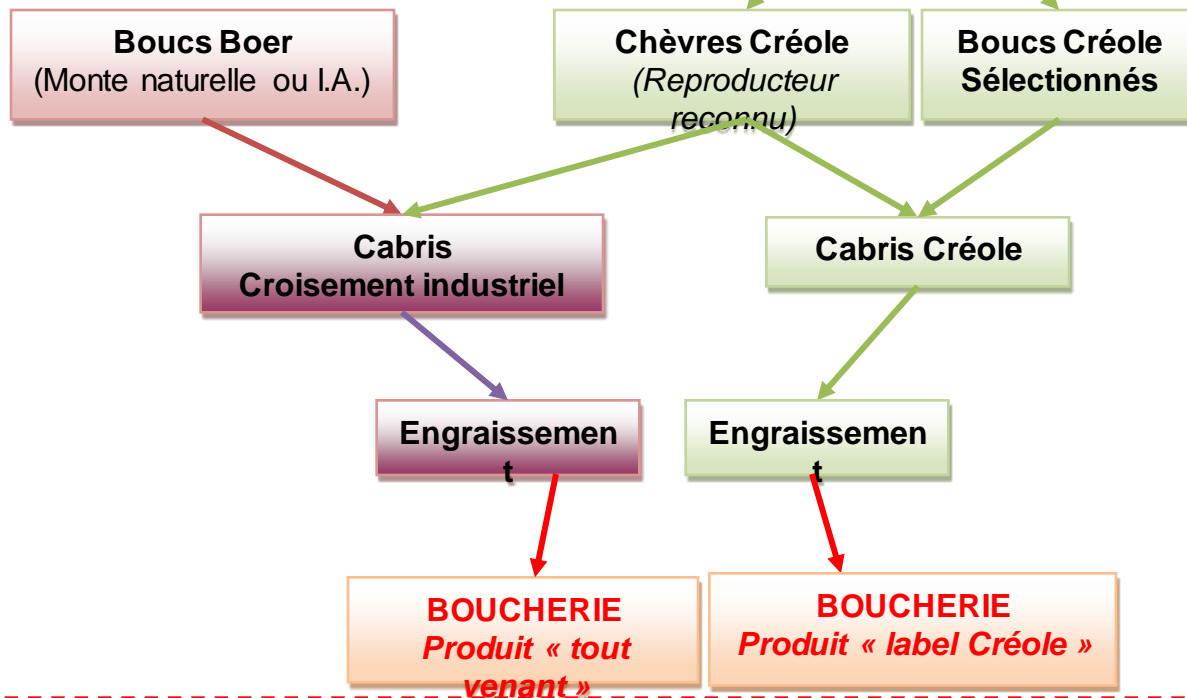
■ Fertilité ■ Poids Vif ■ Hématocrite  
■ Rendement carcasse ■ OPG



**NOYAU DE SELECTION  
MULTIPLICATION**



**NOYAU D'UTILISATION**



# \_03

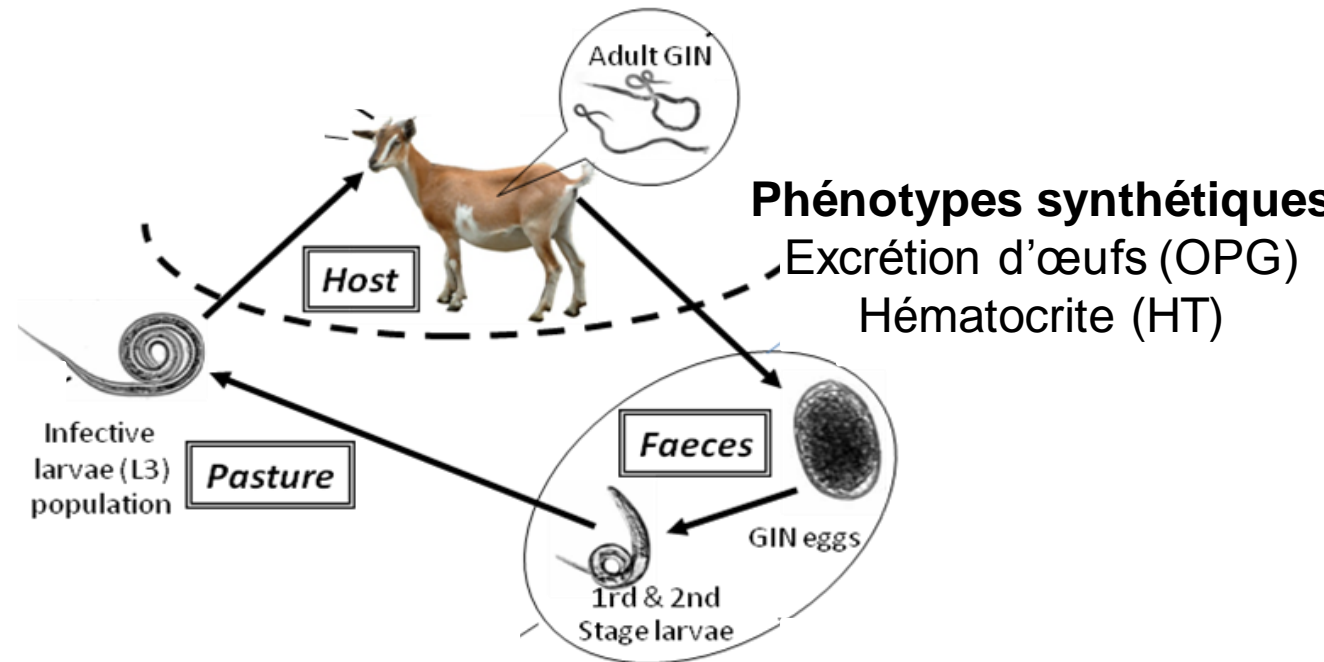


**Contrôle intégré du parasitisme :  
*Augmenter la diversité animale, la clé ?***

# Changement de paradigme dans la gestion du parasitisme

1) Enhancing host defence capacities

3) Reducing the use of synthetic drugs



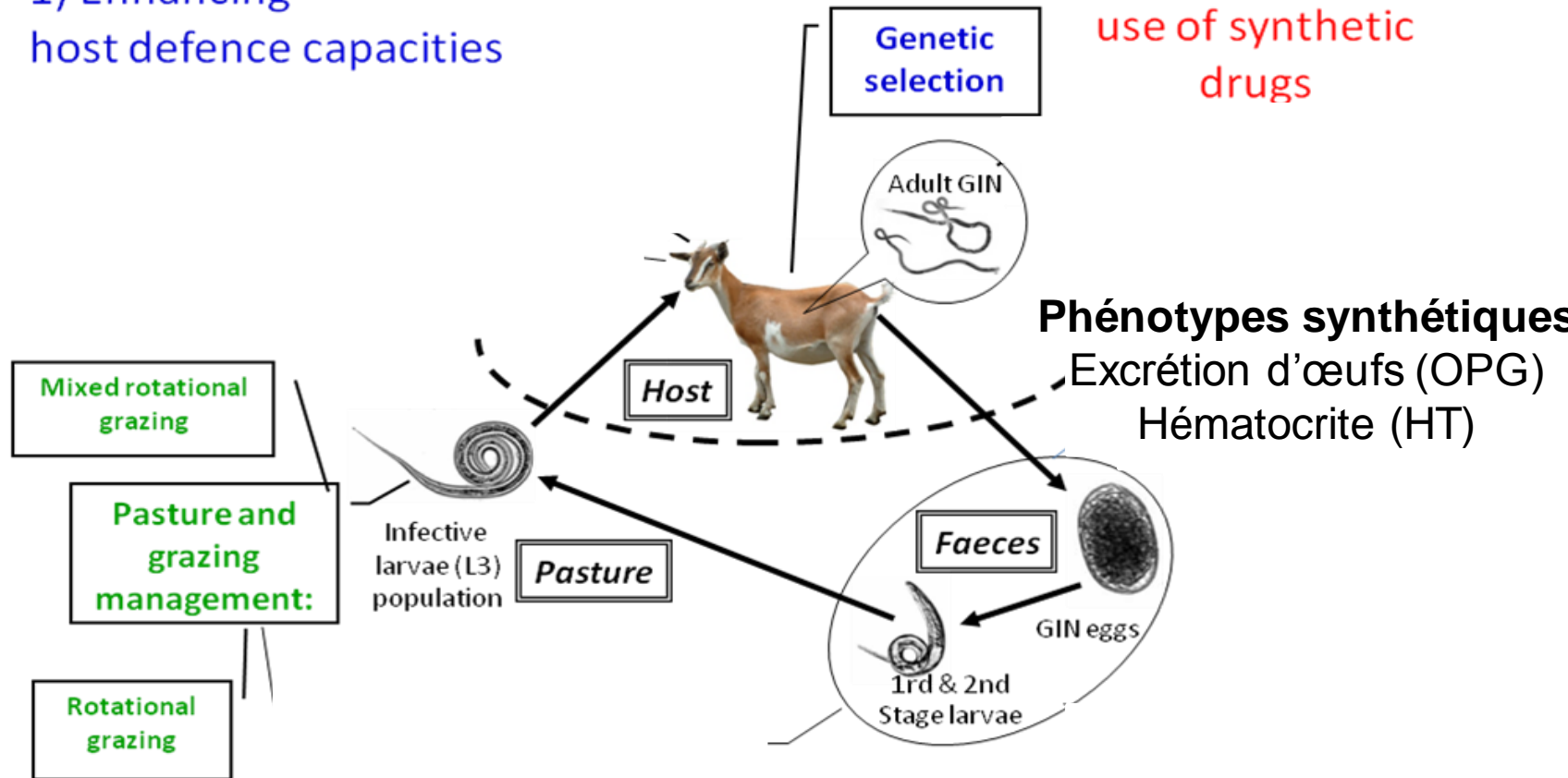
2) Decreasing host-GIN encounter probability, by using epidemiological knowledge

(Mahieu et al., 2009)

# Changement de paradigme dans la gestion du parasitisme

1) Enhancing host defence capacities

3) Reducing the use of synthetic drugs



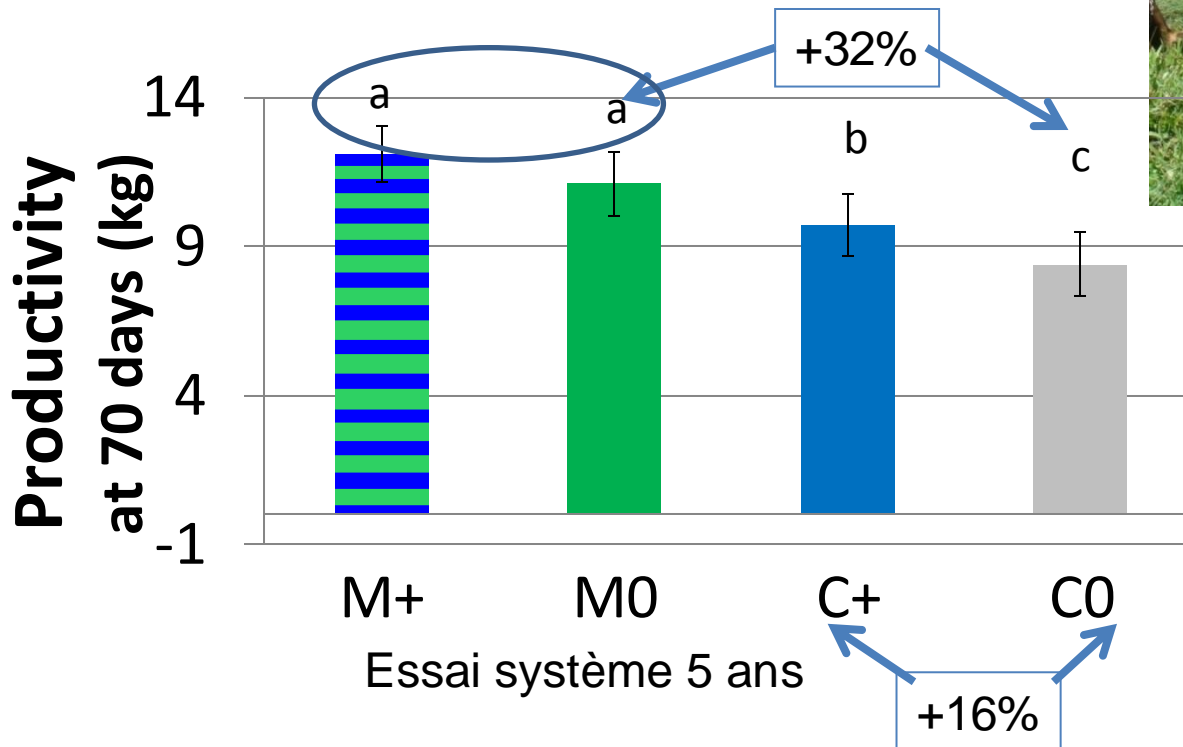
2) Decreasing host-GIN encounter probability, by using epidemiological knowledge

(Mahieu et al., 2009)

# Comment utiliser la génétique à l'échelle d'un troupeau?

## Génétique et gestion du pâturage

(Blaes et al., 2010)



**Augmentation de la productivité des troupeaux:**

Moindre contamination du pâturage

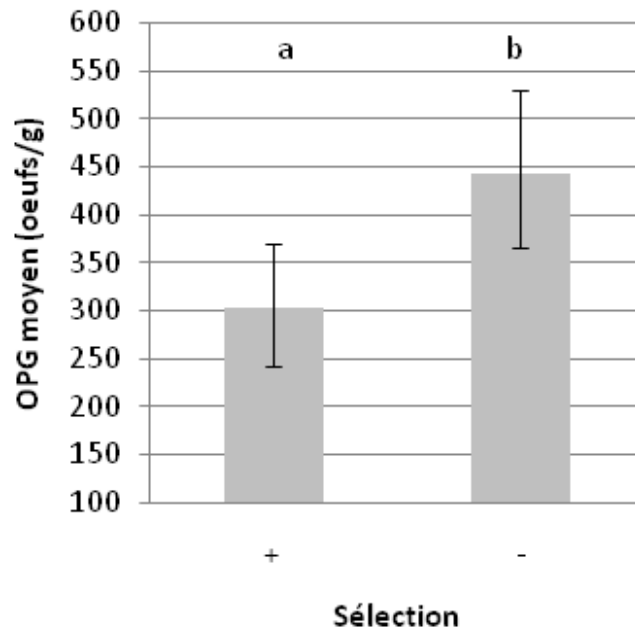
Moindre mortalité des chevreaux

Meilleure alimentation, meilleure croissance



# Comment utiliser la génétique à l'échelle d'un troupeau?

## Génétique et gestion du pâturage



La sélection à l'âge de 11 mois de chevreaux résistants augmente la résistance des mères en période d'allaitement

(Blaes et al., 2010)

Essai système 5 ans





## Autres diversités dans le troupeau

- Mélanger des animaux de sensibilités différentes du fait de l'âge (pâturage en avant), du status physiologique



# Finalités du cours

- Comment **orienter/choisir/composer** la diversité animale dans l'agroécosystème,
  - pour **optimiser les interactions** entre les éléments du système,
  - et pour **augmenter les services rendus** par ce système à l'Homme?
- Correspond à une ***Approche Agroécologique***

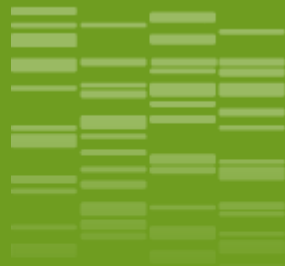


## ***Messages à retenir***

- Exploiter la variabilité génétique disponible dans les **populations animales locales**,
- Considérer les **caractères d'adaptation** comme les caractères de production,
- Combiner les espèces et leurs différents stades physiologiques pour **optimiser la diversité** animale dans le système,
- pour accroître les interactions entre les éléments du système= la **biodiversité fonctionnelle** du système.

Les connaissances nouvelles présentées dans ce cours ont été acquises grâce au soutien financier de l'Europe (FEDER, FSE), de la France et de la Région Guadeloupe (dont le projet **AgroEcoDiv**)





Merci de votre attention!