



Réintroduire la robustesse dans la sélection animale

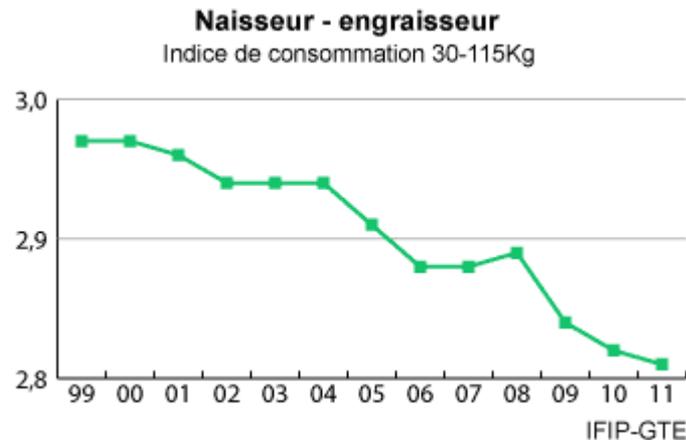
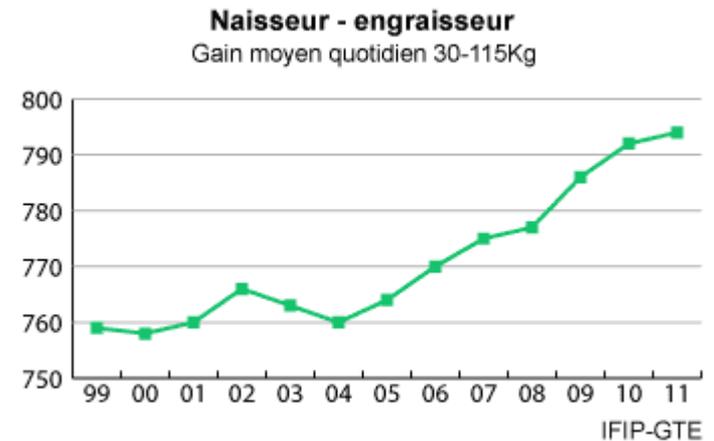
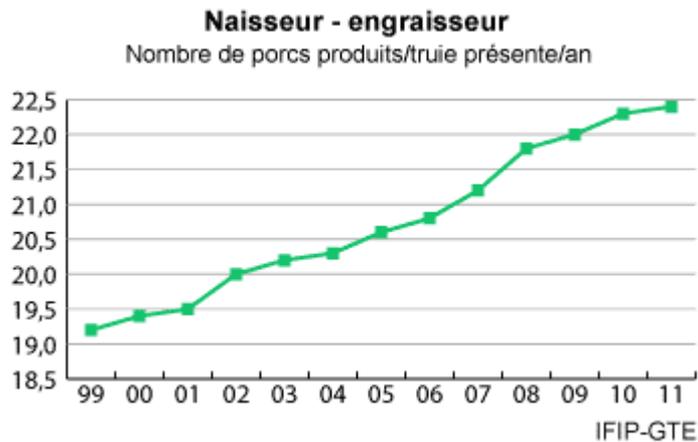
Pierre MORMEDE, Dr vét, Dr Sc
Directeur de Recherches INRA
Laboratoire GenPhySE (Génétique,
Physiologie et Systèmes d'Élevage)
Centre de Recherches de Toulouse

pierre.mormede@toulouse.inra.fr
www.mormede.com



L'intense sélection génétique pratiquée depuis plusieurs décennies a été basée presque exclusivement sur les caractères de production

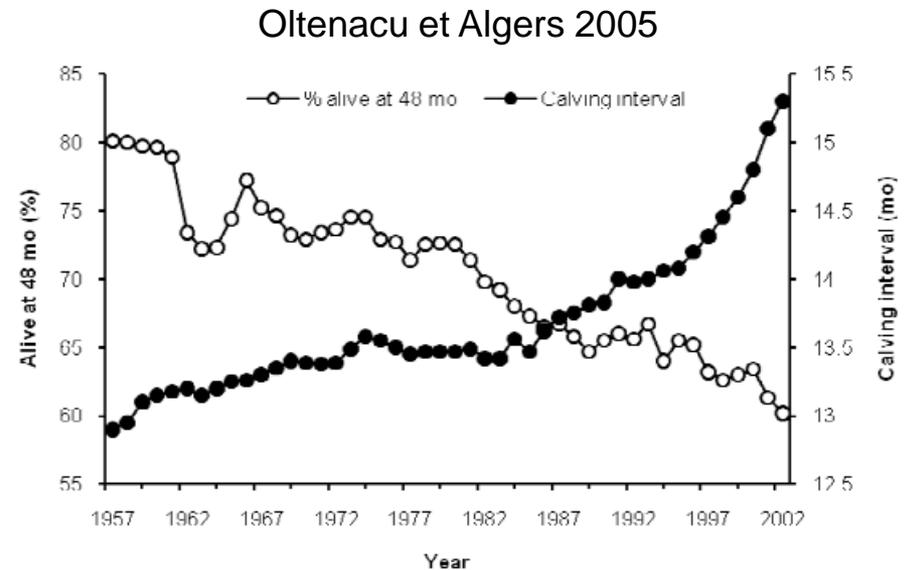
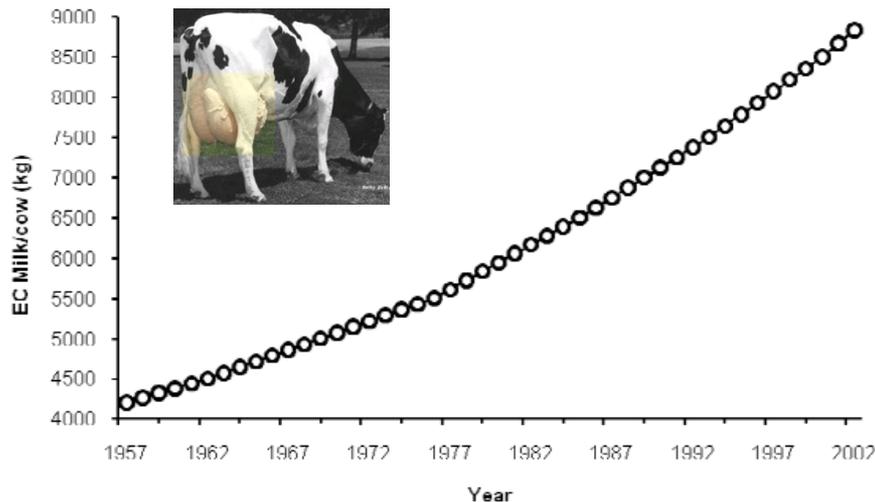
- ❖ Vitesse de croissance et composition corporelle maigre
- ❖ Efficacité alimentaire
- ❖ Nombre ou taille des descendants
- ❖ Production de lait, d'œufs, ...



Cette sélection focalisée sur les caractères de production est souvent rendue responsable de l'apparition de problèmes dits '**fonctionnels**'

- Difficultés de reproduction, de mise-bas, survie des nouveau-nés
- Problèmes d'aplombs (boiteries, twisted legs, ostéochondrites, ...)
- Sensibilité aux maladies 'de production', respiratoires et digestives, et au stress, chaleur, abattage, ...

Ces problèmes génèrent des **pertes de production**, mais aussi des **syndromes douloureux**, et compromettent le **bien-être des animaux**

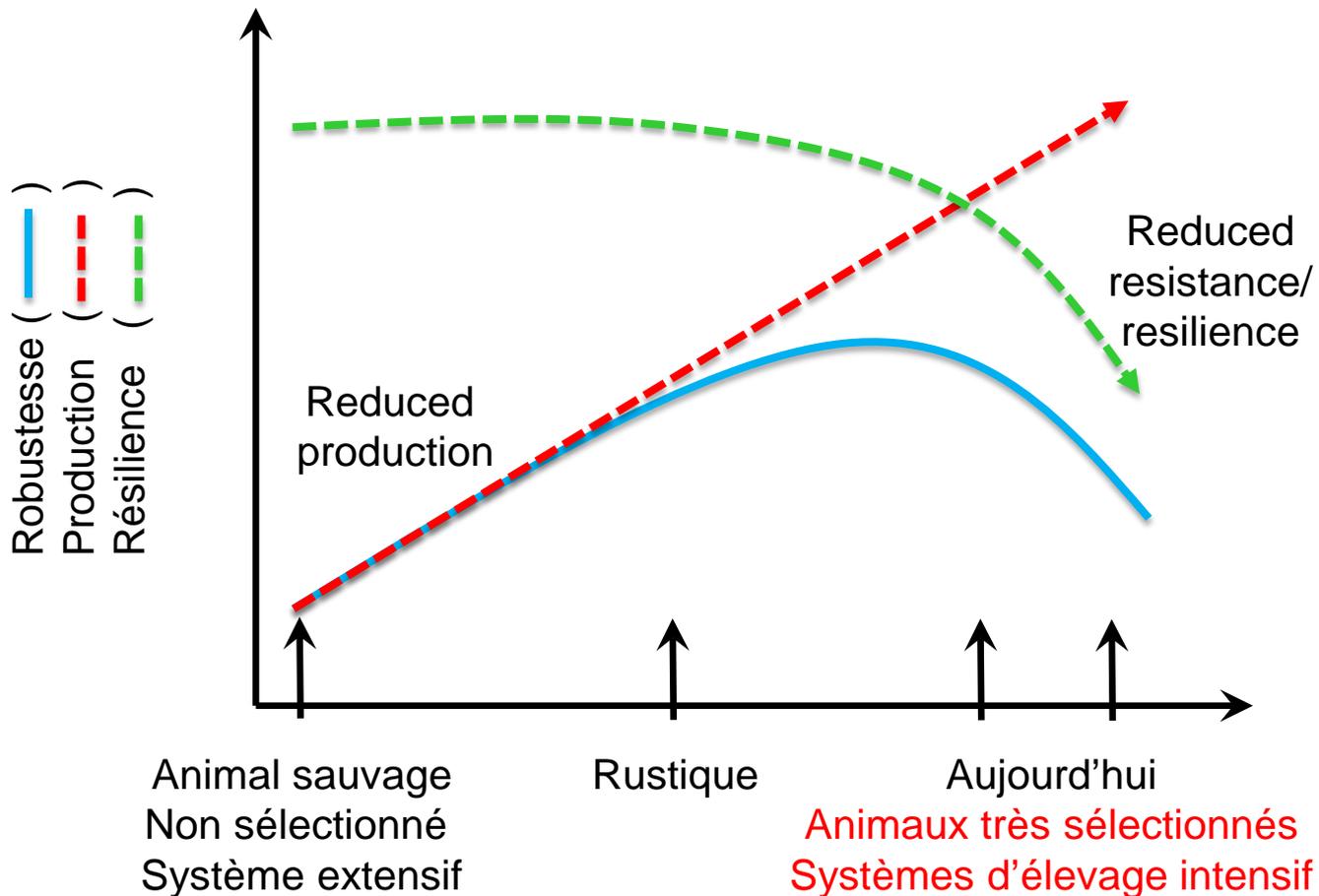




ROBUSTESSE

- ❖ Dans les sciences de l'ingénieur, l'objet d'une **conception robuste** est d'optimiser la performance du produit et en même temps de minimiser sa sensibilité aux perturbations.
- ❖ Par extension, dans le contexte de l'élevage, le concept de robustesse fait référence à la **capacité de l'animal à exprimer son potentiel de production dans une large gamme d'environnements** sans compromettre sa **santé physique** et son **bien-être** (Knap 2005).
- ❖ La robustesse est ainsi un **concept synthétique** qui combine le potentiel de production avec la sensibilité des animaux aux perturbations de l'environnement (**résistance**) et leur capacité à s'adapter (**résilience**), et ainsi éviter les conséquences négatives du stress ou d'un environnement sous-optimal sur sa santé et son bien-être.

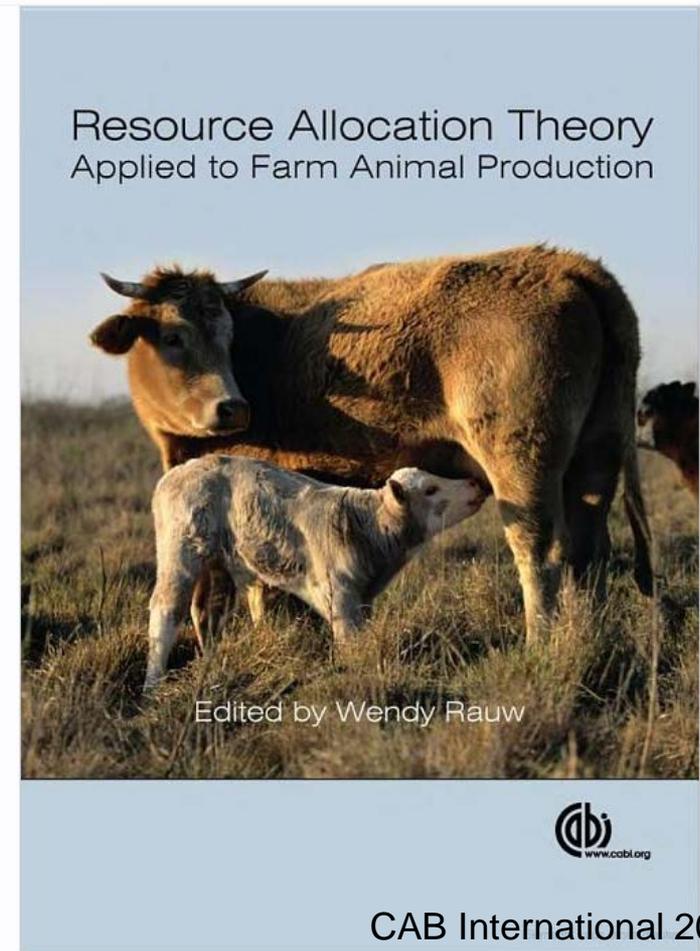
Résistance/ résilience & Robustesse : un modèle





Niveau de production et résistance/résilience

- ❖ Antagonisme entre caractères de production et sensibilité à l'environnement : **théorie de l'allocation des ressources**.
- ❖ Les génotypes à performances élevées demandent un environnement de haute qualité pour faire face à leurs besoins. Lorsque les ressources ne sont pas suffisantes pour permettre l'expression totale de leur potentiel de production, il se manifeste une **interaction génotype x environnement** qui limite la production et peut se manifester par la dégradation des caractères dits 'fonctionnels'.
- ❖ Les composantes de ce compromis ('**trade-off**') entre production et adaptation restent à préciser et souvent à démontrer.





La robustesse comme objectif de sélection

- ❖ Dans le document ‘Sustainable Farm Animal Breeding and Reproduction, a vision for 2025’, la plateforme technologique européenne FABRE décrit l’animal du futur comme ‘**robust, adapted and healthy**’.

http://www.euroqualityfiles.net/vision_pdf/vision_fabre.pdf, 2006

- ❖ ‘*Sustainable breeding goals combine robustness traits with production traits to such an extent that selection balances genetic change in production potential with genetic change in environmental sensitivity*’ (Knap 2009) – conditions climatiques, systèmes d’élevage, adaptation nutritionnelle, ...



Stratégies génétiques pour augmenter la robustesse / le bien-être

1. Réévaluations des **objectifs de sélection** pour les caractères de **production**
2. Inclusion des **caractères fonctionnels** mesurables dans les schémas de sélection (BLUP) – qualité des aplombs, survie des nouveau-nés, fertilité, sensibilité aux maladies ...
3. **Sélection sur la sensibilité globale à l'environnement**
4. **Génétique du stress et de l'adaptation**



1. Réévaluation des objectifs de sélection pour les caractères de production

Quelques exemples

❖ Production laitière

- Plus de 12.000 litres par lactation

❖ Races culardes

- Nonante pour cent des veaux de la race Blanc-Bleu-Belge naissent pas césarienne

❖ Le porc de Piétrain

- Sensibilité au syndrome de stress aigu liée à une mutation du gène du récepteur à la ryanodine (RYR1, Fuji et al. 1991)
- Influence sur la composition de carcasse et la qualité de viande
- Le porc myopathe
- En France, 80% des inséminations avec la semence de verrats Piétrain nn (source IFIP)

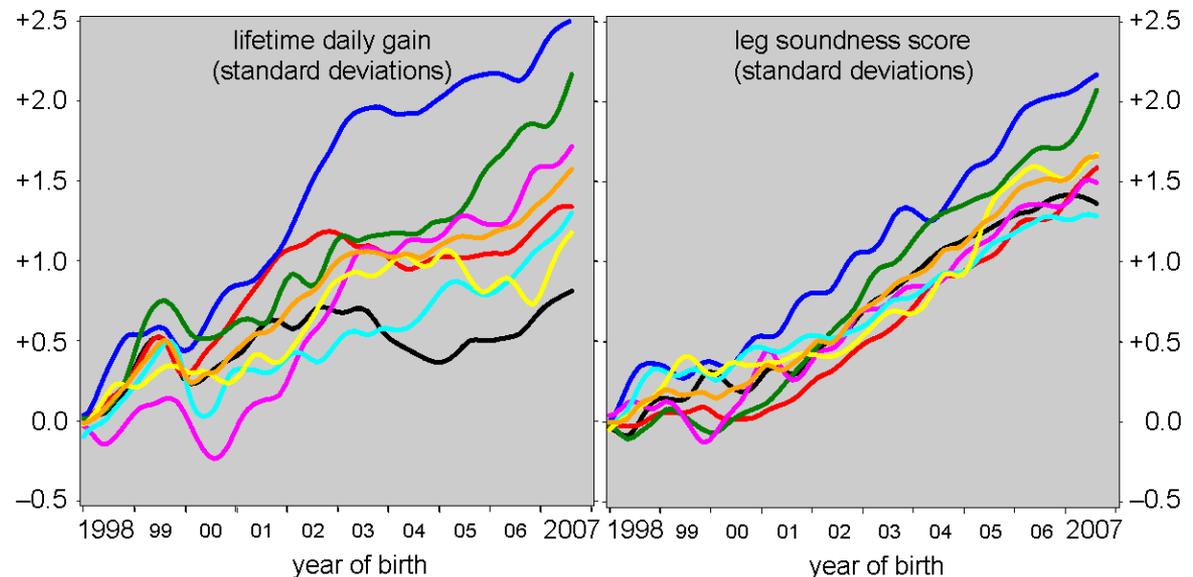


2. Inclusion des caractères fonctionnels dans les objectifs de sélection

Exemple : qualité des aplombs chez le porc



P.W. Knap, 2009
Courtesy of Pieter Knap



❖ Caractères fonctionnels

- Qualité des tissus de soutien (aplombs, boiteries)
- Survie des nouveau-nés (facilité de vêlage, nb de porcelets à D15)
- Résistance aux maladies
(cellularité du lait, efficacité du système immunitaire)
- Longévité productive

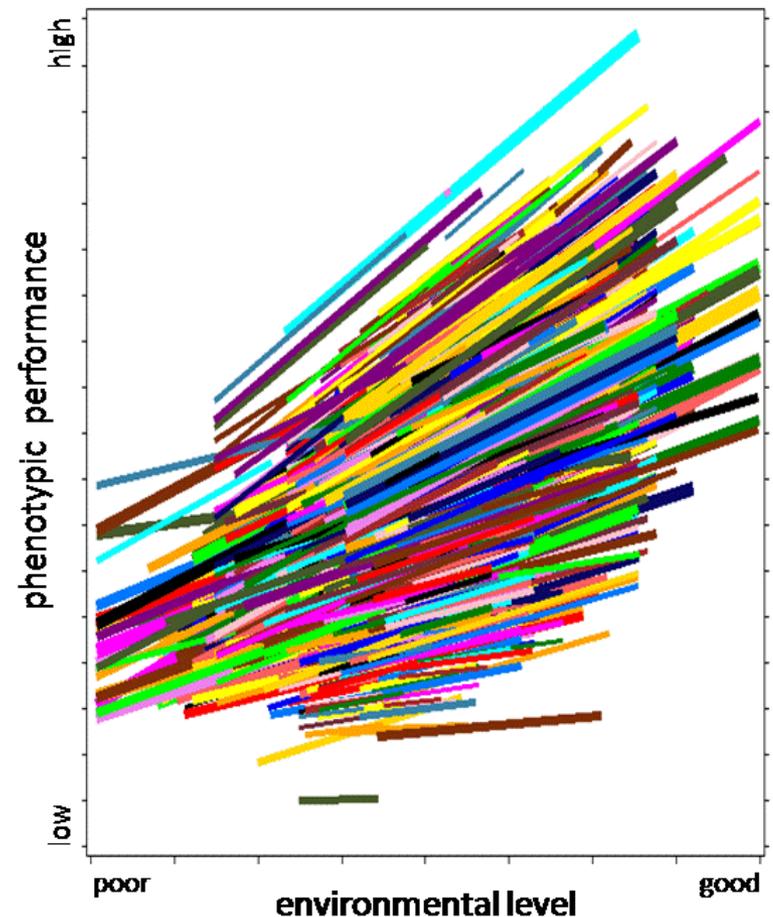
3. Sélection sur la sensibilité globale à l'environnement

❖ Analyse des normes de réaction

- Sensibilité globale à l'environnement (Lynch and Walsh 1998)
- Mesure difficile
- Héritabilité faible (Knap and Su 2008)

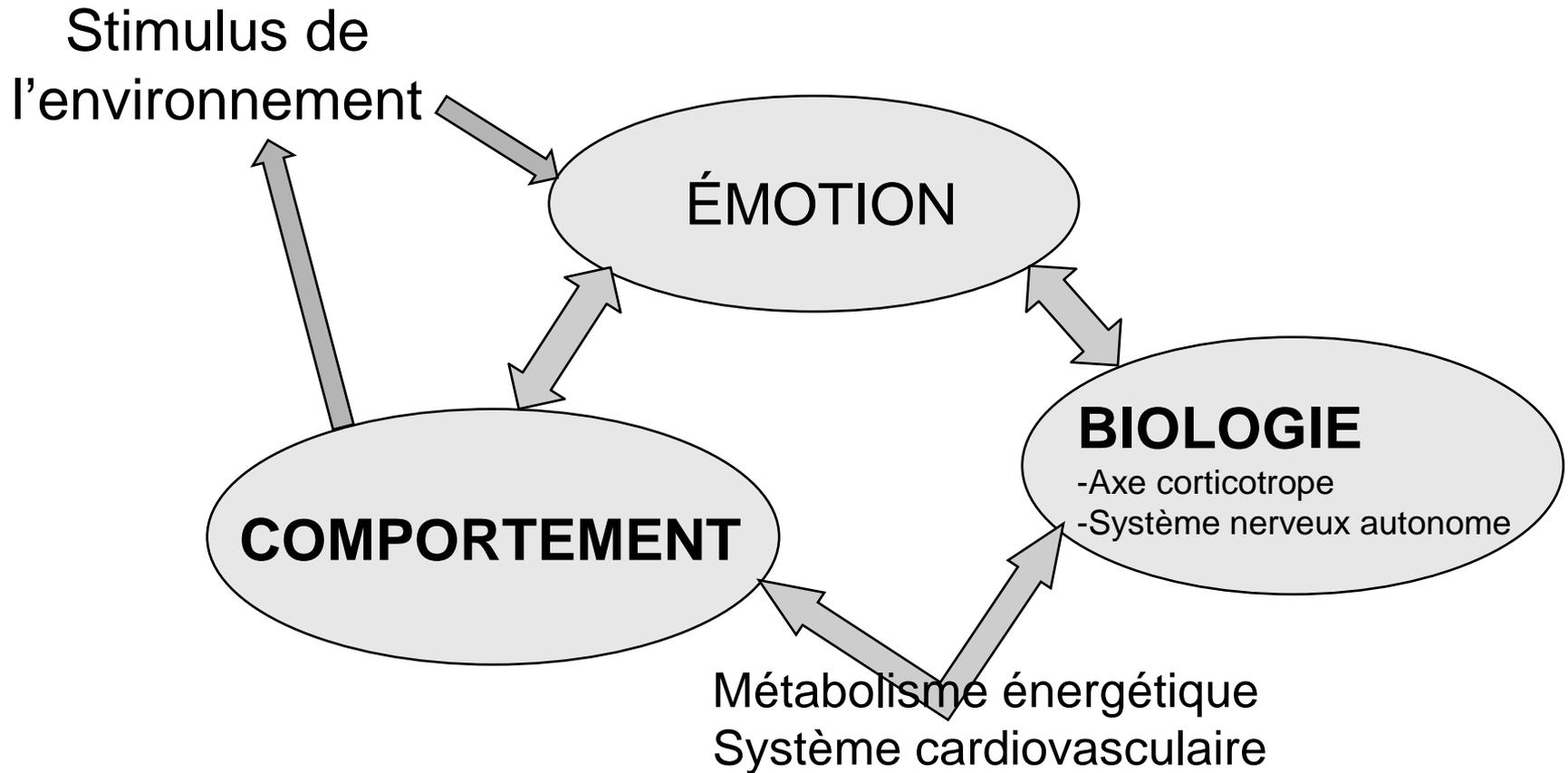
❖ Sélection canalisante – réduction de la variance, par exemple pH ultime de la viande, poids des nouveau-nés (Bodin et al. 2010)

Knap & Su, 2008
Courtesy of Peter Knap



4. Génétique du stress et de l'adaptation

Organisation des réponses de stress





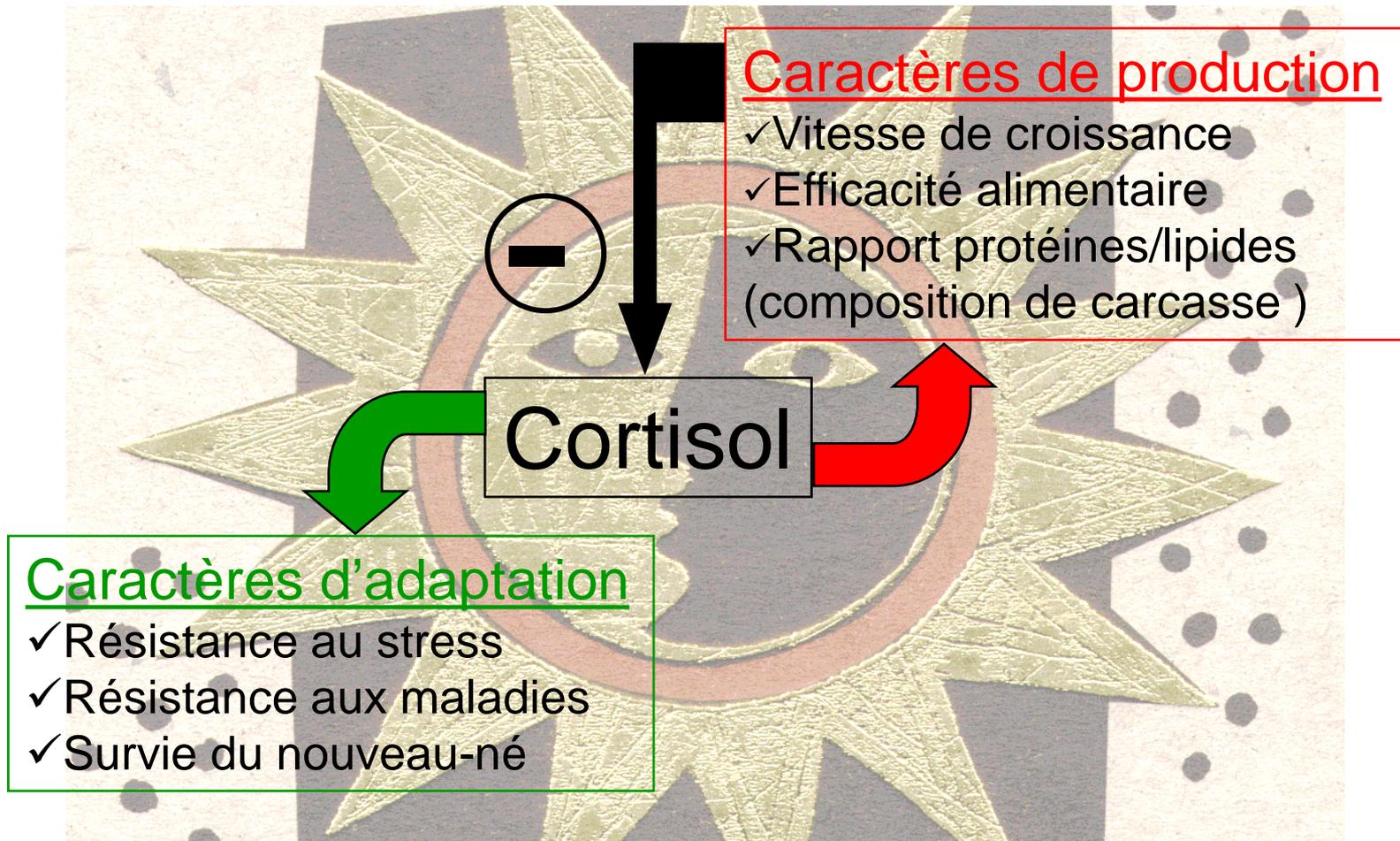
Génétique et comportement

- ❖ Grande variabilité des profils de **réactivité comportementale** (tempérament, personnalité), rôle des facteurs génétiques, influences précoces et expériences préalables.

- ❖ Structure complexe du **tempérament**, multidimensionnelle
 - En psychologie humaine, modèle à 5 facteurs, 'the big five' (Wiggins, 1996)
 - Trois de ces facteurs ont pu être mis en évidence dans de nombreuses espèces animales : extraversion (actif/passif), neuroticisme (émotivité), agressivité

- ❖ Nombreuses questions non résolues en rapport avec le **phénotypage** des caractères de comportement
 - Quelles mesures qui soient à la fois significantes et opérationnelles ?
 - Quels objectifs de sélection ?
 - Faisabilité du phénotypage à large échelle dans le cadre de la sélection ?

L'axe corticotrope comme composante du compromis entre production et adaptation





Conclusion : Stratégies génétiques pour augmenter la robustesse / le bien-être

1. Réévaluation des caractères de production
 - Importante résistance des sélectionneurs et producteurs
2. Inclusion des caractères fonctionnels dans les objectifs de sélection – qualité des aplombs, survie des nouveau-nés, cellularité du lait ...
 - Très efficace, largement mis en œuvre
3. Sensibilité globale à l'environnement
 - Difficile à mettre en œuvre
4. Stratégies basées sur les caractères d'adaptation
 - Encore au stade de la recherche
5. Pour mémoire : rôle de la génétique pour la résolution de questions spécifiques de bien-être par exemple : écornage (gènes 'sans cornes'),
castration des porcelets (génétique de l'odeur de verrat)



Dans de nombreux cas,
problèmes de phénotypage et définition des objectifs de sélection
caractères complexes (sélection génomique)

Nouveaux défis de la sélection génétique

Durabilité

- empreinte environnementale (GES, N, P)
- antibiotiques, métaux lourds & hormones

Environnement

Économie

- Réduction des coûts de production
- efficacité alimentaire
- moins de temps passé (animaux indépendants)
- adaptabilité aux contraintes environnementales



- sécurité alimentaire
- qualité des produits
- bien-être animal
- style de vie rural

Société

Principaux objectifs de sélection : efficacité alimentaire, robustesse, qualité des produits

Merci



photo David McEnery