COLLOQUE SERAM 2
Semaine Européenne des Races locales des Massifs
Oloron-Sainte-Marie « PASTORALISME & RACES LOCALES » 16-17-18 septembre 2018
CORAM races de massifs

Variations des réserves corporelles chez les ovins : nouveau critère de sélection ?

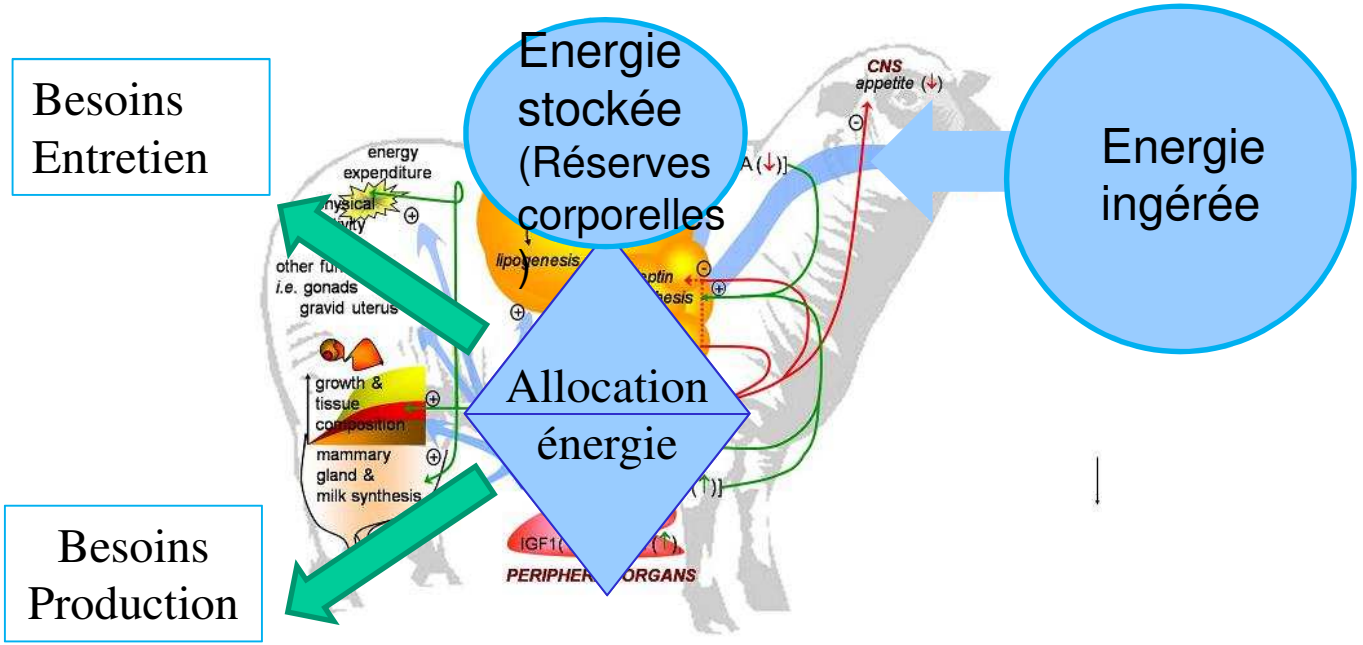
Dominique HAZARD

UMR Génétique Physiologie et Systèmes d'Elevage (GenPhySE), INRA Occitanie-Toulouse

SOMMAIRE

- 1. Intro-Contexte
- 2. Méthodes d'évaluation de l'état corporel
- 3. Relations avec d'autres caractères
- 5. Déterminisme génétique de l'état corporel
- 6. Aspect dynamique
- 7. Variabilité des trajectoires d'état corporel
- 8. Variabilité génétique des trajectoires
- 9. Perspectives de recherche

Introduction



Contexte

Ruminants :

↑ ajustement par l'animal

Dynamique de mobilisation /reconstitution des réserves corporelles lipidiques (DRC):

Challenges physiologiques, nutritionnels, environnementaux…

mécanisme clé

↓ ajustement par l'éleveur

gestion du rapport ressources disponibles / besoins (entretien & production)

Améliorer les réponses / favoriser l'adaptation des animaux aux challenges

- **Répondre aux nouveaux défis de l'élevage : produire plus, mieux et à moindre coûts**
  - **Réduire l'utilisation des intrants**
  - **Renforcer l'utilisation des surfaces pastorales**
  - **Améliorer les réponses adaptatives aux aléas climatiques**

Méthodes

Réserves corporelles stockées sous formes de lipides
= caractère difficile à mesurer

- réserves sous-cutanées (gras dorsal)
- réserves stockées dans cavité abdominale

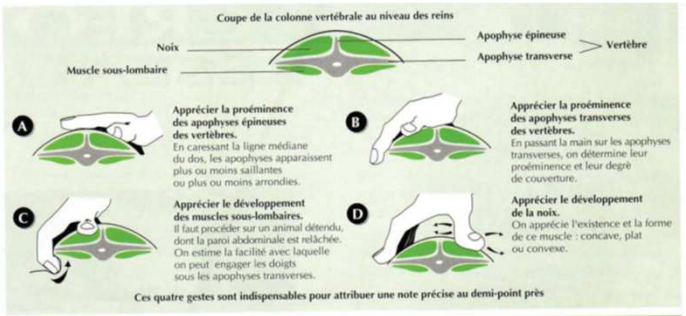


Tableau 1 - **Echelle de notation de l'état corporel des brebis**
(d'après Russel et al 1969 - traduction : G. Molenat)

Note 0	Animal extrêmement émacié, "sur le point de mourir". Aucun tissu musculaire ou adipeux entre la peau et l'os.
Note 1	A - Apophyses épineuses saillantes et pointues. B - Apophyses transverses pointues. C - Les doigts passent facilement sous les apophyses transverses et il est possible de les engager entre elles. D - La noix est peu épaisse et concave. Pas de gras de couverture.
Note 2	A - Apophyses épineuses proéminentes sans rugosité. B - Apophyses transverses arrondies sans rugosité. C - Les doigts passent avec une légère pression sous les apophyses transverses, mais on ne peut les engager entre elles. D - La noix est moyennement épaisse, avec peu de gras de couverture.
Note 3	A - Les apophyses épineuses forment des ondulations souples. On peut les sentir individuellement en effectuant une légère pression. B - Apophyses transverses arrondies. C - Il faut exercer une pression moyenne pour engager les doigts sous les apophyses transverses. D - La noix est légèrement convexe avec une couverture de graisse moyenne.
Note 4	A - Les apophyses épineuses forment une ligne presque rectiligne. Une pression forte permet de les sentir individuellement. B - Même chose pour les apophyses transverses. C - Il est difficile d'engager les doigts sous les apophyses transverses. D - La noix est pleine et convexe avec une forte couverture adipeuse.
Note 5	A - Les apophyses épineuses ne peuvent être détectées. B - Les apophyses transverses ne peuvent être détectées. C - On ne peut pas engager les doigts sous les apophyses transverses. D - Les deux noix sont très convexes et on observe une dépression le long de la ligne médiane du dos entre les deux muscles. Il y a d'importants dépôts de graisse à la base de la queue.

❖ <u>Mesure des réserves sous cutanées :</u>

➢ **Note d'état corporel** (NEC) :

- palpation de la région lombaire
- évaluation subjective de l'état d'engraissement d'un animal vivant

échelle de 0 à 5 (unité=point; Jefferies, 1961)

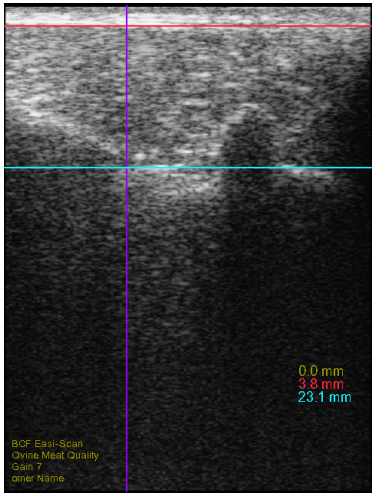
échelle de 0 à 5 (unité=1/4 point; Russel et al., 1969)

Méthodes

❖ Mesure des réserves sous cutanées :

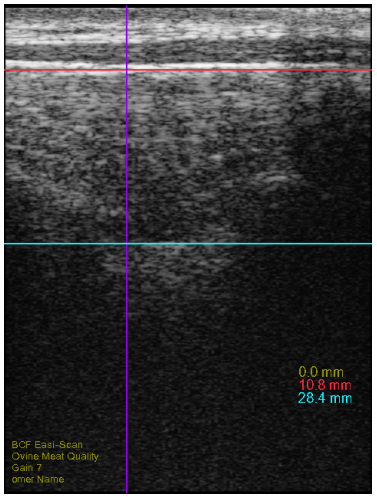
➢ **échographie dorsale** :

- épaisseur gras dorsal
- épaisseur muscle dorsal



gras

muscle

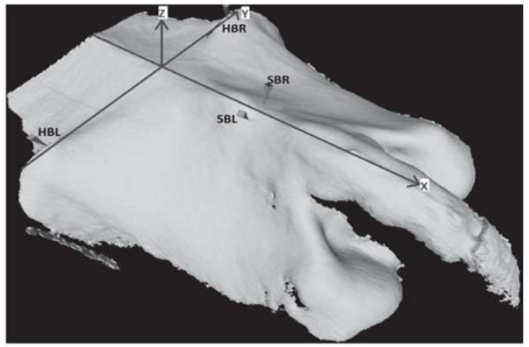


Brebis 1

Brebis 2

➢ **Imagerie tridimenssionnelle**

- prises de vues, extraction de 4 points anatomiques du bassin
- en développement pour bovins (caprins)



Source : http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/Texte_5_Elevage_de_precision_A-Fischer.pdf

Fischer et al., 2015)

Méthodes

❖ Mesure des réserves corporelles totales :

➢ tomographie à rayon X (CT scan, Imagerie 3D) :

• Mesurer les variations quantitatives de la composition corporelle *in vivo*
- Masses musculaires
- Masses adipeuses
- Masses osseuses

• Echelle : tissus, organes

(Lambe NR, 2004)

-> outil utilisé en recherche et par les filières ovines :
- en Ecosse : programmes de sélection pour améliorer qualité de la viande et le taux de muscle (Charollais, Suffolk, et Texel)
- en Nouvelle Zélande : améliorer les caractéristiques des tissus maigres de la carcasse

Méthodes

❖ Mesure des réserves corporelles totales :

➢ scanner à rayon X (DEXA, Imagerie 2D) :

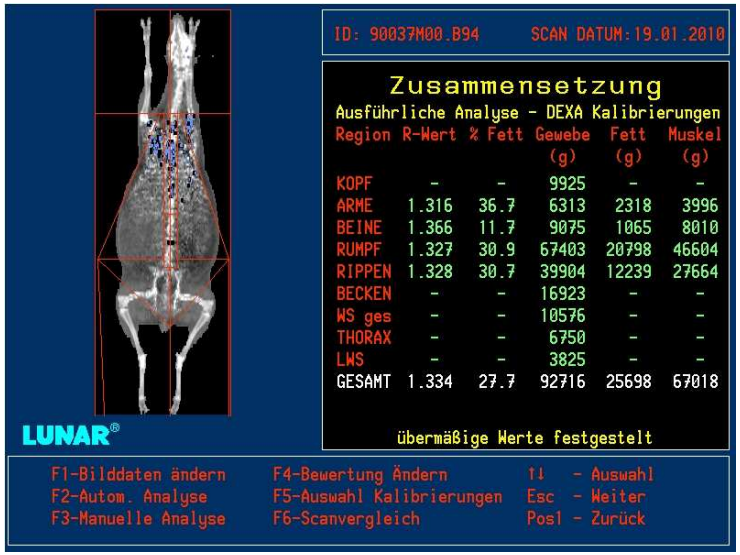
Mesurer les variations quantitatives de la composition corporelle *in vivo*

- Masses musculaires
- Masses adipeuses
- Masses osseuses

-> outil utilisé en recherche et par les filières ovines :

- en Australie : améliorer qualité de la carcasse (Hunter TE, 2011)

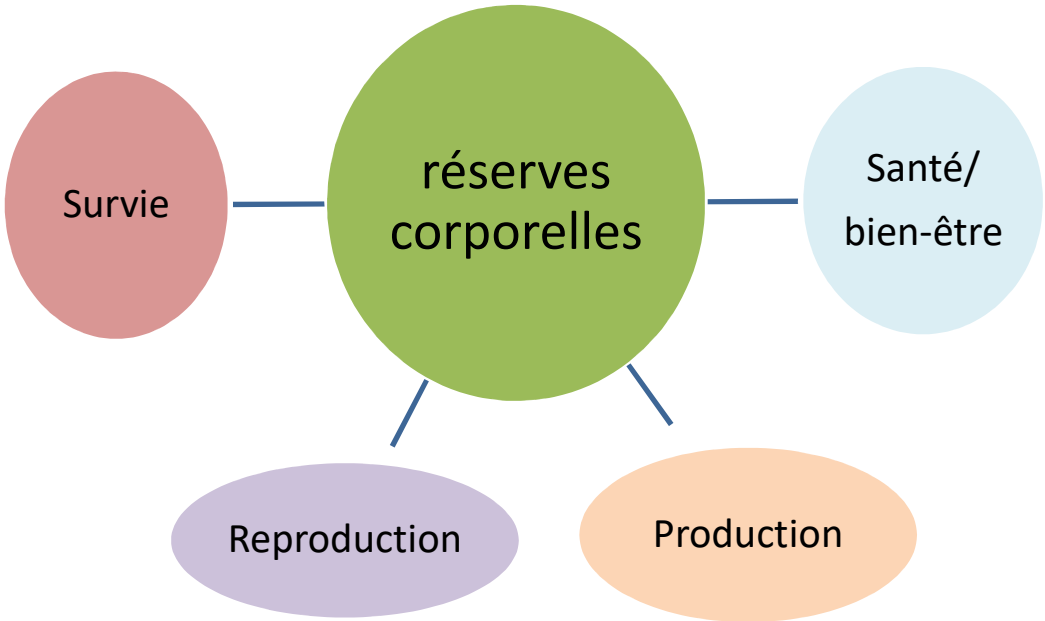
• Echelle : zone corporelle



(Scholz AM, 2012)

Etat corporel et autres caractères

Etat corporel est associé à de nombreuses fonctions biologiques :



Etat corporel et reproduction

Reproduction		NEC (lutte)
Age puberté	retardé	↓
Taux ovulation	↑ (plateau)	↑ (optimum varie selon races)
Taux de conception	↑ Relation ∩	↑
Mortalité embryonnaire	↓ Relation U	↑
Prolificité	↑ Relation ∩	↑

NEC à lutte, mi-gestation :

positivement corrélé avec le nombre d'agneaux sevrés sous la mère

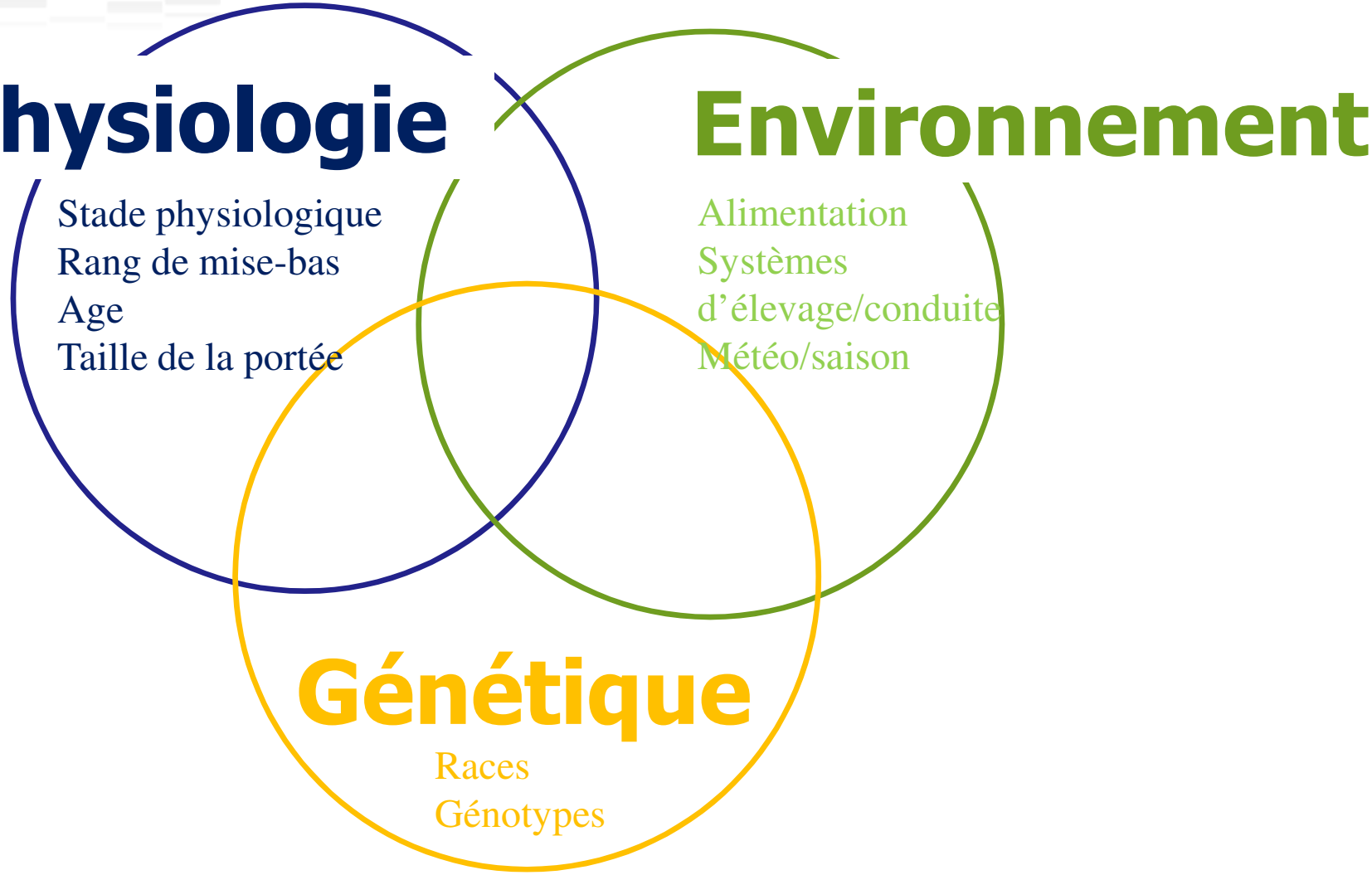
Pour revue: Kenyon et al, 2014

Etat corporel et production

Production		NEC
Croissance fœtale, poids naissance	Études contradictoires (selon stade considéré). Relation positive avec NEC gestation	
Nombre agneaux nés	~ ou ↑ (Relation ∩)	↑
Survie des agneaux	~ ou ↑ (x2 : relation linéaire; x1, relation curvilinéaire)	↑
croissance agneaux	~ ou ↑ (plateau)	↑
lait	~ ou ↑	↑

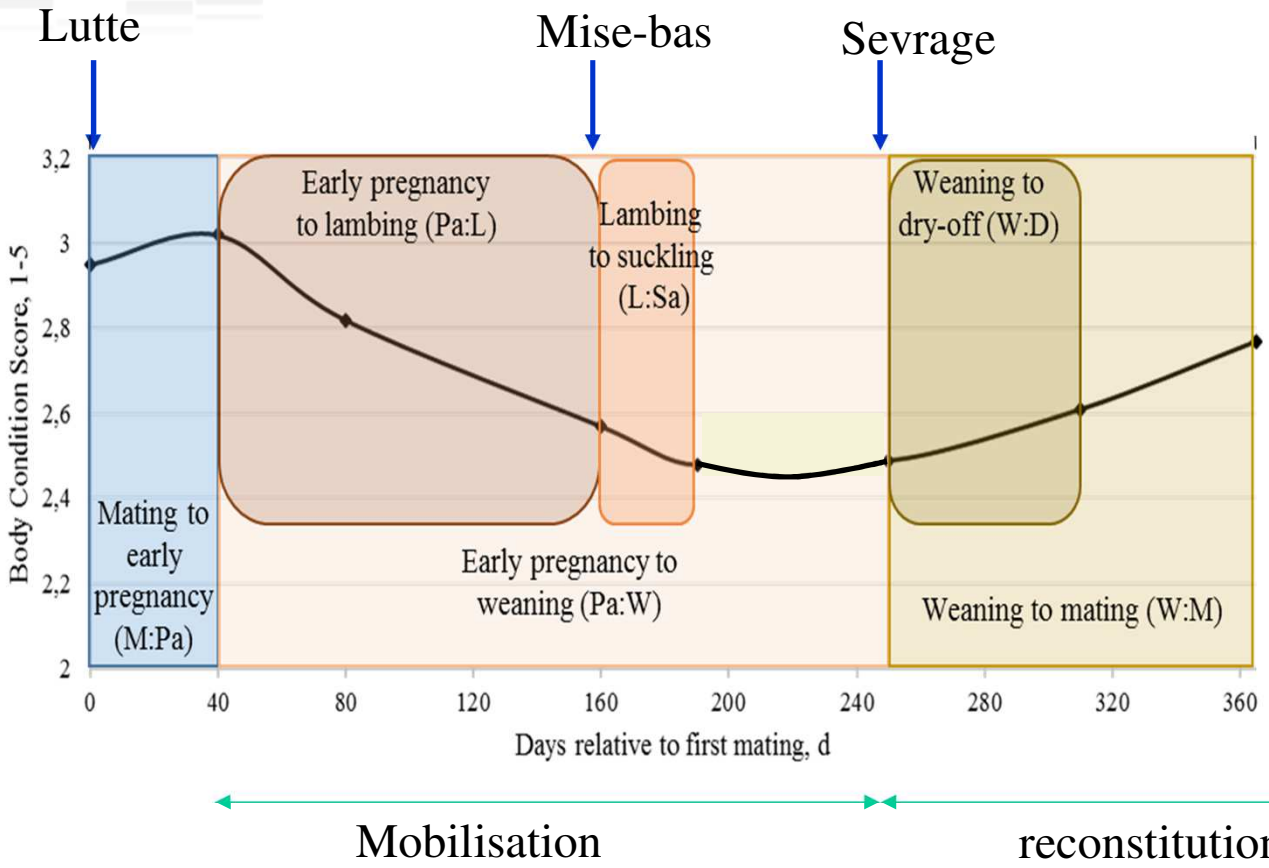
Sources de variation

- Nombreux facteurs influencent l'état corporel



Aspect dynamique des RC

❖ Variations de la NEC au cours d'un cycle de production



(ovins allaitants, conditions extensives: Romane La Fage)

➔Variation des réserves corporelles selon les besoins énergétiques

Paramètres génétiques

❖ **Note d'Etat Corporel :**

- héritabilité = 0,10 – 0,37
- répétabilité : 0,20 – 0,41

⟸

Variations dues :

- stades physiologiques
- race
- conditions environnementales

(Borg et al 2005; Shackell et al, 2011;Everett-Hincks & Cullen; 2009; Macé et al, 2018)

❖ **NEC & héritabilité selon stade physiologique**

NEC	lutte	Gestation	Mise-bas	Allaitement	sevrage	Post-sevrage
lutte	0,35					
Gestation		0,37				
Mise-bas			0,26			
Allaitement				0,27		
Sevrage					0,33	
Post-sevrage						0,33

(ovins allaitants, conditions extensives)

(Macé et al 2018)

Paramètres génétiques

❖ **Corrélations entre les stades physiologiques : 0,71** (0,08) **– 0,93** (0,04)

NEC	lutte	Gestation	Mise-bas	Allaitement	sevrage	Post-sevrage
lutte	-	**0.93**	**0.82**	**0.75**	**0.82**	**0.92**
Gestation	0.61	-	**0.83**	**0.75**	**0.77**	**0.87**
Mise-bas	0.41	0.41	-	**0.90**	**0.84**	**0.77**
Allaitement	0.35	0.36	0.63	-	**0.90**	**0.71**
Sevrage	0.38	0.37	0.48	0.58	-	**0.82**
Post-sevrage	0.45	0.45	0.47	0.51	0.58	-

(ovins allaitants, conditions extensives)

(Macé et al, 2018)

❖ **Corrélations génétiques avec la survie des agneaux :**

- modérées à élevées : 0,39 – 0,73 (NEC mi-gestation et survie portée)

❖ **Nouvelle Zélande :**

index disponible pour la NEC (index à forte valeur économique)

Paramètres génétiques

❖ **Epaisseur de gras dorsal** (échographie)

- ovins allaitants

➢ héritabilités :

h^2 = 0,08 (Suffolk, *in vivo* au sevrage, engraissement au pâturage) (Maxa et al 2007)

h^2 = 0,26 (Blackface, *in vivo* au sevrage, conditions extensives) (Conington et al, 1995)

➢ Interaction Génotype x Environnement (G x E) :

h^2 = 0,39 (système extensif) *vs* 0,20 (système intensif) (Blackface, age=20&17sem)

r_G = 0,54 (±0,17) (intensif vs extensif) (r_G = 0,70 basse/haute montagne (Bishop et al, 1996)

r_G > 0,8 : pas d'interaction G x E (Scottish Blackface lambs, montagnes) (McLaren et al 2012)

Variabilité génétique

❖ **Masse adipeuse totale** (tomographie à rayon X)

➢ héritabilités :

h^2 = 0,12-0,47 (selon stades physio, Scottisch Blackface adulte) (Lambe NR, 2004)

h^2 = 0,27-0,85 (gras interne)

h^2 = 0,38-0,41 (Charollais, Texel, Suffolk, *in vivo*) (Jones et al, 2004)

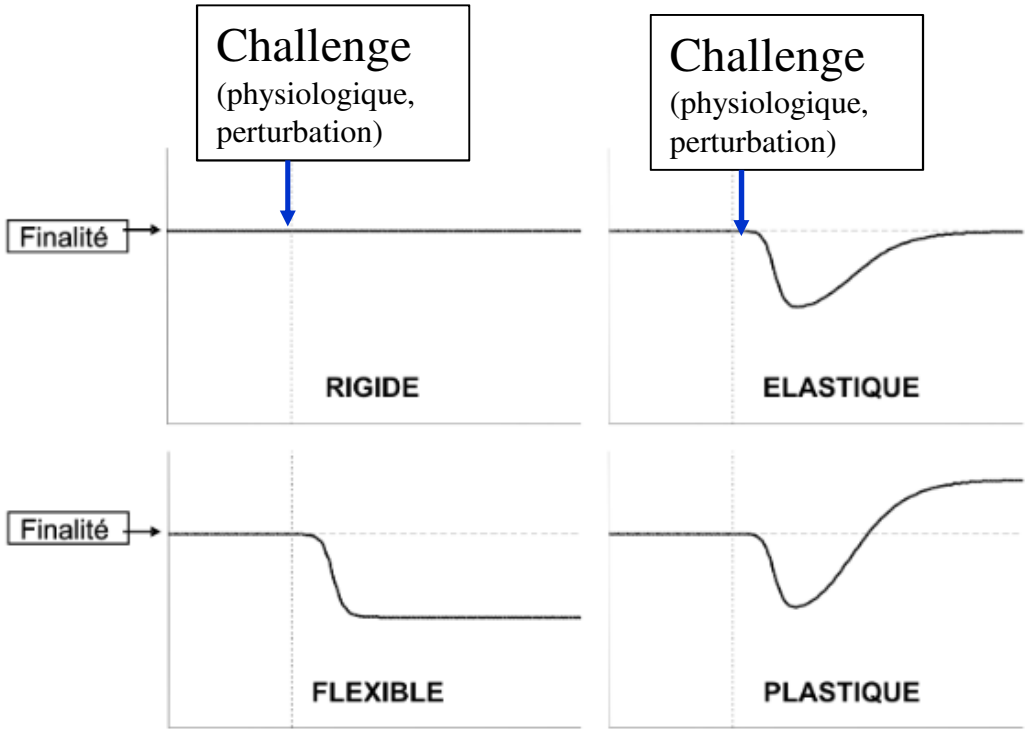
❖ **Variation de masse adipeuse** (CT scan)

h^2 = 0,23 (perte tissus adipeux total); 0,63 (perte tissus adipeux interne)

h^2 = < 0,12 (gain tissus adipeux) (Lambe NR, 2004)

Variabilité de la dynamique des RC

❖ Modalités des réponses dynamiques d'un système



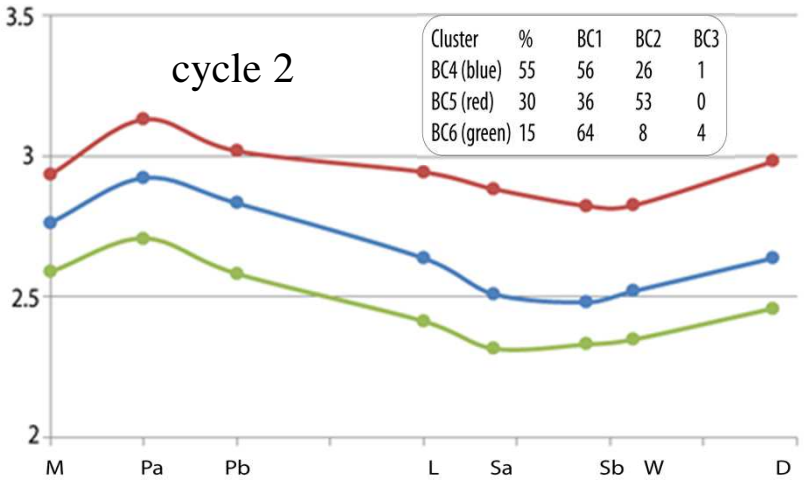
➔Peu d'étude sur la variabilité des trajectoires de la DRC (modalité de réponse, amplitude…)

Variabilité des trajectoires

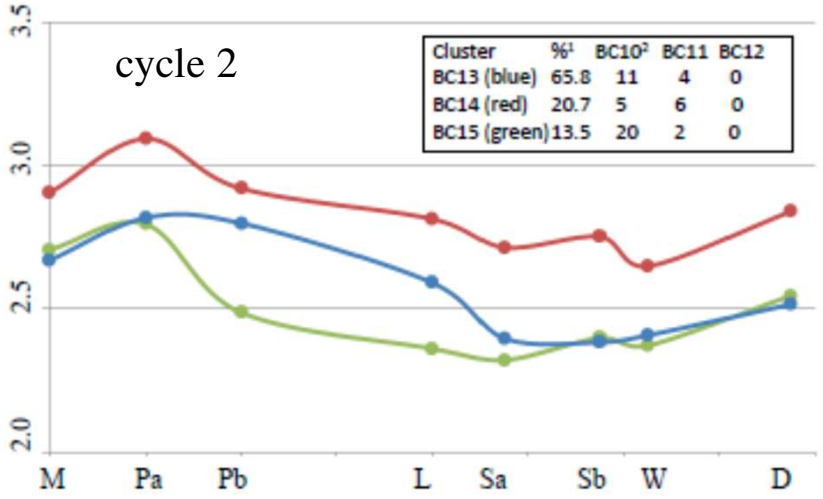
❖ **Note d'Etat Corporel :**

(ovins allaitants, conditions extensives)

Multipares



Multipares, 2 agneaux



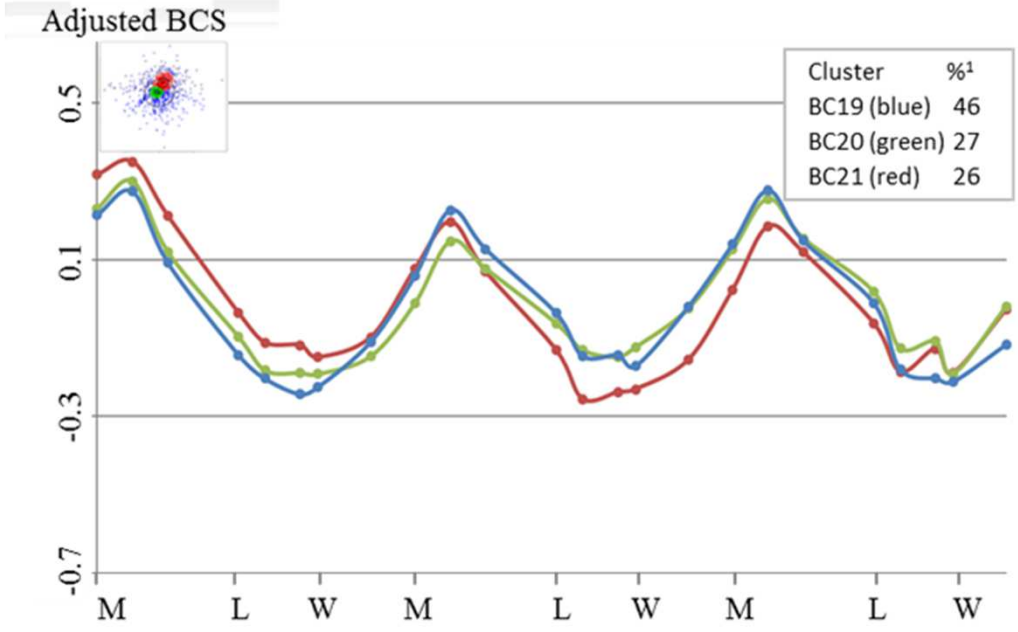
M, mating; P, pregnancy; L, lambing; S, suckling; W, weaning

(Macé et al, 2018)

➔Trajectoires diffèrent par les niveaux, mais aussi par les amplitudes de gain/perte d'état corporel

Répétabilité des trajectoires

❖ **Note d'Etat Corporel :**



M, mating; L, lambing; W, weaning

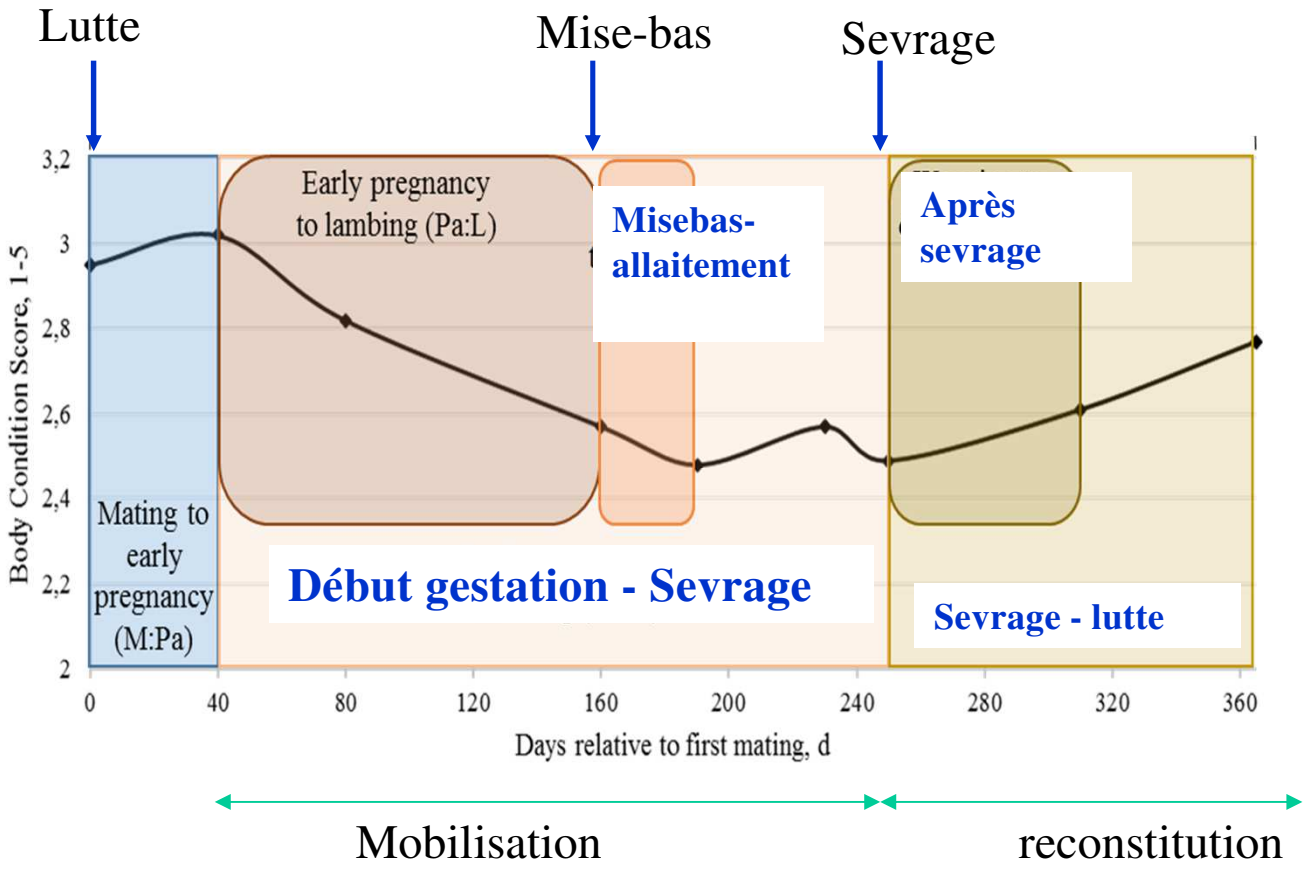
NEC ajustée prenant en compte le niveau moyen d'état corporel sur la carrière

(Macé et al, 2018)

➔Variations d'état corporel se répètent au cours des cycles de production

Variabilité génétique des trajectoires

Exemple d'approche : approche multicaractères
-> variation de NEC entre deux stades physiologiques



Paramètres génétiques des trajectoires

❖ **Amplitude de variation de la Note d'Etat Corporel**

➢ héritabilités et corrélations génétiques

Variation NEC	Gestation-sevrage	Mise-bas-allaitement	Après sevrage	Sevrage-lutte
Gestation-sevrage	**0.14** (0.02)	0.49 (0.12)	-0.71 (0.08)	-0.73 (0.14)
Mise-bas-allaitement		**0.07** (0.02)	-0.46 (0.12)	-0.52 (0.18)
Après sevrage			**0.15** (0.02)	0.75 (0.10)
Sevrage-lutte				**0.11** (0.04)

(Macé et al, 2018)

➢ Résultats corroborent 2 autres études

- Amplitude de variations de poids vif : héritabilité = 0,05 – 0,16
- Amplitude de variations de NEC : héritabilité = 0,02 – 0,06

(Rose et al, 2013; Walkom et al, 2014)

Phénotypage des RC

❖ Biomarqueurs sanguins : métabolites et hormones clés du métabolisme des lipides

➢ **Métabolites** (2 exemples) **:**

- Acides Gras Non Estérifiés **(AGNE)**: produits par la lipolyse des acides gras des tissus adipeux
- beta-hydroxy butyrate **(β-OH)**: oxydation des acides gras

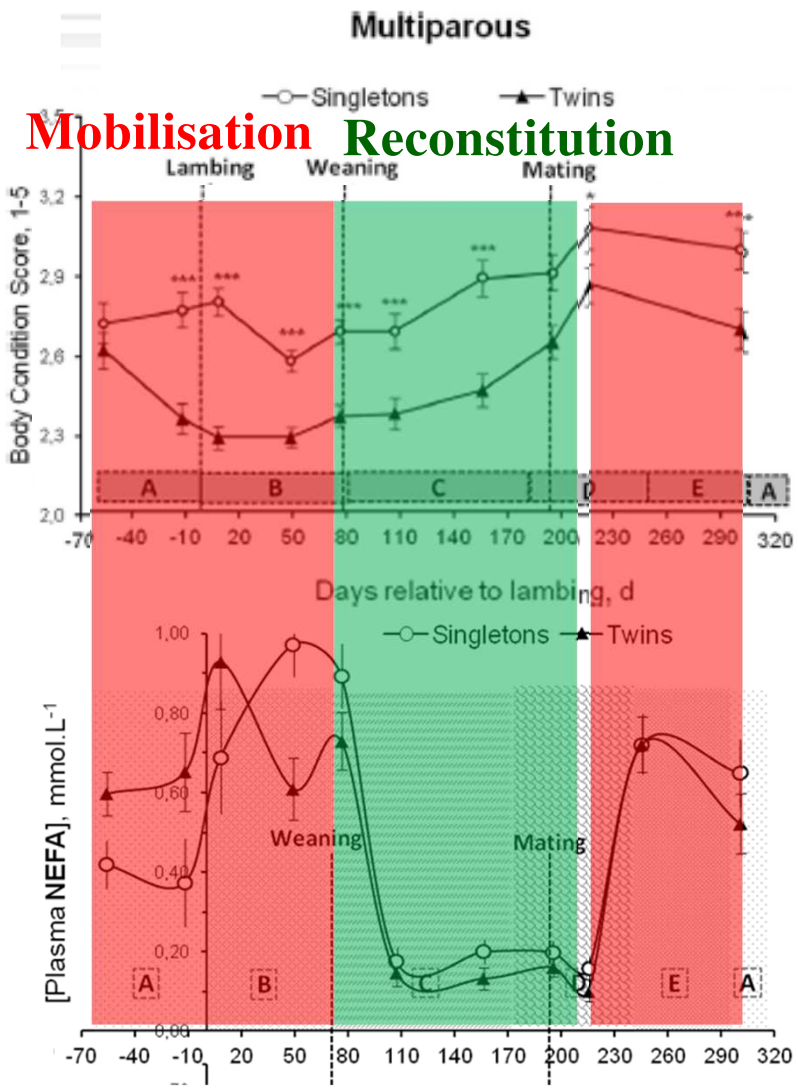
➢ **Hormones** (1 exemple) **:**

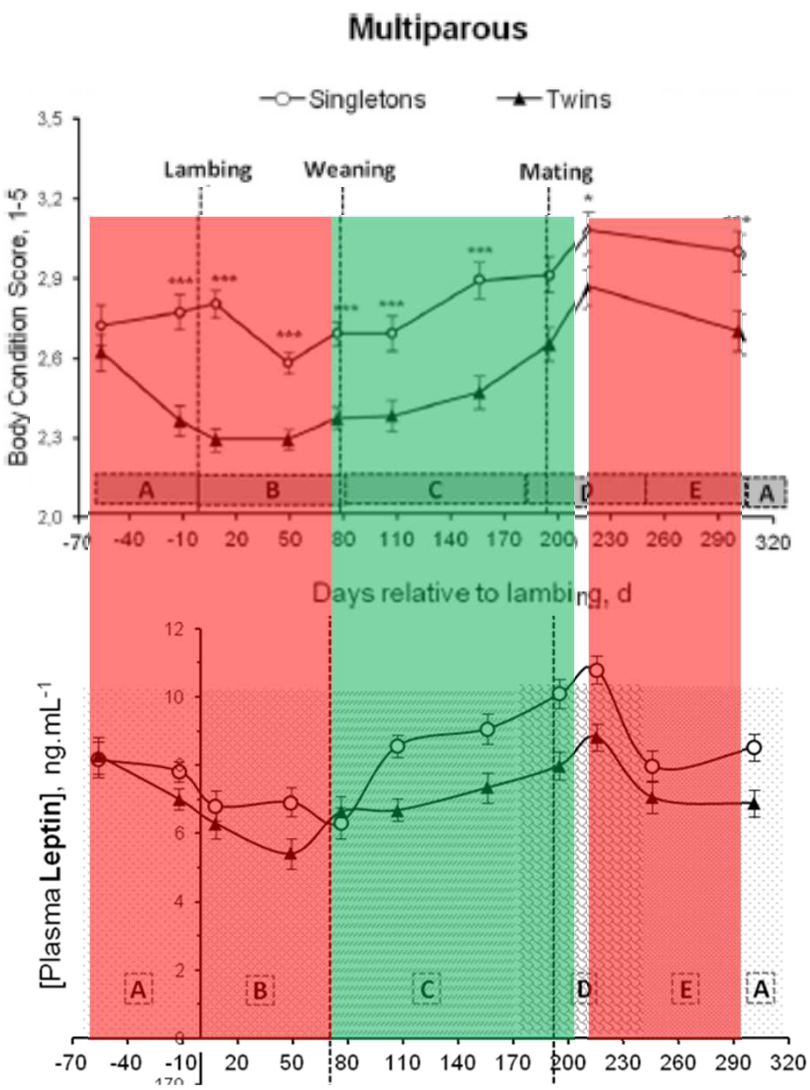
- **Leptine**: secrétée par tissus adipeux lors de la lipogénèse (en grande quantité -> induit lipolyse)

Mobilisation RC	Accrétion RC
↑	↓
↑	↓
↓	↑

Phénotypage des RC

- Biomarqueurs sanguins : exemples AGNE et leptine





(Gonzalez et al, 2013;)

Perspectives de recherche

iSAGE Innovation for Sustainable Sheep and Goat Production in Europe

WP5: Innovations génétiques pour améliorer la robustesse des animaux
dont étude des RC comme phénotypes d'adaptation

Objectifs pour RC :
i) Caractériser les variations longitudinales des RC
ii) Analyser la variabilité phénotypique et génétique
iii) Rechercher des polymorphismes
iv) Étudier les relations avec d'autres caractères (production, d'efficacité alimentaire…)

Phénotypes :
- métabolites/hormones
- Note état corporel
- Épaisseur gras et muscle dorsale

Manchega (Lait, INIA-AGRAMA, Espagne)

Romane (extensif, INRA)

Lacaune (Lait, INRA)

Conclusions

- **Evaluation réserves corporelles : précision et/ou informativité de la mesure dépend de la méthode**
- **Réserves corporelles = « Outil » pour la conduite des animaux,**
- **Réserves corporelles = « Caractère » pertinent pour :**
  - ➥ mieux maitriser/ améliorer diverses fonctions/caractères/réponses
- **Déterminisme génétique :**
  - ➥ niveau des RC à un stade physiologique donné = héritable
  - ➥ amplitude de variation des RC = héritable
- **Travaux de recherche à poursuivre :**
  - ➥ Proposer d'autres méthodes de phénotypage (biomarqueurs…)
  - ➥ Déterminisme génétique (G x E, QTL, …)

Remerciements

- **SELMET (INRA SupAgro Montpellier):**

  Eliel GONZALEZ-GARCIA *et al*.

- **UE La Fage (INRA, Roquefort sur Soulzon):**

  Sara PARISOT, Julien PRADELLES, Sébastien Douls,

  Fabien CARRIERE, Didier FOULQUIE

Merci pour votre attention