

VT9700 27

BA-TH25

CIRAD-EMVT  
Campus de Baillarguet  
Montferrier-sur-Lez  
B.P. 5035  
34032 MONTPELLIER Cedex 1

Ecole Nationale Vétérinaire  
d'Alfort  
7, avenue du Général de Gaulle  
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Institut National Agronomique  
Paris-Grignon  
16, rue Claude Bernard  
75005 PARIS

Muséum National d'Histoire Naturelle  
57, rue Cuvier  
75005 PARIS

---

**DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES  
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES**

---

**MEMOIRE DE STAGE**

**INFLUENCE D'UNE INCORPORATION DE LIPIDES  
DANS L'ALIMENTATION DE LA TRUIE EN LACTATION SUR SES  
PERFORMANCES ET LA CROISSANCE DE SA PORTEE  
EFFET DE L'ENVIRONNEMENT CLIMATIQUE**

par

**Hélène LIONET**  
Sous la direction scientifique de Raymond CHRISTON (INRA-CRAAG)

année universitaire 1995 - 1996

**DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES**  
**PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES**

---

**INFLUENCE D'UNE INCORPORATION DE LIPIDES**  
**DANS L'ALIMENTATION DE LA TRUIE EN LACTATION SUR SES**  
**PERFORMANCES ET LA CROISSANCE DE SA PORTEE**  
**EFFET DE L'ENVIRONNEMENT CLIMATIQUE**

par

**Hélène LIONET**

**Sous la direction scientifique de Raymond CHRISTON (INRA-CRAAG)**

**Lieu du stage : Guadeloupe**

**Organisme d'accueil : INRA-Centre de Recherches Agronomiques Antilles Guyane**

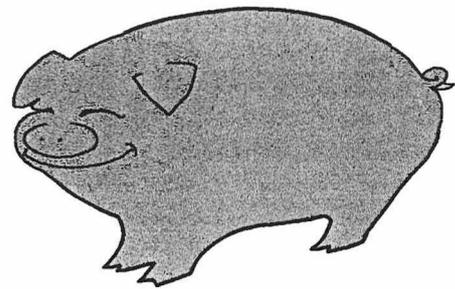
**Période du stage : 31 / 03 / 1996 au 30 / 09 / 1996**

**Rapport présenté oralement le : 22 / 11 / 1996**



**\* TH02401 \***

*A mes parents sans qui rien n'aurait été  
A Alban, merci*



## REMERCIEMENTS

Par ces quelques lignes, je tiens à remercier tout particulièrement :

- M<sup>r</sup> R. CHRISTON, Chargé de Recherche à la station de zootechnie du CRAAG, qui a accepté de me prendre comme stagiaire...Puisse t'il ne l'avoir jamais regretté! Merci pour sa disponibilité, son soutien et ses conseils. En espérant que nous nous croiserons encore devant un cochon ou un ti'punch...
- M<sup>r</sup> G. AUMONT, directeur de la station de Zootechnie du CRAAG, pour m'avoir accueillie dans sa station
- M<sup>r</sup> J. Y. DOURMAD et M<sup>me</sup> A. PRUNIER, chercheurs à la Station Porcine de Rennes, pour avoir accepté de juger ce travail
- Les techniciens et chercheurs et de la station de zootechnie, pour leur accueil et leur sympathie.
- L'équipe des aventuriers (skeapers-randonneurs-plagistes...). Toute mon amitié à Almudena, Anne et Nicolas, Christine, Delphine et Michael, Eric, Lydie, Claude et les enfants, Mélik, Nina, Paul, Vladimir, Yann; A BIENTOT...
- Enfin merci à M<sup>r</sup> F. MESCHY, chercheur à l'INRA - Jouy en Josas/INA-PG pour son éternelle disponibilité, ses précieux conseils, et la mise à disposition de sa logistique. Merci !

## ***ABREVIATIONS***

A xx : xx ième jour d'Allaitement	S : Sevrage à 28 jours
AA : Acide Arachidonique (20 : 4n-6)	S xx : xx ième semaine de lactation
AG : Acide Gras	T : Témoin
AGPI : Acide Gras Poly-Insaturé	Tcs : Température Critique Supérieure
AGPI n-3 : Acide Gras Polyinsaturé en n-3	Thr : Thréonine
AGPI n-6 : Acide Gras Polyinsaturé en n-6	TR : Température Rectale
AGPIt : AGPI totaux	
AGS : Acide Gras Saturé	
ATP : Adénosine Tri-Phosphate	
CCM : Chromatographie en Couche Mince	
CPG : Chromatographie en Phase Gazeuse	
dE : Coefficient de digestibilité de l'Energie	
DEI : Digestibility Energie Intake	
DHA : Acide Docosahexaénoïque (22 : 6n-3)	
DPA : Acide Docosapentaénoïque (22 : 5n-3)	
E2-B : Oestradiol benzoate	
EB : Energie Brute	
ED : Energie Digestible	
EM : Energie Métabolisable	
EN : Energie Nette	
EPA : Acide Eïcosapentaénoïque	
FSH : Folliculo Stimulating Hormon	
G xx : xx ième jour de gestation	
GH : Growth Hormon	
GnRH : Gonado Releasing Hormon	
IGF-I : Insulin-like Growth Factors-I	
ISO : Intervalle Sevrage Oestrus	
kcal : Kilocalories	
L12 : Aliment T + 12% de lipides	
L6 : Aliment T + 6% de lipides	
LH : Luteinizing Hormone	
LT : Lipides Totaux	
Lys : Lysine	
MB : Matière Brute	
Mcal : Mégacalories	
Met : Méthionine	
MM : Matière Minérale	
MS : Matière Sèche	
NDF : Neutral Detergent Fiber	
P : aliment Proposé	
P <sup>0.75</sup> : Poids Métabolique	
PB : Protéines Brutes	
R : aliment Refusé	
RR : Rythme Respiratoire	

## TABLE DES MATIERES

<b>INTRODUCTION</b> .....	4
<b>1 - DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	5
<b>A - BESOINS ENERGETIQUES ET PROTEIQUES DE LA TRUIE REPRODUCTRICE</b> .....	5
<b>1 - Besoins énergétiques</b> .....	6
1.1 - Utilisation métabolique de l'énergie.....	6
1.2 - Besoins énergétiques en gestation.....	6
1.2.1 - Besoins d'entretien.....	7
1.2.2 - Besoins énergétiques pour la croissance utérine.....	7
1.2.3 - Besoins énergétiques pour la croissance maternelle.....	7
1.2.4 - Calcul du besoin énergétique de gestation.....	8
1.2.5 - Influence des apports énergétiques en gestation sur les performances de reproduction et le comportement alimentaire de la truie en lactation .....	8
1.3 - Besoins énergétiques en lactation .....	12
1.3.1 - Détermination des besoins énergétiques.....	12
1.3.2 - Influence des apports énergétiques chez la truie en lactation sur les performances de reproduction.....	14
1.3.3 - Influence du niveau des apports énergétiques en gestation sur la reconstitution des réserves corporelles, en relation avec l'importance de la mobilisation pendant la lactation précédente.....	16
<b>2 - Besoins protéiques</b> .....	17
2.1 - Besoins protéiques en gestation .....	18
2.1.1 - Besoins d'entretien.....	18
2.1.2 - Besoins de gestation.....	18
2.1.3 - Influence des apports quantitatifs de protéines sur les performances de reproduction.....	18
2.1.4 - Besoins qualitatifs .....	19
2.2 - Besoins protéiques en lactation.....	19
2.2.1 - Besoins quantitatifs .....	19
2.2.2 - Besoins en acides aminés .....	20
2.2.3 - Influence de l'apport en acides aminés en lactation sur les performances de reproduction.....	21
<b>B - APPORT ALIMENTAIRE DE LIPIDES CHEZ LA TRUIE EN REPRODUCTION</b> .....	22
<b>1 - Apport quantitatif</b> .....	22
1.1 - Effet sur la truie.....	22
1.2 - Effet sur la production laitière .....	23
1.3 - Effet sur la concentration en lipides du colostrum et du lait .....	23
1.4 - Effet sur les réserves du porcelet à la naissance et sur son taux de survie .....	23
1.5 - Effet sur la croissance des porcelets .....	25

<b>2 - Apport qualitatif.....</b>	<b>25</b>
2.1 - Effet sur la truie.....	26
2.2 - Effet sur la composition en acides gras du colostrum et du lait .....	27
2.3 - Effet sur la survie des porcelets .....	28
<b>C - INFLUENCE D'UN MILIEU CHAUD.....</b>	<b>29</b>
<b>1 - Température ambiante et thermorégulation .....</b>	<b>29</b>
<b>2 - Influence d'un milieu chaud sur les performances de reproduction des animaux ..</b>	<b>30</b>
2.1 - Le verrat .....	30
2.2 - La truie .....	30
2.2.1 - Truie en gestation.....	31
2.2.2 - Truie en lactation .....	32
<b>2 - MATERIEL ET METHODES.....</b>	<b>36</b>
2.1 - Conduite de l'expérimentation.....	36
2.2 - Animaux et mise en lot .....	37
2.2.1 - Milieu tropical - CRAAG.....	37
2.2.2 - Milieu tempéré - Sanders, Station expérimentale de Sourches .....	37
2.3 - Alimentation.....	37
2.3.1 - Alimentation de la truie .....	37
2.3.2 - Alimentation des porcelets.....	38
2.4 - Mesures .....	38
2.4.1 - Mesures sur truies .....	38
2.4.2 - Prélèvements sur truies .....	39
2.4.3 - Mesures sur porcelet .....	39
2.5 - Analyses .....	40
2.5.1 - Teneur en Matière sèche .....	40
2.5.2 - Teneur en Matière Minérale.....	40
2.5.3 - Teneur en Matières azotées totales .....	40
2.5.4 - Constituants pariétaux.....	41
2.5.5 - Lipides.....	41
2.5.6 - Teneur en Energie Brute .....	43
2.6 - Traitements statistiques.....	43
<b>3 - RESULTATS .....</b>	<b>44</b>
<b>A - RESULTATS ZOOTECHNIQUES.....</b>	<b>44</b>
<b>1 - Milieu tempéré.....</b>	<b>44</b>
1.1 - Température et humidité relative ambiantes.....	44
1.2 - Performances des truies .....	44
1.3 - Consommation des truies .....	45
1.4 - Rythme respiratoire et température rectale.....	46
1.5 - Croissance des porcelets entre le sevrage et 70 jours .....	46
1.6 - Niveau d'ingestion et indice de consommation des porcelets en post sevrage.....	47

<b>2 - Milieu tropical .....</b>	<b>47</b>
2.1 - Température et humidité relative extérieures .....	47
2.2 - Performances des truies .....	47
2.3 - Consommation des truies .....	49
2.4 - Rythme respiratoire et température rectale.....	50
2.5 - Croissance des porcelets entre le sevrage et 70 jours .....	50
2.6 - Niveau d'ingestion et indice de consommation des porcelets en post sevrage.....	51
2.7 - Composition des carcasses de porcelets .....	51
 <b>B - REPARTITION DES ACIDES GRAS DANS LE COLOSTRUM, LE LAIT ET LE SERUM DES TRUIES .....</b>	 <b>51</b>
<b>1 - Répartition des acides gras dans le colostrum et le lait.....</b>	<b>51</b>
1.1 - Répartition des acides gras dans le colostrum .....	51
1.2 - Répartition des AG dans le lait .....	52
<b>2 - Répartition des AG dans le sérum des truies .....</b>	<b>52</b>
2.1 - Répartition des AG sériques des truies en fin de gestation (G110) .....	52
2.2 - Répartition des AG sériques des truies en milieu de lactation (A20).....	53
2.3 - Répartition des AG sériques des truies en post-sevrage .....	53
 <b>4 - DISCUSSION .....</b>	 <b>54</b>
 <b>CONCLUSION .....</b>	 <b>58</b>

*ANNEXES*

*BIBLIOGRAPHIE*

*LISTE DES FIGURES*

*LISTE DES TABLEAUX*

## *INTRODUCTION*

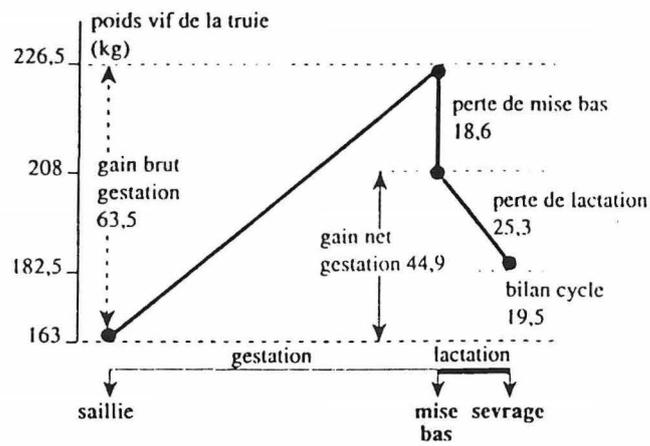
Dans un objectif de productivité sans cesse croissante, le critère d'hyperprolificité est intégré de plus en plus dans les schémas d'amélioration génétique. Ainsi, l'augmentation du nombre de porcelets par portée entraîne une élévation des besoins énergétiques de la truie. En parallèle, les efforts de sélection ont entraîné une modification importante de la composition corporelle des animaux, afin d'améliorer le rapport muscle/tissu adipeux, au détriment du tissu adipeux. Ce tissu constitue pourtant un réservoir énergétique dans lequel la truie puise lorsque ses besoins deviennent importants et difficiles à couvrir par la consommation alimentaire. Une conduite alimentaire raisonnée sur l'ensemble du cycle de production doit contrecarrer les effets indésirables de la sélection.

Cette conduite doit en particulier tenir compte de la diminution du niveau d'ingestion énergétique de la truie en lactation, préjudiciable à ses performances de reproduction et à la reconstitution de ses réserves corporelles. En milieu tropical, cette réduction du niveau d'ingestion est encore aggravée par une température élevée. Elle constitue l'une des contraintes majeures à une productivité acceptable de la truie.

Afin d'augmenter l'ingestion énergétique des truies en lactation et de diminuer ainsi leur déficit énergétique, deux types de mesures ont été envisagés : des mesures environnementales (instauration d'un goutte à goutte sur la tête de l'animal aux heures chaudes par exemple) et des mesures nutritionnelles. Parmi celles-ci, l'incorporation de lipides dans l'aliment de la truie pourrait être la plus efficace.

Notre étude vise à comparer les effets de deux taux d'incorporation de lipides dans l'alimentation de la truie en lactation, en fonction de son environnement climatique. Nous ferons d'abord un point bibliographique sur la définition des besoins nutritionnels des truies reproductrices, sur les résultats déjà obtenus quant à l'apport de lipides en quantité et en qualité dans leur régime et enfin sur l'influence du milieu chaud sur leurs performances de reproduction. Puis, nous exposerons les moyens mis en place afin d'atteindre notre objectif ainsi que les résultats obtenus que nous commenterons et comparerons dans une dernière partie à ceux de la bibliographie.

**Figure 1** : Evolution pondérale moyenne d'un troupeau de truie Large-White, pour un niveau énergétique moyen de 7950 kca/j (Gadoud et al, 1992)



## 1 - DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

### A - BESOINS ENERGETIQUES ET PROTEIQUES DE LA TRUIE REPRODUCTRICE

L'alimentation de la truie en reproduction doit être raisonnée sur l'ensemble du cycle, soit sur les périodes successives de gestation et de lactation.

Au cours de ce cycle, on distingue différentes phases physiologiques auxquelles on associe une évolution caractéristique du poids corporel de la truie. Ainsi, d'un cycle à l'autre, on observe les phénomènes suivants illustrés par la figure 1 :

- (1) prise de poids régulière en gestation
- (2) chute brutale du poids à la mise-bas
- (3) chute progressive du poids au cours de la lactation.

Le gain total de gestation correspond à la variation du poids vif entre la saillie et la fin de la gestation. Le gain net de gestation correspond à la variation du poids vif entre la saillie fécondante et le lendemain de la parturition. La perte de poids liée à la mise-bas est obtenue par soustraction entre le gain total et le gain net. La perte de lactation correspond à la variation de poids entre la mise-bas et le sevrage. Enfin, le bilan du cycle correspond à la variation pondérale entre la saillie et la saillie du cycle suivant.

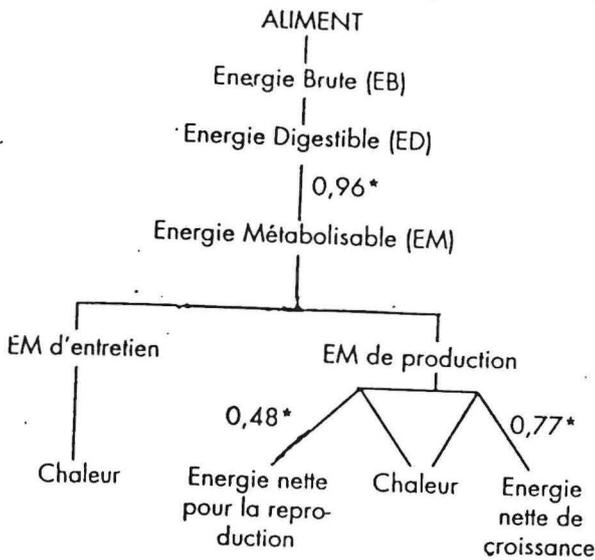
Une alimentation raisonnée doit permettre la constitution pendant la gestation de réserves corporelles suffisantes et mobilisables, qui pourront être utilisées durant la lactation afin de contourner un déficit alimentaire inévitable de la truie. Cette alimentation permet à la truie de réaliser de bonnes performances de reproduction (intervalle oestrus-saillie fécondante le plus court possible, longévité en tant que truie reproductrice), et des croissances de portée satisfaisantes.

L'alimentation de la truie reproductrice est abordée actuellement de deux façons :

- l'approche globale, basée sur des résultats zootechniques. Elle fournit des recommandations moyennes pour des truies gravides ou allaitantes. Mais ces deux situations sont très différentes et de nombreux facteurs peuvent influencer les besoins, dont les conditions climatiques, le numéro de portée, l'importance des pertes pondérales au cours du cycle précédent. Elle ne permet donc pas d'analyser les dépenses et les besoins énergétiques en fonction de l'animal (poids vif, taille de la portée,...) et des conditions d'habitat, ni de quantifier le déficit nutritionnel observé au cours de la lactation (Noblet, Etienne, Dourmad, 1988).

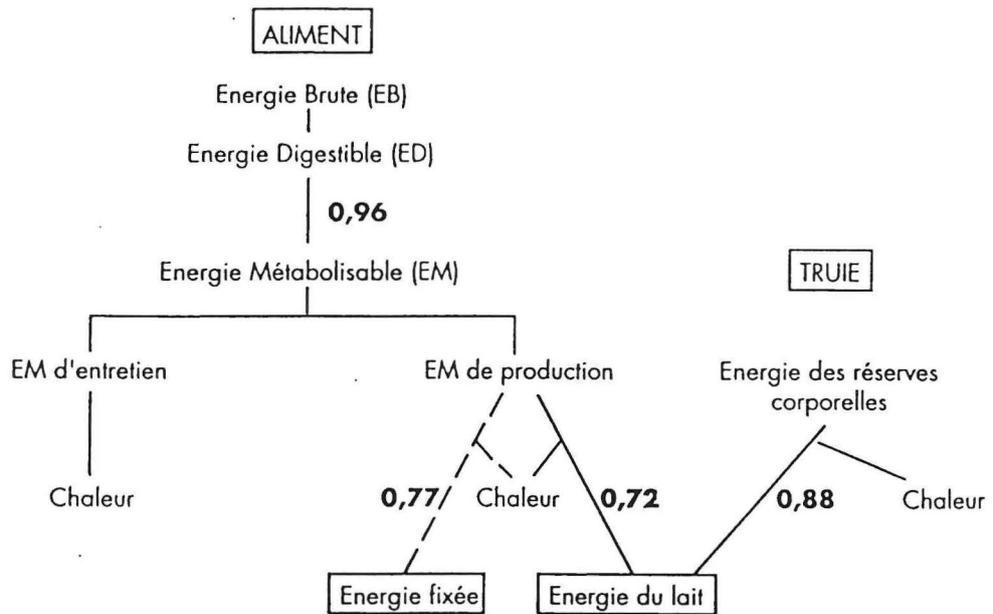
- l'approche factorielle, plus récente, selon laquelle l'évaluation des besoins revient à définir les dépenses énergétiques d'entretien et de production laitière, les rendements d'utilisation de l'énergie corporelle pour la synthèse du lait. L'approche factorielle permet donc de prendre en compte la diversité des situations.

**Figure 2 : Utilisation métabolique de l'énergie chez la truie en gestation et rendements associés**



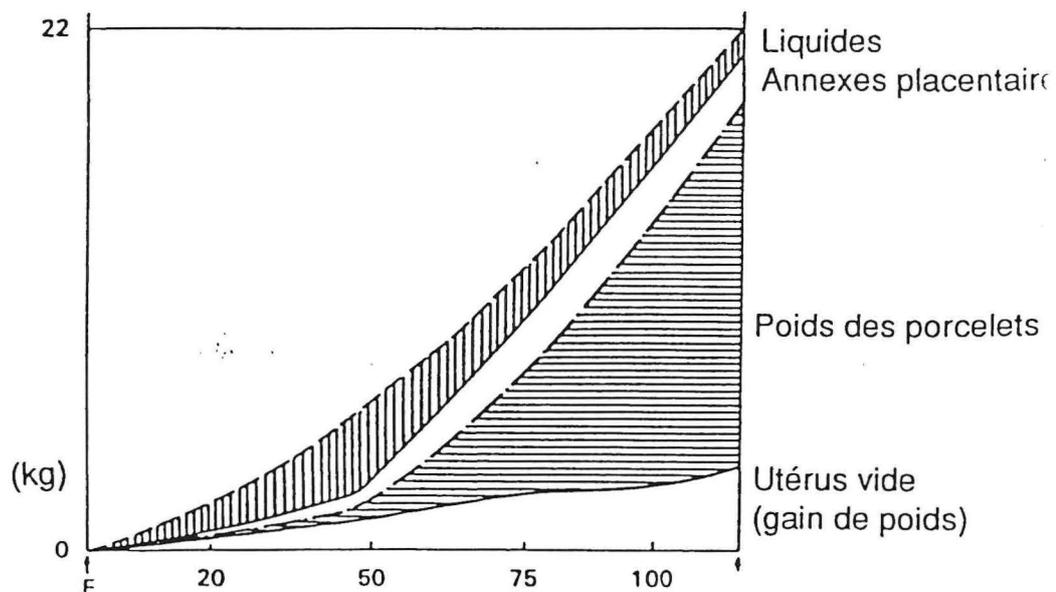
\* Rendement de transformation de l'énergie

**Figure 3 : Utilisation métabolique de l'énergie chez la truie en lactation et rendements associés (Noblet, 1988)**



— — — Voie de synthèse des tissus maternels pendant la gestation

**Figure 5 : Développement pondéral des contenus utérins chez la truie en gestation (Salmon Legagneur, 1965)**



## 1 - Besoins énergétiques

### 1.1 - Utilisation métabolique de l'énergie

Le besoin énergétique de la truie correspond aux quantités respectives de nutriments (lipides, glucides, protéines) nécessaires à assurer ses dépenses énergétiques d'entretien (métabolisme de base, thermorégulation, pertes endogènes, activité physique) et de production (formation des dépôts corporels et exportations dans le cas de truie allaitante). Les figures 2 et 3 montrent de manière synthétique l'utilisation métabolique de l'énergie chez la truie en gestation et la truie en lactation.

L'utilisation des aliments par les animaux s'accompagne de nombreuses transformations dans l'appareil digestif puis dans les tissus (figure 4).

L'énergie brute (EB) est la quantité d'énergie contenue dans l'aliment. Elle est déterminée par combustion d'un échantillon dans une bombe calorimétrique, ou estimée à partir de la composition chimique de l'aliment.

L'énergie digestible (ED) est obtenue par différence entre l'énergie brute et l'énergie dans les matières organiques fécales.

La principale variation du coefficient de digestibilité de l'énergie ( $dE = ED/EB$ ) est liée à la teneur en parois végétales de l'aliment (cellulose, hémicellulose, substances pectiques, lignine). Ces constituants sont faiblement digestibles chez les porcs (30 à 50%), contrairement à l'amidon et aux glucides solubles (sucres), hautement digestibles (95 à 100 %).

L'énergie métabolisable (EM) est égale à l'énergie digestible diminuée de l'énergie contenue dans les gaz combustibles (surtout le méthane) issus des fermentations digestives et de l'énergie contenue dans les urines. Elle correspond à la quantité d'énergie alimentaire utilisable par les tissus de l'organisme. Dans le cas de la truie, la contribution des gaz de fermentation dans les dépenses énergétiques est évaluée à 2 à 3%. L'énergie urinaire, quant à elle, est essentiellement liée à l'apport azoté alimentaire, tant qualitatif que quantitatif, en relation avec le niveau des performances de l'animal (capacité de rétention azotée). La valeur de l'EM ne doit donc être mesurée que dans le cas de rations équilibrées en protéines et acides aminés, c'est à dire entraînant un catabolisme protéique minimal.

L'énergie nette (EN), partie de l'EM, sert à couvrir les dépenses d'entretien et de production. L'autre partie de l'EM est dissipée sous forme d'extrachaleur.

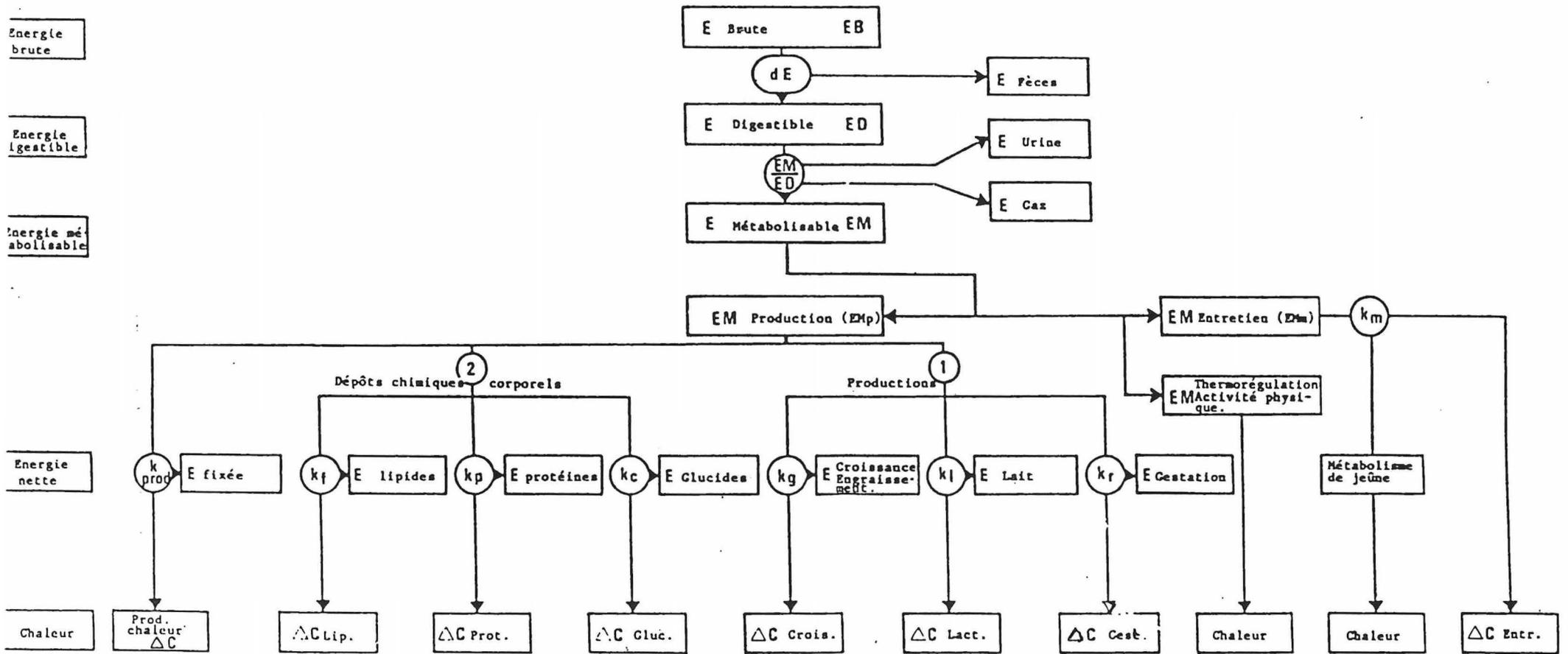
L'estimation de l'énergie nette implique une connaissance du rendement de l'utilisation métabolique et de ses variations en rapport avec la **fonction physiologique** (entretien, gestation, lactation) et la **nature des substrats énergétiques**.

### 1.2 - Besoins énergétiques en gestation

Les besoins énergétiques de gestation doivent satisfaire les besoins d'entretien et ceux nécessaires à la croissance utérine de la truie. Ils doivent également lui permettre de constituer des réserves corporelles suffisantes, c'est à dire un gain pondéral propre. Le dépôt énergétique au niveau du fœtus est associé au développement du placenta et des liquides utérins, de l'utérus et de la glande mammaire. Au cours de la gestation, le poids de chacun de ces compartiments augmente. A la fin de la gestation, les porcelets représentent la part la plus importante des tissus utérins (Salmon-Legagneur, 1965) (figure 5).

Le gain net de gestation de la truie correspond surtout à l'augmentation du poids des muscles et du tissu adipeux, mais aussi au développement de la mamelle (Salmon-Legagneur,

Figure 4 : Schéma général de l'utilisation digestive et métabolique de l'énergie (Pérez et al, 1986)



$\Delta C$ : Extra-chaleur associée au dépôt de constituants chimiques ou aux productions.

1965). L'évolution du poids et la composition de la glande mammaire au cours de la gestation est relativement peu connue. Son développement est probablement de type exponentiel (Pérez *et al.*, 1986).

Les besoins énergétiques de gestation dépendent de la quantité et de la composition du gain de poids maternel et également de la perte de poids subie au cours de la lactation précédente (Noblet *et al.*, 1990).

### 1.2.1 - Besoins d'entretien

Ils représentent 75 à 85% des besoins totaux de la truie en gestation (Noblet *et al.*, 1990). Ils sont estimés entre 100 et 110 kcal d'EM/kg P0.75 (Noblet et Etienne, 1987) pour des truies élevées dans des conditions de thermoneutralité.

Le poids vif est un facteur déterminant pour l'estimation du besoin d'entretien (+75% entre 110 et 230 kg, d'après Noblet *et al.*, 1988), comme la température ambiante. Les truies gestantes sont sensibles au froid, étant donné le faible niveau alimentaire auquel elles sont le plus souvent astreintes. Leur température de thermoneutralité est voisine de 20°C en loge individuelle, et de 16°C en loge collective. En dehors de cette zone de températures, les besoins d'entretien varient de façon importante (Dourmad *et al.*, 1994).

L'activité physique des truies peut également augmenter leurs besoins énergétiques d'entretien (Noblet *et al.*, 1990). Par exemple, la truie en gestation, lorsqu'elle est en position debout, double sa production de chaleur (et donc sa déperdition d'énergie) par rapport à la position couchée.

En fait, tous les paramètres susceptibles d'altérer le comportement des animaux vont influencer leurs besoins de façon non négligeable (Dourmad *et al.*, 1994).

### 1.2.2 - Besoins énergétiques pour la croissance utérine

Le besoin pour le dépôt d'énergie dans l'utérus dépend essentiellement de la taille de la portée. Un kg de porcelet à la naissance correspond à environ 1,3 Mcal d'énergie déposée dans le fœtus, l'utérus, le placenta et les liquides utérins (Noblet *et al.*, 1985). Le rendement d'utilisation de l'énergie pour les dépôts utérins est de 48% (Noblet et Etienne, 1987). Cela représente en moyenne une très faible part de l'ingéré (5% environ). Mais l'importance relative des besoins utérins évolue en fonction du stade de gestation (Noblet et Close, 1980). Ainsi, le besoin en EM serait de 1 000 kcal pendant la dernière semaine de gestation (Noblet *et al.*, 1985).

### 1.2.3 - Besoins énergétiques pour la croissance maternelle

Les apports énergétiques de gestation doivent compenser les pertes de la lactation précédente (dépôt dans les tissus maternels) et constituer des réserves pour la lactation suivante.

L'importance du gain de poids et sa composition chimique vont influencer les besoins pour le dépôt d'énergie dans les tissus maternels (Dourmad *et al.*, 1994). Les données concernant la composition du gain de poids sont peu nombreuses et n'intéressent souvent que les

primipares. On sait cependant que la teneur en énergie du gain de poids varie de façon importante (2 à 5 Mcal/kg de gain net) notamment en fonction des apports alimentaires (Noblet *et al.*, 1990). L'augmentation importante des besoins en fin de gestation invite à élever le niveau énergétique du régime pendant cette période afin d'une part d'éviter la mobilisation des réserves corporelles, réservée à la lactation, et d'autre part d'augmenter le dépôt de protéines dans les tissus maternels. Le rendement d'utilisation de l'EM pour la croissance maternelle a ainsi été estimée à 77% (Noblet et Etienne, 1987).

#### 1.2.4 - Calcul du besoin énergétique de gestation

Différentes équations permettent actuellement d'évaluer les besoins de la truie en gestation (Dourmad, 1995) :

- \* besoins d'entretien :  $(\text{poids vif})^{0.75} \times 105 = \mathbf{X \text{ kcal EM/j}}$
  - \* besoins pour la croissance utérine :
    - énergie fixée = poids de la portée  $\times 1,3 = Y1$
    - Besoins en EM =  $Y1/48\% = Y2 \text{ Mcal EM}$
    - Besoins journalier =  $Y2/114 = \mathbf{Y \text{ kcal EM/j}}$
  - \* besoins pour la croissance maternelle
    - Gain net = Z1
    - Energie fixée  $Z1 \times 3,7 = Z2 \text{ Mcal}$
    - Besoins en EM  $Z2/77\% = Z3 \text{ Mcal EM}$
  - \* Besoins journalier  $Z3 /114 = \mathbf{Z \text{ kcal EM/j}}$
- Besoins totaux = X + Y+ Z**

Le besoin d'entretien correspond à 75% des besoins totaux, d'où l'importance de tenir compte de tous les facteurs l'influençant, en particulier l'augmentation du poids à la saillie en fonction du numéro de portée et de la température ambiante. Ainsi calculées, les recommandations relatives aux besoins énergétiques de la truie gestante varient de 6 à 10 Mcal/jour

#### 1.2.5 - Influence des apports énergétiques en gestation sur les performances de reproduction et le comportement alimentaire de la truie en lactation

##### 1.2.5.1 - Gains net et total de la truie en gestation, niveau d'ingestion et évolution pondérale en lactation

C'est essentiellement sur les **gains total et net de la truie** que se traduit l'augmentation des apports d'énergie au cours de la gestation. Libal et Wahlstrom (1977) ont montré que des truies, recevant un régime renfermant 4 000, 5 000, 6 000 ou 7 000 Kcal EM/j, gagnaient respectivement 14,9; 26,8; 39,8 et 35,5 kg de poids vif. De nombreux autres travaux ont également mis en évidence cet effet sur les gains net et total de gestation (Henry et Etienne, 1978; Etienne, 1991; Dourmad, 1995; Weldon *et al.*, 1994).

Une ration très énergétique distribuée entre le 90<sup>ème</sup> jour (G90) et le 100<sup>ème</sup> jour de gestation (G100) permettrait d'atteindre le gain de poids le plus important (Dourmad, 1991). Cependant, il semble que le poids de gestation soit influencé plutôt par le niveau d'ingestion sur la période totale que par celui observé sur une époque particulière de la gestation. A long terme, un apport énergétique insuffisant entraîne une réduction de la fertilité des truies, les conduisant à la réforme.

Cette augmentation des gains net et total s'explique par des dépôts maternels plus importants au niveau des tissus adipeux et musculaires. En effet, les variations d'épaisseur de lard dorsal et de gain de poids net pendant la gestation sont affectés linéairement par le niveau d'apport énergétique au cours de la gestation (Dourmad, 1987,1991). Le poids vif et le gain net ne semblent pas être de bons indicateurs de l'état des réserves adipeuses ou énergétiques à la mise-bas (Dourmad, 1987).

Un rationnement énergétique des truies au cours de la gestation permet d'influencer la constitution des réserves lipidiques et protéiques. Ainsi, lorsque les apports énergétiques passent de 3 à 10 Mcal ED/j, la rétention protéique s'accroît de 7 à 21g/j dans les tissus maternels (Etienne, 1991).

Le comportement alimentaire de la truie en gestation est également très particulier. En effet, d'après les travaux de Weldon *et al.* (1994), des truies nourries à volonté en gestation consomment de l'aliment en excès (environ deux fois la quantité d'aliment nécessaire) par rapport à leurs besoins. Une hypersécrétion d'insuline pourrait être responsable de cette hyperphagie. On a observé un phénomène analogue chez le rat, pour lequel la gestation entraîne une hypertrophie et une hypersécrétion des cellules  $\beta$  pancréatique.

La répercussion du niveau d'ingestion en gestation sur le comportement des truies en lactation est caractéristique. Les truies soumises à un régime hautement énergétique en gestation adoptent un niveau d'ingestion **plus faible** et présente un déficit pondéral plus important (Libal et Wahlstrom, 1977; Henry et Etienne, 1978; Dourmad, 1991, 1993; Coffey *et al.*, 1994; Weldon *et al.*, 1994).

La diminution du niveau d'ingestion en lactation pourrait être liée à l'état des réserves, en particulier aux réserves adipeuses à la mise-bas. En effet, lorsque l'épaisseur de lard est introduite comme covariable, il n'existe plus d'effet de la teneur en énergie du régime de gestation sur la consommation spontanée d'aliment en lactation (Dourmad, 1991). Une relation négative entre l'épaisseur de lard dorsal à la mise-bas et le niveau d'ingestion au cours de la lactation a bien été établie, donnant lieu à des équations de régression entre ces deux variables. Ainsi, on trouve -95g/j/mm au cours de la première semaine et - 63g/j/mm sur l'ensemble de la lactation (Dourmad, 1991). Le même type de relation négative a été mis en évidence chez la vache allaitante, entre les réserves corporelles au vêlage et l'ingestion spontanée en début de lactation ou chez le rat. Les mécanismes incriminés seraient en relation avec la théorie lipostatique de la régulation de l'ingestion (Dourmad, 1989).

En outre, Weldon *et al.* (1994) constatent, chez des truies multipares, une modification du nombre et non de la taille des repas, sous l'effet du niveau alimentaire de gestation.

Dourmad (1989) observe un comportement inverse chez des truies primipares, ce qui confirme la différence physiologique entre les truies primipares et multipares. Or, on suppose que des modifications dans la quantité des repas ingérés est en relation avec des facteurs contrôlant la satiété, alors que des modifications du nombre de repas indiquent une modification de l'état de « faim » (Weldon *et al.*, 1994). Une relation pourrait exister entre ces deux groupes d'observations.

Le niveau d'ingestion accru en lactation des truies rationnées en gestation peut s'expliquer par une augmentation de la sécrétion d'insuline au début de la lactation. Cette sécrétion accrue pourrait d'une part, accroître l'utilisation du glucose par les tissus périphériques et ainsi créer une augmentation de l'ingestion pour maintenir la glycémie sanguine. Elle pourrait, d'autre part, réduire la mobilisation des réserves adipeuses et l'oxydation des acides gras non estérifiés via une réduction de l'activité de la carnitine palmitoyltransferase I (Gamble et Cook, 1985). En effet, l'insuline inhibe la mobilisation des acides gras et favorise leur prélèvement par les tissus adipeux pour la lipogénèse. Chez les rats nourris avec un régime riche en lipides, le méthyl palmoxirate, qui bloque l'oxydation

des acides gras par la carnitine palmitoyltransferase I, augmente le niveau d'ingestion. Une libération d'insuline accrue pourrait donc augmenter l'ingestion en réduisant le rendement énergétique des substrats par son action anabolisante sur le tissu adipeux.

La réduction pondérale du tissu adipeux est principalement liée au faible niveau d'ingestion en lactation alors que la diminution de la masse musculaire serait dépendante du régime de gestation, et plus précisément de l'état de la masse musculaire à la mise-bas (Dourmad, 1989).

#### 1.2.5.2 - Retour en oestrus

Le retour en oestrus est principalement affecté négativement par la restriction énergétique généralement pratiquée chez la truie en gestation. Ceci est la conséquence d'une insuffisance des réserves corporelles à la mise bas et d'une mobilisation intense des tissus pendant la lactation (Dourmad, 1991). Ainsi, l'Intervalle Sevrage Oestrus (ISO) est augmenté chez des truies primipares pour une ration comptant 8 Mcal EM/j (Reese *et al.*, 1982) et demeure inchangé pour une teneur en énergie supérieure à 12 Mcal EM/j (Cromwell *et al.*, 1989).

#### 1.2.5.3 - Poids des porcelets

La distribution d'un régime à haute valeur énergétique durant la gestation permet **d'augmenter de façon significative le poids des porcelets à la naissance** (Coffey *et al.*, 1994) ainsi que leur gain de poids entre la naissance et le sevrage (Libal et Walhstrom, 1977; Etienne, 1991).

Cette corrélation est plus importante chez les truies multipares. En effet, une taille de portée généralement supérieure entraîne des exigences supérieures pour le développement foetal (Henry et Etienne, 1978).

Il semble, par ailleurs, que l'augmentation des apports alimentaires distribués uniquement au cours du dernier tiers de la gestation entraîne un accroissement pondéral des porcelets similaire à celui permis par un **apport équivalent mais réparti** sur l'ensemble de la gestation. Enfin, une diminution de l'ingestion en **début de gestation** chez la truie multipare ne semble pas affecter le poids des porcelets à la naissance (Dyck *et al.*, 1986).

#### 1.2.5.4 - Survie embryonnaire

La période critique pendant laquelle la diminution de l'ingestion a un effet positif sur la survie des embryons correspondrait au jour suivant le début de l'oestrus (Jindal *et al.*, 1996). Les pertes embryonnaires les plus importantes s'effectuent avant l'implantation de l'embryon dans l'utérus. Seuls les embryons létaux meurent après implantation (Jindal *et al.*, 1996). La concentration de progestérone plasmatique synthétisée par les cellules de corps jaunes durant la période péri-ovulatoire, stimulée par une sécrétion pulsatile de LH (Pérez *et al.*, 1986), serait un « médiateur » des effets nutritionnels sur la survie des embryons viables. Une concentration inférieure à un certain seuil entraînerait une survie réduite des embryons. Au delà de ce seuil, la survie embryonnaire s'améliore avec l'augmentation de la concentration plasmatique de progestérone (Jindal *et al.*, 1996). Dix heures s'écoulent entre la préovulation et l'augmentation de la concentration de la progestérone dans le plasma (Pharazyn *et al.*, 1991). Si elle est due à une modification du métabolisme de la progestérone, une augmentation de la concentration plasmatique de progestérone dans un laps de temps différent peut inhiber la simultanéité entre le développement de l'embryon et celui de l'utérus, affectant ainsi la viabilité des embryons (Jindal *et al.*, 1996).

L'augmentation de la teneur énergétique de la ration de gestation entraîne généralement une diminution du nombre de nés-vivants (Libal et Walhstrom, 1977). En

revanche, une réduction de cet apport conduit à l'effet inverse. Ainsi, Dyck et al (1980) et Dyck (1991) n'observent pas d'effet sur le nombre de foetus en fonction des apports énergétiques entre 10 et 56 jours de gestation. Mais lorsque cette réduction est appliquée aux 10 premiers jours de gestation, la survie embryonnaire est améliorée (Dyck et Strain, 1983). L'influence de la progestérone sur la synchronisation entre les développements utérin et embryonnaire ont été suggérés (Jindal et al, 1996). En outre, la relation entre concentration plasmatique de progestérone et survie embryonnaire a été également observée chez d'autres espèces (Pharazyn et al, 1991). La concentration de progestérone plasmatique reflète l'équilibre entre la synthèse lutéale et l'élimination métabolique de la progestérone par le foie et les reins. Une augmentation du niveau d'ingestion de la truie provoquerait un accroissement du flux sanguin et du turnover de la progestérone dans le foie. La modification du flux sanguin hépatique pourrait provoquer un changement de l'activité des monooxygénases entraînant une stimulation du catabolisme de la progestérone.

De plus, le gain de poids de gestation, conséquence du niveau d'ingestion, aurait un effet significatif sur les concentrations plasmatiques de la LH et de la progestérone au cours de la gestation. L'animal ajuste ces teneurs en fonction de ses besoins spécifiques pour le maintien de la gestation. Il s'agit là d'une régulation homéorhéticue.

En conclusion, des apports énergétiques inférieurs aux besoins d'entretien durant les 10 premiers jours de gestation permettent une amélioration de la survie embryonnaire, par une régulation optimale des concentrations plasmatiques de LH et de progestérone (Dyck et Strain, 1983). Mais les variations de la survie embryonnaire sont probablement liées aussi à la fertilité intrinsèque des truies, et à une sensibilité à la concentration en progestérone plasmatique différente (Pharazyn et al, 1991). Cela expliquerait aussi les effets de l'apport énergétique constatés fréquemment sur les primipares et beaucoup moins sur les multipares (Pharazyn et al, 1991).

#### *1.2.5.5 - Taille de la portée*

L'apport énergétique de gestation peut également modifier la taille de la portée. Cromwell et al, (1989) ont observé pour des truies complémentées de G90 à la mise bas, un nombre significativement plus élevé de nés vivants à la mise bas (0,35 porcelet en plus/portée).

La diminution du taux de conception et un apport énergétique restreint ne semblent pas liés directement (Dyck et Strain, 1983). Cependant, le taux de survie des porcelets de moins de 1 kg uniquement serait amélioré pour un apport énergétique ad libitum aux truies à partir de G100 (Okai et al, 1977). Aucun effet d'une augmentation de l'apport énergétique, au début comme au cours de la gestation, n'a été mis en évidence pour des porcelets plus lourds (Libal et Wahlstrom, 1977; Henry et Etienne, 1978; Pond et al, 1981; Cromwell et al, 1989; Prunier et al, 1993).

En conclusion les apports alimentaires en gestation interfèrent de façon significative sur les performances de reproduction. Toutefois, il faut considérer la variabilité des races de truies expérimentées, leur rang de portée, et le progrès génétique qui, s'ils ne rendent pas les tendances obsolètes, modifient sans doute les valeurs affichées.

**Figure 6 : Récapitulatif des principaux facteurs de variation de l'ingestion alimentaire spontanée chez la truie en lactation (Dourmad, 1988)**

Facteurs de variations	Effet observé sur l'ingestion spontanée
Stade de lactation	↗ avec le stade de lactation jusqu'à un plafond atteint la seconde semaine.
Type génétique	Consommation inférieure chez les types "maigres" par rapport aux types "gras" (à confirmer).
Taille de la portée	↗ mais ne compense pas l'augmentation des besoins.
Numéro de portée	↗ de la consommation
Poids de la truie	↗ supérieure à l'augmentation des besoins d'entretien jusqu'à 180 kg.
Etat d'engraissement à la mise-bas	↘ de la consommation.
Température ambiante	↘ de 80 à 120 g/°C/j en-dessous de 16-18°C
Teneur en énergie	↘ de la quantité ingérée
	↗ de l'énergie ingérée
Teneur en protéines	↘ lorsque la teneur en protéines est inférieure à 12 % du régime.
Teneur en lysine	Pas d'effet (au moins au-dessus de 0,6 %).
Teneur en tryptophane	Effet important en-dessous de 0,07 %.
Niveau d'alimentation en gestation précédente	Plus le niveau est élevé moins la truie en lactation consomme.
Présentation de l'aliment	Consommation supérieure sous la forme de "soupe" qu' en farine.
Distribution	↗ avec le nombre de distributions.

### 1.3 - Besoins énergétiques en lactation

#### 1.3.1 - Détermination des besoins énergétiques

Elle nécessite une détermination de type factorielle, selon laquelle on calcule les besoins d'entretien, les rendements d'utilisation de l'énergie alimentaire et des réserves corporelles pour la production de lait. L'ensemble de ces paramètres a été établi à l'aide de données de bilans énergétiques (Noblet et Etienne, 1987).

##### 1.3.1.1 - Besoins de production

Différentes études conduisent à un rendement d'utilisation de l'énergie métabolisable pour la production de lait égal à 72% en moyenne. De même, le rendement d'utilisation de l'énergie des réserves corporelles pour la production laitière a été estimé à 88% en moyenne (Noblet et Etienne, 1987a; Noblet *et al.*, 1990).

On obtient alors le besoin énergétique moyen de la truie allaitante, en Kcal EM/j :

$$110 \times PV^{0,75} + (\text{énergie du lait, kcal/j})/0,72$$

On calcule la quantité d'énergie exportée dans le lait à partir de la croissance de la portée (Noblet et Etienne, 1989). Cette méthode de calcul a été appliquée pour établir les besoins énergétiques en fonction du poids vif et du niveau de production. Les quantités d'aliment ingérées correspondantes varient entre 4,5 et 8 kg/jour et sont généralement supérieures à 6 kg/j, si bien que l'appétit de l'animal est généralement insuffisant pour couvrir ses besoins.

La maîtrise de certains paramètres, en particulier l'état d'engraissement des truies en gestation et l'influence négative d'une élévation de la température ambiante sur l'appétit en lactation, peut permettre une meilleure couverture des besoins (Dourmad, 1988).

##### 1.3.1.2 - Niveau d'ingestion des truies en lactation

Les besoins nutritionnels de la truie en lactation sont importants et augmentent avec le niveau de production. Or, l'ingestion spontanée en lactation permet seulement de satisfaire les besoins des truies faibles productrices, les autres étant systématiquement en déficit énergétique (Dourmad, 1988).

Le principal déterminant de l'appétit chez le monogastrique est le besoin en nutriments. La régulation de l'ingestion est métabolique. Elle met en jeu des centres récepteurs hypothalamiques sensibles aux variations de la concentration plasmatique de certains métabolites énergétiques, le glucose en particulier.

De nombreux facteurs influencent l'ingestion spontanée d'aliment en lactation (figure 6). L'ingestion pendant la lactation dépend d'abord de **facteurs strictement liés à l'animal**, tels que la race, le gabarit de la truie, le numéro de portée, le stade de lactation, la production de lait, la taille de la portée et l'état sanitaire de la truie.

Il existe des **variations entre race** (Pond *et al.*, 1981; O'Grady *et al.*, 1985) dont on ne tient généralement pas compte chez les animaux d'élevage, à l'inverse du porc en croissance par exemple pour lequel cet effet génétique serait bien plus marqué (Close, 1991). Il est probable que les schémas de sélection actuels ayant pour objectif l'obtention de carcasse maigre, entraînent une réduction de l'appétit chez la truie (O'Grady *et al.*, 1985; Dourmad, 1988; Close, 1991).

L'ingestion augmente avec le **poids vif de l'animal**. De plus, l'ingestion spontanée est toujours inférieure pour les **primipares** (15% en moyenne) (Close, 1991), à poids égal, en particulier pendant la première semaine de lactation (Lynch, 1988; Close, 1991). L'augmentation de l'ingestion est maximale entre la première et la seconde portée et se poursuit faiblement jusqu'à la quatrième portée (O'Grady *et al.*, 1985). Par ailleurs, on

observe une augmentation de l'ingestion avec le **stade de lactation** (O'Grady *et al.*, 1973; Dourmad, 1988; Close, 1991). Les variations sont importantes au cours de la première semaine, puis l'ingestion se stabilise pour atteindre un maximum qui semble se maintenir jusqu'à la quatrième semaine (Dourmad, 1988).

L'augmentation du niveau d'ingestion est parallèle à une augmentation de la **production laitière** (Dourmad, 1988; Close, 1991). On suppose que le niveau de production laitière détermine le niveau de consommation (O'Grady *et al.*, 1975; Dourmad, 1991). Chez des truies nullipares Large White, l'augmentation de la production de lait de 1 Mcal/j s'accompagne ainsi d'un accroissement de la consommation de 190 g/j environ, soit 0,57 Mcal d'EM ou encore l'énergie nécessaire pour produire 0,4 Mcal de lait. L'augmentation couvre donc seulement 40% du besoin énergétique supplémentaire (Dourmad, 1991). Le maximum de la production laitière est atteint au cours de la troisième semaine. La quantité d'aliment reçue en première semaine de lactation ne semble pas influencer l'appétit de la truie au cours des semaines suivantes de lactation.

La **taille de la portée** influence positivement l'ingestion (O'Grady *et al.*, 1985, Dourmad, 1988, Close, 1991) et la production laitière. La couverture des besoins supplémentaires liés à l'augmentation de la production laitière se traduit par une mobilisation accrue des réserves corporelles et une augmentation de l'ingestion spontanée (Dourmad, 1988). La relation entre cette augmentation de l'ingestion et l'augmentation du nombre de porcelets sevrés n'est pas linéaire (O'Grady *et al.*, 1985) et semble d'autant plus importante que la taille de la portée est faible. Ainsi, pour une taille de portée importante, cette élévation n'est pas suffisante pour couvrir les besoins de la truie.

L'**état des réserves à la mise-bas** a aussi une influence sur l'ingestion. O'Grady *et al.* (1985) ont observé une tendance à la diminution du niveau d'ingestion pour un état d'engraissement accru. La constitution des réserves à la mise-bas dépendent du niveau d'ingestion des truies en gestation. Or, plus le niveau d'ingestion est élevé en gestation et permet donc la constitution de réserves corporelles, plus l'appétit des truies en lactation est diminué.

Enfin, l'état sanitaire de la truie peut également influencer son niveau d'ingestion. Ainsi la fréquence d'apparition d'anorexie totale est maximale le jour suivant la parturition (Dourmad, 1988). Si l'on ne peut attribuer ce phénomène uniquement à des incidents pathologiques, les cystites, mammites ou métrites peuvent engendrer une baisse du niveau d'ingestion. Des affections, telles les néphrites et pneumonies enzootiques, sont recrudescents en lactation entraînant entre autre des pertes d'appétit (Dourmad, 1988).

Des **facteurs liés au milieu** influencent aussi l'ingestion de la truie en lactation, notamment, la température et la luminosité. De nombreux auteurs ont mis en évidence une diminution de l'ingestion d'aliment due à une **température ambiante** élevée (Lynch, 1977; Kemp *et al.*, 1987). Une diminution significative de 13 % de l'ingestion est observée entre 27°C et 21°C (Lynch, 1977).

L'influence de la **lumière**, en terme d'intensité et de durée d'éclairement, a été étudié récemment sur la croissance des porcelets et la production laitière de la mère (Dourmad, 1988; Prunier *et al.*, 1993, 1994). L'hypothèse d'une influence de la lumière sur l'ingestion a été avancée, sans savoir s'il s'agit d'une réponse directe à la lumière, ou d'une réponse à une production laitière accrue (Dourmad, 1988).

Des **facteurs liés à l'aliment** ont aussi une influence sur l'ingestion. En effet, le niveau d'ingestion spontanée tend classiquement à diminuer quand la concentration énergétique de l'aliment augmente. Une augmentation de 100 kcal de la teneur de l'aliment en EM diminue de 64g/j le niveau d'ingestion (Dourmad, 1988). Cependant, la quantité totale d'énergie ingérée s'accroît. Toutefois, la nature de l'énergie apportée peut modifier la réponse en terme de bilan énergétique (Dourmad, 1988). En effet, dans le cas d'une augmentation de la teneur en énergie de l'aliment par addition de lipides, le bilan énergétique

de la truie n'est pas modifié car les matières grasses, donc l'énergie, sont exportées dans le lait (Dourmad, 1987).

### 1.3.2 - Influence des apports énergétiques chez la truie en lactation sur les performances de reproduction

#### 1.3.2.1 - Variation pondérale de la truie

Une perte de poids en lactation semble inévitable, quelque soit le niveau énergétique pratiqué en gestation (Henry et Etienne, 1978; Dourmad, 1991). Cependant, cette perte de poids est réduite par une élévation de l'apport alimentaire en gestation (Dourmad, 1991). Le poids vif et la composition corporelle, en particulier le poids des muscles, de la truie sont principalement affectés. Quand l'apport protéique et énergétique pendant la gestation est élevé, l'azote total et l'azote retenu dans les tissus maternels augmentent. La rétention d'azote pendant la lactation serait alors moins importante (Dourmad, 1991). Mais la perte de poids dépend aussi du niveau énergétique dispensée en lactation (Verstegen *et al.*, 1985; King et Dunkin, 1986), puisque l'on observe une accentuation de la mobilisation des réserves corporelles quand les apports énergétiques de lactation sont insuffisants. Cette mobilisation des réserves corporelles en lactation tente de satisfaire les besoins liés à la production de lait. Elle se traduit par des concentrations plasmatiques accrues en glycérol et en acides gras libres, créatinine et urée (Baidoo *et al.*, 1992; Prunier *et al.*, 1993). En outre, il existe une corrélation positive entre la concentration plasmatique d'hormone de croissance (GH) et la perte de poids, en accord avec l'activité catabolique de cette hormone en cas de sous-nutrition (Baidoo *et al.*, 1992). En effet, les fortes concentrations de GH pendant la lactation sont importantes pour la répartition et le transport sanguin du glucose et des lipides dans les glandes mammaires (Baidoo *et al.*, 1992).

Enfin, une concentration plasmatique élevée de cortisol, mis en évidence chez les truies restreintes, potentialise l'action du glucagon et inhibe la lipogénèse (Baidoo *et al.*, 1992). Les lipides sont ainsi utilisables pour la synthèse du lait.

#### 1.3.2.2 - Production laitière

Un apport énergétique élevé chez des truies primipares permet d'augmenter la production laitière à tous les stades de la lactation (O'Grady *et al.*, 1973; Noblet et Etienne, 1986). En fait, la production laitière n'est pas affectée tant que les réserves corporelles à la mise-bas sont suffisantes (Noblet et Etienne, 1986).

#### 1.3.2.3 - Composition du lait

Il semble que le niveau énergétique de lactation n'affecte pas la sécrétion de lipides dans le lait, si la truie a un niveau de réserves corporelles suffisant (Boyd *et al.*, 1982). Dans le cas inverse, des apports énergétiques restreints, alors à l'origine d'une mobilisation intense des réserves lipidiques, entraînent un accroissement de la teneur en matières grasses dans le lait (O'Grady *et al.*, 1975; Noblet et Etienne, 1986). L'animal ne pourrait maintenir cette mobilisation au-delà du 17<sup>ème</sup> jour de lactation, la teneur en lipides chutant alors. De plus, un niveau énergétique restreint tend à diminuer la teneur en lactose (Noblet et Etienne, 1986).

#### 1.3.2.4 - Croissance des porcelets

La croissance des porcelets ne serait pas affectée, chez les truies primipares, par un niveau énergétique faible en lactation (King et Dunkin, 1986; Noblet et Etienne, 1986; Baidoo *et al.*, 1992; Prunier *et al.*, 1993), si les réserves corporelles sont suffisantes en début de lactation (Noblet *et al.*, 1990). En effet, seules les exportations journalières de matières grasses du lait sont accrues, sans modification de l'excrétion azotée. C'est pourquoi on

observe peu d'effet sur la croissance des porcelets, fortement liée à la rétention protéique. Le dépôt d'1 g de protéine correspond à 4 g de gain de poids, alors que 1 g de lipides déposé correspond seulement à 1 g de gain de poids (Noblet et Etienne, 1986).

#### 1.3.2.5 - Composition corporelle et composition du gain de poids des porcelets

Les compositions de la carcasse et du gain de poids semblent modifiées de façon similaire par des apports énergétiques restreints de la truie en lactation. Les teneurs en matière sèche, lipides et énergie sont supérieures pour les porcelets issus de mères restreintes en énergie (10,4 Mcal EM/j) comparées à des truies recevant 14,2 Mcal EM/j (Noblet et Etienne, 1986).

#### 1.3.2.6 - Intervalle sevrage-oestrus suivant

Un niveau critique d'apport en énergie en lactation semble entraîner un allongement de l'intervalle sevrage-oestrus, en relation avec une mobilisation trop intense des réserves corporelles, devenues insuffisantes au sevrage (Dourmad *et al.*, 1994). Ceci est particulièrement net chez les truies primipares dont les exigences énergétiques sont plus importantes (Reese *et al.*, 1982; Nelssen *et al.*, 1985). Ce phénomène est aggravé pour des réserves insuffisantes en début de lactation (Mullan et Williams, 1989). Il pourrait s'agir d'une insuffisance de la masse musculaire au sevrage (Mullan et Williams, 1989) ou des réserves lipidiques (Reese *et al.*, 1984), la limite acceptable correspondant alors à une épaisseur de lard de 10-15 mm au sevrage (Whittemore et Morgan, 1990). Ces auteurs proposent, par ailleurs, de possibles déterminations de l'ISO au moyen d'équations de régression. Pour exemple, on peut retenir :

- ISO (jour) = 28,1 - 0,2\*(MJ ED/j en lactation)
- ISO (jour) = 7,3 + 0,39\*(perte de poids pendant la lactation)
- ISO (jour) = 26,6 - 1,28\*(épaisseur de lard dorsal en mm au sevrage).

Une alimentation énergétique insuffisante en lactation pourrait diminuer la concentration plasmatique et la pulsativité de la LH juste avant le sevrage (Tokach *et al.*, 1992; Baidoo *et al.* 1992), inhibant la réponse ovarienne et induisant ainsi un retour en oestrus tardif. Les mêmes observations ont été faites sur des génisses et des vaches allaitantes. Cette altération du profil de LH pourrait intervenir dès le 14<sup>ème</sup> jour de lactation chez la truie (Tokach *et al.*, 1992).

On peut expliquer ce phénomène par une sécrétion d'insuline plasmatique faible, observée chez des truies dont le retour en oestrus est tardif (Tokach *et al.*, 1992) et fortement corrélée avec la perte de poids (Baidoo *et al.*, 1992). Une autre étude confirme cette hypothèse, puisque des perfusions d'insuline chez des truies primipares provoquent une augmentation de la fréquence des pics de LH, en plus de l'augmentation de la concentration en oestrogène dans le liquide folliculaire, et du taux d'ovulation, alors que l'atresie des follicules moyens diminue.

De plus, la réduction des quantités de protéines ingérées, et en particulier de lysine (Tokach *et al.*, 1992) chez la truie allaitante entraîne la diminution de la concentration en LH et empêche le développement d'une fréquence importante des pics de LH pendant la lactation.

Il existerait donc une interaction entre l'ingestion d'énergie et de protéines sur la sécrétion de LH pendant la lactation (Baidoo *et al.*, 1992; Tokach *et al.*, 1992), et l'insuline serait à l'interface du métabolisme énergétique et du profil endocrinien.

Des apports énergétiques restreints entraînent également des concentrations en hormone de croissance et en cortisol élevées en fin de lactation (Baidoo *et al.*, 1992), puisqu'elles participent à l'augmentation de la mobilisation des réserves corporelles et stimulent la néoglucogénèse (Quesnel *et al.*, 1995). Elles sont associées à une diminution des concentrations plasmatiques de FSH et de LH (Baidoo *et al.*, 1992). Or, des concentrations

plasmatiques élevées de cortisol réduisent la sensibilité de l'hypophyse à la GnRH exogène et pourraient ainsi déprimer le pic préovulatoire de LH (Baidoo *et al.*, 1992). Une concentration élevée de GH pourrait aussi altérer la libération de LH en forme et en quantité, par une sensibilité accrue de l'hypophyse au feed-back négatif de l'oestradiol (Baidoo *et al.*, 1992).

Un niveau énergétique bas aurait aussi une influence négative indépendamment des réserves corporelles de l'animal au sevrage sur l'activité ovarienne (Johnston *et al.*, 1989), aucune corrélation négative entre le poids vif ou l'épaisseur de lard dorsal au sevrage et la durée de l'ISO n'ayant été mise en évidence (Prunier *et al.*, 1993). On n'observe pas de modification de la sécrétion et de la pulsativité de la LH après le sevrage (Kirkwood *et al.*, 1987; Prunier *et al.*, 1993), révélant plutôt une réponse inadéquate des ovaires à la stimulation de la LH après le sevrage. Cette hypothèse reste compatible avec l'existence d'une quantité critique de tissus adipeux et/ou musculaires nécessaires pour une activité ovarienne normale au cours de la lactation (Prunier *et al.*, 1993).

Il semble que les concentrations plasmatiques d'IGF-I (Insulin Growth Hormone Factor-I) soient généralement réduites chez les truies à bilan énergétique et/ou protéique négatif (Quesnel *et al.*, 1995). Le rôle des IGF dans l'ovulation aurait à la fois des effets endocrines (entraînant des modifications des taux hormonaux plasmatiques) et autocrines et paracrines au niveau cérébral (modifications des récepteurs et des binding proteins) (Monget et Martin, 1996).

En conclusion, un déficit énergétique aggravé d'un déficit protéique pourrait modifier le profil hormonal de la truie en lactation via une réduction des sécrétions de LH, d'insuline et d'IGF-I, un accroissement des concentrations de GH et de cortisol, empêchant les ovaires de répondre aux stimuli associés au sevrage, et en particulier, à l'augmentation de la concentration en LH, qui permet le début d'une phase folliculaire et d'une ovulation dans la semaine (Dourmad *et al.*, 1994). L'ensemble de ces modifications pourraient agir directement sur les ovaires ou sur la partie du cerveau impliquée dans les sécrétions de gonadotropines (Prunier *et al.*, 1994).

#### 1.3.2.7 - Influence sur la taille de la portée du cycle suivant

Un niveau énergétique élevé distribué pendant la lactation à une truie primipare ne permet pas d'augmenter le taux d'ovulation lors du cycle suivant (King et Williams, 1984a,b; King et Dunkin, 1986; Kirkwood *et al.*, 1987a,b). En revanche, un apport d'énergie restreint n'aurait pas d'effet sur la survie embryonnaire ou foetale (King et Williams, 1984a) ou l'affecterait négativement (Hughes *et al.*, 1984; Kirkwood *et al.*, 1987a,b).

#### 1.3.3 - Influence du niveau des apports énergétiques en gestation sur la reconstitution des réserves corporelles, en relation avec l'importance de la mobilisation pendant la lactation précédente

Le niveau spontané de consommation sur l'ensemble de la lactation étant inférieur à la couverture des besoins, la mobilisation des réserves en lactation est inévitable et le bilan énergétique des truies est fortement négatif. La quantité d'énergie mobilisée à partir des réserves corporelles peut être calculée à l'aide de l'équation suivante (Noblet *et al.*, 1988) :

**E des réserves mobilisées = (besoins en EM - EM ingérée) x 0,72 / 0,88**

Il est donc nécessaire de moduler les apports énergétiques pendant la gestation suivante afin de restaurer le niveau des réserves corporelles (figure 8). Pour répondre aux questions pratiques posées à la suite des perturbations physiologiques qui affectent la truie, des équations ont été proposées (Noblet *et al.*, 1988) :

**correction en gestation (114 j) :**

**(Energie réserve x durée de lactation - perte de poids de la truie exprimée en Mcal)/0,77**

Le coefficient 0,77 représente le rendement moyen de fixation de l'EM dans les tissus maternels.

Le niveau de production et l'importance de la mobilisation des réserves en lactation n'influencent pas le gain net de gestation (Dourmad *et al.*, 1994). Il semble donc que la capacité de l'animal à reconstituer des réserves de gestation soit indépendante du niveau de mobilisation lors de la lactation précédente. En effet, d'après Etienne *et al.* (1991) le gain net des truies, en terme de gain de poids des compartiments musculaires et adipeux (Wallach-Janiak *et al.*, 1986) et la part du tissu adipeux dans ce gain, augmente avec les apports énergétiques. Cependant, les possibilités de reconstitution des réserves corporelles maternelles diminuent vers la fin de la gestation alors que la croissance foetale s'accélère, étant donné l'augmentation concomitante du besoin énergétique d'entretien des truies, dont le poids vif s'élève, et des besoins en énergie et en protéines pour la croissance foetale. Si les apports énergétiques devenaient insuffisants en fin de gestation, les lipides corporels pourraient être mobilisés.

Les variations pondérales des muscles et du tissu adipeux sont d'autant plus marquées que les apports énergétiques sont élevés. Mais il existe tout de même une hiérarchie dans les tissus reconstitués. Lorsque les gains sont faibles, l'élévation des apports énergétiques provoque un accroissement relativement plus important du poids des muscles que du poids du tissu adipeux, et inversement lorsque les apports énergétiques sont plus importants. Il existerait un seuil au-delà duquel le poids des tissus musculaires n'augmente plus que faiblement, contrairement au tissu adipeux. Il serait donc possible de moduler la nature des réserves reconstituées pendant la gestation en faisant varier le niveau des apports énergétiques, son augmentation ayant pour effet de diminuer le rapport muscle/graisse dans le gain de poids.

En gestation, les besoins de production de la truie reproductrice représentent une faible part des besoins énergétiques. En lactation, ces besoins, variables en fonction du poids vif de l'animal et de la quantité d'énergie exportée par le lait, sont rarement couverts par un faible niveau d'ingestion spontanée d'aliments. Il est difficile d'accroître l'ingestion énergétique de la truie allaitante. La mobilisation des réserves corporelles est donc nécessaire pour pallier ce déficit énergétique. Des réserves corporelles insuffisantes en début de lactation seraient préjudiciables à la production laitière et donc à la croissance des porcelets. En fin de lactation, des réserves corporelles insuffisantes associées à un apport énergétique faible pourrait entraîner un retour en oestrus tardif. Les réserves énergétiques doivent donc être constituées ou reconstituées pendant la gestation.

D'autre part, la réalisation de la synthèse protéique nécessite un apport d'acides aminés et la disponibilité de molécules riches en énergie telles que l'ATP utilisées au cours de la synthèse des polypeptides, processus rapide et coûteux et en énergie. On comprend ainsi l'importance de l'apport énergétique, outre celle de l'apport protéique lui-même pour le métabolisme azoté.

## 2 - Besoins protéiques

Avant de rapporter les besoins protéiques de la truie reproductrice, il faut rappeler que la rétention azotée en conditions optimales d'alimentation et d'environnement est avant tout dépendante du type génétique. Par exemple, chez des porcs de type gras, les quantités de protéines fixées sont surtout réduites au cours de la phase de finition, alors que le maintien de la capacité de rétention azotée pendant une période prolongée de la croissance est un effet

sélectionné pour la production de viande maigre. Le sexe détermine aussi le potentiel de rétention azotée (plus élevé chez les mâles entiers que chez les mâles castrés et les femelles).

## 2.1 - Besoins protéiques en gestation

### 2.1.1 - Besoins d'entretien

Les pertes journalières dues au turn-over protéique des tissus sont d'environ 60 g de protéines. Elles sont considérées comme le besoin journalier en protéines (Whittemore *et al.*, 1990). Le besoin protéique a été estimé (Whittemore et Morgan, 1990) à  $0,400g \text{ d'N } / P^{0,75}$ , correspondant à 133 g de protéines/j pour une truie de 200 kg, besoin proche de celui estimé par l'ARC (1981).

### 2.1.2 - Besoins de gestation

Les besoins protéiques de gestation regroupent les besoins pour le développement foetal, la synthèse des liquides utérins, l'élaboration du placenta et le développement de l'utérus et des glandes mammaires.

Les besoins journaliers d'azote pour l'utérus gravide (correspondant à l'augmentation progressive du poids et de la teneur en protéines du foetus, des fluides foetaux, du placenta et de l'utérus de la truie, soumise à un régime de 30 MJ/j en gestation) sont estimés à  $3,606e^{0,026t}$  avec t en jours (Noblet *et al.*, 1985; Whittemore *et al.*, 1990) pour un besoin en énergie de  $0,107e^{0,027t}$  MJ/j (soient 86,63 MJ et 2 655 g de protéines). D'autres auteurs l'a évalué à  $1,129e^{0,037t}$  pour un besoin en énergie de  $0,027e^{0,04t}$  MJ/j (soient 72,54 MJ et 2 311 g de protéines) en tenant compte en plus du besoin en protéines de l'utérus gravide, du stade de gestation et du nombre de foetus. Ces évaluations sont proches.

Vers la fin de la gestation, les besoins en protéines pour le développement de la mamelle deviennent de plus en plus importants. Noblet *et al.* (1985) ont présenté des équations qui décrivent le poids et la composition des tissus mammaires en relation avec le stade de gestation et l'énergie métabolique ingérée. On obtient un besoin en protéines de  $0,038e^{0,059t}$ /jour pour un besoin en énergie évalué à  $0,115e^{0,016t}$  MJ/j (soient 47,6 MJ pour 547 g de protéines).

L'accrétion protéique dans les tissus reproductifs deviennent significatifs à partir du 50ème jour de gestation. Elle peut varier de 40 à 90 g/j (Noblet *et al.*, 1985). Dourmad *et al.* (1994) ont mesuré une augmentation de la rétention azotée moyenne de 1,75g/j/Mcal ED supplémentaire pour des truies multipares (Dourmad *et al.*, 1994) et de 2,1 g/j/Mcal pour des truies nullipares (Etienne, 1991).

### 2.1.3 - Influence des apports quantitatifs de protéines sur les performances de reproduction

Les études réalisées montrent de façon unanime que le **gain de poids net de la truie** en gestation augmente généralement avec le taux azoté de l'aliment. L'évolution est de type curvilinéaire quand le régime est restreint en énergie (Dourmad *et al.*, 1994). Il n'augmente plus au-delà d'une consommation de 240 à 290 g de protéines par jour. La rétention azotée maternelle augmente, mais la fixation d'énergie dans la carcasse est réduite. Quand l'énergie n'est plus un facteur limitant, le gain pondéral des truies et leur poids en

muscles s'accroissent de la même façon que la rétention azotée avec l'augmentation du taux protéiques du régime (King et Brown, 1993; Dourmad *et al.*, 1994).

Selon King et Brown (1993), la constitution des réserves corporelles augmente linéairement avec l'ingestion d'énergie (Digestible Energy Intake) en début de lactation, puis elle suit les équations suivantes en milieu de gestation

$$R = 7,80 \times \text{DEI} (\pm 0,57) - 0,332 \times \text{DEI}^2 (\pm 0,038) - 24,80 (\pm 1,95)$$

et en fin de gestation :

$$R = 8,56 \times \text{DEI} (\pm 0,29) - 0,342 \times \text{DEI}^2 (\pm 0,019) - 26,17 (\pm 0,98)$$

Très peu d'études ont mis en valeur l'influence significative du niveau protéique du régime en gestation sur les performances de reproduction. Une carence protéique de la truie, provoquée par un régime protéoprive par exemple, en particulier durant le dernier tiers de la gestation, peut avoir une influence sur le **poids des porcelets à la naissance** et leur **croissance post-natale**, via une diminution de la production laitière et/ou du taux azoté du lait (Dourmad *et al.*, 1994). Ces effets ne se manifestent pas si les besoins protéiques quantitatifs sont couverts en lactation. Toutefois, une étude de Greenhalgh *et al.* (1977) a montré l'influence favorable d'une élévation de la teneur en protéines du régime de la truie en gestation sur le **poids de la portée au sevrage**.

Une réduction importante de l'apport protéique de gestation pourrait aussi perturber les performances de reproduction ultérieures (retour en chaleur post sevrage, taux d'ovulation).

En conclusion, le gain de poids net et le poids des muscles de la truie augmentent avec le taux azoté du régime si la teneur en énergie de la ration n'est pas un facteur limitant, permettant la reconstitution des réserves corporelles pour la lactation suivante. Le poids des porcelets à la naissance et leurs croissances sont affectés uniquement dans le cas d'un apport protéique très insuffisant voir nul dans le derniers tiers de la gestation.

#### 2.1.4 - Besoins qualitatifs

Les besoins en lysine de la truie nullipare (d'un poids de 100 à 135 kg) pour une rétention maximum d'azote sont les mêmes que ceux exigés par des porcs en finition, évalués respectivement à 2,5 et 2,7g Lys/Mcal ED. En pratique, une teneur de 0,45 à 0,50% de lysine dans l'aliment est suffisante pourvu que l'apport en énergie soit effectué correctement (Dourmad, 1995).

La taille de la portée et le développement des foetus influencent peu les besoins en acides aminés de la truie en gestation, puisque leurs besoins sont faibles (Dourmad, 1995). En revanche, ils dépendent plus de l'importance et de la nature du gain de poids maternel, les apports azotés qualitatifs et quantitatifs affectant l'importance de la fixation des protéines musculaires.

## 2.2 - Besoins protéiques en lactation

### 2.2.1 - Besoins quantitatifs

La perte de poids de la truie en lactation est d'autant plus importante que le taux azoté est faible, cette évolution étant linéaire. Ceci suggère l'existence de réserves corporelles protéiques constituées en gestation et mobilisables après la mise bas (Dourmad, 1995).

Au delà d'un régime renfermant 14% de protéines en gestation, on n'observe pas d'augmentation de la production de laitière (Mahan *et al.*, 1971). L'effet du taux protéique

Tableau 1 : Profil des besoins en acides aminés de la truie en lactation (en % de lysine).

	ARC (1981)	Dourmad (1991)
Lysine	100	100
Methionine	-	27
Meth + Cystine	55	53
Tryptophane	19	18
Thréonine	70	65
Leucine	115	114
Isoleucine	70	55
Valine	70	70
Histidine	39	41
Arginine	67	64
Phénylalanine	-	55
Phényl + tyrosine	115	113

sur la teneur azotée du lait et du colostrum est très controversé. La relation, quand elle existe, est linéaire et consiste en une augmentation de la teneur en albumine et des acides aminés totaux. Cependant, on peut imputer ces résultats controversés à la difficulté d'estimer les productions et compositions laitières chez la truie.

La bibliographie donne aussi des résultats contradictoires concernant la croissance des porcelets (Dourmad, 1995). On a aussi trouvé, chez la truie primipare, une étroite corrélation entre l'intervalle sevrage-oestrus et la mobilisation de protéines corporelles pendant la lactation. L'optimum est obtenu pour une mobilisation nulle des protéines corporelles (Dourmad *et al.*, 1994).

### 2.2.2 - Besoins en acides aminés

Peu d'études ont été consacrées à la détermination des besoins en acides aminés indispensables (non synthétisés par l'organisme, et donc apportés uniquement par les aliments) des truies en lactation (Etienne *et al.*, 1989). Cependant, il apparaît que la lysine devait être considérée comme l'acide aminé limitant primaire. Les besoins azotés de lactation sont fonction de la production laitière, et donc du nombre de porcelets et de la vitesse de croissance de la portée (Dourmad *et al.*, 1994).

Il semble qu'une teneur en lysine de l'aliment de 0,85% (soit 40 à 45g de lysine /jour) permette de faire face à toutes les situations de besoins, intégrant les variations importantes de l'appétit des truies (Dourmad, 1995).

On ne peut encore définir aucune relation entre les besoins en acides aminés et la production laitière de la truie, en raison d'un manque de données (Dourmad, 1991). D'où la nécessité d'estimer les besoins pour les différents acides aminés en se basant sur le besoin en lysine et sur le calcul d'un équilibre optimal pour la lactation entre les acides aminés et la lysine. On utilise l'approche de « la protéine idéale », basée sur l'existence d'une relative constance entre les besoins des différents acides aminés, fonction de la composition des protéines synthétisées ou déposées. Cette protéine assurerait un équilibre en acides aminés permettant une protéosynthèse maximale. Ce mode d'établissement des recommandations est cependant à établir avec prudence, car on sait qu'il existe des fluctuations plus ou moins importantes quant à la distribution de la fraction azotée dans les différents compartiments corporels (muscles, os, graisses, peau, poils, sang, viscères et abats), de même que dans les vitesses de synthèse et de dégradation des protéines dans ces compartiments. On a supposé que le profil en acides aminés du lait refléterait le mieux celui des besoins de production (Dourmad, 1991). En outre, les protéines excrétées dans le lait ne sont pas catabolisées pour donner des acides aminés. On a ainsi une image réelle des protéines produites excrétées, ne participant pas au turn-over.

On obtient le profil des besoins en acides aminés suivant, comparé aux recommandations de l'ARC (1981) (Tableau 1).

La limite principale de l'évaluation des besoins en acides aminés provient du rendement de l'utilisation de ces différents acides aminés pour la synthèse du lait. Dans le tableau 1, il est le même que celui de la lysine (Etienne *et al.*, 1989).

Chez le porc, les fermentations microbiennes du gros intestin permettent la synthèse d'acides aminés, de la méthionine en particulier. De ce fait, la digestibilité apparente n'est pas un bon critère d'estimation de la digestibilité des acides aminés. Il est plus exacte de déterminer la quantité d'acides aminés dans le contenu iléal. Ainsi la digestibilité iléale se rapproche beaucoup de la digestibilité réelle. On exprime donc le besoin de production en acides aminés réellement disponibles au niveau iléal et non en acides aminés totaux.

### 2.2.3 - Influence de l'apport en acides aminés en lactation sur les performances de reproduction

Les conséquences des apports azotés sur la production laitière, l'exportation des protéines dans le lait et la croissance des porcelets sont encore très discutées. Ces éléments semblent affectés en dessous d'un apport « limitant » de lysine comme de protéines, déterminé par l'état des réserves protéiques de la truie et son niveau de production. La lysine, par exemple n'affecte pas la production si elle est introduite à plus de 0,48% dans le régime (Etienne *et al.*, 1989). En dessous de ce seuil, les performances ne seront pas affectées, mais on assistera à une mobilisation accrue des réserves corporelles, attestée par un bilan azoté fortement négatif, une diminution importante du poids vif et du poids des muscles (Etienne *et al.*, 1989). L'élévation des apports en lysine conduit à un meilleur bilan azoté des truies en lactation, quelque soit l'apport azoté global. Cet effet traduit l'augmentation du coefficient de rétention azotée, relatif à une amélioration de l'utilisation métabolique des protéines, même lorsque les aliments sont riches en protéines et en lysine. La lysine est donc bien l'acide aminé limitant primaire (Etienne *et al.*, 1989). Il semble qu'il existe aussi des acides aminés limitants secondaires. Il s'agirait du tryptophane, de la thréonine et de la méthionine (Etienne *et al.*, 1989).

Un rationnement énergétique sans modification des apports azotés provoque une réduction du poids des tissus adipeux, sans que la variation du poids des muscles change. A même niveau énergétique, une carence azotée quantitative ou qualitative accentue la fonte musculaire, sans que l'on observe de variation de la mobilisation des tissus adipeux (Etienne *et al.*, 1989). L'équilibre entre l'énergie et les protéines de l'aliment intervient donc directement sur la nature des tissus impliqués dans les variations pondérales en lactation (Dourmad *et al.*, 1987).

En conclusion, les besoins azotés en gestation comme en lactation peuvent être couverts. On peut aisément accroître les apports quotidiens de protéines, malgré la diminution de l'ingestion spontanée en lactation, par l'utilisation de régimes à teneurs élevées en protéines et acides aminés indispensables.

## **B - APPORT ALIMENTAIRE DE LIPIDES CHEZ LA TRUIE EN REPRODUCTION**

Chez la truie, les lipides comparativement aux autres nutriments permettent apparemment une meilleure utilisation de l'énergie de la ration riche en énergie (Liao et Veum, 1994). Ceci est également observé chez le porc en croissance (Just, 1982). Des mesures de digestibilité ont montré que la proportion des lipides digérés disparaissant dans le gros intestin diminue avec l'augmentation de la teneur en matières grasses du régime, expliquant la contribution positive des matières grasses digestibles à la teneur en EN, en plus de leur contribution à la teneur en EM (Just, 1982). Ceci explique l'intérêt potentiel d'une addition de lipides dans la ration de la truie en lactation, vu la difficulté d'augmenter autrement la concentration énergétique du régime.

Chez les porcelets, comme chez tous les mammifères, les lipides, plus que les glucides seraient l'aliment essentiel immédiatement après la naissance (Friend, 1974). Alors que le glycogène représente 60 % des réserves énergétiques à la naissance, il est rapidement utilisé et ne permet pas le maintien de la glycémie. Quant aux lipides corporels à la naissance, ils ne sont que de 1 à 2 % (Okai *et al.*, 1977). Mais la concentration en acides gras libres augmente rapidement après la naissance, le porcelet étant capable d'accroître ses réserves de 15 % pendant les 14 premiers jours de vie, notamment pendant la première semaine. Le porcelet les utilise alors comme source d'énergie, mais il est principalement dépendant des glucides (Friend, 1974).

On a donc supposé que l'introduction de lipides dans la ration de la truie en fin de gestation comme en début de lactation, pourrait permettre une meilleure survie des porcelets à la naissance par une accumulation des réserves lipidiques accrues, mais aussi par la production d'un colostrum plus riche en matière grasse, et éviter une mobilisation trop importante des réserves corporelles des truies en lactation.

### **1 - Apport quantitatif**

#### **1.1 - Effet sur la truie**

L'addition de matières grasses dans la ration de la truie entraîne, comme chez le porc en croissance-finition, une diminution du niveau d'ingestion (Dourmad, 1987, Close, 1991). Cependant, l'augmentation de la concentration énergétique par l'incorporation des lipides, permet d'augmenter la quantité d'énergie ingérée (Holness et Mandisodza, 1985).

Selon une étude bibliographique récente (Dourmad, 1987), l'augmentation de la concentration énergétique de la ration de la truie entraînerait une exportation accrue de l'énergie dans le lait, et de ce fait, le bénéfice d'un tel régime serait nul pour la truie. On explique ainsi le peu d'effet sur l'évolution pondérale des truies.

La durée du retour en oestrus serait affectée, mais cet effet ne serait visible que chez les truies dont les performances sont médiocres (Dourmad, 1987).

## 1.2 - Effet sur la production laitière

La production laitière serait aussi augmentée, mais pas de façon toujours significative (Pettigrew, 1981). Ce paramètre étant assez difficile à évaluer, la comparaison entre les différentes études n'est pas aisée. En effet, la production laitière est souvent mesurée une seule fois au cours de la lactation, et n'est donc pas représentative de la production totale. De plus, dans la majorité des essais, les apports alimentaires ne sont pas isoénergétiques (Dourmad, 1987). Or, quand les réserves corporelles de la truie sont insuffisantes (phénomène d'autant plus important quand il s'agit de truies multipares, dont les réserves corporelles sont limitées), l'énergie « alimentaire » influence la production laitière. On peut donc attribuer l'effet sur la production laitière à la teneur énergétique du régime au regard des réserves corporelles des truies autant qu'à la nature de la supplémentation.

Il semblerait que les porcelets acquièrent leur thermostabilité à la naissance, appuyant l'hypothèse d'un bénéfice pour les porcelets de l'incorporation de lipides à la ration de la truie à travers la composition du colostrum et la composition et la production du lait (Pettigrew, 1981).

## 1.3 - Effet sur la concentration en lipides du colostrum et du lait

Une supplémentation en lipides du régime de la truie augmente les concentrations en lipides du colostrum et du lait (Salmon Legagneur, 1964; Friend, 1974; Okaï *et al.*, 1977; Pettigrew, 1981). Par exemple, Friend (1974) a comparé les effets d'une supplémentation (10 %) par de l'huile de maïs d'une part, ou par des glucides (son de maïs) d'autre part de truies en lactation de G110 au sevrage. Il observe une nette diminution de la teneur en lipides du colostrum pour les truies complémentées en son de maïs. L'élévation de la concentration en lipides du colostrum nécessite une distribution des matières grasses en fin de gestation. Une teneur accrue de lipides dans le lait n'intervient que si la supplémentation en lipides est dispensée pendant la lactation (Dourmad, 1987).

## 1.4 - Effet sur les réserves du porcelet à la naissance et sur son taux de survie

Pettigrew (1981) a résumé les résultats de 6 essais traitant de l'effet de l'addition de lipides à la ration de la truie en fin de gestation (5 à 14 jours avant la mise-bas et 8 à 40 % de lipides ajoutés). De tels régimes n'augmentent pas les **concentrations en glycogène du foie ou des muscles du porcelet nouveau-né**. Boyd *et al.* (1978a) ont suggéré cependant qu'un régime enrichi en lipides distribué à la truie en fin de gestation permettrait de ralentir l'épuisement du glycogène du foie des porcelets, pendant les 12 premières heures suivant la naissance, en accord avec Le Dividich *et al.* (1991). En effet, 82% des réserves en glycogène du foie seraient mobilisées pendant les 24 premières heures post-partum. Or une étude de Le Dividich *et al.* (1991) montre que des porcelets nouveau-nés recevant du colostrum enrichi en lipides ne mobiliseraient en moyenne que 50 % de ces réserves, permettant une meilleure contribution du glycogène du foie à l'homéostasie du glucose.

Ces mêmes régimes ne semblent augmenter que faiblement la **concentration en lipides de la carcasse du porcelet nouveau né** (Pettigrew, 1981; Dourmad, 1987). Cependant, Le Dividich *et al.* (1989), après l'augmentation du niveau de lipides dans le colostrum ont mis en évidence une stimulation des dépôts lipidiques disponibles comme

source d'énergie chez les porcelets nouveau-nés. L'efficacité de l'ingestion de lipides pour les dépôts reste faible (32 %). Ces auteurs ont fait l'hypothèse d'un transit allongé du bol alimentaire dans l'estomac, du à la teneur importante en lipides du colostrum, en particulier lorsqu'il s'agit d'acides gras à chaînes longues. D'après les mêmes auteurs, le dépôt de lipides mobilisables associé à un colostrum riche en lipides augmente de 5 g, ce qui représente une augmentation considérable pour le porcelet, et donc une amélioration potentielle de sa survie.

D'autres auteurs ont émis l'hypothèse selon laquelle les porcelets, issus de mères dont le régime est enrichi en lipides, auraient une « meilleure capacité de survie » (Holness et Mandisodza, 1985) à l'origine d'une moindre utilisation du glucose par les tissus maternels, alors plus disponible pour le fœtus.

Selon Pettigrew (1981), des lipides supplémentaires dans la ration de la truie en fin de gestation et/ou en lactation augmentent la survie des porcelets de 2,3%. La différence est faible, étant donné la forte variabilité de ce critère (Dourmad, 1987), ce qui explique l'hétérogénéité des réponses observées. Pour mettre en évidence une différence significative pour ce critère, il faudrait au moins 700 truies (Dourmad, 1987). De plus, pour un taux de survie des porcelets issus de mères non supplémentées en matières grasses inférieur à 80%, l'ajout de lipides dans le régime de la truie en lactation augmente le taux de survie. Si ce taux de survie est supérieur à 80%, l'effet de la supplémentation est négligeable. Il est inutile d'apporter des lipides à la ration de la truie (Pettigrew, 1981).

Enfin, il semble que l'amélioration de la survie des porcelets concernent essentiellement les **porcelets les plus légers à la naissance**, dont la probabilité de survie est faible (Dourmad, 1987). Par exemple, Cieslak (1983) observe cet effet chez des porcelets pesant entre 0,7 et 1,1 kg à la naissance, pour une supplémentation de 15 % de lipides d'un régime distribué depuis G109 jusqu'à la fin de la lactation.

La gestation semble être la **période de distribution des lipides** permettant d'observer un effet positif sur la survie des porcelets (Dourmad, 1987). On a déjà mis en évidence ce même effet du moment de distribution sur la teneur en lipides du colostrum. Il est tentant de relier ces deux phénomènes, d'autant plus qu'une étude de Thulin *et al.* (1989) a montré que le taux de transfert utéro-placentaire d'acides gras libres à chaînes longues et moyennes (acides linoléique, linoléique et palmitique) est peu important en fin de gestation chez la truie primipare. L'hypothèse d'un stockage d'énergie chez le fœtus plus important, grâce à un régime supplémenté en lipides en fin de gestation, notamment en acides gras à chaînes longues et moyennes, ne paraît donc pas envisageable. Cette imperméabilité pourrait s'expliquer par le type de placenta trouvé chez les porcins à diffusion épithéliochoriale (épithélium endométriale accolé intimement au placenta). Rappelons que chez le porc, il n'existe pas de zones spécialisées de l'endomètre à partir desquelles se limitent les attaches placentaires. La placentation est diffuse car l'accolement chorion-endomètre se fait sur toute leur surface sauf aux extrémités du sac chorionique et au niveau des aréoles placentaires (Pérez *et al.*, 1986). Ramsay *et al.* (1991) l'attribuent à un apport d'acides gras au fœtus limité par le transfert des acides gras plasmatiques dans le cytoplasme des cellules placentaires, ou par la régulation des enzymes responsables de l'estérification intermédiaire dans le placenta.

L'addition de lipides aurait un « effet d'amorce » quant aux procédés métaboliques associés à l'utilisation de l'énergie. Les porcelets seraient ainsi préparés à l'utilisation des lipides plus précocement (Holness et Mandisodza, 1985). L'ensemble de ces hypothèses nécessitent cependant d'être vérifiées, et mieux expliquées.

Une distribution en lactation semble trop tardive (Pettigrew, 1981; Dourmad, 1987). En effet, la mortalité des porcelets intervient essentiellement au cours des 3 premiers jours

suivant la mise-bas. Les ajustements physiologiques de la truie nécessaires à l'absorption des lipides et à leur transport vers les glandes mammaires sont progressifs. Ils n'interviendraient pas suffisamment rapidement (c'est à dire dans les 3 premiers jours post-partum), pour que les porcelets puissent disposer assez rapidement d'un colostrum ou d'un lait enrichis en matières grasses, permettant d'améliorer leur taux de survie (Pettigrew, 1981).

La **quantité de lipides** apportés pré-partum exerce aussi une influence sur le taux de survie (Pettigrew, 1981; Dourmad, 1988). D'après Pettigrew (1981), au moins 1 kg de lipides en fin de gestation sont nécessaires pour améliorer le taux de survie de 6,2 %. Cela reviendrait à distribuer un régime à 5 % de lipides durant les 10 derniers jours de gestation (Dourmad, 1987). On a préconisé 7,5 % de lipides dans la ration sur cette même période (Dourmad, 1987).

En revanche, aucun effet de l'apport alimentaire de lipides n'est rapporté sur le nombre de porcelets morts-nés (Holness et Mandisodza, 1985; Dourmad, 1987).

### 1.5 - Effet sur la croissance des porcelets

Le **poids des porcelets** à la naissance ne semble pas affecté par la teneur en lipides du régime de la truie en fin de gestation (Holness et Mandisodza, 1985; Dourmad, 1987). Le poids des porcelets à 21 jours et au sevrage ne sont pas significativement influencés (Pettigrew, 1981), que les porcelets aient ou non reçu de l'aliment sous la mère (Dourmad, 1987). En effet, il semblerait que cette consommation d'aliment sous la mère varie inversement avec l'énergie contenue dans le lait de la mère (Pettigrew, 1981). La croissance non affectée des porcelets issus de truies ayant reçues des lipides supplémentaires semble concorder avec une excrétion inchangée des nutriments dans le lait, excepté les lipides. En revanche, au cours de la période de post-sevrage, les porcelets issus de mères recevant des lipides présentent une baisse du niveau d'ingestion (Friend, 1974).

## 2 - Apport qualitatif

L'élément de base des différentes sources de lipides est l'acide gras. Il existe peu d'études concernant l'aspect qualitatif des lipides introduits dans la ration de la truie reproductrice. On connaît déjà quelques sources de lipides intéressantes. Ainsi, l'acide  $\alpha$ -linoléique (C18:3n-3) est largement disponible dans des huiles végétales telles que l'huile de soja, de lin, de colza. Les huiles de poisson sont riches en acides gras polyinsaturés (AGPI) à chaînes plus longues dérivés de l'acide linoléique, en particulier en acide éicosapentaénoïque (EPA; C20:5n-3) et docosahexaénoïque (DHA, C22:6n-3).

On connaît deux types de mécanismes pour l'absorption et le transport des acides gras de la ration. Les acides gras à chaînes longues sont principalement incorporés dans des triglycérides, et transportés via la lymphe sous forme de chylomicron. Les acides gras à chaînes plus courtes absorbés par la veine porte sont transportés comme acides gras libres, vers le foie où ils sont rapidement oxydés. L'importance de cette voie augmente avec la diminution de la longueur des chaînes d'acides gras (Witter et Rook, 1970).

D'après une étude de Lindemann *et al.* (1993), l'addition de lipides supplémentaires sous forme d'huile de coprah (apportant des acides gras à chaînes courtes et moyennes), d'huile de soja (apportant des acides linoléique et linoléique à 18 atomes de carbone), ou d'huile de maquereau (riche en AGPI n-3 à chaînes très longues ( $\geq 20$  atomes de carbone))

n'a pas d'effet sur les performances de reproduction chez des truies primipares présentant déjà un taux important de survie foetale. Ainsi, on ne trouve pas de différence quant aux nombres de corps jaunes (14,9; 13,6; 14,5 respectivement), au nombre de foetus vivants (11,4; 11,6; 10,1; 11,6) et au poids du placenta .

Fritsche *et al.* (1993) ont mené une étude dans laquelle ils substituent de l'huile de maquereau à du lard, dès G107 jusqu'à la fin de la lactation. Le lard est remplacé à 3,5 % et 7 % par de l'huile de poisson. Les trois régimes sont iso-énergétiques, et répondent aux besoins des truies. Son étude n'a pas mis en évidence de différence en ce qui concerne la consommation d'aliment, le nombre de porcelets nés par portée, le poids des porcelets à la naissance, le poids des porcelets au sevrage.

Certains auteurs ont toutefois observé des effets d'un apport qualitatif de lipides sur les réserves lipidiques constituées par la truie en gestation, la survie des porcelets, la teneur en lipides du colostrum et du lait.

## 2.1 - Effet sur la truie

Un apport d'acide linoléique (C18:2n-6) chez la truie en **gestation** entraîne un enrichissement important des dépôts sous-cutanés dorsaux de cet acide gras (30 % des acides gras ingérés sont déposés) aux dépens des acides saturés en C16 et C18 (acides gras de synthèse). Il s'agirait plus d'une substitution des acides gras que de l'élaboration de nouveaux tissus (Salmon-Legagneur, 1964).

Pour un régime contenant des acides gras à chaînes moyennes (acide laurique, C12; acide myristique, C14), les dépôts sont moins marqués (13 % des acides gras ingérés), ces acides gras étant le plus souvent utilisés directement à des fins énergétiques (Salmon-Legagneur, 1964).

Au cours de la lactation, il semble que tous les acides gras déposés pendant la gestation soient mobilisés à la même vitesse, et de façon non préférentielle (Salmon-Legagneur, 1964).

On a observé le caractère dynamique de l'utilisation des lipides dans le régime, qui s'intensifie avec le temps, indiquant une participation croissante des graisses alimentaires à la lipogénèse du lait (Salmon-Legagneur, 1964).

Simultanément, on observe une participation décroissance des lipides endogènes issus de la mobilisation des réserves corporelles (Salmon-Legagneur, 1964).

Le profil d'acides gras du sérum des truies est modifié par la composition en acides gras de l'aliment (Fritsche *et al.*, 1993). Ainsi, l'ingestion d'un régime renfermant une forte teneur en huile de poisson entraîne une augmentation des AGPI de la série **n-3** et une diminution des AGPI de la série **n-6** dans le sérum. La teneur en AGPI n-3 semble dépendre du niveau d'huile de poisson. Les teneurs en EPA et DHA augmentent avec le taux d'incorporation de l'huile de poisson. Cet effet semble rapide, puisque plus de la moitié de l'augmentation a lieu au cours de la première semaine d'apport d'huile de poisson (Fritsche *et al.*, 1993). En revanche, cet effet dose ne semble pas exister pour l'acide docosapentaénoïque (DPA, C22:5n-3).

Enfin, l'addition d'huile de poisson à la ration de la truie, quelque en soit le taux, entraîne une diminution linéaire de la teneur en acide arachidonique (AA, C20:4n-6) avec le temps (12 % au début de l'essai à <5 % après 2 semaines) (Fritsche *et al.*, 1993).

## 2.2 - Effet sur la composition en acides gras du colostrum et du lait

Sous l'effet de la composition lipidique du régime la **composition en acides gras** du lait est modifiée (Salmon Legagneur, 1965; Witter et Rook, 1970). D'une part, à taux calorique égal, les lipides du régime paraissent plus efficaces que les autres nutriments pour maintenir et augmenter la lipogénèse du lait. D'autre part, il semblerait que les lipides alimentaires participent directement à l'élaboration des lipides du lait, ce mécanisme étant moins coûteux en énergie que l'utilisation des glucides pour la synthèse. Fritsche *et al.* (1993) constatent que l'apport d'huile de poisson modifie le **profil en acides gras du lait**, en accord avec Witter et Rook (1970). La teneur en AGPI n-3 du lait reste constante sur l'ensemble de la lactation. Il semble qu'une semaine d'apport d'huile de poisson durant la fin de la gestation ait suffi à modifier la composition des tissus mammaires et des lipides du sang de la truie, et de la stabiliser (Fritsche *et al.*, 1993).

L'infusion de **triglycérides à chaînes courtes** ne provoque chez la truie (Witter *et al.*, 1970) aucune ou peu de modifications dans la composition en triglycérides du plasma et du lait, comme dans les autres fractions lipidiques plasmatiques. En général, les acides gras à chaînes courtes et moyennes, jusqu'à l'acide laurique, sont absents, ou présents seulement en faible quantité dans le lait de truie. Il semble qu'il existe néanmoins un transfert des acides gras à 8 carbones et plus, quand ils sont présents dans les triglycérides plasmatiques. En revanche, une synthèse de novo d'acides myristique et palmitique a lieu dans les glandes mammaires, mais certains de ces acides proviennent aussi des triglycérides du plasma, et l'importance de cette origine dépend des concentrations circulantes. L'augmentation de la teneur en acide palmitique (C16) dans les triglycérides plasmatiques est associée à une augmentation de l'exportation dans le lait non seulement de l'acide palmitique, mais aussi de l'acide palmitoléique (C16:1), provenant de la désaturation du C16 dans les tissus mammaires (Witter *et al.*, 1970). Les **acides gras à chaînes longues (>C16)** du lait sont issus des triglycérides plasmatiques. On observe un transfert direct des acides stéarique, oléique, linoléique, linoléinique, érucique, arachidonique et une désaturation limitée des acides gras saturés en C18 (Witter *et al.*, 1970). Ce transfert est beaucoup moins important pour d'autres acides gras (EPA, acide érucique), mais existe puisque la teneur en EPA, par exemple, est six fois plus élevée dans le lait des truies nourries avec de l'huile de maquereau comparativement à du lard (Fritsche *et al.*, 1993).

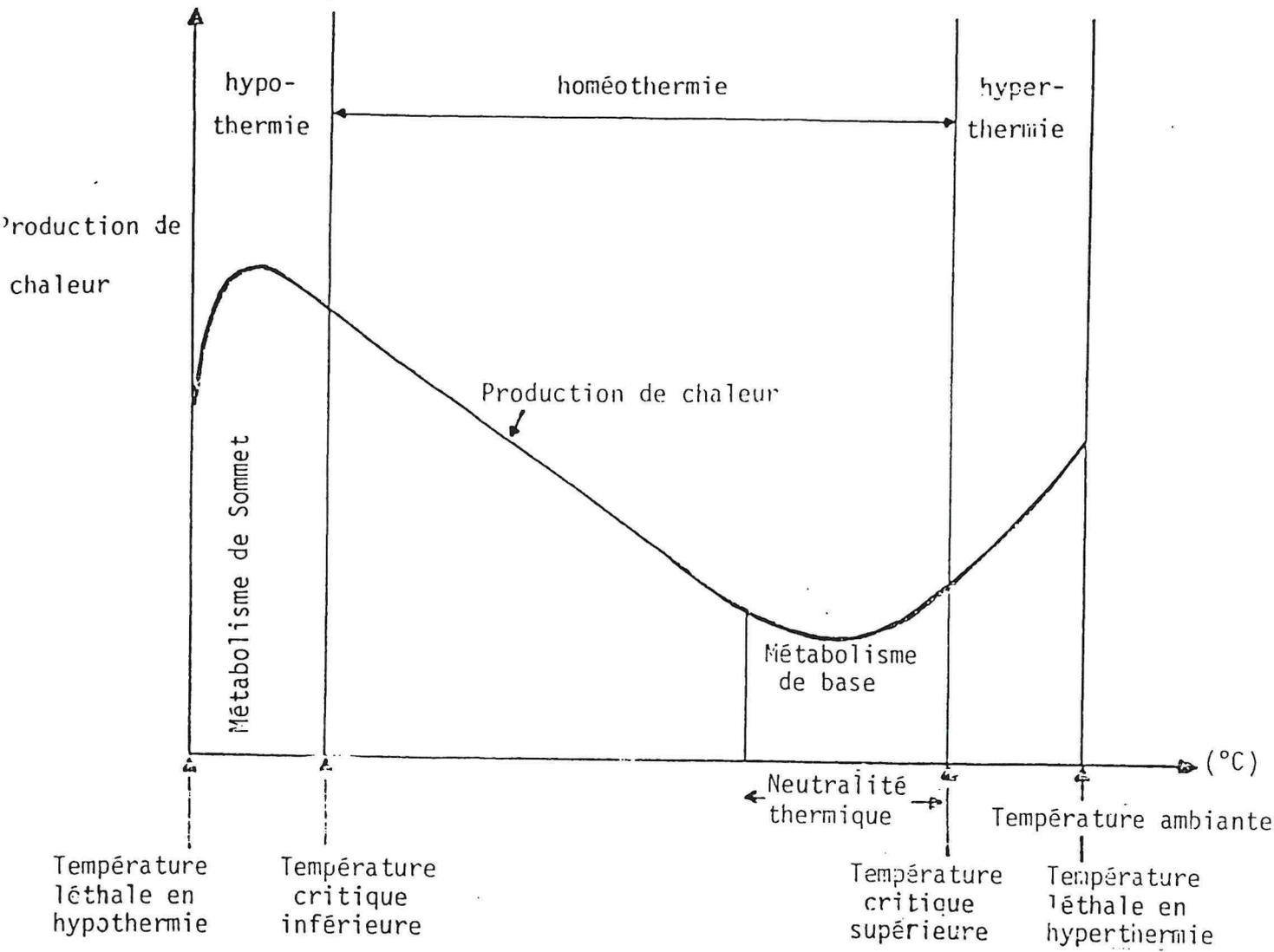
L'étude du profil en acides gras du sérum des porcelets permet aussi de mettre en évidence le transfert des acides gras de la truie au porcelet à travers le lait ou le placenta. L'apport d'huile de poisson modifie significativement le profil en acides gras du sérum des porcelets. Les changements concernant les acides gras monoinsaturés sont négligeables comparés à ceux qui concernent les AGPI à chaînes longues. Ainsi, les teneurs du sérum en AGPI n-3 sont plus élevées chez les porcelets issus de mère ayant reçu de l'huile de maquereau comparativement à celles de porcelets issus de truies non supplémentées avec cette huile. L'origine de cette élévation n'est pas très claire. Elle pourrait provenir d'un transfert placentaire, cependant les résultats de Thulin *et al.*, (1989) et Ramsay (1991), déjà évoqués, ne sont pas en faveur de ce transfert. Pourtant, une teneur supérieure d'AGPI n-3 a été observée chez des porcelets privés d'accès à la tétine issus de mères supplémentées à l'huile de maquereau, comparés à des porcelets nés de mère supplémentées avec du lard (Fritsche *et al.*, 1993). Un transfert utéro-placentaire semble donc exister tout de même, légèrement exacerbé par une supplémentation du régime de fin de gestation par de l'huile de maquereau. La concentration en AGPI n-3 augmente au fur et à mesure du déroulement de la lactation, indiquant une digestion et une absorption efficaces des AGPI n-3. En outre, il semble que le porcelet nouveau-né utilise l'huile de poisson avec un rendement de 99 %. Les teneurs en AA et en AGPI n-6 du sérum des porcelets sont approximativement inférieures à la

moitié de celles trouvées chez les porcelets issus de truies nourries avec du lard (Fritsche *et al.*, 1993).

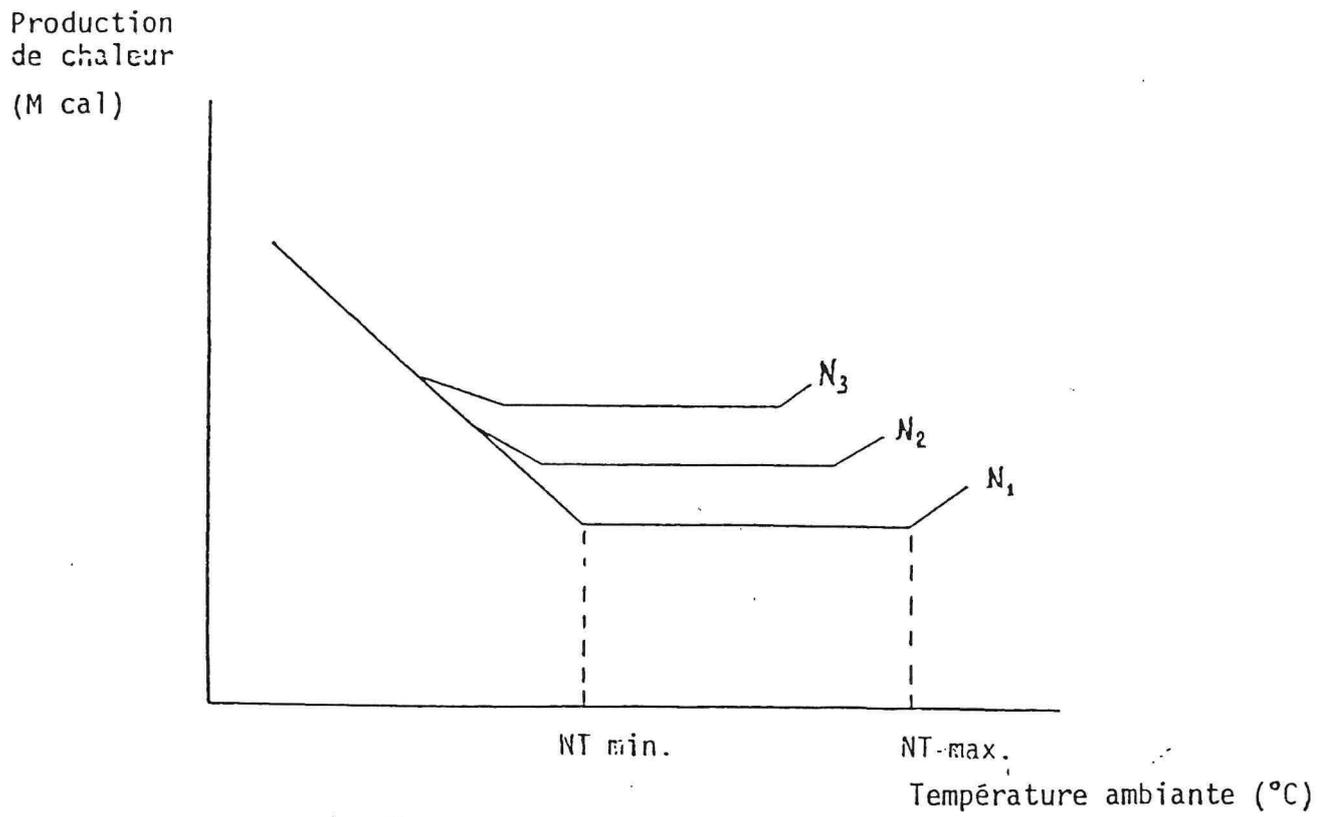
Par ailleurs, le **colostrum** contient plus d'AGPI (22,6 % vs 18,7 %) et moins d'acides gras saturés (AGS) (29 % vs 35,7 %) que le lait, en raison du taux d'acide linoléique élevé dans le colostrum (15,5 % contre 11,2 % dans le lait) (Fritsche *et al.*, 1993).

### 2.3 - Effet sur la survie des porcelets

Le régime imposé à la truie en gestation doit apporter les nutriments nécessaires aux développements utérin, placentaire et foetal. Il semble que le développement de l'embryon et du foetus nécessite des acides gras spécifiques (Pérez Rigau *et al.*, 1995). En particulier, le développement de l'oeuf fécondé et de l'embryon nécessitent la présence d'acide  $\alpha$ -linoléique. Certains auteurs ont montré que seule une petite quantité des acides gras du régime de la truie en fin de gestation sont transférés de la truie au foetus (Thulin *et al.*, 1989). Cependant, Pérez Rigau *et al.* (1995) ont montré que l'addition de 4 % d'huile de maquereau ajouté à la ration de base (maïs-soja) au début de la gestation (jusqu'à G37 ou G45) augmentent la concentration de ces acides gras dans le plasma, la tête et le corps des foetus. Or, les dérivés de l'acide gras  $\alpha$ -linoléique (EPA, DHA) sont connus pour avoir un rôle important dans le développement du système nerveux des mammifères au début de la gestation (Pérez Rigau *et al.*, 1995). Une insuffisance de ces AGPI n-3 pourrait donc être reliée à des mortalités foetales. On a déjà montré que certains types d'AGPI tel que l'acide linoléique, distribués pendant les premiers mois de gestation pouvaient améliorer la survie embryonnaire et foetale (Pérez Rigau *et al.*, 1995). Les foetus de mammifères sont sans doute capables d'allonger l'acide  $\alpha$ -linoléique en chaînes dérivées plus longues et ainsi de synthétiser de l'EPA et du DHA. Autant d'hypothèse qu'il serait très utile de vérifier.



**Figure 7 : Thermogénèse des homéothermes en fonction de la température du milieu (Giaja, 1938)**



**Figure 8 : Effets du niveau d'ingestion des aliments sur la production de chaleur des animaux (Holmes et Close, 1977) - Niveaux d'ingestion :  $N_1 < N_2 < N_3$ ; Températures critiques minimum de neutralité thermique (NT min) et température maximum de neutralité thermique (NT max)**

## C - INFLUENCE D'UN MILIEU CHAUD

### 1 - Température ambiante et thermorégulation

Les porcins sont des animaux homéothermes. Cela signifie qu'ils tentent de maintenir leur température corporelle constante. Cela n'est évidemment possible que s'ils sont capables d'équilibrer production et pertes de chaleur. La thermorégulation permet d'assurer cet équilibre entre thermogenèse (production de chaleur par l'organisme) et thermolyse (chaleur cédée au milieu).

La **production de chaleur** est issue des différents processus associés à l'entretien et à la synthèse des tissus corporels. Elle provient d'une part de l'utilisation métabolique des nutriments absorbés, puisque cette utilisation n'est pas totalement efficace (Gadoud *et al.*, 1992). D'autre part, elle est accompagnée des phénomènes d'ingestion et de digestion des aliments, (mastication, brassage, progression du bol alimentaire dans le tube digestif, activité glandulaire et métabolique des différentes parties de tube digestif).

La **déperdition de chaleur** a lieu par voie sensible, proportionnellement à la surface corporelle et au gradient thermique existant entre la peau et le milieu, et par voie insensible (chaleur évaporative), par vaporisation de l'eau à la surface de la peau et des poumons. Les pertes totales de chaleur varient avec la température de l'air, de même que leur répartition en pertes sensibles (rayonnement, convection, conduction) et évaporatives (Mount, 1968). Elles sont minimales dans la zone de neutralité thermique (Figure 7). En terme de production porcine, il est primordial de connaître avec précision l'étendue de cette zone, qui correspond à la rétention énergétique maximale et dans laquelle la production de chaleur dépend essentiellement du poids de l'animal et des quantités d'aliment ingéré. En particulier, la limite inférieure de la zone de neutralité thermique, souvent appelée température critique inférieure, est d'une grande importance. En pratique, selon Verstegen (1971), tout gain pondéral de 10 kg s'accompagne, chez l'animal en croissance (entre 20 et 100 kg de poids vif), d'une diminution de 1°C de la température critique. De même, une augmentation du niveau d'ingestion alimentaire conduit à un déplacement vers les basses températures de la zone thermoneutre (figure 8), en raison d'une utilisation partielle de l'extrachaleur des aliments pour la thermogenèse (Close *et al.*, 1978).

La tolérance du porc vis à vis de son milieu thermique varie considérablement selon le stade physiologique. Ainsi, le jeune est très sensible au froid, en raison d'un pelage à peu près inexistant, de réserves énergétiques faibles et de l'absence de graisses brunes (Mc Cance et Widdowson, 1959). A la naissance, la température critique du porcelet atteint 34-35°C (Mount, 1968). A l'inverse, le porc plus âgé, dépourvu de glandes sudoripares fonctionnelles (Ingram, 1967), tolère mal les fortes chaleurs. Il présente alors une augmentation de la thermolyse latente par accélération du rythme respiratoire, associée à une réduction volontaire du niveau d'ingestion, et à un comportement particulier (posture, dispersion des animaux, ...).

**L'adaptation aux températures élevées** a été assez peu étudiée, et on connaît surtout les mécanismes physiques permettant d'accroître la thermolyse (vasodilatation périphérique, sudation, augmentation des pertes de chaleur latente). On note une diminution du métabolisme de base, associée à une réduction de l'activité thyroïdienne (Rafai, 1976). Le porc adapté au chaud présente également une température critique supérieure plus élevée. Sa production de chaleur est donc diminuée et sa thermotolérance accrue au cours du temps (Ingram, 1977). Enfin, d'autres modifications des sécrétions endocrines sont observées au

cours de l'exposition au chaud, notamment celles de l'hormone antidiurétique et des minéralo-corticoïdes, entraînant des changements dans la balance hydrominérale.

Notre étude se bornera au cas où les animaux reproducteurs sont placés à une température ambiante supérieure à la borne supérieure (Température Critique Supérieure, Tcs) de la zone de neutralité thermique.

## 2 - Influence d'un milieu chaud sur les performances de reproduction des animaux

### 2.1 - Le verrat

L'action dépressive des fortes températures sur la fertilité mâle est due à l'élévation de la température testiculaire de 36°C environ à neutralité thermique. A température ambiante élevée, la perspiration scrotale est le double de celle du dos. De même, le réchauffement local du scrotum accélère immédiatement le rythme respiratoire, alors que le réchauffement de la même surface du dos ne produit aucun effet (Pérez *et al.*, 1986). Le seuil critique de la température testiculaire est voisin de 40°C. Si une température ambiante élevée (+ 35 °C) n'affecte pas la libido ni le volume de la semence, elle en abaisse la qualité (Wettemann *et al.*, 1979). Les spermatogonies sont résistantes à une telle température, mais les jeunes spermatozoïdes et spermatozoïdes sont endommagés. Le nombre total de spermatozoïdes par éjaculat, le pourcentage de spermatozoïdes vivants, et la motilité décroissent durant la période de haute température (Pérez *et al.*, 1986).

La température pourrait être à l'origine d'une altération de la synthèse des hormones testiculaires. Les androgènes, moins actives (androstérone et androstanediol) sont produites aux frais d'une activité plus intense des hormones mâles (testostérone et dihydrostérone) (Dial, 1984).

L'augmentation du rythme respiratoire est corrélée avec l'augmentation de la température ambiante et de l'humidité relative de l'air. Rythme respiratoire et température ambiante peuvent être utilisés comme indicateurs du stress thermique des verrats. Ils permettraient de prendre des mesures préventives afin d'éviter ce stress.

### 2.2 - La truie

Kemp *et al.* (1987) ont déterminé des températures de thermoneutralité de 20°C pour des truies gestantes recevant 1,1 fois leur besoin énergétique d'entretien, et de 18°C pour les truies gestantes recevant 1,35 fois ce même besoin.

Lynch (1977) estime la Tcs d'une truie gestante comprise entre 10 et 20°C, dépendant du stade de gestation et du niveau d'alimentation. Holmes et Close (1977) l'estiment à 25°C.

Celle des truies en lactation est moindre, étant donné la production de chaleur métabolique plus intense. Elle est estimée à 22°C (Black *et al.*, 1993).

Whittemore *et al.* (1990) ont montré l'existence d'un effet négatif de température élevée sur l'ingestion, l'anoestrus, la longueur de l'anoestrus, le taux de conception, l'intervalle sevrage-saillie fécondante, la survie des embryons, la croissance foetale et la survie postnatale des porcelets. Cependant, on se sait pas bien les quantifier. Nous allons cependant tenter de préciser l'ensemble des effets de la chaleur sur la truie reproductrice.

## 2.2.1 - Truie en gestation

### 2.2.1.1 - Ingestion

Chez la truie en gestation, le stress thermique, continu ou cyclique, diminue le niveau d'ingestion de la ration, l'EM ingérée, et l'EM fixée/jour (Liao et Veum, 1994).

Dans cet essai, les truies soumises au stress thermique cyclique augmentent leur niveau d'ingestion aux basses températures.

La diminution de la digestibilité apparente de la matière sèche (MS) et de l'utilisation de l'énergie est comparable à ce que l'on a observé chez le porc en croissance placé dans des conditions identiques (Holmes, 1973). Les porcs en situation de stress thermique ont des températures corporelles élevées. De l'énergie métabolique est nécessaire en quantité supplémentaire pour dissiper la chaleur et maintenir l'homéostasie, réduisant ainsi l'énergie nette disponible pour la croissance (Close et Mount, 1978).

D'après Dial (1984), la sensibilité des truies en gestation aux températures élevées varie en fonction du stade de gestation. Les truies en fin de gestation (au-delà du 100ème jour) seraient plus sensibles à des températures élevées ( $> 37^{\circ}\text{C}$ ), et afficheraient un taux de mortalité supérieur, leur métabolisme étant plus intense en relation avec le développement du fœtus.

### 2.2.1.2 - Performances de reproduction

Des travaux d'Edwards *et al.* (1968) n'ont pas montré de taux d'ovulation différents pour des truies exposées ou non à de hautes températures pendant l'oestrus, mais des femelles exposées après l'accouplement à des températures supérieures à  $32^{\circ}\text{C}$  voient leur taux de conception diminuer et leur taux de mortalité embryonnaire accru (Warnick *et al.*, 1965; Edwards *et al.*, 1968; Omtvedt *et al.*, 1971). De nombreuses expérimentations ont montré en effet l'influence négative d'un stress thermique en début de gestation sur la mortalité embryonnaire pour des températures entre  $32,2^{\circ}\text{C}$  et  $40,0^{\circ}\text{C}$  (Warnick *et al.*, 1965; Edwards *et al.*, 1968, Omtvedt *et al.*, 1971). Cet effet, particulièrement net entre G0 et G15, n'est plus observé lorsque le stress thermique est appliqué entre G15 et G30.

Le nombre d'embryons viables seraient moins important à la mise bas chez des truies soumises à un stress entre G8 et G16, comparées à des truies soumises à un stress entre G0 et G8, indiquant que la période d'implantation est sans doute la plus critique (Omtvedt *et al.*, 1971). En fait, l'embryon serait plus sensible au stress thermique avant et pendant l'implantation (Tompkins *et al.*, 1967; Edwards *et al.*, 1968; Omtvedt *et al.*, 1971), ce qui pourrait être associé avec des changements endocriniens et physiologiques intervenant lors de la « reconnaissance de la gestation » chez les porcs (Liao et Veum, 1994). L'embryon serait moins sensible à un stress thermique une fois l'implantation réalisée (Omtvedt *et al.*, 1971). Pourtant, une récente étude (Liao et Veum, 1994) a montré qu'un stress thermique constant ( $33 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) ou cyclique (passage de  $25^{\circ}\text{C}$  à  $34^{\circ}\text{C}$  entre 8 et 14h,  $34^{\circ}\text{C}$  entre 14 et 17h, diminution à  $25^{\circ}\text{C}$  jusqu'à 20h,  $25^{\circ}\text{C}$  jusqu'à 8h) ne réduisait par la survie des embryons entre G0 et G30 ou G0 et G24 de gestation (Liao et Veum, 1994).

Les nombreux résultats contradictoires trouvés dans la bibliographie peuvent s'expliquer par les différentes modalités expérimentales, concernant notamment de l'intensité des stress thermiques imposés.

En milieu de gestation (G53 à G61), la truie semble résistante aux températures élevées. Le taux de conception, la taille de la portée, le poids des porcelets à la naissance, comme le taux de survie ne sont pas affectés (Omtvedt *et al.*, 1971).

En fin de gestation, la truie semble à nouveau plus sensible à la chaleur. D'après l'étude de Omtvedt *et al.* (1968), les porcelets vivants à la naissance seraient moins nombreux, le nombre de morts-nés étant accru pour des truies soumises à un stress thermique.

La longueur et le poids de l'embryon ne sont apparemment pas affectés par la température ambiante (Warrnick *et al.*, 1965; Edwards *et al.*, 1968; Omtvedt *et al.*, 1971; Liao et Veum, 1994). De nombreuses études montrent une influence positive significative de la température sur le poids des porcelets à la naissance (Prunier *et al.*, 1993). On suppose que le besoin d'entretien des truies en gestation diminue avec l'augmentation de la température ambiante, laissant une part plus importante d'énergie disponible pour la croissance foetale.

La température rectale et le rythme respiratoire augmentent avec la température ambiante (Warrnick *et al.*, 1965; Edwards *et al.*, 1968; Omtvedt *et al.*, 1971; Liao et Veum, 1994). D'après Omtvedt *et al.* (1971), on ne peut cependant pas utiliser la température rectale comme mesure prédictive des performances de reproduction en cas de stress thermique, étant donné les larges variations individuelles et le degré d'acclimatation au stress. De même, le rythme respiratoire augmente avec la température ambiante, mais les variations individuelles, basées de surcroît sur des mesures visuelles, sont importantes.

## 2.2.2 - Truie en lactation

### 2.2.2.1 - Ingestion

D'après Whittemore *et al.* (1990), des températures ambiantes supérieures à la température critique supérieure (estimée à 21°C), à niveau énergétique standard (Kemp *et al.*, 1987), entraînent une diminution du niveau d'ingestion. La truie en lactation limite son ingestion afin de ne pas atteindre la température critique supérieure. Cette possibilité reste limitée dans le sens où la truie doit assurer la synthèse du lait, et donc ingérer au moins 2,5 à 3,5 fois son besoin en énergie d'entretien. Cependant, d'après Verstegen *et al.* (1985), la mobilisation des réserves corporelles dégagerait moins de chaleur que la synthèse des éléments du lait à partir des nutriments.

Les truies en lactation placées dans un milieu chaud auront donc tendance à utiliser leurs réserves corporelles plus que des truies en milieu tempéré (qui affrontent rarement une température ambiante égale à leur température critique supérieure) et par conséquent à perdre plus de poids qu'elles (Lynch, 1977; O'Grady *et al.*, 1985). Cette adaptation est cependant incomplète puisque la température rectale des truies soumises à la chaleur est supérieure durant tout le cycle à celle des truies placées à thermoneutralité (Lynch, 1977; Black *et al.*, 1993; Mesias de Bragança *et al.*, 1995). Que les truies subissent un stress thermique ou non, la température rectale est plus élevée pendant la lactation que pendant la gestation ou après le sevrage, sans doute en raison de l'augmentation de la production de chaleur interne consécutive à l'activation du métabolisme général nécessaire pour assurer la production laitière (Noblet et Etienne, 1987). Le rythme respiratoire suit une évolution similaire à celle de la température rectale.

Il semble que la relation entre la température ambiante et l'ingestion n'est pas linéaire. La diminution de l'ingestion pourrait dépendre de l'écart entre la température critique supérieure et la température ambiante (Black *et al.*, 1993).

Une température élevée aura donc des effets sur les performances zootechniques des truies à travers la diminution de l'ingère énergétique, mais il semble qu'il existe un effet propre de la température indépendant du niveau alimentaire (Messias de Bragança, 1995), que nous tenterons de mettre en évidence.

### 2.2.2.2 - Production laitière

La diminution de la production laitière associée à une réduction de l'énergie ingérée, est plus importante lorsque les truies sont soumises à des températures élevées. On ne connaît cependant pas encore la cause exacte de la diminution de la production laitière. Il s'agirait peut-être d'un apport insuffisant des substrats nécessaires à la synthèse du lait provoquée par une ingestion déprimée. Il pourrait aussi s'agir de l'effet direct d'une température élevée sur la production laitière (Lynch, 1977; Black *et al.*, 1993). En effet, la diminution du niveau d'ingestion, comme stratégie afin de limiter la production d'extra-chaleur, serait moins efficace en lactation. En comparaison avec des truies non allaitantes, une réduction de l'énergie ingérée n'aurait qu'un léger effet sur la production de chaleur dégagée par les processus métaboliques (Black *et al.*, 1993). Les truies allaitantes soumises à un stress thermique important utiliseraient alors des mécanismes originaux pour réduire leur production de chaleur.

Messias de Bragança *et al.* (1995) montrent une mobilisation des réserves corporelles réduites à 30°C par rapport à 20°C. Cette réduction pourrait correspondre à une adaptation des truies à la chaleur, en limitant leur production de chaleur interne pour lutter contre l'hyperthermie. L'apport de nutriments aux cellules mammaires seraient diminuées, devenant insuffisant pour maintenir une production laitière identique à celle observée à 20°C. Ceci serait un effet intrinsèque de la chaleur sur la production laitière. On fait aussi l'hypothèse d'une augmentation du flux sanguin vers la peau pour augmenter les pertes de chaleur et, par conséquent, d'une réduction du flux sanguin vers la mamelle et les autres tissus, limitant les apports de nutriments nécessaires à la synthèse du lait (Black *et al.*, 1993).

L'hypothèse de l'effet direct d'une température élevée sur la production laitière, distinct de l'effet induit par une ingestion diminuée, pourrait aussi s'expliquer par la réduction de la concentration en hormones thyroïdiennes en milieu chaud (Christon, 1988; Messias de Bragança *et al.*, 1995), via leur action dans la régulation du métabolisme protéique, et la mobilisation des réserves corporelles et le métabolisme des cellules mammaires.

Enfin, Lynch (1977) a fait l'hypothèse d'un développement inadéquat de la mamelle chez la truie gestante exposée à une température élevée, responsable de cette diminution de la production de lait.

### 2.2.2.3 - Poids des porcelets sous la mère

Une diminution du poids vif des porcelets à 21 jours et au sevrage (25-28 jours) est souvent mis en évidence en milieu chaud, associée le plus souvent à une accentuation de la perte de poids des truies en lactation (Lynch 1977; Close (1991), Mac Glone *et al.* (1988); Prunier *et al.*, 1993, 1994; Messias de Bragança (1995). Une diminution de 10 % de la production laitière est associée à un taux de croissance des porcelets plus faible lorsque la température augmente de 25 à 38°C (Stansbury *et al.*, 1987).

### 2.2.2.4 - Consommation d'aliment sous la mère

D'après Lynch (1977), elle ne semble pas significativement différente suivant le stress thermique imposé à la mère.

### 2.2.2.5 - Intervalle sevrage-oestrus

L'anoestrus et l'allongement de l'ISO correspondraient à une moins bonne fonctionnalité de l'axe gonadotrope, puisque l'on observe dans ces cas un niveau de GnRH dans l'hypothalamus moins important, ainsi qu'une concentration de LH plus faible dans l'hypophyse. La sensibilité des truies à l'inhibition par les oestrogènes est plus importante alors que la rétroaction positive sur la production de LH est diminuée, les pulses de LH étant alors moins importants.

De nombreux auteurs ont montré qu'en été, on observait une diminution importante de la part des truies présentant un retour en oestrus au cours de la semaine suivant le sevrage

(Love, 1978; Dial 1984; Love *et al.*, 1993; Wan *et al.*, 1994). On attribue cet allongement de l'ISO à la fois à des températures élevées (Love, 1978), mais aussi à un photopériodisme différent (Love *et al.*, 1993). D'autres facteurs interviennent encore, tels la conduite d'élevage, des facteurs nutritionnels, comportementaux, sociaux, conduisant à un retour en oestrus tardif voir à l'anoestrus, expression de nombreuses formes d'infertilité comme la mortalité embryonnaire précoce, des kystes ovariens, ou bien encore un oestrus silencieux (Wan *et al.*, 1994). Cependant d'après Enne et Greppi (1993) en accord avec Prunier *et al.* (1993, 1994), il semblerait que la chaleur soit le facteur le plus important du retour en oestrus retardé ou d'un anoestrus, sans pour autant que le rôle de la photopériode soit négligeable. ISO allongé et anoestrus seraient en grande partie expliqués par la diminution du niveau d'ingestion (Prunier *et al.*, 1996).

On ne sait pas actuellement si des températures ambiantes élevées sont capables d'inhiber le fonctionnement de l'axe hypothalamus-hypophyse-ovaires, indépendamment de leurs effets sur la diminution de l'appétit.

L'étude de Messias de Bregança *et al.* (1995) ne montre pas d'influence négative directe d'une température ambiante élevée sur le retour en oestrus après le sevrage. Cependant, ils observent une diminution de la teneur en hormones thyroïdiennes (triiodothyronine et thyroxine) chez des truies primipares soumises à 30°C, comparées à des truies exposées à 20°C. Or, il semblerait que ces hormones, qui jouent un rôle important dans l'adaptation à l'environnement climatique, pourraient influencer le fonctionnement de l'axe gonadotrope (Prunier *et al.*, 1996).

Mais peu d'études ont démontré l'influence de la température sur les sécrétions des gonadotropines chez la truie.

La LH et la FSH sont des hormones clés quant au contrôle de la croissance folliculaire. Elles jouent sans doute un rôle dans les mécanismes endocriniens régulant le retour en oestrus influencés par la température et la photopériode (Prunier *et al.*, 1994).

Or, des truies primipares exposées à une température ambiante élevée, et ayant un appétit diminué, présentant un intervalle sevrage-oestrus allongé, montrent une diminution du pic de LH. Le stress thermique aurait une incidence directe sur la fonctionnalité de l'hypophyse. En fait, la réponse de l'hypophyse (production de LH) à une administration d'oestradiol benzoate (E2-B) chez la truie ovariectomisée semble dépendre de la température ambiante. A 35°C, les niveaux de LH circulant sont moins élevés et plus espacés : la rétroaction positive induite par E2-B est plus diminuée par la température (Enne et Greppi, 1993). Précisons que l'on n'a pas observé d'influence significative de la photopériode sur la concentration de LH (Prunier *et al.*, 1994).

Les concentrations de FSH circulantes augmentent chez des truies allaitantes soumises à de hautes températures (Prunier *et al.*, 1994). Ces mêmes auteurs ont montré que la photopériode n'influe pas sur la concentration en FSH. La sécrétion de FSH est très dépendante de l'inhibition ovarienne. Une sécrétion de FSH plus importante pourrait refléter un niveau plus faible des sécrétions ovariennes, en particulier d'inhibine, et un degré de maturité des follicules moins élevé.

De plus, on a montré chez des truies prépubères exposées à des températures élevées (33,3 °C) que l'élévation transitoire de LH et FSH, et la croissance folliculaire qui en découle sont amoindries, révélant une moindre capacité de l'axe hypothalamus-hypophyse-ovaire à sécréter des gonadotropines (Prunier *et al.*, 1996).

D'autres hormones, hormis les gonadotropines, influencées par la balance énergétique sont capables d'altérer la sécrétion des gonadotropines ou de modifier la croissance des follicules au niveau ovarien peuvent interférer avec l'influence de températures élevées sur le retour en oestrus.

Une augmentation de **GH** et une diminution du **cortisol** plasmatique ont déjà été observées chez des truies allaitantes exposées à des températures ambiantes élevées (Prunier *et al.*, 1993). Cependant, des effets de la GH et du cortisol, négatifs comme positifs, ont été relevés sur l'axe gonadotropes (Prunier *et al.*, 1996).

Des niveaux de cortisol bas, obtenus expérimentalement par une augmentation de la température ambiante peuvent, après une stéroïdogénèse normale, conduire à la diminution du niveau de progestérone synthétisée. Ainsi, l'ovaire comme l'axe gonadotrope moins fonctionnel (diminution de la synthèse de GnRH et de LH) serait à l'origine de l'hypofertilité en relation avec des températures élevées. On pourrait supposer que la diminution de la sensibilité des récepteurs hypophysaires à la GnRH serait induite par une diminution de la cortisolémie.

De même, la concentration en **oestradiol** est légèrement plus élevée au 14ème jour de lactation chez des truies exposées à une température élevée. On suppose que les glandes surrénales sont impliqués dans ce phénomène (Prunier *et al.*, 1994).

On a observé une concentration d'oestradiol circulant importante chez les truies en anoestrus, suggérant la présence de l'oestradiol en quantité suffisante dans le sang pour inhiber les pulses de LH. En été, le pic d'oestrogène pré-ovulatoire et l'augmentation post-ovulatoire de progestérone semblent être moins marqués qu'en hiver. On remarque alors que le taux d'ovulation diminue considérablement (Enne et Greppi, 1993).

Selon certains auteurs, l'augmentation du niveau de **prolactine** pendant l'été aurait un rôle important sur les phénomènes d'anoestrus. Cependant, il est possible que l'hyperprolactinémie soit due plus au photopériodisme qu'à des températures élevées (Enne et Greppi, 1993). Pourtant, le photopériodisme ne serait pas responsable de cette augmentation (Prunier *et al.*, 1996).

En conclusion, une température ambiante élevée a une influence négative sur le retour en oestrus, traduit par un allongement de l'intervalle sevrage-oestrus, ou bien même un anoestrus. L'insuline en particulier, mais aussi le cortisol, la GH et l'IGF-I seraient susceptibles d'influencer le fonctionnement de l'axe gonadotrope, induisant une modification du profil de sécrétion de la LH (concentration plus faible et pulsativité moindre) avant le sevrage. On observe aussi des concentrations modifiées de FSH, d'oestradiol et de prolactine, que l'on pourrait attribuer préférentiellement à un effet direct de la chaleur sur l'animal. Les températures ambiantes élevées expliquent l'infertilité en été. Il existe donc une interaction température-photopériodisme, et l'on détermine mal encore quels sont les effets de l'un et l'autre de ces deux facteurs, et de leur leurs éventuelles interactions.

La bibliographie confirme l'existence des besoins énergétiques élevés de la truie en lactation, difficilement couverts par un niveau d'ingestion. L'aggravation de ce défaut d'appétit sous l'effet de températures élevées a été largement mis en évidence.

La supplémentation du régime de la truie en lipides a pour objectif d'augmenter sa consommation en énergie. Elle ne semble pourtant pas donner de résultats concordants, positifs ou négatifs, aussi bien sur les performances de la truie et la croissance de sa portée en milieu tempéré. D'autre part, l'effet de l'incorporation de lipides dans le régime de la truie en lactation a été très peu étudié en milieu tropical.

L'objectif de notre étude vise donc à déterminer l'effet de deux taux d'incorporation de lipides dans la ration de la truie en lactation sur les critères habituels de productivité des truies et de leurs portées, sous l'effet du climat tropical.

**Tableau 2 : Mise en lot des truies Large White en milieu tropical**

	Mise en lot théorique				Mise en lot réelle	
	N° de portée	N° de portée moyen	Poids kg	Poids moyen (kg de poids vif)	N° de portée moyen	Poids moyen (kg de poids vif)
<b>BANDE a</b>						
	<b>926961</b> <sup>(1)</sup>	<b>6</b>	<b>305</b>			
T	940168 <sup>(2)</sup>	3	267	257±53,7	3,5	252,0±75,0
	<b>950330</b>	<b>1</b>	<b>199</b>			
	<b>926519</b>	<b>8</b>	<b>298</b>			
L6	930377 <sup>(3)</sup>	4	281	261±50	3,0	251,0±65,0
	<b>950358</b>	<b>1</b>	<b>204</b>			
	<b>926846</b>	<b>7</b>	<b>309</b>			
L12	940642 <sup>(4)</sup>	2	215	259±47,3	2,7	281,0±39,6
	<b>950005</b>	<b>1</b>	<b>253</b>			
<b>I</b>						
	<b>940241</b>	<b>3</b>	<b>279</b>			
T	930448	4	281	275,5±25,3	3,8±1,7	275,5±25,3
	930544 <sup>(5)</sup>	6	299			
	<b>950073</b>	<b>2</b>	<b>243</b>			
	<b>940107</b>	<b>3</b>	<b>268</b>			
L6	930441	4	258	280,0±20	4,8±1,7	280,0±20,0
	930372	5	298			
	926847	7	296			
	<b>940177</b>	<b>3</b>	<b>243</b>			
L12	930387	5	274	261,7±33,0	5,3±2,1	261,7±33,0
	930346	5	228			
	<b>926516</b>	<b>8</b>	<b>302</b>			

<sup>(1)</sup> Mise bas 1 semaine avant la date prévue. Gardée dans l'expérimentation, et ensemble des mesures avancées d'une semaine

<sup>(2)</sup> Truie morte à la MB; hémorragie interne

<sup>(3)</sup> Sortie de l'expérimentation suite à la MB; mamite-métrite-agalaxie.

<sup>(4)</sup> Truie vide

<sup>(5)</sup> Sortie de l'expérimentation le 10/05/96 (8ème jour de lactation); ingestion nulle

**En gras**, truies ayant participé à l'expérimentation complète.

## 2 - MATERIEL ET METHODES

Deux expérimentations identiques ont été menées simultanément en milieu tropical (Guadeloupe, INRA-Centre de Recherches Agricoles (CRAAG)) et en milieu tempéré (Sarthe, Ets SANDERS, Station expérimentale de Sourches).

Les animaux utilisés sont des porcs de génotypes améliorés très voisins (Large White à la Guadeloupe; Landrace-Large White à Sourches).

Ces animaux subissent dans chaque milieu climatique les mêmes traitements entre le 105ème jour de gestation (G105) et la fin de la lactation (28ème jour; A28) pour les truies et de la naissance à 70 jours pour les porcelets.

24 truies en milieu tropical, et 24 truies en milieu tempéré sont réparties en 3 lots, équilibrés en poids, en âge et en numéro de portée. Les lots sont soumis à trois régimes qui diffèrent uniquement par leur teneur en lipides.

Les truies du premier lot reçoivent un aliment standard (Témoin, T), et celles des deux autres lots reçoivent cet aliment, enrichi d'un même mélange lipidique, à raison de 6 % (L6) ou 12 % (L12).

Les porcelets issus des trois lots reçoivent tous un même régime alimentaire. Ce régime est composé d'un aliment 1er âge distribué entre 21 et 42 jours de vie, puis un aliment 2ème âge distribué entre 42 et 70 jours d'âge.

### 2.1 - Conduite de l'expérimentation

Les truies entrent en cellules de lactation et reçoivent l'aliment expérimental à G105 environ.

Pendant la lactation, des lampes à infra-rouges sont disposées dans chaque loge, afin de chauffer les porcelets.

Les mises-bas sont synchronisées par injection de planate. Les portées sont équilibrées à 9 ou 10 porcelets afin de réduire la variabilité de la taille, par le jeu d'éliminations ou d'adoptions intra-lot, réalisées au cours des 48 heures suivant la mise bas. Les porcelets sont sevrés à 28 jours post-partum.

Après le sevrage, la détection de l'oestrus est assurée par passage quotidien du verrat, et un dosage de progestérone 11 jours après le sevrage afin de détecter d'éventuelles ovulations silencieuses.

Tableau 3 : Mise en lot des truies Landrace-Large White en milieu tempéré

		Mise en lot			
		N° de portée	N° moyen de portée	Poids kg	Moyenne kg
T	4020	5		316	
	4052	4		246	
	4093	3		271	
	5016	3		276	
	5023	2	2,6±1,4	286	264,6±31,8
	5049	2		271	
	5087	1		212	
	5088	1		239	
	Lé	4064	4		273
4067		4		244	
4098		3		317	
5005		3		278	
5040		2	2,5±1,2	277	256,5±36,9
5048		2		240	
5080		1		201	
5085		1		222	
L1	4060	4		322	
	4068	4		308	
	5002	3		295	
	5007	3		266	
	5042	2	2,5±1,2	256	263,1±42,0
	5047	2		224	
	5081	1		215	
	5084	1		219	

## 2.2 - Animaux et mise en lot

### 2.2.1 - Milieu tropical - CRAAG

Nous avons utilisé 24 truies Large White, appartenant à la station expérimentale du CRAAG. Ces truies ont été divisées en deux bandes (a et b, de 12 truies) successives (Tableau 2), vu les capacités d'accueil de la maternité (12 loges). Les dates moyennes de mises bas pour chaque bande sont respectivement le 21 mars 1996 et le 2 mai 1996.

Les animaux ont été répartis en trois lots en fonction de leur poids et de leur numéro de portée, affectés chacun à l'un des 3 régimes expérimentaux. L'effectif réel de l'essai A (bande a) été diminué de 6 truies. Des événements parasites n'ont permis d'utiliser les 12 animaux de l'essai B (bande b) que jusqu'au 7ème jour de lactation. Le Tableau 2 indique les répartitions théorique et réelle des animaux en lots.

### 2.2.2 - Milieu tempéré - Sanders, Station expérimentale de Sourches

On a utilisé 24 truies Landrace-Large White (Tableau 3) pour la réalisation de l'expérimentation, en une seule bande, les installations le permettant.

## 2.3 - Alimentation

Compte tenu de l'addition de lipides dans les régimes expérimentaux, les aliments renferment tous une dose importante de butyl-hydroxytoluène (BHT) comme antioxydant, en plus d'antifongiques pour les aliments stockés en milieu tropical.

### 2.3.1 - Alimentation de la truie

Avant la saillie, durant la gestation jusqu'au 104ème jour (G104), et après le sevrage, les truies reçoivent 2,8 kg d'un aliment standard contenant 14,5% de protéines, 2,9 Mcal ED/kg et 0,65 % de lysine. A partir de G105 jusqu'au sevrage, les truies reçoivent de l'aliment expérimental. Les animaux sont rationnés de G105 à G110. On a calculé les besoins énergétiques d'après les équations d'estimation de gestation élaborées par Dourmad (1994) en tenant compte du poids moyen des animaux à cette période. Ensuite, chacun des aliments est distribué à volonté.

L'eau est disponible en permanence.

Trois régimes expérimentaux renfermant (Tableau 4) chacun 17,5 % de protéines, 0,85 % de lysine et ne diffèrent que par leurs taux de lipides. Cette fraction lipidique est constituée d'un mélange d'huiles d'arachide et de colza assurant un apport équilibré d'acides linoléique et  $\alpha$ -linoléique (Tableau 5).

On a donc :

- l'aliment témoin (T) classique pour truie en lactation. Sa teneur énergétique nette (EN) est de 2 752 kcal/kg de matière brute (MB). Cet aliment contient 1,4 % de matières grasses.

Tableau 4 : Compositions chimiques théoriques et analysées des aliments destinés aux truies

	Aliment T				Aliment L6				Aliment L12			
	Théorique		Analysé		Théorique		Analysé		Théorique		Analysé	
	Brut	Sec	Brut	Sec	Brut	Sec	Brut	Sec	Brut	Sec	Brut	Sec
<b>H2O</b>	13.02	<b>0.00</b>	13.08	<b>0.00</b>	12.23	<b>0.00</b>	11.88	<b>0.00</b>	11.43	<b>0.00</b>	11.87	<b>0.00</b>
<b>PB</b>	15.76	<b>18.12</b>	15.79	<b>18.17</b>	16.54	<b>18.84</b>	13.27	<b>15.06</b>	17.32	<b>19.56</b>	17.46	<b>19.81</b>
<b>MG</b>	1.40	<b>1.61</b>	1.30	<b>1.50</b>	7.23	<b>8.24</b>	7.20	<b>8.17</b>	13.05	<b>14.73</b>	12.35	<b>14.01</b>
<b>MM</b>	5.56	<b>6.39</b>	5.15	<b>5.92</b>	5.67	<b>6.46</b>	5.10	<b>5.79</b>	5.91	<b>6.67</b>	5.04	<b>5.72</b>
<b>Amidon</b>	38.52	<b>44.29</b>	38.39	<b>44.17</b>	35.40	<b>40.33</b>	35.19	<b>39.93</b>	32.19	<b>36.34</b>	31.41	<b>35.64</b>
<b>Sucres</b>	7.42	<b>8.53</b>	8.08	<b>9.30</b>	6.97	<b>7.94</b>	7.68	<b>8.72</b>	6.50	<b>7.34</b>	7.55	<b>8.57</b>
<b>NDF</b>	15.50	<b>17.82</b>	15.65	<b>18.01</b>	13.09	<b>14.91</b>	14.41	<b>16.35</b>	10.68	<b>12.06</b>	12.74	<b>14.46</b>
<b>Cellulose</b>	5.66	<b>6.51</b>	5.08	<b>5.84</b>	4.79	<b>5.46</b>	4.64	<b>5.27</b>	3.92	<b>4.43</b>	4.08	<b>4.63</b>
<b>Lys</b>	0.82	<b>0.94</b>			0.90	<b>1.02</b>			0.98	<b>1.10</b>		
<b>Mét</b>	0.23	<b>0.26</b>			0.25	<b>0.28</b>			0.26	<b>0.30</b>		
<b>Thr</b>	0.60	<b>0.69</b>			0.63	<b>0.72</b>			0.67	<b>0.76</b>		
<b>Parois</b>			16.57	<b>19.06</b>			14.50	<b>16.45</b>			12.86	<b>14.59</b>

**PB** : Protéines Brutes; **MG** : Matières Grasses; **MM** : Matière Minérale; **NDF** : Neutral Detergent Fiber; **Lys** : Lysine; **Met** : Méthionine; **Thr** : Thréonine

Tableau 5 : Composition en Aides Gras (en % des AG totaux) des aliments distribués aux truies

	Aliment T	Aliment L6	Aliment L12
<b>16 : 0</b>	15,3	10,2	8,7
<b>18 : 0</b>	2,5	3,2	3,1
<b>AGS Totaux</b>	19,4	16,2	14,8
<b>18 : n-9</b>	19,9	43,0	47,2
<b>AGMI Totaux</b>	23,9	44,7	51,5
<b>18 : 2n-6</b>	50,2	34,3	28,1
<b>AGPI n-6 Totaux</b>	50,4	33,4	28,2
<b>18 : 3n-3</b>	4,9	5,2	5,3
<b>AGPI n-3 Totaux</b>	6,3	5,7	5,5
<b>AGPI Totaux</b>	56,7	39,1	33,7
<b>n-6/n-3</b>	8,0	5,9	5,1

- l'aliment « L6 », correspondant à l'aliment témoin auquel on ajoute 6 % de lipides. Sa teneur en EN est de 3 049 kcal/kg MB.
  - l'aliment « L12 », correspondant à l'aliment témoin auquel on ajoute 12 % de lipides, d'où une teneur en EN de 3 328 kcal/kg MB.
- Les aliments se présentent sous la forme de granulés de 5 mm de diamètre.

### 2.3.2 - Alimentation des porcelets

Les porcelets reçoivent à volonté un aliment 1er âge (21ème au 42ème jour d'âge) et un aliment 2ème âge jusqu'à 70 jours de vie (Tableau 6).

## 2.4 - Mesures

### 2.4.1 - Mesures sur truies

#### 2.4.1.1 - *Mesure d'ingestion journalière*

Chaque matin (7h), durant toute la phase d'alimentation à volonté (G111 à A28), on a pesé les quantités d'aliments refusés (R) et proposés (P) pour chaque truie. La teneur en matière sèche est ensuite déterminée et la quantité d'aliment ingéré (I) estimée par la différence :  $I=P-R$ .

Une fois par semaine, des mesures du niveau d'ingestion ont été effectuées entre 7h et 13h, 13h et 19h et après 19 h.

#### 2.4.1.2 - *Pesées*

Les truies sont pesées (Maréchalle-pesage, Chauny) à l'entrée en maternité, le lendemain de la mise bas, aux 14 et 21ème jours de lactation (A14 et A21) et lors du sevrage (S). Lors de la mise-bas, le poids des placentas est relevé, permettant une meilleure estimation du gain net de gestation.

#### 2.4.1.3 - *Épaisseurs de lard*

L'épaisseur de lard est mesurée au niveau des épaules (passage de sangle), des jambons (dernière côte) et des reins à l'aide d'un échographe (Ultra Scan 900; AMI, Montréal). On effectue chaque mesure à 65 mm de part et d'autre de la colonne vertébrale, afin d'obtenir une mesure moyenne représentative. Ces mesures sont réalisées à G110, A21 et au sevrage.

#### 2.4.1.4 - *Température rectale et rythme respiratoire*

La température rectale (TR), prise à l'aide d'un thermomètre médical, et le rythme respiratoire (RR) sont mesurés pendant 2 minutes une fois par semaine à 7h (température minimale diurne) et à 13h (température maximale de la journée) durant toute la lactation et au cours de la semaine suivant le sevrage.

**Tableau 6** : Composition des aliments porcelets 1er âge et 2ème âge

	Aliment 1er âge		Aliment 2ème âge			
	Analysé		Théorique		Analysé	
	Brut	Sec	Brut	Sec	Brut	Sec
<b>H2O</b>	9.29		11.78	<b>0.00</b>	11.89	
<b>PB</b>	16.77	<b>16.77</b>	18.00	<b>19.10</b>	17.80	<b>18.74</b>
<b>MG</b>	5.25	<b>5.25</b>	5.30	<b>5.62</b>	5.40	<b>5.68</b>
<b>MM</b>			5.76	<b>6.11</b>	5.01	<b>5.27</b>
<b>Amidon</b>	31.05	<b>31.05</b>	36.60	<b>38.84</b>	36.64	<b>38.57</b>
<b>Sucres</b>	12.73	<b>12.73</b>	5.05	<b>5.36</b>	5.66	<b>5.96</b>
<b>NDF</b>	10.24	<b>10.24</b>	15.59	<b>16.54</b>	15.15	<b>15.95</b>
<b>Cellulose</b>	3.35	<b>3.35</b>	4.95	<b>5.25</b>	4.45	<b>4.68</b>
<b>Lys</b>			0.85	<b>0.90</b>		
<b>Met</b>			0.25	<b>0.27</b>		
<b>Thr</b>			1.15	<b>1.22</b>		
<b>Paroi</b>					15.40	<b>16.21</b>

**PB** : Protéines Brutes; **MG** : Matières Grasses; **MM** : Matière Minérale; **NDF** : Neutral Detergent Fiber; **Lys** : Lysine; **Met** : Méthionine; **Thr** : Thréonine

## 2.4.2 - Prélèvements sur truies

### 2.4.2.1 - Colostrum et lait

Afin de faciliter les prélèvements, on injecte 2 à 5 ml d'ocytocine par voie intramusculaire (ocytovet; Virbac), 20 minutes avant la prise effective de lait.

Les porcelets sont séparés de leur mère du moment de l'injection à la fin du prélèvement.

Le colostrum a été prélevé 24 heures après la mise bas, et le lait au 21ème jour de lactation, correspondant au pic de lactation. Les échantillons sont ensuite congelés à -20°C.

### 2.4.2.2 - Sang

Le sang est obtenu par prélèvement dans la jugulaire de la truie. Ce prélèvement nécessite une contention particulière et indispensable (truie présentée la tête vers le haut) afin qu'il soit de bonne qualité.

10 à 15 ml de sang sont prélevés, dans des tubes secs et héparinés la semaine précédant la mise bas, entre A18 et A20 et 11 jours après le sevrage. Après centrifugation à + 4°C, les échantillons (plasma et sérums) sont stockés à -20°C.

## 2.4.3 - Mesures sur porcelet

### 2.4.3.1 - Dénombrement des porcelets à la mise-bas.

Les porcelets nés-vivants, mort-nés, et momifiés sont décomptés à la naissance.

### 2.4.3.2 - Niveau d'ingestion

Les quantités d'aliment ingéré par les porcelets ont été mesurées pour chaque portée, selon le principe appliqué aux truies (pesée des proposés et collecte des refus), depuis la distribution de l'aliment 1er âge jusqu'au 70ème jour d'âge.

### 2.4.3.3 - Poids vif

Les porcelets sont pesés (Pango, Paris) à la naissance, à 14 et 21 jour d'âge, au sevrage, à 42 jours et enfin à 56 et 70 jours d'âge (balance Maréchalle, Chauny). Les porcelets morts-nés ou morts en cours d'expérimentation sont également pesés.

### 2.4.3.4 - Epaisseurs de lard

Elles sont mesurées en deux sites (épaules et dos) sur les porcelets de 70 jours d'âge par échographie. On utilise les mêmes repères que pour les mesures sur truies.

### 2.4.3.5 - Abattage

Un porcelet de chaque portée (mâle de poids moyen) a été sacrifié à 21 jours et 70 jours d'âge, après 12 heures de jeun.

Les données recueillies sont le poids vif avant l'abattage, le poids du coeur, du foie, de l'appareil digestif plein, de l'estomac vide, de l'intestin grêle vide, du gros intestin, du mésentère, de l'appareil uro-génital, de la carcasse chaude, et de la carcasse après ressuyage (24 heures à + 4°C).

### 2.4.3.6 - Broyage des carcasses

Après congélation à - 20°C, les carcasses et leurs viscères sont broyées. Pour cela, on découpe l'animal en gros morceaux. On le passe à la râpe (Magurit, 1993), puis au broyeur (Biro, 1993), en utilisant des grilles à mailles de plus en plus fines (9 mm; 5,5 mm; 3 mm). Après homogénéisation, deux échantillons de broyât sont prélevés et congelés à - 20°C.

## 2.5 - Analyses

### 2.5.1 - Teneur en Matière sèche

La teneur en matière sèche (MS) est déterminée sur les échantillons d'aliment (proposées et refusés), de colostrum, de lait, et de carcasse. L'échantillon broyé et homogénéisé est placé dans l'étuve à 103°C pendant 24 heures. La différence de poids avant et après passage à l'étuve est définie comme la quantité d'eau présente dans l'échantillon frais. Le taux de MS est exprimé en % du poids frais.

### 2.5.2 - Teneur en Matière Minérale

On détermine la teneur en matière minérale (MM) des échantillons d'aliment, de colostrum, de lait et de carcasse.

L'échantillon, frais ou sec, broyé et homogénéisé, est minéralisé au four à 550°C pendant 6 heures. Les cendres obtenues constituent la matière minérale de l'échantillon. Son taux est déterminé par pesées successives de l'échantillon frais et calciné.

### 2.5.3 - Teneur en Matières azotées totales

La teneur en azote (MAT) est déterminée par la méthode de Kjeldhal sur les aliments, les échantillons lyophilisés de colostrum, de lait, et de carcasses.

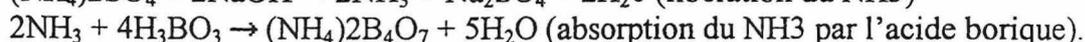
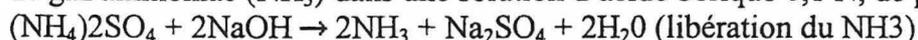
**Principe :** La matière organique est préalablement détruite par une minéralisation acide à chaud (Kjeldastat; Gerhardt, Bonn) puis est distillée (Vapodest 4 titramatic, Gerhardt, Bonn) sous forme NH<sub>3</sub>. La détermination de l'ammoniacque s'effectue par titration automatique (Radiometer, Gerhardt, Bonn).

Ainsi, un échantillon sec est minéralisé avec 10 ml d'acide sulfurique en présence d'un catalyseur (1,5 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,320 g SO<sub>4</sub>Cu, 5H<sub>2</sub>O; 7,5 mg Se) pendant 1 heure. On obtient :

$$2(\text{CHNH}_2) + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2 + \text{R}_2\text{SO}_4.$$

L'azote de l'échantillon est alors sous forme minérale (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>).

L'ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup> est déplacé par addition de soude 10 N; il est entraîné par distillation sous forme de gaz ammoniac (NH<sub>3</sub>) dans une solution d'acide borique 0,1 N, de pH voisin de 4,7 :



Le pH de la solution finale (acide borique et NH<sub>3</sub>) est ramené au pH initial par une solution d'acide chlorhydrique HCl 0,1 N :



La teneur en matières azotées totales est obtenue en multipliant la teneur en azote par le coefficient 6,25.

#### 2.5.4 - Constituants pariétaux

Seuls les aliments sont soumis à ce dosage permettant de déterminer la teneur en fibres. Leur détermination s'effectue par la méthode Van Soest (1963 a et b) à l'aide du Fibertec (Tecator, Höganäs), grâce à une extraction dans différents solvants.

Une prise d'essai (E), contenue dans un creuset à filtre en verre fritté, est hydrolysée durant 1 heure dans le Fibertec avec du détergent neutre (Neutral Detergent Fiber). Le creuset est ensuite pesé après un passage de 24 heures à l'étuve (103°C) (P1 : hémicellulose, lignine, matière minérale). L'échantillon subit une nouvelle hydrolyse pendant 1 heure avec du détergent acide (Acid Detergent Fiber). On pèse à nouveau le creuset après un passage de 24 heures à l'étuve à 103°C (P2).

Enfin, l'échantillon est attaqué par une solution d'acide sulfurique  $\text{H}_2\text{SO}_4$  à 72% pendant 3 heures afin d'obtenir comme résidu la lignine et la matière minérale après un passage à l'étuve (103°C, 24 heures) et une pesée (P3).

Après une minéralisation au four durant 3 heures à 520°C, le creuset est pesé (P4) et ne contient plus que de la matière minérale.

Par différence des différents poids, on obtient :

- hémicellulose :	$[(\text{P1}-\text{P2})/\text{E}] \times 100$
- cellulose :	$[(\text{P2}-\text{P3})/\text{E}] \times 100$
- lignine :	$[(\text{P3}-\text{P4})/\text{E}] \times 100$
- membranes végétales :	$[(\text{P1}-\text{P4})/\text{E}] \times 100$
- lignocellulose :	$[(\text{P2}-\text{P4})/\text{E}] \times 100$

#### 2.5.5 - Lipides

##### 2.5.5.1 - Teneur en Lipides Totaux

Les lipides totaux (LT) sont extraits sur des échantillons lyophilisés de lait, d'aliments, et de carcasses, à chaud (80°C), d'après la méthode Soxhlet modifiée et semi-automatisée (Soxtec HT; Tecator, Höganäs). On utilise de l'éther de pétrole comme solvant.

La différence entre la masse organique avant et après l'extraction permet de déterminer la teneur en lipides de l'échantillon, exprimée en g/kg de MS.

##### 2.5.5.2 - Composition en acides gras (AG)

Elle est déterminée sur les aliments, le sérum, le colostrum et le lait par chromatographie en phase gazeuse (CPG), après extraction par la méthode de Folch *et al.*, (1957) ou de Bligh et Dyer (1959), saponification (laits *et al.*iments) et transméthylation (sérum).

Les lipides totaux du lait et des aliments **sont extraits** selon la méthode de Folch *et al.* (1957). Le principe de la méthode d'extraction repose sur les propriétés d'un mélange binaire de solvants, composé de chloroforme et de méthanol dans les proportions 2:1 (Volume/Volume ou V/V), à solubiliser simultanément les lipides, les glucides et les protéines. De plus, la

présence de méthanol permet la rupture des interactions lipides-protéines et donc une meilleure solubilisation des lipides. Les lipides totaux du sérum sont extraits selon la méthode de Bligh et Dyer (1959), qui permet d'extraire les lipides d'échantillons contenant jusqu'à 80% d'eau sans utiliser d'importantes quantités de solvants, par comparaison avec la méthode de Folch *et al.* (1957). Le principe de cette méthode repose sur la propriété du chloroforme, du méthanol et de l'eau à former une seule phase lorsqu'ils se retrouvent dans les proportions 5:10:4 (V/V/V).

Les lipides sériques sont séparés en 3 classes : les phospholipides, les triglycérides et les esters de cholestérol, par chromatographie en couche mince (CCM). Les lipides sont déposés sur une plaque (20 cm x 20 cm) de silice (gel G) d'épaisseur de 0,5 mm pour provoquer la migration des trois classes de lipides. La plaque est alors placée dans une cuve de CCM contenant 100 ml d'un mélange hexane-ether éthylique - acide formique 80:20:1 (V/V/V) à 0,02% de BHT (poids/volume). La plaque de CCM est ensuite révélée avec une solution d'éthanol additionnée à 0,1% de rhodamine 6G et observée sous rayonnement ultra-violet à 366 nm. La bande correspondant à la classe des phospholipides est grattée et récupérée dans un tube avant transméthylation.

La détermination de la composition en acides gras des lipides totaux des aliments et du lait et des phospholipides des sérums est réalisée par chromatographie en phase gazeuse (CPG). Elle nécessite la conversion des acides gras en esters méthyliques d'acides gras, plus légers.

Pour cela, les lipides totaux du lait et des aliments sont **saponifiés** à froid une nuit par de la potasse alcoolique à 10% à raison de 5 ml pour 50 mg de lipides totaux. Le lendemain, l'extrait alcoolique contenant les savons formés est transvasé dans des tubes de 50ml. Le ballon qui a servi à la saponification est rincé 2 fois avec 2,5 ml d'eau distillée. La fraction insaponifiable est extraite par 2 fois 5 ml d'hexane. Les trois phases sont récupérées dans un ballon taré, puis évaporées à sec. Les acides gras sont séchés sous un courant d'azote et pesés. Ils sont ensuite additionnés de 5 ml de méthanol HCl à 3% et placés à ébullition à reflux pendant 1 heure. Au terme de cette réaction, l'ensemble est transvasé dans un tube de 25 ml dans lequel sont ajoutés 5 ml d'eau distillée. Les esters méthyliques sont extraits 2 fois par 1 ml d'hexane et évaporés à sec. Ils sont ensuite stockés dans 2 ml de chloroforme à -80°C.

Les phospholipides du sérum sont **transméthylés** par du trifluore de bore (BF<sub>3</sub>) à 10% dans le méthanol à raison de ml pour 2 mg de lipides pendant 20 minutes à 90°C (Morisson et Smith, 1964). A la fin de la réaction, le milieu est additionné de 2 ml d'hexane et 2 ml d'eau distillée, puis agité et laissé à décanter. La phase supérieure qui contient les esters méthyliques en solution dans l'hexane est prélevée. Les contaminants éventuels sont éliminés par un lavage avec 1ml d'eau distillée et une centrifugation à 3000g (Rotor JA, Beckman) pendant 5 mn. Les esters méthyliques sont séchés sous flux d'azote et conservés dans du chloroforme à -80°C.

Les esters méthyliques d'acides gras sont ensuite séparés par **CPG** sur un appareil muni d'un injecteur automatique « on-column » (Carlo Erba 4180) en programmation de température, d'un détecteur à ionisation de flamme et d'une colonne capillaire de 50 m de long et de 0,32 mm de diamètre intérieur, garnie de Carbowax 20M (CP Wax 52 CB, Chrompack) sur une épaisseur de 0,2 µm.

L'échantillon est injecté directement dans la colonne, à une température programmable de 54°C à 204°C, à raison de 3°C/mn. Au niveau du détecteur, la combustion des acides gras libère des atomes de carbone ionisés. Ces derniers donnent naissance à un courant électrique dont la faible intensité est transformée en une tension par un électromètre. Celle-ci est ensuite amplifiée et enregistrée par un système informatique Nelson sous forme d'une représentation graphique, montrant le profil d'éluion des acides gras et leur temps de rétention. La surface

des pics est proportionnelle à la quantité d'acides gras élués. L'identification des acides gras ainsi séparés est obtenue par comparaison de leur longueur équivalente de chaîne (LEC) avec celles d'acides gras standards du commerce.

La pression du gaz vecteur (H<sub>2</sub>) est de 0,8 bars, celle des gaz détecteurs, H<sub>2</sub> et air, sont respectivement de 30ml/mn et 300ml/mn.

#### 2.5.6 - Teneur en Energie Brute

L'énergie brute (EB) a été mesurée sur les prélèvements de lait, colostrum, et les échantillons de carcasses broyées. On mesure l'énergie dégagée par la combustion sous oxygène d'une quantité connue d'un échantillon contenue dans une bombe calorimétrique adiabatique (IKA C700 T; Ikawerk, Staufen). L'ensemble est enfermé dans un calorimètre maintenu à température constante. La combustion est déclenchée par l'intermédiaire de deux électrodes reliées par un fil métallique. L'énergie dispersée lors de la combustion de l'échantillon est proportionnelle à l'élévation de température. L'appareil est étalonné à l'aide de l'acide benzoïque. L'énergie est exprimée en MJ/kg MS.

### 2.6 - Traitements statistiques

A l'aide du logiciel Super Anova, on a effectué des analyses de variance à 2 facteurs (aliment/milieu) afin de comparer les résultats obtenus dans les 2 milieux quand les effectifs nous l'ont permis. Des analyses de variance à 1 facteur (aliment) ont permis de comparer les résultats obtenus dans chacun des milieux. Les comparaisons de moyennes ont été effectuées à l'aide d'un test de Newman et Keuls.

Tableau 7 : Poids des truies, en milieu tempéré

	T	L6	L12	
<b>Poids vif (kg)</b>				
- après la MB	265,4 ± 33,2	256,5 ± 36,9	262,4 ± 40,8	NS
- au S	245,7 ± 37,0	242,5 ± 34,7	249,4 ± 49,8	NS
<b>Perte de poids total en lactation</b>				
- en kg	19,6 ± 10,4	14,0 ± 17,0	13,0 ± 16,2	NS
- en g/j	701 ± 370	800 ± 606	464 ± 578	NS
- en % du poids à la MB	7,6 ± 4,8	5,3 ± 6,5	5,4 ± 6,5	NS

MB : Mise Bas - S : Sevrage (28 jours)

Tableau 8 : Epaisseurs de lard des truies (en mm) , en milieu tempéré

	T	L6	L12	
<b>G110</b>				
- épaules	25,0 ± 7,5	18,0 ± 4,7	20,8 ± 9,9	NS
- reins	15,5 ± 4,4	15,8 ± 3,9	19,1 ± 6,5	NS
- jambon	16,3 ± 4,2	15,6 ± 5,4	16,4 ± 3,1	NS
<b>S</b>				
- épaules	27,6 ± 3,6	27,8 ± 5,8	26,5 ± 6,3	NS
- reins	16,1 ± 3,6	15,0 ± 3,2	19,5 ± 6,9	NS
- jambons	13,8 ± 2,7	16,8 ± 5,1	17,0 ± 5,5	NS

GX : Xème jour de Gestation - S : Sevrage (28 jours)

Tableau 9 : Nombre de porcelets nés totaux, vivants, morts nés, morts à 48h et sevrés, en milieu tempéré

	T	L6	L12	
Nés totaux	14,4 ± 3,3	13,7 ± 2,7	12,5 ± 3,3	NS
Nés vivants	13,6 ± 2,8	13,2 ± 2,5	12,1 ± 2,8	NS
Morts nés	0,7 ± 0,9	0,5 ± 0,8	0,4 ± 0,7	NS
Morts à 48h	1,7 ± 1,8	0,9 ± 0,8	1,0 ± 1,2	NS
Sevrés	10,6 ± 0,7	10,6 ± 0,7	10,0 ± 0,7	NS

Tableau 10 : Production estimée et composition du lait entre 0 et 21 jours, en milieu tempéré

	T	L6	L12	
- Production laitière <sup>1</sup> (g/plt/j) <sup>2</sup>	757,7 ± 111,7 <sup>3</sup>	745,3 ± 146,1	796,6 ± 169,6	NS
- Production laitière (kg/j) <sup>1</sup>	8,0 ± 1,2	7,9 ± 1,5	8,0 ± 1,7	NS
- MS <sup>1</sup> (g/plt/j)	139,1 ± 17,9	137,5 ± 23,4	141,4 ± 27,2	NS
- Energie <sup>1</sup> (kcal/plt/j)	909,6 ± 113	899,3 ± 147,8	923,6 ± 171,8	NS
- Azote <sup>1</sup> (g/plt/j)	5,7 ± 0,6	5,6 ± 0,8	5,8 ± 0,9	NS
- MS (% MB) à 0j	21,0 ± 3,9	22,1 ± 3,8	25,5 ± 4,5	NS
- MS (% MB) à 19j	14,9 <sup>a</sup> ± 6,1	20,1 <sup>b</sup> ± 1,3	20,3 <sup>b</sup> ± 2,4	*
- Azote (% MS) à 0j	39,5 ± 8,1	33,7 ± 3,8	33,0 ± 5,2	NS
- Azote (%MS) à 19j	28,6 <sup>a</sup> ± 1,4	25,2 <sup>b</sup> ± 1,4	25,2 <sup>b</sup> ± 1,5	***
- LT (% MS) à 0j	42,6 ± 4,9	44,9 ± 5,5	45,9 ± 6,9	NS
- LT (%MS) à 19j	32,0 ± 3,4	41,1 ± 5,1	38,0 ± 3,0	NS

<sup>1</sup> Valeurs estimées d'après les travaux de Noblet et Etienne, 1989 - <sup>2</sup> g/porcelet/jour

<sup>3</sup> Moyenne ± écart type - MS : Matière Sèche, LT : Lipides Totaux;

### 3 - RESULTATS

#### A - RESULTATS ZOOTECHNIQUES

##### 1 - Milieu tempéré

###### 1.1 - Température et humidité relative ambiantes

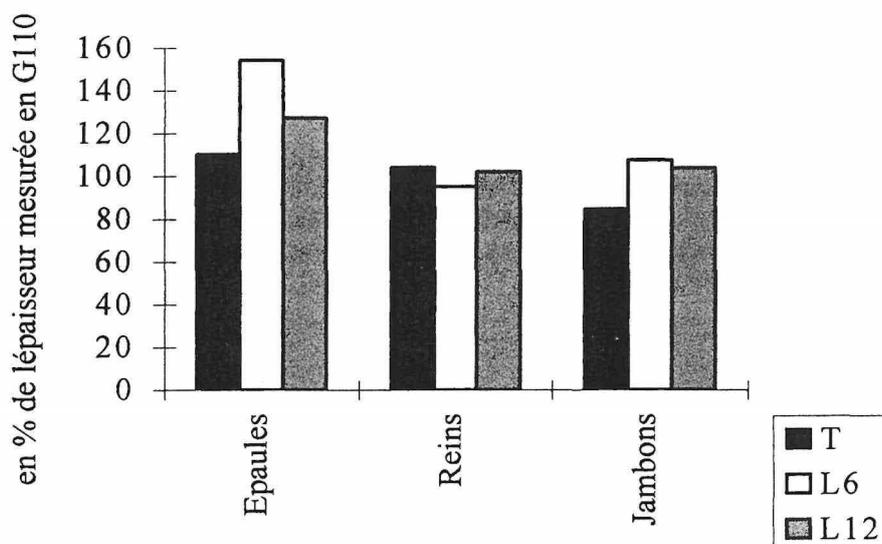
La température ambiante moyenne sur la période d'étude en milieu tempéré est de  $21,4 \pm 1,3$  °C, avec un minimum de 20,1°C et un maximum de 27°C (Annexe I). L'humidité relative moyenne est de  $49,3 \pm 4,8$  %.

###### 1.2 - Performances des truies

L'évolution pondérale des truies n'est pas affectée de façon significative par l'apport alimentaire de lipides au cours de la lactation (Tableau 7).

Les épaisseurs de lard (Tableau 8, Figure 9), mesurées à la MB et au sevrage au niveau des épaules, des jambons et des reins ne sont pas différents au seuil de 5% en fonction du régime alimentaire des truies.

Figure 9 : Epaisseurs de lard mesurées au niveau des épaules, du dos et des reins, en milieu tempéré



Les nombres de porcelets nés totaux, nés vivants, morts nés, morts à 48h et sevrés ne sont pas affectés par le régime des truies (Tableau 9).

Les estimations de la production laitière, de l'excrétion de MS, azote et énergie entre 0 et 21 jours n'indiquent pas d'effet du régime (Tableau 10). Les teneurs en MS et en azote

**Tableau 11** : Poids (kg de poids vif) de la portée à la naissance, des porcelets de la portée et des culots de portée sous la mère, en milieu tempéré

	<b>T</b>		<b>L6</b>		<b>L12</b>		
	72 <sup>1</sup>		72 <sup>1</sup>		67 <sup>1</sup>		
Poids de la portée à la N	13,2	± 1,4	12,2	± 2,3	12,9	± 3,2	NS
à la N	1,5 <sup>a</sup>	± 0,3	1,4 <sup>b</sup>	± 0,3	1,5 <sup>a</sup>	± 0,3	NS
à 14j	5,2 <sup>a</sup>	± 0,8	4,9 <sup>b</sup>	± 1,0	4,8 <sup>b</sup>	± 1,1	NS
à 21 j	7,1	± 1,2	6,9	± 1,3	7,0	± 1,5	NS
au S	9,0 <sup>a</sup>	± 1,4	8,5 <sup>ab</sup>	± 1,8	8,3 <sup>b</sup>	± 1,8	NS
<b>Culots de portée</b> <sup>2</sup>	7 <sup>1</sup>		12 <sup>1</sup>		6 <sup>1</sup>		
à la N	1,0	± 0,1	0,9	± 0,1	0,9	± 0,1	NS
à 14j	3,7	± 0,6	3,8	± 0,5	3,5	± 1,0	NS
à 21 j	5,4	± 1,0	5,7	± 0,7	5,3	± 1,6	NS
au S	7,2	± 1,3	6,7	± 1,4	6,2	± 2,0	NS

<sup>1</sup> Effectif à la naissance; <sup>2</sup> Porcelets dont le poids est ≤ 1kg à la naissance;

a, b,... : les valeurs affectées d'une même lettre ne sont pas différentes entre elles

(+ 0,05 < P < 0,06; \* P < 0,05; \*\* P < 0,01; \*\*\* P < 0,001); NS : Non Significatif ; N : Naissance;

S : Sevrage (28 jours)

**Tableau 12** : Consommation moyenne journalière/semaine des truies, en milieu tempéré

	<b>T</b>		<b>L6</b>		<b>L12</b>		
<b>en MS (kg/j)</b>							
S0 (G111-G114)	2,9	± 0,6	3,0	± 0,4	3,1	± 0,3	NS
S1 (A0-A7)	4,5	± 1,3	4,4	± 0,9	4,3	± 1,4	NS
S2 (A8-A14)	6,5	± 1,6	5,9	± 0,9	5,0	± 1,5	NS
S3 (A15-A21)	7,0	± 1,4	6,1	± 0,9	5,8	± 0,9	NS
S4 (A22-A26)	7,5	± 1,1	6,7	± 1,0	6,3	± 1,3	NS
A0-A26	6,2	± 1,3	5,6	± 0,7	5,2	± 1,3	NS
<b>en MS (g/kgP0,75/j)</b>							
S1	69,1	± 15,4	69,9	± 118,2	65,2	± 17,6	NS
S2	101,3 <sup>a</sup>	± 19,2	95,0 <sup>ab</sup>	± 16,3	77,9 <sup>b</sup>	± 14,8	*
S3	112,3	± 17,7	99,7	± 13,3	92,7	± 20,0	NS
S4	120,6 <sup>a</sup>	± 11,5	110,1 <sup>ab</sup>	± 112,4	100,5 <sup>b</sup>	± 14,5	*
A0-A26	97,6 <sup>a</sup>	± 13,1	91,2 <sup>ab</sup>	± 12,3	81,5 <sup>b</sup>	± 13,0	+
<b>en EN (Mcal/j)</b>							
S0	7,7 <sup>a</sup>	± 1,4	8,1 <sup>a</sup>	± 1,2	9,3 <sup>b</sup>	± 0,8	**
S1	10,9	± 3,2	11,8	± 2,5	12,7	± 4,2	NS
S2	15,4	± 3,9	15,6	± 2,3	14,7	± 4,2	NS
S3	16,7	± 3,4	16,3	± 2,5	17,1	± 4,4	NS
S4	17,9	± 2,6	18,1	± 2,7	18,6	± 3,8	NS
A0-A26	14,7	± 3,1	15,8	± 1,9	15,3	± 3,7	NS
<b>en EN (kcal/kgP0,75/j)</b>							
S1	165,3	± 36,9	187,2	± 48,7	192,4	± 51,9	NS
S2	242,7	± 46,1	254,5	± 43,6	229,7	± 43,5	NS
S3	268,9	± 42,5	266,9	± 35,6	273,3	± 58,9	NS
S4	288,8	± 27,5	294,8	± 33,1	296,4	± 42,7	NS
A0-A26	233,7	± 31,5	244,2	± 32,8	240,3	± 38,4	NS

MS : Matière Sèche; EN : Energie Nette

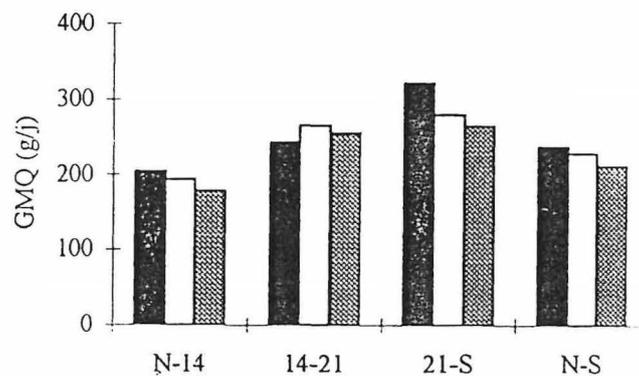
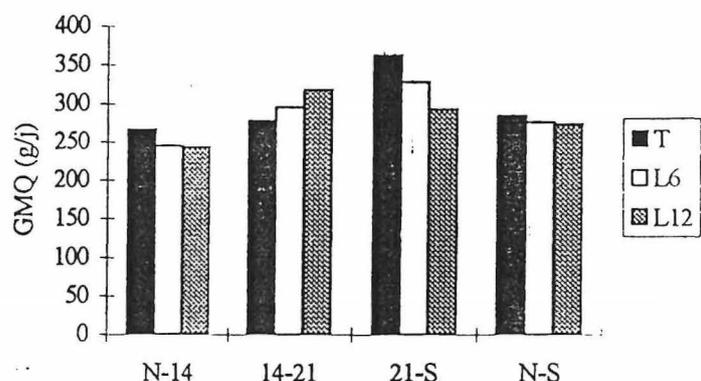
GX : Xème jour de Gestation - AX : Xème jour d'Allaitement - P<sup>0,75</sup> : Poids métabolique

du lait sont augmentées (respectivement  $P < 0,01$  et  $P < 0,001$ ) sous l'effet de la teneur en lipides des régimes.

Les poids de portées à la naissance ne sont pas modifiés significativement par les régimes alloués aux truies (Tableau 11). L'incorporation de lipides aux régimes des mères n'affectent pas de manière significative les poids des porcelets à la naissance, à 14 jours, à 21 jours et au sevrage (Figure 10). Il en est de même pour les poids des « culots de portée » (porcelets dont le poids de naissance est  $\leq 1,0$  kg) (Figure 11).

Figure 10 : Croissance des porcelets sous la mère, en milieu tempéré

Figure 11 : Croissance des culots de portée sous la mère, en milieu tempéré

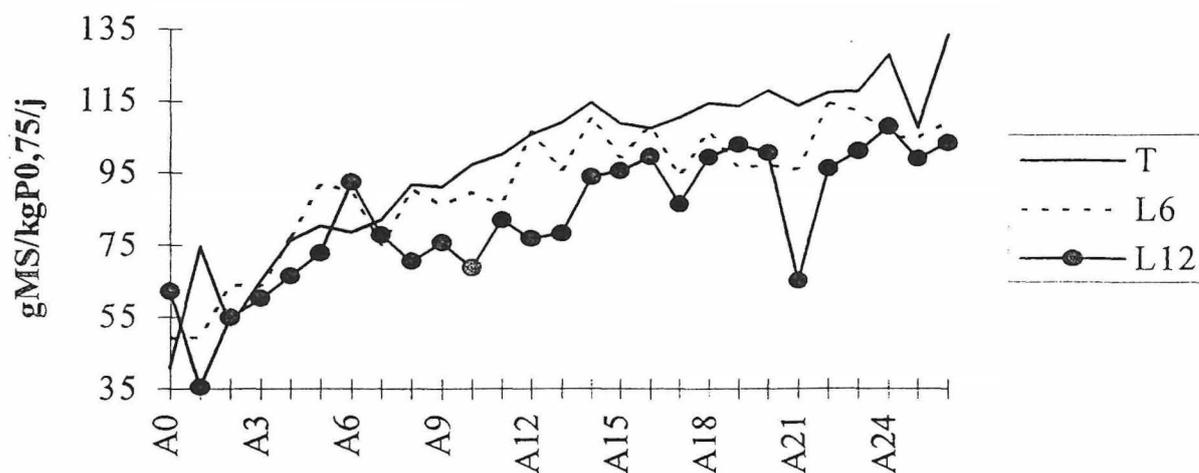


### 1.3 - Consommation des truies

La consommation moyenne des truies, indifféremment du régime, augmente ( $+28,7 \pm 8,5$  % de matière sèche ingérée en moyenne entre la dernière et la première semaine de lactation pour les lots T ( $P < 0,001$ ), L6 ( $P < 0,001$ ) et L12 ( $P < 0,05$ ) (Tableau 12).

L'ingestion moyenne de MS/kg<sup>P0,75</sup> des truies T est supérieure ( $P < 0,01$ ) à celle des truies L12 sur les périodes allant de A8 à A14 et de à A22 à A28 (Figure 12). On retrouve cette supériorité en terme de tendance ( $P = 0,06$ ) sur l'ensemble de la lactation.

Figure 12 : Consommation journalière des truies exprimée en g MS/kgP<sup>0,75</sup>, en milieu tempéré



L'incorporation de lipides ne modifie pas significativement le niveau d'ingestion en énergie/kg P<sup>0,75</sup> des truies, quelle que soit la période de lactation considérée (Figure 13).

Tableau 13 : Rythme respiratoire (/mn) des truies, en milieu tempéré

	T	L6	L12	
- G110 matin	48,6 ± 18,7	61,5 ± 31,0	34,0 ± 15,1	NS
- G110 midi	38,0 ± 20,4	37,1 ± 13,2	33,0 ± 10,0	NS
- A7 matin	45,7 ± 14,2	39,3 ± 26,5	23,3 ± 12,5	NS
- A7 midi	46,3 ± 29,0	36,6 ± 15,6	27,5 ± 7,0	NS
- A14 matin	44,0 ± 27,4	56,5 ± 21,2	34,5 ± 17,2	NS
- A14 midi	61,5 <sup>a</sup> ± 28,3	40,0 <sup>ab</sup> ± 19,1	37,0 <sup>b</sup> ± 11,7	+
- A21 mat	59,3 ± 26,9	60,0 ± 23,7	35,3 ± 12,7	NS
- A21 midi	53,7 ± 12,6	43,4 ± 11,4	40,8 ± 21,1	NS
- S matin	41,5 ± 17,5	36,6 ± 11,2	34,5 ± 10,2	NS
- G	43,5 ± 17,3	48,5 ± 19,1	33,5 ± 12,0	NS
- A	51,5 <sup>a</sup> ± 9,5	46,2 <sup>a</sup> ± 11,3	32,0 <sup>b</sup> ± 6,8	***

GX : Xème jour de Gestation - G : température rectale moyenne pendant la Gestation  
 AX : Xème jour de lactation - A : température rectale moyenne pendant la lactation S : Sevrage

Tableau 14 : Température rectale (°C) des truies, en milieu tempéré

	T	L6	L12	
- G110 matin	38,2 ± 0,3	38,1 ± 0,4	38,1 ± 0,3	NS
- G110 midi	37,8 ± 0,7	38,2 ± 0,6	38,0 ± 0,4	NS
- A7 matin	39,0 ± 0,3	38,6 ± 0,3	38,5 ± 0,6	NS
- A7 midi	38,7 ± 0,6	38,5 ± 0,5	38,4 ± 0,3	NS
- A14 matin	39,2 <sup>a</sup> ± 0,6	38,4 <sup>b</sup> ± 0,4	38,5 <sup>b</sup> ± 0,4	**
- A14 midi	39,3 <sup>a</sup> ± 0,4	38,7 <sup>b</sup> ± 0,4	38,8 <sup>b</sup> ± 0,5	*
- A21 matin	38,7 ± 0,5	38,3 ± 0,4	38,3 ± 0,6	NS
- A21 midi	38,9 ± 0,9	38,5 ± 0,3	38,7 ± 0,3	NS
- A matin	38,8 ± 0,3	38,4 ± 0,3	38,7 ± 0,3	NS
- A midi	38,8 ± 0,3	38,7 ± 0,6	39,0 ± 0,4	NS
- G	38,0 ± 0,5	38,2 ± 0,3	38,1 ± 0,3	NS
- A	39,0 <sup>a</sup> ± 0,3	38,5 <sup>b</sup> ± 0,2	38,6 <sup>b</sup> ± 0,2	***
- S/PS	38,8 ± 0,3	38,6 ± 0,4	38,8 ± 0,3	NS

S/PS : Moyenne des températures rectales au sevrage et 7 jours après le sevrage

Figure 14 : Température rectale des truies suivant leur phase physiologique, en milieu tempéré

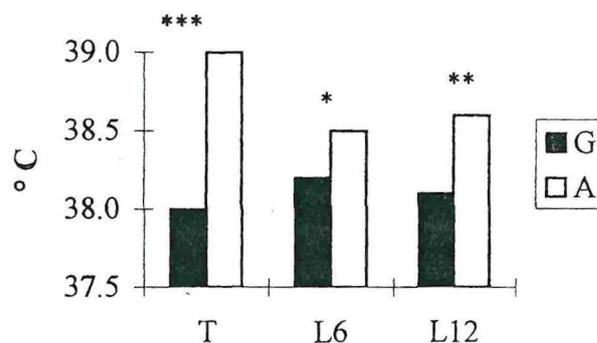
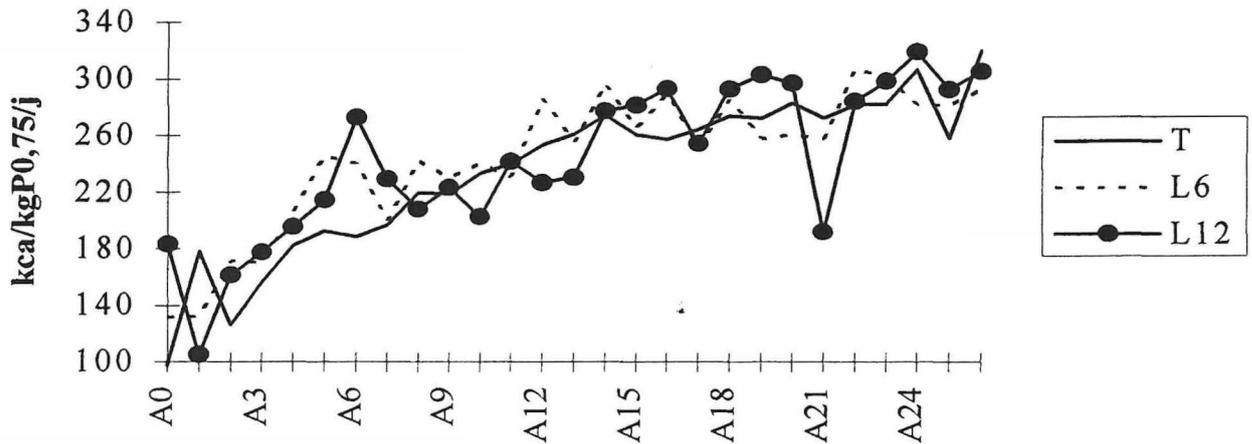


Tableau 15 : Poids (kg de poids vif), en milieu tempéré

	T	L6	L12	
à 42 j	13,1 ± 1,9	12,7 ± 2,7	12,9 ± 2,2	NS
à 70j	30,4 ± 3,9	29,6 ± 4,7	29,4 ± 4,0	NS
Culots de portée <sup>1</sup>				
à 42 j	10,7 ± 1,6	10,1 ± 1,8	10,4 ± 1,9	NS
à 70 j	25,3 ± 3,4	25,4 ± 2,7	27,2 ± 4,9	NS

<sup>1</sup> Poids de naissance ≤ 1kg

Figure 13 : Consommation journalière des truies exprimée en  $\text{kcal.kgP}^{0,75}$ 

#### 1.4 - Rythme respiratoire et température rectale

##### \* Rythme respiratoire

Le rythme respiratoire mesuré en A14 à 14h des truies L12 tend ( $P=0,057$ ) à être inférieur au rythme respiratoire des truies T (Tableau 13). Il n'existe pas de corrélation entre les rythmes respiratoires mesurés et les températures ambiantes.

Le rythme respiratoire moyen en lactation des truies L12 est inférieur ( $P<0,001$ ) à celui des truies L6 et T.

##### \* Température rectale

Les températures rectales mesurées en A14 matin et midi des truies L12 et L6 sont significativement supérieures à celles des truies T (Tableau 14).

Les températures rectales moyennes de lactation des truies L12 et L6 sont inférieures ( $P<0,001$ ) à celle des truies T. La Figure 14 met en évidence une augmentation significative de la température rectale en lactation par rapport à celle mesurée en gestation indépendamment du régime auquel la truie est soumise. Ainsi, d'une température moyenne en gestation de  $38,1 \pm 0,1^\circ\text{C}$ , on atteint une température moyenne en L14 de  $38,8 \pm 0,1^\circ\text{C}$ .

#### 1.5 - Croissance des porcelets entre le sevrage et 70 jours

Les régimes distribués aux truies n'affectent pas les poids des porcelets en post sevrage (Tableau 15). Les GMQ réalisés entre le sevrage et 70j ne sont pas différents au seuil de 5 % en fonction du régime alimentaire de la mère (Figures 15 et 16).

Sur la totalité de l'étude (N à 70 jours d'âge), le régime des truies n'influence pas les croissances des porcelets comme celle des culots.

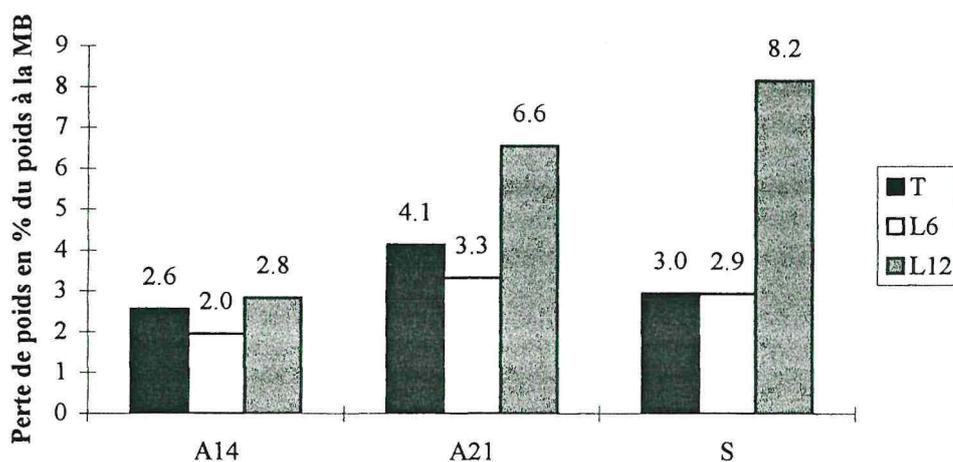
**Tableau 16** : Niveau d'ingestion et Indice de Consommation des porcelets, en milieu tempéré\*

	T	L6	L12	
<b>Niveau d'ingestion moyen<sup>1</sup></b>				
- 1er âge	291,2 ± 27,1	295,5 ± 72,4	302,7 ± 43,9	NS
- 2ème âge	997,9 ± 82,5	996,5 ± 120,7	968,2 ± 89,0	NS
<b>Indice de consommation (kg MS)</b>				
- 1er âge	1,1 ± 0,2	1,1 ± 0,3	1,1 ± 0,3	NS
- 2ème âge	1,4 ± 0,3	1,4 ± 0,2	1,4 ± 0,2	NS

<sup>1</sup> gMS/porcelet/j; 1er âge : 21 à 42 jours, 2ème âge : 42 à 70 jours

\* Toutes les abréviations retenues dans les tableaux précédents sont utilisés dans les tableaux à suivre

**Figure 17** : Perte de poids des truies en % du poids à la mise-bas, en milieu tropical



**Tableau 17** : Evolution pondérale (kg de poids vif) des truies, en milieu tropical

	T	L6	L12
- post MB	253,5 ± 68,6	255 ± 60,8	282,0 ± 39,6
- A14	274,0 ± 72,1	250,0 ± 58,0	274,0 ± 41,0
- A21	243,0 ± 73,5	246,5 ± 54,4	263,5 ± 31,8
- S	246,0 ± 73,5	247,5 ± 53,0	259,0 ± 28,3

**Tableau 18** : Epaisseurs de lard des truies (en mm), en milieu tropical

	T	L6	L12
<b>G110</b>			
- épaules	30,0	33,1 ± 5,9	30,0 ± 1,7
- reins	17,3	24,6 ± 3,7	22,1 ± 3,0
<b>A21</b>			
- épaule	25,2	29,7 ± 0,3	23,2 ± 1,3
- reins	16,3	21,4 ± 4,1	20,5 ± 2,8
<b>S</b>			
- épaules	23,7 ± 0,6	23,2 ± 1,3	22,4 ± 2,8
- reins	15,1 ± 0,9	20,5 ± 2,8	16,8 ± 3,3

Figure 15 : Croissance des porcelets en post sevrage, en milieu tempéré

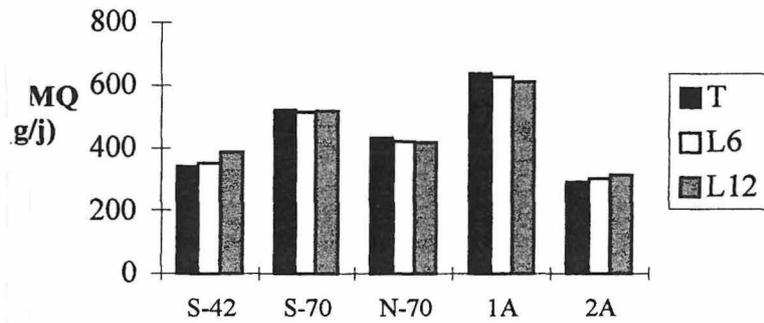
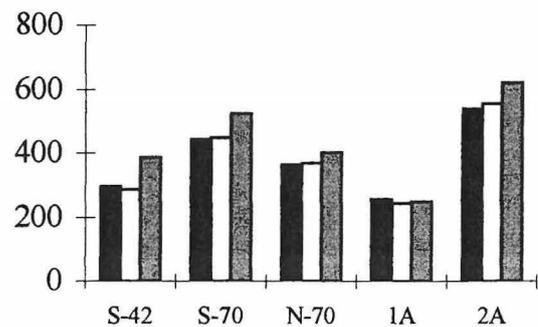


Figure 16 : Croissance des culots de portée en post sevrage, en milieu tempéré



### 1.6 - Niveau d'ingestion et indice de consommation des porcelets en post sevrage

Des incorporations de 6% ou 12% de lipides à la ration de la truie n'entraînent aucune modification significative du niveau d'ingestion et de l'indice de consommation des porcelets, quelle que soit la période considérée (sous la mère ou en post sevrage) (Tableau 16).

## 2 - Milieu tropical

Le faible effectif des truies participant à cette expérience ne permet pas de faire de tests statistiques sur les mesures les concernant.

### 2.1 - Température et humidité relative extérieures

Pendant la durée de l'essai, la température moyenne a été de  $24,4 \pm 5,5^\circ\text{C}$  avec un minimum moyen de  $20,5 \pm 1,4^\circ\text{C}$  et un maximum moyen de  $28,3 \pm 0,8^\circ\text{C}$ . L'humidité relative moyenne a été de  $82,0 \pm 24,1 \%$ , avec un minimum moyen de  $64,9 \pm 8 \%$  et un maximum moyen de  $99,0 \pm 1,2 \%$  (Annexe IIa).

### 2.2 - Performances des truies

La **perte de poids** (Tableau 17) des truies représente au sevrage 3 % du poids à la mise-bas pour les truies T, 2,9 % pour les truies L6 et 8,2 % pour les truies L12 (Figure 17).

L'**épaisseur de lard dorsal** semble diminuer entre G110, A21 et S indépendamment du site de mesure (Tableau 18). Au niveau des épaules, la diminution entre G110 et S est de 21 % pour les truies T, 30 % pour les truies L6 et de 25 % pour les truies L12. Exprimée en mm/j, cette diminution intervient principalement entre A21 et S pour les truies L6 (-0,9 mm/j) et L12 (-0,5 mm/j) (Figure 18).

Les mesures au niveau du jambon diminuent de 13% pour les truies T, 17% pour les truies L6 et 24% pour les truies L12 entre G110 et S. Cette diminution intervient entre A21 et S pour

**Tableau 19** : Nombre de porcelets nés totaux, nés vivants, morts à 48h et sevrés en milieu tropical

	T	L6	L12	
Nés totaux <sup>1</sup>	10,0 ± 0,0	9,5 ± 0,7	11,0 ± 1,4	NS
Nés vivants <sup>1</sup>	10,0 ± 0,0	9,5 ± 7,7	11,0 ± 1,4	NS
Morts à 48h <sup>1</sup>	1,0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	NS
Nés totaux <sup>2</sup>	12,2 ± 2,7	11,7 ± 4,0	11,2 ± 3,4	NS
Nés vivants <sup>2</sup>	11,5 ± 2,6	11,3 ± 3,8	10,3 ± 2,7	NS
Morts à 48h <sup>2</sup>	2 ± 2,1	1,3 ± 1,2	0,2 ± 0,4	NS
Sevrés	8,0 ± 0,0	8,5 ± 0,7	9,5 ± 0,7	NS

<sup>1</sup> Résultat essai A <sup>2</sup> Résultats essais A et B couplés

**Tableau 20** : Production estimée et composition du lait entre 0 et 21 jours, en milieu tropical

	T	L6	L12	
- Production laitière <sup>1</sup> (g/plt/j)	541,3 ± 120,6	535,9 ± 143,8	632,0 ± 151,8	
- Production laitière (kg/j) <sup>1</sup>	4,3 ± 1,0	4,6 ± 1,2	6,0 ± 1,4	
- MS <sup>1</sup> (g/plt/j)	104,8 ± 19,3	103,9 ± 23,1	686,9 ± 146,0	
- Energie <sup>1</sup> (kcal/plt/j)	692,5 ± 122,4	686,9 ± 146,0	783,5 ± 154,1	
- Azote <sup>1</sup> (g/plt/j)	4,6 ± 0,6	4,5 ± 0,7	5,0 ± 0,8	
- MS (% MB) à 0j <sup>2</sup>	23,3 ± 1,9	21,0 ± 0,6	21,9 ± 2,7	NS
- Azote (% MS) à 0j <sup>2</sup>	39,5 ± 8,1	33,7 ± 3,8	33,0 ± 5,2	NS
- LT (% MS) à 0j <sup>2</sup>	35,3 ± 7,6	41,5 ± 2,5	46,3 ± 6,8	NS
- LT (%MS) à 19j	44,8 ± 0,6	43,4 ± 0,7	45,0 ± 1,3	

<sup>1</sup> d'après Noblet et Etienne, 1989

<sup>2</sup> Essais A et B couplés

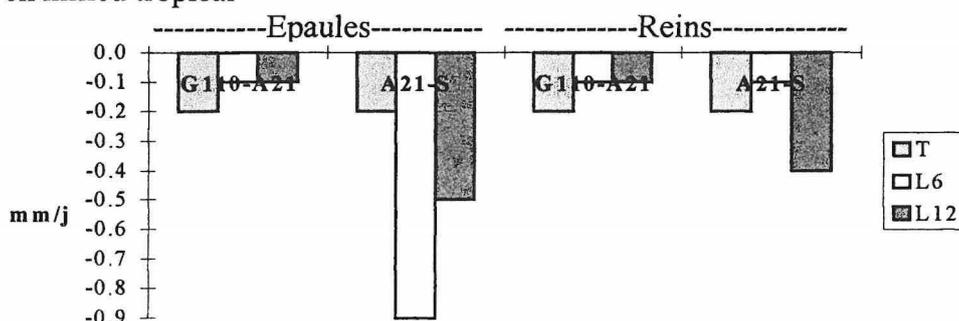
**Tableau 21** : Poids vif (kg) de la portée, des porcelets sous la mère, en milieu tropical

	T	L6	L12	
portée à la N <sup>1</sup>	14,6 ± 4,9	15,5 ± 2,4	14,8 ± 3,0	NS
portée à la N	10,0 ± 2,2	16,5 ± 5,1	17,6 ± 3,6	NS
	18 <sup>2</sup>	20 <sup>2</sup>	22 <sup>2</sup>	
à N <sup>1</sup>	1,3 <sup>a</sup> ± 0,2	1,4 <sup>b</sup> ± 0,1	1,5 <sup>b</sup> ± 0,3	NS
à 14 j	3,7 ± 0,7	3,6 ± 1,0	4,1 ± 1,1	NS
à 21 j	4,9 <sup>a</sup> ± 1,0	4,9 <sup>a</sup> ± 1,2	5,7 <sup>c</sup> ± 1,3	NS
au S	6,7 <sup>ab</sup> ± 1,3	6,0 <sup>a</sup> ± 2,1	7,5 <sup>b</sup> ± 1,7	NS
Culots de portée <sup>3</sup>	5 <sup>2</sup>	5 <sup>2</sup>	0 <sup>2</sup>	
à N <sup>(1)</sup>	0,8 ± 0,2	0,9 ± 0,1	1,0 ± 0,1	NS
à 14 j	3,5 <sup>a</sup> ± 0,4	2,5 <sup>b</sup> ± 0,5		NS
à 21 j	4,7 <sup>a</sup> ± 0,7	3,4 <sup>b</sup> ± 0,8		NS
au S	6,5 <sup>a</sup> ± 1,1	5,0 <sup>b</sup> ± 1,0		NS

<sup>1</sup> Poids de portée et des porcelets à la naissance des essais A et B couplés (Effectifs - T : 67 porcelets; L6 : 66 porcelets; L12 : 59 porcelets); <sup>2</sup> Effectif des porcelets pour l'essai A; <sup>3</sup> Poids de naissance ≤ 1 kg

les truies T (-0,2 mm/j) et L12 (-0,4 mm/j), alors qu'elle se répartit de façon régulière entre G110 et S pour les truies L6.

Figure 18 : Répartition de la diminution moyenne des épaisseurs de lard entre G110 et A21 et A21 et S, en milieu tropical



Un régime enrichi en lipides tend à influencer le nombre de porcelets au sevrage, puisque les truies L12 sèvrant 1,5 porcelets en plus (Tableau 19). De plus, le nombre de porcelets nés vivants tend à être plus élevé pour les truies L12 comparé aux truies T et L6..

L'incorporation de 12% de lipides dans l'aliment des truies entraînent une élévation de 16,7% de l'estimation de la **production laitière** exprimée en g/j/porcelet. Exprimée en kg/j, cette élévation en faveur des truies L12 est de 39% comparée à la production des truies T. L'estimation de l'excrétion en énergie entre A0 et A21 dans le lait des des truies L12 est accrue de 13,1 % par rapport à celle des truies T. Les teneurs en lipides totaux du colostrum des truies L12 et L6 sont respectivement supérieures de 17,6 % et de 32,8 % à la teneur en lipides totaux de colostrum des truies T. Le tableau 20 n'indique pas d'effet significatif de l'aliment sur ce paramètre.

Les **poids de portée** à la naissance (Tableau 21) ne semblent pas influencés par les régimes alimentaires des mères. A 14 jours, le poids des porcelets issus des truies L12 est respectivement supérieur de 13,9 % et de 10,8 % aux poids des porcelets issus des truies L6 et T. A 21 jours, les porcelets issus des truies L12 ont un poids supérieur de 16,3 % aux poids des porcelets issus des truies L6 et T. Au sevrage, les porcelets des truies L12 affichent des poids respectivement supérieurs de 25 % et de 11,9 % au poids des porcelets issus des truies L6 et T. La croissance des porcelets entre la naissance et le sevrage ne semble pas affectée par les régimes des truies. Cependant, entre 14 et 21 j, les porcelets issus des truies L6 et L12 tendent à réaliser des GMQ supérieurs au GMQ des porcelets dont les mères sont soumises au régime T (Figure 19).

On ne trouve pas de « culots de portée » issus des truies L12 (Figure 20). En revanche, les poids des culots de portée issus des truies T semblent supérieurs aux poids des culots de portées issus de mères L6 à chaque âge considéré. Ils paraissent réaliser une croissance supérieure entre la naissance et 14 jours, et la naissance et le sevrage comparés aux porcelets L6.

**Tableau 22 : Consommation moyenne journalière/semaine des truies, en milieu tropical**

	T	L6	L12
<b>en kg MS/j</b>			
S1 (A0-A7)	3,8 ± 0,3	4,2 ± 0,8	4,7 ± 0,5
S2 (A8-A14)	3,9 ± 0,5	4,2 ± 0,4	4,5 ± 0,5
S3 (A15-A21)	3,6 ± 0,7	3,8 ± 0,6	4,3 ± 0,6
S4 (A22-A26)	4,7 ± 0,4	5,3 ± 1,2	4,4 ± 0,3
A0-A26	4,0 ± 0,7	4,3 ± 0,9	4,5 ± 0,5
<b>en gMS/kgP0,75</b>			
S1	66,1 ± 6,5	66,2 ± 13,6	69,9 ± 5,4
S2	63,8 ± 8,2	67,0 ± 5,0	66,5 ± 6,7
S3	59,4 ± 12,7	61,5 ± 8,4	68,1 ± 9,2
S4	79,5 ± 5,1	90,5 ± 16,4	71,1 ± 5,9
A0-A26	66,3 ± 11,4	70,3 ± 15,0	68,6 ± 7,0
<b>en EN (Mcal/j)</b>			
S1	9,2 ± 0,6	11,8 ± 2,2	13,7 ± 1,5
S2	9,4 ± 1,2	11,2 ± 0,9	13,2 ± 1,6
S3	8,6 ± 1,5	10,3 ± 1,7	12,8 ± 1,8
S4	11,2 ± 9,9	14,2 ± 3,2	12,8 ± 0,9
A0-A26	9,6 ± 1,6	11,5 ± 2,4	13,1 ± 1,5
<b>en EN (kcal/ kgP0,75)</b>			
S1	158,3 ± 15,5	177,3 ± 36,4	206,0 ± 15,8
S2	152,8 ± 19,7	179,2 ± 13,4	196,1 ± 19,8
S3	142,3 ± 30,3	164,5 ± 22,4	200,9 ± 27,2
S4	190,3 ± 12,2	242,3 ± 43,8	209,7 ± 17,5
A0-A26	158,7 ± 27,2	188,1 ± 40,1	202,2 ± 20,6

Figure 19 : Croissance des porcelets sous la mère, en milieu tropical

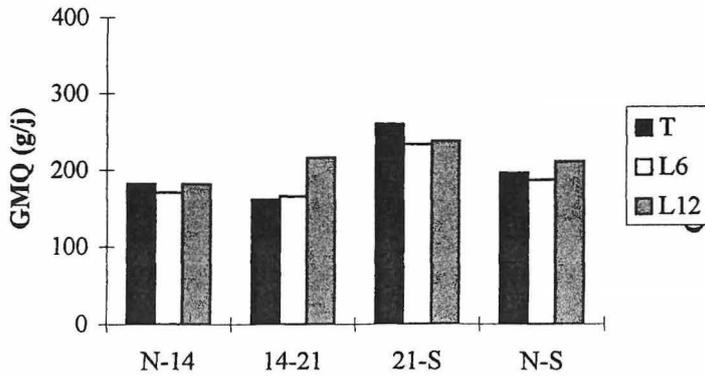
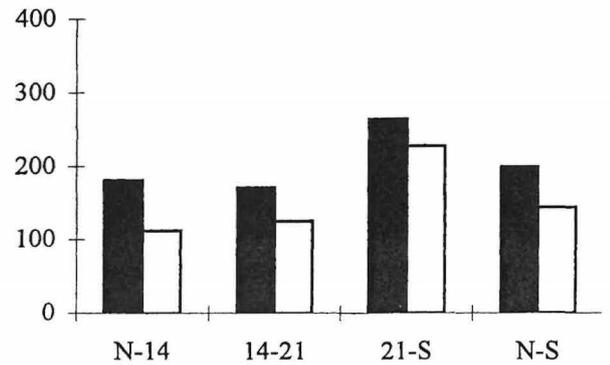


Figure 20 : Croissance des culots de portée sous la mère en milieu, en milieu tropical



### 2.3 - Consommation des truies

Les truies T et L6 augmentent respectivement leur consommation de matière sèche (kg/j) de 23,7 % et 26,2 % entre la première et la dernière semaine de lactation (Tableau 22). Les truies L12 ne l'augmentent pas. Sur l'ensemble de la lactation, les régimes L6 et L12 provoquent une augmentation de l'ingestion moyenne journalière de MS par les truies (respectivement + 6 % et + 3,5 %) par rapport au régime T (Figure 21). En revanche, les truies L6 et L12 augmentent respectivement de 18,5 % et de 27,4 % leur ingéré énergétique journalier par kg de  $P^{0,75}$  par rapport aux truies T (Figure 22).

Figure 21 : Consommation journalière exprimée en g MS / kg  $P^{0,75}$  en milieu tropical

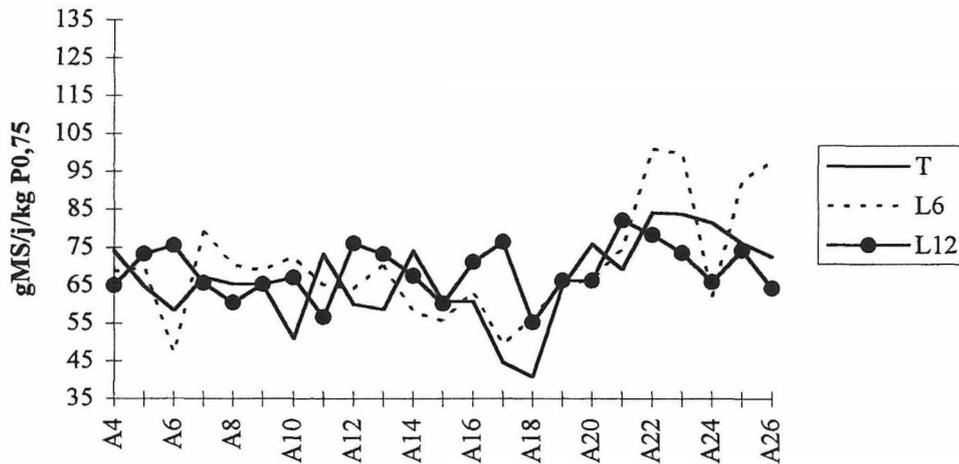


Figure 23 : Niveau d'énergie nette ingérée/heure sur le nyctémère , en milieu tropical

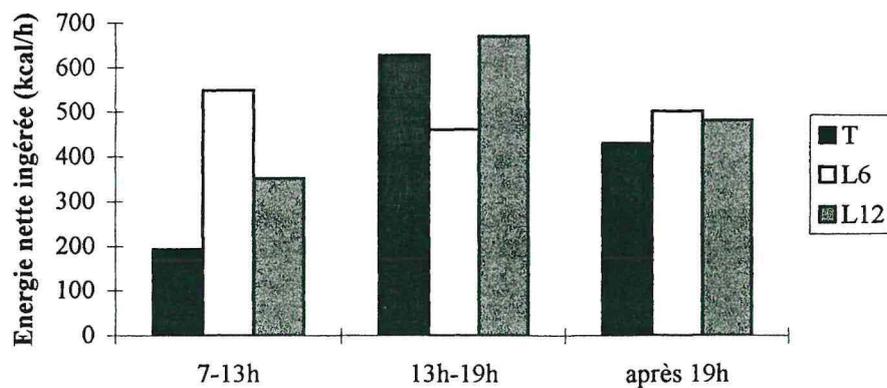


Tableau 23 : Rythme respiratoire (/mn) des truies, en milieu tropical

	T	L6	L12
- A7 matin	40	29 ± 2	44 ± 22
- A7 midi	23	49 ± 6	56 ± 54
- A14 matin	41 ± 28	64 ± 2	83 ± 3
- A14 midi	45 ± 35	90 ± 7	73 ± 39
- A21 matin	48 ± 35	95 ± 21	81 ± 17
- A21 midi	69 ± 38	68 ± 7	90 ± 35
- S matin	68 ± 11	83 ± 37	75 ± 5
- S midi	82 ± 11	93 ± 18	77 ± 27
- PS matin	56 ± 28	54 ± 8	48 ± 8
- PS midi	81 ± 20	60 ± 7	90 ± 22

Tableau 24 : Température rectale (°C) des truies, en milieu tropical

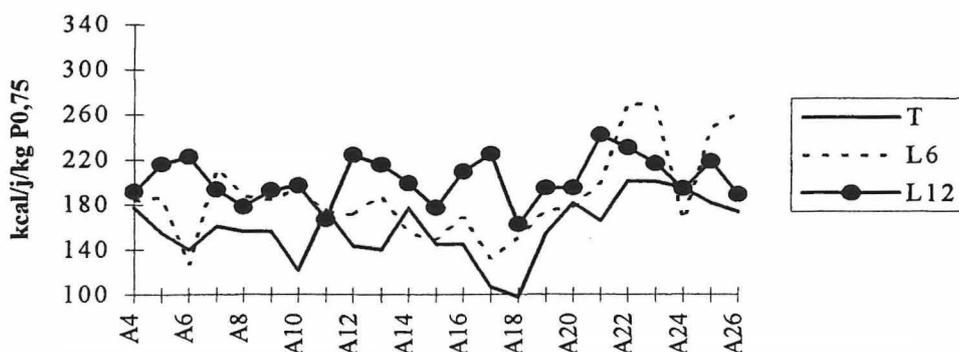
	T	L6	L12
- A7 matin	39,4	38,8 ± 0,1	39,1 ± 0,3
- A7 midi	39,6	39,2 ± 0,1	39,1 ± 0,2
- A14 matin	39,3 ± 0,3	38,4 ± 0,3	38,6 ± 0,3
- A14 midi	39,2 ± 0,3	39,8 ± 0,7	39,4 ± 0,0
- A21 matin	38,4 ± 0,8	38,1 ± 0,8	38,6 ± 0,0
- A21 midi	39,2 ± 1,1	39,2 ± 0,8	39,3 ± 0,3
- S matin	38,6 ± 0,6	37,9 ± 0,6	38,3 ± 0,2
- S midi	39,3 ± 0,3	39,5 ± 0,1	38,9 ± 0,5
- PS matin	38,2 ± 0,3	37,7 ± 0,5	38,2 ± 0,3
- PS midi	38,3 ± 0,3	38,5 ± 0,7	38,9 ± 0,1
- A	39,2 ± 0,2	38,9 ± 0,7	38,9 ± 0,1
- S/PS	38,6 ± 0,3	38,4 ± 0,8	38,6 ± 0,5

Tableau 25 : Poids des porcelets (kg de poids vif), en milieu tropical

	T	L6	L12	
- à 42 j	11,3 ± 2,4	10,5 ± 2,2	12,2 ± 2,6	NS
- à 56 j	17,2 <sup>a</sup> ± 2,5	19,0 <sup>ab</sup> ± 2,6	20,4 <sup>b</sup> ± 3,8	**
- à 70 j	29,2 ± 3,7	27,9 ± 4,2	27,4 ± 4,7	NS
Culots de portée <sup>1</sup>				
- à 42 j	10,0 ± 1,9	9,0 ± 1,1		NS
- à 56 j	18,0 ± 3,0	17,5 ± 1,7		NS
- à 70 j	27,0 ± 3,7	27,0 ± 4,0		NS

<sup>1</sup> poids de naissance ≤ 1 kg

Figure 22 : Consommation journalière des truies exprimées en kcal/kg P<sup>0,75</sup>, en milieu tropical



Les consommations sur le nyctémère ont été relevées en L6, L13, L20 et L27. Les truies L6 répartissent leur consommation moyenne/heure de façon égale sur le nyctémère, découpé en 3 tranches (7h-13h; 13h-19h; après 19h) (Figure 23). Les truies L12 et T ingèrent une quantité d'énergie nette/h maximale entre 13 et 19h (respectivement 670,3 kcal EN/h et 628,5 kcal EN/h).

## 2.4 - Rythme respiratoire et température rectale

### \* Rythme respiratoire

Les rythmes respiratoires moyens de lactation des truies L6 et L12 paraissent supérieurs à celui des truies T. (Tableau 23).

### \* Température rectale

Les températures rectales moyennes en lactation des truies L6 et L12 semblent inférieures à la température rectale moyenne de lactation des truies T. Cette tendance paraît la plus affirmée en A14 au matin (Tableau 24).

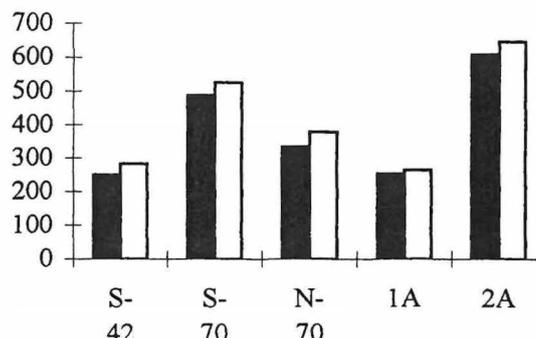
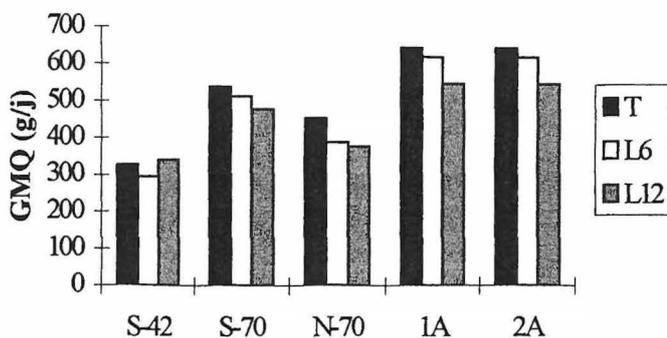
## 2.5 - Croissance des porcelets entre le sevrage et 70 jours

Le régime alimentaire des truies semble affecter le poids vif à 42 et 56 jours des porcelets issus des truies L12 (Tableau 25). En revanche, le poids à 70 jours paraît évoluer en faveur des porcelets issus des truies T (Figure 24).

Les croissances des culots de portée n'apparaissent pas comme influencées par les régimes alimentaires des truies, quelque soit la période considérée (Figure 25).

Figure 24 : Croissance des porcelets en post sevrage, en milieu tropical

Figure 25 : Croissance des culots de portée en post sevrage, en milieu tropical



**Tableau 26** : Niveau d'ingestion et indice de consommation des porcelets, en milieu tropical

	<b>T</b>	<b>L6</b>	<b>L12</b>
<b>Niveau d'ingestion</b> <sup>1</sup>			
1er âge	390,6 ± 143,0	322,3 ± 15,1	381,0 ± 58,3
2ème âge	912,8 ± 186,9	778,0 ± 12,9	781,5 ± 90,3
<b>IC</b>			
S-42j	1,2 ± 0,4	1,4 ± 0,5	1,4 ± 0,5
42j-56j	1,1 ± 0,3	1,1 ± 0,2	1,1 ± 0,2
56j-70j	1,4 ± 0,1	1,4 ± 0,3	1,4 ± 0,2
S-70j	2,4 ± 0,3	2,3 ± 0,4	2,4 ± 0,5

<sup>1</sup> exprimé en MS par kg de porcelet, **IC** : Indice de Consommation

**Tableau 27** : Composition de carcasses des porcelets, en milieu tropical

	<b>T</b>	<b>L6</b>	<b>L12</b>
<b>A 21 jours</b>			
- MS	26,5	28,1 ± 1,9	27,3 ± 1,5
- MM	10,8	10,8 ± 0,1	11,6 ± 0,9
- MO	89,1	89,2 ± 0,1	88,4 ± 0,9
- MAT	60,5	58,3 ± 7,1	59,4 ± 2,8
- LT	27,8	29,6 ± 5,0	28,0 ± 2,1
- Energie	25,9	27,1 ± 1,6	26,1 ± 0,7
<b>A 70 jours</b>			
- MS	32,8 ± 0,9	33,9 ± 0,8	32,0 ± 1,6
- MM	8,7 ± 1,0	8,0 ± 0,2	7,9 ± 0,4
- MO	91,3 ± 1,0	92,0 ± 0,2	92,1 ± 0,6
- MAT	48,5 ± 4,4	46,2 ± 1,2	48,7 ± 3,5
- LT	39,8 ± 1,4	42,8 ± 1,2	40,1 ± 3,6
- Energie	27,2 ± 0,3	28,0 ± 0,2	27,6 ± 0,6
<b>Bilan</b>			
- Azoté	-8,8 ±	-12,1 ± 5,9	-10,7 ± 0,7
- Lipidique	10,9 ±	13,2 ± 3,8	12,1 ± 1,6
- Energétique	1,1 ±	1,0 ± 1,4	1,6 ± 0,0

MS : Matière Sèche en % de matière brute; MM : Matière Minérale en % MS; MO : Matière Organique en %MS; MAT : Matière Azotée Totale en % MS; LT : Lipides Totaux en % MS

## 2.6 - Niveau d'ingestion et indice de consommation des porcelets en post sevrage

Les niveaux d'ingestion des portées issues des truies des lots T, L6 et L12, exprimés en g de MS par kg de porcelet, ne semblent pas différents (Tableau 26). Il en est de même pour les indices de consommation.

## 2.7 - Composition des carcasses de porcelets

Les résultats d'analyse des carcasses des porcelets de 21 et 70 jours ne montrent (Tableau 27) aucun effet particulièrement important du régime alimentaire de leurs mères sur les critères mesurés. Toutefois, les bilans corporels semblent indiquer un accroissement du dépôt lipidique de 21 % et 11 %, parallèlement à une réduction du dépôt azoté de 38 % et 22 %, respectivement dans les lots L6 et L12, comparativement au lot témoin. Il s'ensuit d'ailleurs une augmentation de 45 % du dépôt d'énergie dans les carcasses des porcelets issus des truies L12 par rapport à ceux des truies T.

# B - REPARTITION DES ACIDES GRAS DANS LE COLOSTRUM, LE LAIT ET LE SERUM DES TRUIES

## 1 - Répartition des acides gras dans le colostrum et le lait

### 1.1 - Répartition des acides gras dans le colostrum

En milieu tempéré (Tableau 28), l'incorporation de lipides dans la ration de la truie en lactation entraîne une chute ( $P < 0,01$ ) du taux des **acides gras saturés** de 31,4 % dans le colostrum des truies L6 et L12 par rapport au taux du colostrum des truies T (Figure 26). La teneur en **AGPI n-6** augmente ( $P < 0,01$ ) de 33,7% en moyenne dans le colostrum des truies L6 et L12 par rapport à celui des truies T. On observe le même type de variation avec la teneur en **AGPI n-3**, qui augmente de 60,7 % ( $P < 0,001$ ) dans le colostrum des truies L6 et L12. Ces variations entraînent une diminution respective du **ratio n-6/n-3** de 13 % et 17,4 % chez les truies L6 et L12, et une augmentation de la teneur en **AGPIt** de 36,7 % chez les truies L6 et L12 ( $P < 0,01$ ) par rapport aux truies T. Le rapport AA/DHA n'est pas modifié de façon significative par le régime alimentaire des truies.

En milieu tropical (Tableau 28), les incorporations de lipides de 6 et 12 % entraînent une diminution significative ( $P < 0,05$ ) de la teneur en **AGS** (-4,1 % pour les truies L6 et -12,4 % pour les truies L12), une augmentation de la teneur en **AGMI** ( $P < 0,05$ ) dans le lait des truies L12 (+14,4 %) par rapport à celui des truies T (Figure 27). Les régimes alimentaires des truies ne modifient pas la teneur en **AGPI n-6**, mais entraînent une augmentation des teneurs en **AGPI n-3** ( $P < 0,05$ ) de + 13,9 % pour les truies L6 et + 22,2 % pour les truies L12 comparées à celle des truies T. En revanche, les compositions en **AGPIt**, les **ratios n-6/n-3** et **AA/DHA** ne sont pas affectées par les régimes des truies.

Tableau 28 : Répartition des acides gras dans le colostrum en milieu tempéré et tropical

	Milieu tempéré			Milieu tropical			M	A	MxA
	T (3) <sup>1</sup>	L6 (3) <sup>1</sup>	L12(3) <sup>1</sup>	T(4) <sup>1</sup>	L6(4) <sup>1</sup>	L12(5) <sup>1</sup>			
AGS	32,2 <sup>a</sup> ± 2,1	22,1 <sup>b</sup> ± 1,2	22,1 <sup>b</sup> ± 2,1	36,2 <sup>a</sup> ± 1,6	34,7 <sup>a</sup> ± 1,1	31,7 <sup>b</sup> ± 2,3	***	***	***
AGMI	45,7 ± 2,3	47,6 ± 0,5	47,7 ± 3,3	31,2 <sup>a</sup> ± 3,2	32,5 <sup>ab</sup> ± 0,5	35,7 <sup>b</sup> ± 1,8	***	*	NS
AGPI n-6	19,3 <sup>a</sup> ± 1,2	25,9 <sup>b</sup> ± 0,5	25,7 <sup>b</sup> ± 1,3	24,1 ± 3,0	24,1 ± 1,5	24,3 ± 1,6	NS	**	***
AGPI n-3	2,8 <sup>a</sup> ± 0,2	4,5 <sup>b</sup> ± 0,2	4,5 <sup>b</sup> ± 0,3	3,6 <sup>a</sup> ± 0,3	4,1 <sup>b</sup> ± 0,1	4,4 <sup>b</sup> ± 0,3	NS	***	*
AGPI t	22,1 <sup>a</sup> ± 1,3	30,2 <sup>b</sup> ± 0,8	30,2 <sup>b</sup> ± 1,5	27,7 ± 3,0	28,2 ± 1,5	28,7 ± 1,6	NS	**	*
n-6/n-3	6,9 <sup>a</sup> ± 0,4	6,0 <sup>b</sup> ± 0,2	5,7 <sup>b</sup> ± 0,1	6,7 ± 1,2	5,8 ± 0,4	5,5 ± 0,5	NS	*	NS
AA/DHA	2,1 ± 0,3	2,2 ± 0,2	2,3 ± 0,8	6,6 ± 2,7	4,0 ± 1,2	4,6 ± 1,1	**	NS	NS

<sup>1</sup> Effectif - Essais A et B couplés en milieu tropical

AGS : Acides Gras Saturés; AGMI : Acides Gras Mono Insaturés; AGPI n-3 : Acides Gras Polyinsaturés n-3; AGPI n-6 : Acides Gras Polyinsaturés n-6; n-6/n-3 : ratio AGPI n-6/ AGPI n-3; AA/DHA : ratio C20:4n-6/C22:6n-3. \* Ces abréviations sont retenues dans les tableaux suivants

Figure 26 : Répartition des acides gras dans le colostrum des truies, milieu tempéré

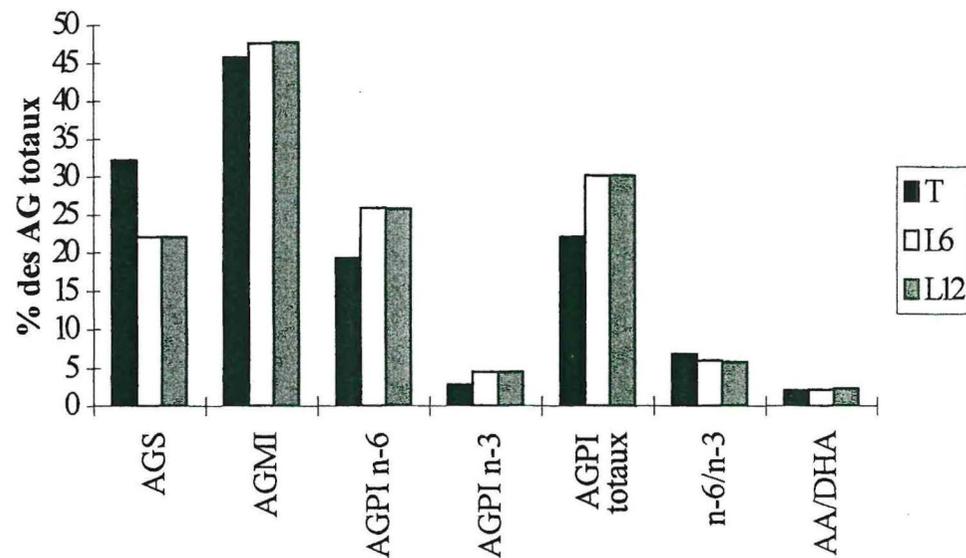


Figure 27 : Répartition des acides gras dans le colostrum des truies, en milieu tropical

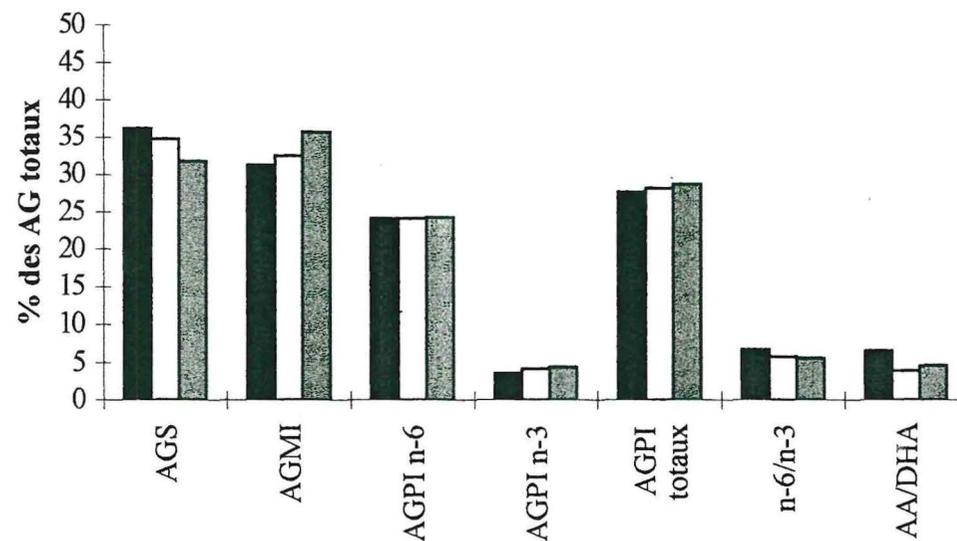


Tableau 29 : Répartition des AG dans le lait en milieu tempéré

	T (3) <sup>1</sup>	L6(3) <sup>1</sup>	L12(3) <sup>1</sup>	
AGS	46,3 <sup>a</sup> ± 5,9	34,2 <sup>b</sup> ± 2,8	29,4 <sup>b</sup> ± 1,2	*
AGMI	41,8 ± 5,3	45,9 ± 2,9	46,4 ± 0,5	NS
AGPI n-6	10,5 <sup>a</sup> ± 0,6	17,1 <sup>b</sup> ± 1,1	20,7 <sup>c</sup> ± 1,4	***
AGPI n-3	1,4 <sup>a</sup> ± 0,1	2,8 <sup>b</sup> ± 0,2	3,6 <sup>c</sup> ± 0,2	***
AGPI t	12,0 <sup>a</sup> ± 0,7	19,8 <sup>b</sup> ± 1,3	24,3 <sup>c</sup> ± 1,6	***
n-6/n-3	7,5 <sup>a</sup> ± 0,3	6,3 <sup>b</sup> ± 0,3	5,7 <sup>c</sup> ± 0,1	**
AA/DHA	2,2 ± 0,2	2,7 ± 0,6	2,7 ± 1,4	NS

<sup>1</sup> Effectif

Tableau 30 : Répartition des AG dans le lait en milieu tropical

	T(1) <sup>1</sup>	L6(2) <sup>1</sup>	L12(2) <sup>1</sup>
AGS	35,5	32,9 ± 5,4	34,2 ± 0,2
AGMI	37,5	36,8 ± 3,4	37,1 ± 2,2
AGPI n-6	21,3	24,2 ± 18,9	18,9 ± 1,3
AGPI n-3	2,5	3,9 ± 0,1	4,3 ± 0,7
AGPI t	23,8	28,1 ± 3,3	23,2 ± 2,1
n-6/n-3	8,7	6,3 ± 0,9	4,5 ± 0,5
AA/DHA		3,5 ± 1,2	2,3 ± 0,1

<sup>1</sup> Effectif

Figure 28 : Répartition des acides gras dans le lait des truies, en milieu tempéré

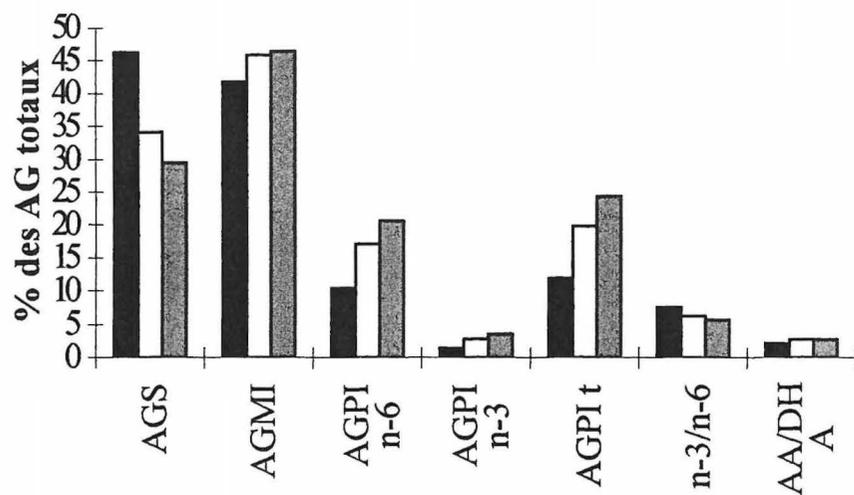


Figure 29 : Répartition des acides gras dans le lait des truies en milieu tropical

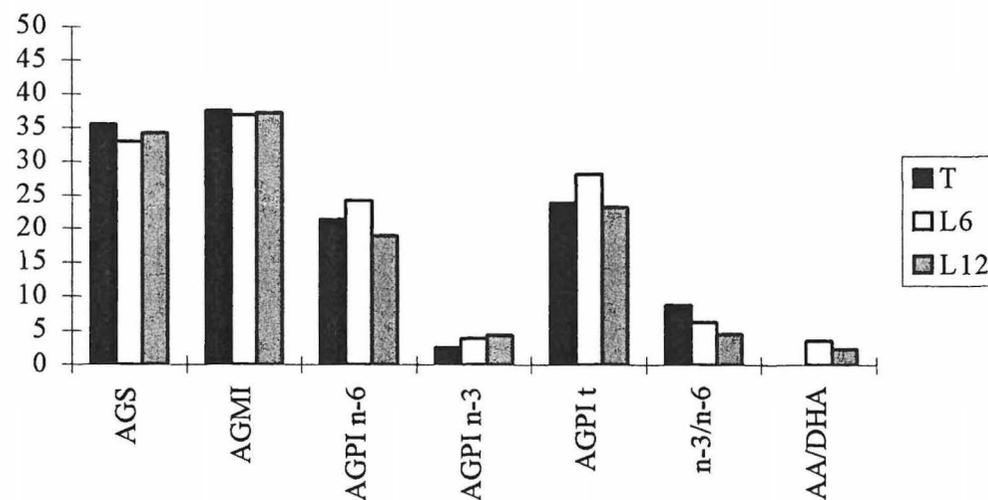


Tableau 31 : Répartition des AG sériques des truies en fin de gestation (G110) en milieux tempéré et tropical

	Milieu tempéré			Milieu tropical			M	A	MxA
	T(7) <sup>1</sup>	L6(8) <sup>1</sup>	L12(8) <sup>1</sup>	T(3) <sup>1</sup>	L6(3) <sup>1</sup>	L12(4) <sup>1</sup>			
AGS	41,6 <sup>a</sup> ± 3,1	44,0 <sup>a</sup> ± 2,6	48,4 <sup>b</sup> ± 3,5	53,3 <sup>a</sup> ± 2,1	43,3 <sup>b</sup> ± 2,7	38,3 <sup>b</sup> ± 6,7	NS	*	***
AGMI	16,1 ± 1,8	15,6 ± 1,1	14,0 ± 2,6	11,5 <sup>a</sup> ± 1,0	14,6 <sup>b</sup> ± 1,0	16,6 <sup>c</sup> ± 1,1	NS	NS	***
AGPI n-6	34,2 <sup>a</sup> ± 3,3	32,0 <sup>a</sup> ± 2,5	28,7 <sup>b</sup> ± 2,0	30,1 <sup>a</sup> ± 2,2	36,3 <sup>b</sup> ± 1,8	38,1 <sup>b</sup> ± 4,2	*	NS	***
AGPI n-3	7,8 ± 1,2	7,9 ± 0,5	8,6 ± 1,1	4,7 ± 0,5	5,2 ± 0,5	6,4 ± 1,6	***	*	NS
AGPI t	42,0 <sup>a</sup> ± 4,0	40,0 <sup>ab</sup> ± 2,8	37,2 <sup>b</sup> ± 2,7	34,8 <sup>a</sup> ± 2,5	41,6 <sup>b</sup> ± 1,9	44,5 <sup>b</sup> ± 5,8	NS	NS	***
n-6/n-3	4,4 <sup>a</sup> ± 0,5	4,0 <sup>a</sup> ± 0,3	3,4 <sup>b</sup> ± 0,3	6,5 ± 0,5	6,9 ± 0,7	6,1 ± 1,2	***	*	NS
AA/DHA	4,6 <sup>a</sup> ± 0,9	4,2 <sup>ab</sup> ± 0,8	3,5 <sup>b</sup> ± 0,4	10,7 ± 2,0	9,0 ± 0,9	8,9 ± 2,3	***	*	NS

<sup>1</sup> Effectif - Essais A et B couplés en milieu tropical

Figure 30 : Répartition des AG sériques des truies en début de gestation en milieu tempéré

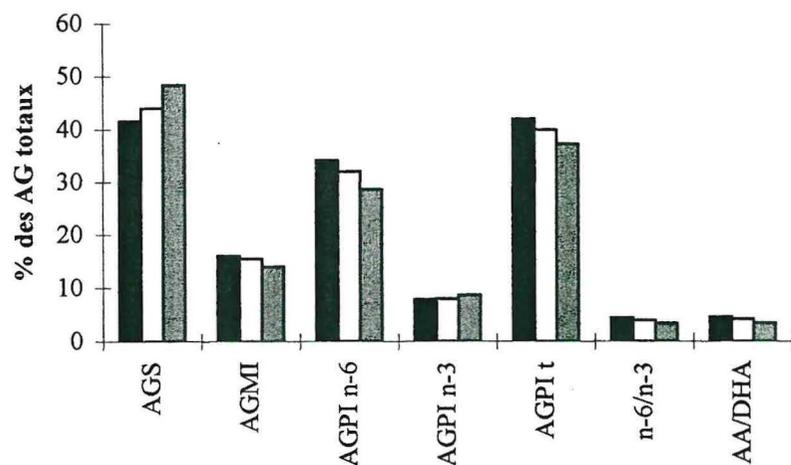
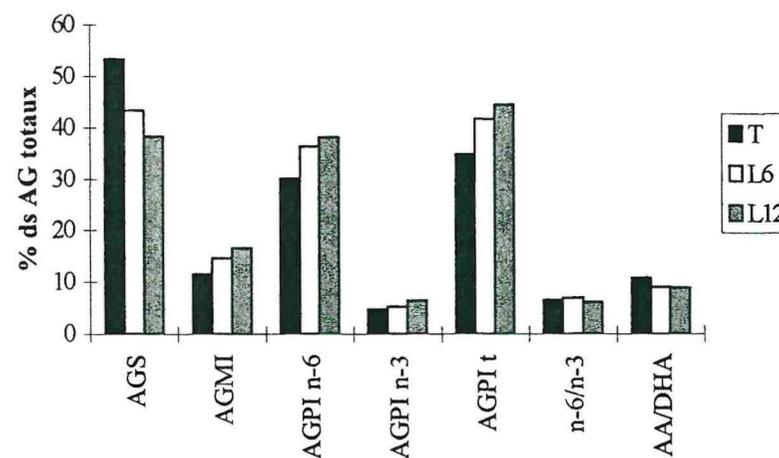


Figure 31 : Répartition des AG sériques des truies en début de gestation en milieu tropical



Sous l'effet du climat tropical on note une élévation de la composition en AGS ( $P<0,001$ ), du rapport AA/DHA ( $P<0,01$ ). En revanche, la teneur en AGMI ( $P<0,001$ ) diminue.

Enfin, des interactions modifient les compositions en AGS, en AGPI n-6 et n-3, et la composition en AGPIt.

## 1.2 - Répartition des AG dans le lait

En milieu tempéré, l'incorporation de lipides dans l'aliment des truies entraîne une diminution ( $P<0,05$ ) de la teneur en AGS dans le lait des truies L6 (-26,1 %) et L12 (-36,5 %) (Tableau 29). Elle entraîne aussi une augmentation ( $P<0,001$ ) de la teneur en AGPI n-6 dans le lait des truies L6 (+ 62,9 %) (Figure 28). De même, la teneur en AGPI n-3 est multipliée par 2 dans le lait des truies L6 et par 2,5 dans le lait des truies L12 par rapport à celle du lait des truies T. Ces variations entraînent une augmentation ( $P<0,001$ ) de la teneur en AGPIt de 65 % dans le lait des truies L6 et la double dans le lait des truies L12. Elle provoque une baisse du ratio n-6/n-3 ( $P<0,01$ ) chez ces mêmes truies (- 16 % pour les truies L6 et - 24 % pour les truies L12).

En milieu tropical, la répartition en AGS et AGMI semble peu modifiée par le régime des truies (Tableau 30). En revanche, l'incorporation de lipides tend à élever la teneur en AGPI n-3 dans le lait des truies L6 (+ 56 %) et L12 (+ 72 %), comparée à celle du lait des truies T, provoquant une diminution du ratio n-6/n-3 (-27,8% pour les truies L6 et -48,3 % pour les truies L12) (Figure 29).

## 2 - Répartition des AG dans le sérum des truies

### 2.1 - Répartition des AG sériques des truies en fin de gestation (G110)

Les régimes lipidiques modifient la composition en acides gras de sérum en fin de gestation en milieu tempéré (Tableau 31). Cette modification consiste en une élévation de la teneur en AGS ( $P<0,01$ ) de + 13,1 % chez les truies L12 par rapport aux truies T et L6, à une diminution de la teneur en AGPI n-6 ( $P<0,01$ ) de 6,4 % pour les truies L6 et de 16,1 % pour les truies L12 par rapport aux truies T (Figure 30). Ceci entraîne une diminution de 11,4 % des AGPIt ( $P<0,05$ ), de 22,7 % du rapport n-6/n-3 ( $P<0,001$ ) et de 23,9 % du rapport AA/DHA dans le sérum des truies L12 par rapport aux truies T.

En milieu tropical (Tableau 31), on observe suite à l'addition de lipides une diminution régulière des AGS (-18,8 % pour les truies L6 et -28,1 % pour les truies L12 comparées aux truies T), une élévation des AGMI ( $P<0,001$ ) (+26,9 % pour les truies L6 et +44,3 % pour les truies L12 comparées aux truies T), des AGPI n-6 (+23,6 % en moyenne pour les truies L6 et L12 par rapport aux truies T) (Figure 31). Cette dernière élévation entraîne une augmentation ( $P<0,05$ ) de la teneur en AGPIt (+19,6 % pour les truies L6 et 27,9 % pour les truies L12 comparées aux truies T).

Le milieu tropical modifie la répartition en acides gras du sérum à G110, puisqu'il abaisse la teneur en AGMI ( $P<0,05$ ), augmente la teneur en AGPI n-6 et les ratios n-6/n-3 et AA/DHA de façon très significative ( $P<0,001$ ). Il existe des interactions milieu-régime sur les teneurs en AGS, AGMI, AGPI n-3 et AGPIt.

Tableau 32 : Répartition des acides gras sériques des truies en milieu de lactation (A20) en milieu tempéré

	Milieu tempéré			
	T(7) <sup>1</sup>	L6(8) <sup>1</sup>	L12(8) <sup>1</sup>	
AGS	39,7 <sup>a</sup> ± 1,8	42,8 <sup>ab</sup> ± 3,0	45,2 <sup>b</sup> ± 3,9	**
AGMI	17,9 ± 3,0	16,9 ± 1,7	14,5 ± 0,3	NS
AGPI n-6	35,1 <sup>a</sup> ± 3,8	33,1 <sup>ab</sup> ± 3,2	30,1 <sup>b</sup> ± 3,6	*
AGPI n-3	7,0 ± 0,7	7,0 ± 0,7	7,8 ± 0,8	NS
AGPI t	42,0 ± 4,1	40,2 ± 3,2	37,8 ± 4,0	NS
n-6/n-3	5,1 <sup>a</sup> ± 0,6	4,8 <sup>a</sup> ± 0,7	3,9 <sup>b</sup> ± 0,5	**
AA/DHA	6,4 <sup>a</sup> ± 0,5	6,0 <sup>a</sup> ± 1,5	4,1 <sup>b</sup> ± 0,8	***

<sup>1</sup> Effectif

Figure 32 : Répartition des AG sériques des truies en milieu de lactation en milieu tempéré

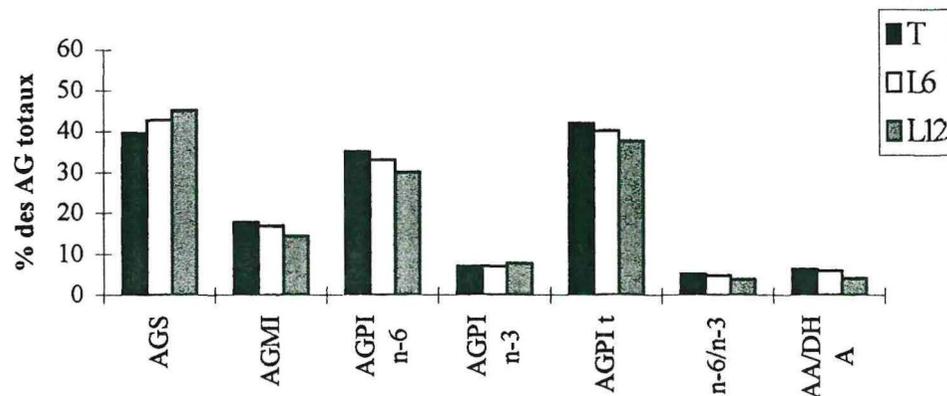


Tableau 33 : Répartition des acides gras sériques en milieu de lactation (A20) en milieu tropical

	Milieu tropical		
	T(2) <sup>1</sup>	L6(2) <sup>1</sup>	L12(2) <sup>1</sup>
AGS	49,8 ± 7,2	38,2 ± 5,7	39,6 ± 6,4
AGMI	15,6 ± 1,1	14,5 ± 0,3	16,6 ± 0,6
AGPI n-6	29,2 ± 4,9	40,8 ± 4,6	37,6 ± 6,2
AGPI n-3	4,7 ± 1,1	6,1 ± 0,5	5,5 ± 0,5
AGPI t	33,9 ± 5,9	46,8 ± 5,0	43,1 ± 6,6
n-6/n-3	6,3 ± 0,4	6,8 ± 0,2	6,9 ± 0,6
AA/DHA	10,3 ± 2,7	6,1 ± 0,5	6,9 ± 0,3

<sup>1</sup> Effectif

Figure 33 : Répartition des AG sériques des truies en milieu de lactation, en milieu tropical

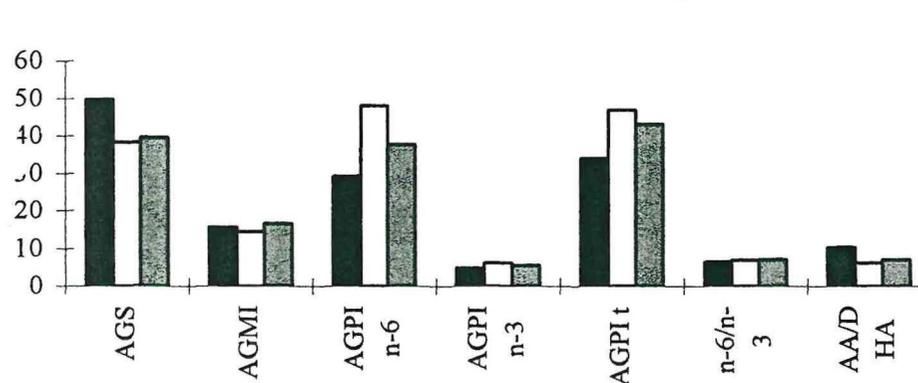


Tableau 34 : Répartition des acides gras sériques en post sevrage en milieu tempéré

	Milieu tempéré			
	T(7) <sup>1</sup>	L6(8) <sup>1</sup>	L12(8) <sup>1</sup>	
AGS	43,5 ± 3,0	44,3 ± 2,7	44,9 ± 3,3	NS
AGMI	11,1 ± 0,5	11,4 ± 1,0	11,0 ± 1,1	NS
AGPI n-6	37,1 ± 3,0	36,2 ± 2,3	35,5 ± 3,3	NS
AGPI n-3	8,1 ± 1,2	7,7 ± 0,8	8,1 ± 1,2	NS
AGPI t	45,2 ± 3,0	43,9 ± 2,7	43,7 ± 3,6	NS
n-6/n-3	4,7 ± 0,7	4,8 ± 0,5	4,4 ± 0,7	NS
AA/DHA	4,3 ± 1,0	4,6 ± 0,8	4,4 ± 0,9	NS

Tableau 35 : Répartition des acides gras sériques en post sevrage en milieu tropical

	Milieu tropical		
	T(1) <sup>1</sup>	L6(2) <sup>1</sup>	L12(2) <sup>1</sup>
AGS	50,5	40,5 ± 3,7	46,7 ± 2,6
AGMI	10,1	10,7 ± 1,6	10,9 ± 0,4
AGPI n-6	34,7	42,6 ± 0,9	35,5 ± 0,8
AGPI n-3	4,7	5,5 ± 0,7	5,7 ± 1,1
AGPI t	39,3	48,1 ± 1,6	42,2 ± 1,9
n-6/n-3	7,5	7,8 ± 0,8	6,5 ± 1,1
AA/DHA	8,5	9,5 ± 1,6	8,6 ± 1,4

## 2.2 - Répartition des AG sériques des truies en milieu de lactation (A20)

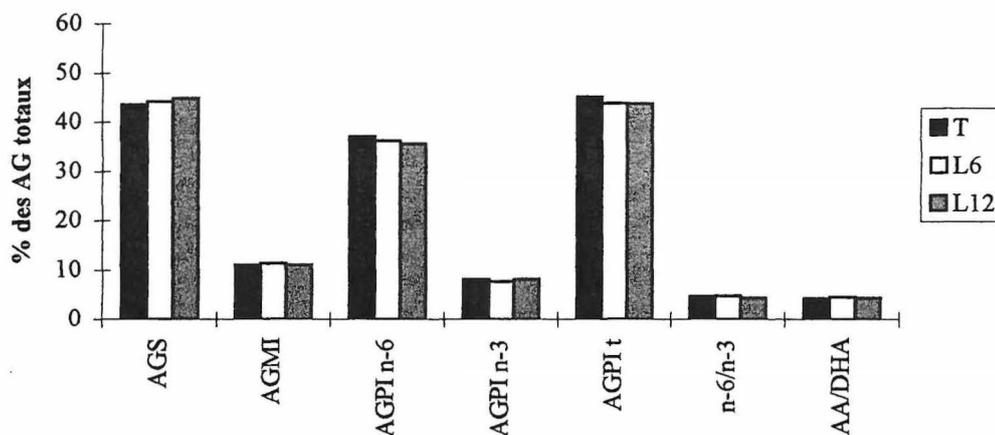
En milieu tempéré (Tableau 32), la teneur en AGS augmente progressivement sous l'effet de l'addition de lipides (+ 13,9 % pour les truies L12 par rapport aux truies T), alors que la teneur en AGPI n-6 diminue (-4,2 % pour les truies L12 par rapport aux truies T) (Figure 32). Cette dernière modification entraîne une diminution des ratios n-6/n-3 et AA/DHA (respectivement -23,5 % et -23,5 % dans le sérum des truies L12 par rapport à celui des truies T).

En milieu tropical (Tableau 33), la teneur en AGS semble diminuer (Figure 33), compensée par une augmentation des AGPI n-6.

## 2.3 - Répartition des AG sériques des truies en post-sevrage

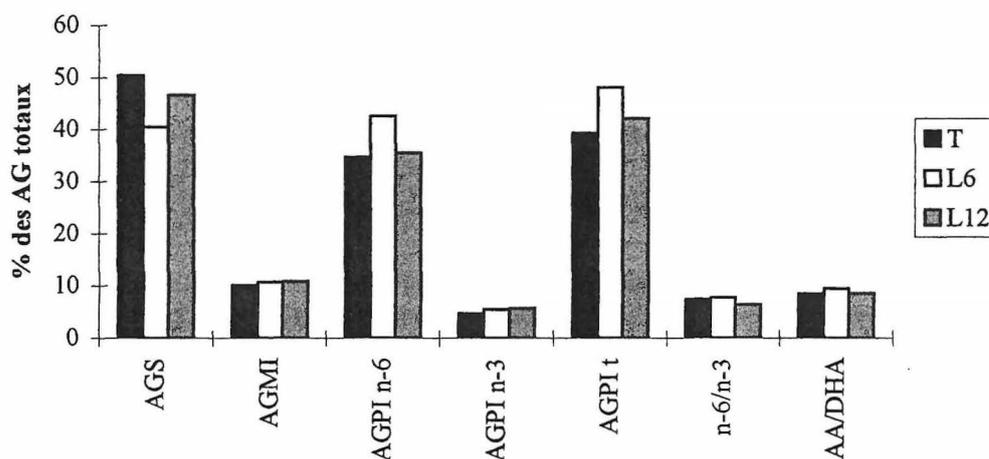
En milieu tempéré, les régimes alimentaires de lactation n'ont pas d'effet significatif sur la répartition des AG dans le sérum en post-sevrage (Tableau 34, Figure 34)

Figure 34 : Répartition des AG dans le sérum des truies en post sevrage en milieu tempéré



En milieu tropical, seuls les AGPI n-6 semblent augmenter ( $P < 0,05$ ) dans le lot L6, suite à une diminution des AGS (Tableau 35, Figure 35).

Figure 35 : Répartition des AG dans le sérum des truies en post sevrage, en milieu tropical



## 4 - DISCUSSION

En dépit de quelques difficultés rencontrées au cours de cette expérimentation (races des truies, effectifs en milieu tropical - voir Matériel et Méthodes), nos résultats montrent nettement que la supplémentation lipidique, tout en ayant un effet réduit sur les variations pondérales de la truie en lactation, modifie le niveau d'ingestion des truies, la croissance des porcelets ainsi que la composition du lait et du sérum. Les variations observées au niveau de ces derniers paramètres sont, en outre, différents selon le milieu climatique considéré.

En milieu tempéré, bien que non significatifs, nos résultats semblent montrer en accord avec de nombreux travaux, que l'augmentation de la concentration énergétique de l'aliment à l'aide d'une supplémentation en lipides tend à entraîner une diminution du niveau d'ingestion de MS, et une augmentation de l'énergie nette ingérée. Par exemple, Dourmad (1988) rapporte pour une augmentation de 17% de la teneur en EM de l'aliment (3000 à 3500 kcal/kg), une diminution de la consommation d'aliment (en MB) de 7% alors que la quantité d'énergie ingérée s'accroît de 9%.

En revanche, en milieu tropical, cette même élévation ne semble pas entraîner de modification, voir même une très légère augmentation de l'ingestion de matière sèche et d'énergie nette. Pourtant, Mac Glone *et al.* (1988) ont constaté pour des animaux élevés à 29°C, une légère diminution de l'ingestion de MS de 12,6% et une ingestion énergétique accrue suite à une élévation de 7,5% de la teneur en lipides d'un aliment.

Le niveau d'ingestion des truies en milieu tropical est significativement inférieur à celui des truies en milieu tempéré. On a évalué ces réductions à 550g/j/°C, 325 g/j/°C et 175 g/j/°C pour des aliments renfermant respectivement 2400, 2680 et 2950 kcal EN/kg de MS. Cette diminution de l'appétit, largement observée dans la bibliographie (Dourmad, 1988) correspond à une adaptation de l'animal exposé à des températures élevées afin de lutter contre l'hyperthermie en limitant sa production d'extrachaleur (Black *et al.*, 1993). Cependant, à l'instar des travaux de nombreux auteurs dont Messias de Bragança *et al.* (1995), cette adaptation est incomplète puisque la température rectale moyenne en lactation des truies en milieu tropical est supérieure à celle des truies en milieu tempéré. De plus, la température rectale moyenne en lactation, dans les deux milieux, est supérieure à la température rectale moyenne en gestation ou après le sevrage. Ces variations, comparables à celles observées par de Messias de Bragança *et al.* (1995), s'expliquent sans doute par l'augmentation de la production de chaleur interne en réponse à l'activation du métabolisme général nécessaire pour assurer la production laitière (Noblet et Etienne, 1987).

L'incorporation de lipides dans l'aliment des truies diminue leur température rectale moyenne de lactation, en particulier au 14<sup>ème</sup> jour de lactation. On attribue cette diminution à une production d'extrachaleur réduite (Black *et al.*, 1993) liée à l'utilisation métabolique des lipides, plus efficace que celle des autres nutriments (Just, 1982).

Etant donné l'évolution de la température ambiante (Annexe IIb) et des consommations alimentaires sur le nycthémère, on peut supposer que les truies limitent leur ingestion entre 7 et 14h (tranche horaire sur laquelle la température s'élève progressivement de 22°C à 31°C en moyenne). Cette limitation de l'ingestion se compose sans doute d'une ingestion modérée entre 7h et 9h, puis d'une ingestion nulle jusqu'à 14h. Dès que les températures s'abaissent de nouveau, les truies ingèrent une quantité importante d'aliment

suite à leur jeun, etaturent rapidement leur capacité d'ingestion. On explique ainsi l'ingestion modérée des truies après 19h comparée à l'ingestion entre 14 et 19h, bien que la température ambiante atteigne alors son minimum. Ces hypothèses sont à confirmer par une étude plus précise du comportement alimentaire.

En milieu tempéré, en accord avec Dourmad (1988), le poids à la naissance n'est pas affecté. Le poids de naissance inférieur des porcelets issus des truies recevant 6% de lipide supplémentaire s'explique par le nombre moyen de culots de portées plus important. Entre 14 et 21 jours, dans les deux milieux, le régime lipidique semble améliorer la croissance des porcelets. L'estimation de la production et de la composition du lait entre la naissance et 21 jours, comme les teneurs en lipides du colostrum et du lait à 19 jours tendent à être supérieures chez les truies L12. Cette production légèrement supérieure d'un lait enrichi en lipides, associée à un développement exponentielle de l'activité de la lipase dans les sucs gastriques à partir de 14 jours d'âge chez le porcelet (Sève, 1995) pourrait expliquer en partie cette amélioration de la croissance. Entre 21 jours d'âge et le sevrage, on observe le phénomène inverse. Comme Friend (1974), on peut faire l'hypothèse d'une réduction sur cette période de la consommation d'aliment sec des porcelets allaités par les truies dont le régime est enrichi en lipides, en comparaison avec celle des porcelets issus des truies recevant le régime témoin. Il semblerait en effet que la consommation sous la mère varie inversement avec l'énergie contenue dans le lait de la mère (Pettigrew, 1981).

Le milieu tropical affecte la croissance moyenne des porcelets sous la mère, en accord avec Black *et al.* (1993), pour lequel cette croissance déprimée refléterait une diminution de la production laitière (Noblet et Etienne, 1989) sans doute consécutive à la diminution de l'ingestion. Plusieurs hypothèses sont énoncées pour expliquer la diminution de la production laitière. Les truies en milieu tropical suivent une évolution pondérale sensiblement similaire à celle des truies en milieu tempéré, et ne mobiliseraient donc pas de façon plus intense leurs réserves corporelles (à l'exception des truies auxquelles on apporte 12% de lipides supplémentaires, en partie due à des problèmes sanitaires). On pourrait interpréter cela comme une adaptation des truies à la chaleur afin de limiter la production de chaleur interne liée à l'utilisation des réserves corporelles. Les apports de nutriments aux cellules mammaires seraient alors insuffisants entraînant une diminution de la production laitière (Messias de Bragança *et al.*, 1995). En revanche, nos résultats montrent des évolutions pondérales semblables dans les deux milieux. L'évolution des épaisseurs de lard des truies en milieu tempéré semble traduire une erreur potentielle de mesures.

La deuxième hypothèse correspondrait à une intensification du flux sanguin vers la peau afin d'augmenter la thermolyse, aux dépens en particulier des glandes mammaires, ainsi privées des nutriments nécessaires à la lactogénèse (Black *et al.*, 1993).

Enfin, une température ambiante élevée pourrait avoir un effet direct sur la production laitière, par l'intermédiaire d'une modification de la sécrétion de certaines hormones contrôlant l'état métabolique, comme les hormones thyroïdiennes (Christon, 1988; Messias de Bragança, 1995), les corticostéroïdes, la GH ou la prolactine (Prunier *et al.*, 1993).

L'addition de lipides aurait sans doute un effet sur la teneur en lipides totaux du colostrum et du lait dans les deux milieux si le nombre d'échantillons analysés avait été plus important.

En milieu tropical, la teneur en lipides du colostrum augmente beaucoup plus franchement avec l'incorporation de lipides dans l'aliment de la truie (jusqu'à 32,6 % de lipides en plus du colostrum des truies L12) qu'en milieu tempéré pour atteindre des valeurs proches de celles trouvées en milieu tempéré. Des températures élevées pourraient donc être à l'origine d'un

taux lipidique du colostrum relativement faible dans le cas d'un régime non supplémenté en lipide, en accord avec Shoenherr *et al.* (1989). Ce taux peut être accru par une addition de 6% ou 12% de lipides au régime de la truie. Ces résultats sont en accord avec les hypothèses de nombreux auteurs selon lesquels la supplémentation en lipides, si elle intervient 10 jours prépartum, peut favoriser l'augmentation de la teneur en lipides du colostrum (Pettigrew, 1981; Dourmad, 1988). Cependant, étant donné la faible augmentation du taux de lipides du colostrum quelle que soit la quantité de lipides incorporés au régime témoin, il semble exister une « valeur plafond » de 46% de la teneur en lipides du colostrum.

Cette augmentation du taux de lipides dans le colostrum pourrait expliquer un possible effet (non significatif) de l'incorporation de lipides sur le taux de survie des porcelets à 48 h dans les deux milieux climatiques (à relier avec le nombre beaucoup plus élevé de culots de portée pour les truies témoins en milieu tropical). En effet, un épuisement ralenti des réserves en glycogène du foie et une légère élévation de la concentration en lipides mobilisables de la carcasse permettrait une élévation du taux de survie (Boyd *et al.*, 1978a; Le Dividich *et al.*, 1991).

En milieu tempéré, la teneur en lipides du lait est sensible à la composition lipidique de l'aliment, en accord avec Cieslak (1983), alors qu'elle est déjà élevée et faiblement modifiée en milieu tropical.

Ces résultats corroborent l'hypothèse selon laquelle le métabolisme lipidique d'animaux placés au chaud est modifié (Christon, 1988).

Outre la modification en lipides, on observe particulièrement des modifications de la répartition en acides gras du colostrum et du lait.

Ainsi, en milieu tempéré, la diminution franche des AGS dans le colostrum est compensée par une augmentation tout aussi importante des AGPI totaux, par l'intermédiaire d'une augmentation relative des AGPI n-6 et n-3, entraînant une diminution significative du ratio n-6/n-3. En milieu tropical, on observe des modifications allant dans le même sens, mais beaucoup plus discrètes. La diminution des AGS est compensée par une augmentation significative des AGMI et des AGPI n-3, alors que les AGPI n-6 n'augmentent pas.

On observe des phénomènes comparables sur la composition en AG du lait sérieusement modifiée en milieu tempéré. En milieu tropical, ces variations sont quasiment inexistantes. Ces résultats confirment l'existence d'un effet de températures élevées sur la composition en AG du colostrum et du lait, en accord avec des observations déjà anciennes sur la composition en acides gras du lait de vache d'été par rapport à celui d'hiver (Kuzdal-Savoie, 1959).

Dans les deux milieux, l'augmentation des AGPI n-3 entraîne la diminution du ratio n-6/n-3. Il apparaît donc que la répartition des AG du colostrum est modifiée par le régime en milieu tempéré comme en milieu tropical, mais ces modifications sont beaucoup moins nettes en milieu tropical. L'augmentation des AGPI n-3 reflète bien la composition en acides gras des aliments, et confirme ainsi l'hypothèse d'une participation directe des lipides alimentaires à la lipogénèse du colostrum et du lait (Salmon-Legagneur 1965; Witter et Rook, 1970; Fritsche *et al.*, 1993), ce mécanisme étant moins coûteux en énergie que la synthèse de novo de lipides. En conséquence, la composition en acides gras du lait est influencée par la nature des lipides du régime (Salmon-Legagneur, 1965).

Les AG du colostrum et du lait proviennent en partie des AG circulants dans le sang captés par la mamelle. Ils sont donc issus des lipides du régime mais aussi de la mobilisation des réserves corporelles de l'animal, en plus de la synthèse de novo effectuée par la mamelle à partir des glucides (Salmon-Legagneur, 1965).

En milieu tempéré, les régimes lipidiques alloués aux truies modifient la composition en AG du sérum pré-partum. Elles consistent essentiellement en une élévation des AGS avec l'incorporation de lipides alimentaires, une diminution des AGPI n-6 et AGPIt alors que les AGPI n-3 augmentent entraînant une diminution importante du ratio n-6/n-3. En milieu tropical, on observe une diminution régulière des AGS, associée à une élévation des AGPI n-6, n-3, et AGPI. On observe une légère diminution des ratios n-6/n-3 et AA/DHA.

Les modifications de la répartition des AG sériques en milieu de lactation évoluent comme précédemment dans chacun des milieux. Les variations sont toujours plus grandes en milieu tempéré. Des aliments enrichis en lipides modifient donc le profil en AG des truies, en accord avec Fritsche *et al.* (1993). Ces effets sont opposés dans chacun des deux milieux climatiques, excepté pour ce qui concernent les AGPI n-3 qui ont tendance à augmenter dans les deux milieux. Il semble donc bien exister un effet du climat, susceptible de modifier le métabolisme lipidique et les transferts d'AG dans le sérum. Un marquage des AG alimentaires serait nécessaire afin d'étudier leur utilisation tant au niveau de la mamelle que de leur stockage dans les réserves corporelles.

Enfin, les répartitions des acides gras sériques durant la période de post sevrage diffèrent par les AGPI en proportion plus importante en milieu tempéré, alors que le ratio AA/DHA est supérieur en milieu tropical. Les variations des AGS et des AGPI n-6 subsistent en fonction des régimes alloués et du milieu mais de façon moindre.

## *CONCLUSION*

L'incorporation de lipides à la ration de la truie 10 jours pré-partum et durant toute la lactation nous a permis de montrer, plutôt que des variations importantes des critères zootechniques, une modification de la teneur en lipides et de la composition en acides gras du colostrum et du lait.

Nous avons en outre confirmé l'existence d'un effet du climat chaud sur le métabolisme lipidique des truies. Cet effet se traduit en particulier par des modifications des compositions en acides gras du colostrum et du lait, et en acides gras des phospholipides sériques.

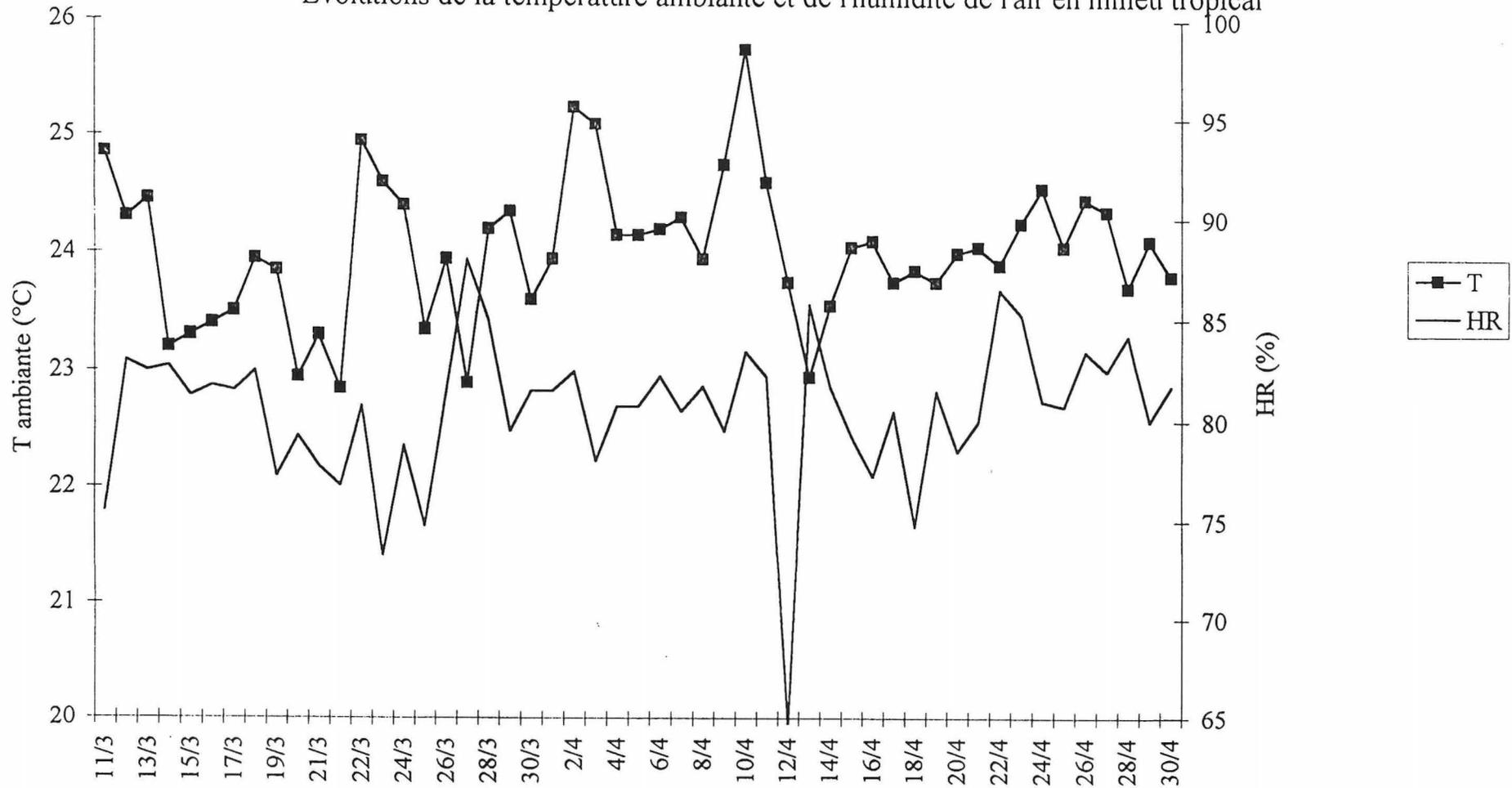
# ANNEXE I

Evolutions de la température ambiante et de l'humidité relative en milieu tempéré



### ANNEXE IIa

Evolutions de la température ambiante et de l'humidité de l'air en milieu tropical



ANNEXE IIb  
Evolution moyenne de la température ambiante à l'échelle d'une journée



**BIBLIOGRAPHIE**

- ARC, 1981.** The Nutrient Requirements of Pigs. *C.A.B.*, Slough, 307 pp.
- Baidoo S.K., Lythgoe E.S., Kirkwood R.N., Aherne F.X., Foxcroft G.R., 1992.** Effect of lactation feed intake on endocrine status and metabolite levels in sows. *Can. J. Sci.* 72 : 799-807.
- Black J.L., Mullan B.P., Lorsch M.L., Giles L.R., 1993.** Lactation in the sow during heat stress. *Livest. Prod. Sci.* 35 : 153-170.
- Bligh E., Dyer W., 1959.** A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37 : 911-917.
- Boyd R.D., Britton R.A., Knoche H., Moser B.D., Peo E.R., Johnson R.K., 1982.** Oxidation rates of major fatty acids in fattening neonatal pigs. *J. Anim. Sci.* Vol. 55. No 1 : 95-100
- Boyd R.D., Moser B.D., Peo Jr., E.R., Cunningham P.J., 1978a.** Effects of energy source prior to parturition and during lactation on piglet survival and growth and on milk lipids. *J. Anim. Sci.* 47 : 883-892.
- Christon R., 1988.** The effect of tropical ambient temperature on growth and metabolism in pigs. *J. Anim. Sci.* 66 : 3112-3123.
- Cieslak D.G., Vernon D., Leibbrandt N., Benevenga J. 1983.** Effect of a high fat supplement in late gestation and lactation on piglet survival and performance. *J. Anim. Sci.* Vol. 57. No 4 : 954-959
- Close W.H., 1991.** Appetite in sows : consequences for reproductive performance. Rapport FEZ. 35 p.
- Close W.H., Mount L.E., Brown D., 1978.** The effects of plane of nutrition and environmental temperature on the energy metabolism of the growing pig. 2 - Growth rate, including protein and fat deposition. *Br. J. Nutr.* 40 : 423-431.
- Coffey M.T., Diggs B.G., Handlin D.L., Knabe D.A., Maxwell C.V., Noland P.R., Prince T.J., Gromwell L., 1994.** Effect of dietary energy during gestation and lactation on reproductive performance of sows : a cooperative study. *J. Anim. Sci.* 72 : 4-9.
- Cromwell G.L., Hall D.D., Clawson A.J., Combs G.E., Knabe D.A., Maxwell C.V., Noland P.R., Orr D.E., Prince T.J., 1989.** Effects of additional feed during late gestation on reproductive performance of sows : a cooperative study. *J. Anim. Sci.* 67 : 3-14.
- Dial G.D., 1984.** Environmental and seasonal influences on swine reproduction. *The compendium on continuing education for the practicing veterinarian.* Vol. 6. No 9 : 528-534.
- Dourmad J.Y., 1987.** Composition du gain de poids de la truie gestante : prévision en fonction des apports énergétiques et protéiques. *Journ Rech Porc Fr.* 19 : 203-214.
- Dourmad J.Y., 1988.** Ingestion spontanée d'aliment chez la truie en lactation : de nombreux facteurs de variation. *INRA Prod. Anim.* 1 (2) : 141-146.
- Dourmad J.Y., 1989.** Influence du niveau alimentaire de gestation sur les performances de reproduction et le comportement alimentaire de la truie en lactation. *Journ. Rech. Porc. Fr.* 21 : 109-114.
- Dourmad J.Y., 1991.** Effect of feeding level in the gilt during pregnancy on voluntary feed intake during lactation and changes in body composition during gestation and lactation. *Livest. Prod. Sci.* 27 : 309-319.

- Dourmad J.Y., 1993.** Standing and feeding behaviour of the lactating sow : effect of feeding level during pregnancy. *Applied Animal Behaviour Science*. 37 : 311-319.
- Dourmad J.Y., 1995.** Alimentation et conduite de la truie reproductrice. Cours polycopié. CSAAD. 59 p.
- Dourmad J.Y., Etienne M., Noblet J., 1994.** La reconstitution des réserves corporelles chez la truie multipare en gestation : influence du niveau de mobilisation au cours de la lactation précédente. *Journ Rech Porc Fr*. 26 : 277-284.
- Dourmad J.Y., Etienne M., Noblet J., 1994.** Les besoins énergétiques et protéiques de la truie reproductrice. *Revue Méd. Vét.* 145, 8-9, 641-649.
- Dourmad J.Y., Etienne M., Prunier A., Noblet J., 1994.** The effect of energy and protein intake of sows on their longevity : a review. *Livestock Production Science*. 40 : 87-97.
- Dourmad, J.Y., 1987.** Intérêt des matières grasses chez la truie. *Revue de l'Alimentation Animale*. 1, 405, 39-44.
- Dyck G.W., 1991.** The effect of postmating diet intake on embryonic and foetal survival, and litter size in gilts. *Can. J. Sci.* 71 : 675-681.
- Dyck G.W., Cole D.J.A., 1986.** The effect of restricted energy and nutrient intake after mating on reproductive performance of multiparous sows. *Anim. Prod.* 42 : 127-132.
- Dyck G.W., et Strain J.H., 1983.** Postmating feeding level effects on conception rate and embryonic survival in gilts. *Can. J. Anim. Sci.* 63 : 579-585.
- Dyck G.W., Palmer W.M., Simaraks S., 1980.** Progesterone and luteinizing hormone concentration in serum of pregnant gilts on different levels of feed consumption. *Can. J. Anim. Sci.* 60 : 877-884.
- Edwards R.L., Omtvedt I.T., Turman E.J., Stephens D.F., Mahoney W.A., 1968.** Reproductive performance of gilts following heat stress prior to breeding and in early gestation. *J. Anim. Sci.* 27 : 1634-1637.
- Enne G., et Greppi G., 1993.** Effect of temperature on sow performance. *43rd annual meeting of the european association for animal production*. 12p.
- Etienne M., 1991.** Apports énergétiques de gestation et accréation de protéines chez la truie nullipare. *Journ Rech Porc Fr*. 23 : 69-74.
- Etienne M., Dourmad J.Y., Barrios A., Noblet J., 1991.** La reconstitution des réserves corporelles chez la truie multipare en gestation : influence des apports d'énergie. *Journ Rech Porc Fr*. 23 : 75-84.
- Etienne M., Noblet J., Dourmad J.Y., Fortune H., 1989.** Etude du besoin en lysine des truies en lactation. *Journ Rech Porc Fr*. 21 : 101-107.
- Folch J., Lees M., Sloane-Stanley G., 1957.** A simple method for the isolation. *J. Biol. Chem.* 226 : 497-506.
- Friend D.W., 1974.** Effect on the performance of pigs from birth to market weight of adding fat to the lactation diet of their dams. *J. Anim. Sci.* Vol. 39. No 6 : 1073-1081.
- Fritsche K.L; Huang S-C., Cassity N.A., 1993.** Enrichment of omega-3 fatty acids in suckling pigs by maternal dietary fish oil supplementation. *J. Anim. Sci.* 71 : 1841-1847.
- Gadoud R., Joseph M.M., Lisberney M.J., Mangeol B., Montmeas L., Tarrit A., 1992.** Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Eds Foucher, Paris. Vol 1. 286 p.
- Gamble M.S., Cook G.A., 1985.** Alteration of the apparent  $K_i$  of carnitine palmitoyltransferase for malonyl-CoA by the diabetic state and reversal by insulin. *J. Biol. Chem.* 260 : 9516.
- Giaja J., 1938.** Homéothermie. Hermann édit., Paris, 70 p.

- Greenhalgh J.F.D., Elsley F.W.H., Grubb D.A., Lightfoot A.L., Saul D.W., Smith P., Walker N., Williams D., Yeo M.L., 1977.** Coordinated trials on the protein requirements of sows. *Anim. Prod.* 24 : 307-321.
- Henry Y., et Etienne M., 1978.** Alimentation énergétique du porc. *Journ Rech Porc Fr.* 119-166.
- Holmes C.W., 1973.** The energy and protein metabolism of pigs growing at a high ambient temperature. *Anim. Prod.* 16 : 117-133.
- Holmes C.W., et Close W.H., 1977.** The influence of climatic variables on energy metabolism and associated aspects of productivity in the pig. In Nutrition and the climatic environment. Haresigh W., Swan H., Lewis D., ed Butterworths, London. 51-73.
- Holness D.H., et Mandisodza K.T., 1985.** The influence of additional fat in the diet of sows before and after parturition on piglet viability and performance. *Livest. Prod. Sci.* 13 : 191-198.
- Hughes P.E., Henry R.W., Pickard D.W., 1984.** The effects of lactation food level on subsequent ovulation rate and early embryonic survival in the sow. *Anim. Prod. Abst.* 38 : 527.
- Ingram D.L., 1967.** Stimulation of cutaneous glands in the pig. *J. Comp. Path.* 77 : 93-98.
- Ingram D.L., 1977.** Adaptations to ambient temperature in growing pigs. *Pflügers Arch.* 367 : 257-264.
- Jindal R., Cosgrove J.R., Aherne F.X., Foxcroft G.R., 1996.** Effect of nutrition on embryonal mortality in gilts : association with progesterone. *J. Anim. Sci.* 74 : 620-624.
- Johnston L.J., Fogwell R.L., Weldon W.C., Ames N.K., Ullrey D.E., Miller E.R., 1989.** Relationship between body fat and postweaning interval to oestrus in primiparous sows. *J. Anim. Sci.* 67 : 943-950.
- Just A., 1982.** The net energy value of crude fat for growth in pigs. *Livest. Prod. Sci.* 9 : 501-509.
- Kemp B; Verstegen J.M., Verhagen J.M.F., van der Hel W., 1987.** The effect of environmental temperature and feeding level on energy and protein retention of individual housed pregnant sows. *Anim. Prod.* 44 : 275-283.
- King R.H., Brown W.G., 1993.** Interrelationships between dietary protein level, energy intake, and nitrogen retention in pregnant sows. *Anim. Prod.* 44 : 275.
- King R.H., et Dunkin A.C., 1986.** The effect of nutrition on the reproductive performance of first-litter sows. *Anim. Prod.* 42 : 119-125.
- King R.H., et Williams I.H., 1984a.** The effect of nutrition on the reproductive performance of first-litter sows. Feeding level during lactation, and between weaning and mating. *Anim. Prod.* 38 : 241-247.
- King R.H., et Williams I.H., 1984b.** The effect of nutrition on the reproductive performance of first-litter sows : Protein and energy intakes during lactation. *Anim. Prod.* 38 : 249-256.
- Kirkwood R.N., Baidoo S.K., Aherne F.X., Sather A.P., 1987a.** The influence of feeding level during lactation on the occurrence and endocrinology of the post weaning estrus in sows. *Can. J. Anim. Sci.* 67 : 405-415.
- Kirkwood R.N., Evans F.D., Aherne F.X., 1987.** Influence of age, weight and growth rate on basal LH, growth hormone and cortisol, and estrogen-induced LH release in prepubertal gilts. *Can. J. Anim. Sci.* 67 : 1001-1010.
- Kirkwood R.N., Lythgoe E.S., Aherne F.X., 1987b.** Effect of lactating feed intake and gonadotrophin-releasing hormone on the reproductive performance of sows. *Can. J. Anim. Sci.* 67 : 715-719.

- Kuzdal-Savoie, S., 1959.** Influence de l'alimentation et du climat sur la matière grasse du lait de vache . Aspect qualitatif. *Ann. Nutr. Alim.* 13 (1) : 207-232
- Le Dividich J., Esnault Th., Lynch B., Hoo-Paris R., Castex Ch., Peiniau J., 1991.** Effect of colostrum fat level on fat deposition and plasma metabolites in the newborn pig. *J. Anim. Sci.* 69 : 2480-2488.
- Liao C-W., et Veum T.L., 1994.** Effects of dietary energy intake by gilts and heat stress from days 3 to 24 or 30 after mating on embryo survival and nitrogen and energy balance. *J. Anim. Sci.* 72 : 2369-2377.
- Libal G.W., et Wahlstrom R.C., 1977.** Effect of gestation metabolizable energy levels on sow productivity. *J. Anim. Sci.* Vol. 45. No 2.
- Lindemann M.D., Rigau A.P., Kornegay E.T., Harper A.F., 1993.** An assessment of source of supplemental dietary oil during early gestation on foetal survival and foetal measurements in swine. *Animal Production.* Abst. 56 : 452.
- Love R.J., 1978.** Definition of a seasonal infertility problem in pigs. *Veterinary Record.* 103 : 443-446.
- Love R.J., Evans G., Klupiec C., 1993.** Seasonal effects on fertility in gilts and sows. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement.* 48 : 191-206.
- Lynch P.B., 1977.** Effect of environmental temperature on lactating sows and their litters. *Irish J Agric. Res.*, 16 : 123-130.
- Lynch P.B., 1988.** Voluntary food intake of sows and gilts. In : The voluntary Food Intake of Pigs. J.M. Forbes, M.A. Varley and T.L.J., BSAP Occasional Publication N°13 : 71-77.
- Mahan D.C., Becker D.E., Jensen A.H., 1971.** Effect of protein levels and opaque-2 corn on sow and litter performance during the first and second lactation periods. *J. Anim. Sci.* Vol. 32. No 3 : 470-475.
- Mc Cance R.A., Widdowson E.M., 1959.** The effect of lowering the ambient temperature on the metabolism of the newborn pig. *J. Physiol.* 147 : 124-134.
- Mc Glone J.J., Stansbury W.F., Tribble L.F., Morrow J.L., 1988.** Photoperiod and heat stress influence on lactating sow performance and photoperiod effects on nursery pig performance. *J. Anim. Sci.* 66 : 1915 - 1919.
- Mesias de Bragança M., Quesnel H., Mounier A-M., Prunier A., 1995.** Influence de la température ambiante sur les performances zootechniques et certains paramètres sanguins chez des truies large white primipares. *Journ Rech Porc Fr.* 27, 37-44.
- Monget P., et Martin G.B., 1996.** Involvement of insulin-like growth factors in the interactions between nutrition and reproduction in female mammals. Sous presse.
- Morisson W., Smith L., 1964.** Preparation of fatty methyl ester and dimethylacetats from lipids with boron fluidid-methanol. *J. Lipid. Res.* 5 : 600-608.
- Mount L.E., 1968.** The climatic physiology of the pig. Ed. Arnold LTD, London, 271 p.
- Mullan B.P., et Williams I.H., 1989.** The effect of body reserves at farrowing on the reproductive performance of first-litter sows. *Anim. Prod.* 48 : 449-457.
- Nelssen, J.L., Lewis A.J., Peo E.R., Moser B.D., 1985.** Effect of source of dietary energy and energy restriction during lactation on sow and litter performance. *J. Anim. Sci.* Vol. 60, No 1 : 171-178.
- Noblet J., Close W.H., 1980.** Etudes préliminaires sur le métabolisme énergétique de la truie nullipare gravide. *Journ Rech Porc Fr.* 12 : 291-298.
- Noblet J., Close W.H., Heavens R.P., 1985.** Studies on the energy metabolism of the pregnant sow. Uterus and mammary tissue development. *Br J Nutr.* 53 : 251-265.
- Noblet J., Dourmad J.Y., Etienne M., 1990.** Energy utilization in pregnant and lactating sows : modeling of energy requirements. *J. Anim. Sci.* 68 : 562-572.

- Noblet J., Dourmad J.Y., Le Dividich J., Dubois S, 1988. Influence de la température ambiante sur les dépenses énergétiques de la truie gravide. Interaction avec la nature du régime (paille, luzerne). *Journ Rech Porc Fr.* 20 : 345-350.
- Noblet J., et Etienne M., 1986. Effect of energy level in lactating sows on yield and composition of milk and nutrient balance of piglets. *J. Anim. Sci.* 63 : 1888-1896.
- Noblet J., et Etienne M., 1987. Metabolic utilization of energy and maintenance requirements in pregnant sows. *Livest. Prod. Sci.* 16 : 243-257.
- Noblet J., et Etienne M., 1987a. Metabolic utilization of energy and maintenance requirements in lactating sows. *J. Anim. Sci.* 64 : 774-781.
- Noblet J., Etienne M., 1989. Estimation of sow milk nutrient output. *J. Anim. Sci.* 67 : 3352-3359.
- Noblet J., Etienne M., Dourmad J.Y., 1988. Besoins énergétiques de la truie allaitante : détermination par la méthode factorielle. *INRA Prod. Anim.* 1 (5), 355-358.
- O'Grady J.F., Elsley F.W.H., MacPherson R.M., McDonald I., 1975. The response of lactating sows and their litters to different dietary energy allowances. 1 - Milk yield and composition, reproductive performance of sows and growth rate of litters. *Anim. Prod.* 20 : 257-265.
- O'Grady J.F., Lynch P.B., Kearney P.A., 1985. Voluntary feed intake by lactating sows. *Livest. Prod. Sci.* 12 : 355-365.
- Okaï D.B., Aherne F.X., Hardin R.T., 1977. Effects of sow nutrition in late gestation on the body composition and survival of the neonatal pig. *Can. J. Anim. Sci.* 57 : 439-448.
- Omtvedt I.T., Nelson R.E., Edwards R.L., Stephens D.F., Turman E.J., 1971. Influence of heat stress during early, mid and late pregnancy of gilts. *J. Anim. Sci.* 32 (2) : 312-317.
- Pérez Rigau A., Lindemann M.D., Kornegay E.T., Harper A.F., Watkins B.A., 1995. Role of dietary lipids on fetal tissue fatty acid composition and fetal survival in swine at 42 days of gestation. *J. Anim. Sci.* 73 : 1372-1380.
- Pérez J.M., Mornet P., Rérat A., 1986. Le porc et son élevage. Bases scientifiques et techniques. Paris, Maloine, 575p.
- Pettigrew J.E., 1981. Supplemental dietary fat for periparturient sows : a review. *J. Anim. Sci.* 53 (1) : 107-117.
- Pharazyn A., Den Hartog L.A., Foxcroft G.R., Aherne F.X., 1991. Dietary energy and protein intake, plasma progesterone and embryo survival in early pregnancy in the gilt. *Can. J. Anim. Sci.* 71 : 949-952.
- Pond W.G., Yen J.T., Maurer R.R., Christenson R.K., 1981. Effect of doubling daily energy intake during the last two weeks of pregnancy on pig birth weight, survival and weaning weight. *J. Anim. Sci.* 52 (3) : 535-541.
- Prunier A., Dourmad J.Y., Etienne M., 1993. Feeding level, metabolic parameters and reproductive performance of primiparous sows. *Livest. Prod. Sci.* 37 : 185-196.
- Prunier A., Dourmad J.Y., Etienne M., 1994. Effect of light regimen under various ambient temperatures on sow and litter performance. *J. Anim. Sci.* 72 : 1461-1466.
- Prunier A., Mounier A-M., Dourmad J.Y., Etienne M., 1993. Influence de la durée d'éclairage et de la température ambiante sur les performances de production et de reproduction de truies primipares. *Journ Rech Porc Fr.* 25 : 107-112.
- Prunier A., Quesnel H., Messias de Bregança M., Kermabon A.Y., 1996. Environmental and seasonal influences on the return-to-oestrus after weaning in primiparous sows : a review. *Livest. Prod. Sci.* Sous presse.
- Quesnel H., Prunier A., 1995. L'ovulation après le tarissement des truies : mécanismes physiologiques et facteurs de variation. *INRA Prod. Anim.* 8 (3), 165-176.

- Rafai P., 1976.** Effect of high air temperature on the fasting metabolism of fattening pigs. *Acta. Vet. Acad. Sci. Hungar.* 26 : 21-30.
- Ramsay T.G., Karousis J., White M.E., Wolverson C.K., 1991.** Fatty acid metabolism by the porcine placenta. *J. Anim. Sci.* 69 : 3645-3654.
- Reese D.E., Moser B.D., Peo E.R., Lewis A.J., Zimmerman D.R., Kinder J.E., Stroup W.W., 1982.** Influence of energy intake during lactation on the interval from weaning to first estrus in sows. *J. Anim. Sci.* 55 (3) : 590-596.
- Reese D.E., Peo E.R., Lewis A.J., 1984.** Relationship of lactation energy intake and occurrence of postweaning estrus to body and backfat composition in sows. *J. Anim. Sci.* 58 : 1236.
- Salmon-Legagneur E., 1964.** Relations entre les graisses ingérées, les lipides corporels et les acides gras du lait chez la truie. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 4 (2), 141-155.
- Salmon-Legagneur E., 1965.** Quelques aspects des relations nutritionnelles entre la gestation et la lactation chez la truie. *Ann. Zootechnie.* 14 (Hors série 1)
- Sève B., 1995.** Alimentation des porcelets. Cours polycopié. CSAAD.75 p
- Schoenherr W.D., Stahly T.S., Cromwell G.L., 1989.** The dietary fat or fiber addition on yield and composition of milk from sows housed in warm or hot environment. *J. Anim. Sci.* 67 : 482
- Stansbury W.F., Mc Glone J.J., Tribble L.F., 1987.** Effects of season, floor type, air temperature and snout coolers on sow and litter performance. *J. Anim. Sci.* 65 : 1507-1513.
- Thulin A.J., Allee G.L., Harmon D.L., Davis D.L., 1989.** Utero-placenta transfer of octanoic, palmitic and linoleic acids during late gestation in gilts. *J. Anim. Sci.* 67 : 738-745.
- Tokach M.D., Pettigrew J.E., Dial G.D., Wheaton J.E., Crooker B.A., Johnston L.J., 1992.** Characterization of luteinizing hormone secretion in the primiparous, lactating sow : relationship to blood metabolites and return-to-estrus interval. *J. Anim. Sci.* 70 : 2195-2201.
- Tompkins E.C., Heidenreich C.J., Stob M., 1967.** Effects of post-breeding thermal stress on embryonic mortality in swine. *J. Anim. Sci.* 26 : 377.
- Verstegen M.W.A., 1971.** Influence of environmental temperature on energy metabolism of growing pigs housed individually in groups. *Meded. Landshogesch. Wageningen.* 71-72.
- Verstegen M.W.A., Mesu J., van Kempen G.J.M., Geerse C., 1985.** Energy balances of lactating sows in relation to feeding level and stage of lactation. *J. Anim. Sci.* 60 (3) : 731-740.
- Wallach-Janiak M., Raj St., Frandrejowski H., 1986.** Protein and energy balance in pregnant gilts. *Livest. Prod. Sci.* 15 : 249-261.
- Wan S.S., Hennessy D.P., Cranwell P.D., 1994.** Seasonal infertility, stress and adrenocortical responsiveness in pigs. *Animal Reproduction Science.* 34 : 265-279.
- Warnick A.C., Wallace H.D., Palmer A.Z., Sosa E., Duerre D.J., Caldwell V.E., 1965.** Effect of temperature on early embryo survival in gilts. *J. Anim. Sci.* 24 : 89.
- Weldon W.C., Lewis A.J., Louis G.F., Kovar J.L., Giesemann M.A., Miller P.S., 1994.** Postpartum hypophagia in primiparous sows : effects of gestation feeding level on feed intake, feeding behaviour, and plasma metabolite concentrations during lactation. *J. Anim. Sci.* 72 : 387-394.
- Wettemann R.P., Wells M.E., Johnson R.K., 1979.** Reproductive characteristics boars during and after exposure to increased ambient temperature. *J. Anim. Sci.* 49 (6) : 1501-1505.
- Whittemore C.T., Morgan C.A., 1990.** Model components for the determination of energy and protein requirements for breeding sows : a review. *Livest. Prod. Sci.* 26 : 1-37.
- Witter R.C., Rook J.A.F., 1970.** The influence of the amount and nature of dietary fat on milk fat composition in the sow. *Br. J. Nutr.* 24, 749-760.

**Witter R.C., Spincer J., Rook J.A.F., Towers K.G., 1970.** The effects of intravenous infusions of triglycerides on the composition of milk fat in the sow. *Br. J. Nutr.* 24 : 269-278.

## ***LISTE DES FIGURES***

- Figure 1 : Evolution pondérale moyenne d'un troupeau de truies Large-White, pour un niveau énergétique moyen de 7950 kcal/j (Gadoud et al, 1992)
- Figure 2 : Utilisation métabolique de l'énergie chez la truie en gestation et rendements associés
- Figure 3 : Utilisation métabolique de l'énergie chez la truie en lactation et rendements associés (Noblet, 1988)
- Figure 4 : Schéma général de l'utilisation digestive et métabolique de l'énergie (Pérez et al, 1986)
- Figure 5 : Développement pondéral des contenus utérins chez la truie en gestation (Salmon Legagneur, 1965)
- Figure 6 : Récapitulatif des principaux facteurs de variation de l'ingestion alimentaire spontanée chez la truie en lactation (Dourmad, 1988)
- Figure 7 : Thermogénèse des homéothermes en fonction de la température du milieu (Giaja, 1938)
- Figure 8 : Effets du niveau d'ingestion des aliments sur la production de chaleur des animaux (Holmes et Close, 1977)
- Figure 9 : Epaisseur de lard mesurée au niveau des épaules, du dos et des reins, en milieu tempéré
- Figure 10 : Croissance des porcelets sous la mère, en milieu tempéré
- Figure 11 : Croissance des culots de portée sous la mère, en milieu tempéré
- Figure 12 : Consommation journalière des truies exprimée en g MS/kgP<sup>0,75</sup>, en milieu tempéré
- Figure 13 : Consommation journalière des truies exprimée en kcal/kgP<sup>0,75</sup>, en milieu tempéré
- Figure 14 : Température rectale des truies suivant leur stade physiologique, en milieu tempéré
- Figure 15 : Croissance des porcelets en post sevrage, en milieu tempéré
- Figure 16 : Croissance des culots de portée en post sevrage, en milieu tempéré
- Figure 17 : Perte de poids des truies en % du poids à la mise-bas, en milieu tropical
- Figure 18 : Répartition de la diminution moyenne de l'épaisseur de lard entre G110 et A21 et A21 et S, en milieu tropical
- Figure 19 : Croissance des porcelets sous la mère, en milieu tropical
- Figure 20 : Croissance des culots de portée sous la mère, en milieu tropical
- Figure 21 : Consommation journalière exprimée des truies en g MS/kg P<sup>0,75</sup>, en milieu tropical
- Figure 22 : Consommation journalière des truies exprimées en kcal/kg P<sup>0,75</sup>, en milieu tropical
- Figure 23 : Niveau d'énergie nette ingérée/heure sur le nyctémère, en milieu tropical
- Figure 24 : Croissance des porcelets en post sevrage, en milieu tropical

Figure 25 : Croissance des culots de portée en post sevrage, en milieu tropical

Figure 26 : Répartition des acides gras dans le colostrum des truies, en milieu tempéré

Figure 27 : Répartition des acides gras dans le colostrum des truies, en milieu tropical

Figure 28 : Répartition des acides gras dans le lait des truies, en milieu tempéré

Figure 29 : Répartition des AG dans le lait des truies, en milieu tropical

Figure 30 : Répartition des AG sériques des truies en début de gestation, en milieu tempéré

Figure 31 : Répartition des AG sériques des truies en début de gestation, en milieu tropical

Figure 32 : Répartition des AG sériques des truies en milieu de lactation, en milieu tempéré

Figure 33 : Répartition des AG sériques des truies en milieu de lactation, en milieu tropical

Figure 34 : Répartition des AG sériques des truies en post sevrage, en milieu tempéré

Figure 35 : Répartition des AG sériques des truies en post sevrage, en milieu tropical

## ***LISTE DES TABLEAUX***

- Tableau 1 : Profil des besoins en acides aminés de la truie en lactation (en % de lysine)
- Tableau 2 : Mise en lot des truies Large White en milieu tropical
- Tableau 3 : Mise en lot des truies Landrace-Large White en milieu tempéré
- Tableau 4 : Compositions chimiques théoriques et analysées des aliments destinés aux truies
- Tableau 5 : Composition en Acides Gras (en % des AG totaux) des aliments distribués aux truies
- Tableau 6 : Composition des aliments porcelets 1er âge et 2ème âge
- Tableau 7 : Poids des truies, en milieu tempéré
- Tableau 8 : Epaisseur de lard des truies (en mm), en milieu tempéré
- Tableau 9 : Nombre de porcelets nés vivants, morts nés, morts à 48h et sevrés, en milieu tempéré
- Tableau 10 : Production estimée et composition du lait entre 0 et 21 jours, en milieu tempéré
- Tableau 11 : Poids (kg de poids vif) de la portée à la naissance, des porcelets de la portée et des culots de portée sous la mère, en milieu tempéré
- Tableau 12 : Consommation moyenne journalière/semaine des truies, en milieu tempéré
- Tableau 13 : Rythme respiratoire (/mn) des truies, en milieu tempéré
- Tableau 14 : Température rectale (°C) des truies, en milieu tempéré
- Tableau 15 : Poids (kg de poids vif), en milieu tempéré
- Tableau 16 : Niveau d'ingestion et Indice de Consommation des porcelets, en milieu tempéré
- Tableau 17 : Evolution pondérale (kg de poids vif) des truies, en milieu tropical
- Tableau 18 : Epaisseur de lard des truies (en mm), en milieu tropical
- Tableau 19 : Nombre de porcelets nés totaux, nés vivants, morts à 48h et sevrés, en milieu tropical
- Tableau 20 : Production estimée et composition du lait entre 0 et 21 jours, en milieu tropical
- Tableau 21 : Poids (kg de poids vif) de la portée, des porcelets sous la mère, en milieu tropical
- Tableau 22 : Consommation moyenne journalière/semaine des truies, en milieu tropical
- Tableau 23 : Rythme respiratoire (/mn) des truies, en milieu tropical
- Tableau 24 : Température rectale (°C) des truies, en milieu tropical
- Tableau 25 : Poids des porcelets (kg de poids vif), en milieu tropical
- Tableau 26 : Niveau d'ingestion et Indice de Consommation des porcelets, en milieu tropical
- Tableau 27 : Composition de carcasses des porcelets, en milieu tropical
- Tableau 28 : Répartition des AG dans le colostrum, en milieux tempéré et tropical
- Tableau 29 : Répartition des AG dans le lait, en milieu tempéré

Tableau 30 : Répartition des AG dans le lait, en milieu tropical

Tableau 31 : Répartition des AG sériques des truies en fin de gestation (G 110), en milieux tempérés et tropical

Tableau 32 : Répartition des AG sériques des truies en milieu de lactation (A 20), en milieu tempérés

Tableau 33 : Répartition des AG sériques des truies en milieu de lactation (A20), en milieu tropical

Tableau 34 : Répartition des AG sériques en post-sevrage, en milieu tempérés

Tableau 35 : Répartition des AG sériques en post sevrage, en milieu tropical

## RESUME

Afin de déterminer l'effet de l'incorporation de lipides dans l'aliment de la truie en lactation sur les performances de reproduction et la croissance des portées de truies primipares et multipares, deux essais basés sur un protocole identique ont été simultanément menés en milieu tempéré (24 truies Landrace-Large White) et en milieu tropical (Guadeloupe) (18 truies Large White, jusqu'au 7ème jour de lactation, puis 6 truies). Les truies en alimentation à volonté, depuis le 105ème jour de gestation jusqu'au sevrage, ont été réparties en trois lots. Les lots T, L6 et L12 ont reçu respectivement un aliment standard renfermant 1,4 % de lipides, ce même aliment auquel on a ajouté 6 % de lipides, et enfin 12% de lipides.

Les régimes n'affectent pas l'évolution pondérale des truies, ni leur consommation. L'ingestion des truies en milieu tropical (T :  $4,0 \pm 0,7$  kg MS/j; L6 :  $4,3 \pm 0,9$  kg MS/j; L12 :  $4,5 \pm 0,5$  kg MS/j) est plus faible que celle des truies en milieu tempéré (T :  $6,2 \pm 1,3$  kg MS/j; L6 :  $5,6 \pm 0,7$  kg MS/j; L12 :  $5,2 \pm 1,3$  kg MS/j). En milieu tempéré, ces régimes ne modifient pas le nombre de porcelets nés totaux, nés vivants, morts à 48 h et sevrés. En milieu tropical, le nombre de porcelets morts à 48h semble diminué (17,4 %, 11,5 % et 1,9 % des porcelets nés vivants resp. pour les porcelets des lots T, L6 et L12) et le nombre de porcelets sevrés accru (80 %, 89,5 % et 86,4 % des porcelets nés vivants resp. pour les porcelets des lots T, L6 et L12). En milieu tempéré, le poids des porcelets à la naissance comme leur croissance ne sont pas affectés par les régimes lipidiques alloués à leurs mères. En milieu tropical, il semble que la croissance des porcelets entre la naissance et le sevrage soit légèrement améliorée. L'incorporation de lipides dans les deux milieux n'entraîne pas d'augmentation significative du taux de lipides dans le lait et le colostrum. Elle modifie la composition en acides gras du colostrum et du lait. Ces variations sont d'ampleur et de nature différentes suivant le milieu climatique envisagé. Les régimes affectent aussi la composition en acides gras sériques des truies en fin de gestation, en milieu de lactation, comme après le sevrage. Le climat modifie de façon importante ces compositions. Ceci témoigne de l'effet de températures élevées sur le métabolisme lipidique des truies.

Mots clés : acides gras / ingestion / lactation / lipides / nutrition / productivité / porcelets / porcine / truie