

*Ministre De L'enseignement Supérieur De La Recherche  
Scientifique*

*Université Ibn Khaldoun –Tiaret-  
Institut Des Sciences Vétérinaires  
Département De Santé Animale*

*Projet de Fin D'étude En Vue De L'obtention Du Diplôme De Docteur Vétérinaire*

*SOUS LE THEME*

# *Gestion d'alimentation des Volailles*

*Présenter Par :*

 *Charchar Assia*

 *Hanoun Abdelkarim*

*Encadré Par :*

*Sayem Said*

*Année Universitaire : 2019/2020*

# Remerciements

*Mes remerciements les plus sincères sont destinés à DIEU le tout puissant qui m'a donné le courage pour pouvoir avancer et mettre en terme mes études.*

*Je remercie mon encadreur Monsieur **Sayem Said** pour bien vouloir accepter d'assurer mon travail ainsi que pour les professeurs de la filière médecine vétérinaire.*

*Enfin, mes hommages sont destinés à toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail comme preuve de respect, de  
gratitude et de reconnaissance*

*A mes parents et ma chère famille*

*A celui qui a été à mes cotés durant la réalisation  
de ce travail*

*A mes professeurs et tous mes amis et collègues*

➤ *Assia*

## **Liste Des Tableaux**

---

*Tableau n° 1 : la longueur et le calibre de l'anse duodénale (VILLATE. D 2001).*

*Tableau n° 2 : la longueur et le calibre du jéjunum chez quelques espèces (VILLATE. D 2001).*

*Tableau n° 3 : La longueur et le calibre de l'iléon chez certaines espèces (VILLATE. D 2001).*

*Tableau n° 4 : la longueur et le calibre du caecum chez quelques espèces (VILLATE. D 2001).*

*Tableau n° 5 : La partition des besoins énergétiques d'un animal*

*Tableau n° 6 : Le besoin énergétique de croissance du poulet en kcal/g de gain de poids*

*Tableau n° 7 : Apports optimum et limites inférieures (carence) et supérieures (toxicité) des principaux éléments sous forme disponible (g/kg)\*.*

*Tableau n° 8 : Composition en minéraux du poulet (g/ kg poids vif)*

*Tableau n° 9 : Composition minérale de l'œuf de poule (mg/g d'œuf)*

**Tableau n° 10 : Composition et caractéristiques des aliments 95 % Bio et 100 % Bio**

*Tableau n° 11 : Performances des animaux soumis aux 2 traitements alimentaires*

*Tableau n° 12 : Qualité des œufs pour les 2 traitements alimentaires*

*Tableau n° 13 : Composition des aliments*

*Tableau n° 14 : Performances zootechniques des poules âgées de 23 à 32 semaines*

*Tableau n° 15 : Effet de l'aliment distribué sur la qualité des œufs de poule*

*Tableau n°16 : Effet de la densité énergétique du régime en démarrage et en finition sur le gain de poids (g) et l'efficacité alimentaire, ou indice de consommation (IC).*

*Tableau n° 17 : Evolution des poids durant les quatre premiers jours, (Anonyme 1, 2005).*

*Tableau n°18 : Apports recommandés pour poussin en démarrage (0-21 jours). (Anonyme 1, 2005)*

*Tableau n°19 : représente les apports recommandés en énergie métabolisable et en protéines brutes pour le poulet de chair durant la période de croissance.*

## **Liste des Figures**

---

**Figure 1** : vue latérale du tractus digestif du poulet après autopsie (VILLATE. D 2001).

**Figure 2** : les différents becs des volailles

**Figure 3** : les glandes salivaires de la poule (VILLATE. D 2001).

**Figure 4** : topographie viscérale de la poule, le coté gauche (VILLATE. D 2001).

**Figure 5** : topographie viscérale de la poule, le coté droit (VILLATE. D 2001).

**Figure 6** : schéma simplifié des mécanismes de contrôle de la vidange gastrique et du réflexe duodénogastrique (SOUILEM. O et GOGNY. M 1994).

**Figure 7** : Occupation du parcours par les poules pondeuses en fonction de l'aliment distribué de la semaine 31 à 36 en nombre de poules par cellule sur le parcours (les bâtons suivis de lettres différentes sont différents au seuil de 5 %)

# **SOMMAIRE**

*Remerciements*

*Dédicace*

*Listes Des Tableau*

*Liste des Figures*

## ***Chapitre 01 : Physiologie digestif des volailles***

### ***1. REGION CRANIALE DU TUBE DIGESTIF***

1.1 LE BEC .....	3
1.1.1 La maxille .....	4
1.1.2 La mandibule .....	4
<b>1.2 LA CAVITE BUCCALE ET LA LANGUE .....</b>	<b>5</b>
1.2.1 La cavité buccale .....	5
1.2.2 La Langue .....	5
<b>1.3 LES GLANDES SALIVAIRES .....</b>	<b>5</b>
<b>1.4 LE PHARYNX .....</b>	<b>6</b>
<b>1.5 L'ŒSOPHAGE .....</b>	<b>6</b>
<b>1.6 LE JABOT .....</b>	<b>6</b>

### ***2. REGION STOMACALE DU TUBE DIGESTIF***

2.1 Le Pro Ventricule Ou Ventricule Succenturié .....	7
2.2 Le Gésier .....	7

### ***3. REGION POSTERIEURE DU TUBE DIGESTIF***

3.1 Le Duodénum .....	8
3.2 LE JÉJUNUM .....	8
<b>3.3 L'ILÉON .....</b>	<b>9</b>
<b>3.4 LES CAECUMS .....</b>	<b>10</b>
<b>3.5 LE RECTUM .....</b>	<b>10</b>
<b>3.6 LE CLOAQUE .....</b>	<b>10</b>
3.6.1 Le Coprodéum .....	10
3.6.2 L'urodéum .....	10
3.6.3 Le proctodéum .....	10

### ***4. LES GLANDES***

<b>4.1 LE PANCRÉAS .....</b>	<b>11</b>
------------------------------	-----------

4.2 LE FOIE .....	11
-------------------	----

## **ETUDE PHYSIOLOGIQUE**

### **1. PHENOMENES MOTEURS**

1.1 MOTRICITE DU SEGMENT ORAL .....	12
1.1.1 Ingestion-déglutition .....	12
1.1.2 Transit œsophagien .....	13
1.1.3 Motricité du jabot .....	13
1.2 MOTRICITE DU SEGMENT MOYEN .....	14
1.3 Motricite Du Segment Distal .....	16

### **2. PHENOMENES SECRETOIRES**

2.1 SECRETION SALVAIRE .....	16
2.2 SECRETION INGLUVIALE .....	17
2.3 SECRETION GASTRIQUE .....	17
2.4 SECRETION PANCREATIQUE .....	18
2.5 SECRETION BILIAIRE .....	18
2.6 SECRETION INTESTINALE .....	19

### **3. DIGESTION MICROBIENNE**

### **4. ABSORPTION DES NUTRIMENTS**

4.1 EAU ET ELECTROLYTES .....	20
4.2 MONOSACCHARIDES .....	21
4.3 ACIDES AMINES .....	21
4.4 LIPIDES .....	21
4.5 VITAMINES .....	22
CONCLUSION .....	22

## ***Chapitre 02 : alimentation et rationnement des volailles***

### ***Consommation D'aliment Et D'eau***

<b>Introduction .....</b>	<b>29</b>
<b>I. CONSOMMATION DE L'ALIMENT .....</b>	<b>29</b>
1. Composition de l'aliment .....	29
2. Régulation de l'appétit .....	30

1/ Mécanismes liés à l'aliment .....	31
2/ Des mécanismes originaires du tube digestif .....	31
1. Le mécanisme métabolique .....	31
<b>3. Facteurs Déterminant L'appétit (Ingestion)</b>	
<b>3.1 Facteurs liés à l'aliment .....</b>	<b>31</b>
a. Concentration Energétique .....	31
b. Taux azoté et équilibre en acides aminés .....	32
c. Minéraux et vitamines .....	32
d. la forme de présentation .....	32
<b>3.2 Facteurs Lies à l'environnement</b>	
a. Température ambiante .....	32
b. Le photopériodisme .....	32
c. Le stress .....	33
<b>3.3 Facteurs Liés A L'animal</b>	
<b><i>I. Régulation De La Consommation D'eau</i></b>	
1. Rôle .....	33
2. Facteurs de variation de la consommation d'eau .....	33
3. Les apports en eau .....	34
<b><i>Le métabolisme énergétique</i></b>	
<b>I. les dépenses énergétiques .....</b>	<b>35</b>
<b><i>II. Prévisions des besoins énergétiques</i></b>	
1. Besoins d'entretien .....	37
2. Besoin De Production .....	37
2.1. Besoins de croissance .....	37
2.2. Besoins énergétiques de ponte .....	38
<b><i>III. Valeur énergétique des aliments</i></b>	
1. Energie brute .....	39
2. Energie digestible .....	39
3. Energie métabolisable .....	40
<b><i>Métabolisme protéique</i></b>	
<b>Introduction .....</b>	<b>41</b>

*I / Notion d'acide aminé*

*II / Classification Nutritionnelle Des Acides Amines*

- 1. Acides aminés indispensables ou essentiels .....42**
- 2. Acides aminés semi-indispensables ..... 42**
- 3. les acides aminés non indispensables ou non essentiels ou banals ..42**

*III / Les Flux D'azote Dans L'organisme Et Les Critères D'efficacité*

*IV / Facteurs d'efficacité protidique*

- 1. Equilibre des acides aminés ..... 45**
  - 1.1. La carence en un acide aminé essentiel .....45
  - 1.2. L'excès en un acide aminé .....45
- 2. Le concept de protéine idéale ..... 46**
- 3. Le niveau d'apport d'énergie .....46**

*VI. Alimentation azotée des volailles*

- 1. Mode d'expression des apports et des besoins .....46**
- 2. Le principe de la supplémentation .....46**

*Métabolisme des minéraux*

- I. Les macroéléments ..... 47**
  - 1.1 - Régulation De L'équilibre Sodium – Potassium .....48
  - 1.2. Besoins en sodium, potassium et chlore .....51
- 2. Le calcium et le phosphore .....53**
  - 2.1/ La régulation hormonale du métabolisme phosphocalcique .....53
  - 2.2/ Besoins en calcium et phosphore .....54
- 3/ Le magnésium .....56**
- II .Les oligo-éléments ..... 56**
  - 1. Le Fer .....57**
  - 2. Le cuivre .....57**
  - 3. Le zinc .....57**
  - 4. Le manganèse .....57**
  - 5. L'iode .....58**
  - 6. Le sélénium .....58**

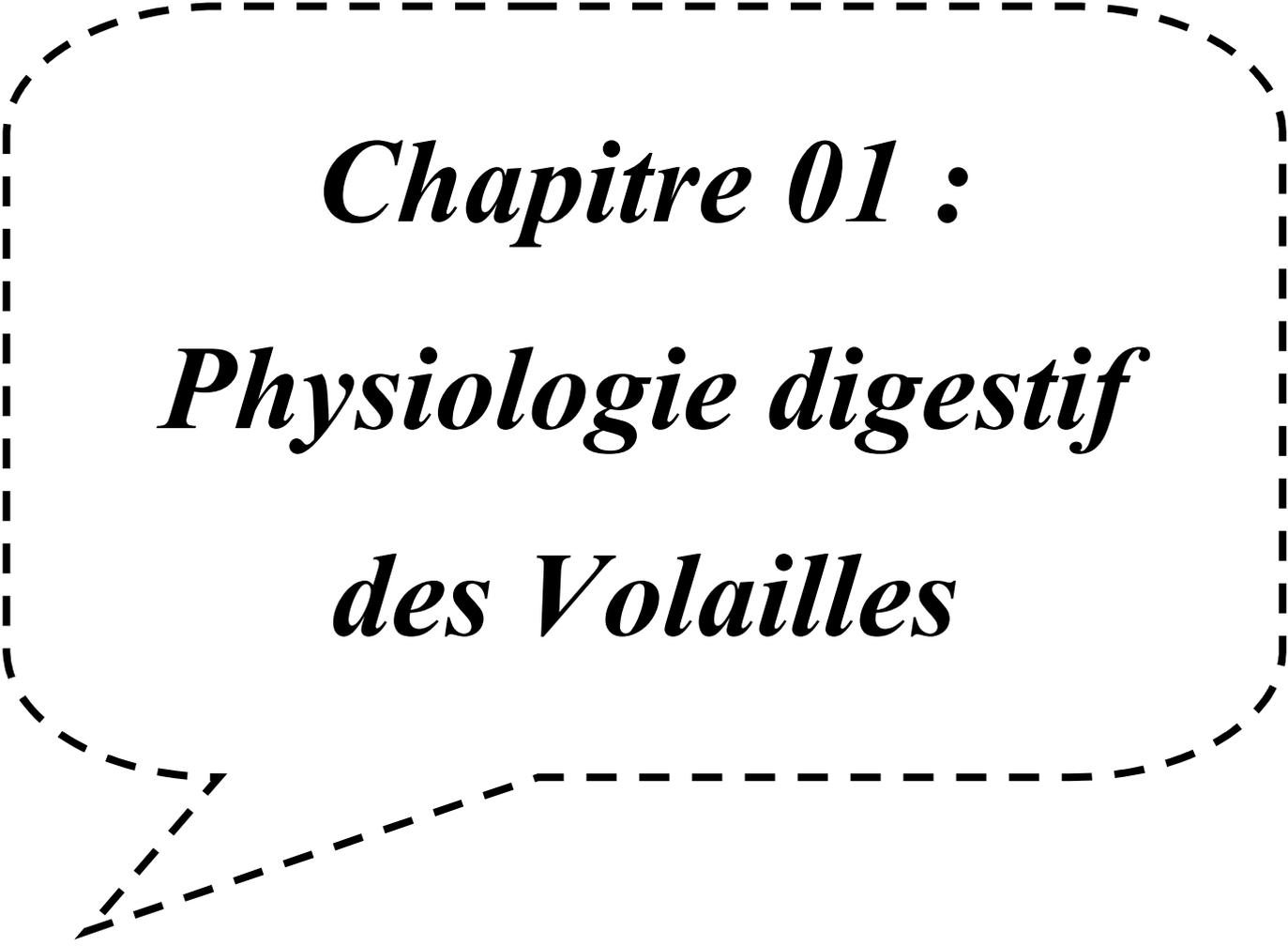
## ***Chapitre 03 : Alimentation de Poule Pondeuses***

<b>1.1 Matériels et méthodes</b> .....	<b>60</b>
1.1.1 Dispositif expérimental .....	60
1.1.2 Aliments.....	60
1.1.3 Mesures .....	62
<b>1.2 Résultats zootechniques</b> .....	<b>62</b>
<b>1.3 Discussion</b> .....	<b>64</b>
<b>2.1 Matériels et méthodes</b> .....	<b>65</b>
2.1.1 Description des régimes .....	65
2.1.2 Systèmes d'élevage .....	66
2.1.3 Mesures effectuées .....	67
2.1.4 Analyse statistique des résultats .....	67
<b>2.2 Résultats et discussion</b> .....	<b>67</b>
2.2.1 Résultats zootechniques .....	67
2.2.2 Evaluation du bien-être Animal .....	68
2.2.3 Effet de l'aliment sur la qualité des œufs .....	69
2.2.4 Impact environnemental .....	70
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>71</b>

## ***Chapitre 04 : poule de Chair***

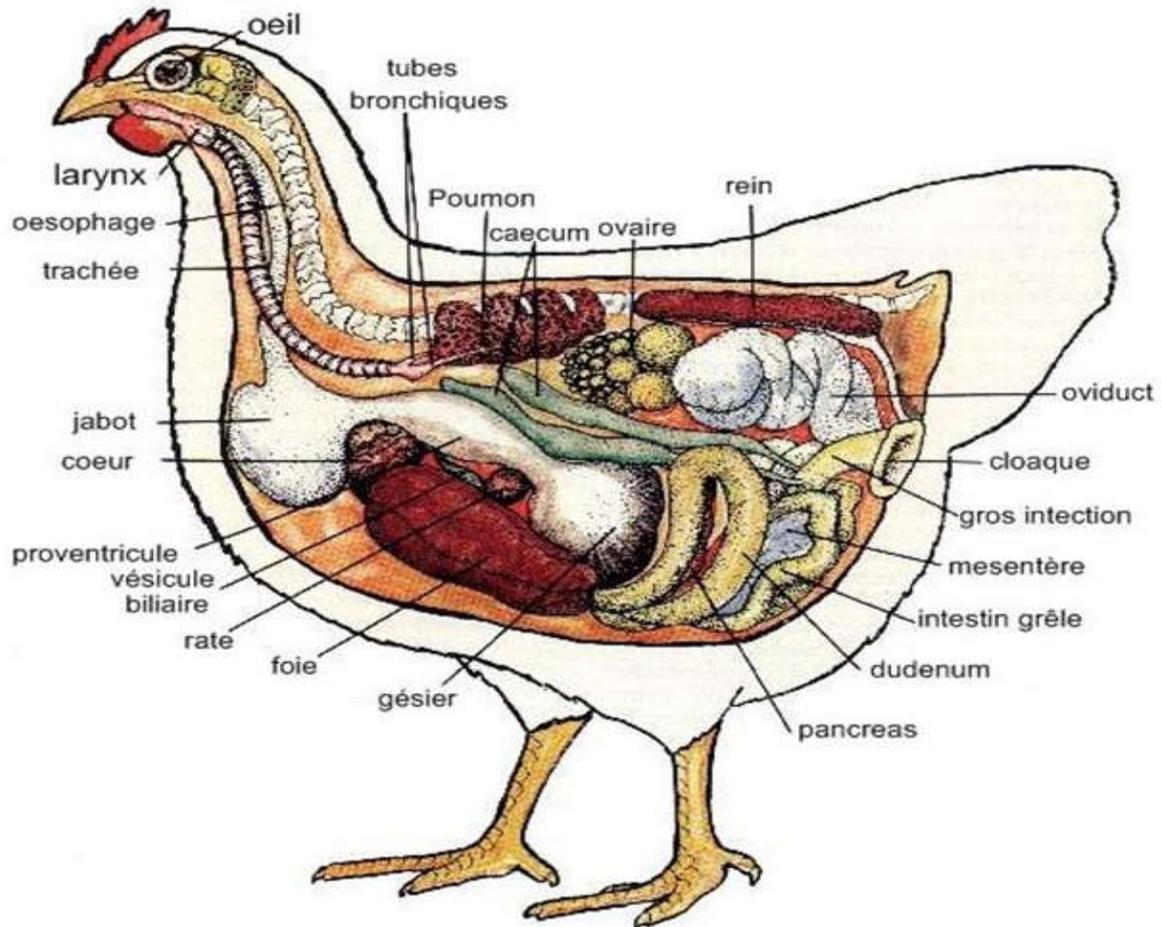
<b>Introduction</b> .....	<b>75</b>
<b>Rappels sur les métabolismes des oiseaux</b> .....	<b>75</b>
<b>1. Métabolisme Des Glucides</b> .....	<b>76</b>
<b>1.1 Besoins Energétique Du Poulet De Chair</b> .....	<b>76</b>
<b>2. Métabolisme Azote</b> .....	<b>78</b>
<b>2.1 Acides Amines Indispensables</b> .....	<b>78</b>
<b>2.2 Disponibilité Des Acides Amines</b> .....	<b>79</b>
<b>2.3 Valeur Nutritionnelle Des Acides Amines</b> .....	<b>80</b>
<b>2.4 Besoins Protéiques Du Poulet De Chair</b> .....	<b>80</b>
<b>2. Préparation Et Présentation De L'aliment</b> .....	<b>81</b>

<b>A. La Consommation d'aliment .....</b>	<b>81</b>
<b>2.2 La Digestibilité De L'aliment .....</b>	<b>82</b>
<b>IV. Alimentation Du Poulet De Chair .....</b>	<b>82</b>
<b>1. Alimentation En Phase De Démarrage .....</b>	<b>82</b>
<b>2. Alimentation En Phase De Croissance .....</b>	<b>83</b>
<b>3. Alimentation En Phase De Finition .....</b>	<b>84</b>



***Chapitre 01 :***  
***Physiologie digestif***  
***des Volailles***

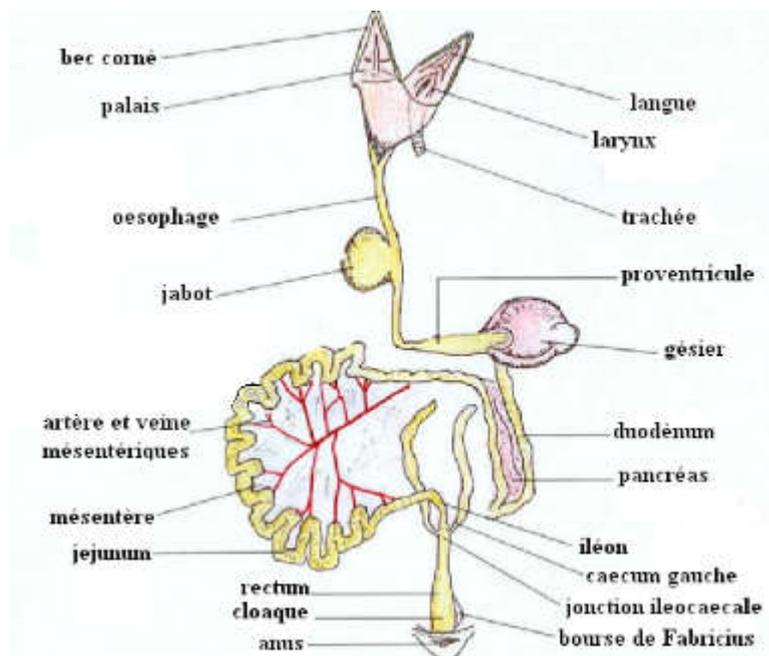
**Anatomie et physiologie de tractus gastro intestinal de volailles :**



Les volailles présentent de nombreuses particularités anatomiques et physiologiques par rapport aux mammifères. En effet, malgré la très grande hétérogénéité entre les différentes espèces aviaires, l'appareil digestif des volailles reste marqué par l'adaptation au vol, même chez les espèces qui ont perdu cette aptitude. Cette adaptation morphologique et fonctionnelle se trouve au niveau de la totalité des appareils et plus particulièrement l'appareil digestif. Le tube digestif malgré les différences de régime alimentaire est doué d'une grande capacité d'absorption qui permet de découvrir le métabolisme basal élevé de cette espèce.

**\*Rappel**

Anatomiquement l'appareil digestif des oiseaux est constitué par: un bec, une cavité buccale dépourvue de dents, un gosier, un œsophage, un jabot, des estomacs sécrétoire et musculaire, l'intestin débouchant dans le cloaque puis l'anus. Il comprend bien sûr toutes les glandes annexes : le foie et le pancréas. (VILLATE. D 2001; BRUGERE. H cité par BRUGERE-PICOUX. J et SILIM. A 1992).



**Figure 1** vue latérale du tractus digestif du poulet après autopsie (VILLATE. D 2001).

**1. REGION CRANIALE DU TUBE DIGESTIF :**

**1.1 LE BEC**

Le bec est utilisé avant tout pour la préhension des aliments, il offre une grande diversité de formes dans la classe des oiseaux qui est souvent le reflet d'une adaptation à un régime alimentaire particulier. Le bec lamellé du Canard lui permet de filtrer la vase. Le bec cylindrique et très long de la Bécasse lui permet de rechercher des vers et les larves dans le sol. Les becs forts et coniques (Poules, Dindons, Canaris, etc....) sont les moins spécialisés mais témoignent plutôt d'un régime granivore. La forme du bec est un des éléments importants utilisés pour la classification scientifique ou taxonomie des oiseaux.

La partie visible du bec est une production cornée ou rhamphothèque. Au même titre que les griffes, sa croissance est continue. Elle doit être compensée par une usure régulière par frottement des deux mâchoires entre elles, sur les aliments ou sur des objets non comestibles.

Le bec est composé de deux parties : dorsalement la maxille ou mandibule supérieure ; ventrale ment la mandibules ou mandibule inférieure

### 1.1.1 La maxille

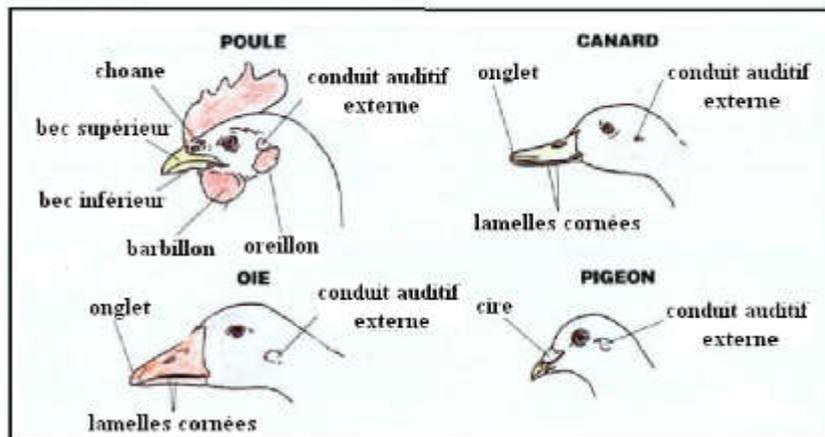
Le squelette de la maxille est constitué principalement de l'os prémaxillaire. Il est recouvert d'une production cornée : la rhinothèque. La maxille est perforée de deux narines qui sont protégées par un opercule chez la Poule et le Pigeon, par des plumes raides chez le Canari. Chez la Perruche et les Rapaces diurnes, les narines sont incluses dans une production charnue et lisse : la cire.

La maxille est légèrement mobile par rapport au crâne chez tous les oiseaux mais surtout chez les Canaris, les Perroquets et les Perruches (ALAMARGOT. J 1982).

### 1.1.2 La mandibule

Le squelette de la mandibule est constitué de l'os dentaire.

Il est recouvert de la gnathothèque, généralement moins développée que la rhinothèque. La mandibule est articulée avec le crâne par l'intermédiaire de l'os carré (ALAMARGOT. J 1982).



**Figure 2 les différents becs des volailles**

**1.2 LA CAVITE BUCCALE ET LA LANGUE****1.2.1 La cavité buccale**

Elle est limitée rostrale ment par les bords (ou tommies) et caudalement par le pharynx. Les limites avec le pharynx sont difficiles à préciser anatomiquement (d'ou le nom de bucco pharynx ou d'oropharynx donné à l'ensemble bouche et pharynx). Elle ne possède ni lèvres, ni dents.

La cavité buccale est recouverte d'un épithélium muqueux, sauf dans sa portion rostrale ou le revêtement est corné (rhamphothèque).

Le plafond de la cavité buccale est fendu longitudinalement par la fissure palatine. C'est dans cette fissure que débouchent les deux choanes (voies respiratoires) qui sont séparées par l'os vomer.

Chez certaines espèces (Corvidés, etc....et surtout Pélicans) le plancher de la cavité buccale est extensible et peut servir au maintien des aliments en formant la poche gulaire. Les oiseaux n'ont pas de voile du palais ; seul le palais dur existe. Il possède cinq rangées de papilles filiformes chez la poule (ALAMARGOT. J 1982).

**1.2.2 La Langue**

Organe mobile situé sur le plancher de la cavité buccale, la langue présente une grande variabilité de taille, de forme et de motilité dans la classe des oiseaux. Triangulaire (sagittée) chez la poule, elle est limitée en arrière par des papilles filiformes cornées et possède à son apex un pinceau de soies tactiles. Elle est recouverte d'un épithélium corné qui lui donne une apparence dure. Elle est soutenue par l'appareil hyoïdien (os et cartilages) et renferme l'entoglosse. Ses muscles intrinsèques rudimentaires lui confèrent une souplesse très réduite (ALAMARGOT. J 1982).

**1.3 LES GLANDES SALIVAIRES**

Sont groupées en massifs éparpillés. Chaque glande possède plusieurs fins canaux excréteurs, soit une centaine en tout. On distingue les glandes mandibulaires, palatines, maxillaires, sublinguales, linguales, angulaires, cric aryténoïdes, et sphénoptérygoïdes. Les glandes salivaires sont réduites chez certains oiseaux (Canards). La salive de la Poule possède une amylase mais son rôle essentiel est de lubrifier et de ramollir les aliments. (ALAMARGOT. J 1982).

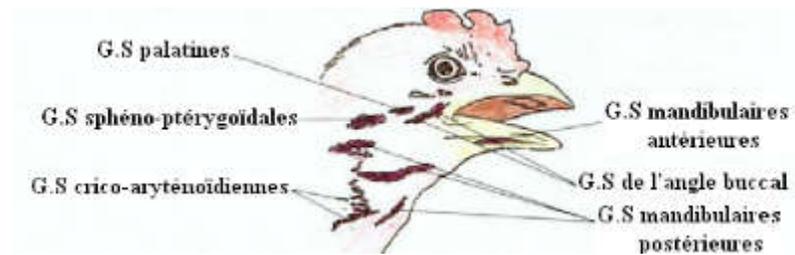


Figure 3 les glandes salivaires de la poule (VILLATE. D 2001).

#### 1.4 LE PHARYNX

Le pharynx est le carrefour du tube digestif et des voies respiratoires. C'est un organe difficile à délimiter chez les oiseaux (d'où le nom de buccopharynx). D'un point de vue anatomique, on le limite rostralement à la dernière rangée de papilles filiformes du palais (après les choanes) et de la langue, et caudalement, à l'entrée de l'oesophage, marquée également d'une petite rangée de papilles. Revêtu d'un épithélium muqueux simple, le pharynx est en rapport ventralement avec la trachée par la glotte et dorsalement avec les oreilles moyennes par une fente médiane, orifice commun aux deux trompes d'Eustache. Chez la Perruche, cette fente est incluse dans la fissure palatine (ALAMARGOT. J 1982).

#### 1.5 L'OESOPHAGE

L'oesophage est un organe tubuliforme musculomuqueux qui assure le transport des aliments de la cavité buccale à l'estomac. Il est situé dorsalement puis à droite de la trachée dans son trajet cervical. Avant de pénétrer dans la cavité thoracique chez certaines espèces dont la Poule et le Pigeon, il se renfle en un réservoir, le jabot. Dans sa portion intra-thoracique, l'oesophage redevient médian et dorsal à la trachée. Il dévie vers la gauche après la bifurcation bronchique (syrinx) puis passe dorsalement aux gros vaisseaux du coeur avec lesquels il adhère quelque peu. Il se termine dorsalement au foie en s'abouchant au proventricule.

L'oesophage est tapissé dans toute sa longueur d'une muqueuse aux plis longitudinaux très marqués. Il possède une musculature longitudinale interne très développée et est très dilatable (surtout chez les Rapaces et les oiseaux piscivores) (ALAMARGOT. J 1982).

#### 1.6 LE JABOT

Le jabot est un élargissement de l'oesophage en forme de réservoir situé à la base du cou, au ras de l'entrée de la poitrine. Rudimentaire chez de nombreux oiseaux, il est bien

développé chez nos espèces domestiques (sauf chez le Canard). Il se présente chez la Poule sous la forme d'un sac ventral très extensible qui adhère dans sa partie ventrale à la peau et aux muscles sous-cutanés du cou et dans sa partie caudo-dorsale aux muscles pectoraux droits. Sa paroi, qui est très mince, a une musculature (lisse) peu développée mais est riche en fibres élastiques. (ALAMARGOT. J 1982).

## **2. REGION STOMACALE DU TUBE DIGESTIF :**

### **2.1 LE PRO VENTRICULE OU VENTRICULE SUCCENTURIE**

Le pro ventricule est situé légèrement à gauche dans la cavité abdominale, ventralement à l'aorte, dorsalement au foie qui l'enveloppe partiellement. C'est un renflement fusiforme (de 3 cm de long en moyenne chez la Poule) dont la muqueuse est très riche en glandes à mucus. La paroi interne ; très épaisse, est formée de lobules dont chacun constitue une glande composée radialement à l'axe de l'organe. Ces glandes en tube se jettent dans un canal commun à plusieurs glandes et se déverse dans la lumière du proventricule au sommet d'une proéminence bien marquée. La paroi du ventricule des carnivores et des piscivores est moins épaisse et plus riche en fibres musculaires et élastiques. Elle est alors très extensible. Le transit des aliments ne dure que quelques minutes dans le proventricule. (ALAMARGOT. J 1982).

### **2.2 LE GESIER**

Le gésier est l'organe compact le plus volumineux de la poule (6 à 8 cm de long, avec un poids d'environ 50 gr vide et 100 gr plein). Il est situé légèrement à gauche dans la cavité abdominale, partiellement coiffé par le foie sur son bord crâniale. Le gésier est toujours beaucoup plus caudal qu'on ne se l'imagine ; il est facilement palpable au travers de la paroi abdominale. De forme sphéroïde, il est en communication crânialement avec le proventricule et crâniomédialement avec le duodénum. Sa cavité est sacculaire. Il est très musculéux chez les granivores (la Poule) et chez les herbivores (l'Oie). Ses deux muscles principaux s'unissent de chaque côté de l'organe par deux surfaces tendineuses nacrées : les centres tendineux. Les muscles sont peu développés chez les frugivores, les carnivores et les piscivores. L'estomac est alors extensible. Le gésier est rattaché au sternum et à la paroi abdominale par le ligament ventral ou mésentère ventral, au foie par le ligament gastrohépatique et à la paroi dorsale de l'abdomen par le mésogaster. Il partage longitudinalement la cavité abdominale en deux compartiments ce qui lui a valu parfois le nom « diaphragme vertical ». (ALAMARGOT. J 1982).

**3. Région Postérieure Du Tube Digestif :****3.1 Le Duodénum**

Le duodénum est la portion de l'intestin qui fait suite à l'estomac. Il débute au pylore puis forme une grande anse qui entoure le pancréas. Cette anse est la partie la plus ventrale de l'intestin dans la cavité abdominale. Elle contourne caudalement le gésier et dorsalement elle est en rapport avec les caecums. Le duodénum reçoit deux ou trois canaux pancréatiques et deux canaux biliaires au niveau d'une même papille. L'emplacement de cette papille marque la fin du duodénum et le début de l'iléon. (Voir tableau 1) (VILLATE. D 2001; ALAMARGOT. J 1982).

*Tableau 1 la longueur et le calibre de l'anse duodénale (VILLATE. D 2001).*

	Longueur de l'anse en cm	Calibre en cm
<b>Poule</b>	22-35	0.8-1.2
<b>Canard</b>	22-38	0.4-1.1
<b>Oie</b>	40-49	1.2-1.6
<b>Pigeon</b>	12-22	0.5-0.9

**3.2 LE JÉJUNUM**

Il est divisé en deux parties

- L'une proximale qui est la plus importante : tractus du Meckel. Petit nodule, est parfois visible sur le bord concave de ses courbures.
- L'autre distale qui s'appelle l'anse supra duodénale. (Voir tableau 2) (VILLATE. D 2001; ALAMARGOT. J 1982).

**Tableau 2 la longueur et le calibre du jéjunum chez quelques espèces (VILLATE. D 2001).**

<b>Calibre en cm</b>	<b>Longueur en cm</b>	
<b>0.6-1.0</b>	<b>85-120</b>	<b>Poule</b>
<b>0.4-0.9</b>	<b>90-140</b>	<b>Canard</b>
<b>1.3-1.7</b>	<b>150-185</b>	<b>Oie</b>
<b>0.35-0.7</b>	<b>45-72</b>	<b>Pigeon</b>

### **3.3 L'ILÉON**

Il est court et rectiligne, son diamètre et sa longueur sont variables en fonction des espèces. (Voir le tableau 1). (VILLATE. D 2001; ALAMARGOT. J 1982).

**Tableau 3 La longueur et le calibre de l'iléon chez certaines espèces (VILLATE. D 2001).**

	<b>Longueur en cm</b>	<b>Calibre en cm</b>
<b>Poule</b>	13-18	0.7-1.0
<b>Canard</b>	10-19	0.4-0.8
<b>Oie</b>	20-28	1.0-1.5
<b>Pigeon</b>	8-13	0.3-0.5

### **3.4 LES CAECUMS**

Un caséum se présente comme un sac qui débouche dans le tube intestinal à la jonction de l'iléon et du rectum au niveau d'une valvule iléocæcale. Lorsqu'ils existent, ils sont toujours pairs, ils sont accolés à la parie terminale de l'iléon par un méso. Ils sont en rapport ventralement avec l'anse duodénale et dorsalement avec la portion moyenne de l'iléon. Bien développés chez la Poule, ils sont petits chez le Canard et l'Oie. Absents chez les perroquets, les rapaces diurnes, et les pigeons. (Voir le tableau 4). (VILLATE. D 2001; ALAMARGOT. J 1982).

**Tableau 4 la longueur et le calibre du caecum chez quelques espèces (VILLATE. D 2001).**

	<b>Longueur en cm</b>	<b>Calibre en cm</b>
<b>Poule</b>	12-25	-
<b>Canard</b>	10-20	0.5-0.7
<b>Oie</b>	22-34	0.8-1.2
<b>Pigeon</b>	0.2-0.7	-

### **3.5 LE RECTUM**

Le rectum fait suite à l'iléon et débouche dans le cloaque. Le diamètre du rectum est à peine plus grand que celui de l'iléon. A l'inverse des mammifères, le rectum des oiseaux présente des villosités. Le rectum réabsorbe l'eau de son contenu (fèces et urines), ces fonctions lui ont valu parfois le nom de colorectum. (ALAMARGOT. J 1982).

### **3.6 LE CLOAQUE**

Le cloaque est la partie terminale de l'intestin dans laquelle débouchent les conduits urinaires et génitaux. Il est formé de trois régions séparées par deux plis transversaux plus ou moins nets :

#### **3.6.1 Le Coprodéum**

Il est large et collecte les excréments, c'est une dilatation terminale du rectum, la portion la plus crâniale du cloaque. C'est dans le coprodéum que s'accumulent les fèces et les urines avant leur émission ;

#### **3.6.2 L'urodéum**

Il est plus petit, c'est le segment moyen du cloaque. Il reçoit les conduits génitaux et urinaires, dans sa paroi dorsale débouchent les deux uretères. Ainsi que les deux canaux déférents chez les mâles ou l'oviducte chez les femelles.

#### **3.6.3 Le proctodéum**

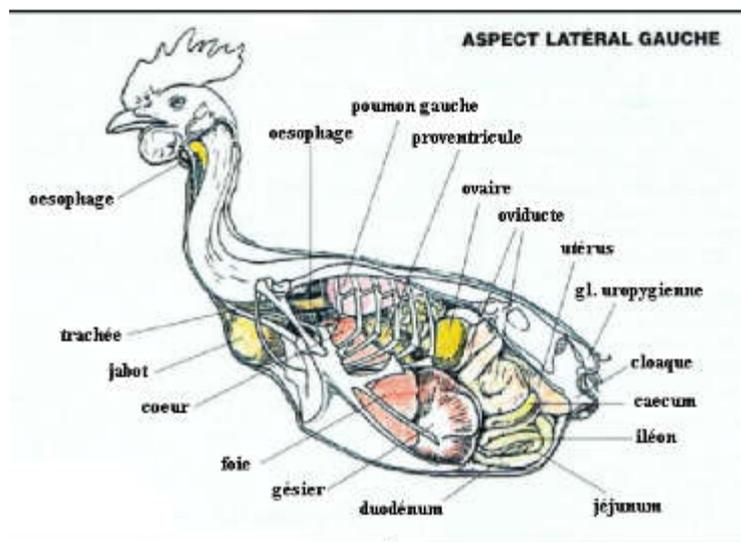
Résulte d'une dépression de l'ectoderme embryonnaire et s'ouvre à l'extérieur par l'anus C'est le segment caudal du cloaque. Chez quelques espèces, il renferme ventralement un pénis. Chez tous les jeunes oiseaux, il est relié dorsalement à la bourse de Fabricius avec laquelle il peut communiquer par un canal. Le cloaque s'ouvre à l'extérieure par l'orifice

cloacal : fente verticale fermée par deux lèvres horizontales (VILLATE. D 2001; ALAMARGOT. J 1982).

## **4. LES GLANDES ANNEXES :**

### **4.1 LE PANCRÉAS**

Le pancréas est une glande amphicrine (endocrine et exocrine), compacte, blanchâtre ou rougeâtre, enserrée dans l'anse duodénale. Le pancréas est issu de trois ébauches séparées qui se constituent en deux lobes (un lobe ventral et un lobe dorsal). Le suc pancréatique se déverse dans le duodénum par deux ou trois canaux qui s'abouchent au même niveau que les canaux hépatiques. (ALAMARGOT. J 1982).



**Figure 4 topographie viscérale de la poule, le coté gauche (VILLATE. D 2001).**

### **4.2 LE FOIE**

Le foie est un organe volumineux rouge sombre. C'est la glande la plus massive de tous les viscères (33 gr environ chez la poule). Le foie repose sur le sternum, il est séparé des parois thorco-abdominales par les sacs aériens. Il est soutenu par quatre ligaments (falciforme, coronaire, gastrohépatique et hépatoduodéal). Sa face ventro-médiale porte les impressions splénique, stomacale et intestinale. Le foie est constitué de deux lobes réunis par un isthme transversal qui renferme partiellement la veine cave caudale. Le lobe gauche plus petit que le lobe droit, il est généralement marqué d'un sillon longitudinal qui délimite le lobe accessoire du lobe gauche. Dans leur portion crâniale, les deux lobes entourent complètement les ventricules du coeur. Les deux lobes déversent la bile, par deux conduits séparés. Le canal du lobe gauche (canal hépatique gauche) s'abouche directement dans l'intestin. Le canal du lobe droit (canal hépatique droit) se renfle d'abord en vésicule biliaire (sauf chez le Pigeon, certains

Perroquets et l'Autriche) avant de se jeter dans le duodénum. Il porte le nom de canal cholédoque. (ALAMARGOT. J 1982).

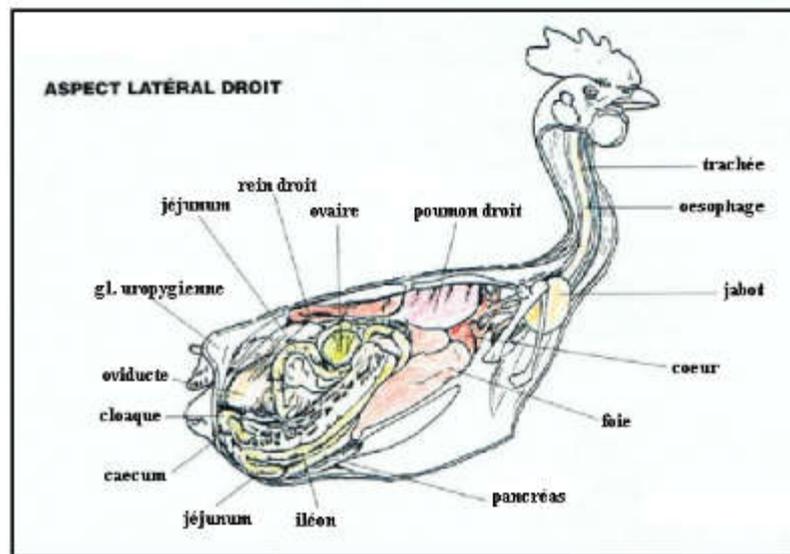


Figure 5 topographie viscérale de la poule, le coté droit (VILLATE. D 2001).

## **DEUXIEME PARTIE :**

### **ETUDE PHYSIOLOGIQUE**

#### **1. PHENOMENES MOTEURS**

##### **1.1 MOTRICITE DU SEGMENT ORAL**

Le profil moteur du segment oral est marqué par l'absence de la phase de mastication.

##### **1.1.1 Ingestion-déglutition**

La préhension des aliments est assurée par le bec, qui présente des variations morphologiques en rapport direct avec la nature de régime alimentaire. Les particules alimentaires ingérées ne subissent pas de modifications notables au niveau de la bouche (absence de dents). Les simples transformations du bol alimentaire sont liées à l'intervention des muscles hyo-branchio-lingaux et à son humectation par la salive. La déglutition est essentiellement un phénomène mécanique, elle est facilitée par les mouvements de la tête. On distingue trois phases, orale, pharyngienne, et oesophagienne. (SOUILEM. O et GOGNY. M 1994)

**- La phase orale**

Au cours de cette phase, la langue effectue des mouvements rapides rostro-caudaux, de propulsion et de rétropulsion, qui durent en moyenne 1 à 3 secondes. En même temps, on assiste à la fermeture de la glotte et à un basculement de l'appareil hyoïde. La progression du bol alimentaire en arrière, en direction du pharynx, est assurée par de brefs mouvements d'extension de la tête.

**- La phase pharyngienne**

Elle est surtout accompagnée d'un basculement de la langue qui recule, d'une dilatation du pharynx et d'un avancement de l'oesophage. PASTEVA et col. ont montré que les bols volumineux sont poussés immédiatement dans l'oesophage, alors que si les grains sont administrés un par un, ils stagnent quelques temps dans le pharynx, avant d'arriver au niveau de la jonction pharyngo-oesophagienne. La phase pharyngienne est caractérisée par la remise en place du pharynx, de la glotte, de l'appareil hyoïde, et de la langue (SOUILEM. O et GOGNY. M 1994).

**1.1.2 Transit oesophagien**

La progression des aliments solides dans l'oesophage résulte de la progression de salves de potentiels (durée : 6 secondes, amplitude : 350 à 400  $\mu$ V à une vitesse de 0.8 à 1.2 cm/sec. Dans le cas des liquides, la progression résulte surtout de l'effet de la pesanteur, conditionné par la position de la tête. Le transit oesophagien est alors immédiat grâce à l'apparition d'ondes péristaltiques rapides qui se propagent à une vitesse de 5 à 7 cm/sec. Une alimentation sous forme de farine doit s'accumuler dans le pharynx pour atteindre un volume seuil capable de déclencher la motricité oesophagienne. Dans ce cas l'apparition de salves potentiels de pointe doit être précédé en moyenne de 3 à 4 prises alimentaires. Cette activité péristaltique beaucoup plus lente que chez les mammifères, pourrait s'expliquer par le faible nombre de fibres musculaires longitudinales chez la volaille (SOUILEM. O et GOGNY. M 1994).

**1.1.3 Motricité du jabot**

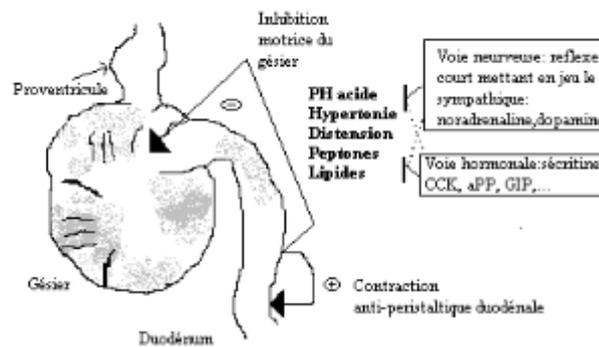
La motricité du jabot est corrélée non seulement avec celle de l'oesophage mais aussi avec le proventricule et le gésier. L'étude du dynamisme du jabot, par les méthodes radioscopiques et radiographiques, fait apparaître des dilatations brusques et des contractions partiels de pétrissage et d'évacuation. L'analyse électromyographique (EMG) a permis de relier la motricité oesophago-ingluviale à la prise alimentaire. En dehors des prises, l'EMG présente de longues salves de potentiels (durée : 6 sec) à propagation péristaltique lente, ces salves, présentes surtout pendant la phase inter-prandiale, sont accompagnées d'un

ralentissement de la motricité du gésier. La prise de nourriture s'accompagne d'une inhibition de l'activité électrique du jabot, en raison de l'effet excito-moteur sur l'oesophage et de la distension créée par l'aliment. En outre, l'activité du jabot est corrélée à celle du gésier. Quand le gésier est contracté, le bol alimentaire passe dans le jabot, alors que s'il est relâché, le bol ne pénètre pas dans le jabot. La distension du jabot est accompagnée d'une relance de la sécrétion acide par le proventricule. La vidange du contenu du jabot résulte de l'apparition de 10 à 20 salves de potentiels consécutives, après 1 à 3 heures de séjours des aliments stockés (SOUILEM. O et GOGNY. M 1994).

### **1.2 MOTRICITE DU SEGMENT MOYEN**

Elle s'intéresse à la fois le proventricule, le gésier et l'intestin. La fréquence est évaluée à 3 à 4 cycles par minute chez le poulet et le dindon, selon la séquence suivante : muscles minces du gésier ? duodénum ? muscles épais du gésier ?proventricule.

La contraction des muscles épais et des muscles minces du gésier est séparée dans le temps, les muscles minces se contractent toujours avant les muscles épais, ce qui permet dans un premier temps le passage de la partie la plus liquide du chyme dans le duodénum. Ensuite les muscles épais, qui représentent de véritables « mâchoires » gastriques, se contractent pour assurer le broyage et la trituration du chyme résidant. Le reflux duodéno-gastrique se produit en moyenne toutes les 15 à 20 minutes et s'accompagnant d'une simple ou double contraction brusque du duodénum. En même temps, on note une inhibition totale de la motricité du proventricule et du gésier, probablement par la mise en jeu d'un mécanisme réflexe d'origine intrinsèque. Ce mécanisme de reflux, à point de départ duodénal, permet l'échange d'aliments entre le duodénum, le gésier et le proventricule. Associé au transit classique, il est à l'origine de va et vient entre ces trois compartiments. Ce reflux duodénal peut s'interpréter comme un mécanisme supplémentaire chez les volailles, rendu nécessaire par la localisation paradoxale de l'estomac sécrétoire par rapport à l'estomac mécanique, et par l'abouchement des canaux cholédoques et pancréatiques à l'extrémité distale de l'anse duodénale.



**Figure 6 schéma simplifié des mécanismes de contrôle de la vidange gastrique et du réflexe duodéno-gastrique (SOUILEM. O et GOGNY. M 1994).**

La distension duodénale ou l'introduction au niveau du duodénum d'acide chlorhydrique, d'une solution hypertonique de chlorure de sodium, d'acides aminés ou de lipides inhibent la motricité du gésier. Cette inhibition s'installe généralement en 3 à 30 secondes et persiste pendant 2 à 30 minutes, en fonction de la dose administrée, à l'exception des solutions à base lipides, qui provoquent un effet inhibiteur au bout de 4 à 6 minutes, et d'une durée de 24 à 45 minutes. Ceci laisse supposer que les volailles sont plus sensibles aux graisses alimentaires que les mammifères. L'effet inhibiteur exercé par une solution hypertonique de NaCl ou des lipides est souvent accompagné de reflux duodéno-gastriques. Le déterminisme de la motricité gastro-duodénale est à la fois nerveux et humoral. Il existe une phase céphalique et une phase gastrique. Le stimulus impliqué dans la phase céphalique est représenté par la vue de l'aliment. Le stimulus impliqué dans la phase gastrique est l'arrivée de l'aliment dans le gésier. Les hormones impliquées dans la régulation de la motricité gastro-intestinale sont représentées par la sécrétine, la CCK-PZ, le polypeptide pancréatique aviaire (aPP) et le gastrin inhibitory peptide (GIP). La CCK-PZ inhibent fortement la motricité du gésier et du duodénum, mais très peu celle de l'iléon et du cæcum. De plus elle provoque un reflux antérograde du contenu de l'intestin. Le (aPP) est aussi à l'origine d'une inhibition de la motricité gastrique et duodénale. La motricité iléale est caractérisée à la fois par la présence de mouvements de segmentation et de péristaltisme. Le système mésentérique est très développé à ce niveau et se trouve contrôlé de façon classique par le système neurovégétatif. L'activité anti-péristaltique n'est pas l'apanage du duodénum. On la retrouve aussi dans la portion distale de l'intestin grêle (SOUILEM. O et GOGNY. M 1994).

**1.3 MOTRICITE DU SEGMENT DISTAL**

Elle s'intéresse à la fois les cæcums, le colon et le rectum. La motricité caecale est caractérisée par deux types de contractions :

- Des contractions majeures, puissantes, propulsives et évacuatrices, qui peuvent se propager dans les deux sens, mais toutes fois plus nombreuses dans le sens apex-rectum.
- Des contractions mineures, qui assurent un rôle de mixage, et dont le rôle propulsif est très faible.

Le remplissage du caecum ne se fait pas à partir de l'intestin grêle, mais à partir de la région recto-colique, grâce à un anti-péristaltisme rectal permanent. L'évacuation du contenu caecal nécessite une activation électrique de l'ensemble des caecums, la vidange ne survient jamais pendant la période d'obscurité, mais surtout en fin de période d'éclairement.

La motricité recto-colique est caractérisée par la présence d'un anti-péristaltisme permanent vigoureux à partir du cloaque. L'antipéristaltisme rectal est de type continu, son inhibition est observée seulement au moment de la vidange rectale. La défécation est liée à l'installation d'une onde péristaltique violente qui parcourt le duodénum dans un délai de 4 secondes environ, depuis la partie proximale du rectum jusqu'à la région distale.

En résumé, la motricité globale du tube digestif des volailles est caractérisée par une activité importante et coordonnée se propageant dans les deux sens, et ce à tous les niveaux. La durée de ce transit est estimée à 6-10 heures. Elle varie en fonction de l'espèce, de l'âge de l'animal (plus rapide chez le jeune), du taux d'incorporation alimentaire (les graisses augmentent la durée du transit), la température et le stress (SOUILEM. O et GOGNY. M 1994).

**2. PHENOMENES SECRETOIRES****2.1 SECRETION SALVAIRE**

La quantité de salive globale sécrétée chez la poule est estimée à 70-30 ml par 24 heures. Elle est essentiellement de mucus, sécrété par les glandes muqueuses, indispensable à la lubrification de l'aliment, surtout en l'absence d'une phase de mastication. Il facilite ainsi le transit du bol alimentaire à travers le bucco-pharynx et la partie proximale de l'oesophage. Chez certaines espèces comme le moineau et l'oie, on note la présence d'une amylase, absente chez la poule et le dindon. L'activité amylolytique semble être corrélée avec la taille et le degré de développement du jabot, La poule et la dinde possèdent un jabot très développé, ce qui permet aux aliments de séjourner un certain temps (quelques minutes jusqu'à 1 jour), avant de gagner le proventricule, d'où la possibilité d'une attaque de l'amidon par les amylases

d'origine végétale dans un milieu favorable. Chez le moineau et à moindre degré l'oie, le jabot est fusiforme et ne possède pas une grande possibilité de stockage. La présence d'une amylase salivaire pourrait constituer un moyen de valorisation et de compensation. Le contrôle de la sécrétion salivaire est similaire à celui des mammifères. La prise alimentaire est le principal facteur de déclenchement par la mise en jeu du système parasympathique (SOUILEM. O et GOGNY. M 1994).

## **2.2 SECRETION INGLUVIALE**

L'activité sécrétoire du jabot est faible, voir nulle. On observe seulement une sécrétion abondante du mucus par les glandes muqueuses de l'oesophage et de l'entrée du jabot, favorisant l'imbibition et la macération des aliments. Il ne semble pas y avoir de sécrétion enzymatique propre dans le jabot. Chez le pigeon en période de reproduction, le jabot joue un rôle important par la sécrétion d'un produit nutritif (lait de pigeon), qui sera régurgité dans la cavité buccale des pigeonneaux (SOUILEM. O et GOGNY. M 1994).

## **2.3 SECRETION GASTRIQUE**

Aucune sécrétion n'a été rapportée au niveau du gésier, mise à part la sécrétion d'une substance protéique ressemblant à la kératine (koïline) et formée d'un complexe polysaccharido-protéique.

La sécrétion gastrique est assurée uniquement par le proventricule, avec comme principale originalité la sécrétion d'acide chlorhydrique et du pepsinogène par des cellules spécialisées oxyntico-peptiques ou cellules principales. Le (HCl) peut solubiliser quotidiennement 7 à 8 grammes de carbonate de calcium, d'où le rôle non négligeable du proventricule dans le contrôle du métabolisme calcique, surtout chez la poule pondeuse. Le pH de la sécrétion gastrique est compris entre 1 et 2. La pepsinogène est transformée en pepsine sous l'effet du HCl et de la pepsine elle-même. D'autres enzymes ont été retrouvées dans le contenu gastrique, telle la lipase, très probablement à la suite du reflux anti-péristaltique duodénal. L'action de la sécrétion gastrique ne débute réellement que dans le duodénum, lorsque les aliments sont suffisamment fragmentés. Comme chez les mammifères, on distingue trois phases de sécrétion, céphalique, gastrique et intestinale. La prise alimentaire et l'arrivée des aliments au niveau de l'estomac stimulent de façon importante la sécrétion gastrique. Le (APP) stimule à la fois la sécrétion de H<sup>+</sup> et de pepsine. La phase intestinale de la sécrétion gastrique est contrôlée essentiellement par la sécrétine et la CCK-PZ. La sécrétine stimule à la fois la sécrétion de H<sup>+</sup> et de pepsine, alors que la CCK-PZ stimule la sécrétion de H<sup>+</sup> et inhibe celle de pepsine (SOUILEM. O et GOGNY. M 1994).

**2.4 SECRETION PANCREATIQUE**

Le suc pancréatique présente une couleur vert pâle et un pH variant de 6.4 à 6.8 chez la poule, et de 7.4 à 7.8 chez le dindon. La quantité sécrétée chez la poule est estimée à 15 à 20 ml/j. les activités enzymatiques sont faibles chez le jeune poussin. La possibilité de digérer les glucides se développe au cours des premiers jours (4 à 5 jours).

On distingue deux fractions, une fraction aqueuse et une fraction enzymatique. La composition de la fraction aqueuse est très proche de celle de mammifères, avec comme principale substance, les ions bicarbonates indispensables à l'alcalinisation du pH, et à une activité enzymatique maximale. La fraction enzymatique comporte les enzymes indispensables à la dégradation des lipides, des protéides et des glucides. On note la présence de ribonucléase, d'amylase, de lipase, de chymotrypsine, de trypsine, d'élastase et de carboxypeptidases. Il existe deux phases de sécrétion pancréatique, une phase céphalique et une phase intestinale. L'ingestion alimentaire stimule la sécrétion. Il existe une corrélation entre la motricité de la partie proximale du duodénum et la sécrétion pancréatique chez la poule. Les contractions de la partie proximale du duodénum favoriseraient le déplacement du chyme provenant du gésier, à l'origine de la relance pancréatique. Les hormones impliquées dans ce contrôle sont représentées par la sécrétine, la CCK-PZ et le VIP. La sécrétine augmente la sécrétion de la phase aqueuse. La CCK-PZ n'a que peu d'effet. Le pancréas des volailles est plus sensible à l'action du VIP que de la sécrétine. La sécrétion enzymatique est très influencée par le régime alimentaire ; l'ingestion régulière d'une grande quantité de carbohydrates et de lipides augmente l'activité de types amylase et lipase, alors qu'un régime hyperprotidique augmente très peu l'activité de la chymotrypsine.(SOUILEM. O et GOGNY. M 1994; BRUGERE-PICOUX. J et SILIM. A 1992).

**2.5 SECRETION BILIAIRE**

La vésicule biliaire est absente chez quelques espèces (autruches, pigeons). La sécrétion de la bile est estimée à 1 ml/h chez la poule. Il s'agit d'un liquide verdâtre, légèrement acide (pH de l'ordre 6). Les sels biliaires sont constitués pour les deux tiers de tauro-chéno-désoxycholate. On trouve aussi du taurocholate et des tauro-allocholate. Ces sels sont indispensables à l'action de la lipase pancréatique, dans la mesure où ils émulsifient les lipides ; ils favorisent en outre nettement l'absorption intestinale de calcium. Les pigments biliaires, tels que la bilirubine et la biliverdine sont présents dans la bile, mais la biliverdine n'apparaît que à l'extérieure du foie. La synthèse de la bile se développe avec l'âge ; les jeunes oiseaux digèrent mal les lipides, surtout quand ils sont à base d'acides gras saturés. Ainsi,

l'addition de sels biliaires dans l'alimentation du poussin ou du dindonneau améliore la digestibilité des acides gras saturés, et dans moindre mesure celle des acides gras insaturés. La sécrétion biliaire est stimulée par l'ingestion alimentaire et par la présence de sels biliaires dans le sang. Le contrôle hormonal fait intervenir probablement la CCK-PZ sécrétée par l'intestin (VILLATE. D 2001; SOUILEM. O et GOGNY. M 1994).

### **2.6 SECRETION INTESTINALE**

La sécrétion de base est estimée à 1.1ml/h pour un poulet de 2.5 à 3.5 kg. La source de la sécrétion est représentée seulement par les glandes de Lieberkühn. Le suc intestinal est jaune pâle et renferme du mucus, des électrolytes et des enzymes. Les extraits de la muqueuse intestinale sont capables de digérer les glucides, les lipides et les protéides. On y trouve amylase, di-saccharidases, peptidases, lipases, maltases, sucrases, isomaltases, entérokinases, etc.... La lactase est absente d'où l'intolérance au lactose. Le lait et ses sous-produits provoquent e la diarrhée et des troubles intestinaux. La plus grande activité di-saccharidase a été retrouvée au niveau de la partie proximale de l'iléon. Les activités maltase et sucrase sont présentes dès la naissance, ce qui donne la possibilités au poussin de digérer les sucres dès les premiers jours (4 à 5 jours).la digestion des lipides est médiocre à la naissance, et seuls les lipides insaturés sont utilisés. La valorisation des lipides saturés ne devient possible qu'à l'âge de 4 à 8 semaines. (SOUILEM. O et GOGNY. M 1994).

### **3. DIGESTION MICROBIENNE**

L'activité microbienne a été signalée essentiellement au niveau du jabot et surtout des caecums. Cette flore bactérienne (surtout de bactéries gram négatives), favorise le renouvellement rapide de l'épithélium intestinal. La flore bactérienne du jabot est surtout constituée de lactobacilles (*Lactobacillus acidophilus*), qui contribuent à la baisse relative du pH local, par la sécrétion d'acide lactique, d'acides organiques et d'acides gras volatils. Les oses issus de la dégradation bactérienne des glucides sont absorbés en très faible quantité et sont souvent utilisés comme source d'énergie par les bactéries. Les cæcums constituent un milieu favorable pour la multiplication bactérienne : le milieu est anaérobie, très liquide, stagnant partiellement (l'évacuation ne se fait que toutes les 6 à 8 heures en moyenne), et le pH est de l'ordre de 6.5 à 7.5. L'attaque des glucides se traduit par une activité amylolytique très faible, ainsi qu'une production de gaz (CO<sub>2</sub>, méthane) et d'acides gras volatils. Concernant la digestion de la cellulose, les poulets normaux sont capables d'utiliser 17% de la cellulose de la ration. Les caecums jouent un rôle dans la digestion des protéines et dans la récupération de l'azote non protéique, la digestion des protéines est mieux valorisée chez les

sujets normaux que chez ceux qui ont subi l'ablation des cæcums. La flore caecale anaérobie est capable, de décomposer l'acide urique (principal composé azoté excrété par les reins), issu de l'urine véhiculée par le reflux antipéristaltique. L'ammoniac produit est incorporé dans la synthèse d'acides aminés, qui sont utilisés par les bactéries et généralement peu absorbés par la paroi des caecums. Comme chez les mammifères, la flore digestive des oiseaux, déprime l'utilisation des lipides, en réduisant le rôle des sels biliaires. Enfin, la flore bactérienne au niveau des caecums est capable de synthétiser les vitamines hydrosolubles, surtout du groupe B, telle la vitamine B12 (SOUILEM. O et GOGNY. M 1994; BRUGERE-PICOUX. J et SILIM. A 1992).

## **4. ABSORPTION DES NUTRIMENTS**

### **4.1 EAU ET ELECTROLYTES**

L'eau est absorbée selon un mécanisme passif qui dépend de la pression osmotique. Chez les oiseaux, les pressions osmotiques enregistrées dans le tube digestif, peuvent dépasser deux fois la pression osmotique du sang. Dans ces conditions, le flux de l'eau devrait se faire dans le sens d'une excrétion depuis les cellules vers la lumière intestinale (diffusion simple). Dans le cas du Na, la concentration intracellulaire est inférieure à la concentration luminale, son absorption s'effectue en descendant le gradient électrochimique sans nécessiter d'énergie. Le transport du K est essentiellement passif. Le transport actif fait intervenir une K-ATPase située sur la membrane apicale. L'absorption intestinale du Ca dépend de nombreux facteurs liés à la composition du régime alimentaire et au stade physiologique de l'animal. Lorsque l'aliment apporte du Ca en quantité suffisante par rapport au besoin, le mécanisme d'absorption peut être assimilé à une simple diffusion dépendant de la différence du potentiel électrochimique. Dans le cas d'une déficience, le mécanisme de transport est actif, dépendant à la fois de la parathormone et de la vitamine D. chez la poule pondeuse, l'absorption du Ca est augmentée en même temps que la quantité de CaBP (Calcium Binding Protein) intestinale et plasmatique. L'influence de l'état physiologique est surtout remarquable aux heures de formation de l'oeuf ; le pourcentage de Ca absorbé par rapport à l'ingéré varie pour le jéjunum supérieure de 45 à 17 p.100 selon que l'oeuf est en formation où non. Le fer absorbé est stocké sous forme de ferritine. Il est transporté à l'intérieure des cellules par la transferrine. Son passage dans le milieu sanguin est régulé en fonction des besoins de l'organisme (LARBIER. M et LECLERCQ. B 1992).

**4.2 MONOSACCHARIDES**

Dans le cas du glucose et de galactose, le système est une combinaison ternaire : monosaccharide-transporteur-sodium. L'énergie est nécessaire pour permettre le passage basolatéral du Na. Selon le modèle de Crane, lorsque la concentration en Na est suffisante, le glucose se fixe sur le transporteur. Le complexe (G-T-Na) passe sur la face cytosolique de la membrane entérocytaire. Dans le milieu intracellulaire, la concentration de Na<sup>+</sup> est faible, celui-ci se détache du transporteur et du même coup, l'affinité diminue pour le glucose qui se libère à son tour.

Le transporteur retrouve sa structure initiale et son activité pour transférer de nouvelles molécules de glucose. La teneur de Na<sup>+</sup> dans le cytosol est maintenue faible grâce à la Na - K - ATPase qui expulse activement Na en faisant entrer K sur les faces basolatérales de l'entérocyte.

Pour les oses autres que le glucose et le galactose, l'absorption intestinale s'effectue selon le mécanisme de simple diffusion ou de diffusion facilitée. Ainsi pour le fructose, il s'agit d'une diffusion facilitée indépendante de Na et l'énergie (LARBIER. M et LECLERCQ. B 1992).

**4.3 ACIDES AMINES**

La vitesse d'absorption des acides aminés dépend de la nature de ces derniers. Les acides aminés neutres sont transportés selon un mécanisme Na dépendant. Pour les acides aminés basiques l'absorption intestinale s'effectue selon le mécanisme de Na-dépendant, beaucoup moins actif que celui des acides aminés neutres. Dans le cas des acides aminés dicarboxyliques, le flux procède par un mécanisme actif mais partiellement Na-dépendant. La vitesse d'absorption des acides aminés comme celle des glucides simples, dépend de nombreux facteurs liés à l'état nutritionnel des animaux et à la composition du régime alimentaire. D'une façon générale, elle est fortement diminuée chez les poulets nourris avec un aliment hypoénergétique. Elle est en revanche augmentée sous l'influence d'une subdéficience en acides aminés (LARBIER. M et LECLERCQ. B 1992).

**4.4 LIPIDES**

Les lipides sont capturés par les entérocytes selon une simple diffusion. Dans le cas du cholestérol, il doit être sous forme polaire pour être absorbé par une protéine spécifique. La ré-estérification est réalisée grâce à la cholestérol-estérase et la cholestérol-acetyl-transférase. Les phospholipides alimentaires sont hydrolysés par la phospholipase pancréatique puis absorbés sous forme de lysophospholipides (LARBIER. M et LECLERCQ. B 1992).

**4.5 VITAMINES**

La vitamine A est consommée sous forme de  $\beta$  carotènes ou d'ester, qui est hydrolysé par une estérase pancréatique. L'absorption est passive, insensible à l'anoxie, augmentée en présence de sels biliaires. A l'intérieur de l'entérocyte, le carotène est scindé puis estérifié avant d'être incorporé dans les lipoprotéines transporteuses de lipides. Le mécanisme de transport de la vitamine D est comparable à celui de la vitamine A. A l'intérieur de l'entérocyte on a une hydroxylation avant le passage dans le sang porte. L'hydrolyse luminale de l'ester précède l'absorption de la vitamine E qui sera par la suite transportée comme les nutriments lipidiques. La vitamine K1 est transportée activement par un système énergie-dépendant mais Na-indépendant. Les vitamines K2 et K3 sont absorbées passivement par les lipoprotéines sans subir de transformation intra-entérocytaire. La vitamine B1 nécessite un transport spécifique et du Na. Pour la B12 le mécanisme d'absorption est passif lorsque celle-ci se trouve en forte concentration dans la lumière intestinale. Pour les concentrations physiologiques, la vitamine se combine à une protéine d'origine gastrique (F1 ou facteur intrinsèque) qui la protège contre l'action de la flore bactérienne. Dans le jéjunum et surtout l'iléon, la vitamine se lie à un récepteur membranaire qui assure son transport, le mécanisme est énergie-indépendant. Le transfert au sang est réalisé grâce à deux transporteurs, les transcobalamines 1 et 2. La vitamine pp est transférée activement. Il est en même pour l'acide pantothénique dont le système de transport est dépendant à la fois du Na et de l'énergie. La B2 est d'abord hydrolysée. Les molécules de riboflavine obtenues sont absorbées activement selon un mécanisme Na dépendant stimulé par les sels biliaires. Enfin les folates sont hydrolysés avant d'être absorbé en présence d'un transporteur : la Folate Binding Protein (FBP) selon un mécanisme actif, saturable, spécifique et énergie-dépendant (LARBIER. M et LECLERCQ. B 1992).

Digestion et utilisation digestive

Particularité de la digestion chez la poule

L'aliment destiné aux volailles est généralement un mélange de matières premières de diverses origines et de compositions chimiques complexes. Il doit subir une série d'actions physiques et chimiques préalables permettant d'obtenir des constituants simples, absorbables, appelés nutriments (molécules simples, ions,...).

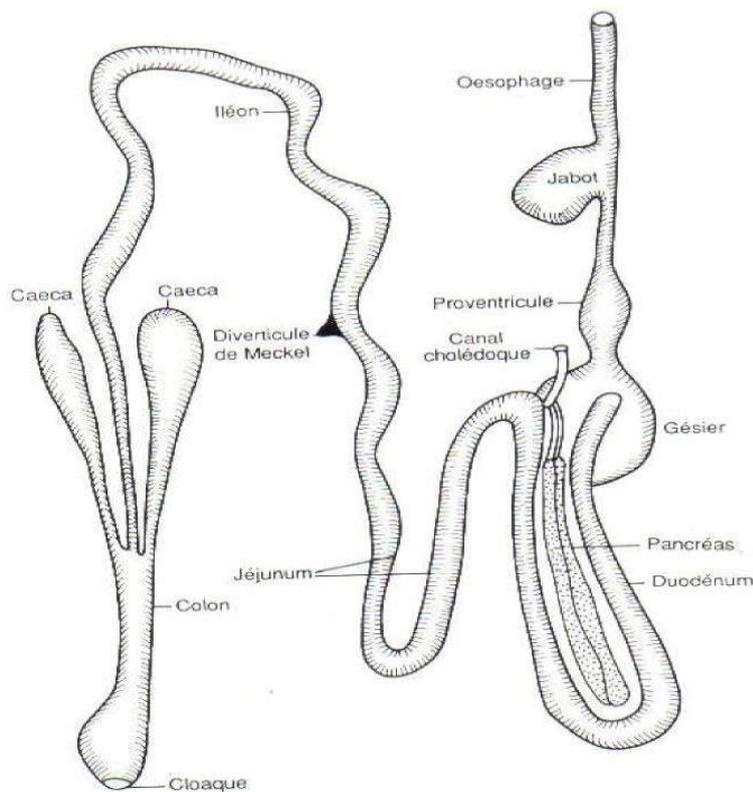
La physiologie digestive comprend l'ensemble des processus de digestion et d'absorption.

Pour un ingéré donné d'un aliment de composition connue, la quantité de nutriments disponible pour le métabolisme sera plus ou moins grande en fonction de l'efficacité des processus digestifs.

Dans la pratique, la digestibilité traduit l'efficacité de l'ensemble des processus digestifs.

**I. Physiologie de la digestion**

**II. 1/ Anatomie de l'appareil digestif**



Anatomie de l'appareil digestif des gallinacées.

L'appareil digestif du poulet est composée de :

- La cavité buccale ne comprend ni lèvres ni dents, mais un bec buccale corné qui permet la préhension et une certaine fragmentation des aliments. Les glandes salivaires, peu développées, sécrètent de la ptyaline. Il n'y a ni voiles de palais ni épiglotte, si bien que la déglutination est un phénomène uniquement mécanique par un simple redressement de la tête.
- L'œsophage contient un renflement dont l'épithélium est riche en glandes à mucus : le jabot. Cet organe peut stocker des aliments qui s'y humectent et s'y ramollissent.
- L'estomac comprend deux parties :
  - Un estomac chimique, le ventricule succenturié, dont la muqueuse est riche en glandes sécrétant à la fois l'acide chlorhydrique et la pepsine
  - Un estomac mécanique, le gésier, peu sécréteur, caractérisé par une couche superficielle très dure entourée de muscles puissants. Il règne un pH très bas (2 à 3,5).
- L'intestin grêle est un tube d'environ 1,2 m de longueur dont la paroi est bien équipée en glandes sécrétrices, il reçoit à son début les sécrétions du pancréas et du foie.
- Le gros intestin est un peu développé et se réduit pratiquement à deux caecums où ont lieu des fermentations bactériennes. Après un court rectum, on trouve le cloaque, carrefour des voies génitales, urinaires et intestinales.

## **2/ Particularité de la digestion**

Le transit des aliments est relativement rapide, il dure en moyenne 24 heures.

Dans le bec, les aliments sont peu fragmentés et grossièrement insalivés : l'action de la ptyaline sur l'amidon y débute et se poursuit dans le jabot.

Le jabot assure le stockage et le ramollissement des aliments grâce au mucus qui y sécrété.

Le ventricule succenturié ou proventricule sécrète en abondance l'acide chlorhydrique mais le pH qui y règne n'est pas très bas (3 à 4), si bien que la transformation de la pepsinogène en pepsine n'est pas complète et que la protéolyse ne fait qu'y débiter.

Le gésier présente un pH bas (2 à 3,5), c'est donc là que se produit véritablement la protéolyse sous l'action de la pepsine.

L'intestin grêle est le lieu préférentiel de la digestion chimique sous l'action des enzymes intestinales et pancréatiques et de la bile.

Le caecum est le siège de fermentations bactériennes, sans doute d'importance secondaire, qui permettrait une utilisation partielle des glucides des enveloppes des

graines. Il s'y produit aussi une synthèse de vitamines B qui pourraient profiter à l'oiseau.

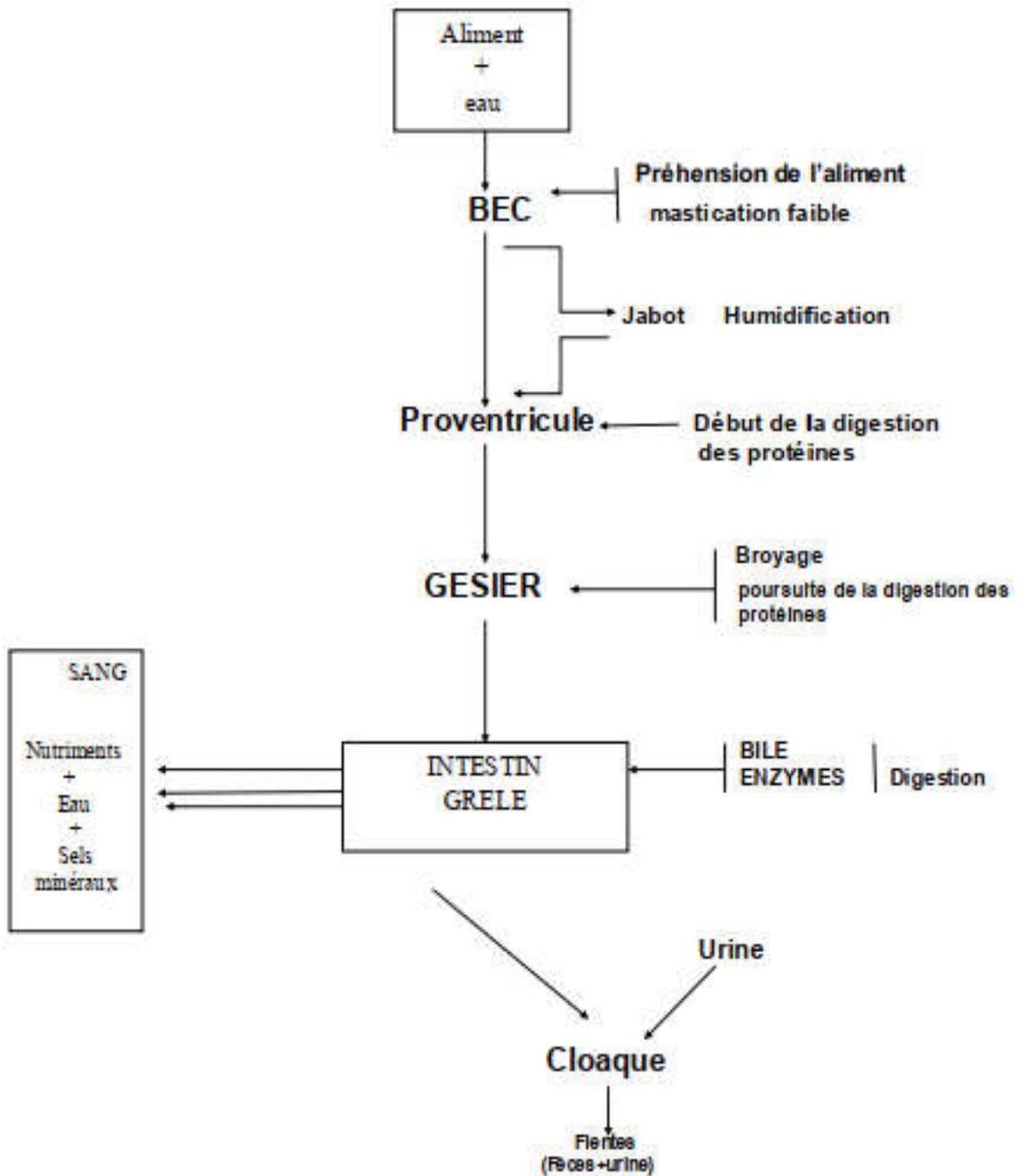


Schéma de la digestion chez la poule

**III. Notion de la digestibilité****IV. 1/Définition**

Les mesures de digestibilité consistent à faire la somme des phénomènes qui se déroulent dans le tube digestif : activité des enzymes, absorption, transit, activité de la flore. Ces mesures sont indispensables pour définir la biodisponibilité des nutriments que les matières premières apportent. D'une part, elles permettent, dans une certaine mesure, de classer ces dernières en fonction de leur efficacité nutritionnelle, mais, en se limitant toutefois à l'utilisation digestive, c'est-à-dire en excluant l'utilisation métabolique ultérieure. D'autre part, elles sont nécessaires pour formuler des aliments équilibrés, sans carence ni excès.

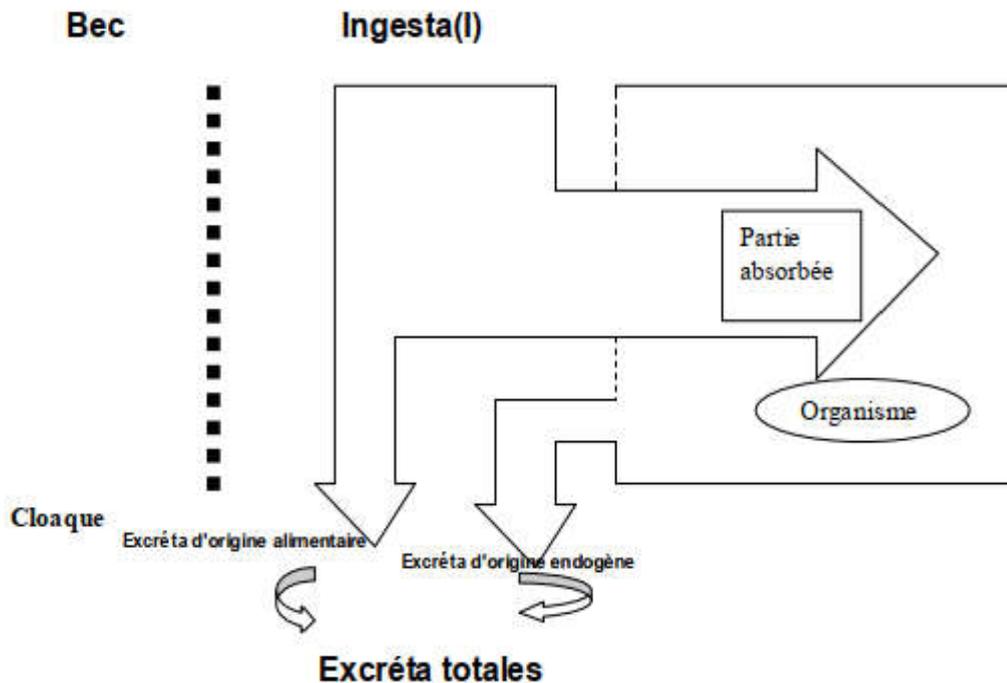
On distingue la digestibilité apparente et la digestibilité vraie :

- La première est le rapport entre ce qui disparaît dans l'intestin et ce que contenait la ration.  $d_{app} = ((Ingesta - Excréta) / Ingesta) \times 100$
- La seconde, donnant des valeurs plus élevées, consiste à retrancher des excréments la part d'origine endogène, c'est-à-dire ne provenant pas directement de l'aliment.

La digestibilité réelle qui égale à  $d_{réelle} = (I - (E_a - E_{en})) / I \times 100$

**$E_a$  = Excréta d'origine alimentaire**

**$E_e$  = Excréta d'origine endogène**

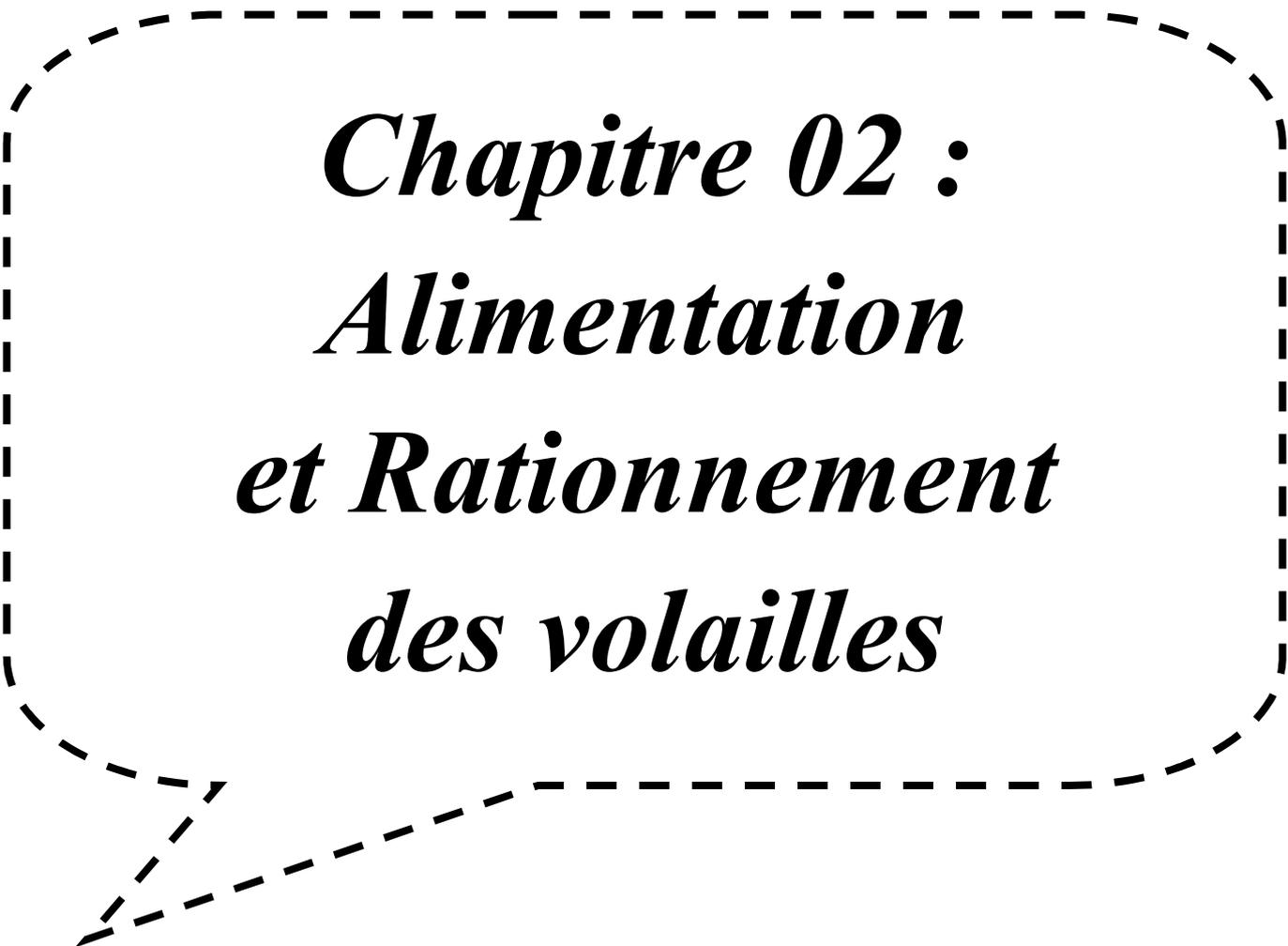


Schémas de l'utilisation digestive de l'aliment

## 2/ LES FACTEURS DE VARIATION DE LA DIGESTIBILITE

Pour une matière première donnée, la digestibilité de ses nutriments dépend de nombreux facteurs, les uns liés à la composition de la matière première elle-même et aux traitements technologiques, les autres à l'animal. A titre d'exemples, le dépelliculage de la graine de colza améliore significativement la digestibilité moyenne des acides aminés d'environ 6%. De façon globale, la granulation de l'aliment composé augmente sa valeur énergétique de 50 à 60 kilocalories par kg.

Chez une même espèce aviaire, la digestibilité varie en fonction de l'âge des animaux. Dans le cas des acides gras saturés, elle est plus faible en période de démarrage qu'en finition. La relation semble inverse pour les acides aminés dont la digestibilité diminuerait au fur et à mesure que l'animal vieillit.



***Chapitre 02 :***  
***Alimentation***  
***et Rationnement***  
***des volailles***

La nutrition avicole est, en fait, la résultante de plusieurs disciplines de base, telles que la biochimie et la physiologie, permettant la définition et la compréhension des besoins alimentaires des espèces animales.

Le besoin est compris ici au sens très large, comme étant la quantité nécessaire de nutriments à apporter dans l'alimentation pour assurer la croissance du jeune ou l'équilibre physiologique et sanitaire de l'adulte.

## **CONSOMMATION D'ALIMENT ET D'EAU**

### **Introduction :**

La consommation d'aliment est un paramètre important en nutrition avicole, non seulement pour ses implications économiques, mais également à cause du rôle primordial joué par la consommation comme variable explicative des effets nutritionnels.

Le déterminisme de la consommation est un ensemble de phénomènes complexes. La connaissance d'un certain nombre d'entre eux est primordiale pour l'aviculture, car très souvent la consommation détermine l'intensité de production, mais aussi son rendement économique.

En outre la formulation de l'aliment est conditionnée en grande partie par l'objectif du niveau d'ingestion.

Il est nécessaire de connaître avec précision les causes de variation de la consommation et de les maîtriser. Cette quantité est la résultante de trois éléments. L'aliment, l'animal et l'environnement.

## **I. CONSOMMATION DE L'ALIMENT**

### **1/ Composition de l'aliment**

Tous les aliments sont constitués des mêmes composantes: eau, matière minérale, glucides, lipides, matières azotées (MB = Eau + M.S)

$$\mathbf{M.S = MO+MM}$$

$$\mathbf{MO = Glucides + Lipides + matières azotées}$$

		Eau		H <sub>2</sub> O	
<b>Matière sèche</b>	Matières Minérales	Macroéléments		Chlore, phosphore, soufre, calcium, sodium,	
		Oligo-éléments		Fer, cuivre, zinc, cobalts, iode, manganèse, sélénium, .....	
	Matière organique	Glucides	Glucides Cytoplasmiques		Pentoses, hexoses (glucose, fructose) saccharose, maltose, lactose, mélibiose,
			Glucides pariétaux		Celluloses, hémicelluloses, substances pectiques (lignine)
		Lipides	Lipides		Glycérides, stérides,....
		Matières azotées	Matières azotées protidiques		Acides animés libres, combinaisons d'acides aminés (peptides, polypeptides protéines)
	Matières azotées non protidiques		Amides (urée...), amines, ammoniacque bases azotées.		

**2/ Régulation de l'appétit:**

Les animaux consomment pour couvrir leurs besoins nutritionnels principalement énergétiques. Le comportement alimentaire de l'animal c'est-à-dire sa réaction face à un aliment résulte de plusieurs faits :

- La faim: la sensation éprouvée sur un animal qui se trouve en état de déficit nutritionnel  
 La satiété: l'état de non faim de l'animal dont les besoins nutritionnels de l'animal sont couverts
- L'appétit: stimulation à satisfaire la faim, désire de nourriture. Plusieurs mécanismes différents, sont impliqués dans le contrôle de l'appétit.

**1. Mécanismes liés à l'aliment**

- Les oiseaux sont sensibles aux formes : un poulet nourri avec granulés exige quelques jours pour ingérer normalement le même aliment présenté en farine.
- Sont peu sensible à l'odeur et la couleur de l'aliment.

**2. Des mécanismes originaires du tube digestif**

Le premier est lié au gout de l'aliment. On admet que l'oiseau est moins sensible au gout de l'aliment que les mammifères

Des signaux physiques : transmis par des récepteurs nerveux du jabot et, dans une moindre mesure, du reste du tube digestif. Ces récepteurs sont sensibles à la pression qu'ils subissent. Leur stimulation transmise au cerveau est intégrée dans le signal conduisant à la satiété.

**3. Le mécanisme métabolique :**

Le plus connu est le glucose qui a donné lieu à la théorie glucostatique de l'appétit. L'hypoglycémie stimule le centre nerveux de l'appétit. L'hyperglycémie au contraire stimule le centre de la satiété. Ces centres sont classiquement localisés dans l'hypothalamus, celui de l'appétit dans la partie latérale tandis que celui de la satiété dans la partie ventro-médiane.

**3. FACTEURS DETERMINANT L'APPETIT (INGESTION)**

L'appétit des oiseaux est d'abord lié à leur besoins énergétiques. Ceci s'explique par le rôle prépondérant joué par les informations d'origines métabolique (la glycémie). Tous les facteurs qui diminuent ou augmentent la dépense énergétique retentissent sur l'appétit. C'est ainsi la température ambiante, le niveau de production, la taille de l'animal sont des facteurs majeurs de détermination de l'ingéré alimentaire.

**3.1 Facteurs liés à l'aliment****a. CONCENTRATION ENERGETIQUE**

L'une des principales caractéristiques de l'aliment qui modifie le plus souvent sa consommation est sa concentration énergétique. L'animal cherche en priorité à ingérer, la quantité d'aliment lui permettant de couvrir ses besoins énergétiques. Un aliment pauvre en énergie métabolisable augmente donc la l'ingestion de l'aliment. La réaction inverse est observée lorsque la concentration énergétique de l'aliment est élevée

Toutefois cette régulation homéostatique de l'ingéré énergétique rarement parfaite. La capacité de tube digestif devient facteur limitant de l'ingéré énergétique.

**b. Taux azoté et équilibre en acides aminés**

La teneur en protéines de l'aliment exerce un effet nettement moins prononcé sur l'ingestion d'aliment. Il faut de ce point de vue distinguer les animaux de production (jeunes en croissance, femelles en ponte) des adultes à l'entretien. En effet un changement d'apport de protéines peut modifier la production et en conséquence influencer le besoin énergétique donc la consommation. Il s'agit alors d'un effet indirect. Chez l'adulte à l'entretien, la teneur en protéines de l'aliment n'influence pratiquement pas l'appétit.

**c. Minéraux et vitamines**

Les minéraux peuvent également influencer l'appétit. Les carences comme les excès en le sodium, chlore et calcium, réduisent en général notablement l'appétit. Entre ces 2 situations ces éléments ne semblent pas intervenir.

La plupart des carences vitaminiques réduisent l'ingestion d'aliment des oiseaux en croissance, alors qu'elles ne semblent guère influencer les adultes tant que les autres effets de la carence ne sont pas perceptibles au risque d'effets désastreux sur le développement embryonnaire dans le cas des reproductrices.

**d. la forme de présentation**

La forme de présentation de l'aliment peut aussi influencer la consommation. La granulation accroît le niveau d'ingestion chez le poulet.

Enfin, il faut évoquer les facteurs antinutritionnels qui peuvent, eux aussi, modifier l'ingestion d'aliment.

**3.2 Facteurs Lies à l'environnement****a. Température ambiante :**

Au dessus de la zone de neutralité thermique l'appétit décroît rapidement et l'animal se trouve en déficit alimentaire. C'est une des causes de baisse des performances en climat chaud pour y remédier en partie en augmentant la concentration énergétique de l'aliment. Lorsque la température ambiante est au dessous de la zone de neutralité thermique l'ingestion augmente pour récupérer l'énergie dépensée pour lutter contre le froid.

**b. Le photopériodisme**

L'obscurité limite l'activité physique réduisant les besoins d'entretien donc des quantités consommées.

**c. Le stress**

Le stress influence considérablement l'ingestion

**3.3 Facteurs Liés A L'animal**

Chez la poule pondeuse, on constate un pic de consommation en fin de journée qui est particulièrement prononcée si la poule va entrer en phase de calcification de l'œuf qui sera pondue le lendemain. Il s'agit d'un appétit spécifique pour le calcium.

**II. REGULATION DE LA CONSOMMATION D'EAU**

Il existe des liaisons étroites entre abreuvement et ingestion d'aliment. La restriction de l'eau entraîne une baisse de l'ingestion de l'aliment. Toutefois cette restriction ne peut être utilisée pour le rationnement alimentaire du fait de l'hétérogénéité qu'elle occasionne entre animaux et des risques d'altération de la fonction rénale. A l'inverse, la restriction alimentaire conduit souvent, après quelques jours d'adaptation, à une surconsommation d'eau qui peut provoquer la détérioration des conditions d'élevage (litière humide..). On peut donc être amené à restreindre la consommation d'eau quand on procède au rationnement.

Les volailles possèdent la particularité physiologique de réabsorber l'eau des urines ; celle-ci remonte le long du colon, siège d'une réabsorption d'eau provoquant de l'acide urique sous forme d'urates, pellicule blanchâtre recouvrant les fèces.

**1/ Rôle**

Chez les oiseaux, comme les autres espèces, l'eau est le constituant le plus abondant :

- Poulet de chair - 620g/kg de P.V
- Poule adulte - 530g/kg de P.V

Elle remplit plusieurs rôles:

- Le transport des nutriments.
- Le transport des gaz en particulier l'O<sub>2</sub>
- L'élimination des déchets sous forme d'urine
- Le transport des hormones

**2. Facteurs de variation de la consommation d'eau**

La consommation d'eau peut être influencée par la nature de l'aliment distribué aux animaux. Des concentrations élevées de l'aliment en sodium ou en potassium entraînent une surconsommation d'eau.

La teneur en protéines de l'aliment modifie également la consommation d'eau ; les aliments riches en protéines conduisent à une légère surconsommation d'eau qui peut

s'expliquer par les mécanismes d'excrétion rénale d'acide urique.

La température d'élevage influence, elle aussi, notablement la consommation d'eau. Il s'agit de la mise en œuvre des mécanismes de la thermorégulation.

### **3/ Les apports en eau**

Il est conseillé de laisser de l'eau en permanence à la disposition des animaux. En effet, toute restriction limite la consommation de la ration de l'aliment et donc les performances réalisées.

En outre la qualité de l'eau est un point très important ; une eau de mauvaise qualité peut être mal consommée ou dangereuse pour la santé des animaux.

Deux aspects sont à envisager:

- **La qualité physicochimique** de l'eau : Il faut respecter le pH et la dureté (teneur en calcium et magnésium). Eviter les eaux troubles ou à odeur. Les teneurs en sels ne doivent pas dépasser 10g/l pour le Na Cl, 1g/l pour les sulfates et 50 à 100 ppm par les nitrates.
- **La qualité microbiologique**: la contamination par des virus ou des bactéries est souvent d'origine fécale. La présence de salmonelle pasteurella ou clostridie est à surveiller particulièrement

Des analyses régulières d'eau sont conseillées. En absence de données spécifique, on peut se référer aux normes de potabilité humaine pour contrôler la qualité de l'eau.

**Le métabolisme énergétique**

Les dépenses énergétiques sont couvertes grâce à l’apport d’énergie chimique contenue dans la matière organique des aliments ingérés.

Cependant, la totalité de l’énergie contenue dans les aliments n’est pas disponible pour faire face aux différentes dépenses énergétiques du l’animal

**I. les dépenses énergétiques**

Traditionnellement, on distingue deux parts dans les dépenses énergétiques des animaux : celle qui concerne leur entretien et celle qu’exige leur production.

- **La dépense d’entretien** est définie, en principe, comme ce qui est nécessaire au strict maintien de l’homéostasie de l’animal (glycémie, température, pression osmotique, ph, etc...) et de l’équilibre énergétique de l’animal, c’est-à-dire sans perte ni gain de réserves énergétiques.
- **La dépense de production** est constituée à la fois du contenu énergétique de ce qui est produit et des pertes caloriques liées aux synthèses du fait que les rendements ne sont jamais de 100%, toute réaction biochimique de synthèse entraînant en effet une perte plus ou moins importante d’énergie sous forme de chaleur.

**Tableau 5 La partition des besoins énergétiques d’un animal peut être résumée selon le schéma suivant :**

Besoin d’entretien	Besoin de production
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le métabolisme de base</li> <li>- Thermogenèse adaptative</li> <li>- Thermogenèse alimentaire</li> <li>- Activité physique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energie des produits</li> <li>- Thermogenèse liée à la synthèse des produits</li> </ul>

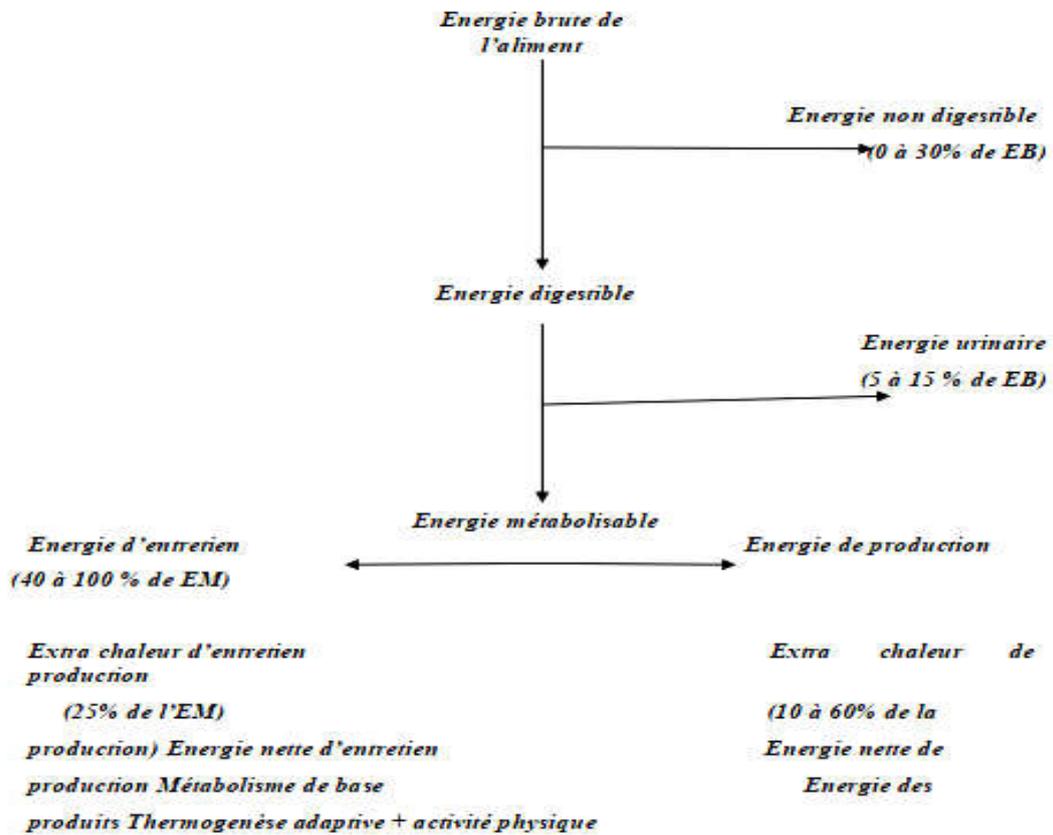
L’entretien comprend le métabolisme de base, la thermogenèse d’adaptation au froid et la thermorégulation en hyperthermie, la thermogenèse induite de façon inéluctable par l’ingestion de l’aliment (ce qu’on appelle aussi l’extra chaleur d’entretien) et par l’activité physique.

Le métabolisme de base est la quantité d’énergie pour un animal à jeun, au repos et dans une zone de neutralité thermique.

Cette partition du besoin en entretien et en production est dans la plupart des cas une simplification des phénomènes. C’est en particulier le cas de l’animal en croissance. La notion d’entretien, issue à l’origine, de l’animal adulte non productif ne s’applique en toute rigueur

qu'à cette situation.

Lorsqu'on intègre à ce schéma du besoin énergétique celui des apports, on aboutit au schéma classique de partition de l'énergie illustré par la figure suivante.



**Schéma n°1** : Répartition des besoins du poulet, (Larbier. M et Leclercq. B, 1992).

## II. Prévisions des besoins énergétiques

### 1/ Besoins d'entretien

Le besoin énergétiques d'entretien correspond à la quantité d'énergie métabolisable à fournir à l'animal chaque jour pour qu'il maintienne son homéostasie énergétique c'est-à-dire qu'il ne gagne ni ne perde de l'énergie. Chez le jeunes en croissance élevé généralement à une température en régulière diminution, il est impossible de définir une quantité d'énergie permettant à l'animal de maintenir constant ses divers compartiments corporels.

La notion de besoin d'entretien ne peut être appliquée qu'à l'adulte non productif.

### 2/ BESOIN DE PRODUCTION

Comme cela a été défini précédemment, le besoin de production comporte d'une part l'énergie contenue dans les productions et d'autre part les pertes caloriques liées à la synthèse biochimique du fait que les rendements thermiques de ces réactions sont inférieurs à 100%. Deux types principaux de synthèse sont réalisés par les oiseaux domestiques: la croissance tissulaire (muscle, os, plumes..) et l'œuf.

#### 2.1 . Besoins de croissance

L'approche expérimentale retenue par de nombreux chercheurs ne prend en considération que la synthèse des protéines et celles des lipides. La synthèse de glycogène est trop faible pour être comptabilisée.

L'énergie brute contenue dans les protéines est en moyen de 5,66 kcal/g. Celle des lipides est de 9,20 kcal/g. Le coût énergétique de gain de poids peut être estimé par l'équation suivante :

$$EM_i = E_e + k.\Delta P$$

$E_i$  est l'énergie métabolisable ingérée

$E_e$  est le besoin énergétique d'entretien

$\Delta P$  est le gain de poids

$K$  est le coût énergétique du gain de poids (kcal/g).

Le besoin de croissance peut être estimé selon la formule :

$$E_p = 14,1 \times \Delta p + 10,22 \text{ ou } 12,27 \times \Delta l$$

$E_p$  s'exprime en kcal;  $\Delta p$  est le gain de protéines et  $\Delta l$  le gain de lipides en grammes.

Le tableau suivant contient à titre d'exemple, le cout énergétique du gain de poids du poulet selon ce modèle.

**Tableau 6 : Le besoin énergétique de croissance du poulet en kcal/g de gain de poids**

Age (jours)	Poulet	
	Mâle	Femelle
0 – 7	3.65	3.60
7 – 14	3.74	3.73
14 – 21	4.06	4.31
21 – 28	4.44	4.52
28 - 35	4.53	4.55
35 – 42	4.56	4.72
42 – 49	4.68	4.82
49 – 70		
70 – 84		
84 – 98		
98 – 112		

Diverses équations ont été proposées pour prédire le besoin énergétique du poulet en croissance élevé dans des conditions classiques, c'est à-dire dans la zone de neutralité thermique :

$$E = 1,62P^{0,653} \cdot (1 + 0,0125(21-T)) + 3,13\Delta P$$

Le besoin énergétique E est exprimé en kcal d'énergie métabolisable par jour, P est le poids vif en grammes, T la température en degrés centigrades et  $\Delta P$  le gain de poids en grammes.

## 2.2. Besoins énergétiques de ponte

Outre son besoin d'entretien, la poule en ponte doit satisfaire son besoin énergétique de production qui se décompose en production de l'œuf et croissance tissulaire. Ce dernier répond aux mêmes lois que celles des volailles en croissance décrites précédemment. Le besoin énergétique correspondant à la production de l'œuf, évolue avec l'intensité de ponte, la taille de l'œuf et la composition de cet œuf. En moyenne 1g d'œuf renferme 1,53kcal :

**Vitellus: 18g x 0.33 x 9.2 kcal/g = 54,6 kcal (lipides)**

**18g x 0.174 x 5.66 kcal/g = 17,7 kcal (protéines)**

**Albumen: 37,5g x 0,105 x 5,66 kcal/g = 22,3 kcal : (protéines)**

**Total : 94.6 kcal pour un œuf de 62g soit 1,53 kcal/g.**

Plusieurs équations ont été proposées pour estimer le besoin énergétique journalier de la poule en ponte:

$$EM_i = P(170-2,2T) + 2e + 5\Delta P \text{ (Leghorns)}$$

$$EM_i = P(140-2T) + 2e + 5\Delta P \text{ (Rhodes Island Red) (Emmans, 1974)}$$

**EM<sub>i</sub>** est l'énergie métabolisable (kcal) ingérée par jour P est le poids vif en gramme

**ΔP** est le gain de poids vif en gramme

**E** est le poids d'œuf exporté par jour en gramme **T** est la température en degrés fahrenheit.

Chez les poules reproductrices de type « chair », les équations de prédiction suivantes sont proposées :

$$EM_i = 1,424 P^{0,653} (1+(21-T) \times 0,0125) + 3,13 \Delta P + 3,15^e \text{ (Connor, 1980)}$$

Où **P** est le poids vif en grammes et **T** la température en degrés centigrades.

$$EM_i = 75,8P + 5,49 \Delta P + 2,35 e \text{ (à } 20^\circ\text{C) (Leclercq, 1985).}$$

### III. Valeur énergétique des aliments

Dans les productions avicoles, deux mesures de l'énergie de l'aliment sont le plus couramment utilisées : l'énergie brute qui peut servir de critère analytique de base et l'énergie métabolisable qui constitue la fraction utilisable pour le métabolisme de l'animal. L'énergie digestible est très rarement mesurée chez les oiseaux.

#### 1/ Energie brute

C'est la quantité d'énergie contenue dans l'aliment, elle se mesure grâce à un calorimètre renfermant une bombe calorimétrique.

On peut estimer l'énergie brute d'un aliment à partir de paramètres chimiques.

$$\square EB = 57,2 PB + 95,0 MG + 47,9 CB + 41,7 ENA + \Delta i \text{ (Schieman et al, 1971)}$$

Où

**EB** est l'énergie brute en kcal/kg

**BP** sont les protéines brutes (en %)

**ENA** est l'extractif non azoté (en %)

**M.G** sont les matières grasses brutes (en %)

**C.B** est la cellulose brute de weende (en%)

**Δi** est un facteur de correction pour certaines matières premières

$$\square EB = 1552 + 76,2 MG + 39 PB + 25,4 (CB+ENA) \text{ (Fisher, 1982)}$$

#### 2/ Energie digestible.

Elle est obtenue par différence entre l'E.B et l'énergie non digestible. Elle est très rarement mesurée chez les volailles. Elle nécessite en effet la mise en place d'un anus

artificiel afin de séparer les fèces de l'urine.

### **3/ Energie métabolisable**

Chez les volailles, l'énergie métabolisable est la valeur énergétique la plus facile à mesurer et de ce fait la plus couramment employée pour estimer les besoins des volailles. L'E.M correspond à la quantité d'énergie alimentaire utilisable pour les tissus de l'organisme. Elle sert à faire face aux dépenses énergétiques liées à l'entretien et à la production. Elle est définie par l'équation :

$$\mathbf{EM = (E_i - E_e) / i}$$

où  $E_i$  est l'énergie brute ingérée et  $E_e$  est l'énergie excrétée (fèces + urine) et  $i$  la quantité d'aliment ingérée.

**Métabolisme protéique****Introduction**

Les produits de la digestion des protéines d'origine alimentaire ou endogène sont absorbés essentiellement sous forme d'acides aminés libres mais aussi d'oligopeptides qui sont rapidement hydrolysés dans les antérocytes.

Dans le sang comme dans tous les tissus, il existe une quantité appréciable d'acides aminés dits libres parce qu'ils ne sont engagés dans des liaisons peptidiques. Ils sont utilisés à des fins anaboliques ou cataboliques : synthèse protéique, interconversion entre acides aminés, néoglucogenèse, céto-genèse, oxydation..., l'ensemble de ces réactions constituant le métabolisme protéique.

Les matières protéiques sont des constituants essentiels de la matière vivante. Elles existent dans la quasi-totalité des tissus animaux. Elles représentent 15 à 20% des constituants des organismes des animaux domestiques (50% de la M.S du poulet). De plus, l'azote joue un rôle important dans le fonctionnement de l'organisme : elle existe dans la composition de nombreux effecteurs : hormones, enzymes,.... Elles exercent aussi une action protectrice (on le trouve au niveau des anticorps, agents de toxication).

**I / Notion d'acide aminé**

La digestion des matières protéiques d'origine alimentaire ou endogène donne un produit qui va être absorbé essentiellement sous forme d'acide aminé. Les protéines encore appelées matières azotées comprennent les acides aminés, les peptides, protides, protéines.

L'élément de base de ces composées est des acides aminés. Ils sont des molécules organiques possédant à la fois un groupement carboxyle et un groupement aminé lié à un même carbone, lui-même attaché à un radical (R), variable d'un acide aminé à l'autre.



Actuellement, on dénombre 20 acides aminés : Glycine – Alanine – Valine – Leucine – Isoleucine – sérine – Thréonine – Tyrosine – Cystéine – Méthionine – Acide aspartique – Asparagine – Acide glutamique – Glutamine – Arginine – lysine – Histidine – phénylalanine – Tryptophane – Proline.

**II / CLASSIFICATION NUTRITIONNELLE DES ACIDES AMINES**

Contrairement aux végétaux et à de nombreuses espèces bactériennes, les volailles, tout comme tous les animaux supérieurs, sont incapables de synthétiser certains acides aminés, dits indispensables, dont ils ont besoin pour leur synthèse protéique et leur renouvellement tissulaire. Ils doivent les consommer dans leur alimentation. Au regard de la synthèse, tous les

acides aminés sont également indispensables dans la mesure où l'absence de l'un d'entre eux empêchera le processus anabolique. Mais du point de vue de la biochimie et par voie de conséquence de la nutrition, les acides aminés sont classés en trois groupes.

### **1/ Acides aminés indispensables ou essentiels**

Ils doivent être apportés dans l'aliment. Ils sont au nombre de dix dans la plupart des cas. On les répartit en trois catégories :

- Ceux qui sont strictement indispensables parce qu'ils doivent être obligatoirement présents dans la ration, car l'animal est absolument incapable de les synthétiser. Ce sont la lysine et la thréonine.
- Ceux qui sont essentiels au sens large car leur synthèse à partir d'autres acides aminés est possible, mais trop faible pour assurer les besoins de l'animal. Ce sont le plus souvent :

L'arginine, l'histidine, l'isoleucine, la leucine, la méthionine, la phénylalanine, le tryptophane et la valine.

### **2/ Acides aminés semi-indispensables**

Ils peuvent être synthétisés à partir d'acides aminés indispensables. Il s'agit de la cystéine et de la tyrosine formés respectivement à partir de la méthionine et de la phénylalanine.

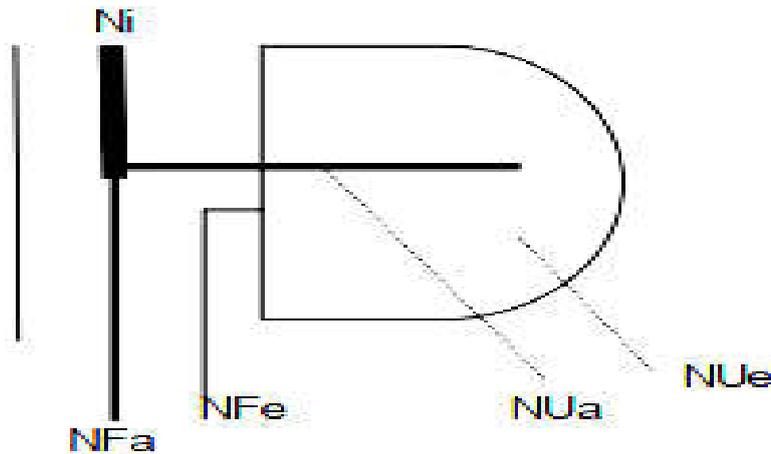
### **3/ les acides aminés non indispensables ou non essentiels ou banals**

L'organisme animal est capable de les fabriquer à partir d'autres acides aminés grâce à la réaction de la transamination leur absence dans la ration n'a pas de répercussion défavorable car ils sont synthétisés en quantité et vitesse suffisante, cependant leur apport alimentaire ne doit pas être négligé car ils économisent les acides aminés essentiels. Les aliments en sont tous largement pourvus, qu'ils soient d'origine végétale ou animale; il suffit d'un taux minimal de matières azotées totales pour les apporter en quantité suffisante.

### **III / Les flux d'azote dans l'organisme et les critères d'efficacité**

Les matières azotées alimentaires ne sont que partiellement utilisées pour l'animal. Les rejets azotés contenus dans les déjections correspondent à la fraction de l'azote alimentaire non utilisé pour l'animal.

Pour raisonner à partir de concepts comparables, l'efficacité de la transformation de matières azotées ingérées par les animaux, il a été nécessaire de définir les flux essentiels. (Voir figure)



### Les flux d'azote dans l'organisme

**Ni** : azote ingéré

**NFa** : azote fécal d'origine alimentaire

**NFe** : azote fécal d'origine endogène

**NFt** : azote fécal total = NFa+NFe

**NUa** : azote urinaire d'origine **alimentaire**

**NUe** : azote urinaire **d'origine endogène**

**NUt** : azote

**urinaire total** = NUa+NUe

La mesure de ces flux permet de calculer les rendements des processus digestifs et métaboliques :

#### ❖ Au niveau digestif

L'utilisation digestive de l'azote des aliments conduits à l'élimination au niveau fécal de la fraction azotée non digérée; l'importance relative de cette fraction par rapport à l'azote ingéré dépend à la fois de l'animal et des rations. L'importance de cette fraction et mesurée par :

- le coefficient d'utilisation digestive = rendement de l'utilisation digestive.
  - Le coefficient d'utilisation digestive apparent  $CUDA = (NI - NFt) / NI$
  - Le coefficient d'utilisation digestive réel  $CUDR = (NI - (NFt - NFe)) / NI$

❖ Au niveau métabolique

L'utilisation métabolique des acides aminés sanguins pour la synthèse protéique se traduit par une excrétion d'azote au niveau urinaire sous forme d'acide urique issu de l'oxydation des acides aminés sanguine non utilisés pour la synthèse protéique. L'importance de cette fraction dépend de l'adéquation quantitative (des protéines brutes totales) et qualitative (apport d'acides aminés) de l'apport azoté aux besoins de l'animal. L'importance de cette fraction est mesurée par :

- le coefficient d'utilisation métabolique

CUM apparent = N fixé apparemment / N absorbé apparemment =  $(NI - (NF_t + NU_t)) / (NI - NF_t)$

- le coefficient d'utilisation métabolique réel, appelé encore valeur biologique (VB) VB = N fixé réellement / N absorbé réellement =  $(Ni - (NF_a + NU_a)) / (Ni - NF_a)$

$$= (Ni - ((NF_t - NF_e) + (NU_t - NU_e))) / (Ni - (NF_t - NF_e))$$

- efficacité azotée globale par le coefficient d'utilisation pratique de l'azote alimentaire  
CUP = N fixé / N ingéré = (N absorbé / N ingéré) x (N fixé / N absorbé) (CUD<sub>R</sub>) x (VB)

D'une manière générale, pour améliorer l'efficacité alimentaire des matières azotées, il faut :

\*Réduire la fraction de l'azote indigestible rejetée dans les fèces ce qui suppose une bonne connaissance de l'utilisation digestive des matières azotées alimentaires

\*Réduire la fraction de l'azote excrété dans l'urine ce qui suppose :

- Un bon ajustement quantitatif des apports aux besoins des animaux
- Un équilibre optimal des protéines de régime en acides aminées en particulier les acides aminés essentiels

**IV / Facteurs d'efficacité protidique****1/ Equilibre des acides aminés**

Pour que les potentialités génétiques puissent s'exprimer et permettre à l'animal de réaliser les meilleures performances zootechniques par une synthèse protéique maximum, les acides aminés doivent être apportés en quantités nécessaires, évitant à la fois les excès et les carences. La notion d'équilibre conduit sur le plan pratique à définir pour chaque production, les besoins quantitatifs en acides aminés. Sa mise en évidence ne peut cependant se faire qu'indirectement, en définissant les situations d'excès et de carence et en envisageant leurs conséquences.

**1.1. La carence en un acide aminé essentiel**

La situation de déficit s'explique en faisant appel à la notion de facteur limitant. Lorsqu'un animal en production (croissance ou ponte) reçoit par son alimentation une certaine quantité de chacun des acides aminés, il exprime, en général une certaine performance de production correspondant à l'apport de l'acide aminé le plus limitant pour son besoin.

Si on supplémente l'aliment avec l'acide aminé (facteur limitant primaire) de façon à couvrir le besoin, la performance va s'améliorer et s'ajuster au niveau d'un autre acide aminé dont l'apport devient, maintenant, le facteur limitant secondaire et ainsi de suite jusqu'à ce que les besoins en tous acides aminés soient satisfaites. On peut ainsi trouver un mélange de maïs et tourteaux de soja destinés aux poules pondeuses où le 1<sup>er</sup> acide aminé facteur limitant est la méthionine. Après supplémentation de l'aliment par la méthionine, la lysine peut devenir le second facteur limitant, puis le tryptophane, etc.

L'une des responsabilités du nutritionniste est de connaître les besoins pour repérer les facteurs limitants dans les aliments. Ensuite il lui revient d'associer des matières premières à profils complémentaires en acides aminés de façon à assurer les besoins en tous les acides aminés indispensables.

En principe si on parvient à couvrir exactement (sans excès) les besoins en acides aminés on aboutit à ce qu'on appelle la protéine idéale.

**1.2. L'excès en un acide aminé**

L'apport excessif d'un acide aminé se traduit par une baisse du niveau de protéosynthèse (croissance ou ponte...) d'un organisme.

La situation d'excès en acides aminés proprement dite est celle où certains acides aminés deviennent toxiques. C'est surtout le cas de la méthionine, chez le poulet comme chez la poule, les signes de toxicité apparaissent quand l'apport est supérieur à deux ou trois fois le

besoin. La tyrosine, le tryptophane, la phénylalanine et l'histidine sont également toxiques mais à des doses nettement supérieures, 10 à 20 fois le besoin.

### **2/ Le concept de protéine idéale**

Pour un organisme donné, la protéine idéale est celle qui entraîne le minimum de pertes azoté, c'est-à-dire qui possède la meilleure valeur biologique. En principe, si on arrive à couvrir exactement (sans aucun excès) les besoins en chacun des acides aminés, on aboutit à ce qu'on appelle la protéine idéale. En pratique, cette protéine idéale doit présenter un profil des apports en acides aminés essentiels qui soit superposables à celui des besoins. L'intérêt de la production industrielle d'acides aminés destinés à l'alimentation animale est de se rapprocher de cette protéine idéale. Leur utilisation permet d'améliorer l'efficacité métabolique des protéines alimentaires et de réduire les pertes azotées (acide urique).

### **3/ Le niveau d'apport d'énergie**

Le processus de protéosynthèse est consommateur d'énergie sous forme d'ATP. Ce phénomène se répercute au niveau du régime par le fait qu'il est nécessaire d'y respecter un juste équilibre entre les acides aminés et l'énergie. Concrètement, cela revient à exprimer les besoins en acides aminés en les rapportant à l'unité d'énergie. Cela veut dire également, par voie de conséquence, que l'apport azoté global doit être rapporté à l'énergie

## **VI. Alimentation azotée des volailles**

### **1/ Mode d'expression des apports et des besoins :**

Tout système d'expression de la valeur azotée des aliments et des besoins azotés des animaux doit vérifier simultanément deux conditions :

\*Permettre d'exprimer dans une même unité apports et besoins

\*Retenir un même niveau d'expression pour la valeur azotée des aliments et pour les besoins des animaux

Pour les volailles, l'unité d'expression des apports et des besoins c'est les protéines brutes totales et la quantité d'acides aminés.

### **2/ Le principe de la supplémentation**

Pour couvrir les besoins azotés des volailles, on associe différentes matières qui doivent apporter à l'animal les acides aminés et une quantité suffisante de protéine garantissant l'apport d'une quantité globale minimal de l'ensemble des acides aminés indispensables.

Dans la pratique, on associe des céréales et des matières premières riches en matières azotées totales (les tourteaux, les protéagineux, ...) pour couvrir les besoins en acides aminés

essentiels qui risquent d'être facteur limitant pour la protéosynthèse. En même temps, on vérifie que le taux azoté de l'aliment n'est pas excessif ce qui entraînerait un gaspillage inutile et des risques pathologiques.

De tels objectifs sont difficilement conciliables si on utilise exclusivement les protéines alimentaires habituelles. Par exemple l'association céréales + tourteaux permet de couvrir les besoins en acides aminés mais avec des taux azotés élevés.

La recherche d'une réduction du taux azoté conduit à utiliser :

**- Des matières premières riches en acides aminés essentiels**

Ce sont les aliments d'origine animale (farine de poisson).

**-Des acides aminés de synthèse**

Plusieurs acides aminés sont actuellement fabriqués à l'échelle industrielle, principalement méthionine, lysine, thréonine, tryptophane.

### Métabolisme des minéraux

Les éléments minéraux sont présents dans l'organisme soit sous forme de sels (les chlorures, carbonate, phosphate, sulfates,...) soit inclus dans les molécules organiques (hormones, enzymes, acides nucléiques,...).

L'organisme des animaux renferme 3 à 5% des éléments minéraux. Le squelette à lui seul contient au moins 80% des matières minérales de l'organisme.

Les produits animaux contiennent des quantités très variables des matières minérales. A titre d'exemple, la coquille d'un œuf qui représente 10% de son poids, contient à elle seule 95% des matières minérales, on a 0,5 % dans le blanc et 1,1 % dans le jaune.

Les éléments minéraux jouant un rôle dans le métabolisme, peuvent se classer en deux groupes selon leur concentration dans l'organisme :

- **Les éléments majeurs ou macroéléments** : présents en quantités relativement importantes et pour lesquels l'unité de mesure est le gramme, ce sont calcium, phosphore, magnésium (Mg), potassium (K), sodium (Na), chlore (Cl), soufre (S). ils représentent 99% des minéraux de l'organisme.
- **Les éléments traces ou oligo-éléments** : présents en quantités très faible ou à l'état de traces et pour lesquels l'unité de mesure est le mg leur teneur est souvent exprimée en partie par million (ppm). Les principaux sont : le fer (Fe), le cuivre (Cu), manganèse (Mn), zinc (Zn), cobalt (Co), Iode (I), Molybdène (Mo), Sélénium (Se)

#### I. Les macroéléments

##### 1/ - le sodium, potassium et le chlore

Ces éléments existent surtout à l'état ionisé ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ) dans l'organisme. Leur répartition est très inégale entre liquides intracellulaires et liquides extracellulaires. Comme on peut l'observer dans le tableau les liquides extra-cellulaires contiennent essentiellement le sodium, le chlore le calcium et les ions bicarbonatés. Au contraire, le potassium, le magnésium, les ions sulfates et phosphates sont surtout présents à l'intérieur des cellules.

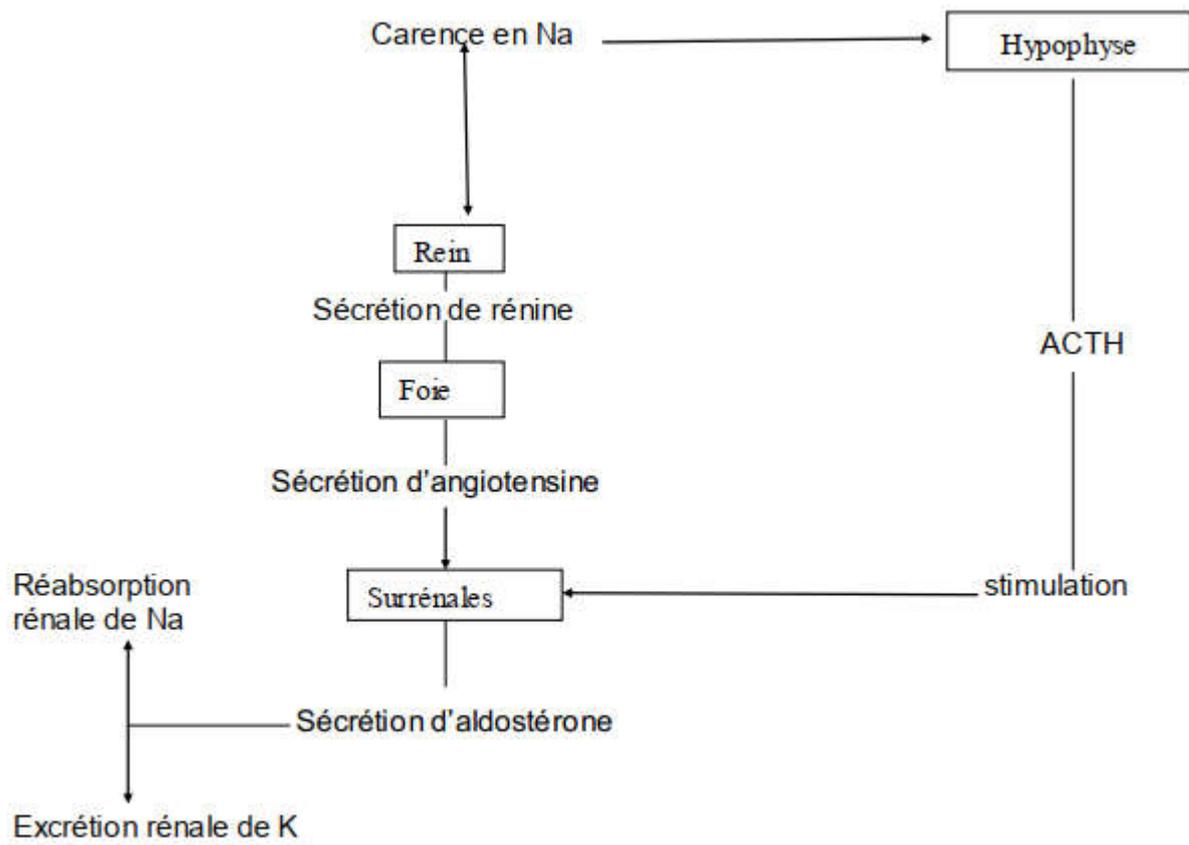
	Plasma	Cytosol
$\text{Na}^+$	150	10
$\text{K}^+$	4.5	160
$\text{Ca}^{++}$	5	Trace
$\text{Mg}^{++}$	3	35
$\text{Cl}^-$	120	2

Le sodium plasmatique joue un rôle très important dans l'équilibre de la pression osmotique. Les matières premières destinées aux volailles (céréales + tourteaux) sont pauvres en sodium, la supplémentation est toujours nécessaire. En cas de carence, les mécanismes de régulation conduisent à une réabsorption intense de sodium par les tubules rénaux, les réserves corporelles n'existent guère. En cas d'excès, les reins excrètent une grande quantité de sodium. Quand ses capacités d'excrétion sont dépassées, les phénomènes de toxicité s'installent : hypertrophie rénale, ralentissement de la croissance. D'une manière générale, les apports doivent être très réguliers pour éviter les carences et les excès.

Le potassium est très abondant dans les matières premières d'origine végétales (céréales + tourteaux). Les apports dépassent toujours les besoins dans les conditions pratiques. Le rein est amené à excréter en permanence l'excès de potassium fourni par l'alimentation.

### **1.1 - Régulation De L'équilibre Sodium – Potassium**

Il existe en permanence une réabsorption rénale du sodium sauf dans les situations d'excès. Elle a lieu dans les tubes rénaux et est stimulée par l'Aldostérone : hormone minéralocorticoïde de nature stéroïdienne est synthétisée par les glandes surrénales. Lorsque la concentration plasmatique en  $\text{Na}^+$  diminue, l'hypophyse sécrète l'ACTH qui stimule la sécrétion de l'aldostérone pour les sur rénales. Cette dernière entraîne une réabsorption intense de sodium par le rein ainsi une excrétion accrue de potassium. L'excès de potassium alimentaire produit des effets semblables. Il existe donc une synergie entre  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$ . L'excès de  $\text{K}^+$  dans des limites inférieures de celles de toxicité produit une réabsorption de  $\text{Na}^+$ . Inversement, un excès de  $\text{Na}^+$ , réduisant la sécrétion de l'aldostérone et réduisant réabsorption de  $\text{Na}^+$ , ralentit l'excrétion et par la même le besoin en potassium.



Régulation des bilans de Na et de K

ACTH= *Adreno CorticoTropic Hormone*

Le chlore est souvent apporté dans l'alimentation en même temps que le sodium sous forme de chlorure. Le chlore est essentiellement présent dans les liquides extracellulaires (plasma) où il assure l'équilibre ionique avec le Na<sup>+</sup>. La carence spécifique en chlore apparaît chez le poulet à des concentrations alimentaires inférieures à 0,7g/kg, la croissance est ralentie, la mortalité est importante. On observe en outre une hémococoncentration, une déshydrations de l'organisme et une chute de la chlorémie.

**1.2. Besoins en sodium, potassium et chlore**

En dehors des situations d'excès et de carence, l'organisme peut supporter pour les 3 éléments de larges variations grâce aux régulations décrites précédemment. Les besoins en Na, Cl et K comportent surtout une composante liée à l'entretien. C'est la raison pour laquelle il n'existe pas de différences entre espèces et entre états physiologiques. Par ailleurs, l'absence de réserves corporelles implique des apports réguliers toute carence ou tout excès se traduisant pour une diminution rapide de l'appétit. En pratique, le principal facteur de variation de la concentration des aliments est leur niveau énergétique ; les aliments peu énergétiques devront être moins riches en Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> et Cl<sup>-</sup> que les aliments très énergétiques.

**Tableau 7 : Apports optimum et limites inférieurs (carence) et supérieures (toxicité) des principaux éléments sous forme disponible (g/kg) \***

		Optimum	Minimum	Maximum
<b>Na<sup>+</sup></b>	croissance	1.32	1.00	10
	ponte	1.45	1.00	10
<b>K<sup>+</sup></b>	croissance	3.00	1.90	20
	ponte	1.90	1.70	20
<b>Cl<sup>-</sup></b>	croissance	1.23	0.80	4
	ponte	1.33	0.80	4
<b>Mg<sup>++</sup></b>	croissance	0.42	0.40	3
	ponte	0.45	0.40	10
<b>Fer<sup>**</sup></b>	croissance	45	35	1000
	ponte	60	45	500
<b>Cuivre<sup>**</sup></b>	croissance	10	4	250
	ponte	10	4	250
<b>Zinc<sup>**</sup></b>	croissance	50	40	800
	ponte	50	40	800
<b>Manganèse<sup>**</sup></b>	croissance	60	45	600
	ponte	40	30	1000
<b>Iode<sup>**</sup></b>	croissance	0.35	0.10	1000
	ponte	0.30	0.10	1000
<b>Sélénium<sup>**</sup></b>	croissance	0.10	0.05	4
	ponte	0.10	0.05	4

(\*) = aliment titrant 3000kcal/kg

(\*\*)= mg/kg

**2 /- Le calcium et le phosphore**

Le calcium et phosphore sont les minéraux quantitativement les plus importants qui représentent 75% des minéraux de l'organisme. Les oiseaux en production, ont à faire face à des dépenses importantes en ces éléments, soit qu'ils fabriquent leur squelette (oiseaux en croissance), soit qu'ils effectuent la synthèse de la coquille de l'œuf. Ils sont aussi des constituants important notamment le phosphore de nombreuses molécules organiques. Le Ca assure une fonction primordiale dans la coagulation du sang. Pour ces minéraux, l'os est le principal réservoir de l'organisme. Il constitue une source de réserve échangeable avec d'autres compartiments de l'organisme. L'os est en perpétuel renouvellement, il s'en forme et s'en détruit sans cesse dans le même temps. La résorption absence ou ostéolyse est la formation de l'os à l'ostéosynthèse (accrétion) coexistent

**2.1/ La régulation hormonale du métabolisme phosphocalcique**

La régulation hormonale du métabolisme phosphocalcique est réglée par des actions hormonales mettant en jeu 3 éléments clefs:

1. un dérivé de la vitamine D<sub>3</sub>, 1.25 dihydrocholécalférol (1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>)
2. la parathormone (PTH) c'est une hormone produite par les glandes parathyroïdes
3. la calcitonine (C.T) c'est une hormone produite par les glandes thyroïdes.

Le 1.25 (OH)<sub>2</sub> D<sub>3</sub> exerce un contrôle essentiel dans l'absorption intestinale du calcium en déclenchant la synthèse de la Ca BP(Calcium binding Protein) qui permet un transport actif du calcium. Elle stimule en outre la fixation du calcium et du phosphore dans l'os.

La régulation de la synthèse du 1,25(OH)<sub>2</sub> D<sub>3</sub> dépend :

- de facteurs qui stimulent sa production : baisse de la calcémie (hypocalcémie), avec la production de la PTH.
- de facteurs qui inhibent sa production, c'est la production de la CT excès de la quantité circulante de 1.25 (OH)<sub>2</sub> D<sub>3</sub>

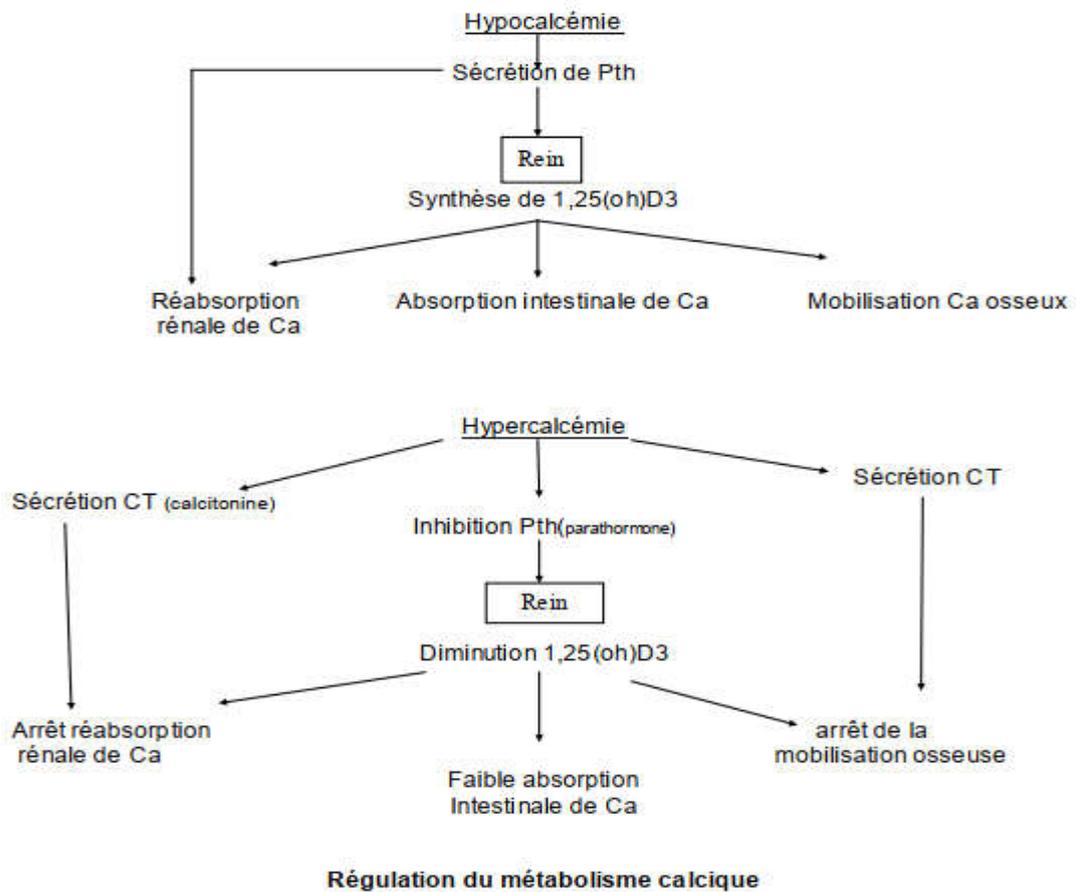
La PTH favorise l'ostéolyse pour libérer le calcium osseux et stimule la production de 1.25 (OH)<sub>2</sub> D<sub>3</sub>. Sa production est stimulée par l'hypocalcémie et freinée par l'hypercalcémie.

La CT est antagoniste de la PTH en s'opposant à l'ostéolyse : elle favorise le dépôt de Ca dans l'os et protège ainsi le squelette de la déminéralisation de. Sa sécrétion est stimulée par une calcémie élevée.

La constante de la calcémie est donc assurée par l'équilibre entre deux hormones antagonistes.PTH hypercalcémiant et CT hypocalcémiant.

- L'hypocalcémie entraîne une sécrétions du PTH qui accélère l'ostéolyse et une production de 1.25 (OH)<sub>2</sub> D<sub>3</sub> qui augmente l'absorption intestinal de calcium : la calcémie augmente.

- L'hypercalcémie entraîne une sécrétion de la CT qui favorise l'ostéosynthèse, freine la production de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> et donc l'absorption intestinale de Ca : la calcémie diminue.



## 2.2/ Besoins en calcium et phosphore

Contrairement au sodium et au potassium, le besoin en calcium et phosphore comporte surtout une composante de production, alors que la composante de l'entretien est faible. Un oiseau adulte à l'entretien n'a besoin en effet que de très faibles apports de calcium et phosphore du fait des mécanismes de régulation décrites précédemment. Au contraire, le jeune en croissance et la femelle en ponte doivent trouver dans leur alimentation les quantités nécessaires à leurs synthèses. Le besoin net de production peut être estimé grâce aux tableaux suivants. Les apports alimentaires de calcium et phosphore peuvent donc être calculés en divisant les besoins totaux par les coefficients d'utilisations qui sont de 50 à 60 p.100.

En pratique une déficience modérée en calcium n'affecte de façon sensible la croissance que chez le très jeune animal.

Chez l'animal en croissance, on peut estimer que le besoin en calcium est constant tout au long de la journée et en fonction surtout de la vitesse de croissance.

Chez la poule en ponte, il existe une période de la journée où le besoin en calcium est particulièrement élevé : il s'agit des heures au cours desquelles se réalise la formation de la coquille. Il apparaît alors un appétit spécifique pour le calcium qui peut être satisfait par un apport séparé de calcium soit sous forme de coquilles d'huitres broyées, soit de granulés de carbonate de calcium.

**Tableau 8 : Composition en minéraux du poulet (g/ kg poids vif)**

	<b>Eclosion</b>	<b>7 semaines</b>	<b>Adulte</b>
<b>Cendres</b>	32	31	30
<b>Totales</b>	1.97	1.27	1.05
<b>Na</b>	1.90	1.82	2.5
<b>K</b>	0.69	0.15	0.53
<b>Cl</b>	3.40	6.80	12
<b>Ca</b>	3.30	5.10	7.20
<b>P</b>	0.37	0.65	0.60
<b>Mg</b>	0.038	0.038	0.035
<b>Fe</b>	0.0015	0.0015	0.0015
<b>Zn</b>	0.030	0.030	0.031
<b>I</b>	--	--	0.0003
<b>Se</b>	0.00014	--	0.00020

**Tableau 9 : Composition minérale de l'œuf de poule (mg/g d'œuf)**

	<b>Total</b>	<b>Coquille</b>	<b>Blanc</b>	<b>Jaune</b>
<b>Ca</b>	36	35.5	0.07	0.45
<b>P</b>	2	0.1	0.1	1.8
<b>Mg</b>	0.45	--	0.05	0.45
<b>Na</b>	1.2	0.10	0.38	0.21
<b>K</b>	1.2	--	0.82	0.38
<b>Cl</b>	1.4	--	0.93	0.47
<b>Fe*</b>	38	--	5	33
<b>Cu*</b>	1.7 à 6.0	--	0.5	1.0 à 5.5
<b>Zn*</b>	17 à 19	--	0.01	10 à 17
<b>Mn*</b>	0.1 à 0.6	--	0.1	0.1 à 0.6
<b>I*</b>	0.05 à 0.15	--	--	0.05 à 0.15
<b>Se*</b>	0.04 à 0.14	--	--	--

(\*) =microgrammes

La production quotidienne d'un œuf occasionne une exportation de 2,1 à 2,3 g de calcium, alors que la totalité du Ca osseux représente environ 25 g soit l'équivalent d'une dizaine de coquille. Le Ca sanguin utilisé pour la fabrication de la coquille a une double origine :

- l'absorption intestinale = lorsque la poule forme une coquille, la fixation de Ca est augmentée en raison d'une efficacité plus grande de l'absorption intestinale sous l'action d'une quantité accrue de  $1.25 (OH)_2 D_3$ . L'ingestion du Ca doit être favorisée avant et pendant la formation de la coquille d'autant plus qu'il y a chez la pondeuse un appétit spécifique pour le Ca qui se manifeste après l'ovulation c'est-à-dire juste avant et pendant la formation de la coquille.
- La mobilisation du Ca du squelette est indispensable et intervient dès le début de la formation de la coquille mais il est plus assez importante en fin de nuit lorsque le tube digestif ne contient plus assez de calcium.

**N.B:** On a intérêt à favoriser la provenance intestinale et réduire la participation du squelette. Pour cela, l'apport alimentaire du Ca doit être considéré à un triple point de vue, quantité, forme et la chronologie.

La carence en phosphore se traduit par une perte d'appétit, un ralentissement de la croissance, des troubles locomoteurs graves et de la mortalité

### **3/ Le magnésium**

Le magnésium représente 0.04 à 0.05 % du poids vif. Il est localisé pour 70 à 75% dans le squelette. Il intervient dans les réactions mettant en œuvre l'ATP. Ainsi toutes les synthèses tissulaires (protéine, lipides...) et l'activité musculaire requièrent du magnésium. En pratique les matières premières utilisées dans l'alimentation des volailles sont largement riche en magnésium ce qui rend les risques de carence extrêmement rares. Les symptômes de toxicité apparaissent pour des teneurs proches de 0.3 à 0.4% (3 à 4g/1kg d'aliment). Le premier d'entre eux est un ralentissement de la croissance. Chez la poule pondeuse, on constate surtout un ralentissement de l'intensité de ponte, un abaissement de poids de l'œuf, la fragilité de la coquille et une diminution de la concentration de l'œuf (surtout le jaune) en magnésium

## **II .Les oligo-éléments**

Les oligo-éléments sont des éléments présents sous forme de traces dans les tissus des animaux mais remplissent souvent des fonctions essentielles pour la vie et la croissance. Les plus importantes qui posent des problèmes spécifiques aux volailles ou exigent en pratique une supplémentation sont principalement le fer, le cuir, le zinc, le manganèse, l'iode et le sélénium. Leurs niveaux de concentration dans l'aliment se traduit par 3 types de réaction de l'animal : aux faibles concentrations c'est la zone de carence, aux concentrations supérieures à une zone assez large où le besoin est satisfait et où l'animal maintient constant ses réserves, enfin aux concentrations très élevées la zone de toxicité qui se traduit chez le jeune animal par

un ralentissement de la croissance et chez la poule en ponte par une baisse de taux de ponte (voir tableau)

### **1/ Le Fer**

Il joue un rôle essentiel comme constituant fonctionnel de diverses molécules indispensables aux transports de l'oxygène au niveau du sang (Hémoglobine). Le fer est en outre stocké dans la moelle osseuse. La carence en fer, très rare en pratique, se traduit par un ralentissement de la croissance, une anémie et une pigmentation des plumages roux et noirs. Les excès de fer ne conduisent à des effets toxiques que pour des teneurs très élevés dans l'aliment (voir tableau).

### **2/ Le cuivre**

Il est présent en très faible concentration dans l'organisme animal (1.5 mg/kg de poids vif). Les organes les plus riches sont le foie, le cerveau, les reins et le cœur. La déficience en cuivre, comme celle du fer est très rare dans les conditions usuelles de l'alimentation. Le principal symptôme de carence est l'anémie, un retard de croissance, des troubles de l'ossification et de la pigmentation du plumage, enfin des troubles nerveux et des fibroses myocardes.

### **3/ Le zinc**

Le zinc est présent à la concentration moyenne de 27mg/kg de P.V chez les oiseaux. Il a une activité enzymatique très importante en particulier au niveau de la respiration cellulaire. La carence en zinc induit un ralentissement de la croissance chez les jeunes animaux, un épaissement et un raccourcissement des pattes, un emplumement retardé et une consommation réduite de l'aliment. Chez la pondeuse, l'intensité de ponte est abaissée, mais ce sont surtout la viabilité embryonnaire et l'éclosivité qui sont affectées de façon spectaculaire. Chez l'embryon, le développement du squelette est retardé, les os sont déformés et certains doigts peuvent être absents. Contrairement au Fer et au cuivre, le zinc est souvent présent en quantité insuffisantes dans les matières premières d'origine végétales destinées aux volailles. La supplémentation s'impose donc.

### **4/ Le manganèse**

Le manganèse est un élément abondant dans les os et les mitochondries. La teneur moyenne des oiseaux en manganèse est de 0,9 mg/Kg de poids vif. La carence en manganèse peut être aisément observée en l'absence de supplémentation. Elle se traduit de façon classique par le pérosis (enflure (tuméfaction) et déformation de l'articulation tibio-métarsale). Chez la poule pondeuse on observe des coquilles fragiles, une chute de l'éclosivité et une baisse de l'intensité de ponte. La supplémentation est toujours nécessaire.

**5/ L'iode**

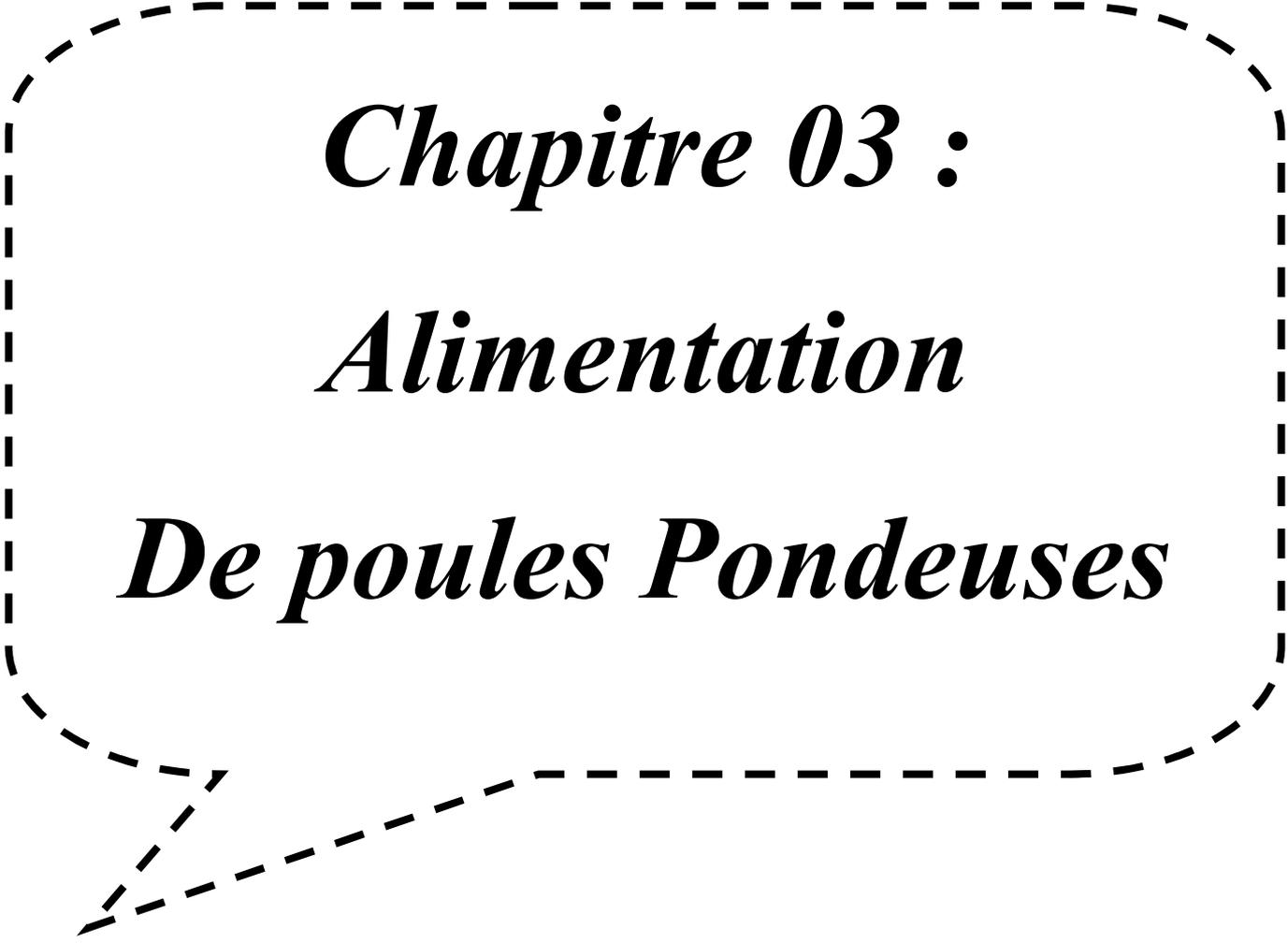
L'iode est spécifiquement impliqué dans la synthèse des hormones thyroïdiennes et se trouve donc concentré dans la glande thyroïde. La carence en iode induit une déficience en hormones thyroïdiennes. Il s'en suit une hypertrophie de la glande thyroïde. La carence en iode ralentit aussi la croissance des animaux et entraîne une baisse notable de la ponte.

En pratique, la supplémentation des aliments en iodure est indispensable surtout quand il s'agit de matières premières d'origine végétale dont les teneurs en iode sont faibles et très variables. Les farines animales contiennent en général plus d'iode, en particulier les farines de poisson. En pratique il est indispensable d'assurer une légère supplémentation en iode.

**6/Le sélénium**

Le sélénium est un constituant de la glutathion- peroxydase, enzyme jouant un rôle antioxydant à l'intérieur des cellules. A diathèse exsudative est le principal symptôme de carence. Il s'agit de la formation d'œdèmes

Le besoin en sélénium dépendant des apports de vitamine E et les teneurs et la disponibilité du sélénium des matières premières étant très variables, on est amené à compléter les aliments destinés aux oiseaux avec une source de sélénium très disponible.



*Chapitre 03 :*  
*Alimentation*  
*De poules Pondeuses*

## **1.1 Matériels et méthodes**

### **1.1.1 Dispositif expérimental**

L'essai a été réalisé sur le site de l'INRA à Nouzilly de septembre 2010 à février 2011. Le dispositif expérimental est constitué de trois unités identiques comprenant chacune un bâtiment divisé en deux cellules de 30 m<sup>2</sup> avec accès, pour chaque cellule, à un parcours extérieur enherbé de 2840 m<sup>2</sup>. Chaque cellule comporte deux trappes pour l'accès à l'extérieur. Le sol du bâtiment est en béton, il se prolonge à l'extérieur par une bande de béton d'un mètre protégée par une avancée de toit. Les conditions d'ambiance sont similaires dans l'ensemble du bâtiment. Les programmes lumineux sont adaptés en durée et en intensité. Pendant tout l'essai, la durée d'éclairage a été maintenue à 16 heures. Les bâtiments sont équipés de perchoirs et de pondoirs adaptés. 1080 poules Lohmann âgées de 17 semaines à la réception ont été réparties dans les 6 cellules, ce qui représente donc 180 poules par cellule et 6 animaux/m<sup>2</sup>. Après un confinement de 2-3 jours, les poules ont eu accès en permanence au parcours. En effet, les trappes ont toujours été maintenues ouvertes, sauf en cas de gel où la moitié d'entre elles étaient fermées.

### **1.1.2 Aliments**

Deux traitements alimentaires ont été comparés de la semaine 22 à la semaine 36, l'un (95 Bio) répondant au cahier des charges actuel avec 95 % de matières premières d'origine agricole biologiques, l'autre (100 Bio) avec 100 % de matières premières biologiques. Les aliments ont été formulés par programmation linéaire avec pour contrainte d'être similaires en termes de coût matières premières (conjoncture été 2010). Les caractéristiques nutritionnelles utilisées pour la formulation sont celles figurant dans les tables INRA/AFZ 2004, corrigées pour les teneurs en protéines mesurées des ingrédients. Les compositions et caractéristiques des aliments comparés figurent au tableau 1. Le prémix utilisé comprenait une enzyme (xylanase). Les céréales utilisées ont été le triticale et le maïs. La levure de bière, le gluten de maïs et le concentré protéique de pomme de terre ont été exclus de l'aliment 100 % bio au profit essentiellement du maïs. Ceci a entraîné dans l'aliment 100 % bio, une réduction de 16 à 17 % des teneurs en protéines et en acides aminés. Les aliments, présentés sous forme de farine grossière, ont été fabriqués dans une usine agréée pour la fabrication d'aliments biologiques. Pour chaque aliment, trois lots successifs de 2,5 tonnes ont été fabriqués. Dans les bâtiments, les aliments ont été distribués à l'aide de nourrisseurs suspendus et remplis manuellement. L'eau était délivrée à volonté par pipettes. Le contrôle de la consommation d'aliment a été réalisé par pesée des sacs distribués et des refus. Les deux traitements

alimentaires ont été appliqués dès la réception des animaux. Une non-conformité (voir résultats zootechniques) d'une partie de l'aliment 100 % bio a pénalisé les résultats dans deux loges d'élevage. C'est pourquoi une deuxième fabrication d'aliment 100 et 95 % bio a été effectuée et ces nouveaux aliments ont été distribués à partir du 30/11/2010, les animaux étaient alors âgés de 28 semaines.

**Tableau 10 : Composition et caractéristiques des aliments 95 % Bio et 100 % Bio**

<b>Composition (%)</b>	<b>95 Bio</b>	<b>100 Bio</b>
Maïs	10,4	17,5
Triticale	40,0	40,0
T. soja	11,8	11,0
T. Tournesol	14,0	12,9
Huile de soja	1,88	1,6
Graines Soja	6,0	6,0
Levure de bière	2,0	-
Gluten maïs (conventionnel)	2,0	-
Concentré protéique de pomme de terre (conventionnel)	1,0	-
Coquilles marines	1,0	1,0
Carbonate de calcium semoulette	7,62	7,50
Phosphate bicalcique	0,9	1,1
Prémix et pigments	1,4	1,4

<b>Caractéristiques calculées (%)</b>		
Energie métabolisable (kCal/Kg)	2700	2700
Protéines brutes	18,9	16,0
Lysine digestible	0,77	0,65
Méthionine digestible	0,30	0,25
Thréonine digestible	0,59	0,48
Tryptophane digestible	0,19	0,17
Calcium	3,95	3,94
Phosphore disponible	0,33	0,34

**1.1.3 Mesures**

A réception, une centaine de poulettes a été pesée. A partir de 22 semaines d'âge des poules jusqu'à la semaine 36, les mesures suivantes ont été réalisées : contrôle de la consommation globale d'aliment par période de 28 ou 21 jours ; enregistrement quotidien du nombre d'œufs pondus (dans et hors des nids, normaux, doubles, sales, cassés, mous,...), sachant que tous les œufs doubles ont systématiquement été pesés ; pesée globale d'un échantillon de 120 œufs normaux chaque semaine ; toutes les 3 ou 4 semaines, contrôle individuel de 30 œufs par cellule, avec pesée, mesure de la résistance à la rupture, de la hauteur du blanc épais (unités Haugh), poids de la coquille, du jaune et couleur du jaune (L, a\*, b\*) ; en fin d'essai : pesée individuelle de 60 poules par cellule ; et enfin des mesures comportementales d'occupation du parcours extérieur.

**1.2 Résultats zootechniques**

Les résultats présentés portent sur les 9 dernières semaines de ponte (semaines 30 à 36) (tableaux 2 et 3). Durant tout l'essai, seulement 3 poules sont mortes. Les poules recevant l'aliment 100 % Bio ont pondu significativement moins d'œufs (- 4,2 %), avec des poids d'œufs et des quantités exportées par jour plus faibles :- 2,3 et - 7 % respectivement. Les autres paramètres ne sont pas modifiés significativement. L'indice de consommation semble malgré tout pénalisé par l'aliment 100 % Bio (+ 9 %), mais la faiblesse du nombre de répétition (3) ne permet pas de détecter de différence significative d'un point de vue statistique.

**Tableau 11 : Performances des animaux soumis aux 2 traitements alimentaires 95 % Bio et 100 % Bio, pour les semaines 30 à 36 (les valeurs suivies de lettres différentes, sont différentes au seuil de 5%)**

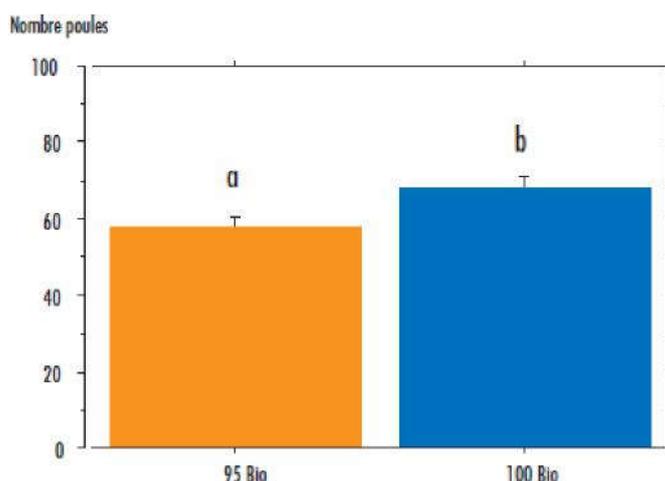
	<b>95 % Bio</b>	<b>100 % Bio</b>
<b>Nombre de poules mortes</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Taux de ponte (%)</b>	<b>92,0</b>	<b>91,3</b>
<b>% œufs normaux</b>	<b>91,0</b>	<b>90,5</b>
<b>% œufs pondus au sol</b>	<b>8,0a</b>	<b>8,8b</b>
<b>% œufs déclassés</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>
<b>Poids moyens des œufs (g)</b>	<b>61,8a</b>	<b>60,4b</b>
<b>Masse d'œufs exportée (g/j)</b>	<b>59,0a</b>	<b>54,9b</b>
<b>Indice de consommation</b>	<b>2,747</b>	<b>2,988</b>
<b>Poids vif initial (g) à 17 semaines</b>	<b>1371</b>	<b>1377</b>
<b>Poids vif final (g) à 36 semaines</b>	<b>1930</b>	<b>1914</b>

Concernant la qualité des œufs produits, aucune différence n'a été mise en évidence, ni sur la solidité de la coquille, ni sur les caractéristiques des constituants, et les résultats observés sont numériquement très proches.

**Tableau 12 : Qualité des œufs pour les 2 traitements alimentaires 95 % Bio et 100 % Bio, pour les semaines 30 à 36 (les valeurs suivies de lettres différentes, sont différentes au seuil de 10%)**

	<b>95 % Bio</b>	<b>100 % Bio</b>
<b>Nombre d'œufs analysés</b>	270	270
<b>Poids (g)</b>	61,5A	60,8B
<b>Charge à la rupture (N)</b>	37,9	38,0
<b>Unités Haugh</b>	81,0	81,5
<b>L*</b>	35,4	35,5
<b>a*</b>	19,0	19,4
<b>b*</b>	34,1	33,8
<b>% jaune</b>	25,2	24,9
<b>% blanc</b>	65,1	65,2
<b>% coquille</b>	9,7B	9,8A
<b>Index de coquille</b>	8,2	8,3

Durant cette période (semaines 31 à 36), l'analyse comportementale indique une occupation du parcours par les poules nourries avec l'aliment 100 % bio plus importante que pour celles nourries avec l'aliment 95 % bio (Figure 1).



**Figure 7 : Occupation du parcours par les poules pondeuses en fonction de l'aliment distribué de la semaine 31 à 36 en nombre de poules par cellule sur le parcours (les bâtons suivis de lettres différentes sont différents au seuil de 5 %)**

**1.3 Discussion**

La distribution d'un aliment répondant au futur cahier des charges 100 % bio, à un prix équivalent (en €/t d'aliment) mais à teneur réduite en protéines comparée à un aliment 95 % bio s'est traduite par une réduction des performances de production des poules pondeuses. Le nombre d'œufs a été significativement réduit ainsi que leur poids. De même, une proportion plus importante d'œufs pondus au sol a été enregistrée. L'indice de consommation a été numériquement dégradé, mais le dispositif expérimental et la variabilité entre répétitions ne permettent pas de conclure de façon significative. La réduction de la masse d'œufs exportée a été de 7 % et la détérioration de l'indice de consommation de près de 9 %. La réduction des performances observée est à relier à la dilution de l'aliment en énergie métabolisable et aux niveaux d'apport en protéines et en acides aminés, non compensés par une consommation supérieure. Le poids moyen de l'œuf est fonction de la quantité d'énergie et de protéines ingérées : l'ingestion d'un gramme de protéines par jour en plus entraîne en moyenne une augmentation du poids de l'œuf de 1,3 g dans le cas de protéines équilibrées en acides aminés (Bouvairel *et al.*, 2010). Les acides aminés qui présentent le plus fort effet sur le poids de l'œuf lorsqu'ils sont limitants sont tout d'abord la méthionine, puis la thréonine, la valine et enfin la lysine (Bregendahl *et al.*, 2008). Lorsque la couverture des besoins en protéines est assurée, le poids de l'œuf suit une relation curvilinéaire en fonction de la teneur en méthionine, avec une asymptote à 0,36-0,38 % de méthionine totale dans l'aliment. Dans le cas présent, l'aliment 100 Bio ne contient que 0,25 % de méthionine digestible (0,28 % de méthionine totale), alors que l'aliment 95 Bio en renferme 0,30 % en digestible (0,34 % en méthionine totale). Enfin, dans cette expérimentation, il n'a pas été relevé de problème de mortalité, de picage ou cannibalisme tout au long de l'essai. Ceci peut toutefois être observé avec des poules nourries avec des aliments bio légèrement déficients en acides aminés (Elwinger *et al.*, 2008).

**ALIMENTATION 100% BIO POUR LES POULES PONDEUSES : LA FEVEROLE,  
UNE EVENTUELLE ALTERNATIVE AU SOJA**

**2.1 Matériels et méthodes**

**2.1.1 Description des régimes**

Deux profils différents de formulation alimentaire ont été étudiés: i) un aliment témoin ayant une formulation de base maïs/soja et ii) un aliment où ont été incorporés 20 % de féverole en remplacement d'une partie du blé, du maïs et du tourteau de soja (Tableau 4). L'ensemble des matières premières étaient issu de l'Agriculture Biologique. La variété de féverole incorporée dans l'aliment test (Espresso), choisie car classiquement utilisée et seule disponible au moment de l'expérimentation, possède une teneur en protéine de 29,4 % sur matière sèche (références sélectionneurs). C'est une féverole de printemps à fleurs colorées ayant une teneur élevée en vicine et convicine (UNIP, 2011) qui sont des facteurs antinutritionnels connus ayant un effet négatif sur le poids de l'œuf. Des mesures zootechniques, des données relatives au bien-être animal des poules pondeuses (état d'emplumement, picage) et à l'environnement (Analyse du Cycle de Vie ou ACV) ont été enregistrées.

**Tableau 13 : Composition des aliments**

	<b>Témoin</b>	<b>Féverole</b>
<b>Matières premières<sup>1</sup> (%)</b>		
<b>Blé</b>	2	1
<b>Maïs</b>	0	3,
<b>T. soja (48%)</b>	3	5
<b>T. Tournesol ND GRAS</b>	8,	8
	9	2
	5	8,
	1	0
	6,	8
	7	6,
	4	6
	6,	2
	0	1
	6	9,
		1
		6
<b>Gr. Soja extrudées</b>	6	0
<b>Huile de soja</b>	2	3
<b>Carbonate de calcium</b>	8,22	7,49
<b>Phosphate bicalcique</b>	1,34	1,36
<b>Sel</b>	0,2	0,2
<b>Féverole variété Espresso</b>	0	20

	<b>Mineral Premix</b>	0,5	0,5
<b>Nutriments<sup>1</sup></b>			
	<b>Energie métabolisable (kCal/Kg)</b>	<b>2660</b>	<b>2510</b>
	<b>Protéines (%)</b>	<b>16,5</b>	<b>16,76</b>
	<b>Matières grasses (%)</b>	5,62	6,16
	<b>Acide linoléique (%)</b>	<b>2,79</b>	<b>4,05</b>
	<b>Cellulose brute (%)</b>	4,16	6,2
	<b>Calcium (%)</b>	3,6	3,6
	<b>Phosphore total (%)</b>	0,6	1,52
	<b>Phosphore disponible (%)</b>	0,32	0,32
	<b>Parois (%)</b>	12,61	16,84
	<b>Potassium (%)</b>	0,77	2,54
	<b>Chlore (%)</b>	0,18	0,32
	<b>Sodium (%)</b>	0,1	0,11
	<b>Lysine digestible (%)</b>	<b>0,72</b>	<b>0,67</b>
	<b>Méthionine digestible (%)</b>	0,25	0,24
<b>Composition<sup>2</sup></b>			
	<b>Humidité (%)</b>	11.1	11.2
	<b>Cendres brutes (%)</b>	10.6	10.6
	<b>Protéines (%)</b>	16.1	16.1
<b>Granulométrie<sup>2</sup></b>			
	<b>Particules &gt; à 2mm (%)</b>	15,9	28,6
	<b>Particules &lt;= à 2mm (%)</b>	86,3	73,2

### 1 Valeurs théoriques (Tables INRA), <sup>2</sup>Valeurs mesurées

#### 2.1.2 Systèmes d'élevage

Des poules de souche ISA BROWN (n = 180) âgées de 19 semaines ont été placées par unité d'élevage (6 poules par m<sup>2</sup>) soit un total de 1 080 animaux pour 6 unités d'élevage de 30 m<sup>2</sup> couverts et de 2 840 m<sup>2</sup> de parcours. Le parcours était engazonné de façon identique pour chacun des lots. Son accès a été laissé libre en permanence, après 2-3 jours d'accoutumance des poules. A partir de 20 semaines d'âge, les poules ont été nourries avec les aliments Témoin ou Féverole. Après 3 semaines d'adaptation aux aliments testés, 2 phases expérimentales se sont succédées, de mi-avril à mi-mai (poules âgées de 23 à 27 semaines), puis mi-mai à mi-juin (poules âgées de 28 à 32 semaines) à la fin desquelles des mesures de qualité des œufs étaient réalisées. Les animaux ont été nourris *ad libitum* toute la durée de l'étude. Chacun des 2 aliments a été distribué sous forme de farine dans 3 parquets différents (2 traitements x 3 répétitions). Le programme lumineux utilisé était le suivant : 8 h de nuit suivies de 16 h de lumière.

**2.1.3 Mesures effectuées**

Aliments : l'aliment a été contrôlé en cours d'expérimentation pour les teneurs en matière sèche et protéines, ainsi que le taux de cendres et la granulométrie (Tableau 4).

Animaux : à la mise en place, 60 poules (20 semaines d'âge) par unité d'élevage ont été pesées. A partir du pic de ponte, à 23 semaines d'âge, la consommation d'aliment par période de 28 jours a été mesurée. Un enregistrement quotidien du nombre d'œufs (ponte dans les nids ou hors des nids) ainsi que leur classification (normaux, doubles, sales, cassés, mous) ont été effectués. La mortalité a été enregistrée sur la période complète de l'étude. En fin d'essai, les animaux ont été pesés individuellement.

Le bien-être animal a été évalué sur un échantillon de 60 poules par parquet, selon la méthode de Tauson *et al.* (2005), qui est un système de notation de l'emplumement et des picages sur 5 parties du corps de l'animal (cou, poitrine, cloaque, ailes et queue).

Qualité des œufs : plusieurs mesures ont été réalisées sur les œufs pondus et ramassés dans le nid, afin d'analyser l'impact de l'alimentation sur leur qualité. Chaque semaine, 120 œufs normaux ont été pesés par unité d'élevage afin d'évaluer le poids d'œufs pondus par semaine. A la fin de chacune des deux périodes, 30 œufs de chaque parquet ont été prélevés et pesés individuellement. La résistance à la rupture (Instron 5543, Instron, Guyancourt, France) et le poids de blanc et de coquille, ainsi que la hauteur du blanc, le poids et la coloration du jaune (système L\*, a\*, b\* ; Chroma meter CR 400, Konika Minolta, Carrières-sur-Seine, France) ont été mesurés (Roberts, 2004).

Impact de l'aliment sur le cycle de vie : l'impact des deux formules alimentaires sur l'émission de GES a été évalué à l'aide des résultats d'Analyse de Cycle de Vie de matières premières biologiques disponibles dans la base de données EcoInvent(R) avec le logiciel Simapro.

**2.1.4 Analyse statistique des résultats**

L'analyse statistique a été réalisée avec le logiciel Statview 5.0. Afin de choisir les tests, la normalité des données a été vérifiée. Des analyses de variance (ANOVA) ont été réalisées pour toutes les variables.

**2.2 Résultats et discussion****2.2.1 Résultats zootechniques**

Les résultats zootechniques sont présentés dans le Tableau 5. La mortalité est équivalente pour les deux traitements. Elle est surtout survenue avant le début des observations lorsque les poules étaient âgées de 21 et 22 semaines. Elle est vraisemblablement due à une contamination en mycotoxines des aliments Témoin et

Féverole, même si les teneurs trouvées à l'analyse sont très largement inférieures aux taux réglementaires (résultats non présentés).

Concernant la prise alimentaire, les données sont comparables pour les deux aliments distribués (Tableau 5). L'incorporation de féverole à hauteur de 20 % ne semble pas affecter la consommation des poules. La production d'œufs globale, ainsi que la proportion d'œufs retrouvés au sol ou cassés, n'ont pas été différentes entre les deux traitements, sauf pour le poids moyen des œufs qui est plus faible chez les poules consommant de l'aliment contenant la féverole (57,63 g contre 59,44 g).

**Tableau 14 : Performances zootechniques des poules âgées de 23 à 32 semaines**

		Bio Témo in	Bio Féver ole	Effe ctif	Signific ati vité
Mortalité	Mortalité (%)	2,59	2,78	1	
Alimentation	Consommation alimentaire journalière poule (g)	133,9	133,6	3	NS*
	Indice de consommation = Consommation alimentaire (kg) par quantité d'œuf exportée (kg)	2,71	2,79	3	NS*
Production d'œufs  *	Masse d'œuf exportée par poule (kg)	49,51	47,85	3	NS*
	Proportion d'œufs retrouvés au sol (%)	0,036	0,024	3	NS*
	Proportion d'œufs cassés (%)	0,008	0,008	3	NS*
	Poids moyen d'un œuf (g)	59,44	57,63	3	< 0,05
	Taux de ponte (%)	83,3	83,0	3	NS*

NS = Non Significatif

### 2.2.2 Evaluation du bien-être Animal

Le bien-être des poules a été évalué par une mesure de l'état d'emplumement au moment de la pesée finale des poules. Toutes les poules observées avaient un état d'emplumement parfait sans marque de griffure ou de coup de becs, et ce quel que soit l'aliment testé.

**2.2.3 Effet de l'aliment sur la qualité des œufs**

Pour la plupart des critères de qualité de l'œuf observés, les résultats obtenus sont significativement différents et systématiquement en défaveur du régime Féverole (Tableau 6). En effet, les poules ayant reçu l'aliment Féverole, produisent des œufs moins lourds, et avec un ratio poids du blanc sur poids du jaune supérieur pour l'aliment Féverole, des coquilles moins épaisses et moins résistantes à la rupture.

**Tableau 15 : Effet de l'aliment distribué sur la qualité des œufs de poule**

	<b>Bio Témoin</b>	<b>Bio féverole</b>	Effet du régime alimentaire (P)
	Moyenne ± Ecart-type	Moyenne ± Ecart-type	
<b>Poids Œuf (g)</b>	63,22 ± 4,42	59,54 ± 4,63	<0,0001
<b>Poids jaune (g)</b>	15,14 ± 1,40	13,90 ± 1,45	<0,0001
<b>Couleur L* luminance</b>	60,08 ± 2,54	58,40 ± 2,70	<0,0001
<b>Couleur a rouge</b>	-1,39 ± 2,36	0,80 ± 2,74	<0,0001
<b>Couleur b jaune</b>	43,00 ± 4,59	44,09 ± 3,70	0,05
<b>Poids coquille (g)</b>	6,40 ± 0,51	5,84 ± 0,51	<0,0001
<b>Unité Haugh *</b>	83,59 ± 7,46	90,97 ± 6,49	<0,0001
<b>Poids blanc (g)</b>	41,61 ± 3,34	39,73 ± 3,41	<0,0001
<b>Rapport poids du blanc sur poids du jaune</b>	2,77 ± 0,021	2,88 ± 0,024	<0,01
<b>Pourcentage Coquille</b>	10,15 ± 0,56	9,86 ± 0,58	<0,0001
<b>Surface de l'œuf (cm<sup>2</sup>)</b>	74,36 ± 3,42	71,43 ± 3,71	<0,0001
<b>Epaisseur coquille (mm)</b>	0,37 ± 0,02	0,35 ± 0,02	<0,0001
<b>Résistance à la Rupture de la coquille (N)</b>	42,75 ± 6,20	41,48 ± 6,44	0,0631

**n=178**

\*Mesure de la qualité basée sur la tenue (hauteur) du blanc de l'œuf Selon des travaux antérieurs, les poules pondeuses nourries avec un aliment contenant de la féverole à hauteur de 20 % ont une intensité de ponte inchangée quels que soient les niveaux de vicine/convicine présents dans la féverole (Lessire *et al*, 2005). En revanche, le poids moyen de leurs œufs est étroitement lié à la teneur en vicine/convicine de l'aliment et diminue quand cette teneur augmente (Lacassagne, 1988 ; Lessire *et al*, 2005). D'autres variétés à teneur réduite en vicine/convicine, comme la variété Fabelle, seraient plus adaptées à l'alimentation des volailles, mais actuellement ces variétés sont malheureusement moins cultivées du fait de leur faible rendement et donc moins disponibles pour l'alimentation animale.

Les œufs sont classés en fonction de leur poids et leur prix dépend de leur classe (XL pour les œufs d'un poids supérieur ou égal à 73 g ; L pour les œufs ayant un poids compris entre 63 g et 73 g ; M pour les œufs ayant un poids compris entre 53 g et 63 g ; S pour les

œufs dont le poids est inférieur à 53 g). Dans le cas de cette seconde étude, la répartition des œufs par classe diffère en fonction du traitement avec 48 % de classe M et 51 % de classe L pour le traitement Témoin contre 9% de classe S, 72% de classe M et 20% de classe L pour le traitement Féverole. Les poules pondent plus d'œufs classe M ( $P < 0,001$ ) et moins d'œufs classe L ( $P < 0,05$ ) lorsqu'elles sont alimentées avec l'aliment Féverole. Ainsi, alimenter une poule avec de l'aliment contenant 20 % de féverole de variété Espresso peut entraîner le changement de classe des œufs et avoir un impact économique défavorable.

L'analyse des autres critères de qualité des œufs montre d'une part que les niveaux de couleur  $a^*$  et  $b^*$  du jaune d'œuf sont plus importants pour les œufs issus des poules ayant consommé l'aliment Féverole, ce qui suggère des jaunes ayant une couleur plus intense, ce qui peut être plus attractif pour le consommateur. Lessire *et al* (2005) ont en effet montré que l'incorporation de féverole dans l'aliment induit une augmentation de l'intensité de la couleur jaune.

Par ailleurs, la hauteur du blanc est plus grande chez les poules ayant reçu l'aliment Féverole, ce qui a déjà été observé au cours de plusieurs études (Lessire *et al*, 2005).

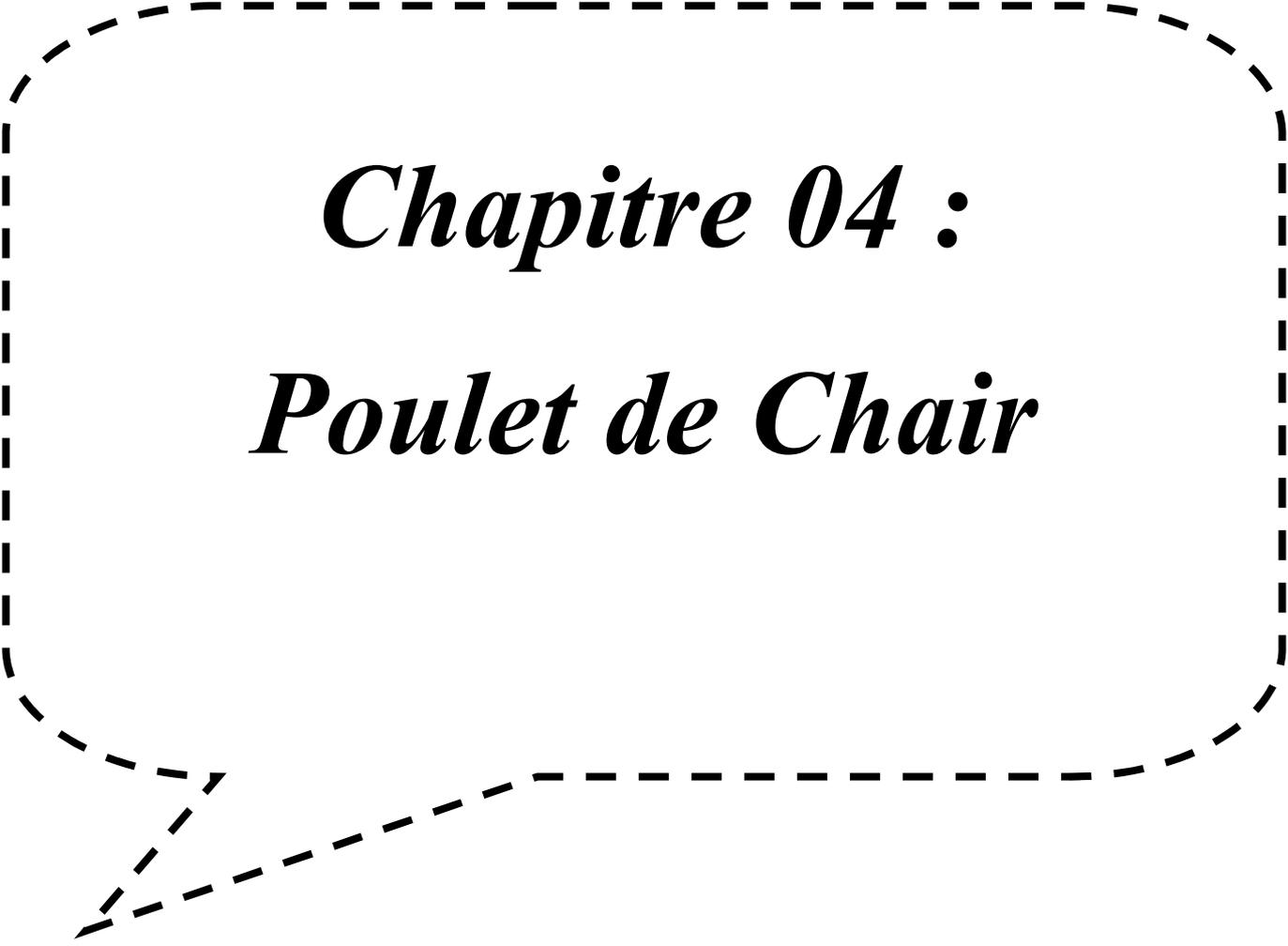
#### **2.2.4 Impact environnemental**

L'impact environnemental des deux formules alimentaires a été évalué par ACV à l'aide du logiciel SIMAPRO. L'aliment Témoin a un impact potentiel sur les GES de 0,651 kg équivalent CO<sub>2</sub>/kg aliment contre 0,589 kg éq CO<sub>2</sub>/kg aliment pour l'aliment Féverole. Il y a donc une réduction de 9,5 % de l'impact grâce à l'utilisation de féveroles à hauteur de 20 % dans la formule alimentaire.

**CONCLUSION**

Ces 2 études expérimentales nous ont permis de montrer d'une part que la distribution d'un aliment 100 % bio présentant un coût identique à celui d'un aliment 95 % bio et sans utilisation accrue de soja, a entraîné une réduction significative des performances de production des poules pondeuses, sans que la qualité de l'œuf ne soit modifiée. Ces pertes de performances sont à attribuer aux caractéristiques nutritionnelles des aliments, en particulier à l'apport protéique et son équilibre. Il est actuellement possible d'avoir un aliment 100 % Bio permettant un apport protéique suffisant et un bon équilibre énergétique adapté aux besoins des poules pondeuses, mais une telle formulation implique une augmentation de son coût de fabrication. D'autre part, la seconde étude a permis de quantifier la baisse de la production liée à l'utilisation, à un taux élevée (20 %), d'une variété de féverole très représentée en production biologique mais riche en facteurs antinutritionnels (vicine/convicine). D'autres variétés à teneur réduite en vicine/convicine comme la variété Fabelle, serait plus adaptée avec un potentiel agronomique intéressant en AB. Malheureusement, c'est aussi une variété qui est peu disponible sur le marché car peu cultivée.

Au vu de ces 2 études, il paraît donc important de disposer de nouvelles matières premières riches en protéines biologiques et ce, à un coût acceptable.



***Chapitre 04 :***  
***Poulet de Chair***

**Introduction :**

Pour qu'un poulet de chair atteigne le poids de 1500g, il fallait 120 jours en 1980 et 33 jours seulement en 1998, les relevés effectués à la station expérimentale d'aviculture de Ploufragan montrent qu'à âge égal (49 jours), le poids moyen du poulet de chair a doublé entre 1967 et 1996, alors que l'indice de consommation a diminué régulièrement, (Sanchez. A et al, 2000). La sélection génétique et la maîtrise de l'alimentation et des conditions sanitaires ont contribué à accélérer la vitesse de croissance des poulets de chair. La première semaine de vie des poussins représente aujourd'hui presque 20% de la durée de vie d'un poulet, durant cette période le poids des poussins augmente considérablement, (Bigot.K et al, 2001).

La croissance et le rendement musculaire accrus des poulet sont valorisés par une alimentation plus concentrée en énergie métabolisable et en acides aminés disponibles pour les synthèses protéiques, (Sanchez. A et al, 2000).

**I. Rappels sur les métabolismes des oiseaux :**

Traditionnellement, on distingue deux parts dans les dépenses énergétiques des animaux : celle qui concerne leur entretien et celle qu'exige leur production. La première est définie, en principe, comme ce qui est nécessaire au strict maintien de l'homéostasie de l'animal (glycémie, température, pression osmotique, pH, etc.) et l'équilibre énergétique, c'est-à-dire sans perte ni gain de réserves énergétique. La seconde est constituée à la fois du contenu énergétique de ce qui est produit et des pertes caloriques liées aux synthèses du fait que le rendement n'est jamais de 100 p.100, (Larbier.M et Leclercq.B, 1992).

La partition du besoin peut donc être résumée selon ce qui est présenté dans le schéma n°1

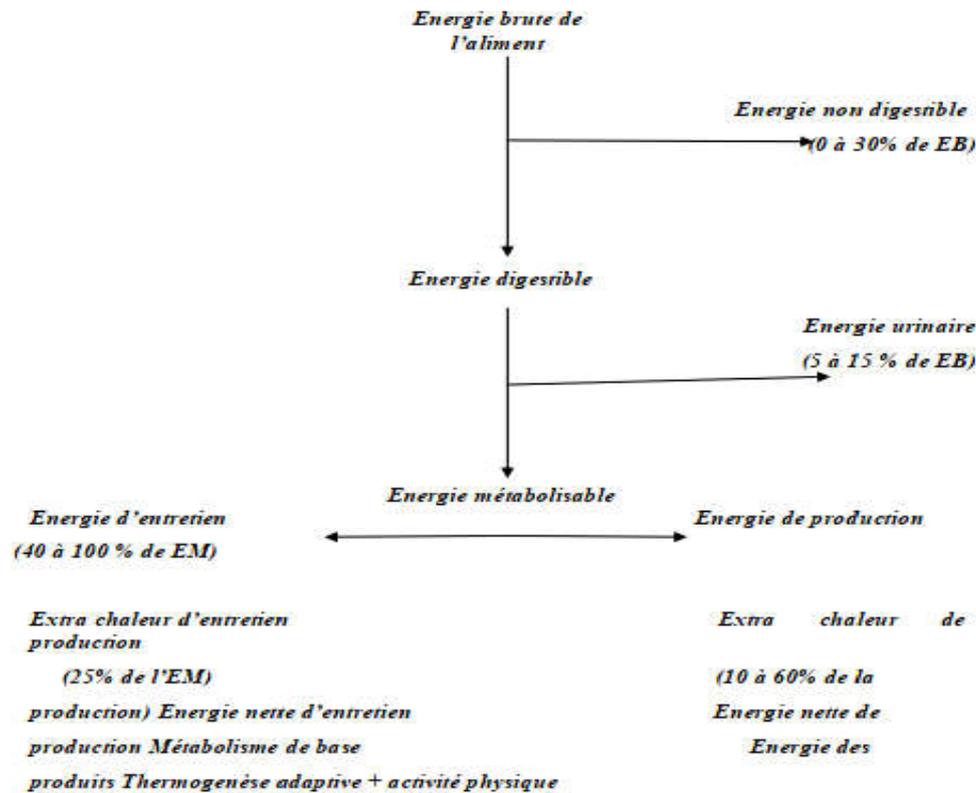


Schéma n°1 : Répartition des besoins du poulet, (Larbier. M et Leclercq. B, 1992).

## 1. METABOLISME DES GLUCIDES :

Les oiseaux utilisent du glucose comme substrat d'oxydation cellulaire, en priorité pour les cellules nerveuses du cerveau. La glycémie, qui est donc l'une des homéostasies les plus indispensables à la survie des homéothermes, est maintenue aux environs de 1.3 à 2.6 g/l, soit 2 à 10 fois celle des mammifères, (Erich.K, 1975). Le coma hypoglycémique, chez les oiseaux, survient en dessous de 0,7 g/l, (Larbier.M et Leclercq.B, 1992).

### 1.1 BESOINS ENERGETIQUE DU POULET DE CHAIR

Les besoins énergétiques pour la croissance comprennent les besoins en énergie pour l'entretien, l'activité et la constitution des tissus corporels nouveaux. Pour obtenir un niveau de croissance suffisamment appréciable, il faut tout d'abord satisfaire les besoins énergétiques pour l'entretien et l'activité de l'oiseau, (Picard.M, 2001).

Le développement corporel du poulet de chair est d'autant plus rapide que la consommation quotidienne d'énergie métabolisable est élevée. L'ingéré énergétique journalier dépend évidemment des besoins de l'animal, mais également de la présentation de l'aliment et de sa teneur en énergie, (Larbier.M et al, 1991).

La valeur énergétique d'une ration est l'un des principaux facteurs déterminant l'efficacité de son utilisation. Il faut moins d'aliment pour élever un poulet de chair lorsqu'on utilise des rations à haute énergie plutôt qu'à faible énergie. L'accroissement du niveau énergétique conduit toujours à une amélioration de l'indice de consommation et de la vitesse de croissance

**Tableau n°16 :** Effet de la densité énergétique du régime en démarrage et en finition sur le gain de poids (g) et l'efficacité alimentaire, ou indice de consommation (IC).

<b>Kcal EM/kg aliment</b>	<b>200</b>			<b>400</b>		
<b>Gain de poids (g) : 0 — 4 semaines</b>	<b>705</b>	<b>+ 5,8</b>		<b>738</b>	<b>+ 5,8</b>	
<b>4 — 8 semaines</b>	<b>1397</b>	<b>+ 10,8</b>		<b>1403</b>	<b>+ 9,2</b>	
<b>0 — 8 semaines</b>	<b>2098</b>	<b>+ 12,2</b>		<b>2147</b>	<b>+ 16,6</b>	
<b>Indice de consommation :</b>						
<b>0 — 4 semaines</b>	<b>1.67</b>	<b>+ 0.007</b>		<b>1.52</b>	<b>+ 0.012</b>	
<b>4 — 8 semaines</b>	<b>2.30</b>	<b>+ 0.010</b>		<b>2.21</b>	<b>+ 0.011</b>	
<b>0 — 8 semaines</b>	<b>2.09</b>	<b>+ 0.007</b>		<b>1.97</b>	<b>+ 0.011</b>	

**2. METABOLISME AZOTE:**

Contrairement aux végétaux et à de nombreuses espèces bactériennes, les volailles, tout comme tous les animaux supérieurs, sont incapable de synthétiser certains acides aminés, dit indispensables, dont ils ont besoin pour leur synthèse protéique et leur renouvellement tissulaire. Ils doivent les consommer dans leur alimentation. Au regard de la synthèse protéique, tous les acides aminés sont également indispensable dans la mesure où l'absence de l'un d'entre eux empêchera le processus anabolique. Mais du

point de vue biochimique et par voie de conséquence de la nutrition, les acides aminés sont classés en trois groupes :

\*Acides aminés indispensables: ils doivent être apportés par l'alimentation, (lysine, méthionine et la thréonine).

\*Acides aminés semi-indispensables: ils peuvent être synthétisés à partir d'acides aminés indispensables, (cystéine et la tyrosine).

\*Les acides aminés non indispensables ou banals: ils sont facilement synthétisés à partir, soit d'intermédiaires soit d'autres acides aminés également non indispensables, (Larbier. M et Leclercq. B, 1992).

### **2.1 ACIDES AMINES INDISPENSABLES:**

La synthèse des protéines par les animaux nécessite la présence simultanée d'une vingtaine d'acides aminés. Certains d'entre eux ne sont pas synthétisables par l'organisme ou ne le sont qu'à une vitesse trop lente pour satisfaire les besoins : ils sont dénommés acides aminés essentiels ou indispensables.

Une deuxième catégorie regroupe les acides aminés strictement non indispensables ou banals. Certains enfin, appelés semi-indispensable, peuvent être synthétisés à partir d'acides aminés indispensables : tel est le cas de la cystine ou de la tyrosine, formées respectivement à partir de la méthionine et de la phénylalanine, cette classification repose donc sur des considérations d'ordre métabolique ; elle dépend de l'espèce animale ainsi que des conditions physiologiques, (Larbier. M et al, 1991).

### **2.2 DISPONIBILITE DES ACIDES AMINES :**

En nutrition avicole, le passage des acides aminés totaux aux acides aminés digestibles a été la préoccupation de tous (chercheurs, professionnels). En l'absence de gros intestin et du fait de la faible activité microbienne dans les caeca chez les oiseaux, les mesures de digestibilité sont plus simples que chez le porc. L'INRA a surtout contribué à utiliser cette méthode pour préciser les effets (bénéfiques ou néfastes) des traitements technologiques (thermiques) sur la biodisponibilité des acides aminés des tourteaux (cuisson, désolvantation) et des protéagineux (pois et féverole). En partenariat avec des firmes privées (Guyomarch, Rhône-Poulenc) ces études ont conduit à l'établissement de tables de digestibilité moyenne des différents acides aminés.

Les facteurs susceptibles d'agir sur l'efficacité protidique peuvent être classés en deux groupes. Les facteurs extrinsèques tout d'abord sont liés aux conditions d'élevage : mode

d'alimentation, niveau de consommation, apports alimentaires (énergie, vitamines et minéraux), température, etc. Leur étude conduit à définir et à exprimer les besoins azotés en tenant compte à la fois de la quantité ingérée quotidiennement et de la densité énergétique de la ration.

Les facteurs intrinsèques concernent les protéines elles-mêmes. On estime la valeur nutritionnelle d'une protéine par le pourcentage d'azote ingéré utilisé pour la synthèse protéique. Elle dépend a priori, de la composition de la matière première en acides aminés mais la relation n'est pas étroite si la protéine a fait l'objet d'un traitement technologique ou a subi une longue période de conservation. Dans ce cas, la concentration des acides aminés déterminée par simple dosage ne correspond plus à la teneur en acides aminés « disponible ». La disponibilité d'un acide aminé correspond par définition au pourcentage utilisé pour la synthèse protéique lorsque cet acide aminé constitue le seul facteur limitant du régime.

De cette définition découlent deux conséquences concernant l'une la méthodologie mise en œuvre, l'autre la nature des acides aminés pour lesquels se pose le problème de disponibilité. Etant directement liée à un niveau de synthèse protéique, la disponibilité peut être déterminée aussi bien chez le jeune (anabolisme de croissance) que chez l'adulte en production ou à l'entretien (renouvellement des protéines tissulaires), (Leclercq.B et al, 1996)

La disponibilité ne concerne que les acides aminés qui peuvent être des facteurs limitant dans le régime alimentaire. A ce titre, la lysine occupe une place prépondérante à la fois par son caractère strictement indispensable, sa faible concentration dans la plupart des protéines alimentaires (céréales, tourteaux autre que celui du soja) et aussi parce qu'elle renferme un groupement NH<sub>2</sub> susceptible de réagir avec les glucides et les lipides.

### **2.3 VALEUR NUTRITIONNELLE DES ACIDES AMINES:**

En état de jeûne ou lorsque l'apport alimentaire de nutriments énergétique est insuffisant et que les réserves corporelles de glycogène sont trop faible pour assurer le maintien de la glycémie à son niveau normal, certains acides aminés sont dégradés et leur copule carbonée convertie en glucose (gluconéogenèse). Les réactions métaboliques mises en œuvre peuvent aussi aboutir à la production de substances non énergétiques telles que des hormones ou des médiateurs chimiques : thyroxine, adrénaline et dopamine proviennent ainsi respectivement de la phénylalanine et de la tyrosine.

Lorsque l'apport alimentaire d'acides aminés dépasse le besoin lié à la synthèse protéique, l'excès est catabolisé. Chez la volaille l'acide urique constitue la principale

forme d'excrétion de l'azote. Puisque le cycle de l'urée n'existe pas chez ces animaux, la synthèse de l'acide urique est contrôlée par la xanthine-oxydase hépatique dont l'activité augmente avec le taux protidique de la ration. Elle met par ailleurs en jeu une molécule de glycine, ce qui explique le besoin relativement élevé des oiseaux en cet acide aminé ; leur synthèse de glycine peut être insuffisante pour satisfaire à la fois le besoin de croissance et assurer la production d'acide urique. À ce titre, la sérine peut servir à la synthèse de la glycine et remplacer celle-ci dans l'aliment.

Dans les conditions physiologiques et nutritionnelles normales, l'uricémie d'un oiseau varie entre 30 et 100 mg/l et la quantité d'acide urique excrétée par jour est comprise entre 4 et 5g. Une augmentation anormale de l'uricémie entraîne des précipitations d'acide urique au niveau des reins, des articulations, du péricarde etc. de tel accidents sont favorisés par la consommation d'aliment trop riches en protéines ou déficient en vitamine A, (Larbier et al, 1998).

#### **2.4 BESOINS PROTEIQUES DU POULET DE CHAIR :**

La nutrition azotée est encore un thème de recherche après 50ans de travaux actifs. En 2002, dans la section « nutrition et métabolisme » de la revue poultry science, l'un des principaux journaux internationaux traitant de recherche avicoles, l'alimentation protéique représente encore plus de 20% des publications, la préoccupation des nutritionnistes est avant tout d'origine économique. L'équilibre protéique de l'aliment coûte cher et est l'un des principaux déterminants du résultat technique. Une formule alimentaire mal ajustée peut annuler la marge bénéficiaire de la production de poulet, (Quentin.M et al, 2004).

Un apport abondant et continu des protéines est nécessaire à la croissance du poulet de chair, pour entretenir et développer leurs tissus ainsi que pour fournir diverses productions qui en sont attendues. Les espèces aviaires sélectionnées sur le critère d'une vitesse de croissance élevée présentent un développement précoce du système digestif. Contrairement, aux volailles sélectionnées pour la ponte qui présentent une croissance des organes lente, (Lilja. C, 1983). Pour cela les volailles doivent trouver dans leur ration une part de protéines suffisante, pour la transformation de ces protéines alimentaires en protéines corporelles qui est une étape fondamentale des processus de nutrition.

Chez le poulet de chair en croissance lorsque le besoin énergétique est couvert, les excès de protéines réduisent modérément l'appétit sans altérer la croissance. En moyenne, l'élévation de la teneur en protéines de 1% entraîne une réduction de la consommation

d'aliment de 3%. Des auteurs ont montré que l'élévation du taux de protéines dans l'aliment améliore l'indice de consommation qui est la conséquence d'une meilleure rétention globale d'azote, quand la consommation d'azote augmente, (Azzouz.H, 1997).

## **2. PREPARATION ET PRESENTATION DE L'ALIMENT :**

La préparation des aliments est réalisée en plusieurs étapes, (Buldgen. A et al, 1996).

**Pesée des matières premières :** elle doit être précise.

**Mouture :** les céréales et les tourteaux doivent être broyés en particules grossières de 0.5 à 1.5mm avant d'être mélangés, les autres matières fines comme le phosphate et CMV peuvent être incorporées directement dans la ration.

**Pré-mélange :** il consiste à mélanger toutes les matières premières avec une partie des céréales moulues en faibles quantités, de manière à mieux les répartir dans le mélange final.

**Mélange :** le pré-mélange est incorporé progressivement au reste des matières premières à l'aide d'un mélangeur.

**Incorporation d'huile :** elle est réalisée en dernier lieu, progressivement et après un certain temps de mélange pour éviter la formation de petites boulettes.

Le rôle de la présentation de l'aliment dans la nutrition des poulets de chair se situe principalement à deux niveaux :

- La consommation d'aliment.
- La digestibilité de l'aliment.

### **A. LA CONSOMMATION D'ALIMENT**

Le niveau et la rapidité d'ingestion sont directement liés à la présentation de l'aliment. Le meilleur résultat est donné par un granulé de qualité. L'effet de granulation est d'autant plus important que le niveau énergétique est bas. Pour les aliments haute énergie, l'effet de granulation est moindre dû en partie à la difficulté de granulation de ces aliments.

Dans les comparaisons farine/granulé, l'effet de granulation est maximisé en comparant une farine finement broyée difficile à consommer par les poulets, mais nécessaire à la production d'un bon granulé, l'amélioration des performances obtenue par granulation est essentiellement due à la réduction d'énergie nécessaire à la préhension de l'aliment, (Anonyme 1, 2005).

**2.2 LA DIGESTIBILITE DE L'ALIMENT :**

En aviculture, le comportement alimentaire devient aussi une préoccupation commune. L'INRA l'a d'abord illustrée par des expériences sur le choix alimentaire, en particulier chez la poule pondeuse. Les fondements métaboliques comme les intérêts pratiques de l'alimentation calcique séparée ont fait l'objet d'investigations très complètes. Il en est de même de la texture de l'aliment (taille des particules, granulation ...). Poursuivies sur des espèces "capricieuses" comme la dinde, ces approches sont prometteuses de retombées pratiques très intéressantes, (Leclercq. B et al, 1996).

Le processus de digestion de l'aliment dépend aussi de la granulométrie de la farine d'origine (quelle que soit la présentation finale, farine ou granulé) et de la nature des matières premières qui constituent la ration.

La digestibilité des aliments facilement assimilables (type mais-soja) est assez indépendante du type de broyage. Dans ce cas, le rôle de la préparation par le proventricule/gésier est assez réduit (atrophie du gésier) et les nutriments sont facilement absorbés dans la partie haute de l'intestin, (Nir.I et al, 1993) ;

Par contre, les aliments constitués de céréales plus riche en polysaccharides non amylacés et ou enrichis en matières grasses saturées, devront être broyés plus grossièrement pour subir une meilleur préparation dans le proventricule/gésier. C'est-à-dire, soumis à l'action de l'acide chlorhydrique, de la pepsine et du mucus sécrétés par les parois du proventricule (augmentation des sécrétions par les grosses particules) et ensuite, le broyage par l'action des muscles du gésier. Dans ce cas, le passage dans le duodénum est retardé (1 à 3 heure). Ce mécanisme fonctionne au maximum pour les grains entiers. Cette technique de broyage favorise aussi l'action des enzymes ajoutées dans la ration (cellulase, phytase), (Anonyme 1,2002).

**IV. ALIMENTATION DU POULET DE CHAIR :****1. ALIMENTATION EN PHASE DE DEMARRAGE :**

La sélection génétique et la maîtrise de l'alimentation et des conditions sanitaires ont contribué à accélérer la vitesse de croissance des poulets de chair. La première semaine de vie des poussins représente aujourd'hui presque 20% de la durée de vie d'un poulet de chair, c'est-à-dire d'un poulet à croissance rapide actuellement abattu vers 39-40 jours à un poids vif de 2kg environ. Durant cette période, le poids des poussins augmente considérablement, (tableau n°10), (Nitsan. Z et al 1991).

Le poulet présente une croissance plus rapide et un meilleur indice de consommation lorsqu'il reçoit pendant la phase de démarrage un aliment présenté en miettes et ensuite en granulés, (tableau n°9). Cette amélioration de performances sous l'effet de la granulation s'atténue cependant à mesure que la teneur énergétique des aliments s'élève ; elle n'est guère perceptible au-delà de 3200Kcal EM/kg, (Larbier.M et al, 1991).

Le poids vif du poussin double au cours des cinq premiers jours de la vie. La vitesse de croissance des poussins exprimée proportionnellement au poids vif (g/j/100g de poids vif) atteint son maximum entre 3 et 5 jours d'âge, (Murakami.A et al 1992). Leur consommation journalière augmente linéairement avec l'âge. A l'âge de deux jours, le poussin consomme quotidiennement environ 10g d'aliment contre 35g cinq jours plus tard, (Bigot.K, 2001).

Le développement du tractus gastro-intestinal est un phénomène prioritaire dans le développement général du poussin. Ainsi durant les 4 premiers jours de vie, un quart des protéines absorbées est retenu par l'intestin, (Vergara.P et al 1989).

Il faut un apport d'azote maximum pendant les premiers jours de vie des poussins car une carence en azote se traduit par un arrêt de croissance et une perte d'appétit. Les niveaux protéiques dans la ration sont adaptés en fonction de l'âge du poulet de chair, les besoins protéiques correspondent à l'apport nécessaire en acides aminés indispensables, d'où la notion de besoins protéique remplacée de plus en plus par la notion de besoins en acides aminés, (Azzouz. H, 1997).

**Tableau n°17 : Evolution des poids durant les quatre premiers jours, (Anonyme 1, 2005).**

<b>Age</b>	<b>A 0 jours</b>	<b>De 0 à 2 jours De 2 à 4 jours</b>				<b>A 4 jours</b>	
<b>N= Nourri</b> <b>A= A jeun</b>		N	A	N	A	N	A
<b>Ingéré (g)</b>		6.5	0	23.8	23.1	30.3	23.1
<b>Poids vif (g)</b>	45.2	+5.0	-3.5	+16.9	+16.0	67.7	57.7
<b>Vitellus (g)</b>	7.14	-4.25	-3.78	-2.1	-2.0	0.79	1.36
<b>Intestin (g)</b>	1.11	1.37	0.88	2.12	1.91	4.60	3.90

Les recommandations d'apports énergétiques et protéiques pour le poulet de chair en phase de démarrage sont très variables en fonction des auteurs, Le tableau n°11 représente les apports recommandés en énergie métabolisable et en protéines brutes pour le poulet de chair durant cette période.

**Tableau n°18** : Apports recommandés pour poussin en démarrage (0-21 jours).  
(Anonyme 1, 2005)

<i>Unités</i>	<i>Valeurs</i>	
<b>Energie métabolisable</b>	Kcal/kg	2850-2900
<b>Protéines brutes</b>	%	21.5-22.5
<i>Lysine</i>	%	1.20/1.03
<i>Méthionine</i>	%	0.54/0.48
<i>Méthionine+cystine</i>	%	0.95/0.84
<i>Thréonine</i>	%	0.82/0.70
<i>Tryptophane</i>	%	0.24/0.22
<b>Minéraux</b>	%	
<i>Calcium</i>	%	1.00-1.05
<i>Phosphore total</i>	%	0.67
<i>Phosphore disponible</i>	%	0.42-0.48
<i>Sodium</i>	%	0.16-0.18
<i>Chlore</i>	%	0.15-0.20

## 2. ALIMENTATION EN PHASE DE CROISSANCE :

Durant cette période d'élevage l'aliment démarrage sera remplacé par une ration moins riche en protéine, (Buldgen. A et al, 1996).

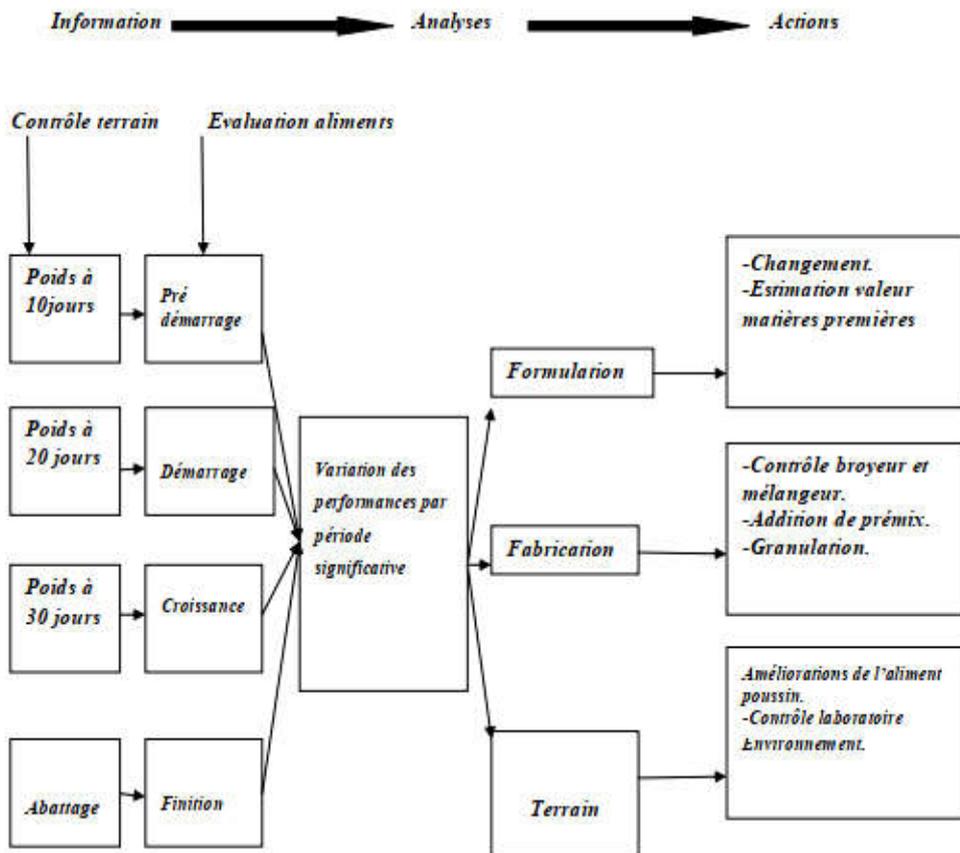
La hiérarchie des besoins en acides aminés durant la période de croissance s'établit ainsi, (Anonyme 1, 2005) : La croissance des plumes La croissance pondérale Le rendement en filet. L'engraissement.

L'accroissement du niveau énergétique conduit toujours à une amélioration de l'indice de consommation. Son effet sur la croissance, variable selon les croisements, est perceptible jusqu'à 3000kcalEM/kg pour les poulets âgés de 4 à 8 semaine, en dessous de ces valeurs, la réduction du poids vif à 56 jours est voisine de 30g pour chaque diminution de 100kcalEM/kg du niveau énergétique de l'aliment, (Larbier et al, 1991).

Le besoin protéique est décomposé en entretien, croissance corporelle et croissance des plumes, ces dernières pouvant représenter jusqu'à 20% des besoins en protéines totales nécessaires au poulet, (Bouvarel. I, 2004).

*Tableau n°19 : représente les apports recommandés en énergie métabolisable et en protéines brutes pour le poulet de chair durant la période de croissance.*

	<i>Unités</i>	<i>Valeurs</i>
<b>Energie métabolisable (E.M)</b>	<b>Kcal/kg</b>	2950-3000
<b>Protéines brutes</b>	<b>%</b>	18.5-19.5
<i>Lysine</i>	<i>%</i>	1.10/0.94
<i>Méthionine</i>	<i>%</i>	0.50/0.44
<i>Méthionine+cystine</i>	<i>%</i>	0.85/0.74
<i>Thréonine</i>	<i>%</i>	0.76/0.64
<i>Tryptophane</i>	<i>%</i>	0.22/0.20
<b>Minéraux</b>	<b>%</b>	
<i>Calcium</i>	<i>%</i>	0.90-1.00
<i>Phosphore total</i>	<i>%</i>	0.66
<i>Phosphore disponible</i>	<i>%</i>	0.41-0.42
<i>Sodium</i>	<i>%</i>	0.16-0.18
<i>Chlore</i>	<i>%</i>	0.15-0.20



### 3. ALIMENTATION EN PHASE DE FINITION :

L'aliment de croissance sera remplacé durant cette période, par un aliment finition moins concentré en protéine et plus riche en énergie tout en respectant l'équilibre énergétique/protéique ; Il est à noter que toute déficience nutritionnelle en un ou plusieurs acides aminés durant les deux premières phases d'élevages se traduit par une diminution du rendement en filet à la fin de cette période, (Anonyme1, 2005), car des travaux récents semblent montrer que les rendements filet sont optimisés lorsque les besoins permettant d'obtenir un I.C. minimum sont optimisés durant les deux premières phases d'élevages, (Leclercq.B et Beaumont, 2000).

### **INTRODUCTION**

La France, premier consommateur d'œufs de l'Union européenne, en est le premier producteur. Elle assure environ 19 % de la production européenne. Or, depuis peu, le consommateur, en tout cas dans certains pays européens, semble s'intéresser aux conditions de production des œufs et en particulier, au bien-être des poules pondeuses.

Dans cette communication, nous n'entrerons pas dans le débat sur la distinction entre bien-être, bien traitance et protection de l'animal. Ce thème fait actuellement l'objet d'une profonde réflexion, et pour le législateur, le terme de protection animale reste la version réglementaire de celui de «bien-être».

Deux événements montrent bien que le bien-être animal est d'actualité au sein de la Commission. Le 23 janvier 2005, cette dernière a présenté un plan d'action pour la protection et le bien-être des animaux au cours de la période 2006-2010. Il s'agit, pour la première fois, d'un plan formel de la révision des réglementations existantes, stipulant la mise en œuvre d'actions de communication ou d'incitation à la recherche. L'élevage des poules figure en bonne place dans ce plan. La Commission a également organisé, du 8 au 20 novembre dernier, une consultation publique par Internet (40 000 personnes, plus de 30 pays), concernant les espèces dont la protection devrait être améliorée. Les poules pondeuses, citées par 75,8 % des personnes interrogées, viennent au deuxième rang après les poulets de chair, juste avant les porcs et les animaux à fourrure.

La réglementation européenne est déjà bien avancée pour les poules pondeuses. Cette espèce fut la première, dès 1986, à avoir fait l'objet d'une directive communautaire concernant la protection animale ; la directive reprenait de manière plus stricte et normative, une recommandation du Conseil de l'Europe de Strasbourg, précurseur dans ce domaine, recommandation elle-même issue de la Convention de 1976, relative à la protection des animaux dans les élevages. Mais ce n'est qu'en 1997 que le Traité d'Amsterdam a reconnu que les politiques de l'Union européenne (UE) devaient tenir compte du bien-être animal. Jusqu'à cette date, la protection animale ne s'intégrait qu'indirectement au droit communautaire (de Bruxelles) par le biais de la lutte contre les distorsions de concurrence. Les animaux étant considérés comme des produits agricoles par le Traité de Rome, il convenait d'en harmoniser les conditions de production, à savoir, l'élevage, le transport et l'abattage (FABRE, 1995).

Depuis 1998, à l'instigation de la présidence britannique de l'UE, ces recommandations doivent obligatoirement faire l'objet de projets de textes communautaires, après consultation des comités scientifiques appropriés. Pour la protection des animaux dans les élevages, les textes adoptés à Strasbourg sont repris, élaborés et proposés par la Commission de Bruxelles sous forme de projets de

## ***Réglementation***

---

directives, de règlements ou de décisions. La prise en compte récente par l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE), de la protection animale concerne non plus 25 États membres ou 46 parties, mais 167 pays. On rentre alors dans le cadre de textes pouvant être discutés lors de l'élaboration des traités de l'Organisation Mondiale du Commerce.

Comme dans bien d'autres secteurs, la réglementation en matière de protection animale n'est pas seulement fondée sur des considérations scientifiques. L'économie, la géopolitique, l'avis de la société civile (dans notre cas : éleveurs, professionnels de l'agro-alimentaire, associations de protection animale) sont pris en compte. Selon les milieux autorisés de Bruxelles, une bonne directive serait celle issue d'un équilibre de la part des lobbies en présence (FABRE 1999).

- ***Origine Des Informations Scientifiques Apportées Par La Biologie, La Physiologie, L'éthologie, La Pathologie Ou La Zootechnie Et Utilisées Par Les Institutions***

*Le Conseil de l'Europe* ne possède pas de comité scientifique spécialisé. Ses recommandations se négocient collectivement entre pays ayant signé la Convention « Élevage », réunis régulièrement au sein d'un « comité permanent ». Ce comité comprend non seulement les représentants des administrations vétérinaires des pays, mais aussi ceux d'organisations non gouvernementales dont deux associations de protection animale (World Society for the Protection of Animals et Eurogroup for Animal Welfare).

***L'Union européenne*** a son propre dispositif d'expertise collective dépendant de l'Autorité européenne de sécurité sanitaire des aliments (désignée par son acronyme anglais EFSA). L'EFSA, dont le siège est à Parme, remplace, depuis 2001, les anciens comités scientifiques de l'UE dont le comité scientifique vétérinaire. Au sein de l'EFSA, le ***Comité scientifique de la santé et du bien-être des animaux*** est constitué de vétérinaires et/ou d'éthologistes des 25 États membres ; à partir de ses rapports, la Commission élabore un projet de texte, discuté ensuite par un groupe d'experts représentant les administrations vétérinaires des États membres, avant d'être finalement débattu et adopté ou rejeté par le Conseil des ministres de l'agriculture de l'UE (figure 1).

Le Parlement européen peut également donner un avis consultatif mais, dans notre domaine, n'intervient pas *sensu stricto*. Pour les animaux de rente, le Conseil est, pour le moment, le seul à décider du devenir des propositions émises par la Commission.

Depuis la prise en compte des questions relatives à la protection animale, les négociateurs se basent sur la définition du bien-être animal, non réglementaire à strictement parler, mais communément admise par les institutions, élaborée par un groupe d'experts anglais en 1965 : le comité Brambell. Cette définition est prônée par les associations de protection animale, et tout naturellement par le Farm Animal Welfare Council britannique. Elle se base sur la notion des cinq libertés (« five freedoms ») :

## Réglementation

- 1) absence de soif, de faim et de malnutrition ;
- 2) présence d'abris appropriés et maintien du confort de l'animal ;
- 3) absence de maladies et de blessures ;
- 4) absence de peur et de détresse ;

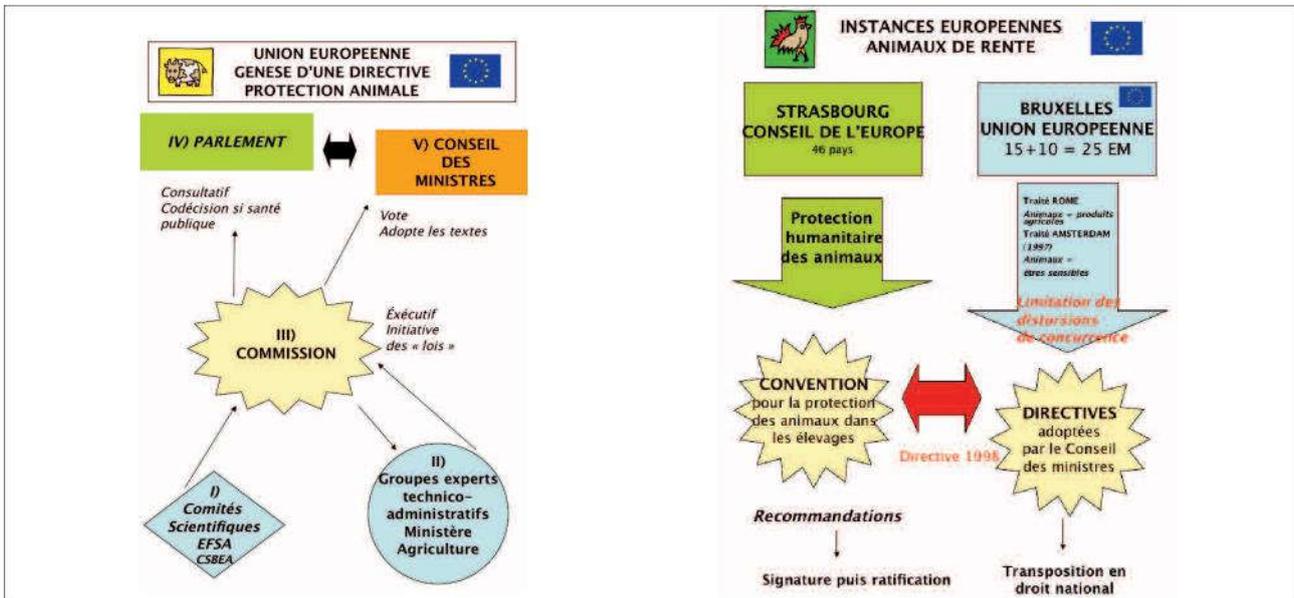


Figure 1 : Genèse d'une directive « protection animale » par l'Union européenne.

### Les textes et avis français

La France, en tant qu'État membre de l'Union européenne, doit transposer toute directive. La première directive de 1986 a été transposée par l'arrêté du 29 décembre 1987, caduque lors de l'adoption de la nouvelle directive en 1999. L'arrêté du 1er février 2002 a transposé celle-ci dans le droit français.

En novembre 2004, l'Académie de Médecine et l'Académie d'Agriculture se sont penchées sur les méthodes de production des œufs. Les experts consultés affirment que le retour à des élevages en poulailler ou au sol ne pourrait être que préjudiciable, tant au plan sanitaire qu'économique. Ils soulignent que l'application des prescriptions de la directive européenne risque d'entraîner des délocalisations vers des pays s'affranchissant des normes européennes. Enfin, ils considèrent que la qualité des œufs ne souffre pas des conditions de production intensive (mobilité réduite, éclairage et alimentation artificiels), contrairement à l'opinion de certains consommateurs qu'ils estiment excessive.

### • Perspectives Et Conclusion

Depuis peu, quatre nouveaux éléments doivent être pris en compte dans notre analyse.

**L'adhésion à l'Union Européenne de dix nouveaux pays en mai 2004**

## ***Réglementation***

---

Depuis leur entrée, il est de plus en plus difficile d'obtenir rapidement un accord entre les États membres sur les dossiers agricoles et en particulier, sur ceux relatifs au bien-être animal. Les discussions sur la modification de la directive sur le transport des animaux en constituent une illustration récente. Aucun consensus n'a été obtenu à ce sujet. Comme chaque pays dispose d'un certain nombre de voix, des minorités de blocage peuvent se constituer ; y participent souvent les pays nouveaux entrants dont la priorité n'est pas forcément le bien-être animal. Les projets de directive sont alors abondamment discutés et souvent reportés d'une présidence à l'autre.

### ***L'inclusion du bien-être animal comme l'un des critères de conditionnalité de la Politique Agricole Commune***

Les éleveurs sont incités, depuis 2006, à mettre en conformité leurs installations, voire à dépasser les normes minimales prescrites, afin de percevoir les aides financières naguère versées uniquement selon des critères de productivité. Cela les oblige *de facto* à respecter les directives relatives au bien-être animal. Ce nouveau système, très compliqué à mettre en place demeure relativement aléatoire, compte tenu du caractère fluctuant des normes de bien-être animal.

### ***La mondialisation du bien-être animal***

Depuis la création de l'Organisation Mondiale du Commerce et la mise en application de l'Accord sur les mesures sanitaires et phytosanitaires de 1994, toute réglementation des échanges commerciaux internationaux doit être fondée sur des faits scientifiques pour le secteur sanitaire (PRU-NAUX et PENE 2004). L'Union européenne a instauré, pour certaines productions de ses États membres, des normes drastiques de bien-être animal, mais ne peut pour l'instant s'opposer à l'importation sur son territoire de produits élaborés dans des pays tiers, donc non soumis aux mêmes normes. Les États-Unis, par exemple, ne disposent pas de loi fédérale sur le bien-être des animaux de rente. La protection animale dans ce pays concerne uniquement les animaux de laboratoire et les animaux de compagnie. L'espace alloué aux poules américaines est de 21 à 42 % inférieur à celui exigé en Europe. Il est en moyenne de 342 cm<sup>2</sup> par oiseau (DEVOS, 2003b). Or, l'on ne peut pour le moment s'opposer à l'importation d'ovoproduits nord-américains ou même brésiliens ou asiatiques, élaborés à partir d'œufs de poules disposant chacune de moins de 450 cm<sup>2</sup> et détenues dans des cages en batterie, selon des « normes » inférieures à celles de la première directive européenne. Cela entraîne des distorsions de concurrence entre l'Union européenne et les pays précédemment cités.

Pour résoudre ces difficultés, l'OIE a retenu le bien-être animal comme un domaine d'action prioritaire dans le cadre de son plan stratégique, pour la période 2001-2005. Les pays

5) possibilité d'exprimer les comportements normaux de l'espèce.

## ***Réglementation***

---

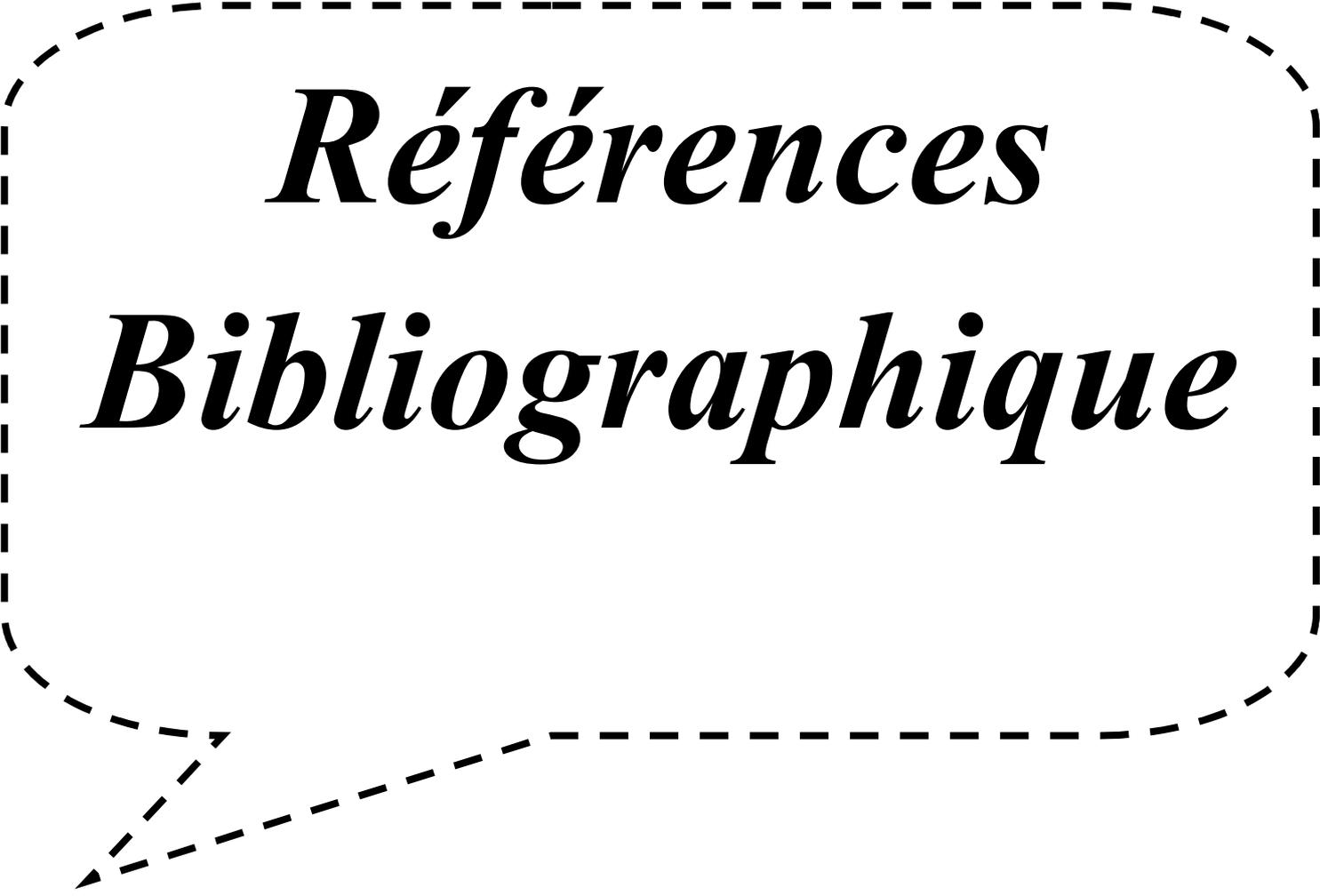
Si les trois premiers critères sont de nature sanitaire, physiologique et zootechnique, les deux derniers sont, pour simplifier, de nature « psycho-comportementale » et relèvent de l'éthologie.

Le cinquième critère est constamment discuté par les étho-logistes. Qu'est ce que le comportement « normal » d'une espèce ? Certains scientifiques, de l'école « lorenzienne » (du nom de Konrad Lorenz, fondateur de la discipline), l'assimilent aux comportements originels de l'ancêtre sauvage de nos animaux domestiques. D'autres, les cognitivistes notamment, estiment qu'il faut prendre en compte dans la notion « de comportement normal », les capacités d'adaptation et d'apprentissage des animaux. Les animaux domestiques, ayant été domestiqués parce qu'ils étaient domesticables, présentent des comportements souvent éloignés de ceux de leurs ancêtres sauvages. Peut-on dire, par exemple, que les souches de poules pondeuses actuellement présentes dans les élevages, ont exactement les mêmes comportements que la poule de jungle d'Asie, domestiquée il y a 8000 ans ?

Le comité permanent du Conseil de l'Europe a penché pour la première attitude. Ainsi TOUTES ses recommandations incluent, dans leurs dispositions générales, un long paragraphe consacré aux caractéristiques biologiques de l'animal domestique, détaillant essentiellement le comportement de l'animal sauvage.

membres de cette organisation, au nombre de 167, ont décidé qu'en tant qu'organisation de référence internationale pour la santé animale et les zoonoses, l'OIE devait devenir l'organisation phare en matière de bien-être animal. Le bien-être animal ne concernera non plus la seule Union européenne, mais l'ensemble de l'élevage mondial. L'essentiel, pour les pays en voie de développement, est plutôt le bien-être des populations que le bien-être des animaux et en particulier, l'obtention quotidienne d'une ration de protéines si modeste soit-elle. L'OIE devra donc élaborer un code international de bien-être animal qui tienne compte des priorités des uns et des autres. À partir de ce code, des pays pourront alors s'opposer à des importations qui ne respecteront pas les futures « normes » de bien-être animal.

**En conclusion**, réglementer le bien-être animal, notamment dans le cadre de l'élevage intensif, conduit à réaliser un compromis entre d'une part, les impératifs biologiques et comportementaux des animaux et d'autre part, les contraintes sanitaires et économiques des marchés mondiaux. La réglementation européenne concernant les poules pondeuses en constitue une éclairante illustration. Ce compromis peut à tout moment être remis en question par les mesures drastiques qu'imposerait une grave menace sanitaire.



*Références*

*Bibliographique*

## Références Bibliographiques

---

- ❖ *(Anonyme 1, 2005).*
- ❖ *(Anonyme 1,2002).*
- ❖ *(Azzouz. H, 1997).*
- ❖ *(Bigot.K, 2001).*
- ❖ *(Bouvarel. I, 2004).*
- ❖ *(Buldgen. A et al, 1996).*
- ❖ *(Erich.K, 1975)*
- ❖ *(Larbier. M et Leclercq. B, 1992).*
- ❖ *(Larbier.M et al, 1991).*
- ❖ *(Leclercq. B et al, 1996).*
- ❖ *(Leclercq.B et Beaumont, 2000). de page 36 à 44*
- ❖ *(Lilja. C, 1983).*
- ❖ *(Murakami.A et al 1992)*
- ❖ *(Nitsan. Z et al 1991).*
- ❖ *(Picard.M, 2001).*
- ❖ *(Quentin.M et al, 2004).*
- ❖ *(Sanchez.A et al, 2000). 53–159.*
- ❖ *(Vergara.P et al 1989).*
- ❖ **ALAMARGOT. J 1982.**
- ❖ *Anderson-Haferman J. C., Y. Zhang, C. M. Parsons, and T. Hymoitz. 1992. Qualité du Tourteau de Soja, American Soybean Association, conventional soybeans for chickens. Poultry Science, 71:1700-1709.*
- ❖ *Anonyme 1, 2005.*
- ❖ *Anonyme 2, 2006.*
- ❖ *AOCS, 1999.*
- ❖ *Araba et Dale, 1990.*
- ❖ *Association of American Feed Control Officials Incorporated. Atlanta, GA, Official Publication 2001.*
- ❖ *Azzouz.H, 1997.*
- ❖ *Benabdeljelil.K, 1999.*
- ❖ *Berk.Z, 1992.*
- ❖ *Bigot.K, Tesseraud.S, Taouis.M, Picard.M, 2001.*
- ❖ *Bludgen. André et Collaborateurs, 1996.*
- ❖ *Blum.J, 2002.*

## Références Bibliographiques

---

- ❖ *Bouvarel I., Lessire M., Narcy A., Duval E., Grasteau S., Quinsac A., Peyronnet C., Tran G., Heuzé V., 2014. Oilseeds & fats Crops and Lipids, 21 (4), D405.*
- ❖ *Bouvarel, I.; Nys, Y.; Panhéleux, M.; Lescoat, P.; 2010. INRA Productions Animales, Vol. 23 (2) : 167-182.*
- ❖ *Bouvarel. Isabelle, 2004.*
- ❖ *Bregendahl K., Roberts S.A., Kerr B., Hoehler D., 2008. Poultry Science,87, 744-758.*
- ❖ **BRUGERE-PICOUX. J et SILIM. A 1992.**
- ❖ *Chowdhury S.R. and T.K. Smith, 2004. Poultry Science 83: 1849-1856.*
- ❖ *Cours sur les tourteaux oléagineux, école vétérinaire de Lyon, p (1), [www.vet-lyon.fr](http://www.vet-lyon.fr).*
- ❖ *Dal Bosco A., Ruggeri S., Mattioli S., Mugnai C., Sirri F., Castellini C., 2013. Italian Journal Of Animal Science, Volume 12, Issue 4.*
- ❖ *Elwinger, K., Tufvesson, M., Lagerkvist, G., Tauson, R., 2008. Brit. Poult. Sci., 49: 654-665.*
- ❖ *Koreleski, J., Swiatkewicz, S., 2010. Annals Anim. Sci., 10 : 83- 91.*
- ❖ *Lacassagne L., 1988. INRA Productions animales, Volume 1, Issue 1, pages 47-57*
- ❖ **LARBIER. M et LECLERCQ. B 1992.**
- ❖ *Lessire M., Hallouis J.M., Chagneau A.M., Besnard J., Travel A., Bouvarel I., Crepon K., Duc G., Dulieu P., 2005. Sixièmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo, 30 et 31 mars 2005*
- ❖ *Perella F., Mugnai C., Dal Bosco A., Sirri F., Cestola E., Castellini C., 2009. Italian Journal Of Animal Science, Volume 8, Issue 4, pages: 575-584.*
- ❖ *Roberts J.R., 2004. The Journal of Poultry Science, Volume 41, Issue 3, pages 161-177.*
- ❖ *Sanchez A, Plouzeau.M, Rault.P, Picard.M, 2000.*
- ❖ **SOUILEM. O et GOGNY. M 1994.**
- ❖ *Tauson, R, Kjaer, JB, Maria Levrino, G and Cepero Briz, R., 2005. Proceedings of the 7th European Symposium on Poultry Welfare, Lublin, Poland, 15–19 June. Polish Academy of Sciences, 23(Suppl. 1): 1*
- ❖ *Tesseraud.S et Temim.S, 1999.*
- ❖ *Tesseraud.S Temim.S, Chagneau A.M, Guillaumin.S, Michel.J, Peresson.R, 2000.*
- ❖ *Treut, 2001.*
- ❖ *Ulysses A. Acasio, 1980.*

## *Références Bibliographiques*

---

- ❖ *USB (United soybean board), 1998.*
- ❖ *Van J.E, 2001.*
- ❖ *Vassault. Labbe, 2006.*
- ❖ *Vergara.P, Jimenez.M., Ferrando.C, Fernandez.E, Gonalons.E, 1989.*
- ❖ *William .A et Dudley.C, 1999. chickens. Poult. Sci, 68, 185-189.*
- ❖ *William.A et Dudley.C, 1995.*