

Chapitre I : Introduction à l'alimentation animale

Enjeux- Filière –Aliments et matières premières

Le secteur de l'alimentation animale: pour tous : UN pré-requis POURQUOI ?

- Pour les étudiants qui souhaitent se spécialiser en PA
- Pour les étudiants AT et ASET : lien entre MP cultivée et alimentation, impacts sur le milieu.
- Pour les étudiants IAA: lien entre alimentation et qualité des produits animaux.
- Pour les étudiants gestion : coût alimentaire composante majeure du coût de revient.

Plan Chapitre I

1- Objectifs des productions animales

2- La filière alimentation animale en bref

3- Les matières premières utilisées en alimentation du bétail

4 - Les constituants des MP et leurs analyses

- Origine et nature des aliments
- Constituants des aliments
- Prédiction de la valeur des aliments

5- Vers l'établissement de systèmes d'unités en alimentation animale

cahier des charges des unités en alimentation animale

la mise en œuvre des systèmes d'alimentation

1^{er} point : Objectifs du cours et secteur de l'alimentation animale

Objectifs de l'alimentation

- Optimiser la transformation en mettant en relation l'aliment avec les besoins de l'animal
- 3 objectifs :
 - Extérioriser le potentiel de l'animal
 - Maîtriser la qualité des produits animaux
 - Maîtriser les rejets des animaux (adéquation besoin – apports)

Conduite de l'alimentation

L'animal:

Stade physiologique

Potentiel (génétique)

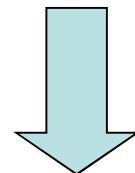
Conditions d'élevage

Des MP:

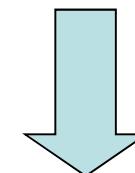
Energie

Protéines (AA)

Minéraux,...



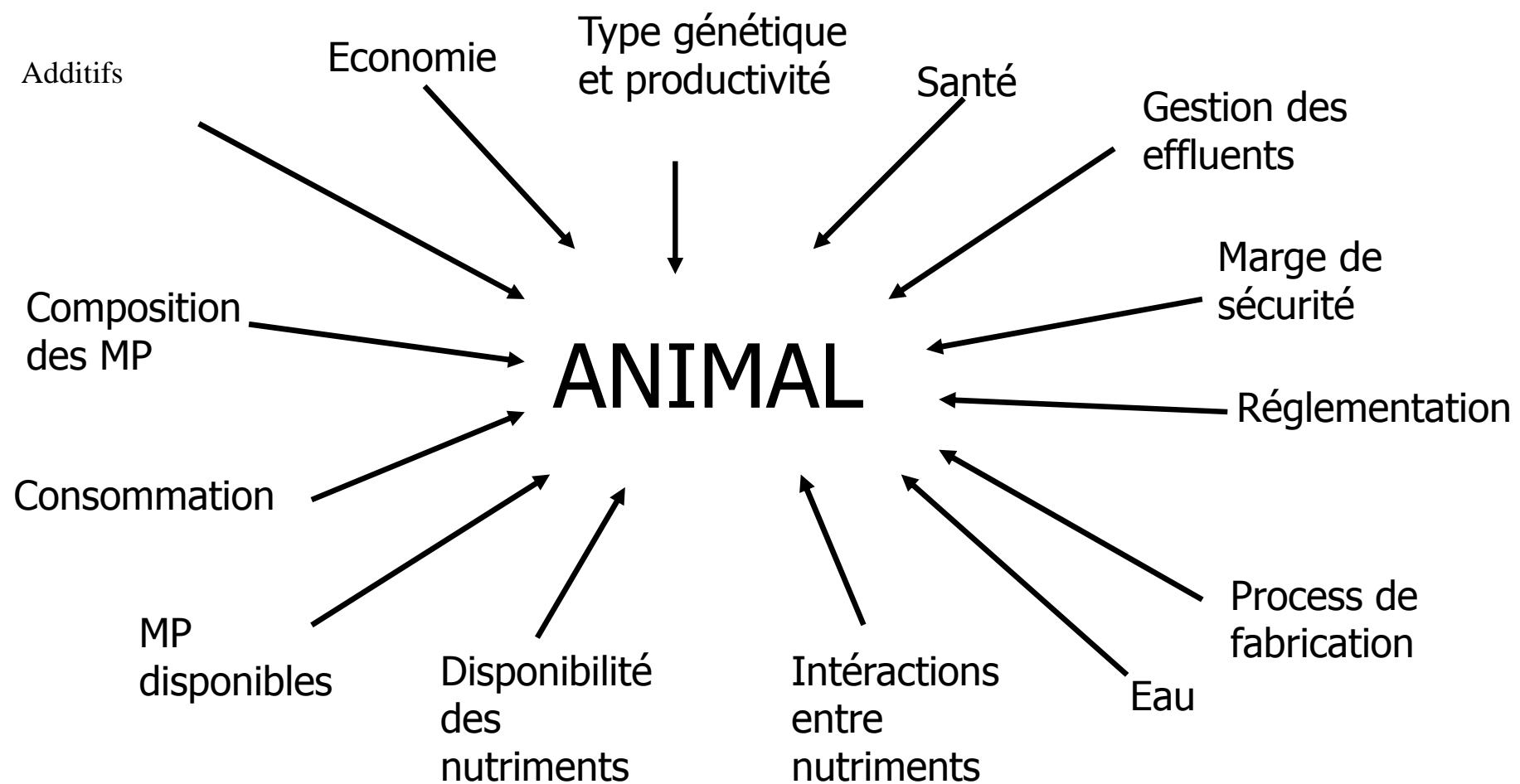
BESOIN



ALIMENT

Adéquation

Facteurs à prendre en considération pour établir la composition des aliments



La conduite de l'alimentation suppose donc ...

De connaître les MP utilisées dans la formulation des aliments

De connaître les besoins des animaux

□ Selon leur stade physiologique

(gestation, lactation, croissance,...)

□ Selon leur potentiel de production ou selon
l'objectif de production

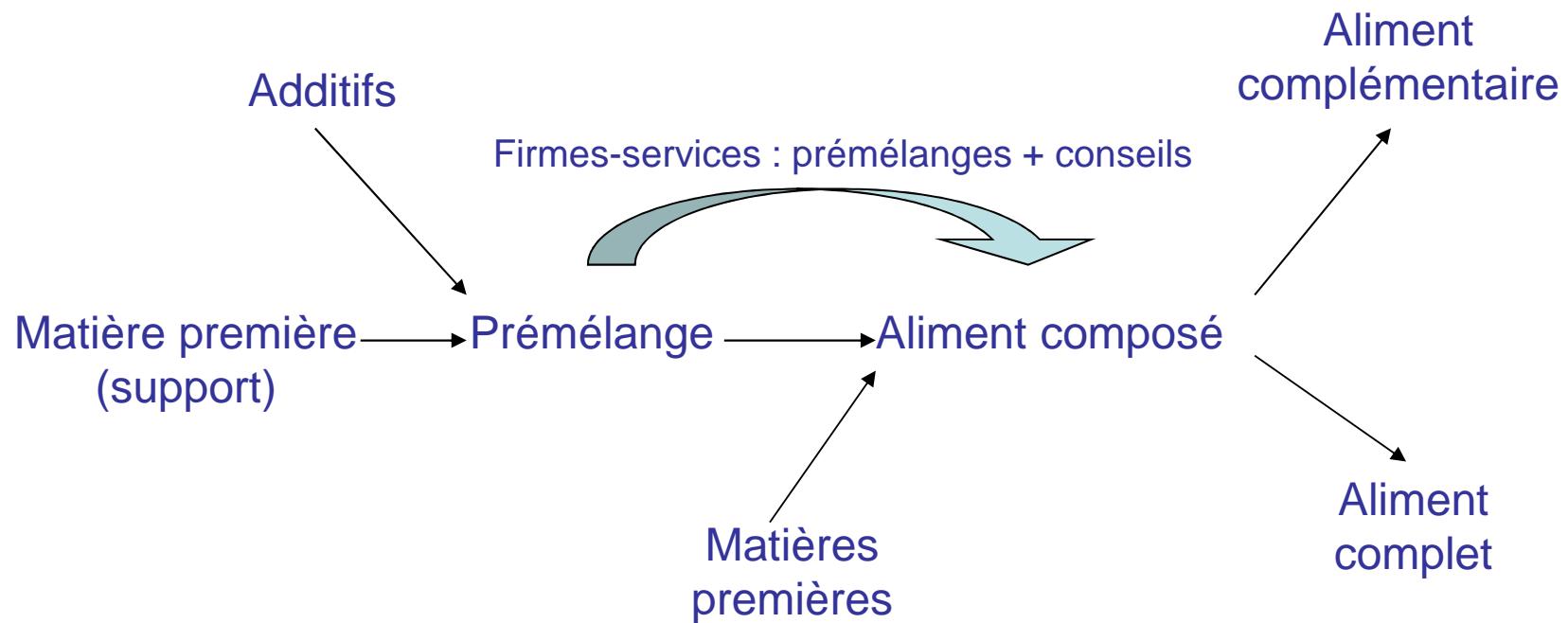
De connaître leur appétit ou la ration allouée



Comprendre et connaître la réponse des animaux aux
pratiques alimentaires

2ème Point : L'industrie de l'alimentation animale

2-1) Des MP à la fabrication des aliments



Des MP à l'aliment

2-1) Des MP à la fabrication des aliments

aliment pour animaux : tout produit destiné à l'alimentation animale par voie orale y compris les additifs

matières premières : voie orale, tels quels ou après transformation (préparation aliment composé, support pré-mélange)

aliments composés : mélanges MP (+/- additifs) sous forme d'aliments complets/complémentaires

aliments complets : mélanges d'aliments, assurant une ration journalière

aliments complémentaires : taux élevés en certaines substances, n'assurent pas ration journalière

Fabrication des aliments concentrés

2-2) Le secteur de l'alimentation animale

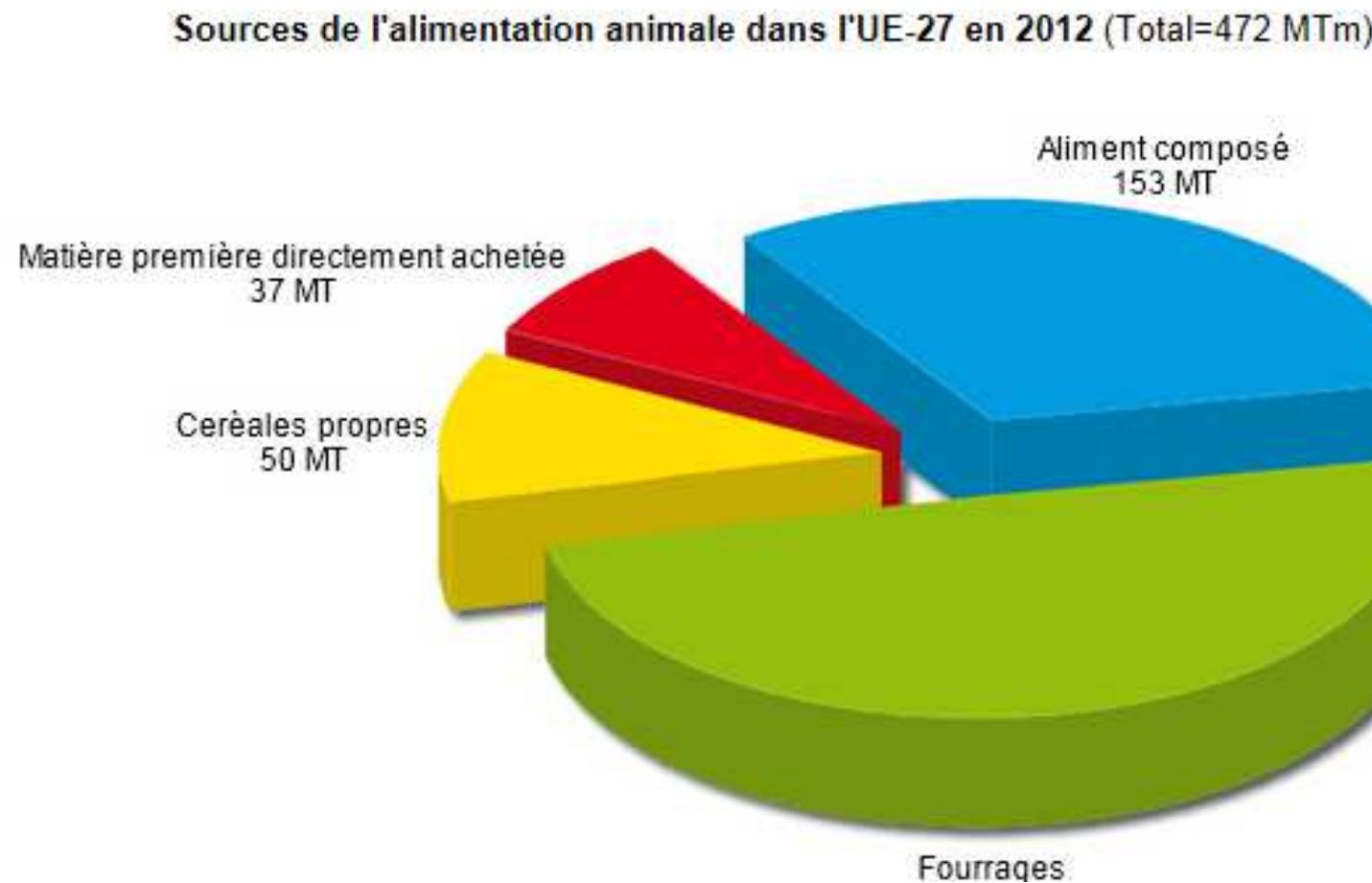
□ La production de concentrés se fait :

- Par l'agriculteur lui-même (Fourrages et concentrés)
- En achetant l'aliment
 - Pour 70 % aux coopératives
 - Pour 30 % à des sociétés privées

□ France 3ème producteur d'Europe :

- 1950 : 600 000 Tonnes d'aliment
- 2008 : 23 000 000 Tonnes d'aliment composé
- 2015 : 21 090 000 Tonnes (SNIA, 2016)

L'aliment composé : une petite part des aliments consommés



FEFAC, 2013

L'ALIMENTATION ANIMALE INDUSTRIELLE : deux métiers très différents

TOAL-ISAQ

ANIMAUX DE RENTE :

Plus de **21.0 MT** d'aliments composés (2015)
(+ 360 000 T d'aliments minéraux + suppléments nutritionnels)

-6,5 milliards d'euros de CA

-Matières premières essentiellement d'origine **végétale**

-Valeur ajoutée et marges **réduites**

-Activité très **concurrentielle**

ANIMAUX FAMILIERS :

2.9 MT d'aliments composés
(dont 45 % d'aliments secs)
(dont 55 % aliments semi-)humides)

-2,9 milliards d'euros de CA

-Matières premières majoritairement d'origine **animale**

- Valeur ajoutée et marges **élevées**

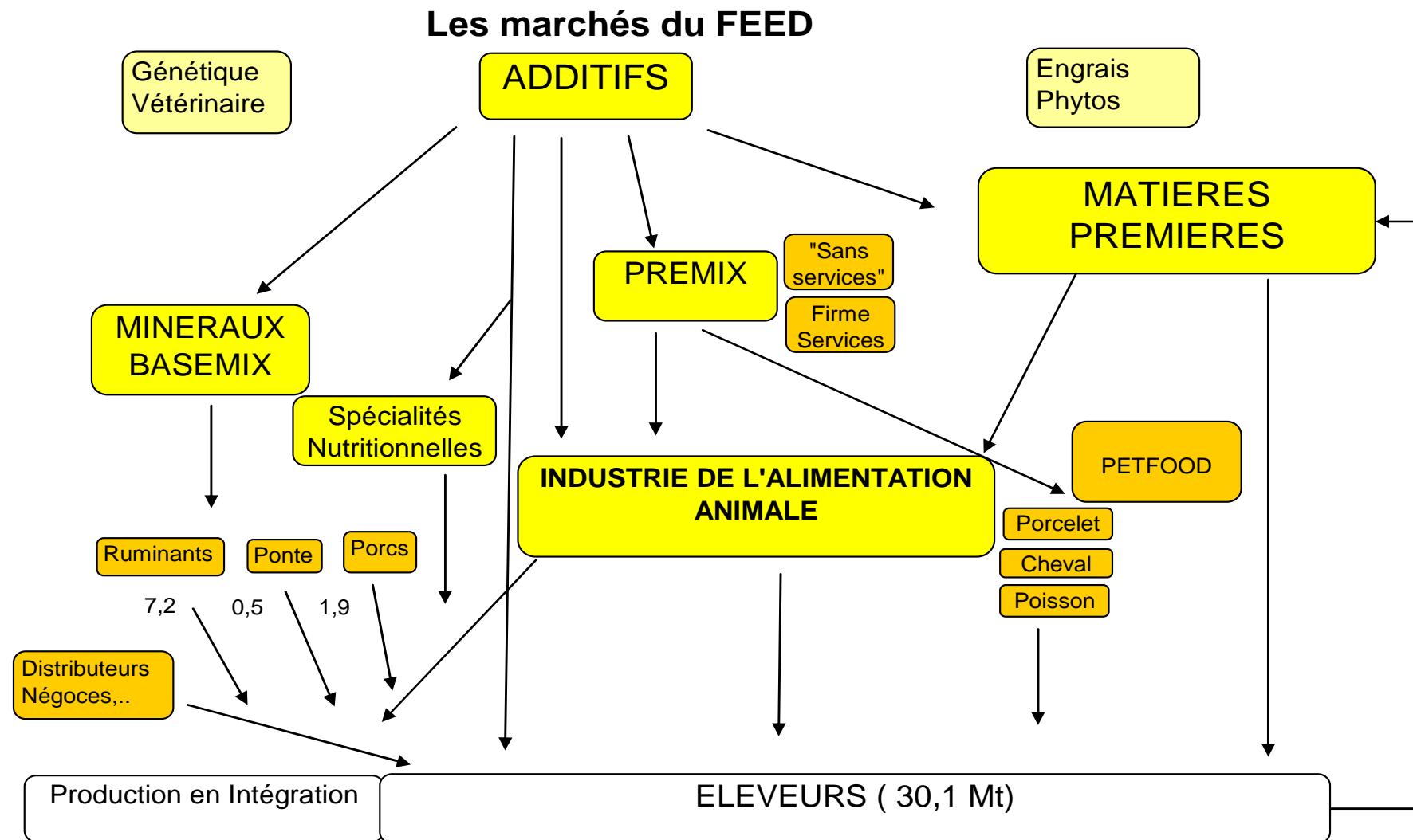
- Industrie très **concentrée** (opérateurs internationaux)

⇒ **Filières alimentaires**

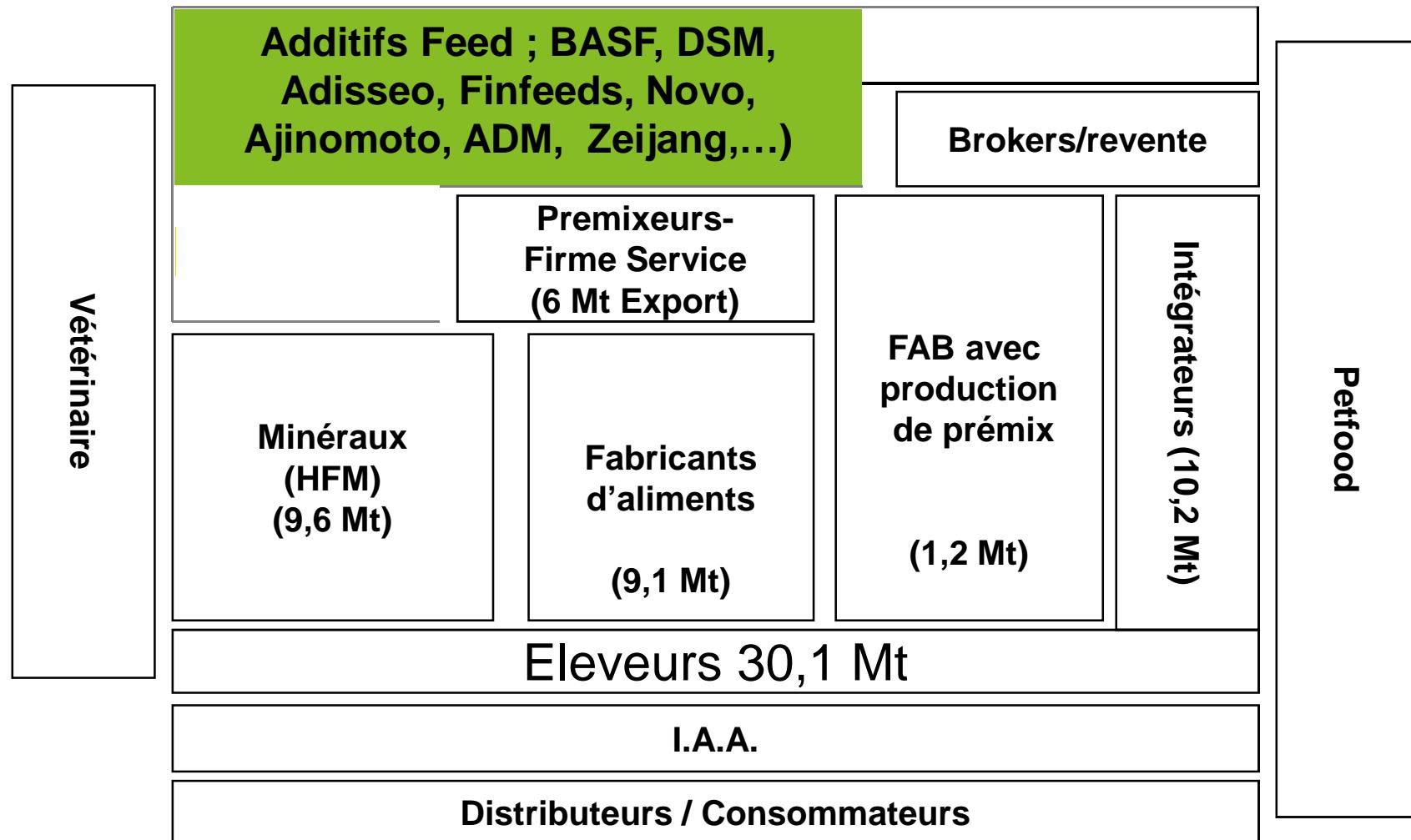
MADEC Jean-Yves Institut Polytechnique LaSalle Beauvais

⇒ **Filières non alimentaires**

Les marchés du FEED



Les marchés du FEED



Les acteurs

2-2) Le secteur de l'alimentation animale

- 200 entreprises 297 usines -
- 15 000 emplois
- CA : 6,5 milliards d'€
- 1^{ère} industrie en Agro-fournitures devant engrais et phytosanitaires
- 3^{ème} de l'Agro-alimentaire après le lait et la viande

Les acteurs

2– 2) l'industrie de l'alimentation animale

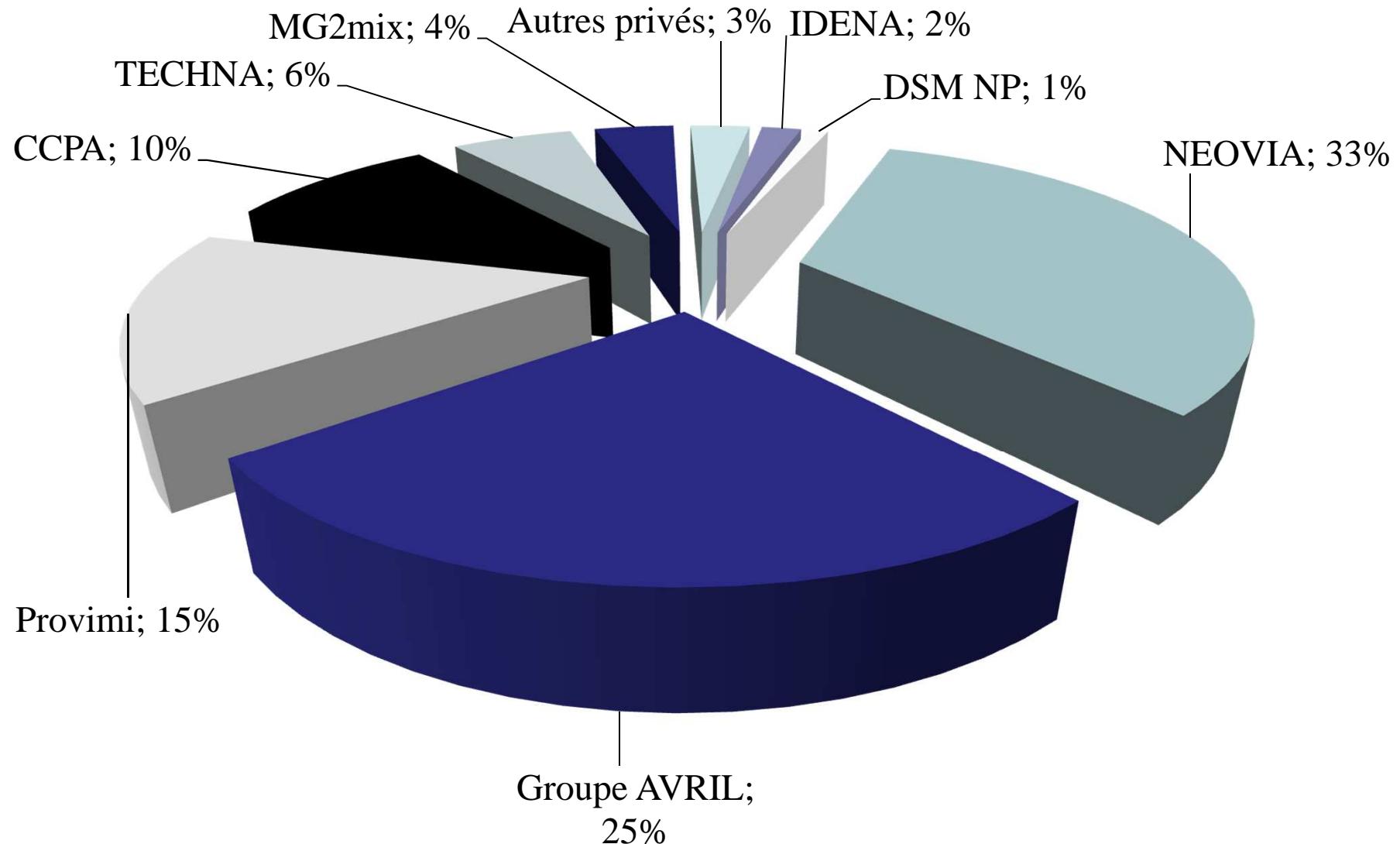
- Les fournisseurs d'additifs: Multinationales essentiellement : Ajinomoto, Adisseo, DSM, BASF, Biomin, Alltech,....
- Les revendeurs : ALTILIS...
- Les minéraliers : fabrique pour la FAF (Alliance NA, Calcialiment,....)
- Les premixeurs ou firmes services
- Les fabricants d'aliments sous technique (le Gouessant, le Men,....)
- Les intégrateurs: TRISKALIA, Cooperl,

Les acteurs

2– 2) l'industrie de l'alimentation animale

- Partage des rôles entre fabricants d'aliments et « firmes services ».
- Les « firmes services » vendent aux fabricants d'aliments composés des prémix (vitamines, minéraux...) + appui technique pour la formulation des produits finis.
- Les relations entre fabricants d'aliments composés et « firmes services » sont plus ou moins fortes (du contrat à l'intégration).
- Atout français à l'exportation = vente de prémix avec assistance technique à des fabricants étrangers porteurs du risque « client ».

Firmes services en 2015



Les aliments volailles affirment leur 1ère place

	1970 (7,6 Mt)	1990 (18,2 Mt)	2010 (21,4 Mt)
Bovins :	13,3 %	21,7 %	21,0 %
Volailles :	34,3 %	38,0 %	40,2 %
Porcs :	36,7 %	28,6 %	26,9 %
Autres:	15,7 %	11,7 %	11,9 %

DES SPECIALISATIONS PAR PAYS

VOLAILES:

France 41 %

Italie 43 %

Royaume Uni 45 %

Pologne 67%

PORCS:

Danemark 64 %

Belgique 57 %

Pays Bas 43 %

Espagne 47

Allemagne 43 %

Evolution du secteur

2-3) L'industrie de l'alimentation animale

- o Une activité qui régresse en volume depuis 5-6 ans après une période de croissance continue : un marché en maturité
- o Viandes : la consommation globale diminue,
- o Suppression des farines et des graisses animales : une alimentation animale 100 % d'origine végétale et minérale
- o Réduction de l'utilisation des facteurs de croissance antibiotiques. Puis arrêt en jan 2006
- o Non OGM : mise en place de filières dédiées
- o Libéralisation des marchés et des échanges
- o Montée en puissance de nouveaux pays (Brésil, Chine)
- o **Conséquences : restructuration et regroupement.**

3^{ème} point : Les matières premières et les aliments

3-1) Généralités

□ Les MP pour animaux sont :

- En majorité d'origine végétale
 - Diversité des familles botaniques
 - Diversité des parties consommées
- En petite minorité d'origine industrielle
 - Pour rééquilibrer la ration : AA de synthèse, minéraux, vitamines, urée...
- Plus du tout d'origine animale (ou peu)

Les MP

3- 1) Généralités

□ Les fourrages (F)

○ Base alim° Ruminants

- ⊕ Fourrages verts
- ⊕ Fourrages secs
- ⊕ Ensilages

□ Les concentrés (C)

○ Base alim° Monog.

○ Complémentent F chez Ruminants

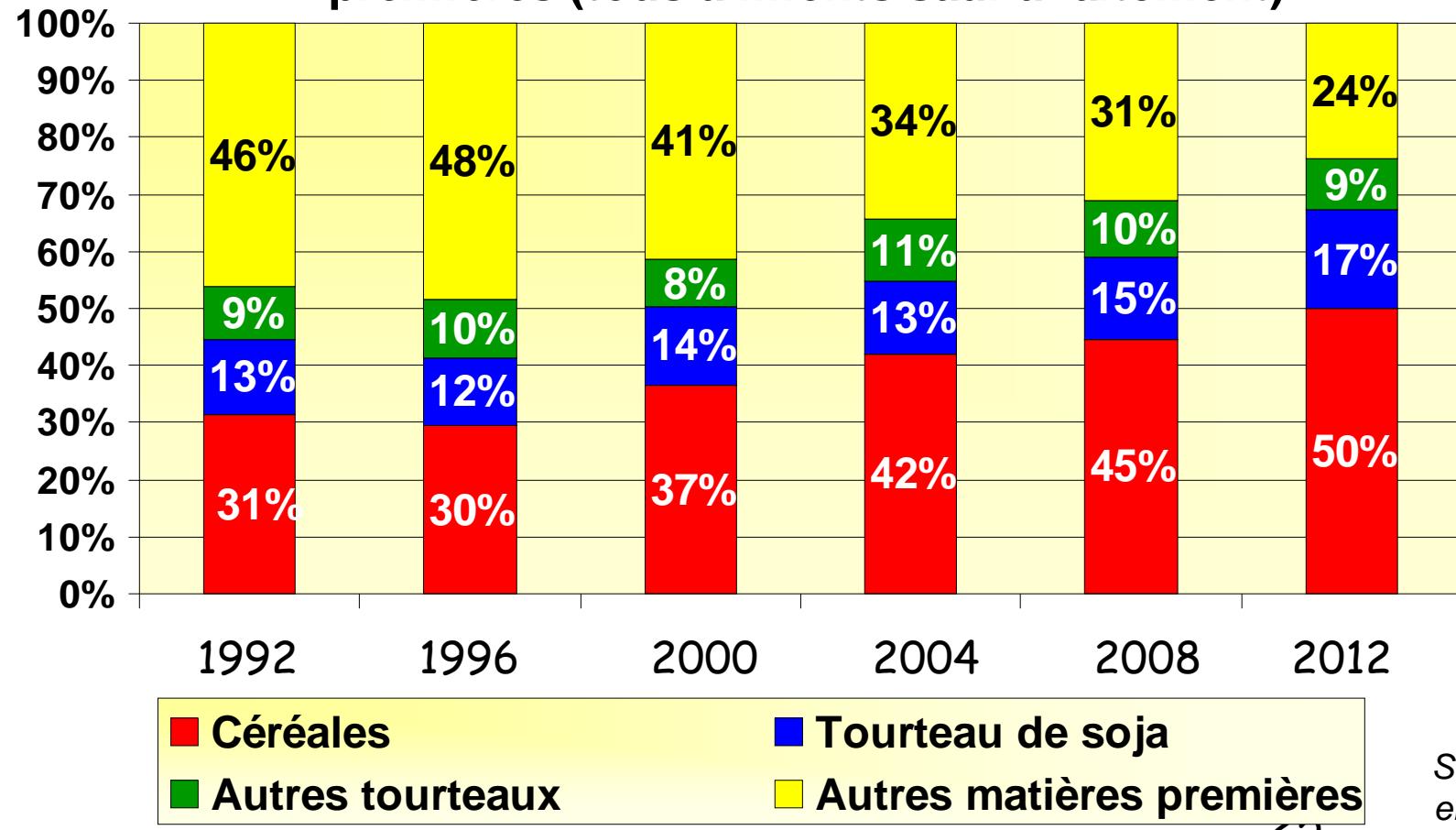
- ⊕ Céréales
- ⊕ Co-produits de l'agro-industrie (ex : tourteaux)
- ⊕ Graines

□ Autres produits

- ⊕ Racines et tubercules
- ⊕ Produits laitiers (ex : lactosérum)
- ⊕ Matières grasses
- ⊕ Microorganismes

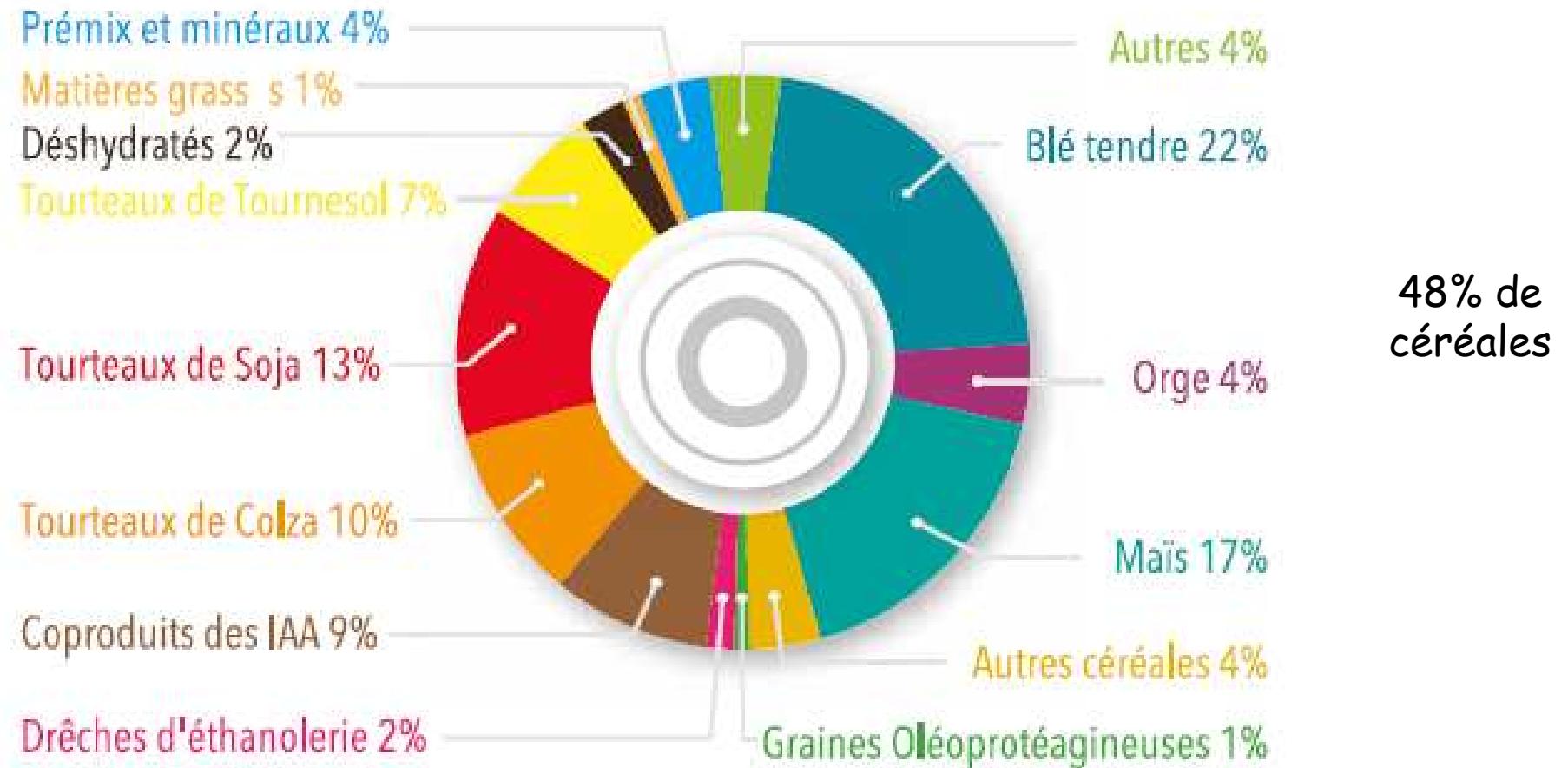
**3-2) Un aliment moyen : Céréales + tourteaux de soja :
désormais les 2/3 des matières premières utilisées par
les FAB
et plus de 70% en monogastriques**

Evolution du taux d'incorporation des matières premières (tous aliments sauf allaitement)



Source :
enquête
SCEES 2013

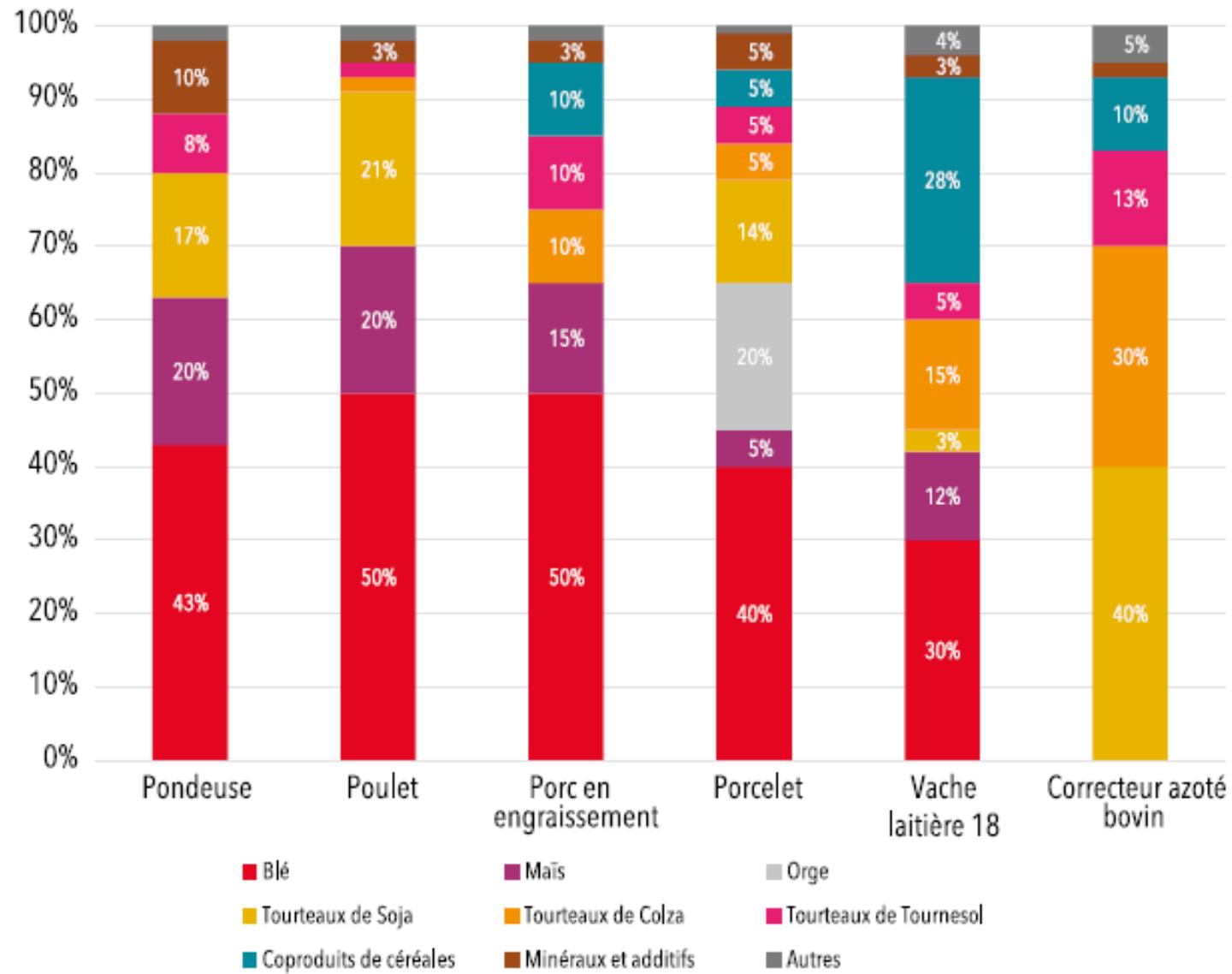
3-3) Quelles MP ?



Autour de 10 millions de tonnes de céréales

SNIA, 2016

LES MATIERES PREMIERES PAR ESPECE (formules types d'aliments en 2015)



Les produits interdits

Liste négative de MP :

- matière fécales, urine, contenu isolé de l'appareil digestif
- bois, sciure lorsque traités par des agents de protection
- déchets obtenus des eaux usées urbaines, domestiques, industrielles, quel que soit le traitement
- déchets solides urbains (ordures ménagères)
- emballages des industries agro-alimentaires

Les antibiotiques sont interdits depuis le 1/1/2006 comme additifs facteurs de croissance (interdiction progressive des différentes substances depuis 1996)

Feed Ban : mesure de lutte contre les ESST

➤ Le règlement (CE) n°999/2001 : Feed Ban européen

- Interdisant l'utilisation de protéines animales d'animaux terrestres dans l'alimentation des ruminants
- Etendant cette interdiction aux autres espèces pour certaines protéines animales
 - Définition d'une liste positive de matières d'origine animale autorisées dans l'alimentation des animaux d'élevage
 - Ex : lait, produits à base de lait, œufs
 - farines de poissons pour les non ruminants...

➤ L'arrêté du 18 juillet 2006 : Feed Ban national

- Reprenant les interdictions du règlement (CE) n°999/2001
- Etendant ces interdictions à certaines graisses de ruminants
- Levée de la contrainte de purification des graisses de non ruminants

Les produits soumis à autorisation

Les OGM :

Les Additifs : **Règl. 1831/2003** et 429/2008

Il constitue la base juridique des autorisations des additifs.

Les autorisations se font par voie de règlements pour 10 ans : catégories d'animaux, doses d'utilisation...

La liste des additifs, précédemment autorisés est publiée dans un registre depuis le 7/11/2005 .

Définitions : Additifs

« substances, micro-organismes ou préparations, autres que les matières premières pour aliments des animaux et les prémélanges, délibérément ajoutés aux aliments pour animaux ou à l'eau pour remplir une ou plusieurs des fonctions suivantes... »

Avoir un effet positif sur :

- les caractéristiques **des aliments** pour animaux
- les caractéristiques **des produits d'origine animale**
- les **conséquences environnementales de la production animale**
- la **production, le rendement ou le bien-être des animaux**, notamment en influençant la flore gastro-intestinale ou la digestibilité des aliments pour animaux

Répondre aux **besoins nutritionnels** des animaux

Avoir un effet **coccidiostatique ou histomonostatique**

Règl. 1831/2003

Les catégories d'additifs

1- Additifs technologiques : des substances ajoutées aux aliments pour animaux à des fins technologiques

Ex : Conservateurs, correcteurs d'acidité, antioxydants, émulsifiants, anti-agglomérants... dont les additifs pour l'ensilage

2- Additifs sensoriels : des substances qui, ajoutées à l'alimentation animale, améliorent ou modifient les propriétés organoleptiques des aliments pour animaux ou les caractéristiques visuelles des denrées alimentaires issues d'animaux

Ex : colorants, arômes...

Les catégories d'additifs

3- Additifs nutritionnels : substances entrant dans la ration pour couvrir les besoins des individus

ex : vitamines, oligo-éléments, acides aminés...

4- Additifs zootechniques : Ils sont utilisés pour influencer favorablement les performances des animaux en bonne santé et l'environnement

Ils permettent, par exemple, d'améliorer la production de lait ou d'œufs.

ex : facteurs de croissance, enzymes/améliorateurs de digestibilité, micro-organismes/stabilisateurs de flore intestinale...

Les catégories d'additifs

5- Coccidiostatiques et histomonostatiques :

Il s'agit bien d 'additifs et non pas de médicaments :

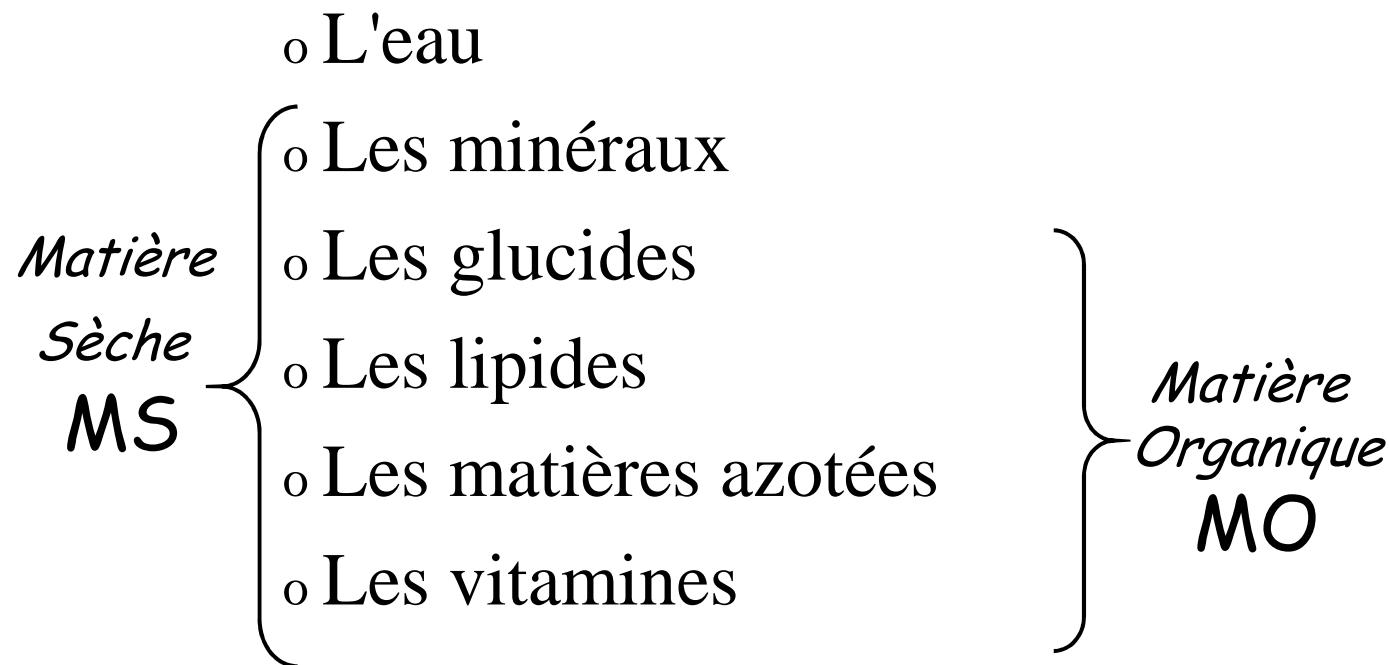
ils ne sont pas prescrits par un vétérinaire

ils ne sont pas administrés dans un but curatif

4ème Point : Les constituants de l'aliment

4 – 1) Les constituants de l'aliment

□ 6 familles de constituants :



L'eau

4 – 1) Les constituants de l'aliment

□ % d'eau dans les aliments très variable

- Betteraves fourragères : 80-90%
- Ensilages : 50-80%
- Grains ou foins : 12-20%

□ 2 types d'expression de la valeur des aliments

- Concentrés : en kg de matière brute
- Fourrages : en kg de MS

Les glucides

4 – 1) Les constituants de l'aliment

□ Rôles des glucides

- Combustibles  fournissent énergie
(1 g de glucides = 4,1 Kcal)
- Synthèse des MG (lait, réserves)
- Métabolisme des graisses animales
- Volume dans le tractus digestif (lest avec fibres insolubles)

Les glucides

4 – 1) Les constituants de l'aliment

□ 2 familles de glucides dans les cellules végétales

o Glucides intracellulaires

- Sucres hydrosolubles
- Grains d'amidon
- Fructosanes

o Glucides pariétaux

- Cellulose
- Hémicellulose
- Substances pectiques
- (*Lignine*) (non digestible)

Les Glucides cytoplasmiques : aspects chimiques

Glucide	Constituants
• Sucres	
Monosaccharides	Glucose, Fructose, ...
Disaccharides	Saccharose, Lactose, (maltose), ...
• Amidon	
Amylose (20-30%)	Glucose (liaisons α 1-4)
Amylopectine	Glucose (liaisons α 1-4 et ramifications α 1-6)

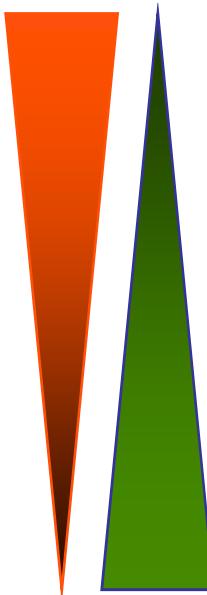
Les Glucides cytoplasmiques (suite) : aspects chimiques

Glucide	Constituants
• Oligopolysaccharides 3 ou 4 oses	
Fructo-oligosaccharides (FOS)	fructose + oses
Manno-oligosaccharides (MOS)	mannose + oses
• Gommes (secrétée ou exsudée (acacia) ou dans graine (caroube, guar) = polyolosides plus ou moins ramifiés	
ex. Gomme de caroube ou Gomme Guar	polymannose li. β 1-4 + 1 galactose tous les 5 ou 6 mannoses
• Mucilages (extraits d 'algues marines)	
Carraghénates	chaînes de galactoses plus ou moins substitués
Alginates (algues brunes)	polyuronides (ac. mannuronique ou guluronique)

Les Glucides pariétaux : aspects chimiques

Plante

Jeune



Agée

Glucide

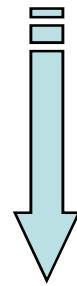
Constituants

- | | |
|------------------|--|
| • Pectines | Ac. galacturoniques (liaisons α), oses |
| • Hémicelluloses | Divers oses (liaisons β) |
| • Cellulose | Glucose (pl. 1000, liaisons β) |
| • Lignine | Composés phénoliques |
| | (liaisons chim. avec hémicelluloses) |
| | (liaisons phys. avec cellulose) |

Les Fibres Alimentaires

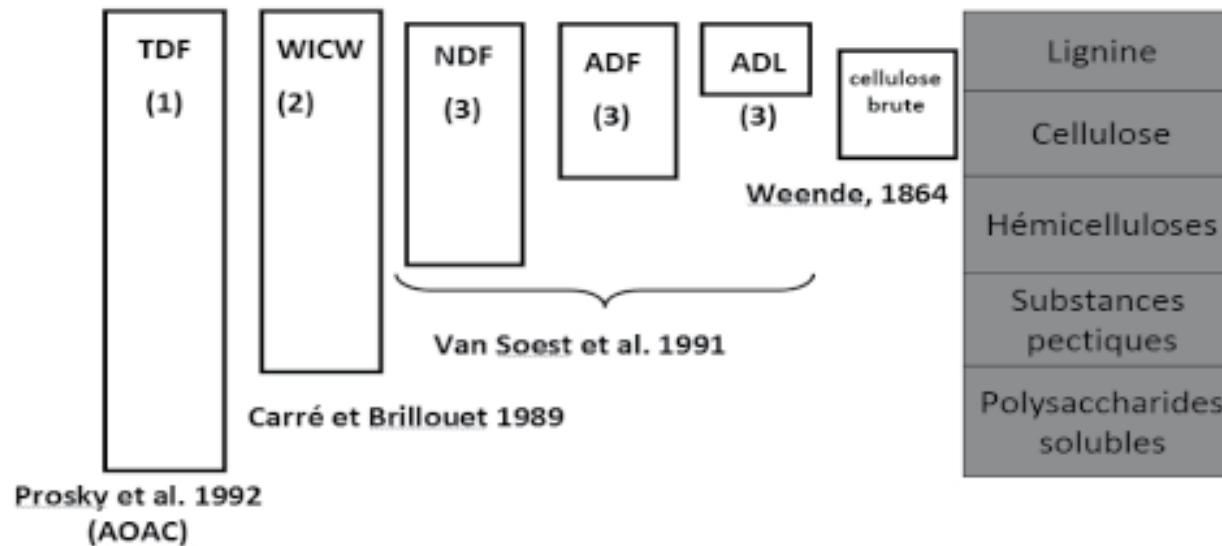
Quel concept pour quelle définition ?

Cellulose brute \neq **Fibre soluble**
Fibre insoluble



cellulose vraie → chimique
cellulose brute → analytique
cellulose → langage courant : fibres, glucides pariétaux...

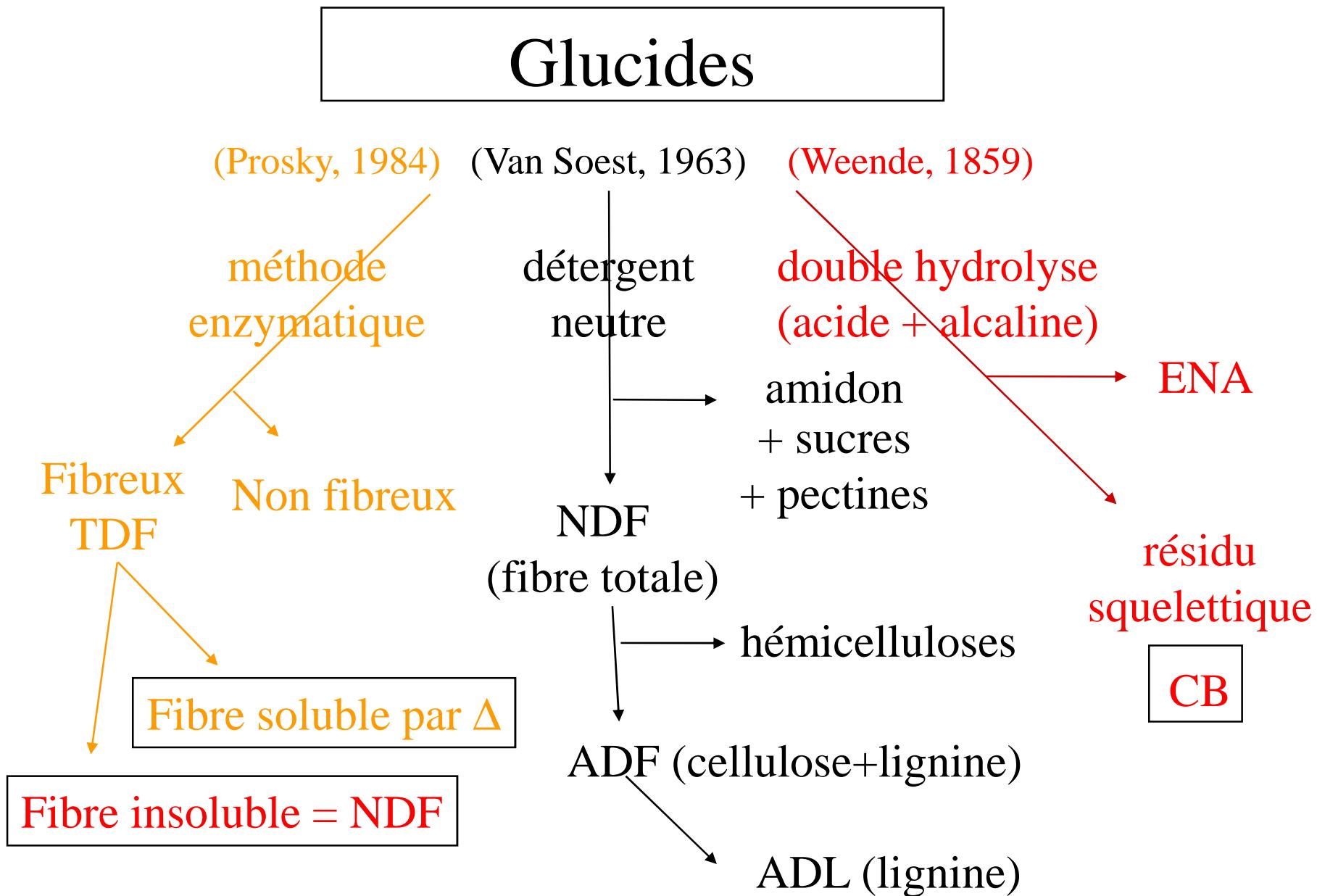
Les différents dosages des fibres: (Gidenne, 1996)



Les différents dosages des fibres (Gidenne, 1996)

TDF: Total Dietary Fiber; WICW :Water Insoluble CellWall; NDF: Neutral Detergent Fiber; ADF :Acid Detergent Fiber; ADL : Acid Detergent Lignin

Cellulose brute / Fibres solubles et insolubles



Les fibres alimentaires

Glucides non fibreux (amidon, sucres)

Glucides fibreux

□ Lignine

□ Cellulose

□ Hémicelluloses

□ Pectines

Fibre insoluble

Fibre soluble



cellulose vraie

cellulose brute

cellulose

→ chimique

→ analytique

→ langage courant : fibres, glucides pariétaux...

Les Glucides en Alimentation Animale : l'utilisation courante des nomenclatures est fonction des espèces

Chez les Ruminants et les Monogastriques herbivores, on utilise plus volontiers :

- cellulose brute
- NDF / ADF

Chez les Monogastriques non herbivores :

- Fibre alimentaire soluble et insoluble
- MAIS Cellulose Brute est LA mention légale

Les matières azotées

4– 1) Les constituants de l'aliment

❑ Plusieurs familles

- o MA protidiques :
 - AA, peptides, protéines
- o MA non protidiques (sans AA)
 - Amines, amides
 - NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+
 - Bases azotées

Les matières azotées

4 – 1) Les constituants de l'aliment

□ Rôles des matières azotées

1 g protides  5,65 kcal

- Matériaux de construction des cellules animales :
 - Renouvellement et accroissement
 - Productions (lait, fœtus, laine, muscle)
- MA non protéiques utilisés seulement par microorganismes
- Si excès, AA dégradés en urée

Matières azotées alimentaires : classification

Critères

Analyse globale

MAT

MA protéiques

ANP

Analyse biochimique

Protéines

Peptides
Acides aminés

Amines
Urée

Analyse physico-chimique

MA insolubles

MA solubles

Biologique
(Réticulo-Rumen)

MA non
dégradables

MA dégradables
(MA fermentescibles → NH₃)

Dans l'intestin

MA Microbiennes

Indigest. PDIA

Les lipides

4 – 1) Les constituants de l'aliment

□ 2 types de classification

o Selon leur taille

- C2 à C4 : Acides Gras courts (volatils)
- C6 à C14 : AG moyens
- C16 à C22 : AG longs

o Selon leur saturation

- Sans doubles liaisons : AG saturés
- Avec une ou plusieurs doubles liaisons : AG insaturés;
dont certains "essentiels" :
 - C18:1 ↗ ac oléique,
 - C18:2 ↗ ac linoléique,
 - C18:3 ↗ ac linolénique

Les lipides

4 – 1) Les constituants de l'aliment

□Rôles des lipides

- Fournissent énergie
1 g de lipides ↗ 9,3 Kcal
- Monogastriques : lipides parfois ajoutés pour augmenter [énergie]
- Ruminants : aliments pauvres en MG

Prédiction de la valeur des aliments

4 – 2) Prédiction de la valeur des aliments

□ Pour un **aliment**, il faut connaître :

- Sa composition chimique :
 - ✚ Sa moyenne
 - ✚ Sa variabilité
 - Ses facteurs de variation
 - Ses facteurs antinutritionnels
- ↳ VALEUR NUTRITIVE

□ Pour un **animal**, il faut connaître :

- Ses intolérances alimentaires
- ↳ BESOINS NUTRITIFS

Prédiction de la valeur des aliments

4 – 2) Prédiction de la valeur des aliments

□ Valeur Nutritive de l'aliment reliée aux quantités ingérées

☞ VALEUR ALIMENTAIRE

□ Besoins Nutritifs de l'animal reliés à sa Capacité d'Ingestion

☞ BESOINS ALIMENTAIRES

□ Objectif :

valeur alimentaire = besoins alimentaires

Analyse fourragère

4 – 2) Prédiction de la valeur des aliments

- Objectif : prévoir la VALEUR NUTRITIVE des MP
- Critères d'utilisation d'une méthode d'analyse :
 - Simple
 - Répétable (intra-labo)
 - Reproductible (inter-labo)
 - Précise
 - Peu onéreuse
 - Approuvée officiellement (normes AFNOR)

Analyse fourragère

4 – 2) Prédiction de la valeur des aliments

□ Teneur en eau (AFNOR NF V18-109)

- Déshydratation ou dessication \Rightarrow MS
 - Concentrés : hum < 15%
 - Fourrages : hum > 20% :

□ Cendres

- Calcination \Rightarrow MM = MS-MO

□ Kjeldhal

- Dosage N total \Rightarrow MAT = N x 6,25

□ Extrait Éthéré

- Extraction par un solvant \Rightarrow MG
 - Contient aussi les pigments
 - Coûteux

Analyse fourragère

4 – 2) Prédition de la valeur des aliments

□ Parois

o Méthode de Weende

- ✚ Résidu après double hydrolyse \Rightarrow Cellulose Brute (CB)
- ✚ Universelle et historique
- ✚ Mais controversée

o Méthode de Van Soest

- ↳ NDF (*Neutral Detergent Fiber*) : parois
- ↳ ADF (*Acid Detergent Fiber*) : cellulose + lignine
- ↳ ADL (*Lignine Van Soest*) : lignine

Analyse fourragère

4 – 2) Prédition de la valeur des aliments

□ Extractif non azoté (ENA)

- o ENA = MO – MAT – CB – MG
- o Pas de signification nutritionnelle : glucides intracellulaires + constituants pariétaux

□ Spectroscopie Proche Infra Rouge (SPIR)

- o Interaction lumière-eau
- o Rapide et peu onéreuse
- o En développement

5ème point : Unités pratiques d'alimentation

5 – 1) Cahiers des charges des unités

- Au fil des siècles , les hiérarchies réalisées entre les valeurs nutritives des aliments ont été affinées et ont débouché sur la création des systèmes d'unités d'alimentation animale
- Essentiels pour raisonner rationnellement l'alimentation
- Création d'unités d'alimentation pour s'assurer que les différents éléments nutritifs sont apportés en quantité suffisante pour couvrir le besoin et extérioriser le potentiel de l'animal.

Unités pratiques d'alimentation

5– 1) Cahiers des charges des unités

- **Caractéristiques d'une unité pratique d'alimentation : 7 principes ou caractéristiques**

1-Chaque unité doit être Spécifique d'une composante nutritive identifiée comme facteur limitant

Notion de facteur limitant

5– 1) Cahiers des charges des unités

- Potentiel (génétique) de l'animal
- Écart observé du à un ou plusieurs facteurs limitants de la production
 - FLP : Facteur Limitant Primaire
 - FLS : " " Secondaire
- En corrigeant FLP, on découvre FLS
- Exemples de FLP :
 - Énergie alimentaire consommée
 - Qualité de l'apport azoté : équilibre entre AA
 - Minéraux et vitamines

Unités pratiques d'alimentation

5– 1) Cahiers des charges des unités

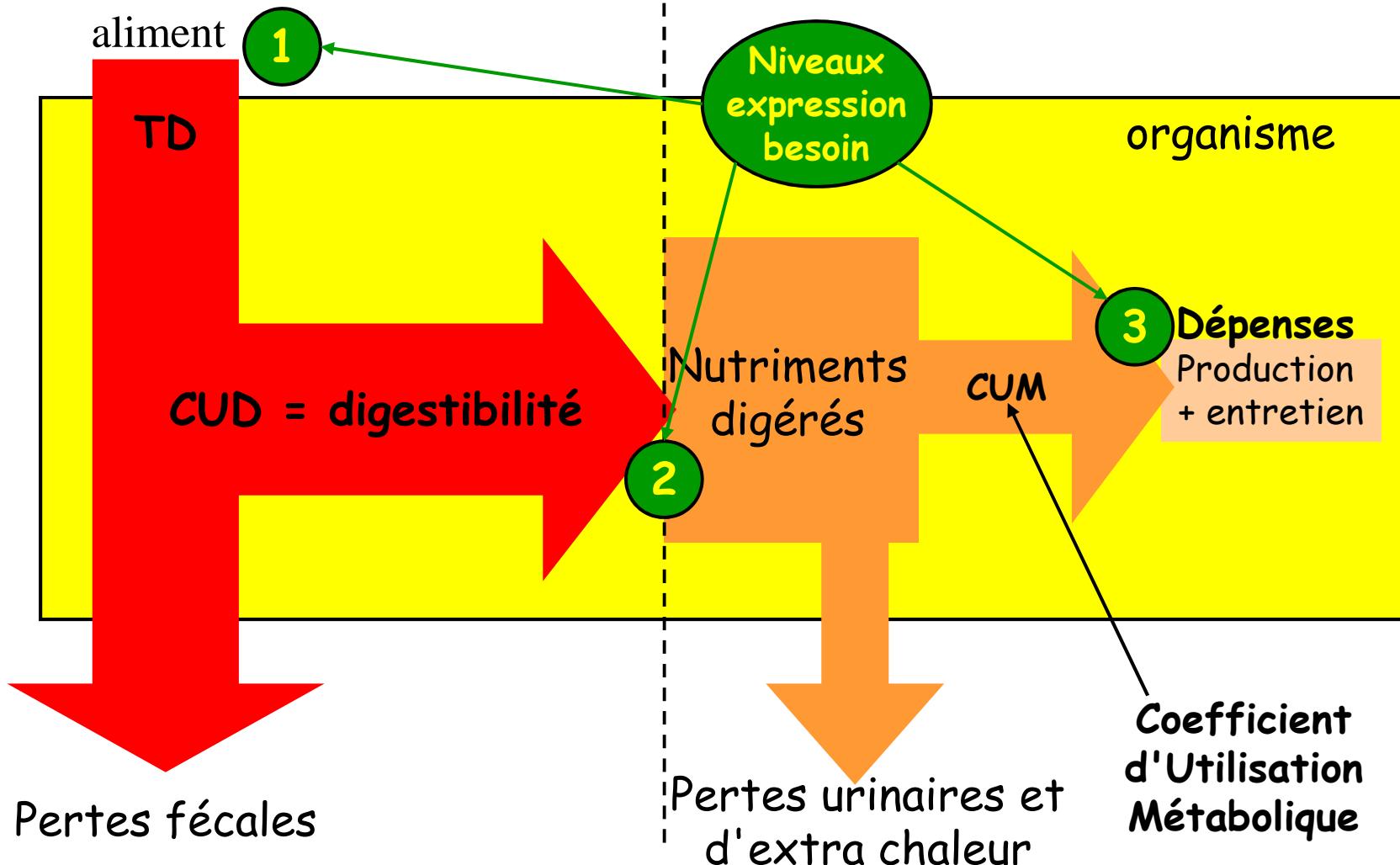
□ **Caractéristiques d'une unité pratique d'alimentation : 7 principes ou caractéristiques**

- 2- Chaque unité traduit un flux à un niveau donné de son utilisation par l'animal (l'endroit où ce flux de référence est apprécié diffère selon la composante nutritive)
 - quantité ingérée pour les Minéraux
 - flux d'AA absorbé à travers la paroi intestinale
 - la dépense nette pour l'entretien et la production (énergie)

Les différents niveaux d'expressions

5 – 1) Cahiers des charges des unités

1ère phase \equiv digestion 2ème phase \equiv métabolisme



Unités pratiques d'alimentation

5 – 1) Cahiers des charges des unités

□ *Caractéristiques d'une unité pratique d'alimentation :*

3- Exprime les besoins (alimentaires ou nutritifs) et les valeurs alimentaires ou nutritive des aliments.

(alimentaire : intègre les paramètres liés à l'ingestion : ingestibilité et CI)

4- Additive (combinaison et substitution)

5- Fiable et précise

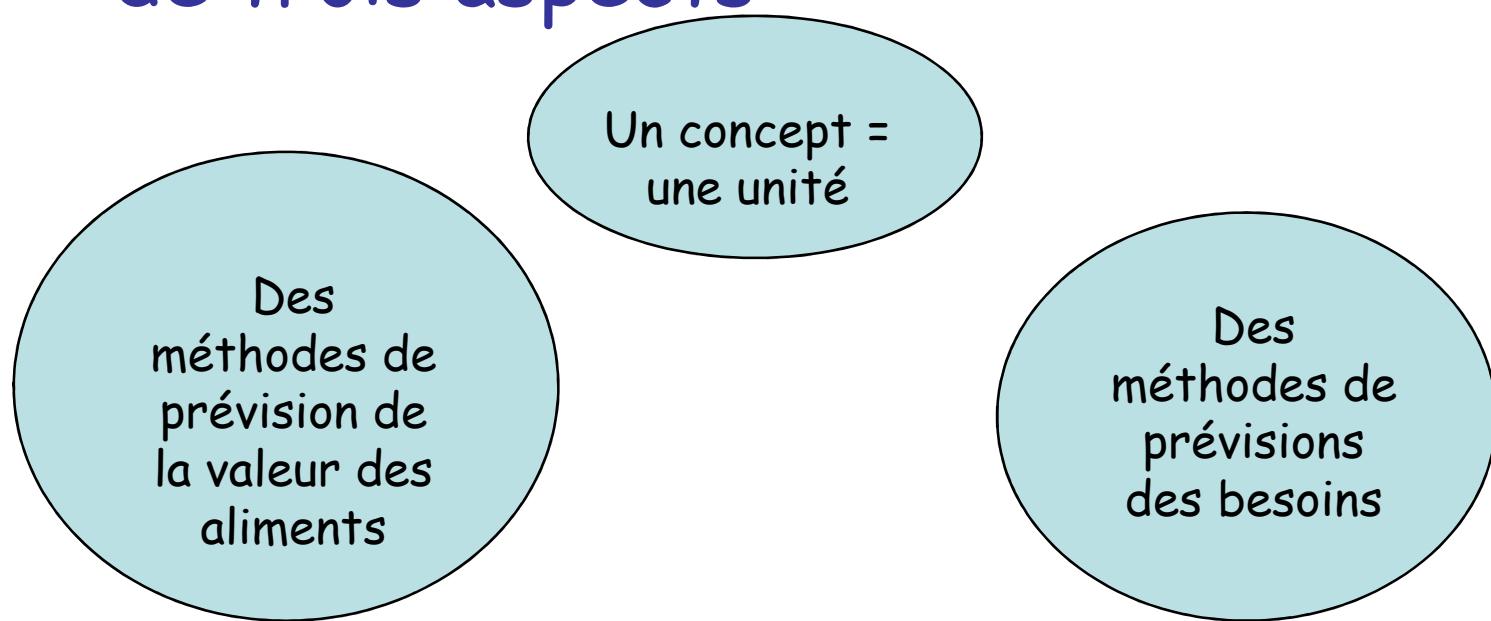
6-Évulsive : intégration aisée de nouvelles connaissances

7-Simple à obtenir et peu coûteuse

Unités pratiques d'alimentation

5 – 2) Mise en œuvre des systèmes d'unités d'alimentation

□ **Un système d'unité s'articule autour de trois aspects :**



Unités pratiques d'alimentation

5 – 2) Mise en œuvre des systèmes d'unités d'alimentation

- **La prévision de la valeur alimentaire:**
 - Ingestibilité
 - Valeur nutritive (concentration /kg de MS)
- **La détermination des besoins :**
 - CI
 - Besoins nutritifs
- **Dans les mêmes unités**

Unités pratiques d'alimentation

5 – 2) Mise en œuvre des systèmes d'unités d'alimentation

- Ruminants :
 - NRJ : UFL, UFV
 - Protéines: g de PDI (A, N , E)
 - AADI, P et Ca absorbé
- Porc:
 - NRJ : MJ d'EN ou Kcal d'ED
 - Protéines: g MAT/kg d'aliment et AA digestibles (DIA ou DIS), P dig

Unités pratiques d'alimentation

5 – 2) Mise en œuvre des systèmes d'unités d'alimentation

- Volailles:
 - NRJ : MJ ou Kcal d'EM
 - Protéines: g MAT/kg d'aliment et AA digestibles (DV)
 - P disponible

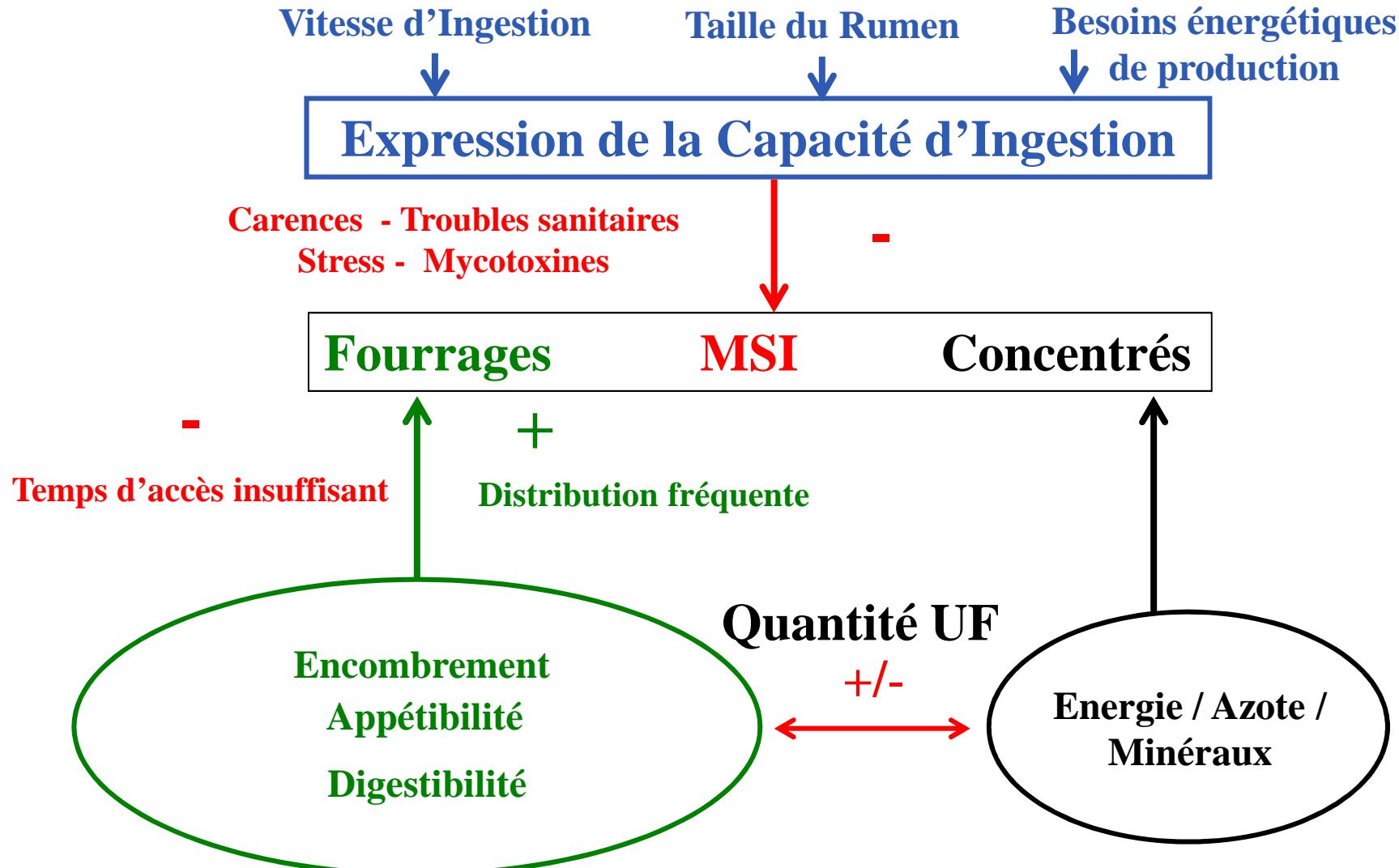
Conclusion

Construction de systèmes d'unités pour l'alimentation animale nécessite donc :

- **Bases en physiologie digestive**
- **Analyses fines des besoins des animaux**
- **Analyses fines des composition des MP**
- **Estimation de la valeur nutritive des MP.**

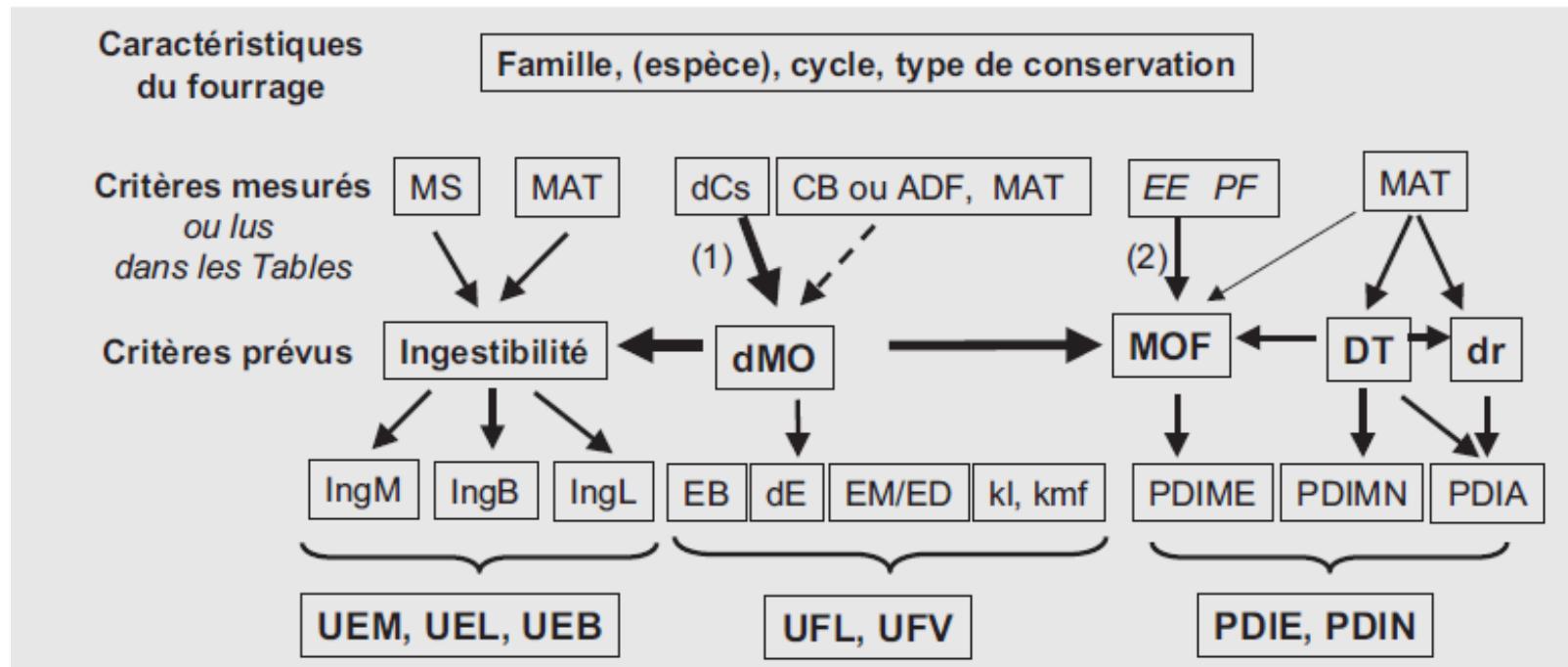
Chapitre suivant : Comment estimer les besoins des animaux et la valeur nutritive des MP ?

Facteurs de variation



Les valeurs des Fourrages

De la valeur chimique à la valeur nutritionnelle



+ Glucides ruminaux
+ Azote ruminal
+ Valeur de structure

