

Alimentation des animaux d'élevage

2A – UE *Analyses des conduites d'élevage*

Cours 1(/6) en Amphi – 3 TD

Eric BERTRAND, eric.bertrand@eleveursdessavoie.fr



Analyse des conduites d'élevage



Analyse des conduites d'élevage

Facteurs d'influences

Animal

Pratiques

Environnement

Alimentation

Santé

Reproduction

Génétique

Pilotage

Performances :
Croissance, reproduction, production

Analyse des conduites d'élevage

Facteurs d'influences

Animal

Pratiques

Environnement

Cours de S Caveret
Physiologie de la digestion
nutrition

Alimentation

Santé

Reproduction

Génétique

Pilotage

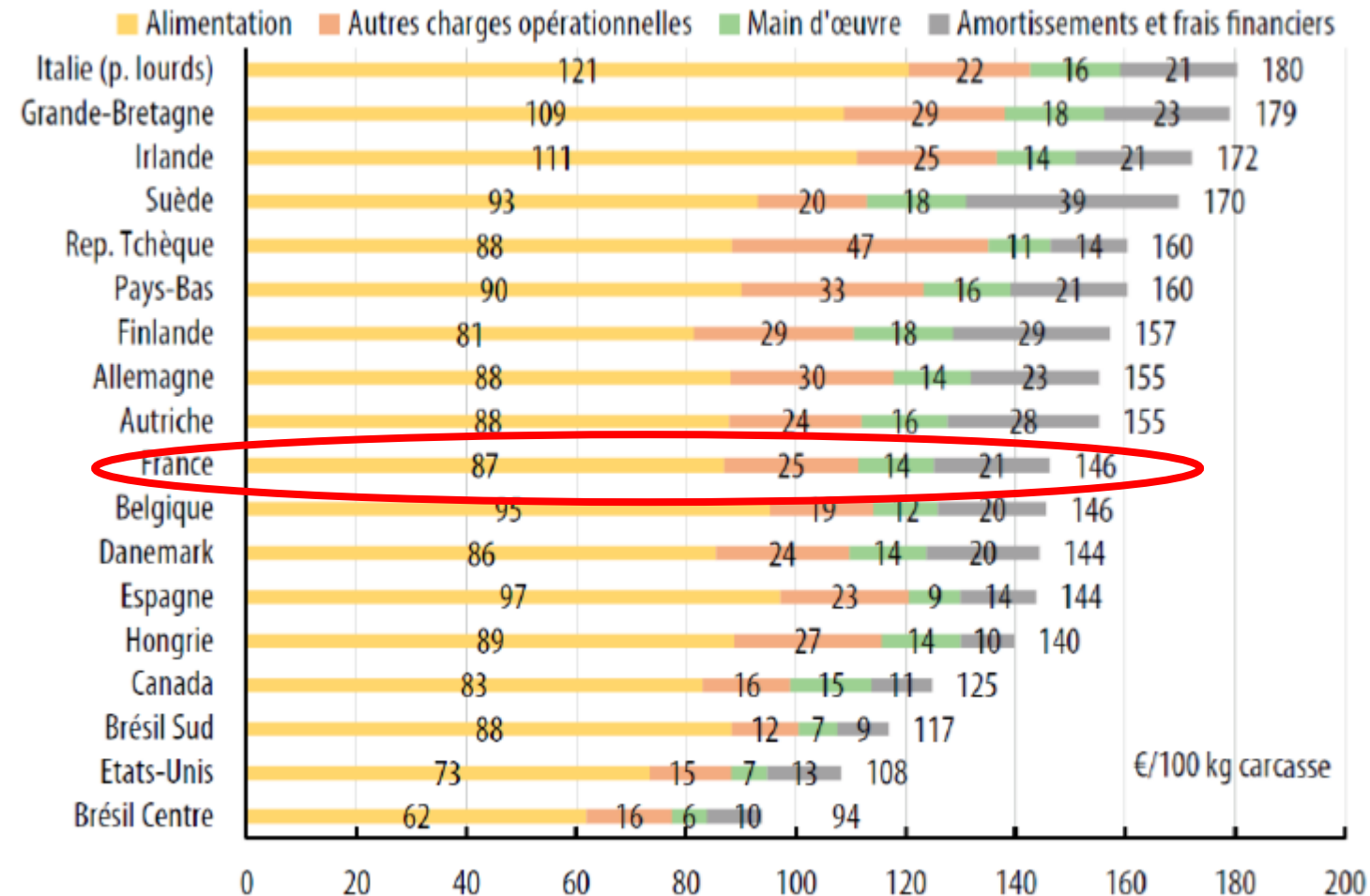
Performances :
Croissance, reproduction, production

Importance de l'alimentation



• Economique

Structure du coût de revient du porc en 2015



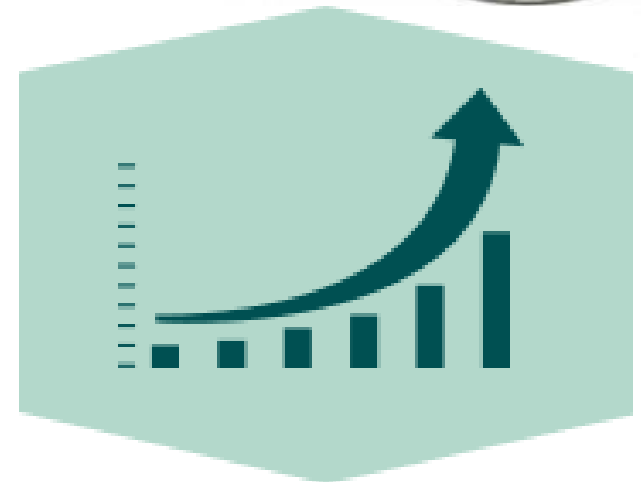
Alimentation (€/ 100 kg de carcasse)	Charges totales (€/ 100 kg de carcasse)	
121	180	67%
109	179	61%
111	172	65%
93	170	55%
88	160	55%
90	160	56%
81	157	52%
88	155	57%
88	155	57%
87	146	60%
95	146	65%
86	144	60%
97	144	67%
89	140	64%
83	125	66%
88	117	75%
73	108	68%
62	94	66%

- Exemple en porcs
- Exemple en volaille



Cf TD performance

- La conduite de l'alimentation, un levier :
 - Pour réduire le coût de revient d'1kg de viande ou de lait
 - Pour augmenter les performances d'un animal ou d'un lot



- Qualité des produits

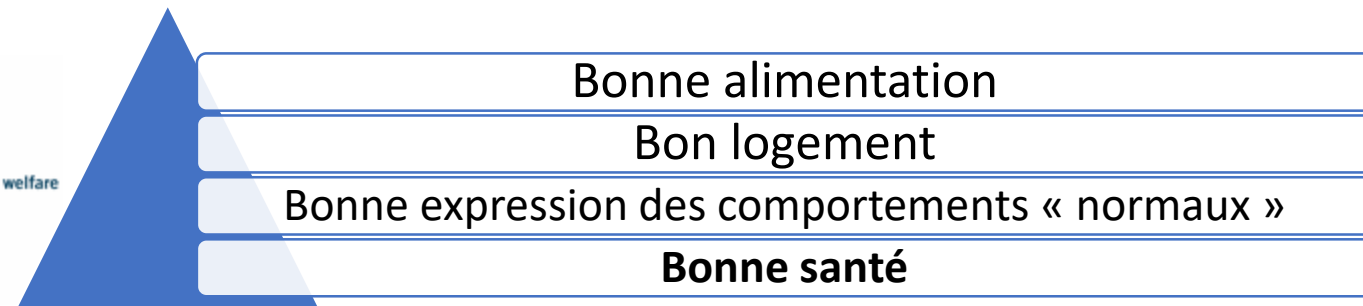
- Production laitière / production de viande, d'œufs
- Sécurité alimentaire des produits finis : vigilance en alimentation animale, excréments porteurs de pathogènes

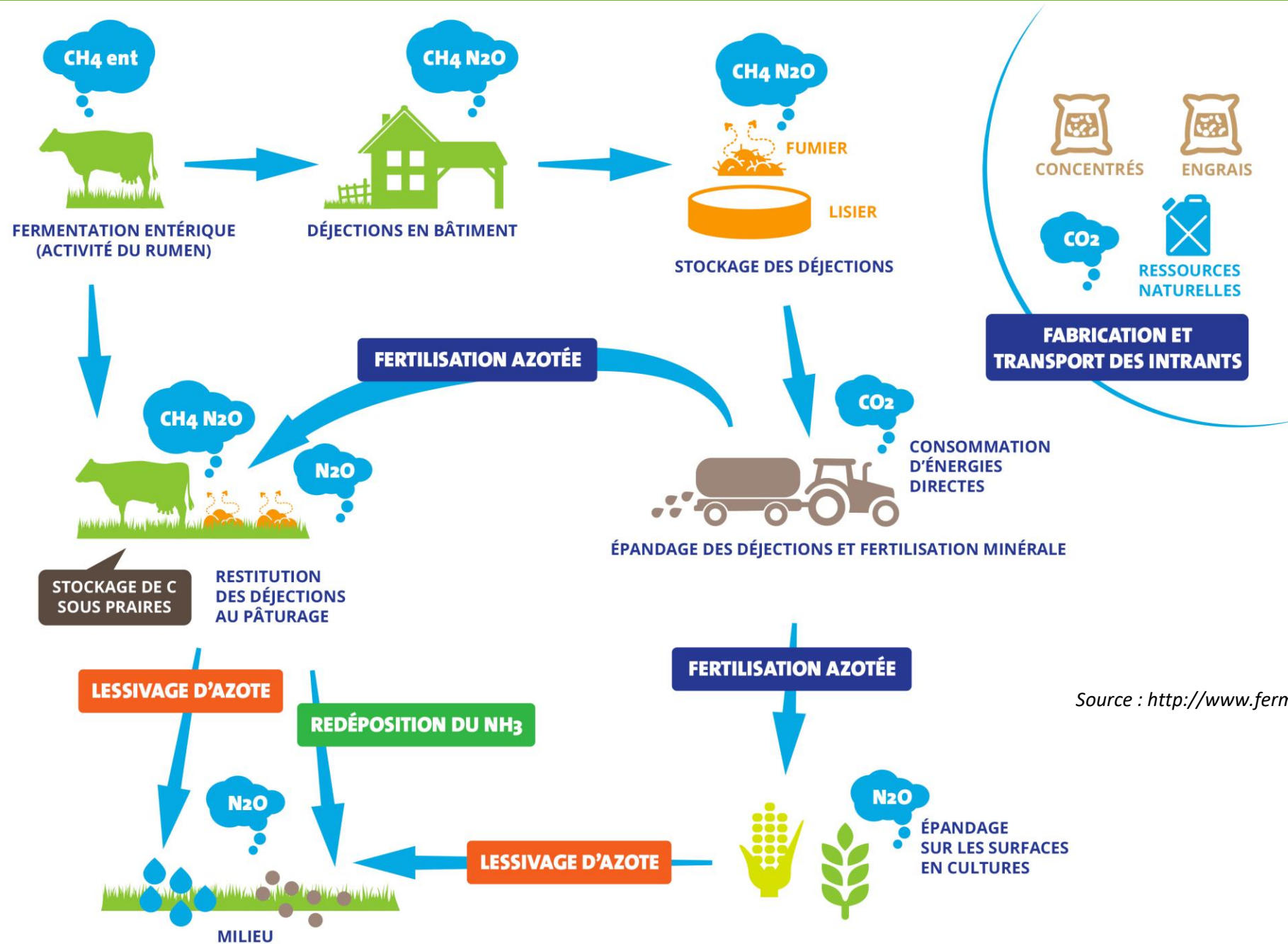


- Santé

- Limiter les risques métaboliques de types acidose, cétose, alcalose

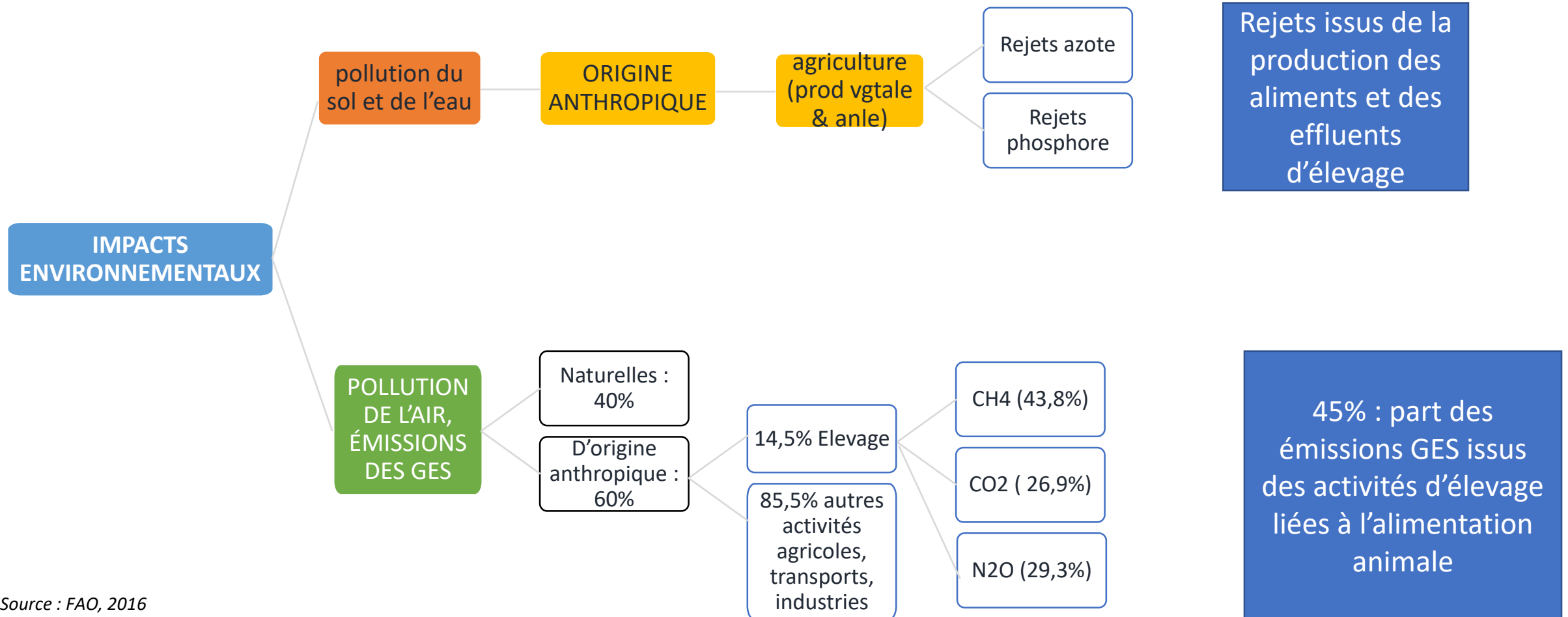
- Bien-être



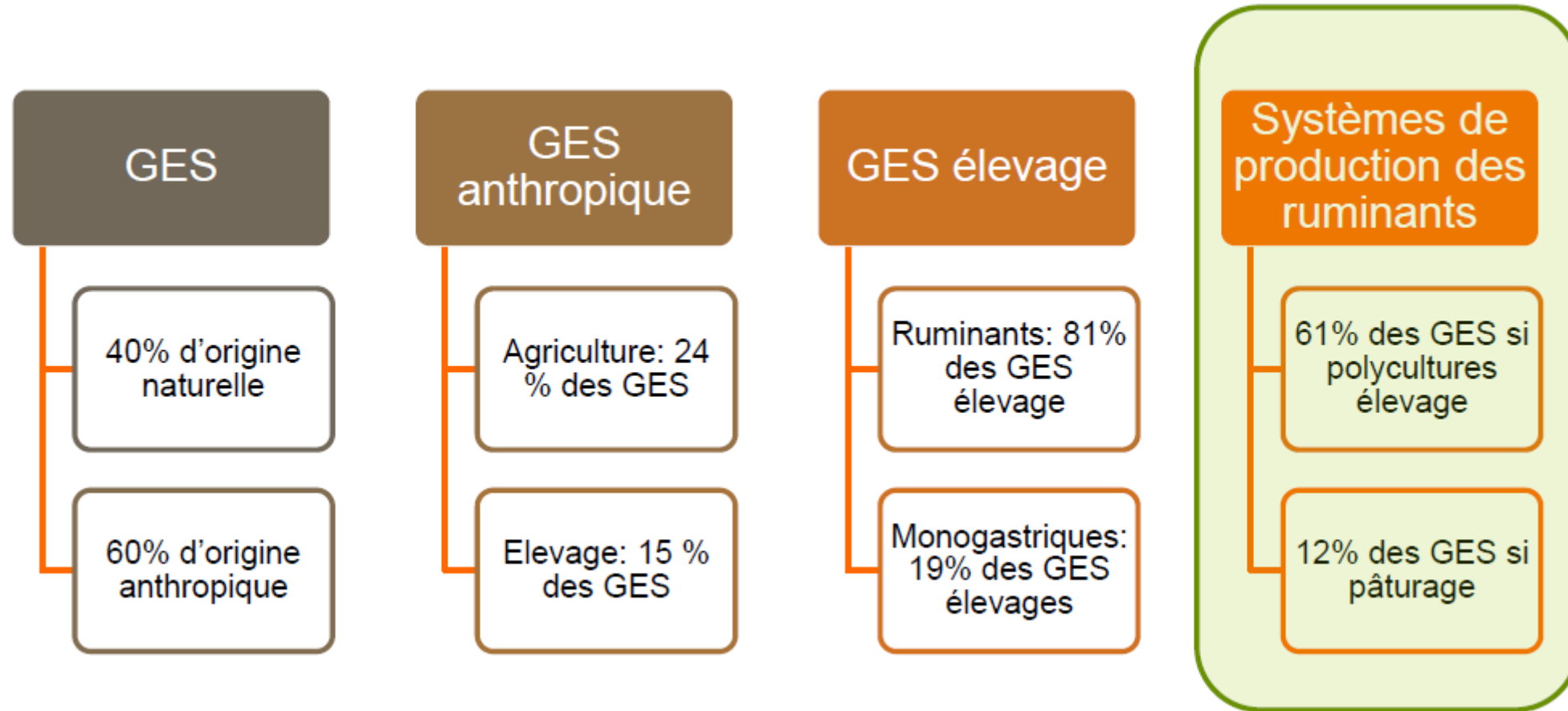


Source : <http://www.ferme-laitiere-bas-carbone.fr>

Piloter l'alimentation = un des leviers permettant de réduire les impacts environnementaux de l'élevage.



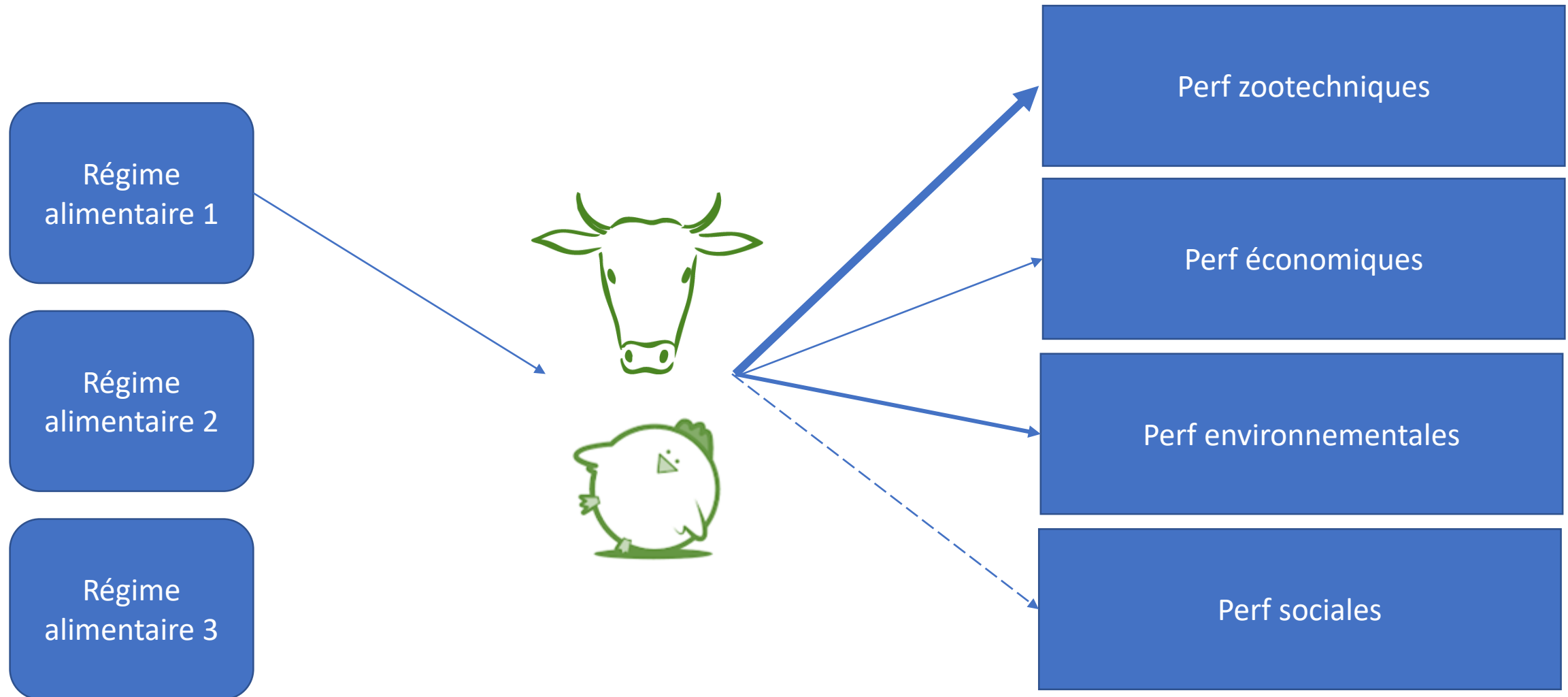
- Exemple des émissions de GES



Réponses à l'alimentation

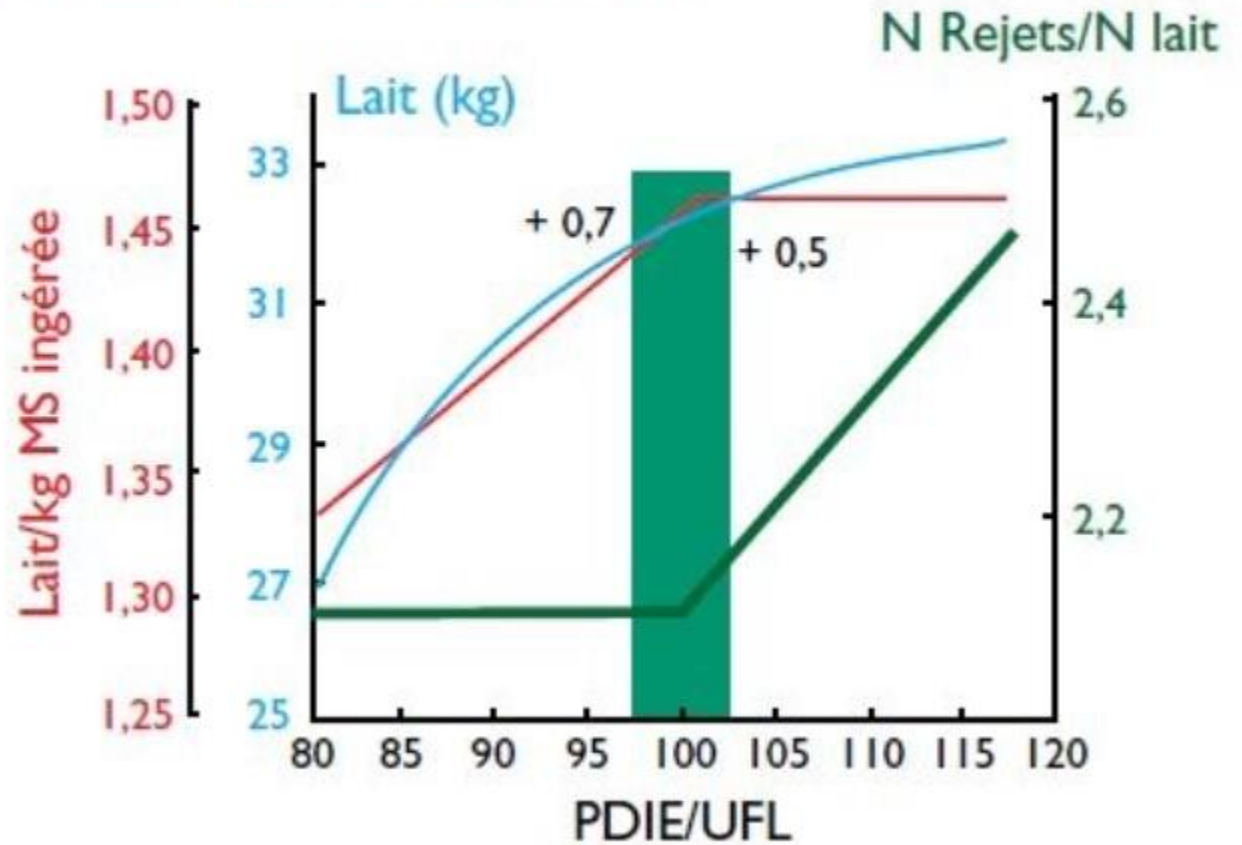


- Réponses à l'alimentation



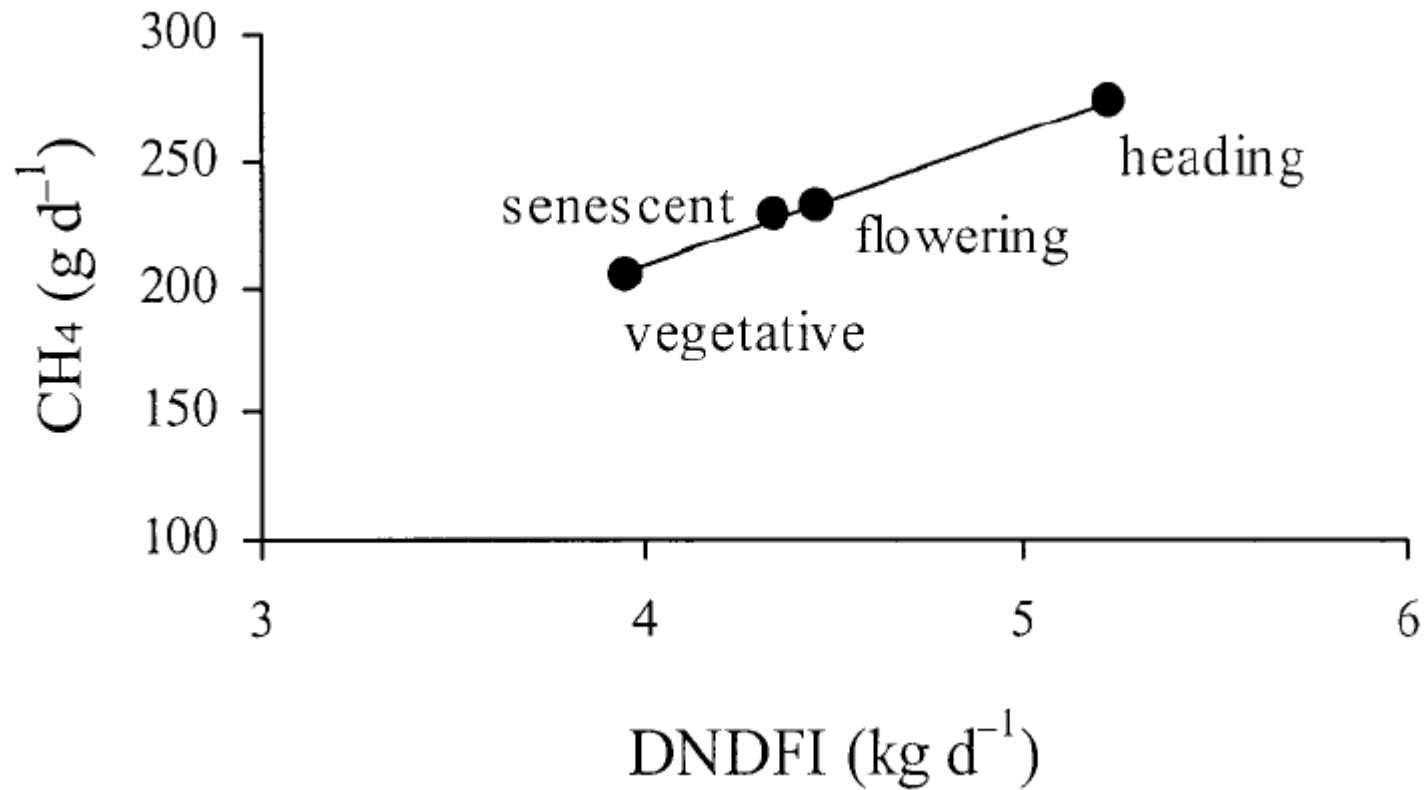
- Energie dans la ration et...
 - Ingestion
 - Quantité de lait
 - Qualité du lait

Figure I : Loi de réponse aux variations de la teneur en PDIE/UFL de la ration - (Vérité, Delaby, 1998)

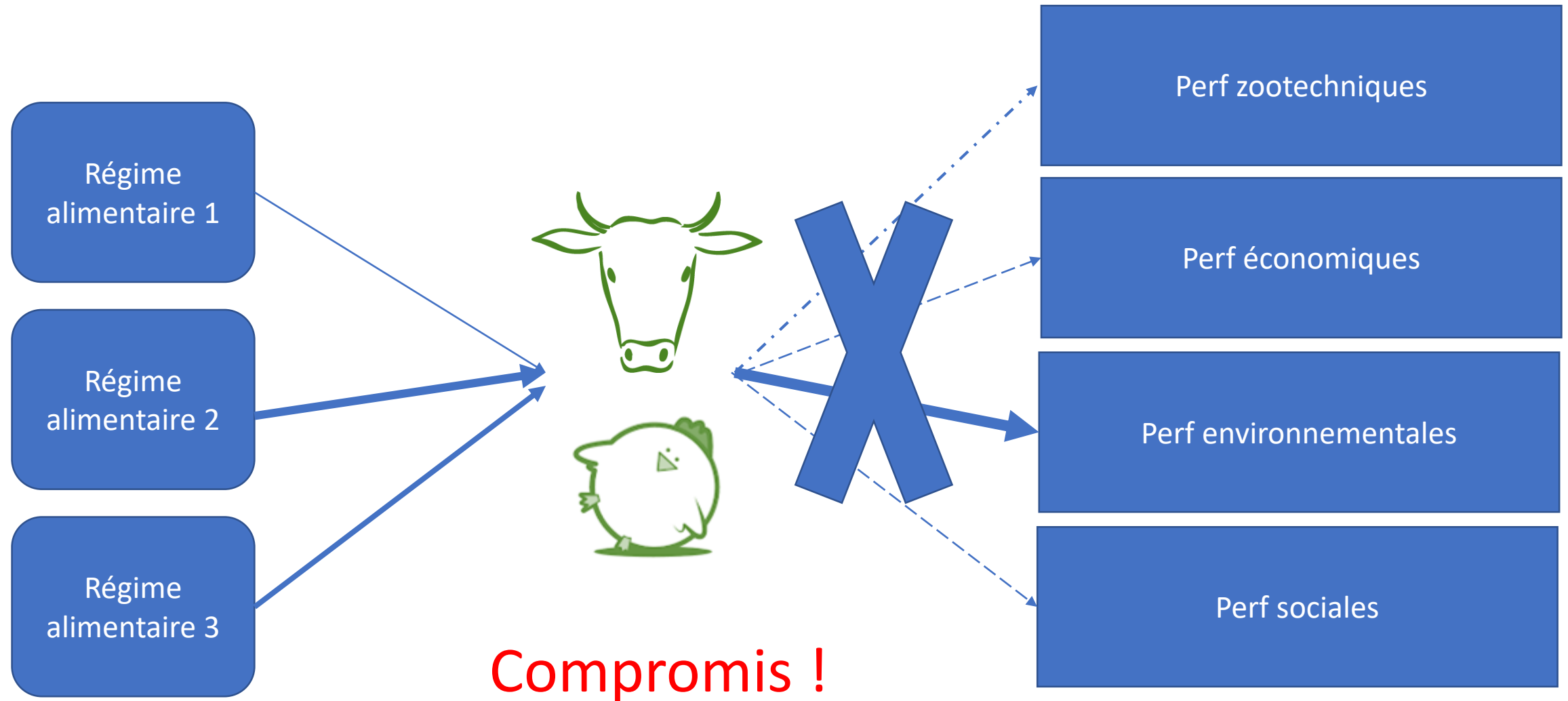


Faverdin AFTAA 25/11/04

- Fibres et émissions de CH₄



- Réponses à l'alimentation

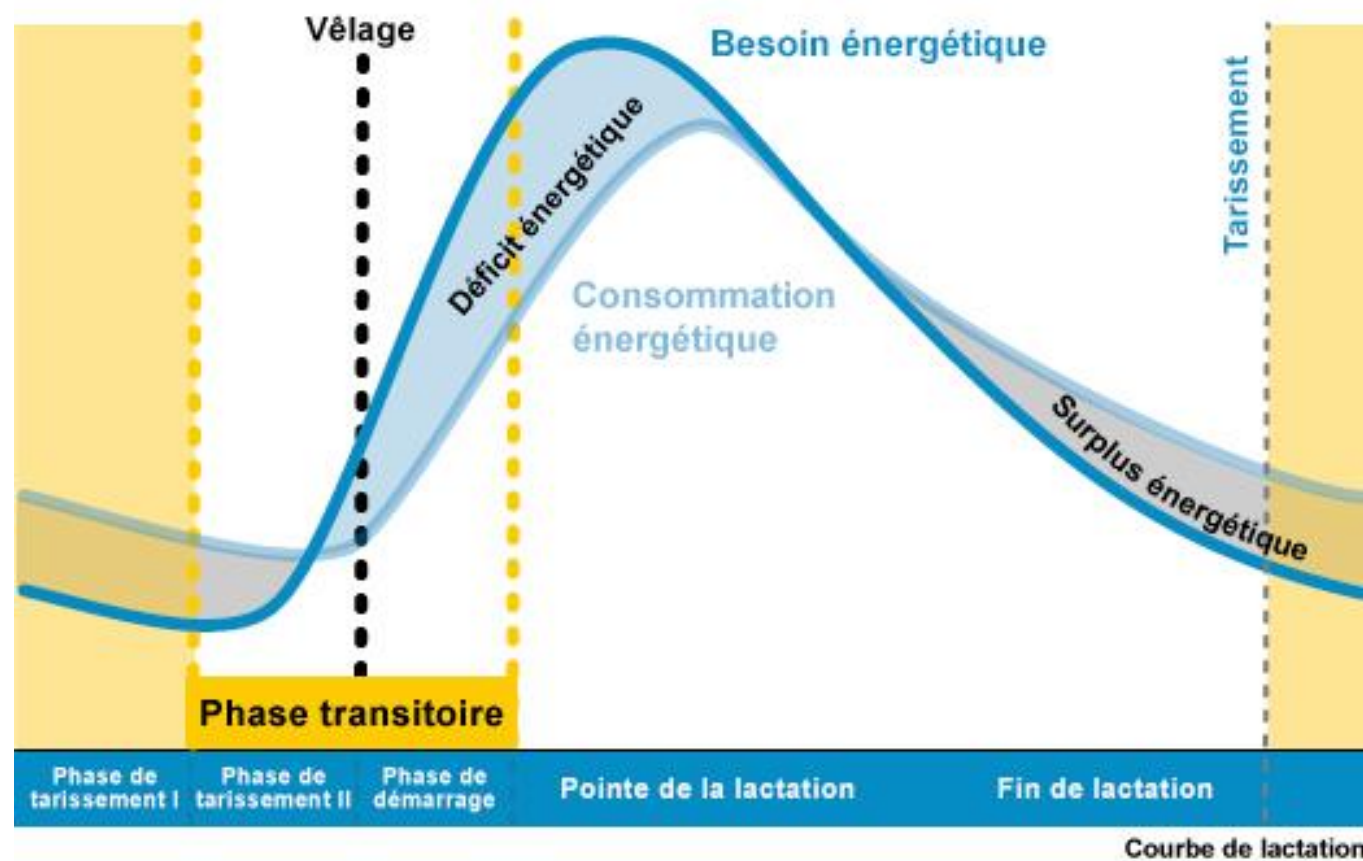


Notre cheminement...

1. Bilan de rations : ruminants et monogastriques
2. Bilan d'alimentation
3. Impacts environnementaux



- Couvrir les besoins nutritionnels correspondant à un objectif de production...
 - Equilibrer apports/besoins
 - Optimum ?
 - Moindre coût ?
 - Maximiser les fourrages ?
- Connaitre et contrôler l'impact de l'alimentation sur :
 - Qualité/sécurité des produits
 - Environnement
 - Bien être, santé



- Pratiques de distribution
- Pratiques d'allotements
- Critères d'évaluation de l'équilibre alimentaire (autre que les valeurs nutritives)
 - Observation des animaux : comportement, NEC, NEF
 - Niveau de performances
 - Rejets



Connaissance des aliments

- Types d'aliment
 - Fourrages
 - Concentrés
 - Simple MP
 - Composés ou formulés (fournisseurs d'aliments)
- Valeur des aliments
 - Valeurs énergétiques
 - Valeurs azotées
 - Encombrement
 - absorption
- Digestibilité et ingestibilité
 - Composition chimique
 - Techniques de récolte & conservation



UF	PDI	UE	EN	EB
----	-----	----	----	----



- La valeur des aliments :

- Valeur nutritive
- Valeur économique

Digestibilité, disponibilité, dégradabilité



Tourteau de soja 48

Coproduit d'huilerie obtenu par pression, extraction au solvant et traitement thermique de graines de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) avec réincorporation partielle des coques. « 48 » indique que la teneur garantie en protéines + matières grasses est de 48 % sur brut (N = 10409).

Tourteaux de soja extrudé et de soja tanné pour les ruminants : voir page 281.

Toutes les valeurs sont exprimées par rapport au produit brut sauf indication contraire.

Composition élémentaire			Acides gras		
	Moy	ET		% AG	g/kg
Matière sèche (%)	87,8	0,6	Acide myristique C14:0	0,1	0,0
Protéines brutes (%)	45,3	1,0	Acide palmitique C16:0	10,5	1,5
Cellulose brute (%)	6,0	0,5	Acide palmitoléique C16:1	0,2	0,0
Matières grasses brutes (%)	1,9	0,4	Acide stéarique C18:0	3,8	0,5
Cendres brutes (%)	6,4	0,5	Acide oléique C18:1	21,7	3,0
Cendres insolubles (%)	0,3	0,3	Acide linoléique C18:2	53,1	7,4
NDF (%)	12,2	1,7	Acide linoléique C18:3	7,4	1,0
ADF (%)	7,3	1,9	AG totaux /		
ADL (%)	0,7	0,4	matières grasses (%)	75	
Parois végétales (%)	19,1	2,3			
Amidon (%)	0,0				
Sucres totaux (%)	8,3	1,1			
Énergie brute (kcal/kg)	4130	130			

Minéraux			Vitamines		
	Moy	ET		Moy	
Calcium (g/kg)	3,4	0,9	Vitamine E (mg/kg)	4	
Phosphore (g/kg)	6,2	0,5	Vitamine B1 - Thiamine (mg/kg)	6	
P phytique / P total (%)	60		Vitamine B2 - Riboflavine (mg/kg)	3	
Magnésium (g/kg)	2,9	0,3	Vitamine B6 - Pyridoxine (mg/kg)	6	
Potassium (g/kg)	21,1	1,5	Niacine (mg/kg)	39	
Sodium (g/kg)	0,3	0,5	Acide pantothénique (mg/kg)	16	
Chlore (g/kg)	0,5	0,9	Acide folique (mg/kg)	0,59	
Soufre (g/kg)	4,0		Biotine (mg/kg)	0,27	
Bilan cations-anions (mEq/kg)	289		Choline (mg/kg)	2545	
Bilan électrolytique (mEq/kg)	539				
Manganèse (mg/kg)	38	11			
Zinc (mg/kg)	47	8			
Cuivre (mg/kg)	18	7			
Fer (mg/kg)	283	145			
Sélénium (mg/kg)	0,20				
Cobalt (mg/kg)	0,26				
Molybdène (mg/kg)	4				
Iode (mg/kg)	0,15				

Autres	
Activité phytasique (UI/kg)	Moy 20

Porcs		Croissance		Truie	
ED (kcal/kg)		3520		3730	
EM (kcal/kg)		3210		3370	
EN (kcal/kg)		1940		2090	
dE (%)		85		90	
dMO (%)		86		91	
dN (%)		87		90	
dNIS (%)			88		
dMG (%)			36		
dP (%)			32		
Ruminants					
UFL (par kg)			1,06		
UFV (par kg)			1,05		
PDIA (g/kg)			177		
PDIN (g/kg)			331		
PDIE (g/kg)			229		
EM (kcal/kg)			2840		
dE (%)			92		
dMO (%)			92		
dN (%)			80		
dr (%)			95		
dAG (%)			66		
P absorbé (g/kg)			4,4		
Dégradation ruminale	Azote	Amidon	MS		
DT (%)	63		67		
a (%)			26		
b (%)			71		
c (%/h)			8,0		

Volailles		
EMAn (kcal/kg)	Coq	Poulet
Disponibilité P (%)	2280	2230
		22
Chevaux		
UFC (par kg)	0,80	
MADC (g/kg)	407	
Lapins		
ED (kcal/kg)	3300	
EMn (kcal/kg)	2850	
dE (%)	80	
dN (%)	83	
Poissons		
ED (kcal/kg)	3100	
dE (%)	75	
dN (%)	86	
dN extrudé (%)	97	
dP (%)	26	

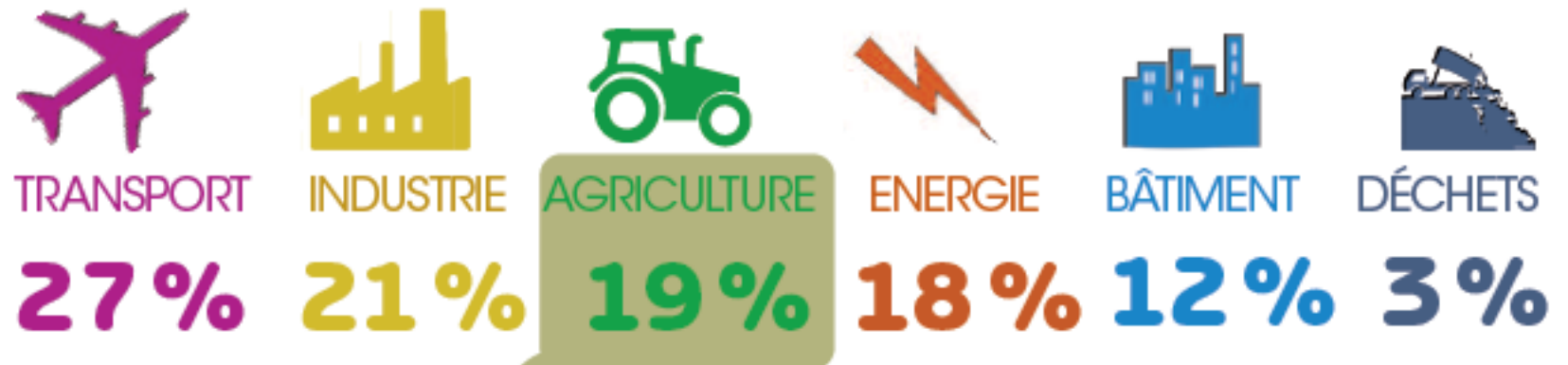
Acides aminés totaux et digestibilité des acides aminés									
Acides aminés	Totaux		Porcs				Volailles		Ruminants
			DIA	TDIA	DIS	TDIS	DV	TDV	AADI
	g/kg	% MAT	%	g/kg	%	g/kg	%	g/kg	% PDIE
LYS	27,8	6,1	87	24,2	90	24,9	91	25,3	6,9
THR	17,7	3,9	82	14,5	87	15,3	89	15,8	4,7
MET	6,4	1,4	88	5,7	92	5,9	91	5,8	1,5
CYS	6,7	1,5	82	5,5	86	5,8	86	5,7	
MET+CYS	13,1	2,9	85	11,1	89	11,6	88	11,5	
TRP	5,9	1,3	85	5,0	89	5,2			5,2
ILE	20,9	4,6	87	18,1	90	18,7	92	19,2	5,4
VAL	21,8	4,8	85	18,5	88	19,3	91	19,8	8,2
LEU	33,4	7,4	87	28,9	89	29,8	92	30,7	5,2
PHE	22,8	5,0	88	20,0	91	20,6	93	21,2	
TYR	15,1	3,3	88	13,4	92	13,9	93	14,0	
PHE+TYR	37,9	8,4	88	33,4	91	34,5	93	35,2	2,4
HIS	12,0	2,7	88	10,6	91	10,9	92	11,1	5,6
ARG	33,6	7,4	92	31,0	94	31,6	92	31,0	
ALA	19,9	4,4	82	16,2	86	17,1	89	17,6	
ASP	51,4	11,3	87	44,8	90	46,1	91	47,0	
GLU	80,8	17,8	88	71,2	90	72,8	94	76,1	
GLY	19,0	4,2	79	15,0	85	16,0	85	16,1	
SER	22,8	5,0	86	19,6	89	20,3	92	21,0	
PRO	22,4	4,9	87	19,5	90	20,1	93	20,8	

Connaissance des aliments...

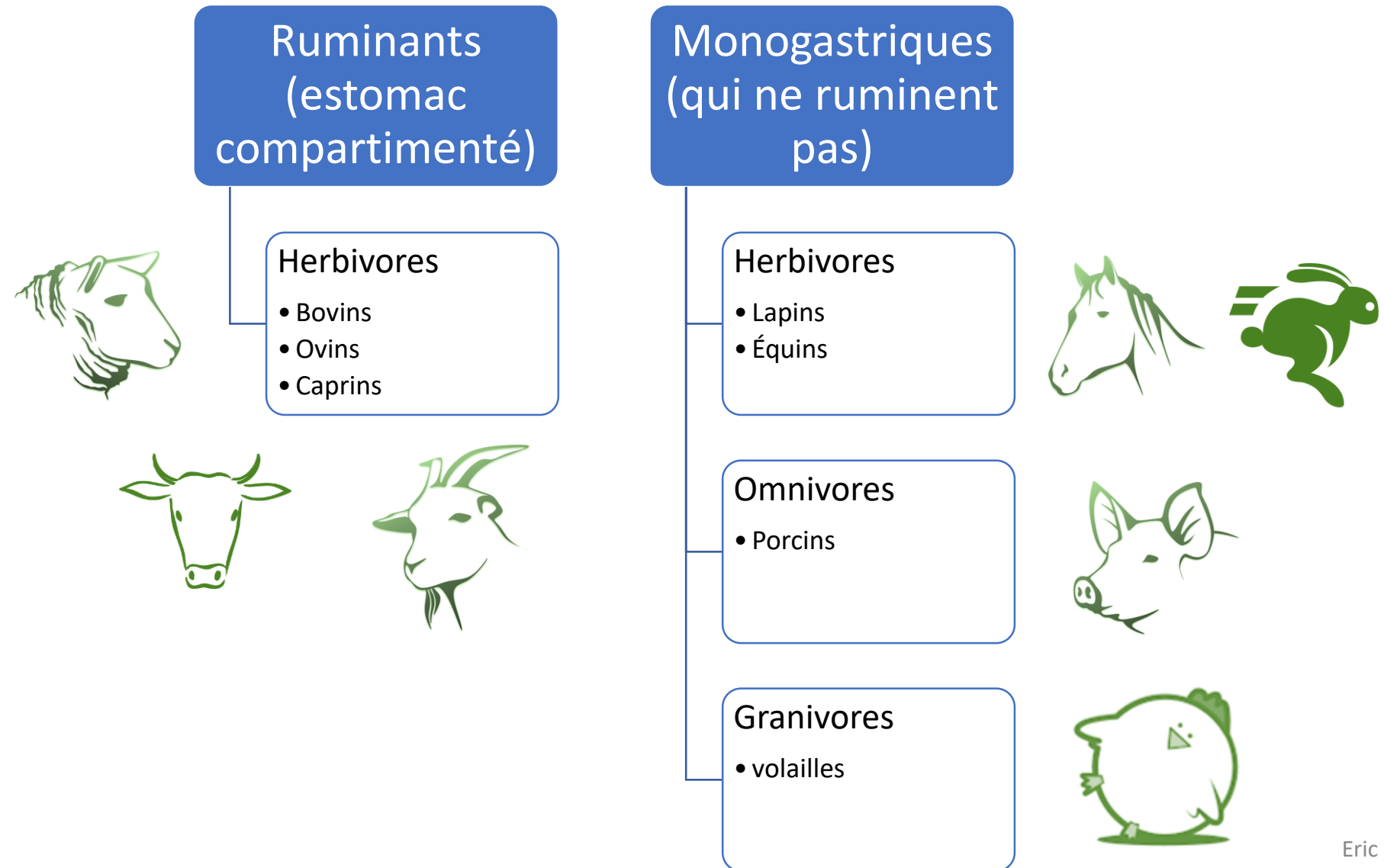
- Important de bien connaître la composition des aliments et la nature des MP
 - Valeurs nutritives & environnementales
 - Alimentation => 65% des impacts environnementaux en élevage
- 6 critères :
 - Conso P
 - Conso Energie
 - Acidification sols
 - Eutrophisation
 - Occupation des sols

CONTRIBUTION DE CHAQUE SECTEUR AUX ÉMISSIONS DE GES*

*gaz à effet de serre



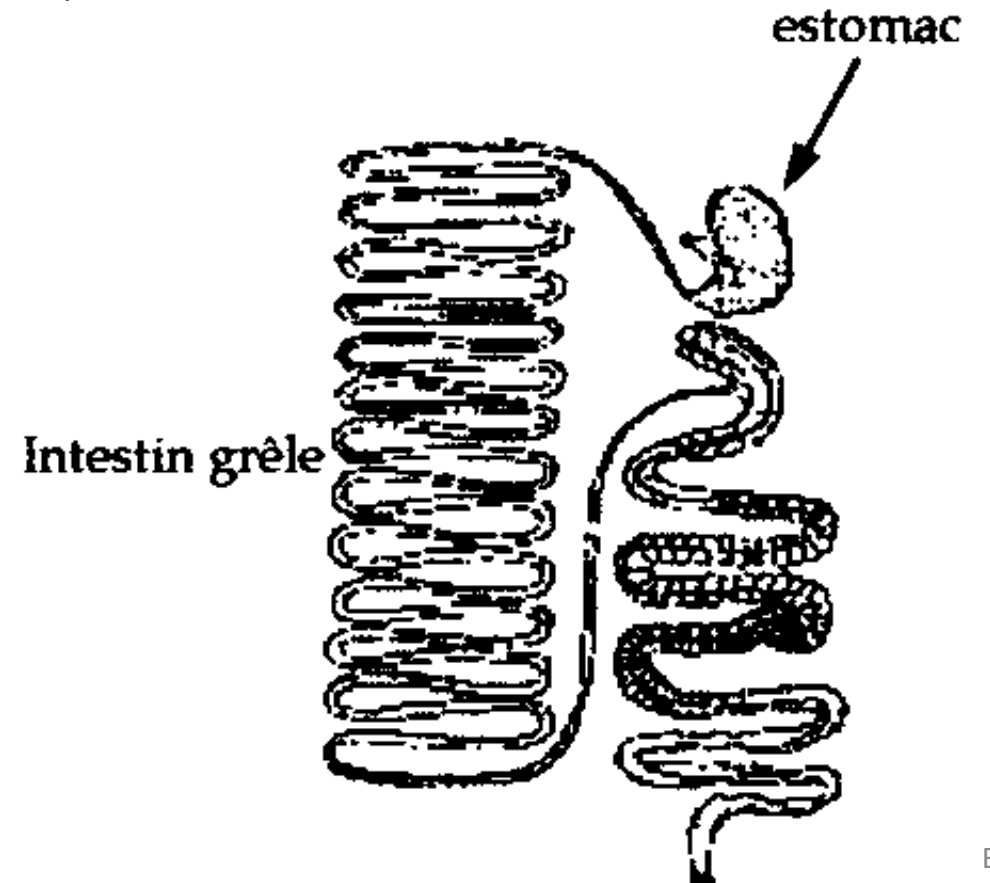
Estimer les besoins



Estimer les besoins

Ruminants
(bovin)

Monogastriques
(porcs)



Estimation des besoins

Age

poids

Mâles
reproducteurs,
castrés, femelles

Type génétique
(race,
croisement)

Capacité
d'ingestion

Estimation des besoins

- Croissance (sevrage, fonctions sexuelles, insémination)
- Reproduction (début de gestation vs fin de gestation)
- Production (phase ascendante, descendante)
- Engraissement (obj de poids, rendement, composition de carcasse)

Métabolisme de base (= besoins d'entretien)

Formulation/rationnement

FORMULATION

- Aliments types à partir de matières premières

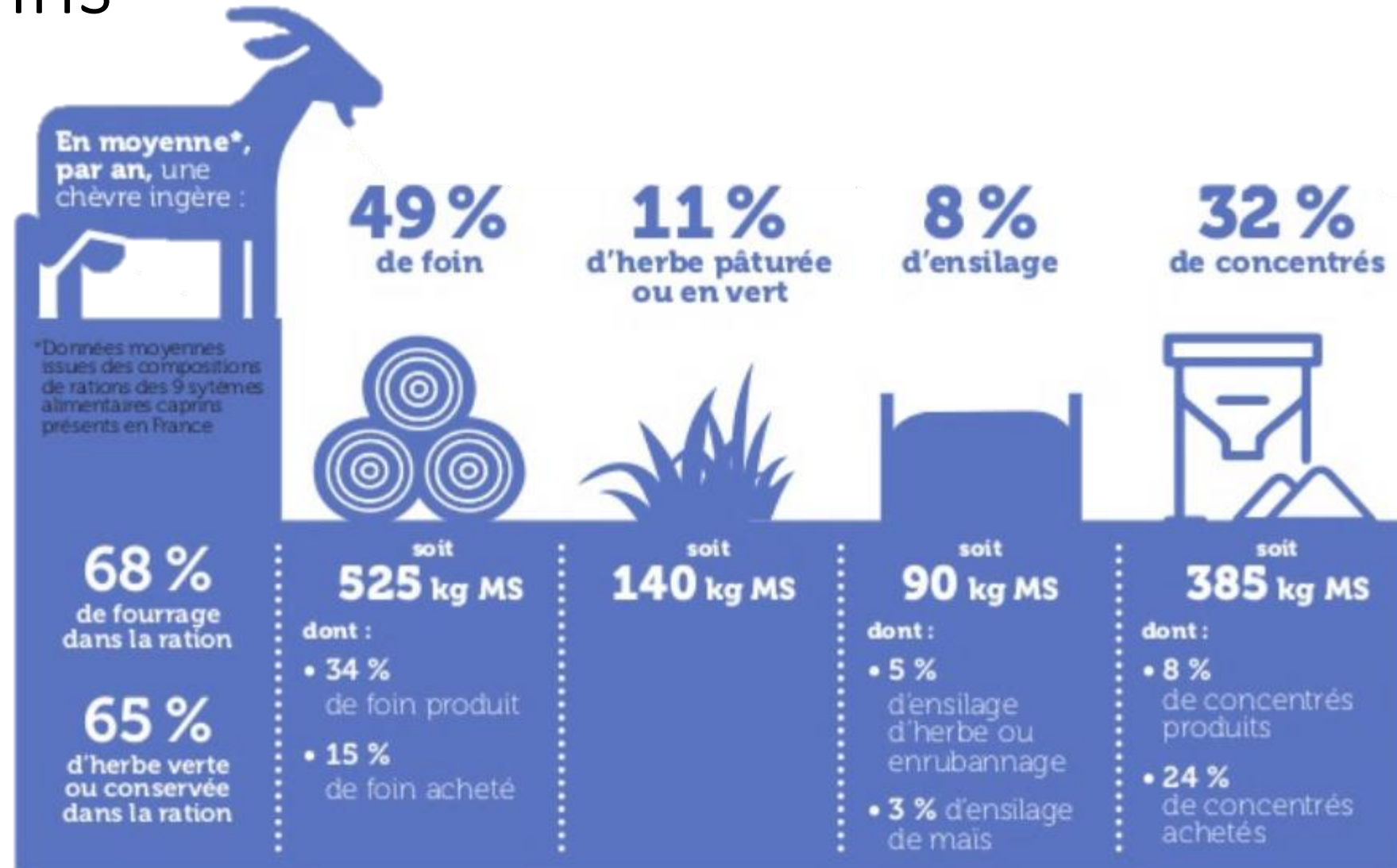
RATIONNEMENT

Méthode de calcul:

- Manuelle
- A l'aide de logiciel types INRAtion (ruminants), INRAporcs ou PROFAL (IFIP, porcs)

Permet de tester plusieurs combinaisons d'aliments possibles >> optimum

Composition moyenne de la ration des troupeaux caprins



Composition moyenne de la ration des troupeaux caprins

Assemblage
de plusieurs
MP (fabricant
ou fermier)

Obtenus après
extraction d'huile
(soja, colza,
tournesol...)

LES CHIFFRES DES CONCENTRÉS

43 %
de céréales

40 %
d'aliments
composés

8 %
de tourteaux
et concentrés
azotés

7 %
de coproduits

2 %
de minéraux

LES CHIFFRES DE L'AUTONOMIE ALIMENTAIRE

79 %
d'autonomie
fourragère

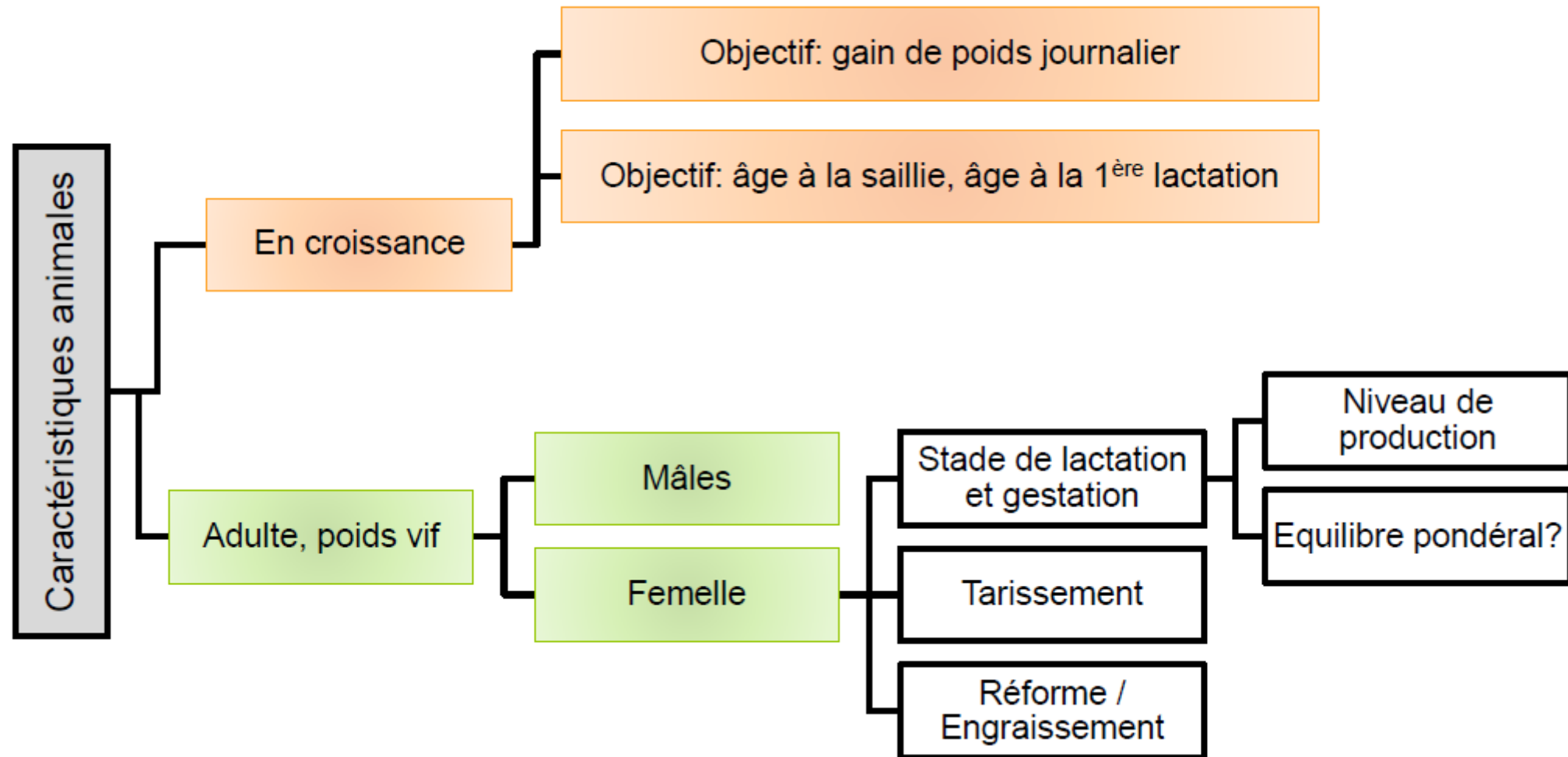
22 %
d'autonomie
en concentrés

61 %
d'autonomie
de la ration

56 %
d'autonomie
énergétique

44 %
d'autonomie
protéique

Définition de la ration adéquate ? Besoins...



Définition de la ration adéquate ? Besoins...

- Besoins alimentaires - femelles

Poids vif (kg)	Production laitière (en kg/j), <i>TB = 35 g/kg</i>	Energie	UFL(/j)
		Protéines	PDI (g/j) ou MAT (%)
		Calcium ABS	
		Phosphore ABS	(g/j)
		Capacité d'ingestion	UEL(/j)
		Matière sèche ingérée	(kg/j)
	Stade (mois) de gestation	Energie	
		Protéines	
		Calcium ABS	
		Phosphore ABS	
		Capacité d'ingestion	
		Matière sèche ingérée	

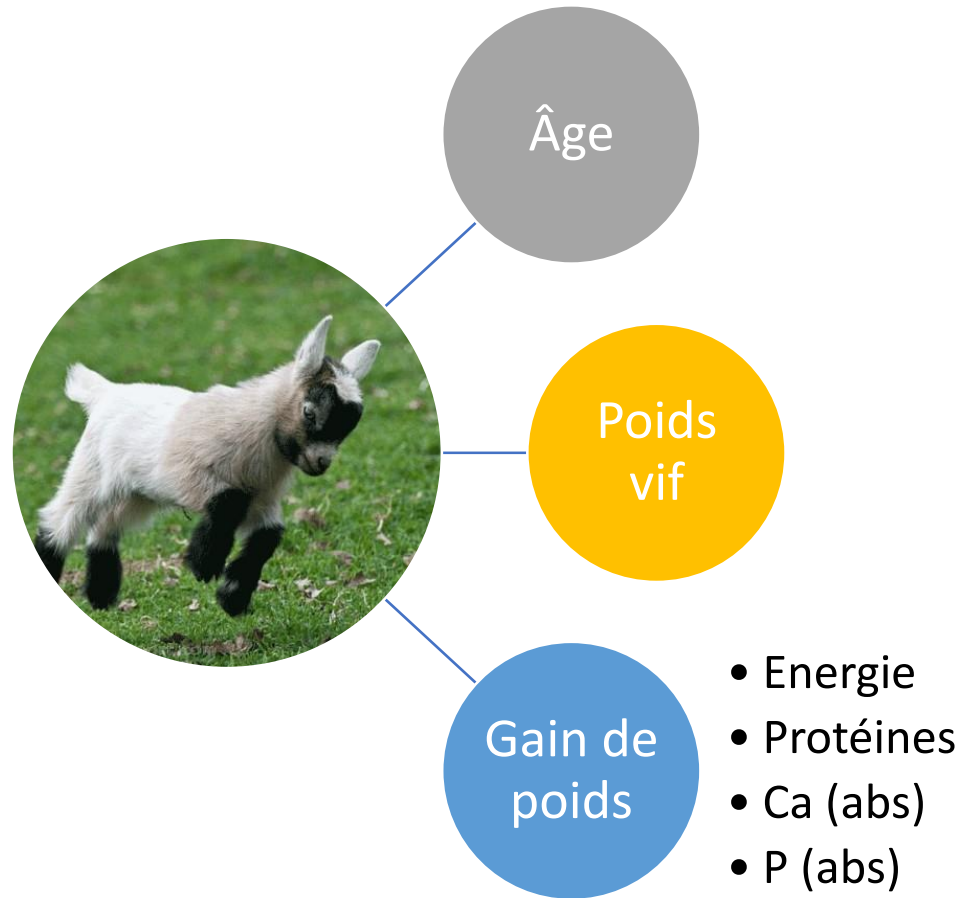
Définition de la ration adéquate ? Besoins...

Tableau 7.6. Besoins alimentaires des boucs.

Poids vif (kg)	État	Énergie (UFL/j)	Protéines (g/j)	Calcium abs. (g/j)	Phosphore abs. (g/j)	Capacité d'ingestion (UEL/j)
60	Entretien	0,87	50	1,2	1,8	1,29
60	Lutte	0,99	53	1,4	2,1	1,46
70	Entretien	0,98	56	1,4	2,1	1,46
70	Lutte	1,11	59	1,6	2,4	1,66
80	Entretien	1,09	62	1,6	2,4	1,64
80	Lutte	1,24	66	1,8	2,8	1,86
90	Entretien	1,20	69	1,8	2,7	1,82
90	Lutte	1,36	72	2,1	3,1	2,06
100	Entretien	1,31	75	2,0	3,0	1,99
100	Lutte	1,34	79	2,3	3,5	2,26
110	Entretien	1,42	81	2,2	3,3	2,17
110	Lutte	1,61	85	2,5	3,8	2,46
120	Entretien	1,53	87	2,4	3,6	2,34
120	Lutte	1,74	90	2,7	4,1	2,66

Définition de la ration adéquate ?

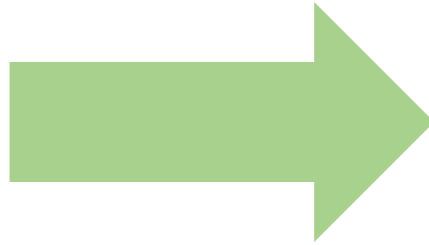
- Besoins alimentaires – caprins en croissance



Définition de la ration adéquate ?

- Besoins alimentaires – monogastriques

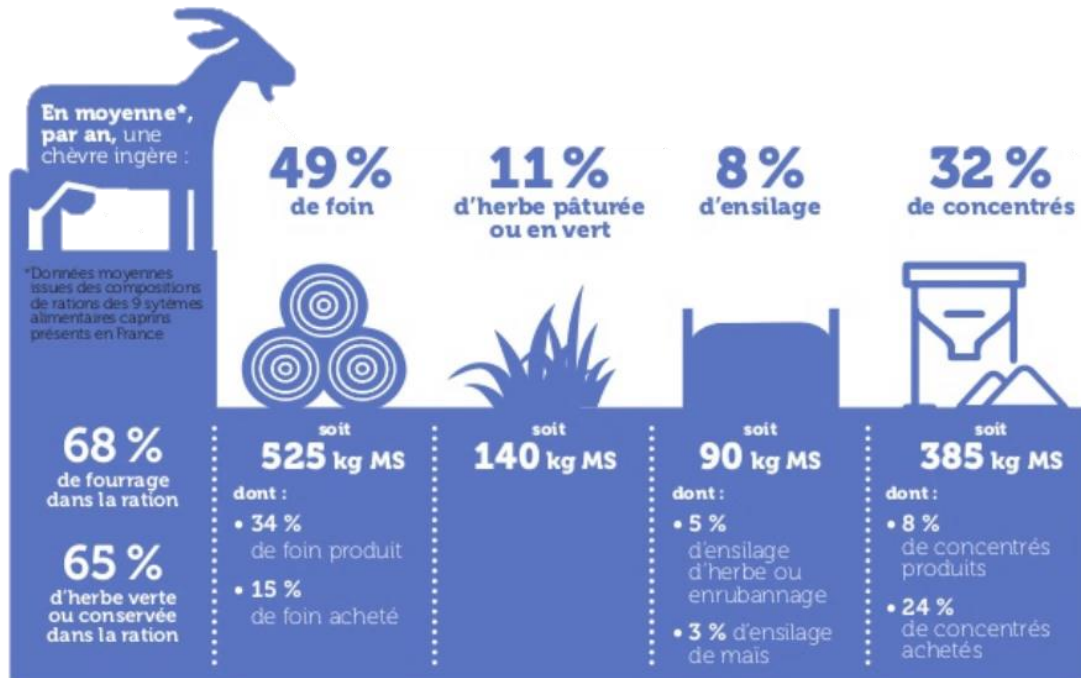
Porcelet
Porc en
croissance
Porc en finition
Truie gestante
Verrat
Truie allaitante



Energie nette
AA digestibles
MAT
Calcium et
Phosphore

Définition de la ration adéquate ? Le disponible

Quels sont les aliments disponibles ?



Quels sont leur composition ?

UFL
PDIN
PDIE
Ca abs
P abs
UEL

Définition de la ration adéquate ? Le disponible



Quels sont leur composition ?

MAJ 2018 = Systali !

UFL
PDIN
PDIE
Ca abs
P abs
UEL

Tableau 7.1. Besoins alimentaires des chèvres laitières adultes^a.

Poids vif (kg)	Production laitière 35 g TB (kg/j)	Énergie ^b UFL/j	Protéines PDI (g/j)	Calcium abs. (g/j)	Phosphore abs. (g/j)	Capacité d'ingestion CI (UEL/j)	MS ingérée ^c (kg/j)
50	0	0,69	44	1,2	1,4	1,14	1,25
50	1	1,14	89	2,7	2,7	1,38	1,57
50	2	1,59	134	4,2	4,0	1,62	1,90
50	3	2,04	179	5,7	5,2	1,86	2,22
50	4	2,49	224	7,2	6,5	2,10	2,54
50	5	2,94	269	8,7	7,7	2,34	2,86
50	6	3,39	314	10,2	9,0	2,58	3,18
50	7	3,84	359	11,6	10,3	2,82	3,50
60	0	0,79	50	1,5	1,7	1,30	1,41
60	1	1,23	95	3,0	2,9	1,54	1,74
60	2	1,67	140	4,5	4,2	1,78	2,06
60	3	2,12	185	5,9	5,4	2,02	2,38
60	4	2,56	230	7,4	6,7	2,26	2,70
60	5	3,00	275	8,9	7,9	2,50	3,02
60	6	3,44	320	10,3	9,1	2,74	3,34
60	7	3,88	365	11,8	10,4	2,98	3,66
70	0	0,89	56	1,9	2,0	1,46	1,58
70	1	1,33	101	3,3	3,2	1,70	1,90
70	2	1,76	146	4,8	4,4	1,94	2,22
70	3	2,20	191	6,2	5,7	2,18	2,54
70	4	2,63	236	7,6	6,9	2,42	2,86
70	5	3,07	281	9,1	8,1	2,66	3,18
70	6	3,50	326	10,5	9,3	2,90	3,50
70	7	3,94	371	12,0	10,5	3,14	3,82

^a Pour les premières semaines de lactation, les ingestions doivent être corrigées et une partie de la dépense d'énergie est couverte par la mobilisation des réserves.

^b En tenant compte des interactions digestives.

^c Valeurs indicatives.

Tableau 7.2. Besoins alimentaires des chèvres en gestation.

Poids vif (kg)	Stade (mois)	Énergie (UFL/j)	Protéines PDI (g/j)	Calcium abs. (g/j)	Phosphore abs. (g/j)	Capacité d'ingestion (UEL/j)	MS ingérée (kg/j)
40	1 à 3	0,59	38	1,1	1,4	0,98	1,09
40	4	0,68	60	2,0	1,9	0,98	1,09
40	5	0,77	83	2,2	2,0	0,98	1,00
50	1 à 3	0,69	44	1,3	1,5	1,14	1,25
50	4	0,79	70	2,3	2,0	1,14	1,25
50	5	0,90	96	2,4	2,2	1,14	1,16
60	1 à 3	0,79	50	1,5	1,7	1,30	1,41
60	4	0,91	80	2,4	2,2	1,30	1,41
60	5	1,03	110	2,6	2,3	1,30	1,32
70	1 à 3	0,89	56	1,8	1,9	1,46	1,58
70	4	1,02	90	2,6	2,3	1,46	1,58
70	5	1,16	124	2,8	2,5	1,46	1,49
80	1 à 3	0,99	62	2,0	2,0	1,62	1,74
80	4	1,14	100	2,8	2,4	1,62	1,74
80	5	1,28	137	3,0	2,7	1,62	1,65

Tableau 7.3. Valeurs d'encombrement des aliments concentrés (en UEL/kg MS).

Concentré (kg MS/j)	Valeur UEL/kg MS du fourrage				
	0,9	1	1,1	1,2	1,3
0,25	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12
0,5	0,17	0,19	0,21	0,23	0,24
0,75	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37
1	0,34	0,38	0,41	0,45	0,49
1,25	0,42	0,47	0,52	0,56	0,61
1,5	0,51	0,56	0,62	0,68	0,73

Tableau 7.4. Réponses moyennes des chèvres aux variations d'apport des aliments concentrés*.

	kg MSI concentré					
	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5
MS fourrages (kg/j)	-0,02	-0,09	-0,21	-0,38	-0,59	-0,85
Lait brut (kg/j)	0,25	0,48	0,69	0,87	1,02	1,16
TB (g/kg)	-0,06	-0,24	-0,55	-0,98	-1,53	-2,20
Bilan UFL/j	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42
	% MS de concentré					
	10	20	30	40	50	60
MS ingérée (kg/j)	0,10	0,21	0,31	0,42	0,52	0,62
Lait brut (kg/j)	0,28	0,52	0,73	0,90	1,04	1,14
TB (g/kg)	-0,07	-0,27	-0,60	-1,08	-1,68	-2,42
Bilan UFL/j	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42

* La valeur 0 de la réponse correspond à la ration sans concentré.

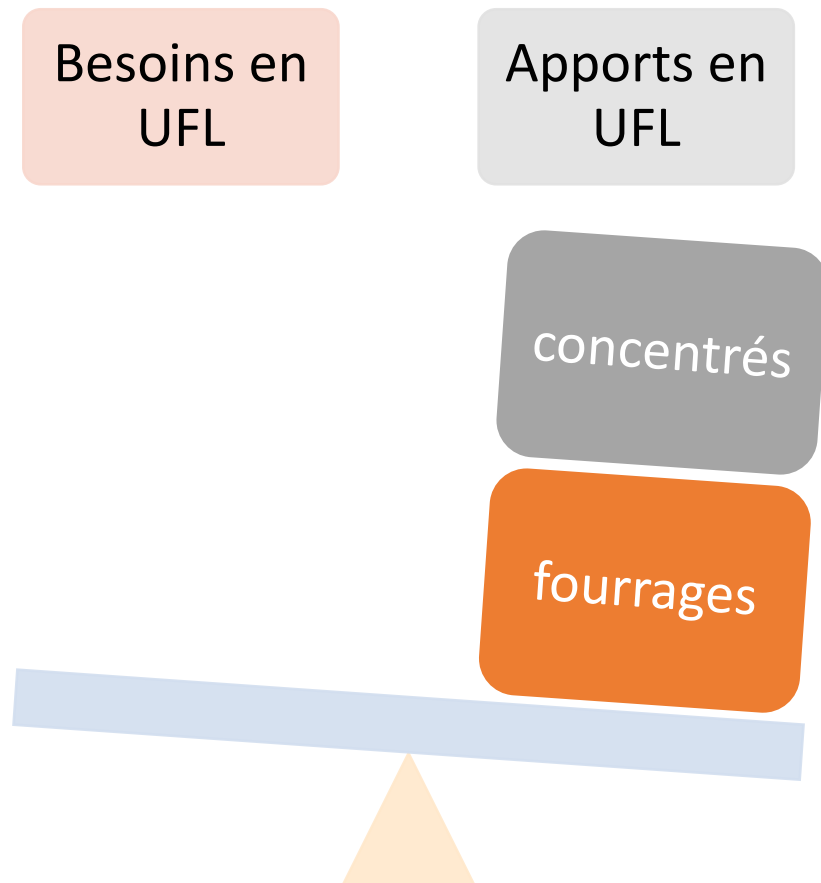
Tableau 7.5. Besoins alimentaires des caprins en croissance.

Animal	Âge (mois)	Poids vif (kg)	Gain de poids (g/j)	Énergie (UFL/j)	Protéines PDI (g/j)	Calcium abs. (g/j)	Phosphore abs. (g/j)	MSI* (kg/j)
Chevreaux	1	6,0	200	0,47	75	3,0	1,7	
	1	7,0	250	0,53	85	3,6	2,1	
Chevrettes	1	6,5	165	0,42	62	2,3	1,4	
	2	11,5	165	0,48	65	2,3	1,4	
	3	16,3	155	0,55	64	2,3	2,4	0,90
	4	20,7	140	0,62	62	2,2	2,5	1,05
	5	24,5	115	0,66	59	2,0	2,4	1,10
	6	27,6	90	0,68	55	1,8	2,4	1,15
	7	30,0	70	0,69	50	1,7	2,3	1,19

* Ordre de grandeur.

Définition de la ration adéquate ? L'Energie

- Est-ce que les apports peuvent couvrir les besoins en **énergie** ?



Besoins en UFL

=

$(QI_{\text{fourrage}} \times \text{UFL}_{\text{fourrage}})$

+

$(QI_{\text{concentrés}} \times \text{UFL}_{\text{concentrés}})$

SACHANT que ces apports doivent couvrir la capacité d'ingestion des chèvres

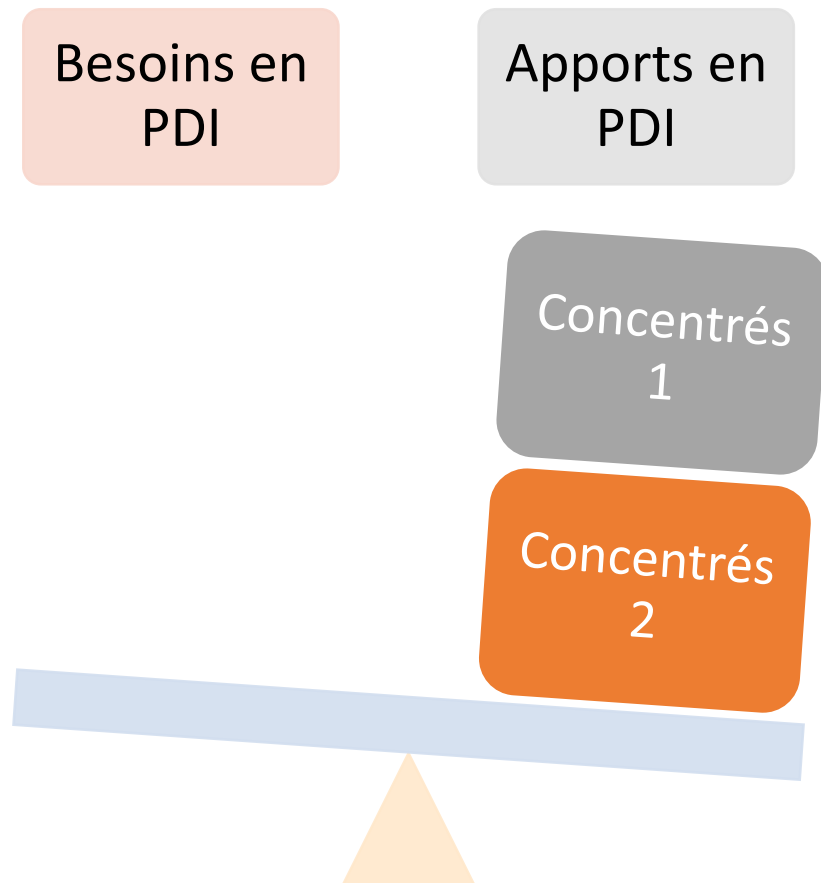
$CI = (QI_{\text{fourrage}} \times \text{VE}_{\text{fourrage}})$

+

$(QI_{\text{concentrés}} \times \text{VE}_{\text{concentrés}})$

Définition de la ration adéquate ? La protéine

- Est-ce que les apports peuvent couvrir les besoins en **protéines** ?



Besoins en PDI
 \Rightarrow Besoin en PDIN

Equation 1

$$(\text{QI}_{\text{concentré1}} \times \text{PDIN}_{\text{concentré1}}) + (\text{QI}_{\text{concentré2}} \times \text{PDIN}_{\text{concentré2}})$$

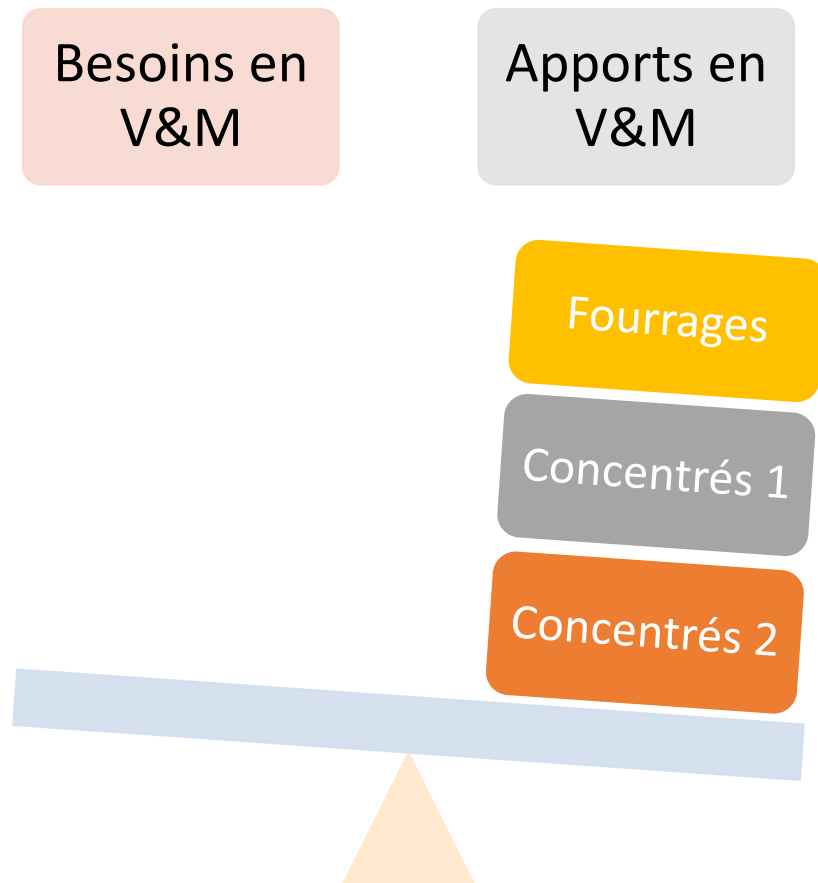
On connaît QI total (concentré1+2)

Equation 2:

$$\text{QI}_{\text{concentré1}} + \text{QI}_{\text{concentré2}} = \text{QI}_{\text{concentrés}}$$

Définition de la ration adéquate ? CMV

- Est-ce que les apports peuvent couvrir les besoins en **minéraux, vitamines et oligos** ?



Déficit ou excédent en Phosphore?
Déficit ou excédent en Calcium?



Complémentation minérale

Principes de rationnement

1. Estimation des besoins = apports alimentaires recommandés (AAR)
2. Estimation des apports, à partir des valeurs nutritives des aliments (ex : caractéristiques des fourrages et concentrés)
3. Adéquation/CI
4. Estimation du besoin en vit et minéraux, en complément.

Principes de rationnement

1. Hypothèses de départ/animal
2. Définitions des obj/conditions (ex : optimum « au moindre coût »)
3. Unités
4. Précision/pertinence des valeurs nutritives
5. Interactions entre aliments
6. Limites : physio, réglementaires, CDC

Un grand nombre d'équations !

Illustration : outil OPTIM'AL (IDELE)

outil de calcul de ration pour les BL/BC, dont l'optimum tient compte des prix des aliments et recommandations nutritionnelles de l'INRA.

