



Contexte de la production agricole

- Augmenter l'offre (calories et protéines) végétales et animales / Réduction des surfaces dédiées à l'agriculture

Année	1900	1950	2005	2050
Ha/habitant	7,95	5,15	2,02	1,63

- Accroître les services environnementaux rendus par l'agriculture
 - Réduire les émissions de gaz à effet de serre
 - Energie fossile (Engrais, Pesticides, Transport, W sol..)
 - Augmenter la captation du carbone dans sol et biomasse
 - Maintenir la biodiversité
 - Réduire, recycler les rejets d'azote
 - Economiser Eau

De nouvelles missions pour l'agriculture

- **Food Feed Fuel**

Environmentally sustainable production of food, feed and fuel from natural resources in the tropics (Reg Preston, 2009)

- **Food Energy**

"Energy-Smart" food for people and climate (FAO, 2011)

Evaluation multicritères Biomasse primaire/Aliment

Concept en construction autour des l'optimisation de certaines fonctions de la biomasse primaire :

- Aliment (et/ou alicament) pour l'homme
- Aliment (et/ou alicament) pour l'animal
- Energie verte
- Services écosystémiques
 - Recyclage de nutriments
 - Piège à carbone
 - Biodiversité

Evaluation multicritères Biomasse primaire/Aliment

- Quels indicateurs ?
- Quel niveau d'approche ?
 - L'animal
 - Le troupeau
 - Le système d'élevage
 - Le territoire

Evaluation multicritères de l'aliment Niveau approche Animal

- L'approche classique **Besoins / Apports** cherche à couvrir les besoins des animaux pour leur permettre d'atteindre leur potentiel de production
- L'approche **réponses multiples**, de l'animal aux variations de rations permet potentiellement d'intégrer (Sauvant, 1999):
 - la qualité de l'environnement,
 - la qualité des produits
 - le bien être animal...

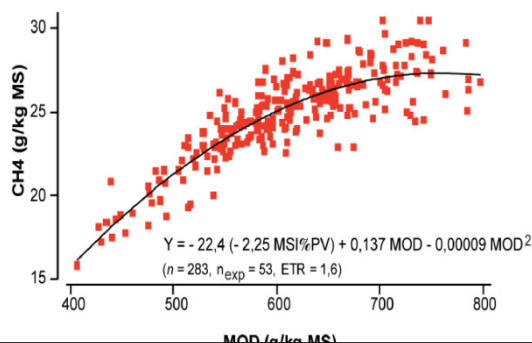
Evaluation multicritères de l'aliment Niveau approche Animal

- L'approche réponses multiples est basée sur l'intégration de paramètres représentatifs :
 - des performances
 - de l'efficacité de la transformation
 - de l'impact sur l'environnement,
 - de la qualité des produits
 - de la santé et le bien être des animaux

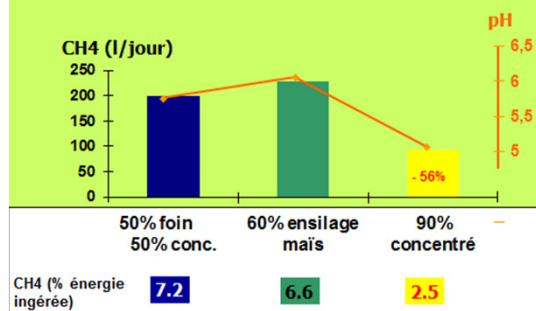
Evaluation multicritères de l'aliment Niveau approche Animal

- Gérer les contradictions entre les niveaux d'organisation
- Composantes aléatoires et dynamiques des réponses (temps/états physiologiques/ réponses)
- Pertinence des paramètres explicatifs ou de réponse par rapport à des objectifs pratiques

Aliment et production de gaz à effet de serre
(Sauvant et al, 2010)



Aliment et CH4 Martin et al, 2007



Stockage carbone

Bilan des gaz à effet de serre à l'échelle de la parcelle

Existe-t-il une compensation entre stockage de C et émissions de N₂O et CH₄?

Soussana et al, 2006

Parcelle intensive Fort chargement, fertilisée Parcelle extensive Chargement faible, non fertilisée



CH4 (g/kg GMQ)	287	296
CH4 (kg eq C / ha)	820	420
N2O (kg eq C ha)	70	20
CO2 (kg eq C ha)	- 990	- 750
Bilan (kg eq C ha)	- 100	- 310

Evaluation multicritères de l'aliment Niveau Approche Animal

- Outils
 - Expérimentations spécifiques (lois de réponse)
 - Bases de données quantitatives (méta-analyses)
 - Modélisation
- Limite

Le niveau d'approche Animal pourrait surestimer la fonction alimentation et «corriger » pour les autres fonctions

Evaluation multicritères Approches environnementales

- Analyse cycle de vie (ACV)
- Analyse Energétique et pluri énergétique (Vigne 2012)
- Empreinte écologique (Vigne, 2012)
- Efficience (méthode DEA) (Vigne, 2012)

Evaluation multicritères de l'aliment Approches environnementales

- La méthode ACV permet de quantifier les impacts d'un produit ou d'un service tout au long de son « cycle de vie »



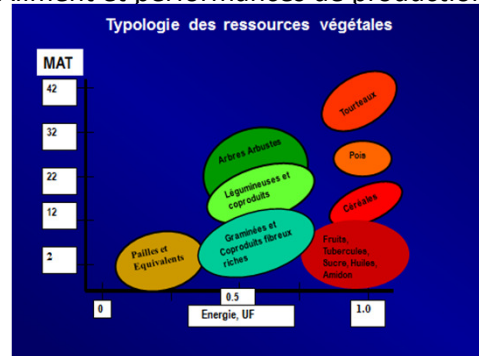
- L'ACV produit des indicateurs de durabilité

Typologie des biomasses primaires

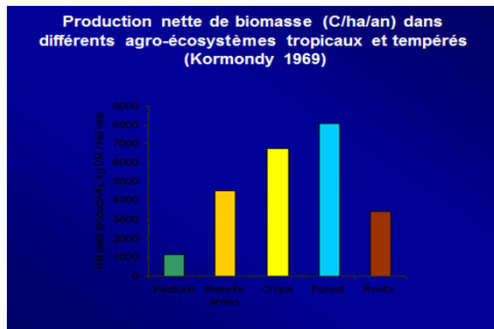
- Les herbes (graminées et légumineuses)
- Protéagineux (pois + fèves)
- Les arbres fourragers
- Les céréales (fruits + pailles)
- Substituts aux céréales (tubercules, fruits amylacés)
- Les cultures vivrières

Fractionnement Consommable/non consommable
Usages différenciés des fractions

Aliment et performances de production



Aliment et productivité agronomique



Aliments et biodiversité

(Archimède et al, 2011)

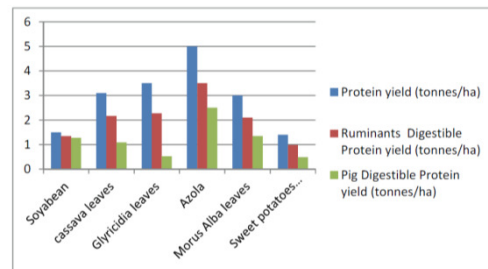


Fig. 1. Comparative protein yields in some typical crops from grown tropical latitudes.

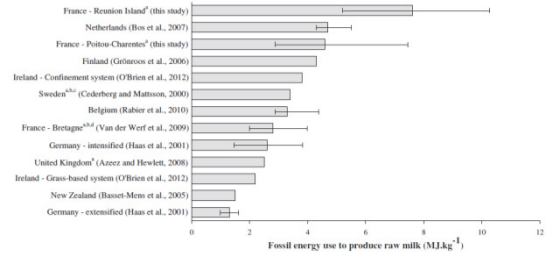
Aliment et coût énergétique

(Vigne 2012)

	Coefficient Energétique		Unité
	Min	Max	
Eau	0,3		14 M ³
Semences	9,4		12,1 Kg
Blé	2,7		4 Kg
Aliment composé industrie	3,4		6,3 Kg
Tourteau Soja	5,6		5,8 Kg
Bagasse	0,15		5,4 Kg
Paille de canne	0,2		0,3 Kg
Paille de blé	0,2		1,4 Kg
Foin	0,7		1,9 Kg
Ensilage	0,6		1,9 Kg
Maïs	1,2		6,4 Kg
Son de céréales	0,1		0,2 Kg
Mélasses	2,8		11,2 Kg
Poudre de lait	44,7		55 Kg

Aliment et coût énergétique

(Vigne 2012)



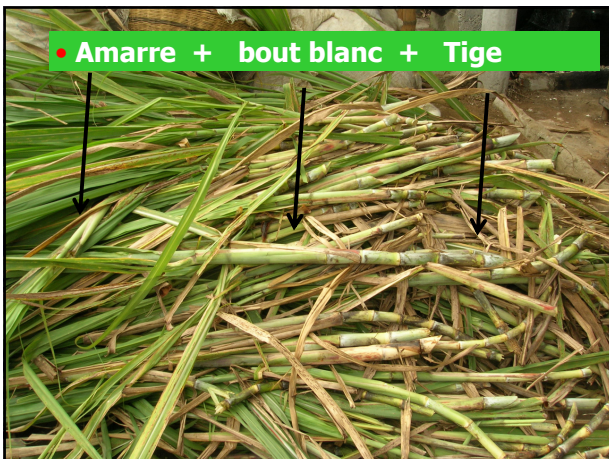
Prairies et Graminées (Xandé et al, 1989; Richard et al, 1989)

1. Les Graminées tropicales sont des plantes en C4 donc adaptées à la chaleur. Leur activité photosynthétique pourrait être pénalisée (- 0 à - 10%) par l'accroissement de la concentration en CO2
2. Le fort potentiel de production (25 à 30 T de MS) de certaines graminées sélectionnées pourrait être pénalisé par la rareté de l'eau et le renchérissement du coût de certains intrants qui les rendront moins disponibles
3. La compétition pour l'utilisation des « bonnes terres » se ferait au détriment des prairies et en faveur des cultures vivrières et industrielles
4. La biodiversité naturelle et la sélection génétique offre une gamme de graminées « moins productives » et couvrant la diversité des zones agro-écologiques
5. Certaines graminées sont atypiques et exceptionnelles dont canne à sucre : Aliment ruminant et es monogastriques; Services agronomiques; Energie

Tableau 1. Productivité (T MS/ha) des principales graminées et légumineuses cultivées en zone tropicale (Meyer et Denis 1999, Roberge et Toutain 1999, Prota base records).

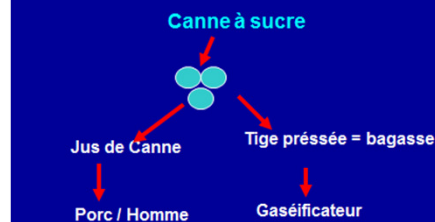
	Pluviométrie		
	400-1000 mm	1000-1500 mm	> 1500 mm
Graminées			
<i>Andropogon gayanus</i>	5-7	10-15	20-25
<i>Bracharia ruziziensis</i>		10-15	10-15
<i>Chenchrus ciliaris</i>	6-9		
<i>Chloris gayana</i>	5-7		
<i>Digitaria decumbens</i>		15-20	20-25
<i>Panicum maximum</i>		10-15	20-25
<i>Panicum coloratum</i>	9-12		
<i>Pennisetum purpureum</i>		15-20	30
<i>Saccharum officinarum</i>	40-50	50-60	60-70
<i>Sorghum sp</i>	10-15	15-20	15-20
<i>Tripsacum laxum</i>		10-15	10-15
<i>Zea mays</i>			20-25
Légumineuses			
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>		6-10	
<i>Centrosema pubescens</i>		6-10	7-10
<i>Clitoria tematea</i>	3-7		
<i>Dolichos lablab</i>	3-7	6-10	
<i>Macroptilium lathyroides</i>		6-10	7-10
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	3-7		
<i>Pueraria javanica</i>		6-10	7-10
<i>Stylosantes guyanensis</i>		6-10	7-12
<i>Stylosantes hamata</i>	3-7	6-10	
<i>Stylosantes humilis</i>	3-7		
<i>Vigna Unquiculata</i>	3-7		

INRA Productions Animales, 2011, numéro 1



Fractionnement et valorisation différenciée de la biomasse

Biomasse for l'aliment du bétail et la production d'énergie (Colombie)





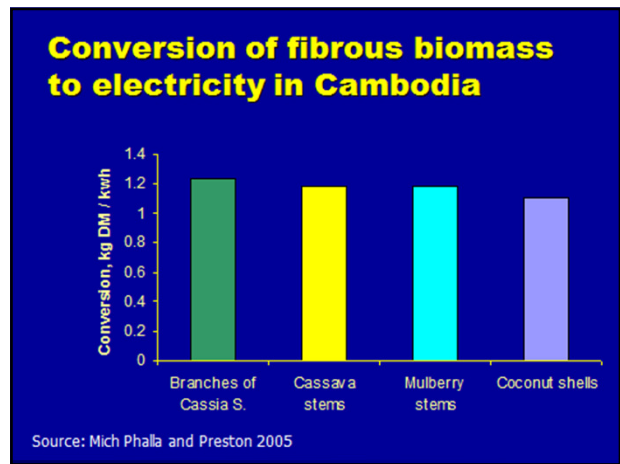
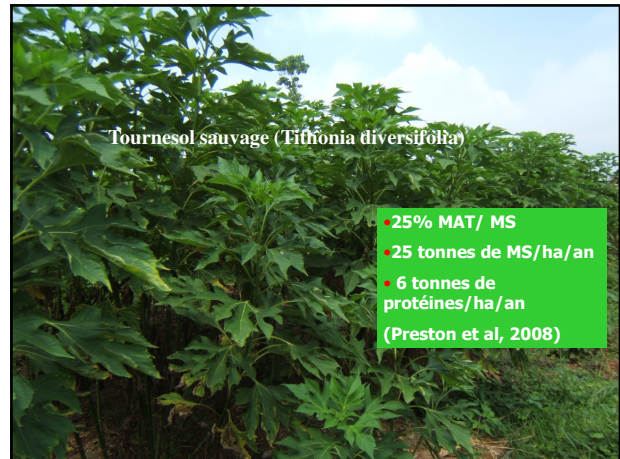
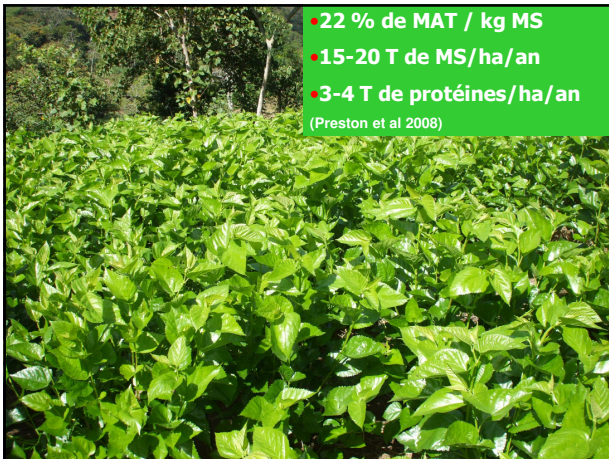
Légumineuses herbacées et Prairies (Mello et al, 1989)

1. Les légumineuses tropicales sont adaptées à la chaleur. Leur activité photosynthétique pourrait être stimulée par l'augmentation de la concentration en CO₂
2. De plus faible productivité (10 à 15 T de MS), relativement aux graminées réduit leur intérêt en tant que puits de Carbone
3. Multifonctionnalité
Services agronomiques : enrichissement du sol en azote
Santé des animaux (métabolites secondaires)
4. Environnemental :
Production méthane réduite
Production CO₂ réduite (moins d'engrais)
Pollution des nappes phréatiques réduite

Les arbustes et arbres fourragers (Leng, 1997)

1. Une grande diversité d'arbres et d'arbustes fourragers adaptée à la chaleur et à la sécheresse. Leur activité photosynthétique pourrait être stimulée par l'accroissement de la concentration en CO₂
2. De fortes productions de biomasse (plus de 30 T de MS/ha/an) fractionnable entre une fraction de grande valeur nutritionnelle (source de protéines) et une fraction lignifiée valorisable pour la production d'énergie.
3. Multifonctionnalité
Services agronomiques : enrichissement du sol en azote; recyclage des minéraux; ombrage
Santé
Energie
4. Environnemental :
Puits de carbone, Production de méthane réduite, Production de CO₂ réduite (moins d'engrais), Pollution des nappes phréatiques réduite





Alternatives aux Céréales et Soja
 (Preston 1995, Wanapat, 2009)

1. Réduction de l'offre de céréales pour l'alimentation animale.
 1. Durabilité des cultures fortes consommatrices d'intrants (eau, engrais, produits phytosanitaires,)
 2. Alternatives : Fruits et tubercules amylacés
 Plantes saccharifères
 Huile de palme
 Feuillages riches en protéines
 Protéagineux tropicaux
 Coproduits
3. Problème de durabilité des cultures des RNC
 Solution : nouvelles modalités de gestion



Coproduits fibreux des cultures (Wanapat, 2009)

Offre augmente : Ressources provenant des cultures vivrières et industrielles, plantes de service

Grande diversité d'Aliments : pauvres à riches; sources d'énergie et/ou de protéines

Multifonctionnalité

Aliment pour l'Homme

Plantes de service

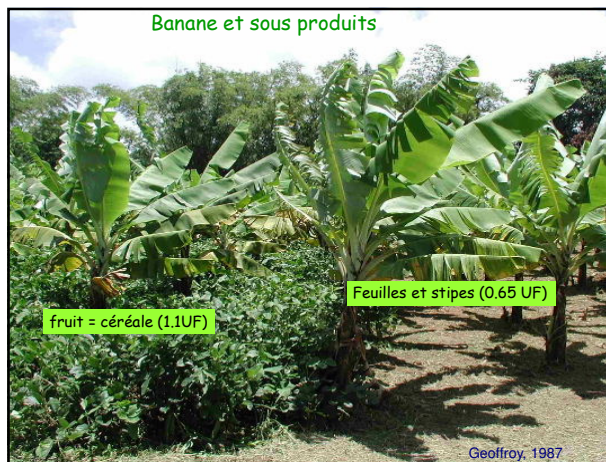
Energie

Tableau 2. Caractéristiques (composition chimique, ingestibilité) de quelques coproduits de cultures relevées dans la littérature.

Ressources	Productivité (T/ha)	MAT (%)	NDF (%)	Ingestibilité (% PV)
Paille de Riz	4	2-4	70-80	1,0-2,7
Canne de Mais	5	1,1-4,7	65-91	
Canne de Sorgho	4,6	1,0-7,8	57-83	
Bagasse de Canne	10-20	< 3	86-88	
Paille de Canne	2-5	< 4	75-90	
Amarre de Canne	8-16	< 6	63-67	1,7-2,0
Pseudo tronc de Banane	4,8	1,5-3,5	61-66	1,3-2,4
Feuille Bananier	1,2	8,2-12,4	44-61	1,8-3,6



Amarres :0.45 UF
Geoffroy, 1987



Banane et sous produits

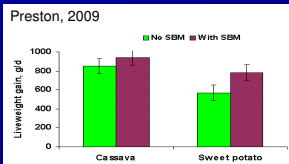
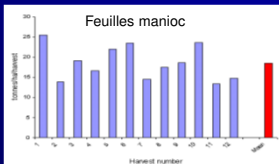
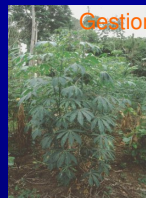
fruit = céréale (1.1UF)

Feuilles et stipes (0.65 UF)

Geoffroy, 1987

Ressources à usages multiples

Gestion mixte de cultures vivrières



Feedipedia perspectives

- Valeurs moyennes / Valeur Régions
 - Valeur environnementale
 - Efficience (Eco-socio)
- Evaluation multicritères basée sur typologie
 - Prairies
 - Parcours
 - Arbres et arbustes fourragers
 - Ressources mixtes (Feed Food)
- Autres usages / métabolites secondaires