

## Contribution au développement de la filière de production de bioéthanol de deuxième génération



Gembloux, le 27/01/2011



## 3 axes de recherches:

**1) Axe prospectif: définir la place que pourrait prendre une filière de production de bioéthanol de seconde génération au sein de notre territoire**

**Unités impliquées: U11 et U13**

## **2) Axe phytotechnique:**

**Etablir des références en terme de phytotechnie pour les cultures envisagées: Miscanthus, Panic érigé, Fétuque, Dactyle, Topinambour, Sorgho, Chanvre et une rotation d'espèces annuelles (Maïs, Epeautre et Seigle)**

**Impact de ces cultures sur la biodiversité des sols**

**Unités impliquées: U1 et U5**

## **3) Axe biochimique: Caractérisation des principaux constituants et plus spécialement des hémicelluloses des biomasses lignocellulosiques**

**Unités impliquées: U13 et U14**

**Contribution au développement de la filière de  
production de bioéthanol de deuxième génération**

## WP 1 : PROSPECTIVE

**François GHYSEL**

**Gembloux, le 27/01/2011**

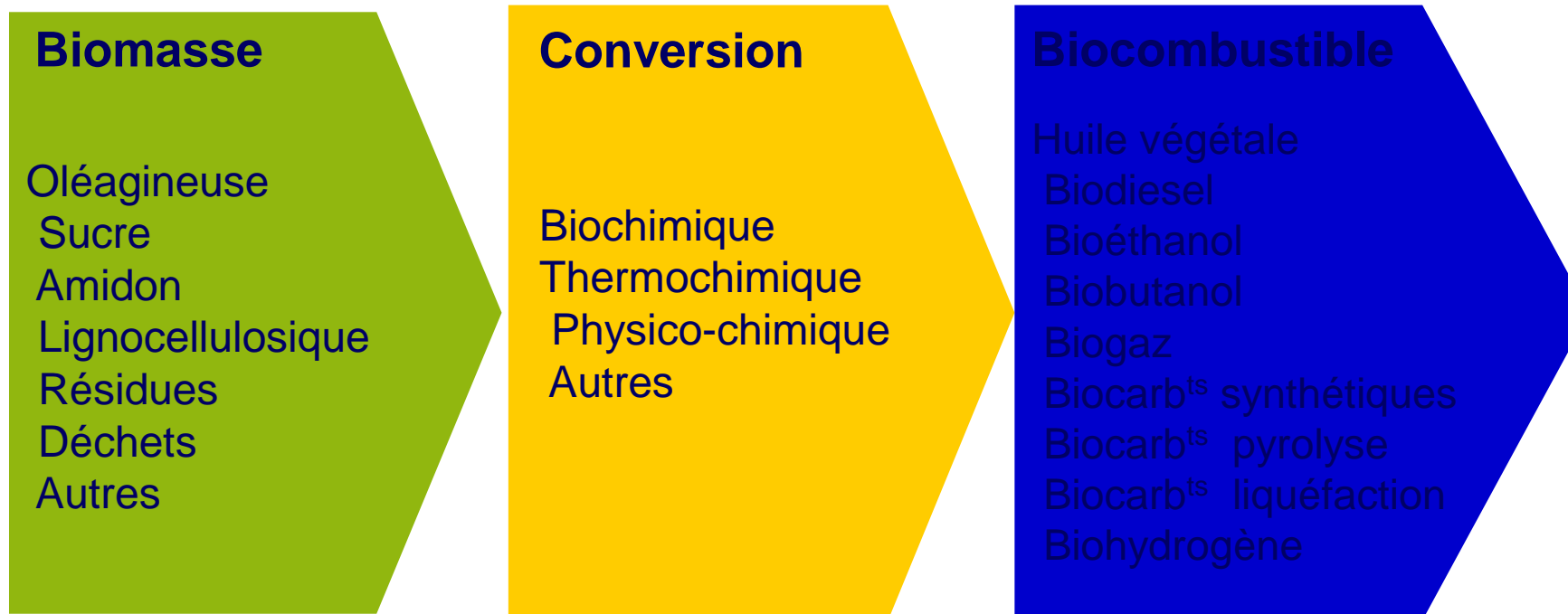




## Valorisation énergétique et générations

- « Biomasse » = matière organique biodégradable et non fossilisée issue des plantes, animaux et microorganismes.
  - Produits, coproduits, sous-produits et déchets issus de l'agriculture / forêt et des industries associées, les déchets organiques solides urbains et industriels, ainsi que les gaz et liquides issus de la dégradation de matériaux organiques biodégradables et non fossilisés (DEMIRBAS 2009)
- « Biomasse » / « Biocombustible » / « Bioénergie » (FAO 2004)
  - Biomasse agricole / forestière / déchets
  - Biocombustible solide / gazeux / liquide
  - Bioénergie thermique / mécanique / électrique

- Valorisation énergétique et générations



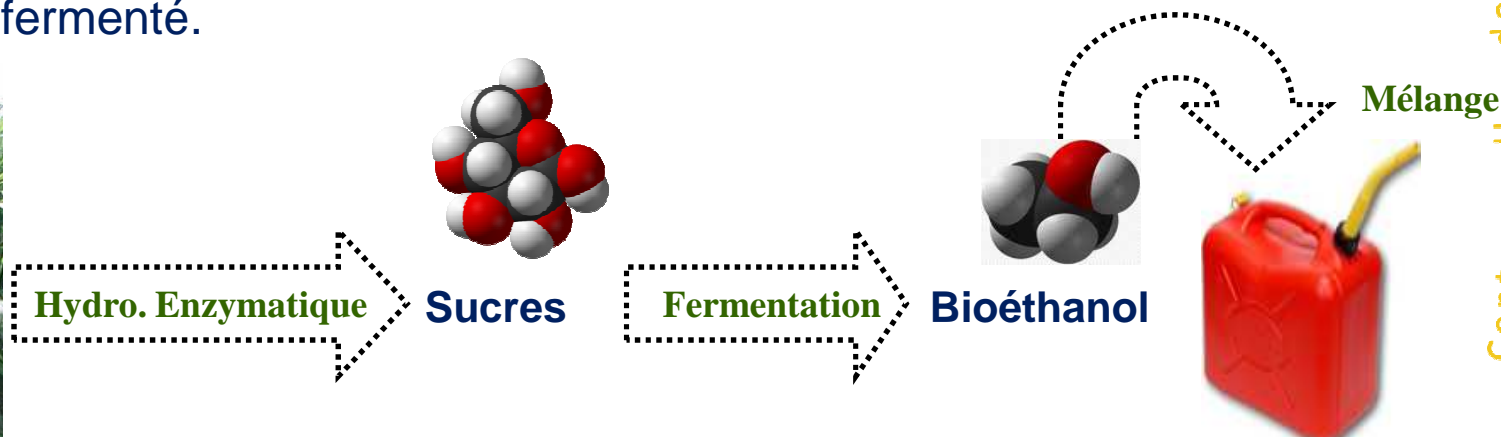
+/- 40 combinaisons

Biomasse/Procédé de conversion/Biocombustible

Centre wallon de Recherches agronomiques



- Bioéthanol « Deuxième Génération »
  - Les biocarburants dits « de seconde génération » permettraient de valoriser la plante entière et non une de ses parties seulement avec l'amélioration du rendement énergétique à l'hectare et la possibilité d'utiliser une grande variété de végétaux.
  - Voie biologique : production d'éthanol à partir de plantes entières (cellulose, hémicelluloses). Celles-ci sont hydrolysées par des microorganismes pour obtenir du sucre (glucose) qui est ensuite fermenté.





- « Prospective » : concepts
  - La prospective est une démarche indépendante, dialectique et rigoureuse, menée de manière transdisciplinaire et collective qui a pour but:
    - Explorer les futurs possibles en se basant sur une réalité contemporaine, elle-même issue d'un processus passé.
    - Evaluer ce qui peut advenir en établissant des scénarios possibles
    - (Déterminer les politiques et stratégies potentiellement envisageables pour arriver à une situation donnée)



*« L'objet majeur de la prospective n'est pas de prédire mais de comprendre les alternatives. Cette compréhension fournit un contexte de décision à partir duquel émergent des options et des choix. » (Richard A. SLAUGHTER, 1995)*

- « Prospective » : principales étapes
  - Définition du problème et choix de l'horizon;
  - Identification des variables clés et de leurs relations ;
  - Recueil des données et élaboration d'hypothèses ;
  - Construction des futurs possibles; (sous forme de scénarios?);
  - Choix stratégiques.

- « Prospective » : principales étapes
  - **Définition du problème et choix de l'horizon;**
  - Identification des variables clés et de leurs relations ;
  - Recueil des données et élaboration d'hypothèses ;
  - Construction des futurs possibles; (sous forme de scénarios?);
  - Choix stratégiques.



Energie dans les transports



Directive européenne

- « Prospective » : principales étapes
  - Définition du problème et choix de l'horizon;
  - **Identification des variables clés et de leurs relations ;**
  - Recueil des données et élaboration d'hypothèses ;
  - Construction des futurs possibles; (sous forme de scénarios?);
  - Choix stratégiques.



Energie dans les transports



Directive européenne



Biomasse



Energie fossile

- « Prospective » : principales étapes
  - Définition du problème et choix de l'horizon;
  - Identification des variables clés et de leurs relations ;
  - **Recueil des données et élaboration d'hypothèses ;**
  - Construction des futurs possibles; (sous forme de scénarios?);
  - Choix stratégiques.

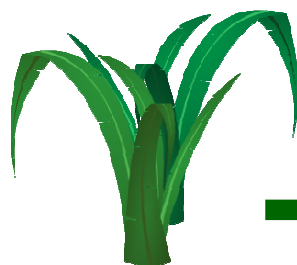


**Biomasse**



**Energie fossile**

- « Prospective » : principales étapes
  - Définition du problème et choix de l'horizon;
  - Identification des variables clés et de leurs relations ;
  - **Recueil des données et élaboration d'hypothèses ;**
  - Construction des futurs possibles; (sous forme de scénarios?);
  - Choix stratégiques.



Biomasse



Disponible  
ou rare ?

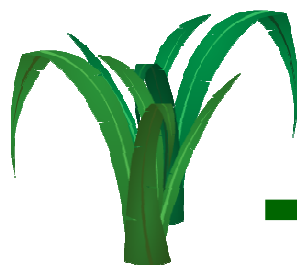


Cher ou  
bon marché?



Energie fossile

- « Prospective » : principales étapes
  - Définition du problème et choix de l'horizon;
  - Identification des variables clés et de leurs relations ;
  - Recueil des données et élaboration d'hypothèses ;
  - **Construction des futurs possibles;**
  - Choix stratégiques.



Biomasse



Disponible  
ou rare ?

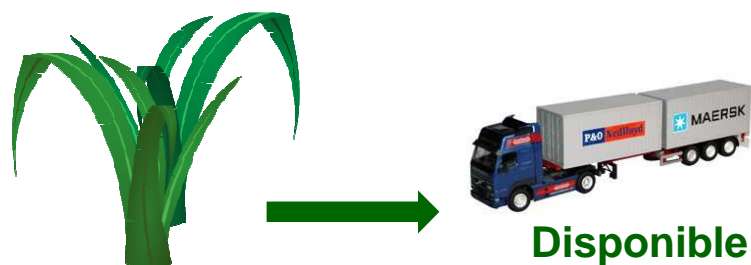


Cher ou  
bon marché?



Energie fossile





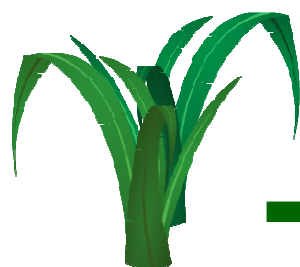
Biomasse



Energie fossile

## Scénario Biomasse Energie

Centre wallon de Recherches agronomiques



**Biomasse**



Relativement Disponible



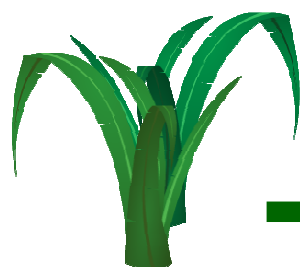
**Energie fossile**



Peu Cher

## Scénario « Continuité »

Centre wallon de Recherches agronomiques



Biomasse



Indisponible



Energie fossile



bon marché?

## Scénario « Fossile »

Centre wallon de Recherches agronomiques

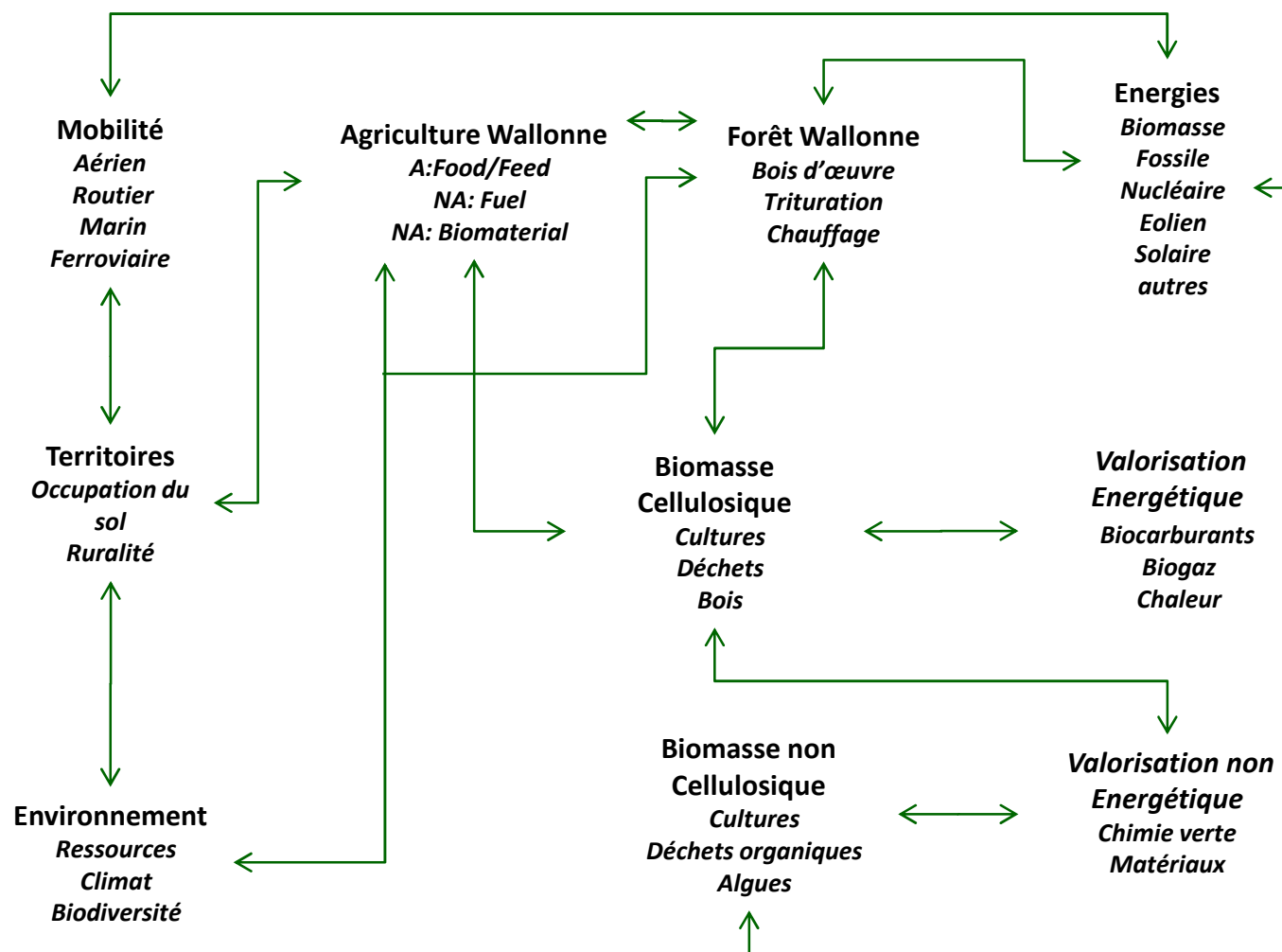
- « Prospective » : exercice

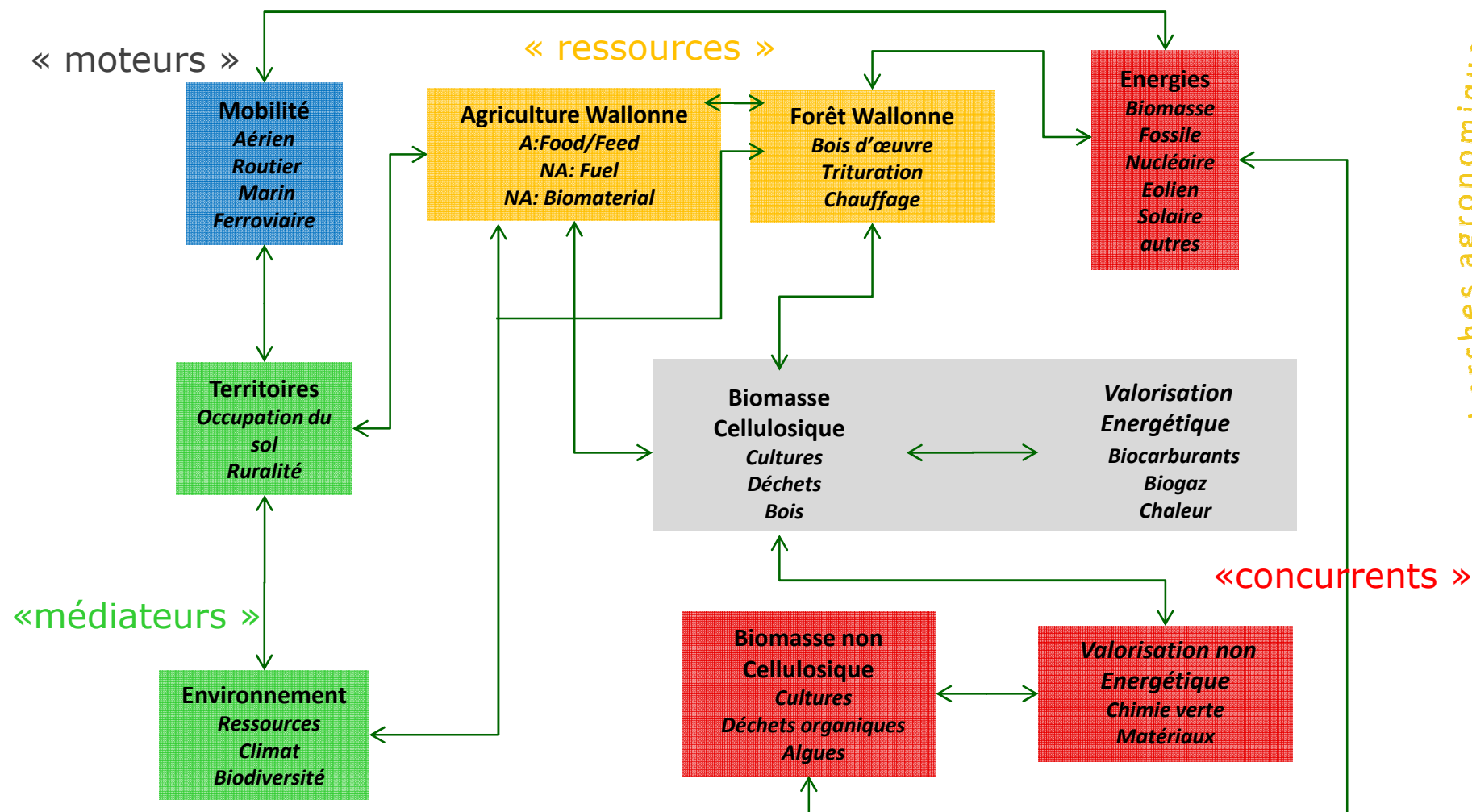
Mise en place d'une étude prospective visant à explorer les possibilités existant en terme de production de biocarburants et ce en prenant en compte les différentes composantes des filières de production mais également des territoires dans lesquelles elles devront s'insérer.

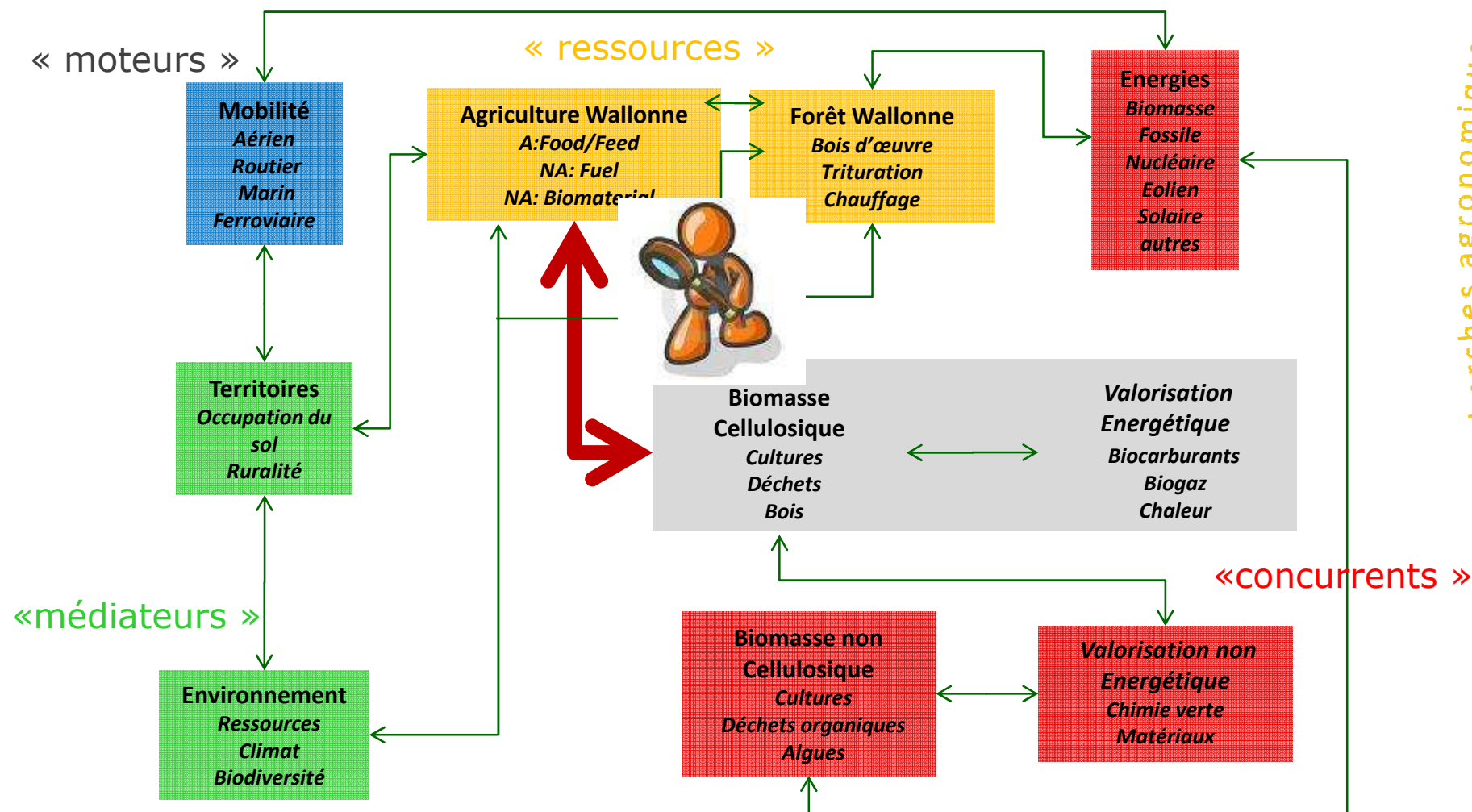
- Coordinateur: Didier Stilmant (U11)
- Collaboration avec Prof. Philippe Baret

Prof. Pierre Stassart

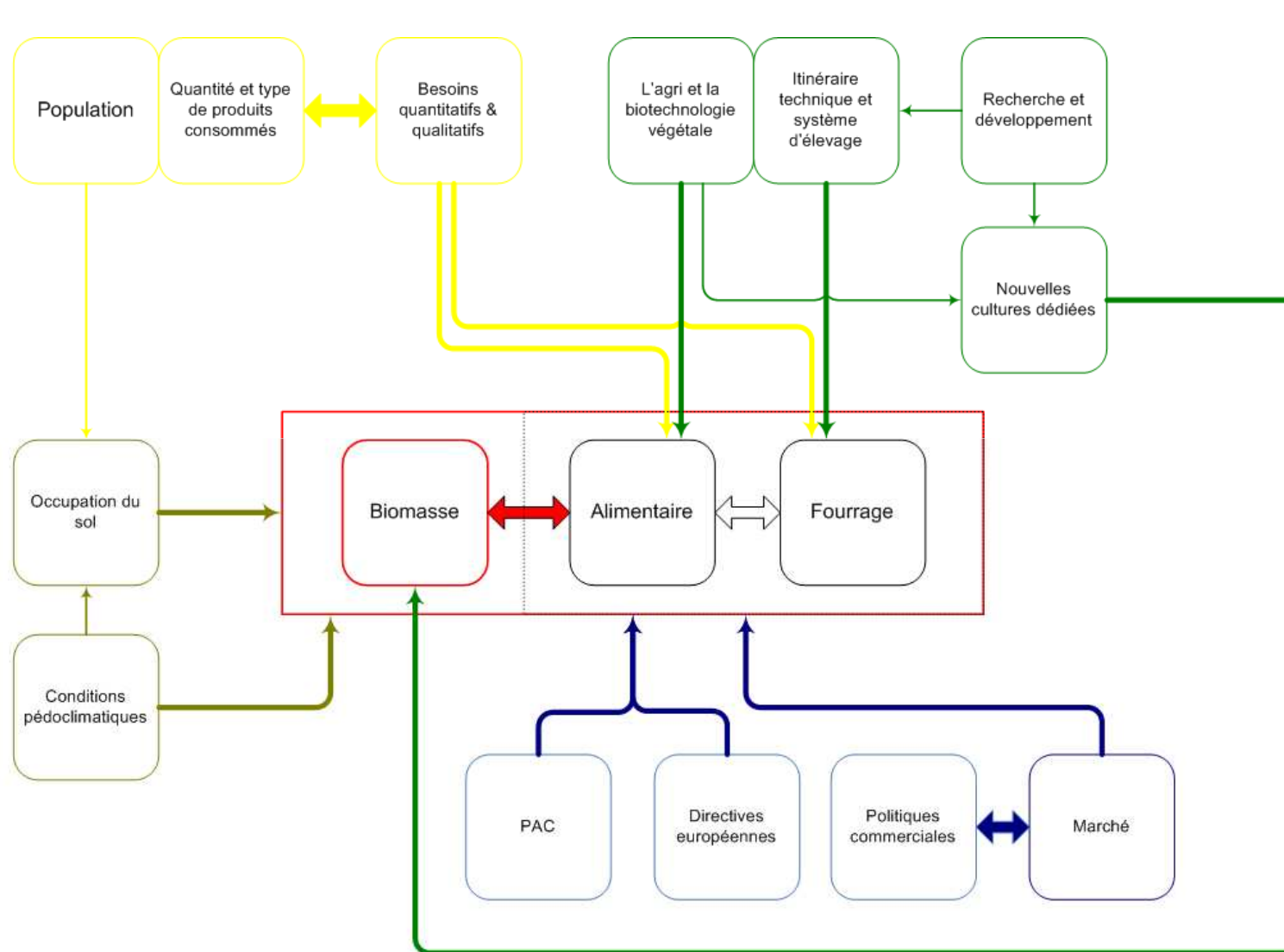












**Contribution au développement de la filière de  
production de bioéthanol de deuxième génération**

## WP 2 : Phytotechnie



**François GHYSEL  
Thomas SCHMIT (  )  
Jonathan DRAUX  
Jean HERMAN  
Xavier SEFFER  
Gembloux, le 27/01/2011**



Centre wallon de Recherches agronomiques



## Contexte

- La production de la biomasse = rôle significatif dans la pression environnementale exercée par les filières biomasse-énergie ainsi que dans l'efficacité énergétique de ces dernières
- Accroître l'efficacité énergétique = réduire les intrants en maintenant la production
- Quelles alternatives ?

- Cultures et modalités comparées (essai systèmes)
  - Essais de nouvelles cultures
  - Références l'exercice "prospectif" : productivité, écobilan de schémas de production alternatifs (essai systèmes)
    - Réponse à l'azote;
    - Intérêt de la fixation symbiotique par les légumineuses
    - Substitution de l'Nmin par de l'Norg
    - Désherbage mécanique
    - Vigueur d'implantation : taux de levée du miscanthus = fct (teneur en MS) + intérêt d'hormones de croissance.
  - Matière première pour le WP « chimie », impact :
    - De différents modes de conduite (essai systèmes);
    - Du stade de récolte (essai cinétique)
    - De la variété (essais variétaux)

- Objectifs – Points explorés
  - Cultures pérennes (miscanthus, graminée fourragère, panic érigé) et rotation d'annuelles (maïs, épeautre, seigle)
  - 3 blocs et 4 sites dont 3 dans le cadre d'ENERBIOM (Allemagne, France et Libramont)
  - 7 modalités/culture: fertilisation minérale ou organique, désherbage chimique, mécanique et mixte; et association avec du trèfle

- Modalités

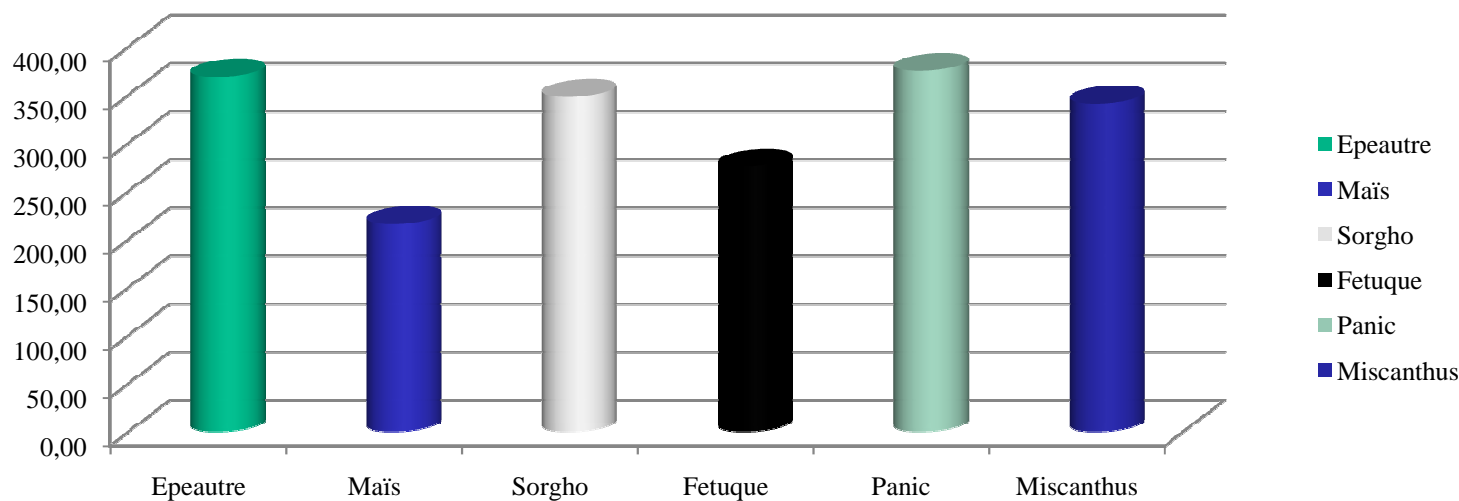
		fertilisation				clover association		management, organic	
Perennial									
Switchgrass	*	0 Min Chem	40 Min Chem	80 Min Chem	160 Min Chem	40 Min Chem	40 Min Chem		80 Org Mec
	**	0 Min Chem	80 Min Chem	160 Min Chem	240 Min Chem	0 Min RC	80 Min RC		80 Org Mec
Fescue	*	0 Min Chem	40 Min Chem	80 Min Chem	160 Min Chem	40 Min Chem	40 Min Chem		80 Org Mec
	**	0 Min Chem	80 Min Chem	160 Min Chem	240 Min Chem	0 Min RC	80 Min RC		80 Org Mec
Miscanthus	*	0 Min Chem	0 Min Chem	0 Min Chem		0 Min Chem	0 Min Chem	0 Org Mix	0 Org Mec
	**	0 Min Chem	80 Min Chem	160 Min Chem		0 Min WC	80 Min WC	80 Org Mix	80 Org Mec
Annual									
Corn		70 Min Chem	105 Min Chem	140 Min Chem		70 Min WC	105 Min WC	140 Org Mix	140 Org Mec
Spelt wheat		70 Min Chem	105 Min Chem	140 Min Chem		70 Min WC	105 Min WC	140 Org Chem	140 Org Mec

- Objectifs – Points explorés
  - Cultures pérennes (miscanthus, graminée fourragère, panic érigé) et rotation d'annuelles (maïs, épeautre, seigle)
  - 3 blocs et 4 sites dont 3 dans le cadre d'ENERBIOM (Allemagne, France et Libramont)
  - 7 modalités/culture: fertilisation minérale ou organique, désherbage chimique, mécanique et mixte; et association avec du trèfle
  - Paramètres mesurés : rendements MS, reliquats N, diversité microbienne, populations de lombrics, adventices, levée, ...



- Quelques résultats (rendements)

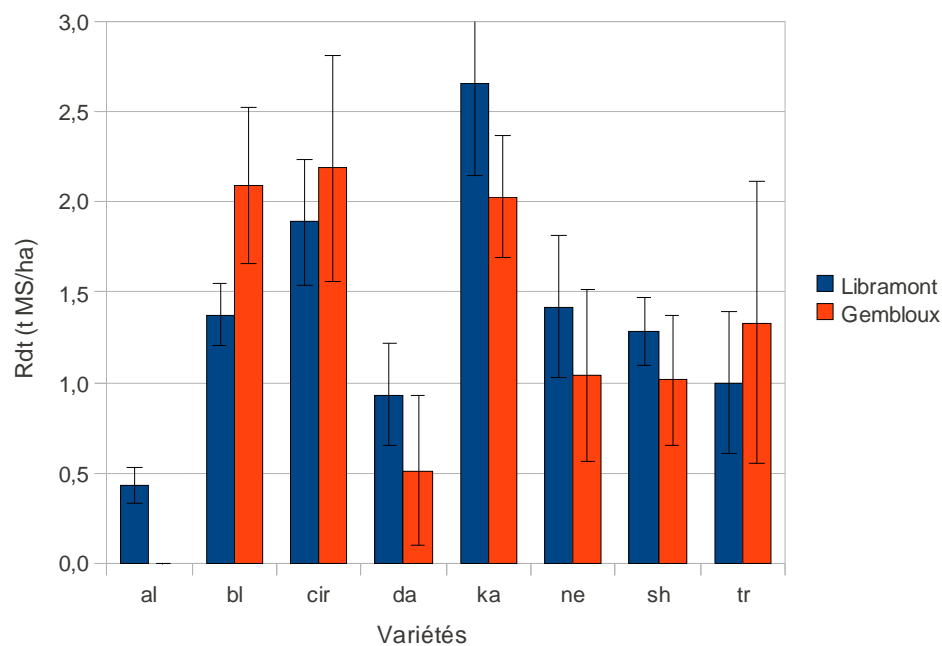
Potentiel éthanolique moyen par hectare de culture



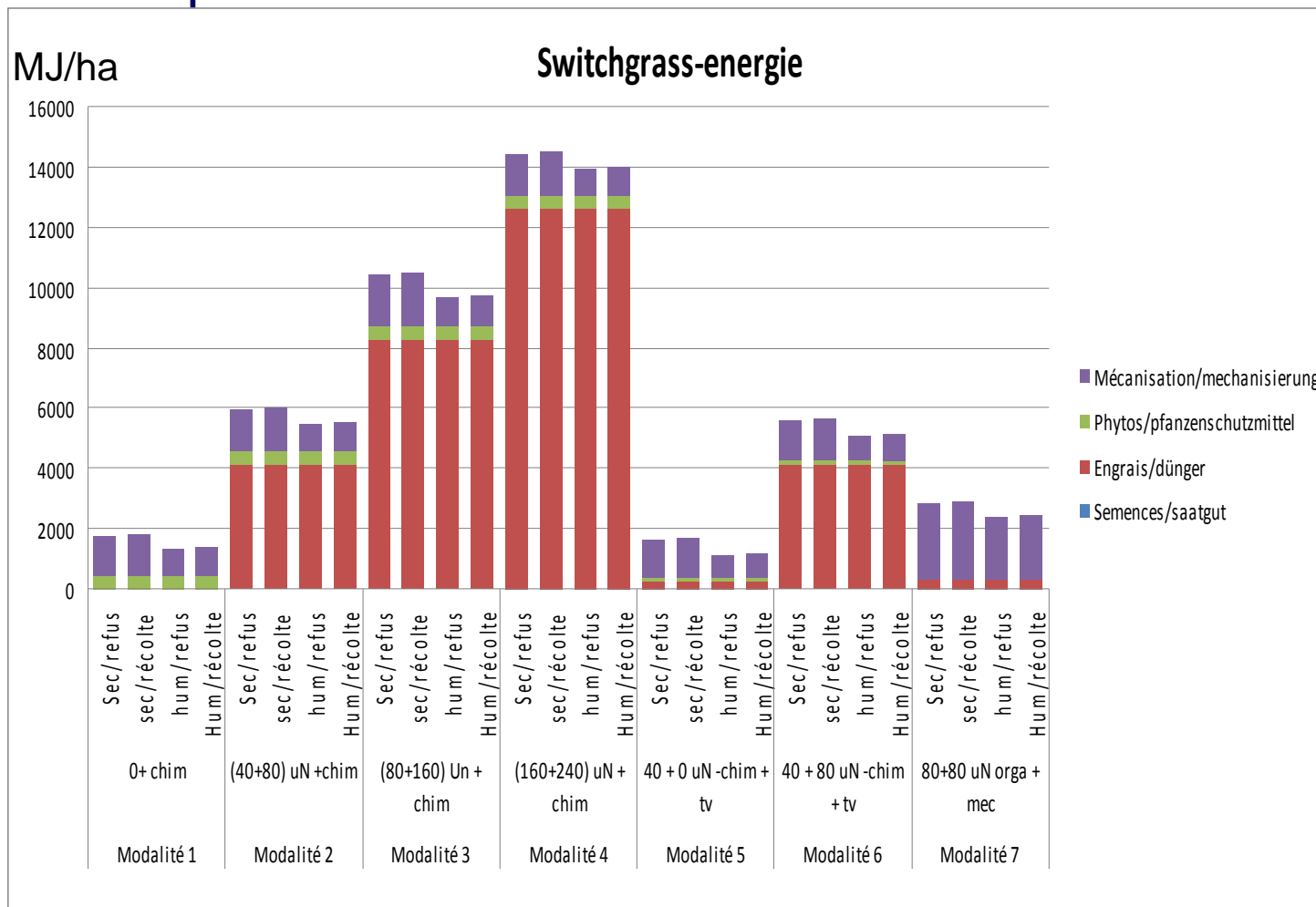
	moy	ecart type
Epeautre	368,83	14,96
Maïs	216,00	43,08
Sorgho	347,93	38,04
Fetuque	275,36	25,82
Panic	374,99	10,78
Miscanthus	341,17	27,47

- Quelques résultats (rendements)

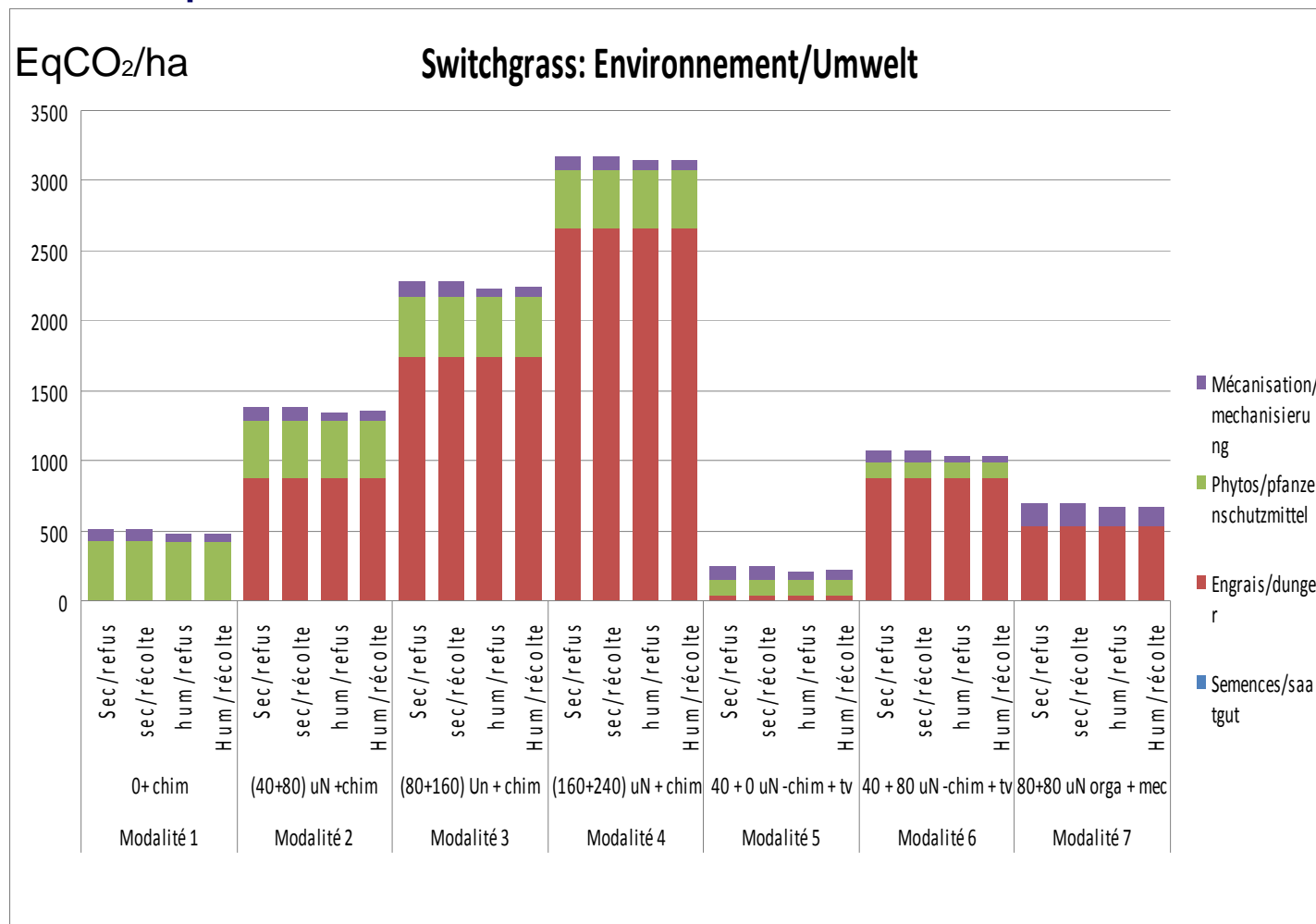
Rendements (t MS/ha) de 8 variétés de panic érigé en 1ère année à Libramont et Gembloux



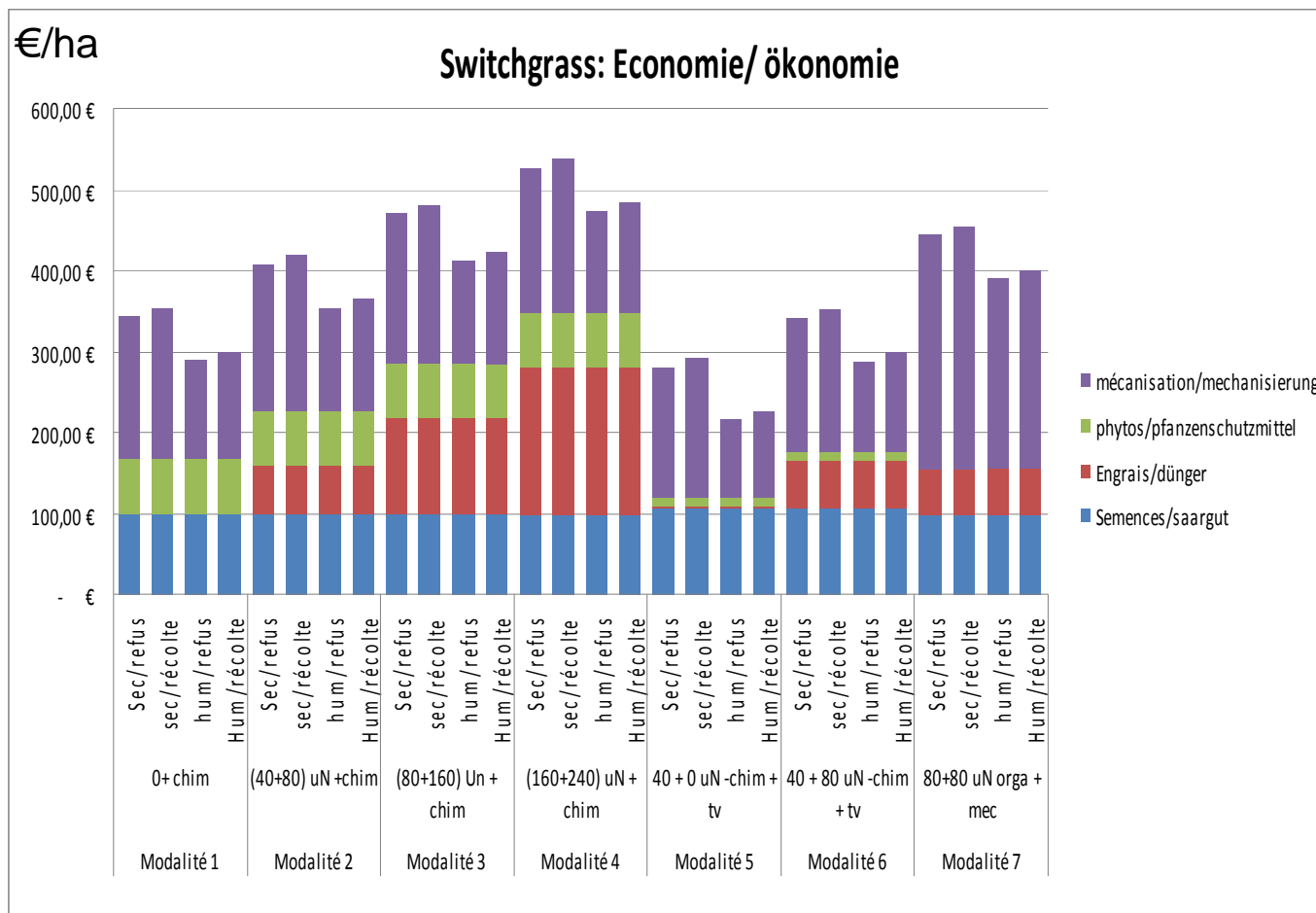
- Quelques résultats



- Quelques résultats



- Quelques résultats



**Contribution au développement de la filière de  
production de bioéthanol de deuxième génération**

## **WP 2 (suite): Approche métagénomique de la biodiversité des sols**

**Dominique Mingeot  
Xavier Seffer**

**Gembloux, le 27/01/2011**



## Effet de ces cultures sur la biodiversité du sol?

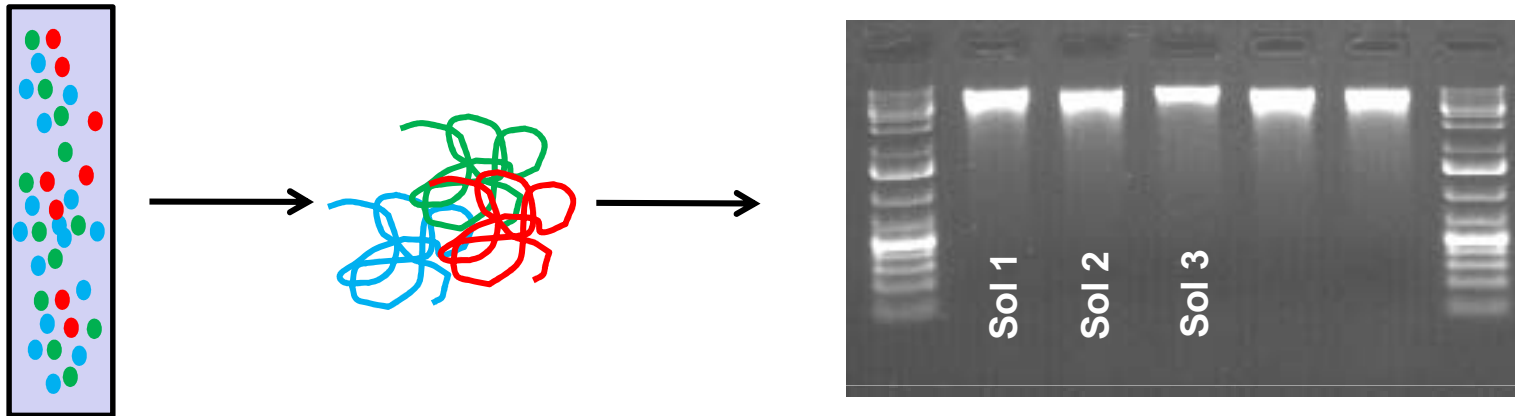
- 95 à 99% des espèces microbiennes ne sont, à l'heure actuelle, pas cultivables en laboratoire
- **Approche métagénomique:**  
ensemble de techniques permettant de caractériser l'information génétique totale présente dans un environnement donné.

➤ Une technique: la T-RFLP

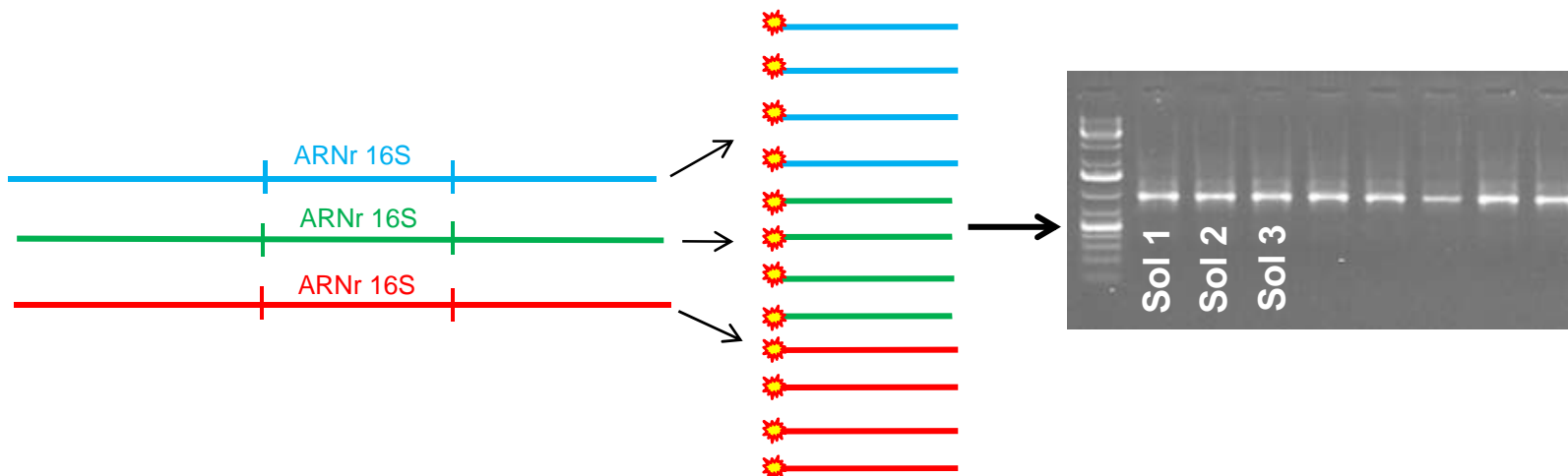


# T-RFLP: Terminal Fragment Length Polymorphism

## 1. Extraction de l'ADN total du sol

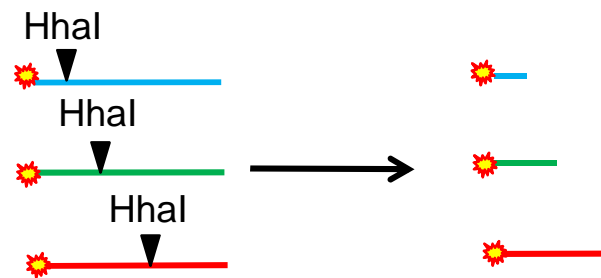


## 2. Amplification PCR de la séquence ARNr 16S

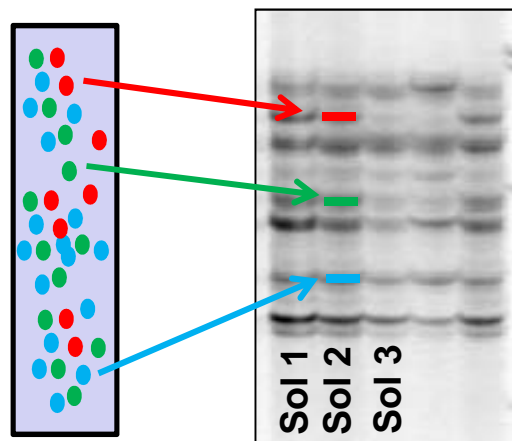


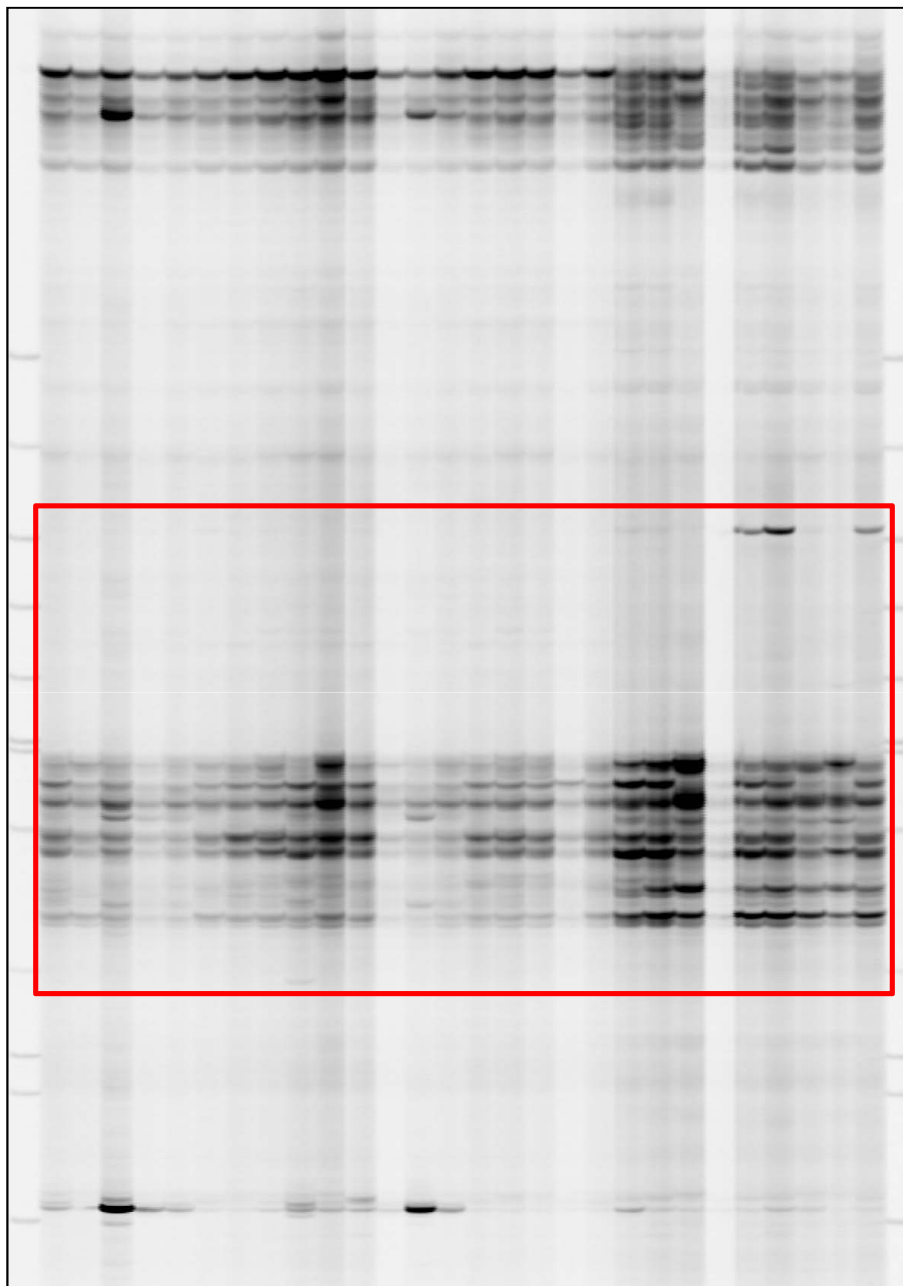
# T-RFLP: Terminal Fragment Length Polymorphism

## 3. Clivage des fragments amplifiés par 1 enzyme de restriction (HhaI)



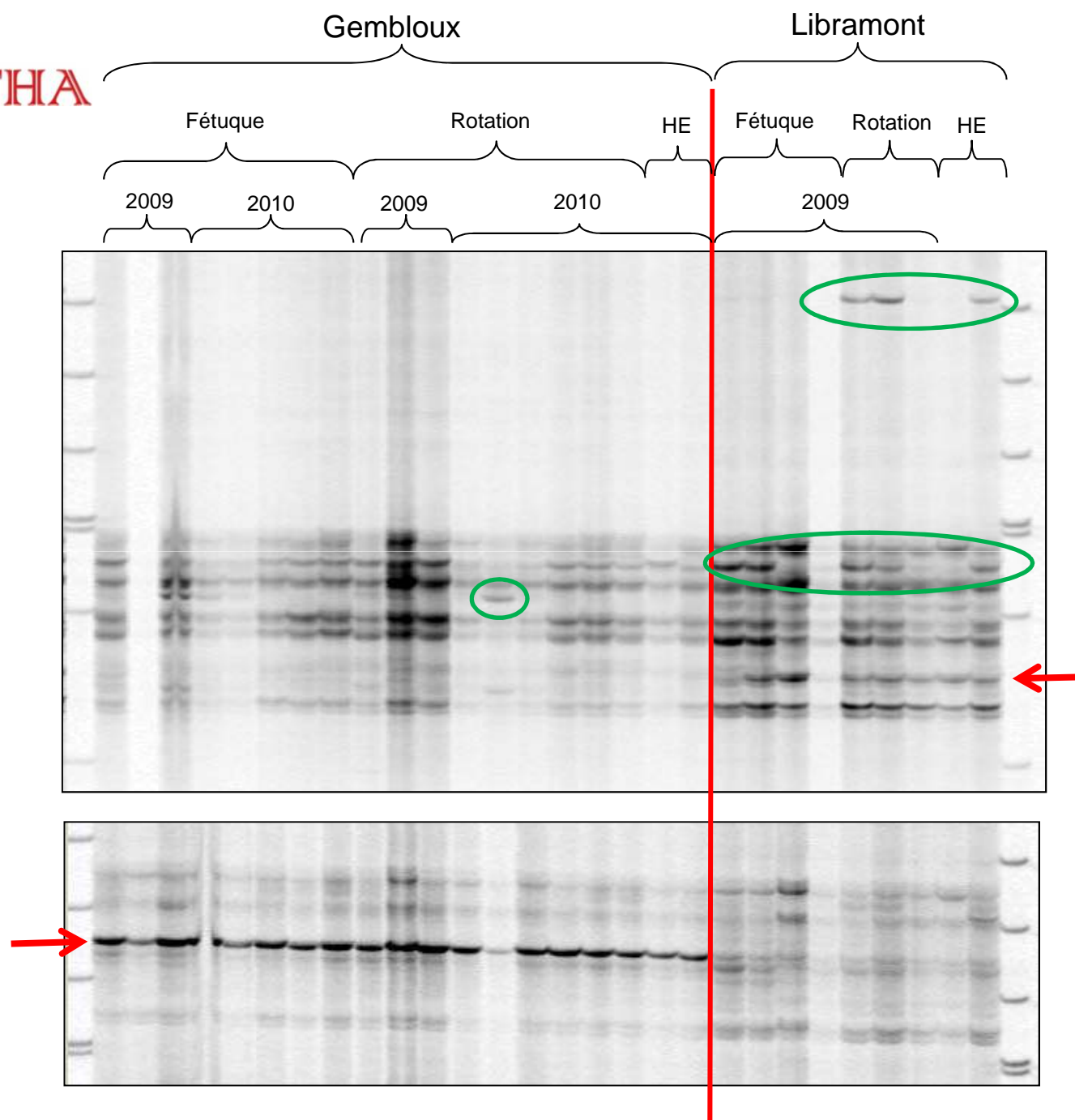
## 4. Electrophorèse en gel d'acrylamide

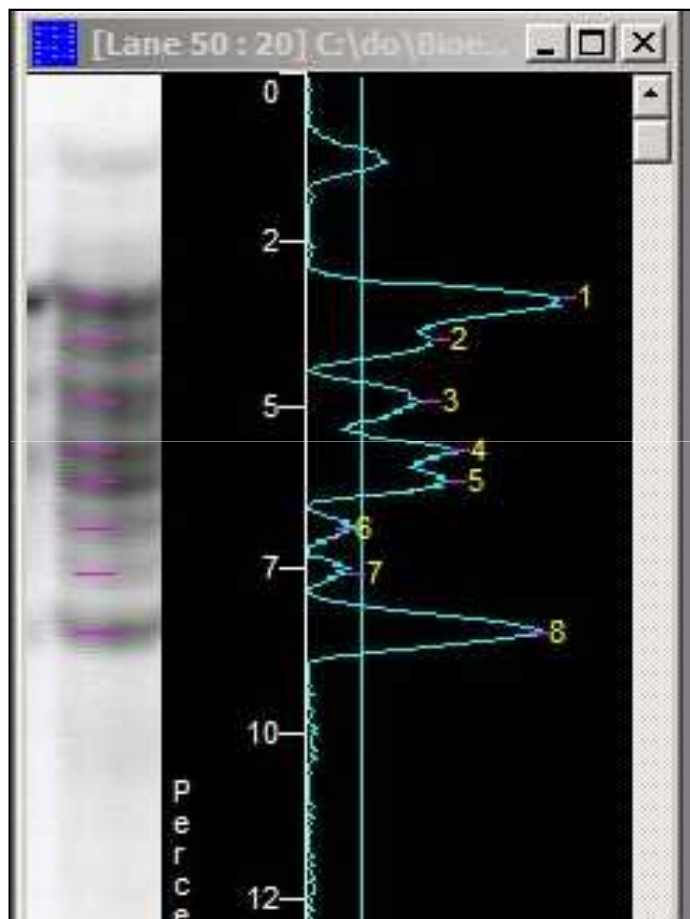




### Comparaison de:

- ✓ Cultures : Miscanthus, Panic...
- ✓ Modalités de culture
- ✓ Lieux: Gembloux, Libramont
- ✓ Années: 2008 à 2011
- ✓ Saisons





## Analyse des résultats

- ✓ présence / absence de chaque signal
- ✓ intensité relative de chaque signal par rapport à la totalité du canal
- ✓ Traitement statistique

**Contribution au développement de la filière de  
production de bioéthanol de deuxième génération**

## WP 3 : CHIMIE

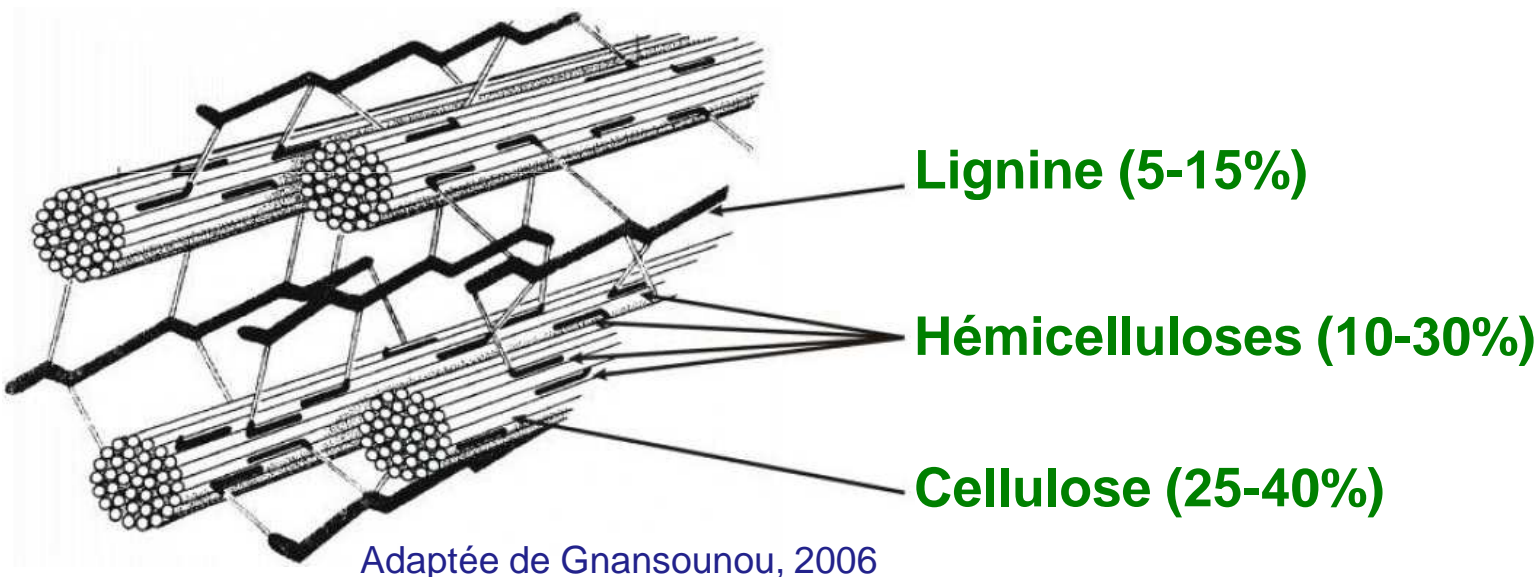
**Bruno GODIN**

**Gembloux, le 27/01/2011**



- Caractérisation des constituants pariétaux chimiques des biomasses lignocellulosiques

## Structure des polysaccharides structuraux



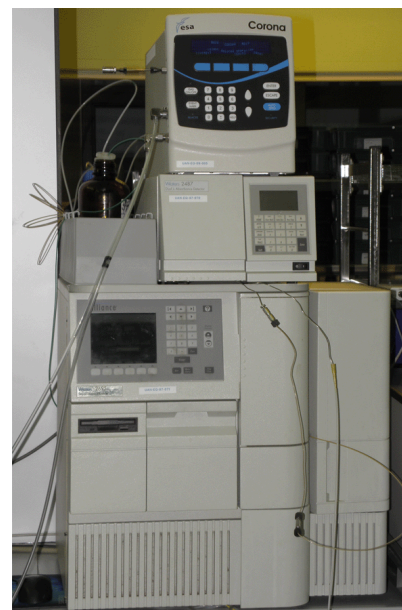
- Potentiel de production de bioéthanol de deuxième génération



- **Caractérisation des constituants pariétaux chimiques des biomasses lignocellulosiques**

- **Méthodes**

- Adaptation de la méthode de caractérisation « générale » des polysaccharides structuraux de Van Soest
- Mise au point et validation d'une méthode de caractérisation « fine » des polysaccharides structuraux



Centre wallon de Recherches agronomiques - CRA-W

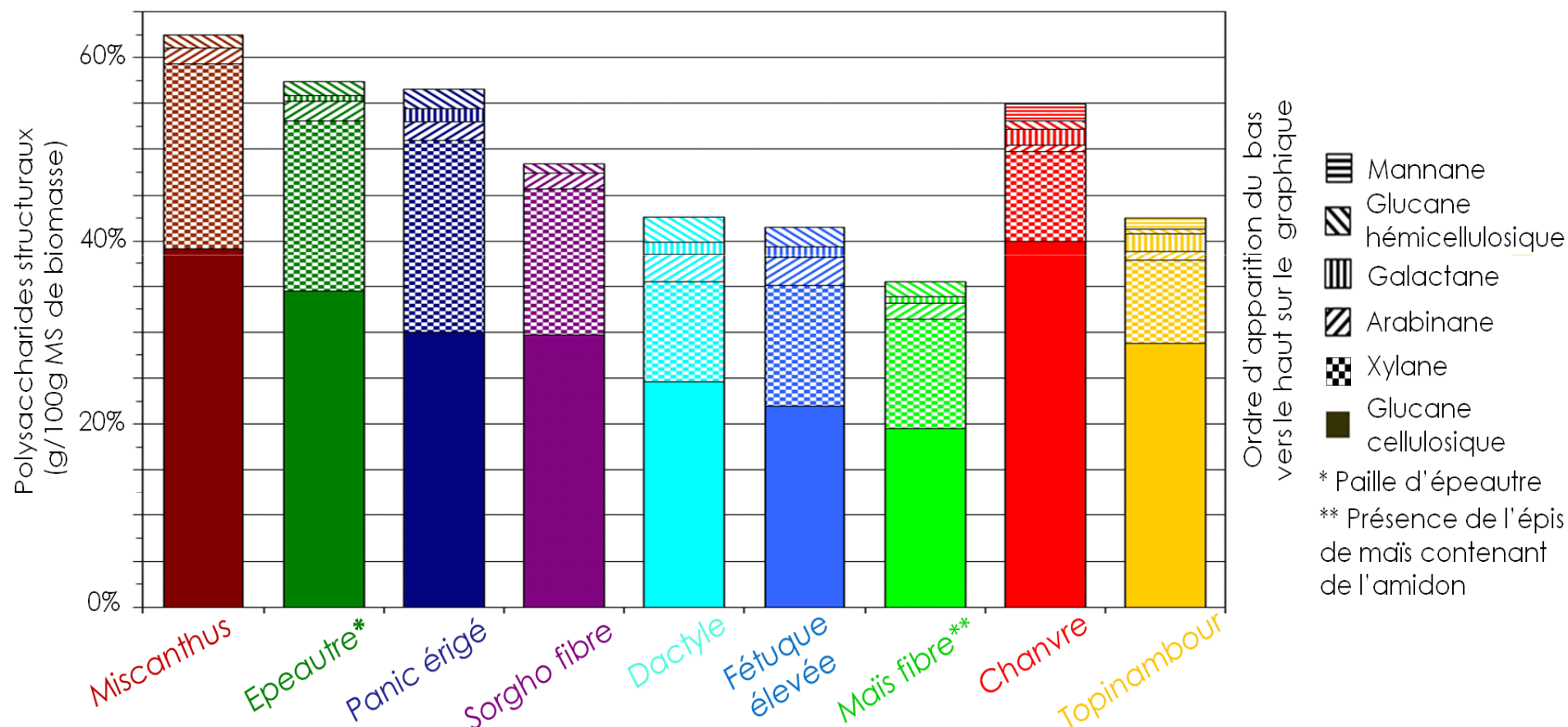
Département Valorisation des productions - Unité Biomasse, bioproduits et énergie

[www.cra.wallonie.be](http://www.cra.wallonie.be)

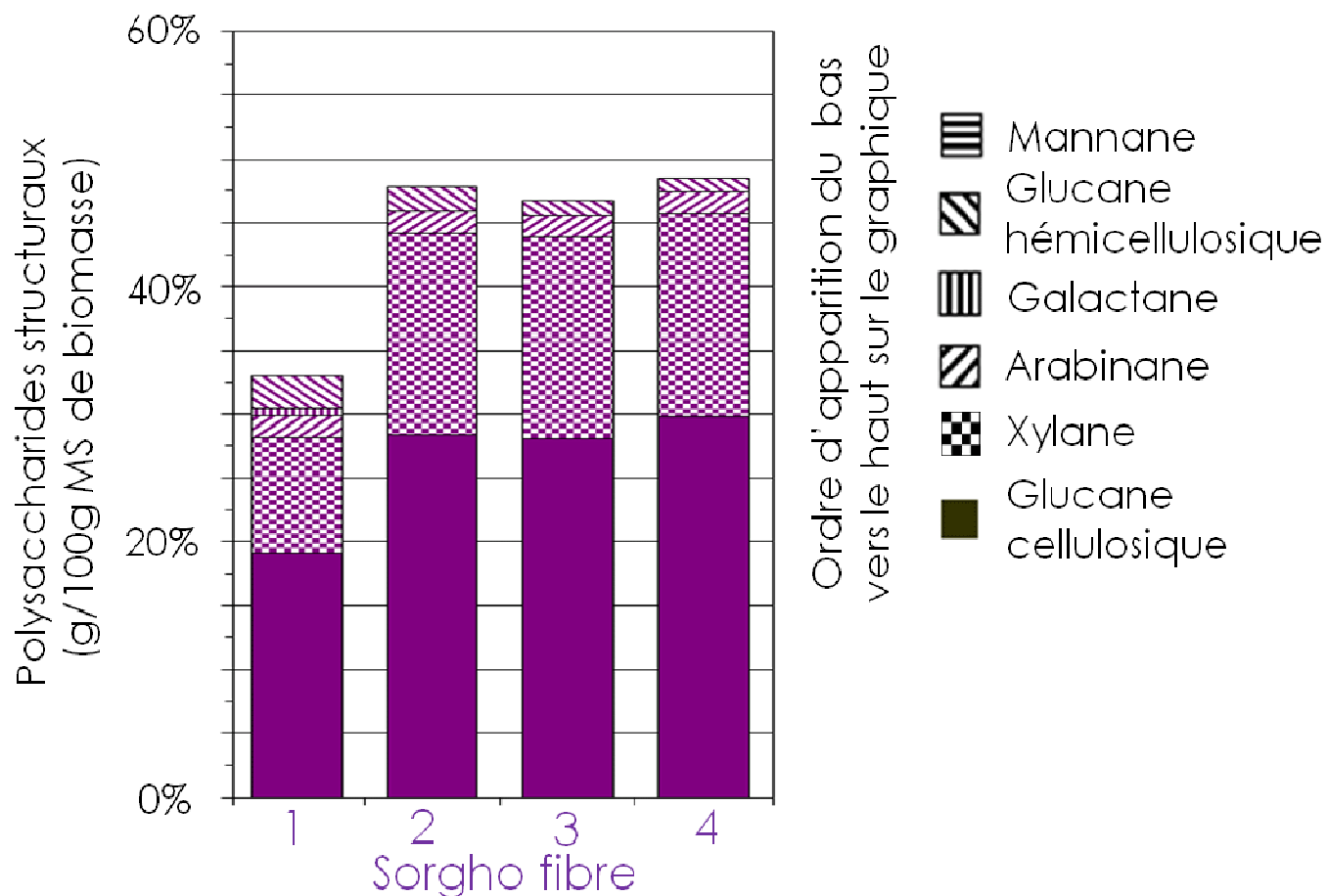
Centre wallon de Recherches agronomiques



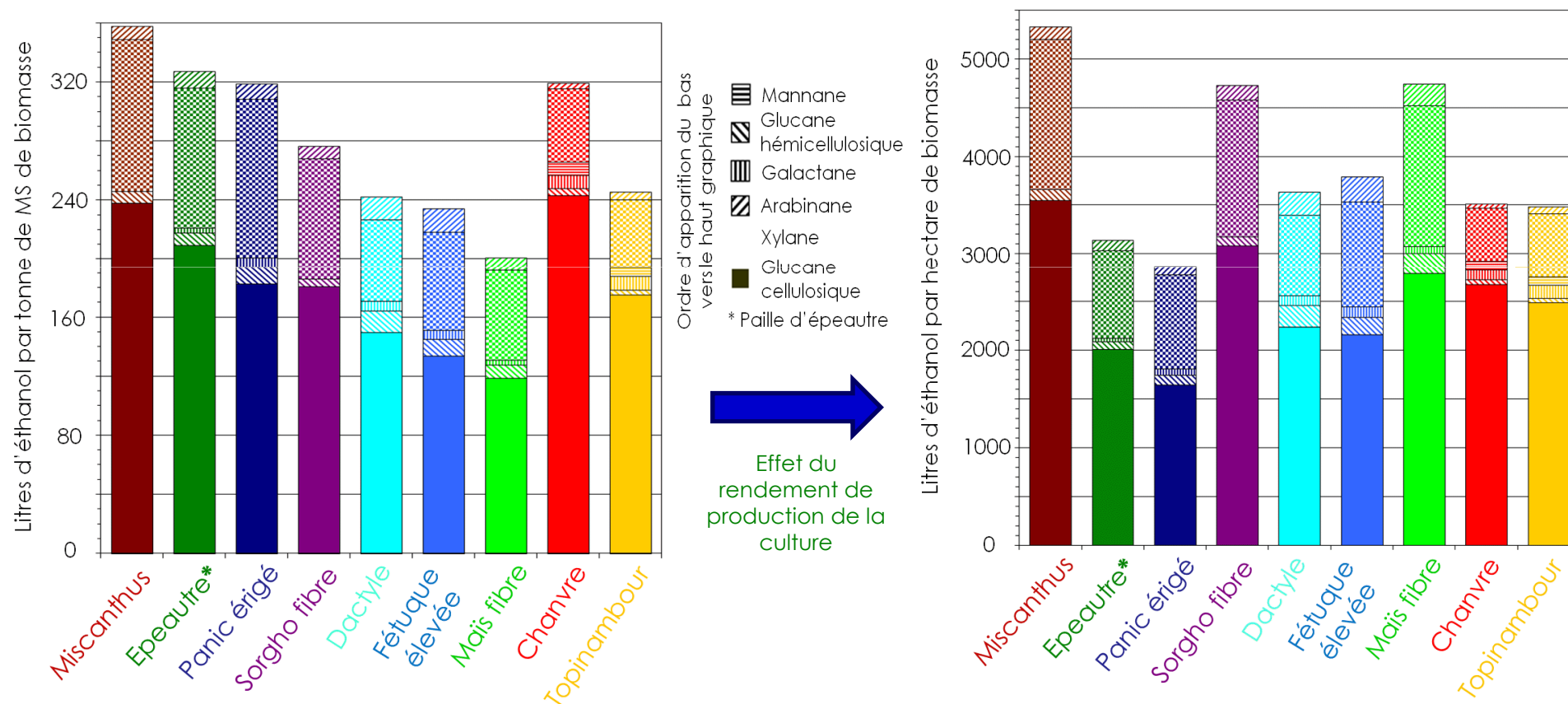
## Teneurs en monosaccharides de la celluloses et des hémicelluloses en fonction du type de biomasse récoltée à maturité



## Teneurs en monosaccharides de la celluloses et des hémicelluloses en fonction de la date de récolte



## Potentiel théorique de production de bioéthanol de deuxième génération



- Thèse

- «Caractérisation des constituants pariétaux et plus spécialement des hémicelluloses de diverses espèces végétales»



# Merci !



Centre wallon de Recherches agronomiques