

Les produits lignocellulosiques  
comme source de biocarburants  
de deuxième génération dans un  
concept de bioraffinage

# Plan

- Introduction
- Constituants des différentes parois cellulaires
- Plateforme biochimique
- Plateforme thermochimique
- Coûts
- Défis pour chaque plateforme

# Bioraffinage : Définition

- Conversion de la biomasse en de multiples bioproduits et en énergie
- Plus précisément : Filière allant de la production de la biomasse, sa logistique et son prétraitement jusqu'à sa conversion (plateformes biochimique ou thermochimique) en bioproduits et énergie

# Du raffinage du pétrole au raffinage de la biomasse

Pétrole brut

Carburants  
Combustibles

Produits de base

Produits à usages  
spécifiques

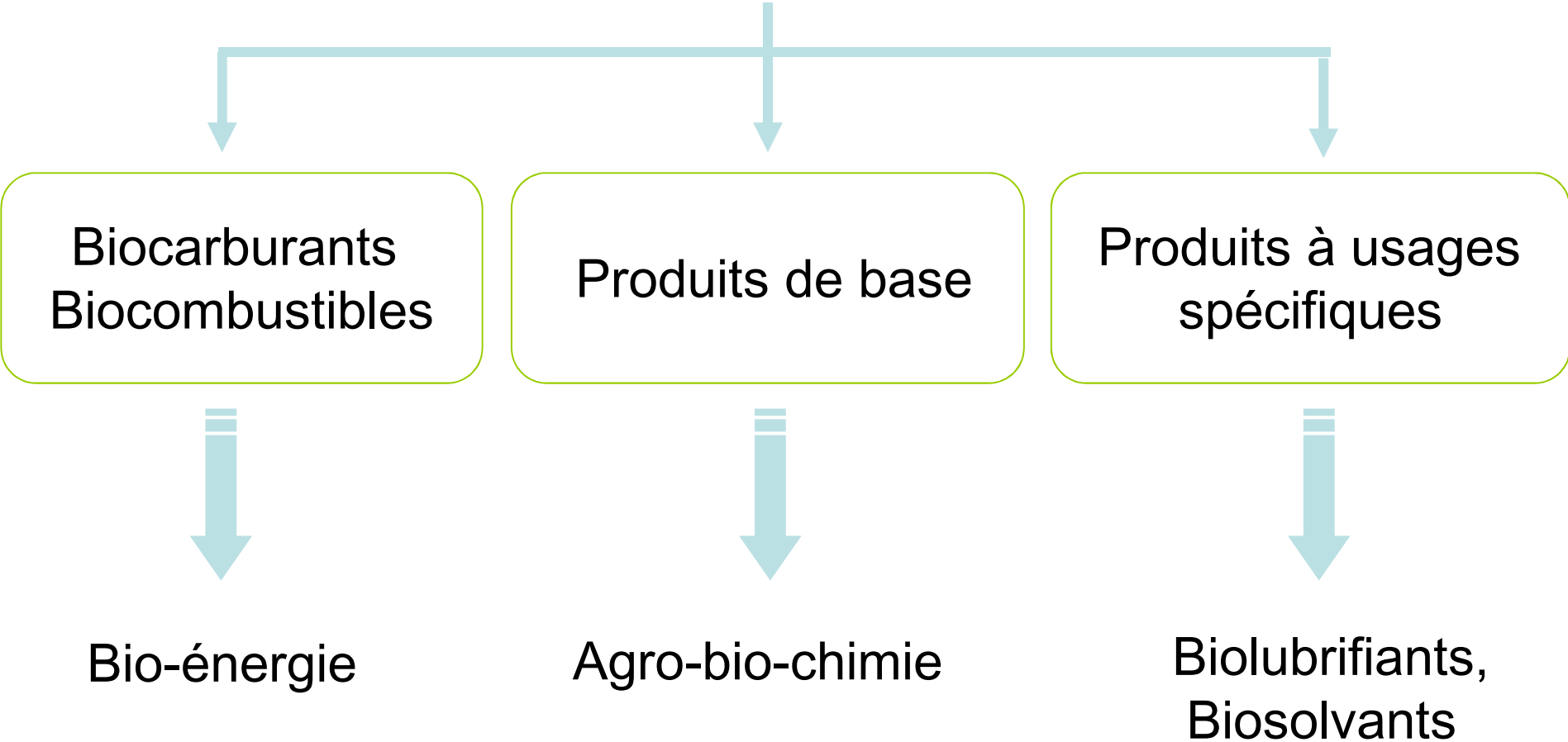
Energie (80%)

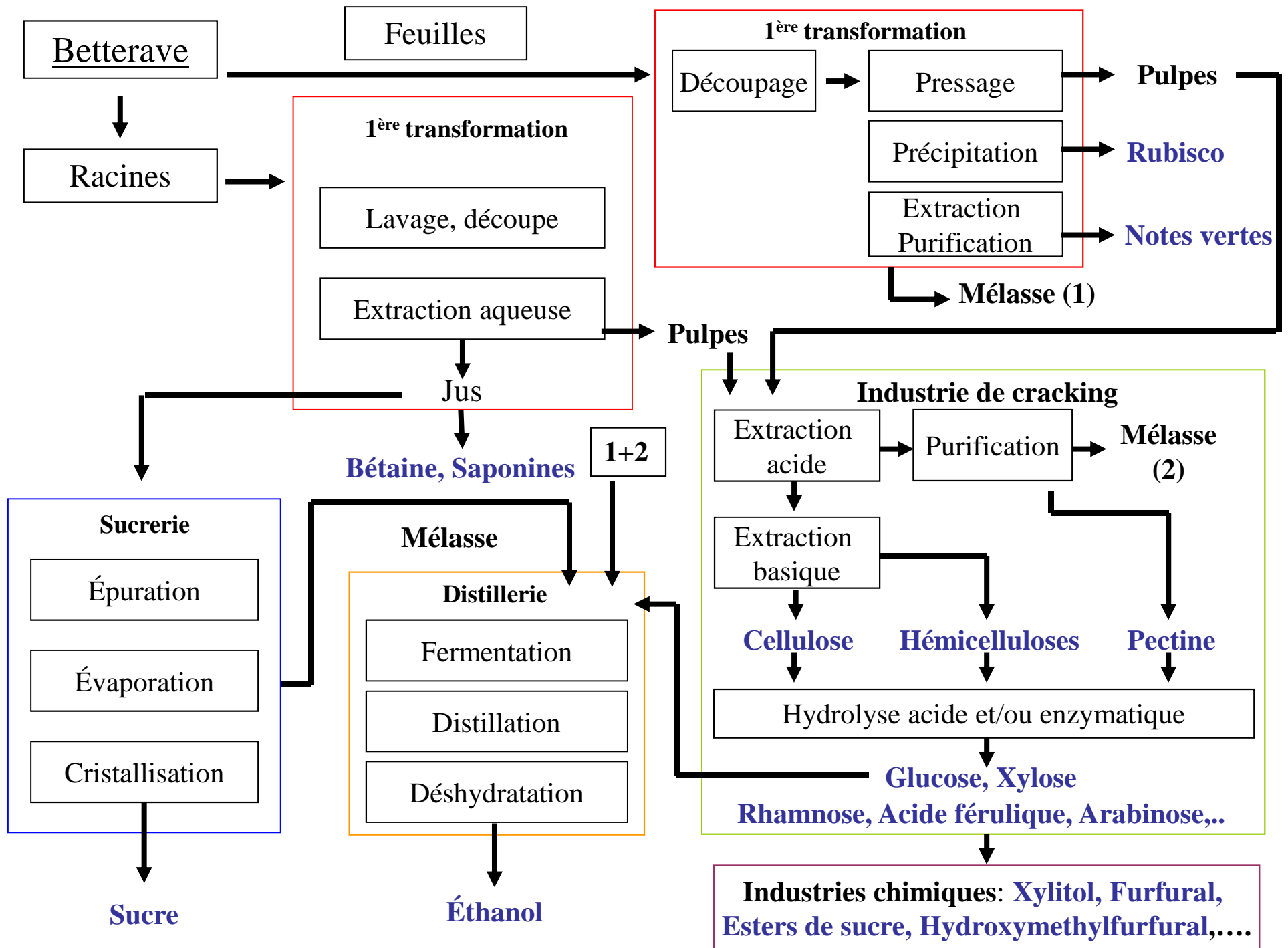
Pétrochimie

Lubrifiants, Solvants

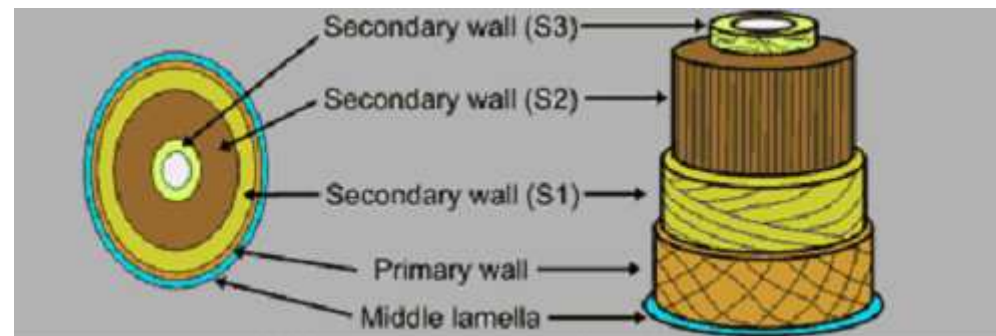
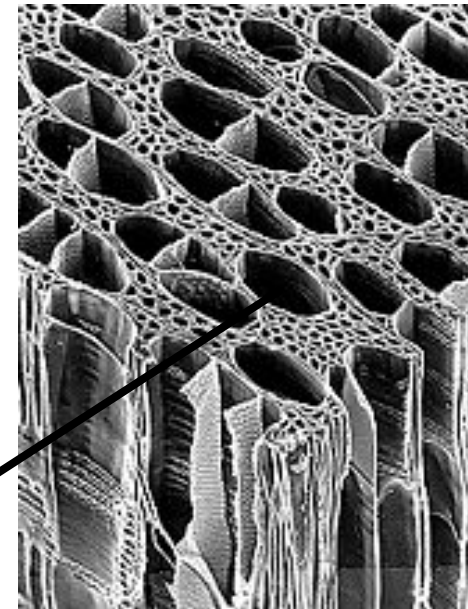
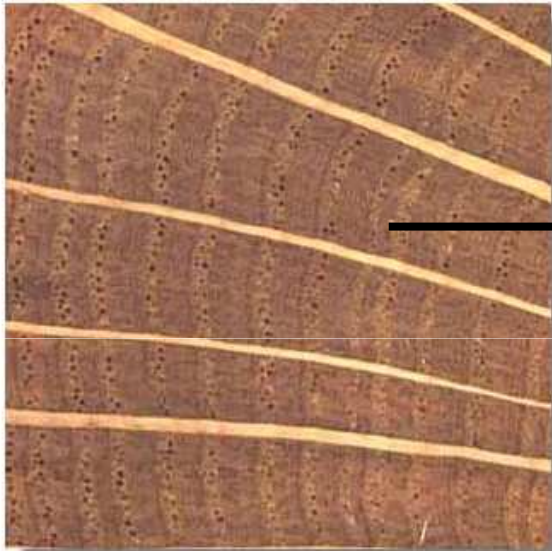
Du raffinage du pétrole au raffinage de la biomasse

Biomasse

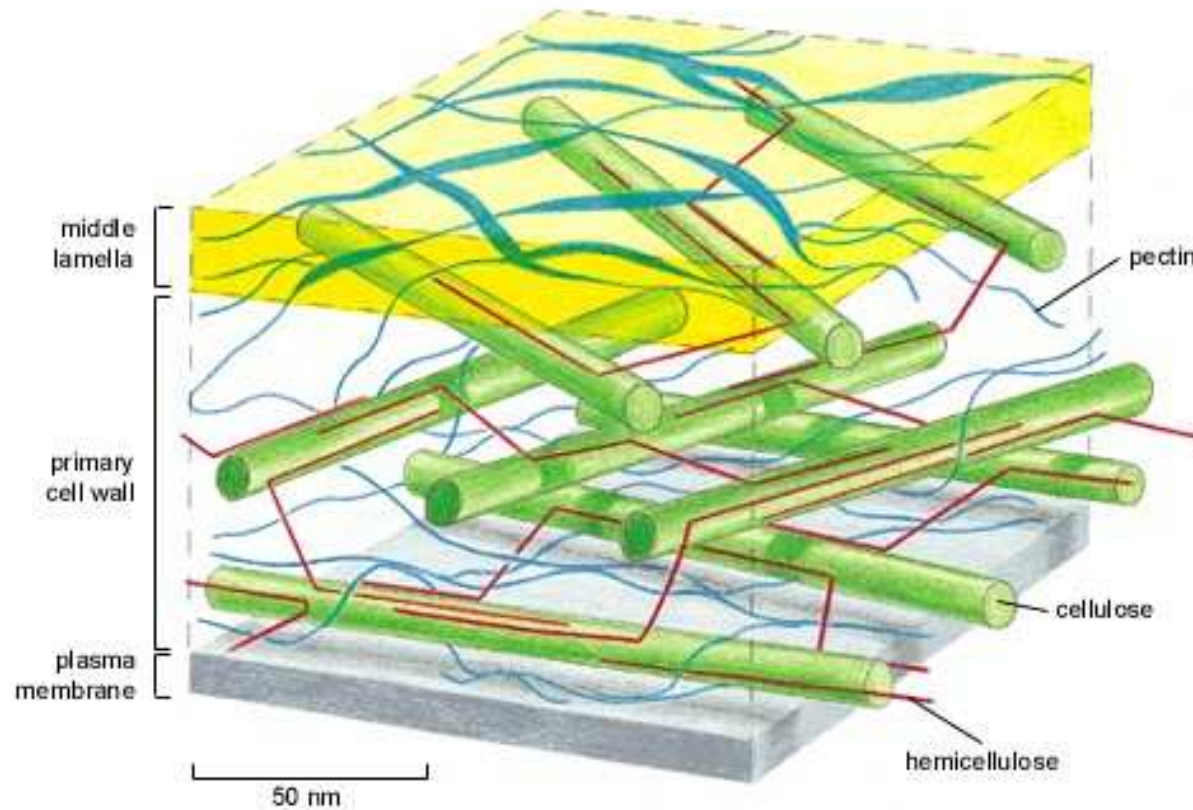




# Les Constituants des différentes parois cellulaires

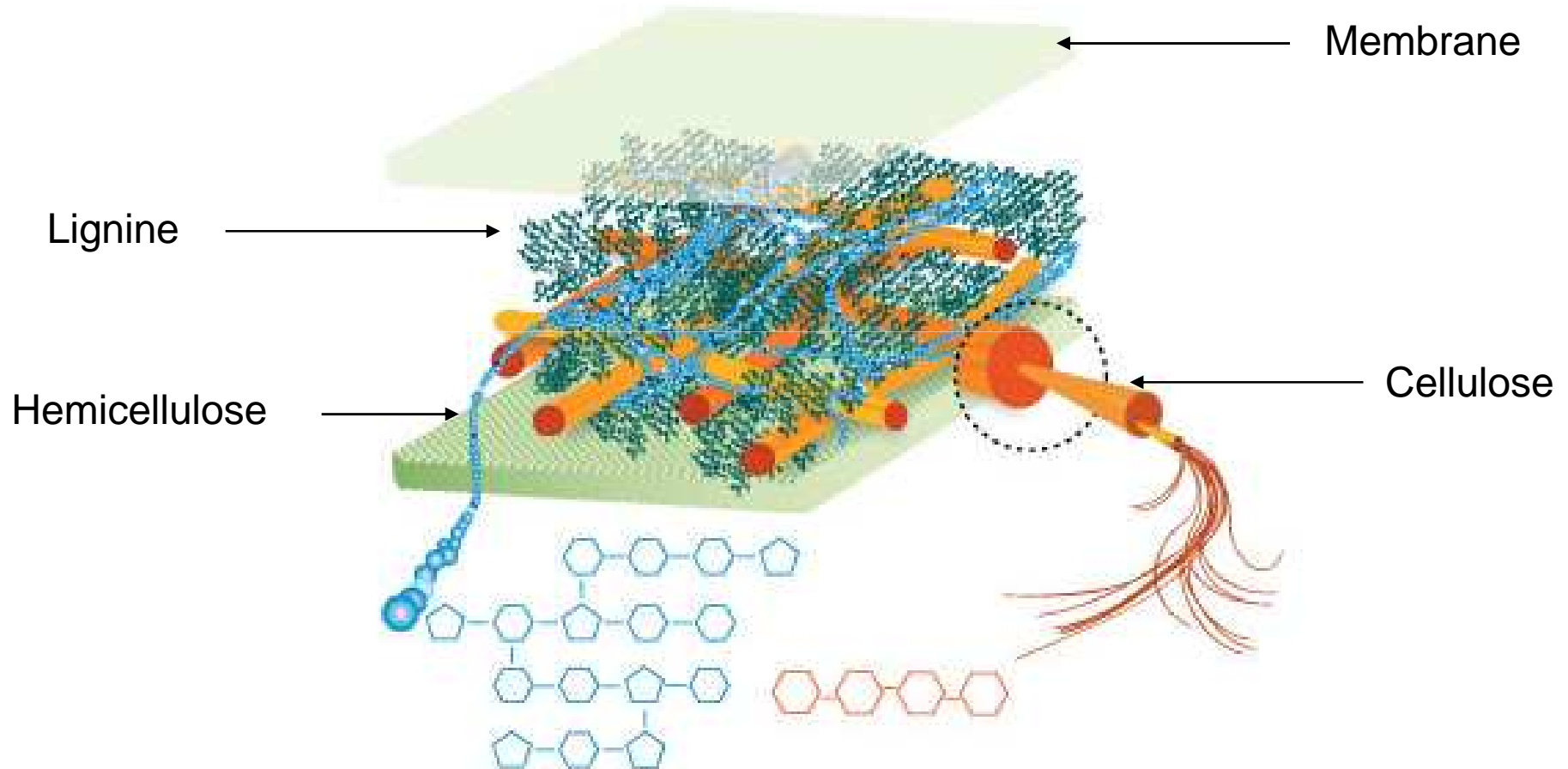


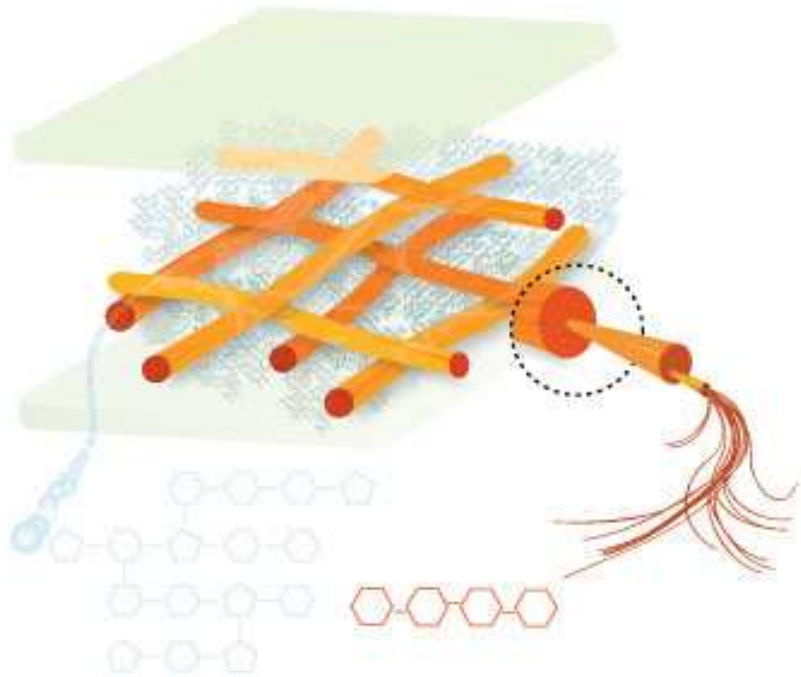
# Paroi cellulaire primaire



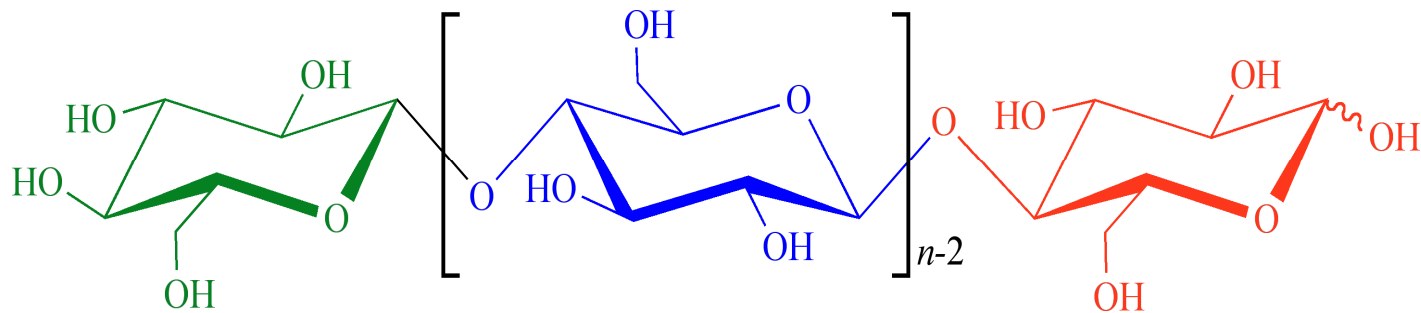
Source: Molecular Biology of the Cell

# Paroi cellulaire secondaire



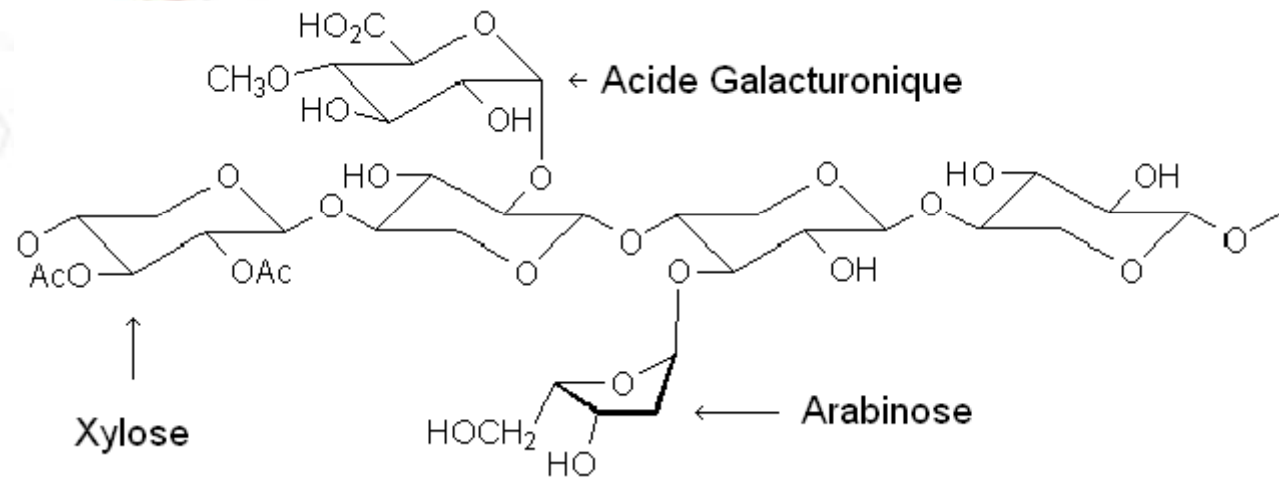
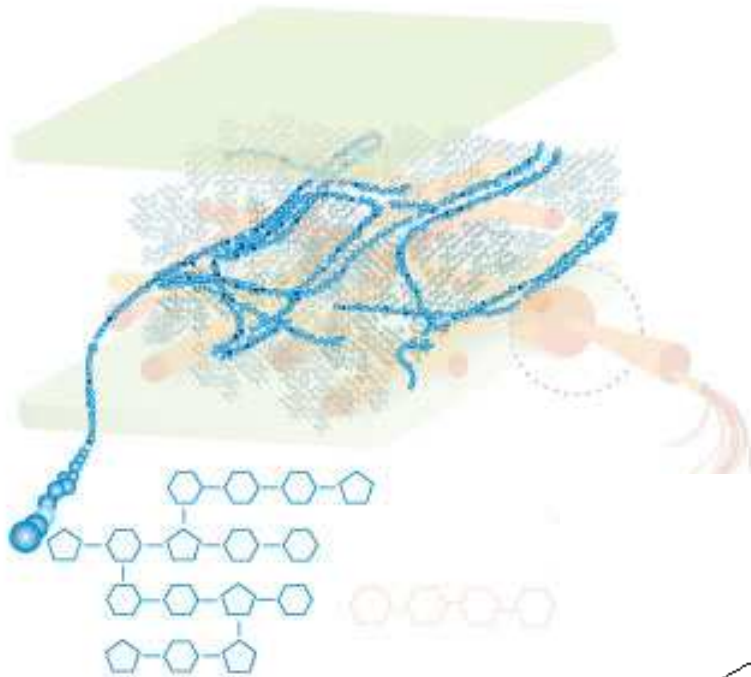


# Cellulose



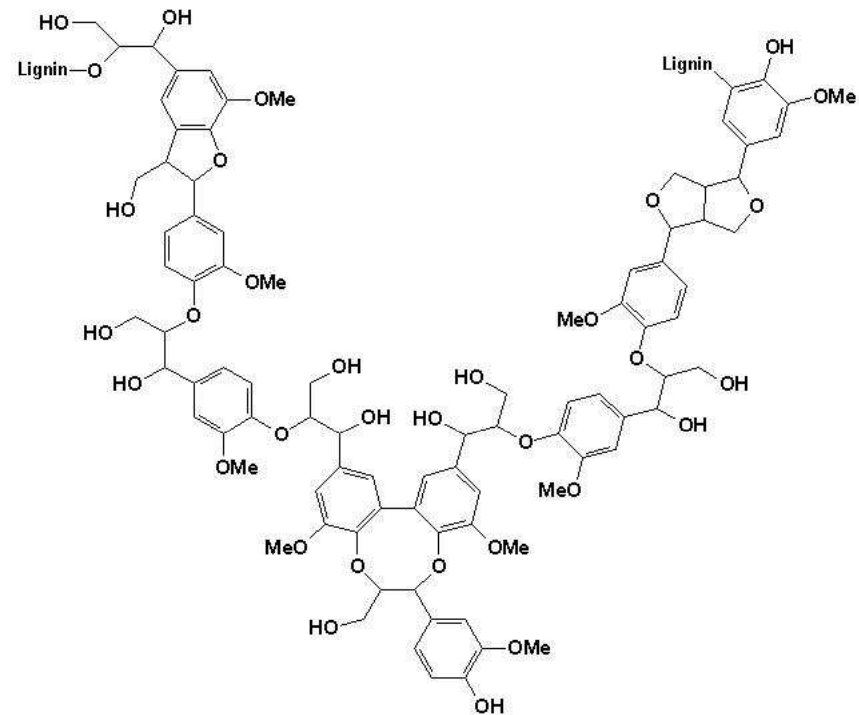
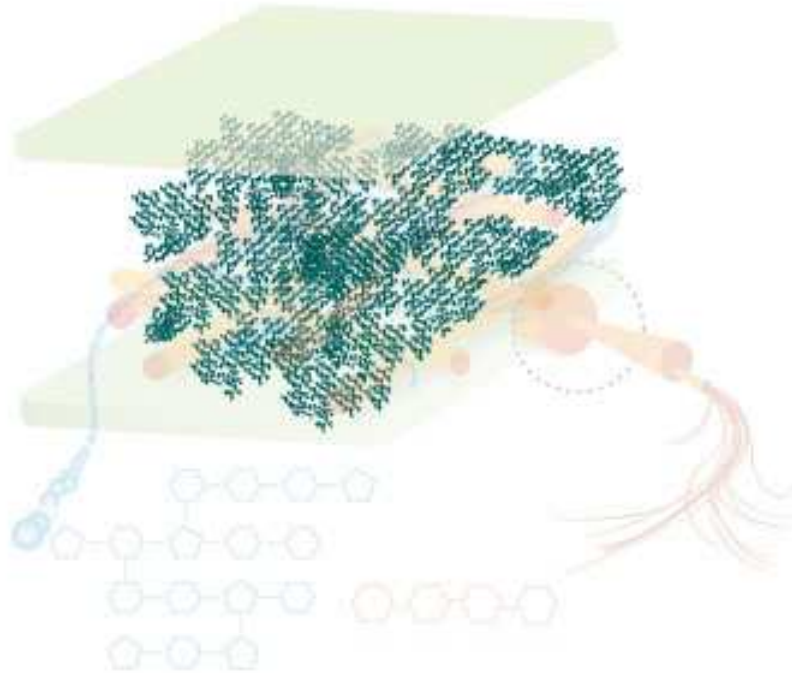
- Unité glucose (hexoses) - Liaisons  $\beta$  1-4
- Polysaccharides linéaires

# Hemicellulose



- Hexoses + Pentoses : glucose, xylose, mannose, galactose, arabinose, acide galacturonique,...
- Polysaccharides ramifiés

# Lignine

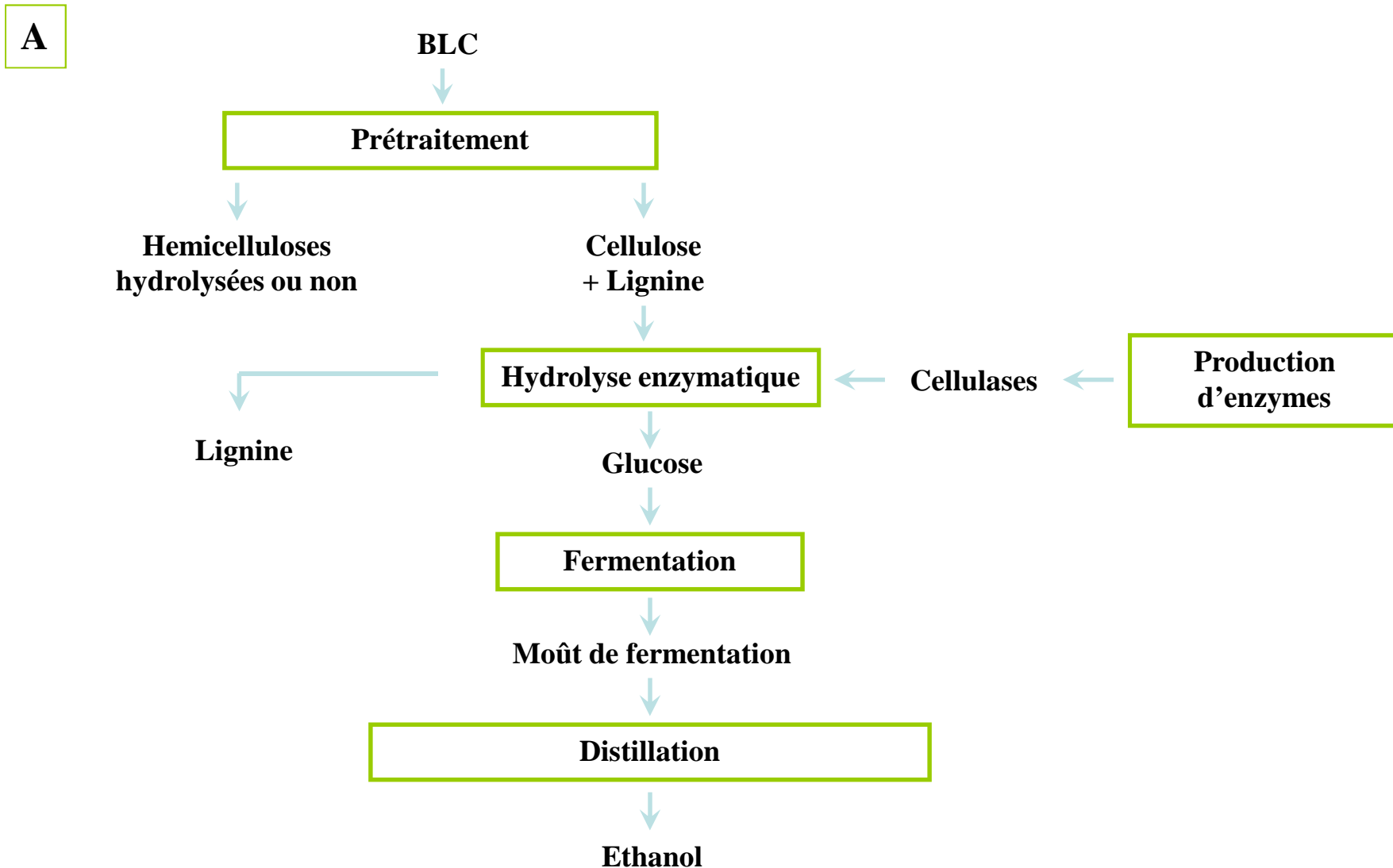


- Monomères : p-coumaryl alcohol, coniferyl alcohol, sinapyl alcohol
- Polyphénols ramifiés

## Composition de végétaux lignocellulosiques (% de matière sèche)

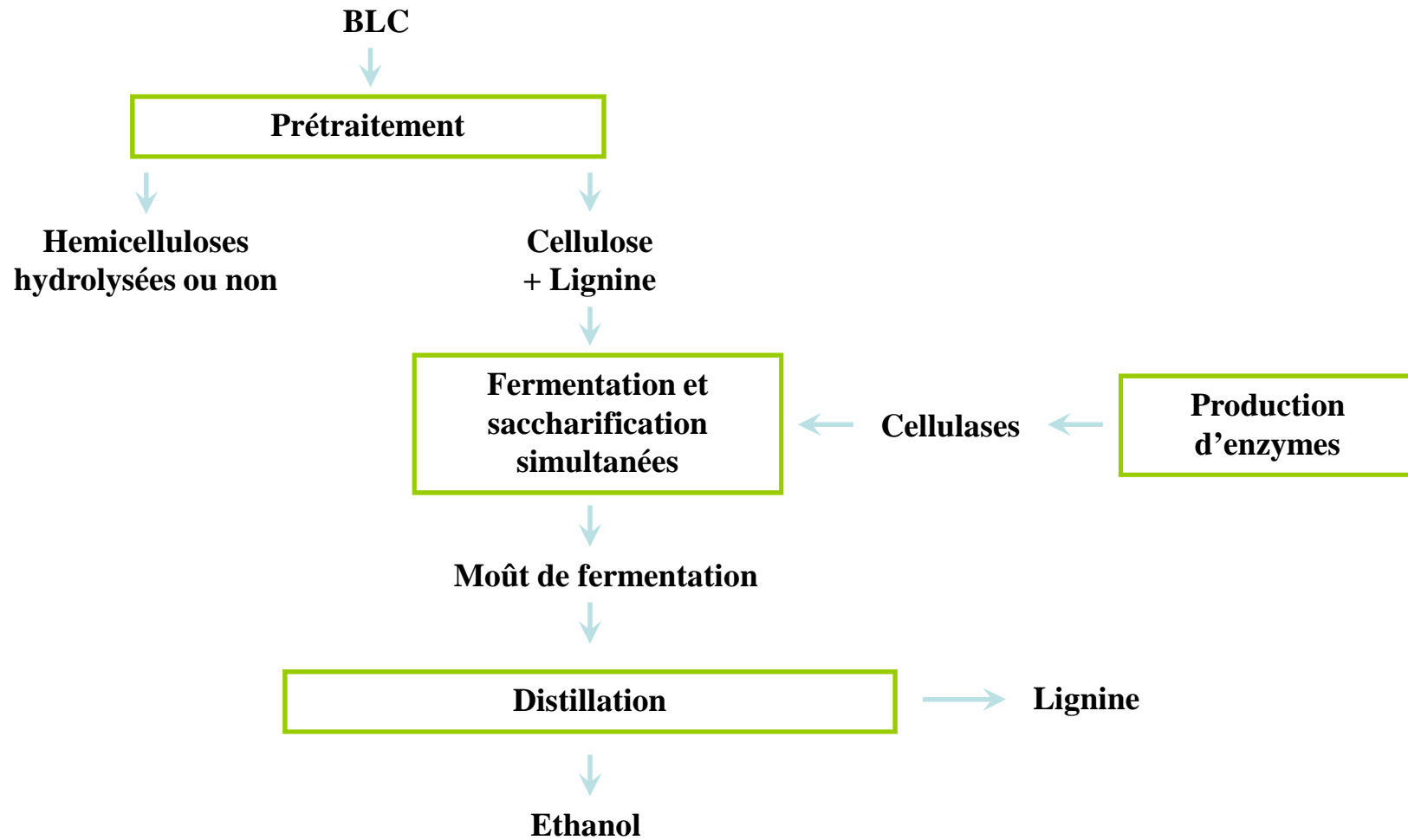
Végétal	Lignine	Cellulose	Hemicelluloses
Pin	27-29	38-42	20-24
Peuplier	20-24	40-49	16-27
Paille de blé	15-23	30-43	22-35
Rafle de maïs	12-17	35-41	20-27
Bagasse de canne à sucre	11-25	38-40	23-34

# La plateforme biochimique : différents schémas de production d'éthanol à partir de la biomasse lignocellulosique



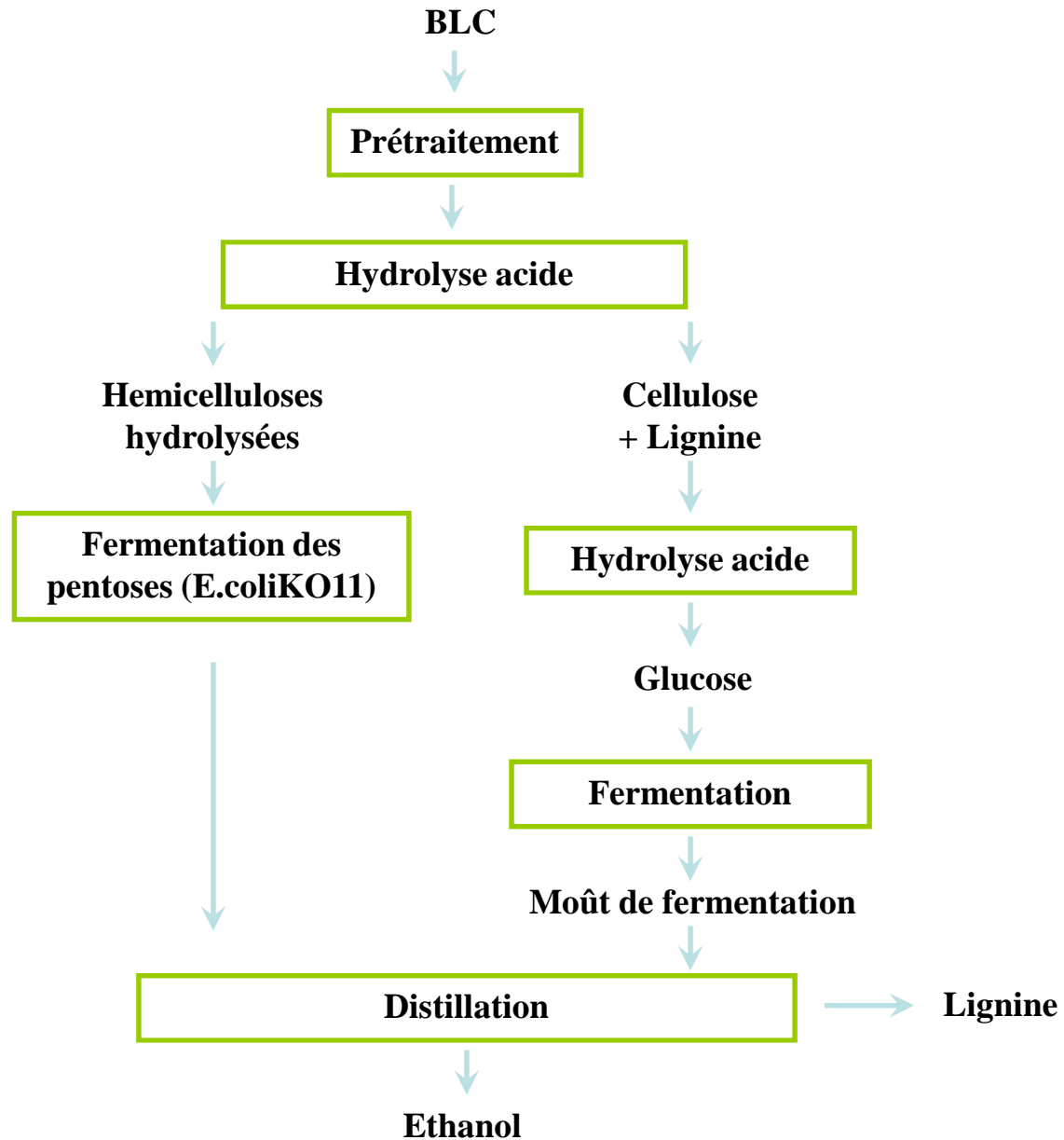
# La plateforme biochimique : différents schémas de production d'éthanol à partir de la biomasse lignocellulosique

**B**

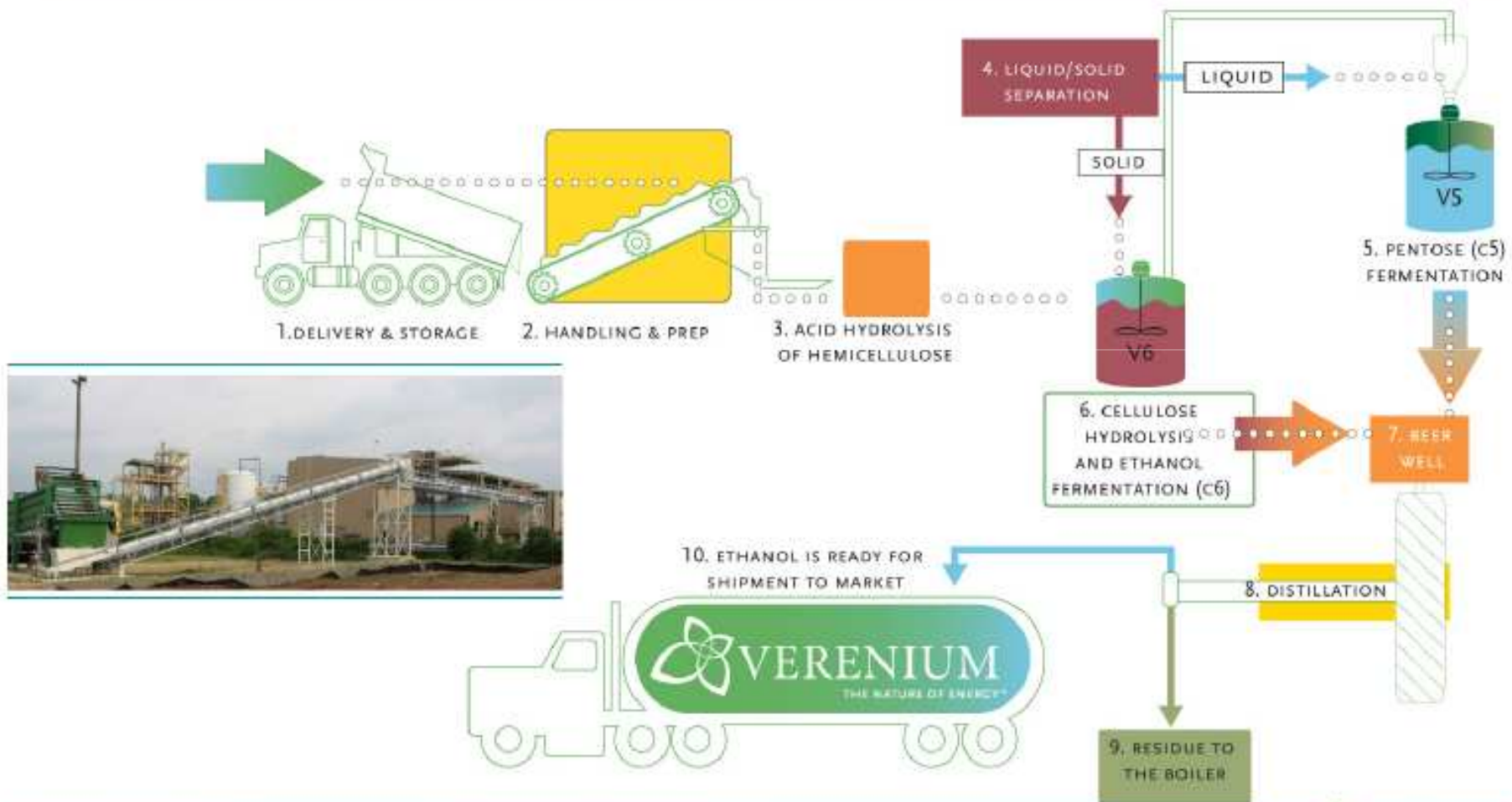


# La plateforme biochimique : différents schémas de production d'éthanol à partir de la biomasse lignocellulosique

C

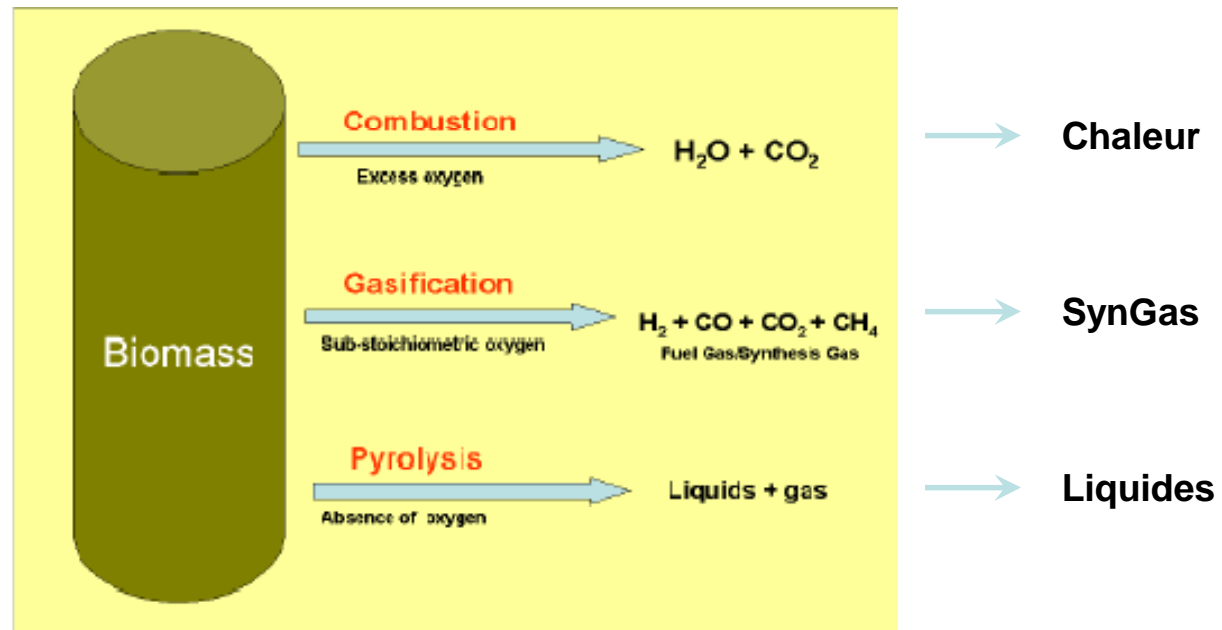


# The Verenium process: getting to ethanol



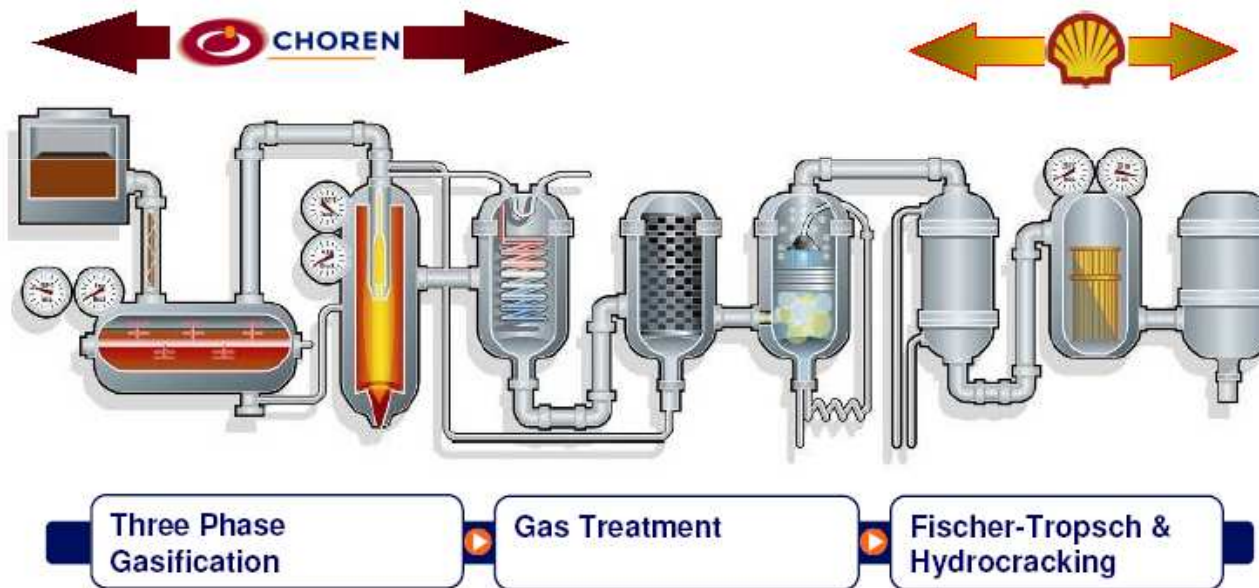
Source: Verenium, USA

# La Plateforme thermo-chimique : Voies primaires



# Gazéification et synthèse Fischer-Tropsch (BTL)

The BTL process

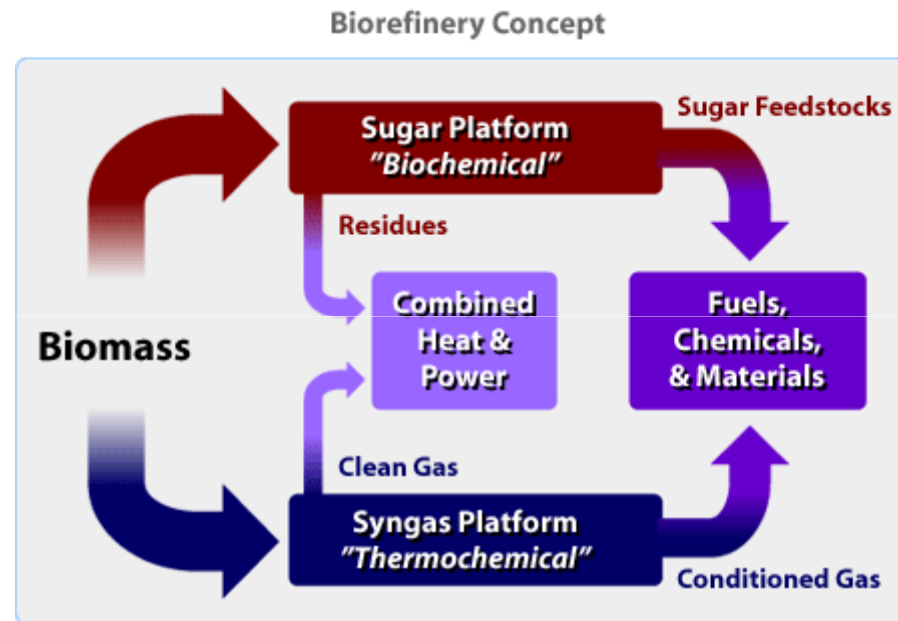


Source: CHOREN, Germany

# Défis pour chaque plateforme

- **Plateforme Biochimique**
  - Prétraitement de la biomasse
  - Coût et efficacité des cellulases et hemicellulases
  - Fermentation des sucres C5 et C6
  - Valorisation de la lignine
- **Plateforme Thermochimique**
  - Energivore et procédé GTL complexe

# Concept de bioraffinerie intégrée



Source: NREL, USA

# Coûts bioethanol

Canne à sucre (BR)	0.22 \$/l
Betterave sucrière (UK)	0.44 \$/l
Maïs (USA)	0.30 \$/l
Cellulosique (USA)	0.59 \$/l (2006) 0.28 \$/l (2012)

Sources: [en.wikipedia.org/wiki/](http://en.wikipedia.org/wiki/); [jcwinnie.biz/wordpress/?p=2635](http://jcwinnie.biz/wordpress/?p=2635);  
[www.chemsystems.com/reports](http://www.chemsystems.com/reports)

# Coûts biodiesel

Huile de soja	0.67 \$/l
Huile de friture	0.37 \$/l
2 <sup>ème</sup> génération (BTL)	1 €/l (Choren)

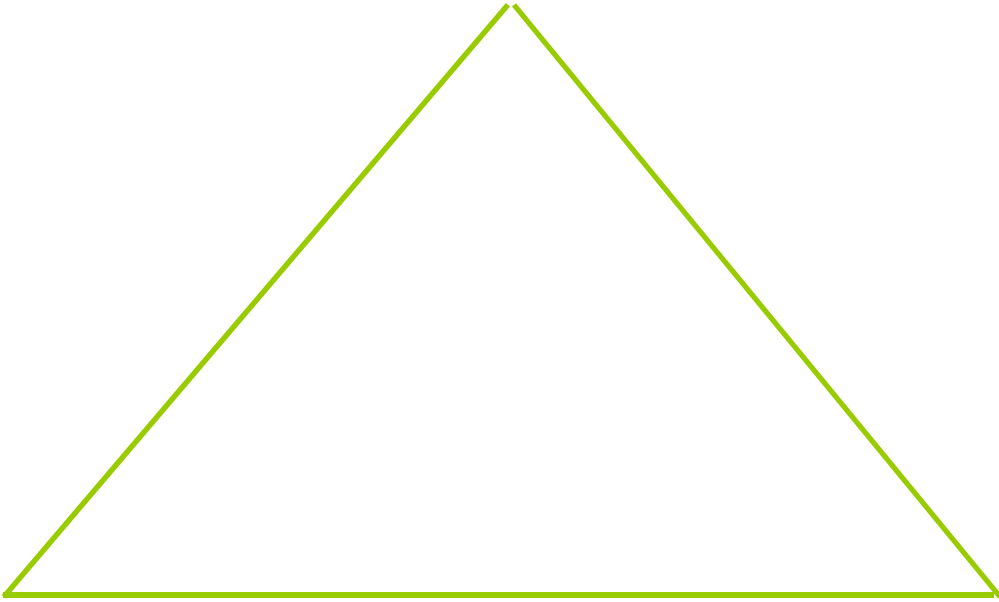
Sources: [www.eia.doe.gov/oiaf/analysispaper/biodiesel](http://www.eia.doe.gov/oiaf/analysispaper/biodiesel);  
[www.lalibre.be/actu/europe/article/415800](http://www.lalibre.be/actu/europe/article/415800)

# Rendements

	Rendement en plante (t/ha, an)	Rendement en éthanol (l/t)	Rendement en éthanol par ha et par an (l/ha, an)
Blé	8	336	2688
Betterave	53	70-95	3710 - 5035
Canne à sucre	70	70-95	4900 - 6650
Bois (2005)	12	280-330	3360 - 3960
Bois (potentiel)	25-37	300-380	7500 - 14060

Sources: [www.esru.strath.ac.uk](http://www.esru.strath.ac.uk); [www.bioshuttles.co.uk/bioethanol.html](http://www.bioshuttles.co.uk/bioethanol.html);  
[www.eri.ucr.edu](http://www.eri.ucr.edu); [genomicsgtl.energy.gov/biofuels/transportation.shtml](http://genomicsgtl.energy.gov/biofuels/transportation.shtml)

People



Profit

Planet