

# Technical potential for biofuel in Africa

**Joël BLIN**

Dr. Bioenergy-Process Chemistry  
Head of Biomass Energy & Biofuel Laboratory –LBEB  
Cirad/2iE, Ouagadougou Burkina Faso



**Ouagadougou Thursday, November 10th, 2011**

# Quel potentiel technique pour les biocarburants en Afrique

## Sommaire :

### **I. Biocarburants définition**

### **II. Biocarburants de première génération**

II.1) Les huiles végétales

II.2) Les esters d'huiles végétales ou Biodiesel

II.3) Applications / Utilisations des huiles végétales et biodiesel au Burkina Faso

II.4) Le Bioéthanol

II.5) Applications / Utilisations de bioethanol au Burkina Faso

### **III. Biocarburants de seconde génération**

III.1) Ethanol de seconde génération

III.2) Les hydrocarbures de synthèse : BTL

a) La pyrolyse flash

b) Gazéification /Fischer Tropsch Diesel

# I. Biocarburants définition



# Les Biocarburants

Le terme Biocarburant est en fait un raccourci commode pour ce qui devrait s'appeler « carburant d'origine végétal »

On parle également «d'agrocarburants »



# Les Biocarburants

Carburant issu de la conversion en biomasse  
(concentrer en énergie et liquide)

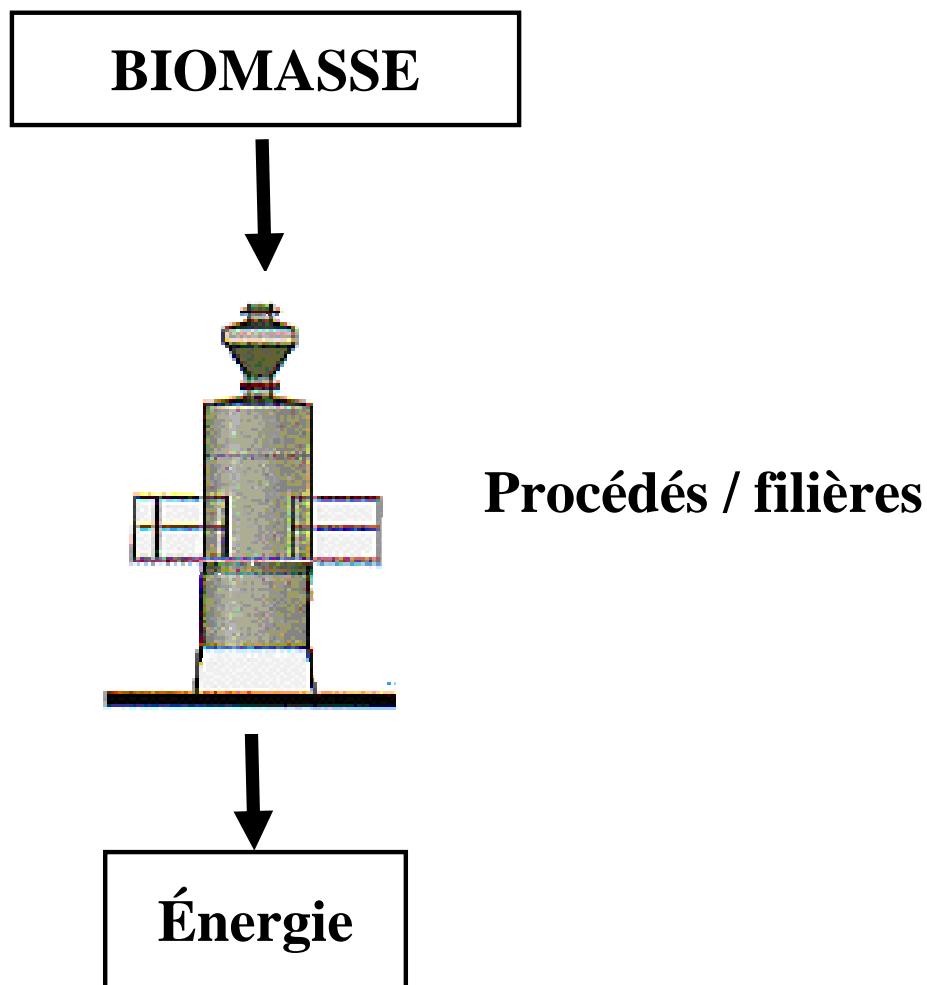
=> Diverses procédés

Carburant : combustible pour moteur (liquide ou gaz)

Certains biocarburants ne sont que partiellement  
d'origine végétale

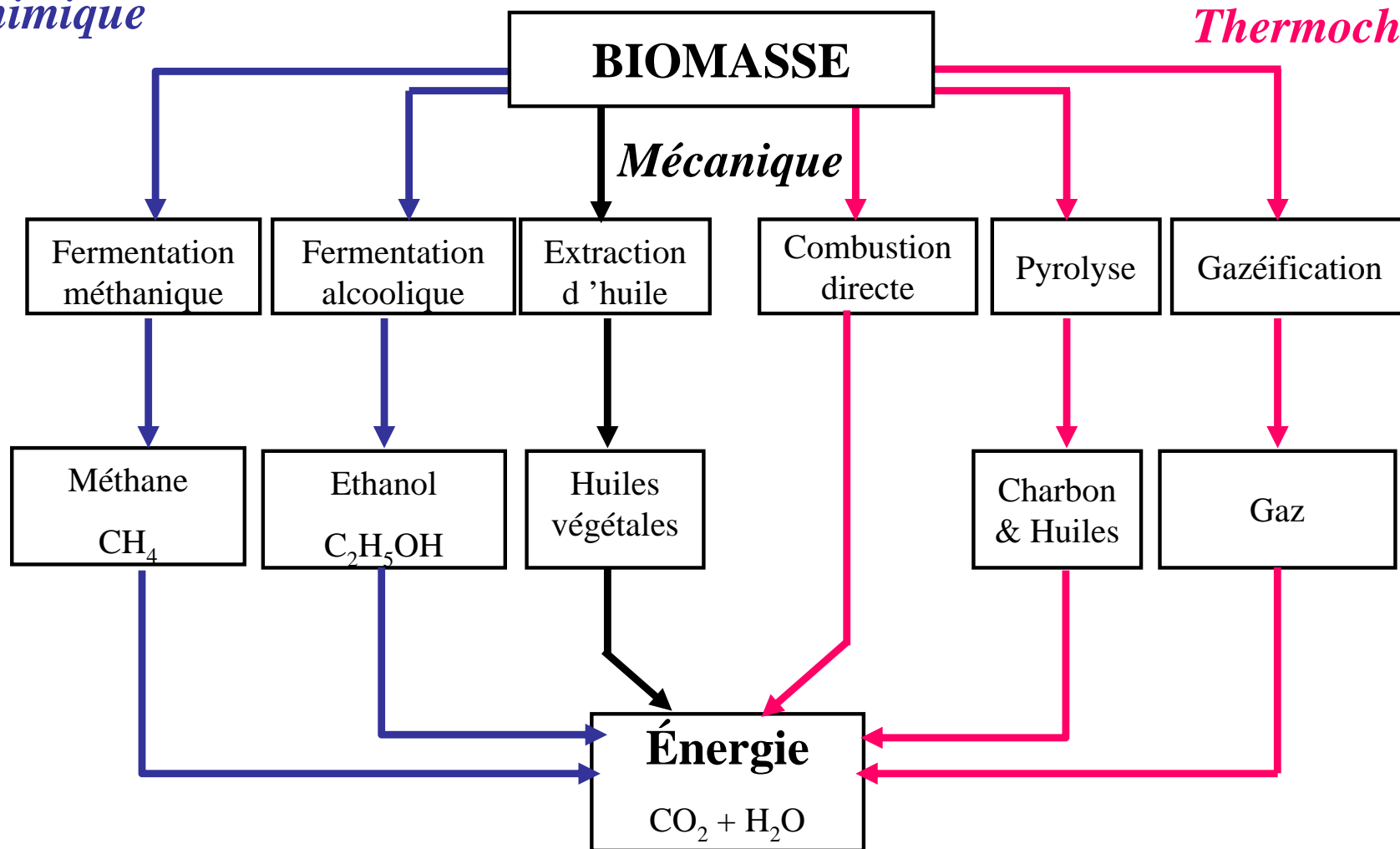
Biocarburants sont des vecteurs énergétiques  
(pas source d'énergie)

## La biomasse source d'énergie ?



## Biochimique

## Thermochimique



La biomasse est la seule source d'énergie renouvelable permettant de produire des carburants gazeux et liquides à mêmes de remplacer les combustibles d'origines fossiles utilisés dans moteurs

# La biomasse est la seule source d'énergie renouvelable qui permette de produire des carburants liquides

→ **Intérêt pour les moteurs**



# Plusieurs familles de biocarburants

## Première génération (une partie de la plante est valorisée)

**Huiles végétales ( moteur diesel)**

**Esters ( moteur diesel)**

**Ethanol ( moteur essence)**

**Technologies  
matures**

## Seconde génération (toute la plante est valorisée)

**Ethanol (conversion polysaccharides)**

**Hydrocarbures de synthèse (BTL)**

**Pyrolyse Flash**

**Gazéification /Fischer Tropsch**

**R & D**

# II. Biocarburants de première génération

(une partie de la plante est valorisée)



# Plusieurs familles de biocarburants

## Première génération (une partie de la plante est valorisée)

**Huiles végétales ( moteur diesel)**

**Esters ( moteur diesel)**

**Ethanol ( moteur essence)**

**Technologies  
matures**

## Seconde génération (toute la plante est valorisée)

**Ethanol (conversion polysaccharides)**

**Hydrocarbures de synthèse (BTL)**

**Pyrolyse Flash**

**Gazéification /Fischer Tropsch**

**R & D**

# II.1) Les huiles végétales



## Huiles végétales : production

**Les huiles sont obtenues à partir de plantes oléagineuses par simple pression à froid (ou solvant), décantées et filtrées, et sans modification chimique.**





## Extraction mécanique

Biomasse  
oléagineuse:  
fruit, graines

*Pressage*

Tourteaux

Huile Trouble

*Filtration (10 à 1µm)*

Huile Carburant

*Décantation*

*Filtration (10 à 1µm)*

Huile décantée

## Extraction au solvant

Biomasse  
oléagineuse:  
fruit, graines

*Extraction au solvant  
(hexane)*

Tourteaux

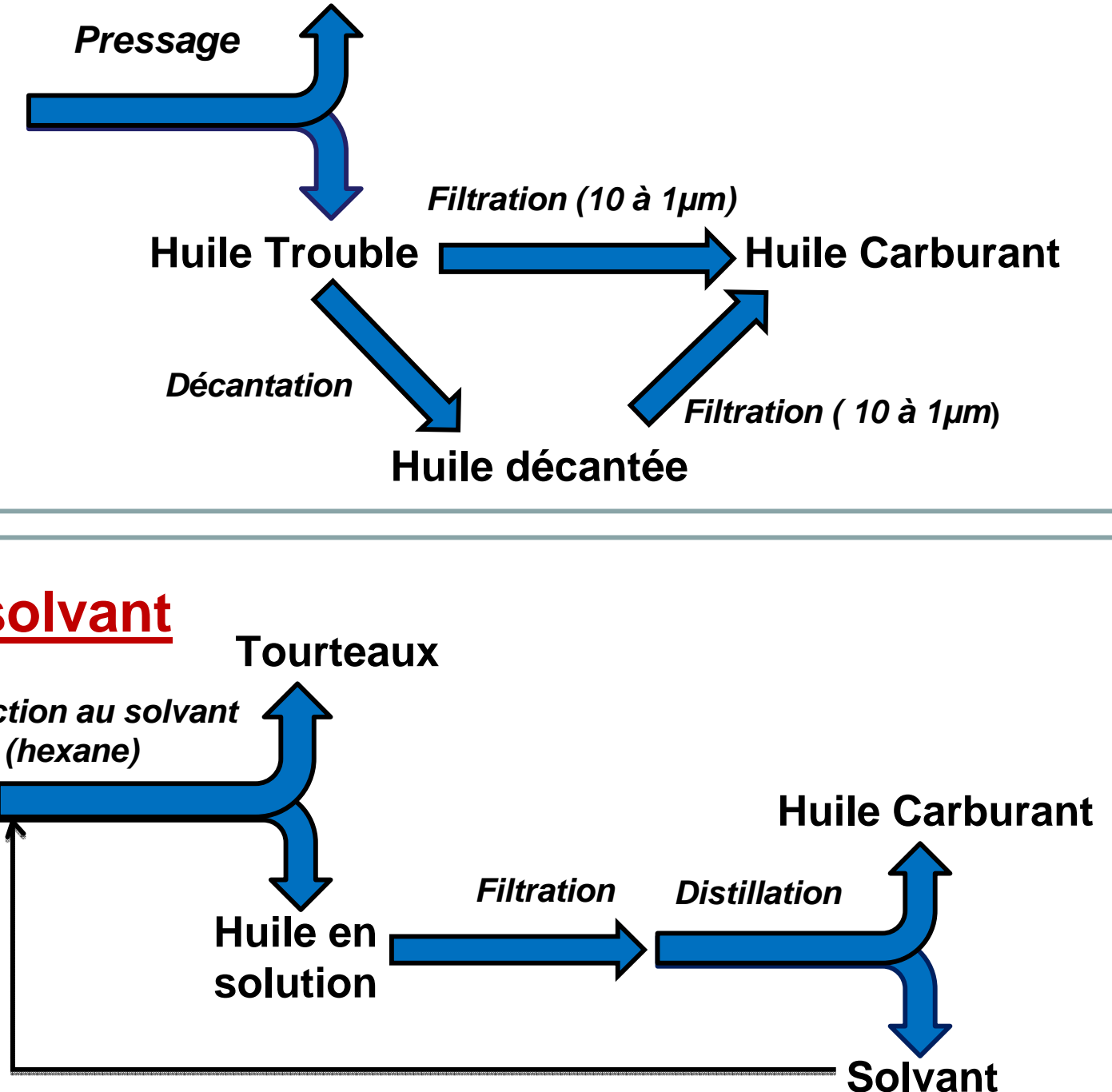
Huile en  
solution

*Filtration*

*Distillation*

Huile Carburant

Solvant





# Production artisanale d'huile naturelle

## 1. Presses de petite capacité



Tahiti: 20 litres/heure



Iles Fidji: 10 litres/heure



# Production artisanale d' huile naturelle

## 2. Presses de moyenne capacité



France: 80 litres/heure



Filtre-presse

Crop	kg oil/ha	litres oil/ha	Crop	kg oil/ha	litres oil/ha
corn (maize)	145	172	rice	696	828
cashew nut	148	176	tung oil tree	790	940
oats	183	217	sunflowers	800	952
lupine	195	232	cocoa (cacao)	863	1026
kenaf	230	273	peanuts	890	1059
calendula	256	305	opium poppy	978	1163
<del>cotton</del>	<del>273</del>	<del>325</del>	rapeseed	1000	1190
hemp	305	363	olives	1019	1212
soybean	375	446	castor beans	1188	1413
coffee	386	459	pecan nuts	1505	1791
linseed (flax)	402	478	jojoba	1528	1818
hazelnuts	405	482	<del>jatropha</del>	<del>1590</del>	<del>1892</del>
euphorbia	440	524	macadamia	1887	2246
pumpkin seed	449	534	nuts		
coriander	450	536	brazil nuts	2010	2392
mustard seed	481	572	avocado	2217	2638
camelina	490	583	coconut	2260	2689
sesame	585	696	oil palm	5000	5950
safflower	655	779			

# Biomasses potentielles en Afrique de l'ouest

## Plantes oléagineuses : huile

PLANTES	Rendement moyen en huile
Jatropha	200 à 600 l/ha
Tournesol	500 à 620 l/ha
Arachide	350 l/ha
Soja	260 l/ha
Sésame	240 l/ha
Coton	125 l/ha
Karité	15 kg par pied
Neem	4 à 7 l par pied

=> Attention aux sources biblio pour les projets dans la sous région



**Les huiles végétales sont utilisées en substitution du gazole dans des moteurs diesels ( moteurs statiques pour production force motrice et électricité, dans des véhicules)**



## RAPPEL

**L'indice de cétane évalue la capacité d'un carburant à s'enflammer sous la pression sur une échelle de 0 à 100 ( pour moteur diesel)**

0 : alpha-méthylnaphtalène ( $C_{10}H_7CH_3$ )

40 : Fioul domestique

51 : Gazole

85 - 96 : diméthyle éther  $C_4H_{10}O$

100 : n-cétane ( $C_{16}H_{34}$ )





Huile végétale	Viscosité à 40 °C (mm <sup>2</sup> /s)	Résidu de carbone (% masse)	Indice de cétane	PCS (kJ/kg)	Teneur en cendres (% masse)	Teneur en soufre (% masse)	Indice d'iode (g/l huile)	Indice de saponification (mg KOH/g huile)	TLF (°C)
Coton	22,7	0,25	33,7	39,4	0,02	0,01	113,2	207,7	
Pavot	42,4	0,25	36,7	39,6	0,02	0,01	116,8	196,8	
Colza	37,3	0,31	37,5	39,7	0,006	0,01	108,0	197,1	+ 20 <sup>a</sup>
Tournesol	34,4	0,28	36,7	39,6	0,01	0,01	132,3	191,7	+ 15 <sup>a</sup>
Sésame	36	0,25	40,4	39,4	0,002	0,01	91,8	210,3	
Lin	28	0,24	27,6	39,3	0,01	0,01	156,7	188,7	
Palme	63,6 (30 °C)		42				35-65		
Jatropha	49,9 (38 °C)		40-45						
Ricin <sup>b</sup>	297	0,21	42,3	37,4	0,01	0,01	88,7	202,7	
Soja	33,1	0,24	38,1	39,6	0,006	0,01	69,8	220,8	+ 11 <sup>c</sup>
Arachide	40	0,22	34,6	39,5	0,02	0,01	119,5	199,8	
Noisette	24	0,21		39,8	0,01	0,02	98,6	197,6	
Noix	36,8	0,24	33,6	39,6	0,02	0,02	135,2	190,8	
Amande	34,2	0,22	34,5	39,8	0,01	0,01	102,3	197,6	
Olive	29,4	0,23		39,7	0,008	0,02	100,2	196,8	
Blé	32,6	0,23	35,2	39,3	0,02	0,02	121,0	205,7	
Mais	35,1	0,22	37,5	39,6	0,01	0,01	119,4	194,1	
Gazole	2-4,5		51	<b>43.8</b>					0 à - 20

## Les principales caractéristiques des huiles végétales

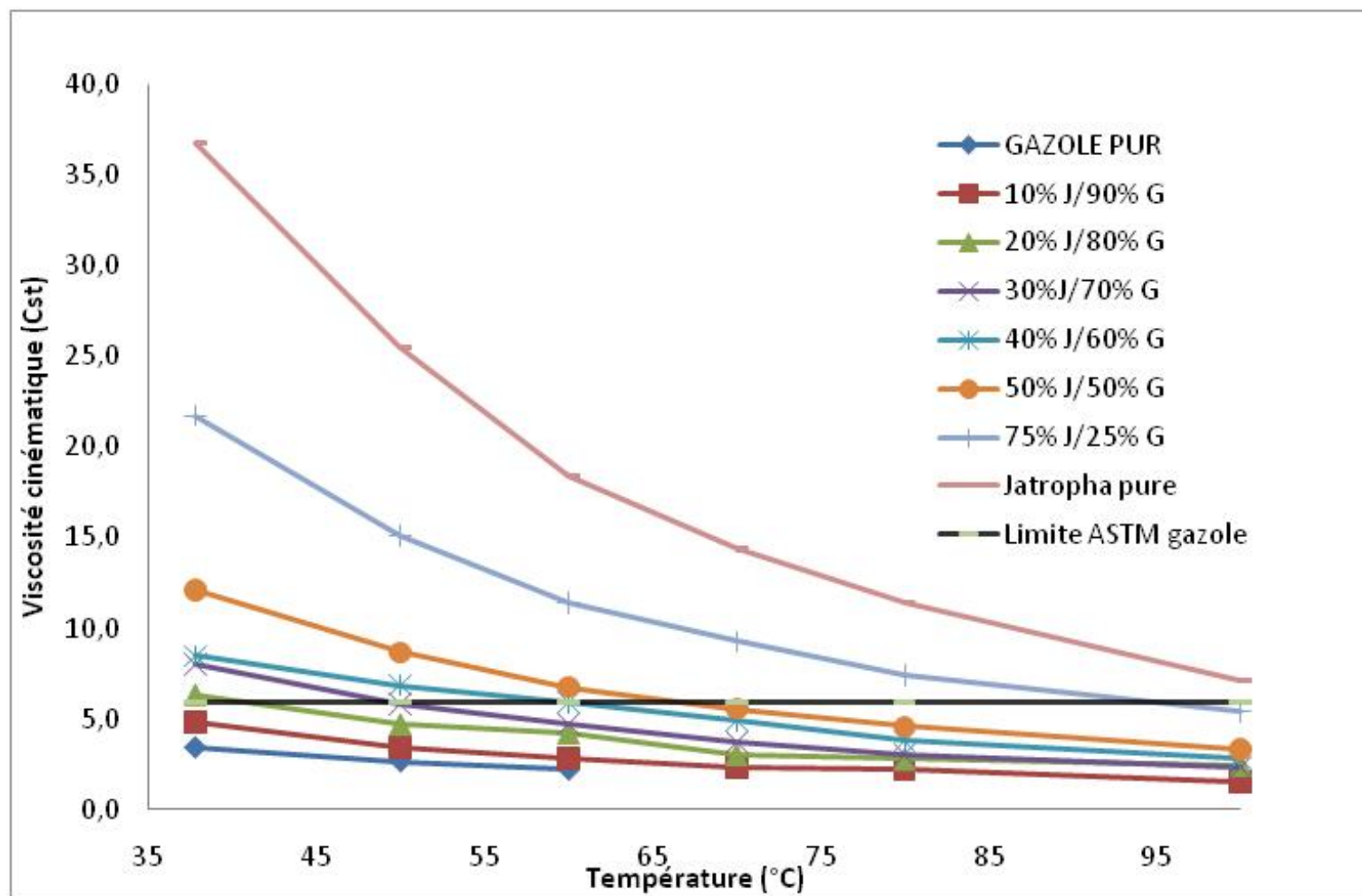
# Huiles végétales / Gazole

## Problèmes majeurs:

Viscosité pose problème (pompe, injection)

Inflammabilité sous pression faible (faible indice de cétane)

Or en préchauffant le carburant et la chambre de combustion : cela permet de diminuer la viscosité de l'huile et de diminuer le temps d'inflammation de l'huile



**Viscosité cinématique du gazole, de l'huile Jatropha et des mélanges.**



## Solutions en fonctions du type de moteur et de son utilisation :

- mélange <30% en huile
- adaptation du moteur en bicarburation ( recommandé)

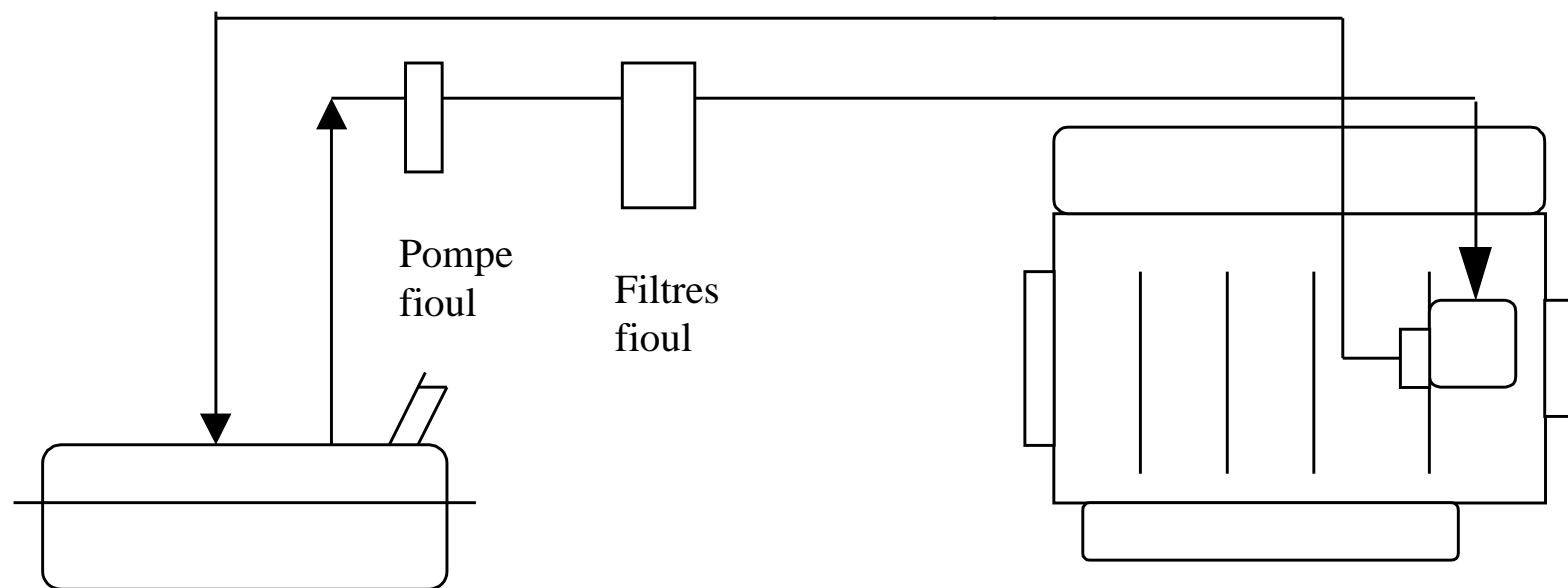
1- En mélange avec du gasoil : mélange jusqu'à 30% d'huile si le moteur est utilisé à des régimes élevés; SANS AUCUNE MODIFICATION mais attention aux périodes de froid.

Préférable moteurs a injection indirecte que directe

2- A 100% d'huile en installant un Kit de Bicarburation

Permet d'utiliser du gasoil pour démarrage et mise en chauffe du moteur avant de permuter à l'huile

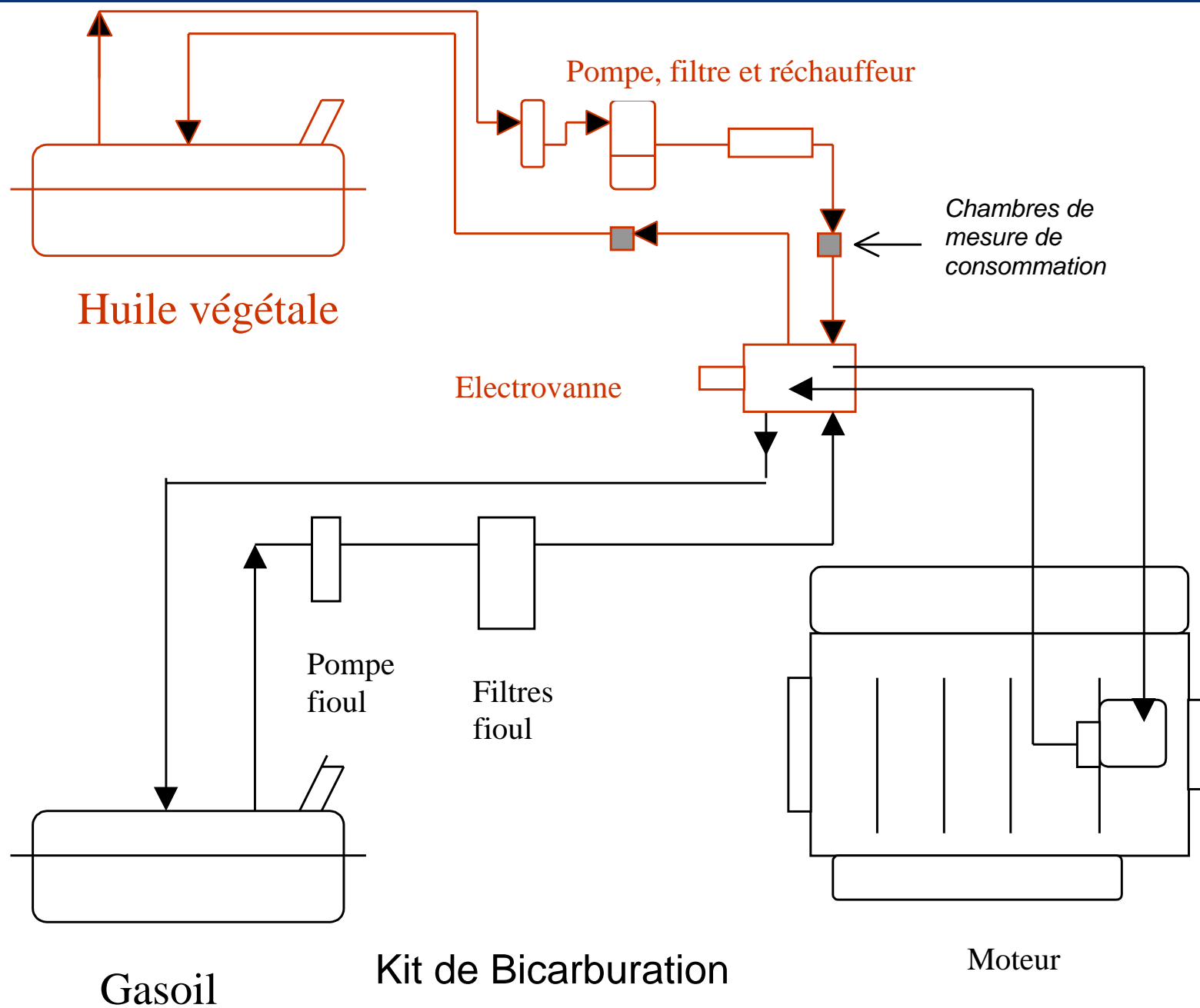
➡ Dans tous les cas les huiles végétales sont adaptées à un moteur qui tourne à hauts régimes(chaud), donc plutôt pour moteur statique (pas transport)



Gasoil

Kit de Bicarburant

Moteur



# Le Kit de Bicarburant

- Au démarrage ou en bas régime, la température de fonctionnement du moteur non suffisante pour une combustion complète de l'HVP.
- Utiliser du gasoil pour démarrage et chauffage du moteur avant de permuter à l'huile.
- Changement manuel ou automatique à partir d'une sonde de température.
- Un système de réchauffeur est installé pour les pays froids
- Nécessité de monter un 2<sup>ème</sup> réservoir.
- Préconisations : revenir au gasoil avant d'éteindre le moteur pour purger le circuit.




# Huiles végétales / Gazole

## Problèmes plus mineurs:

Pouvoir calorifique plus bas (donc plus grand volume pour même énergie)

- ➔ Gommages (phospholipides) qui polymérisent à chaud si trop forte concentration
- ➔ Particules (corrosif) si graines sales
- ➔ Présence d'eau ( acide dissous et problème de rouille dans le moteur )
- ➔ **Fonction de la qualité de l'extraction => Besoins de standards pour attester de la qualité du biocarburant**

# Huiles végétales : propriétés comme carburant

 LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN	LTV-Work-Session on Decentral Vegetable Oil Production, Weihestephan		in Cooperation with:	
	Quality Standard for Rapeseed Oil as a Fuel (RK-Qualitätsstandard)		 	
	05/2000			
Properties / Contents	Unit	Limiting Value		Testing Method
		min.	max.	

characteristic properties for Rapeseed Oil

HUILES VEGETALES SIMPLES A ANALYSER  
( pas comme les produits pétroliers)

BESOINS DE DEVELOPPER DES STANDARDS  
FACILES A UTILISER POUR ECHANGES ET  
COMMERCE DES HUILES VEGETALES CARBURANT

Sulphur Content	mg/kg		20	ASTM D5453-93
variable properties				
Contamination	mg/kg		25	DIN EN 12662
Acid Value	mg KOH/g		2.0	DIN EN ISO 660
Oxidation Stability (110 °C)	h	5.0		ISO 6886
Phosphorus Content	mg/kg		15	ASTM D3231-99
Ash Content	Mass-%		0.01	DIN EN ISO 6245
Water Content	Mass-%		0.075	pr EN ISO 12937

Variable en  
fonction des  
huiles

# Les huiles végétales

## Avantages :

- Filière simple et très bien maîtrisée
- Coûts de productions très faibles
- Adaptée pour moteur statique

## Limites :

- Viscosité plus élevée que gasoil
- Moins bonne combustion à basses températures
- Pas adaptée pour moteur transport

=> Adaptation du moteur

=> ou modification des huiles par estérification

# Plusieurs familles de biocarburants

## Première génération (une partie de la plante est valorisée)

**Huiles végétales ( moteur diesel)**

**Esters ( moteur diesel)**

**Ethanol ( moteur essence)**

**Technologies  
matures**

## Seconde génération (toute la plante est valorisée)

**Ethanol (conversion polysaccharides)**

**Hydrocarbures de synthèse (BTL)**

**Pyrolyse Flash**

**Gazéification /Fischer Tropsch**

**R & D**

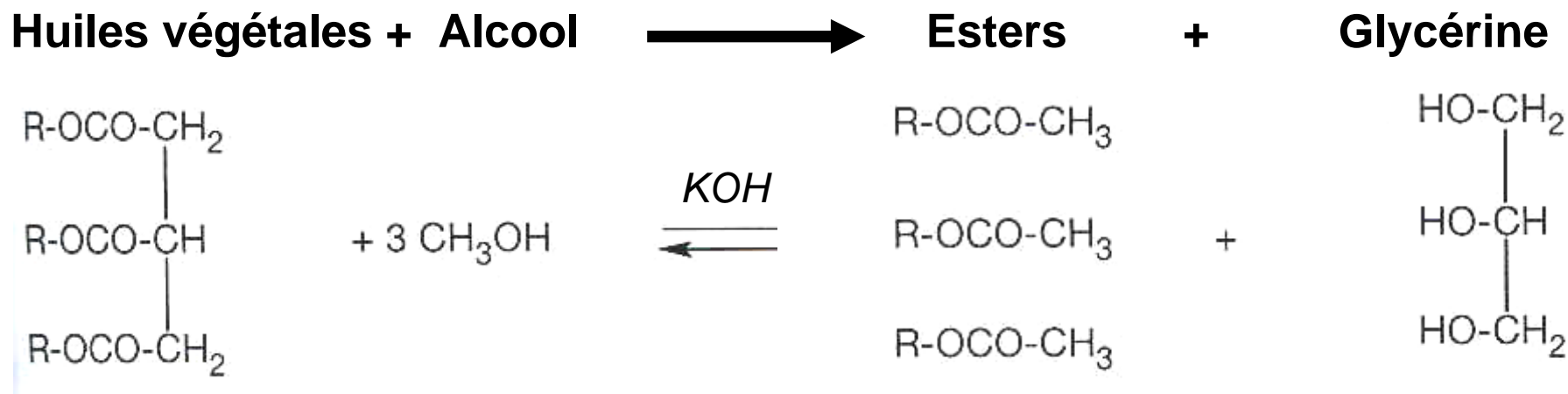


# II.2) Les esters d'huiles végétales ou Biodiesel





## Les esters d'huiles végétales

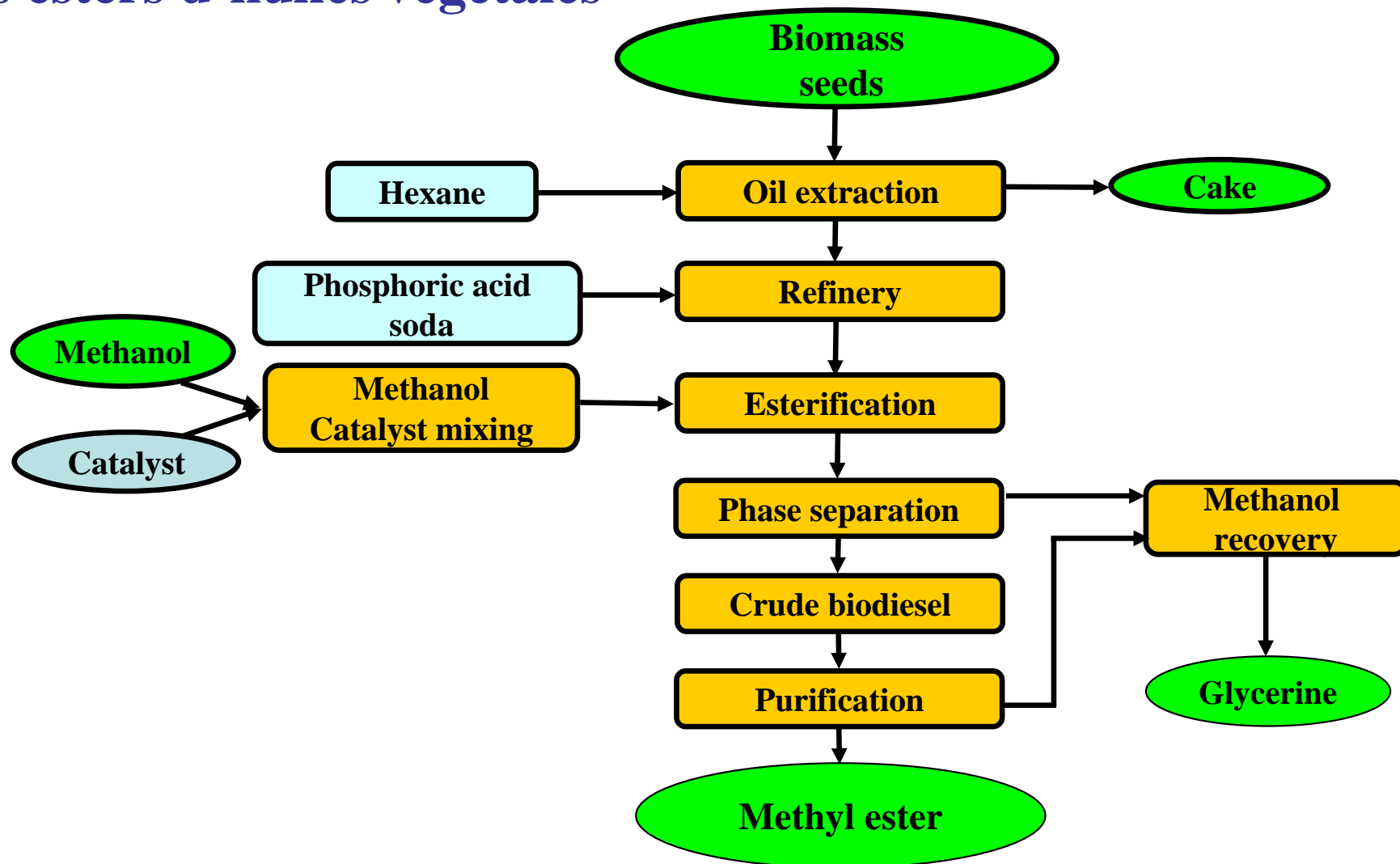


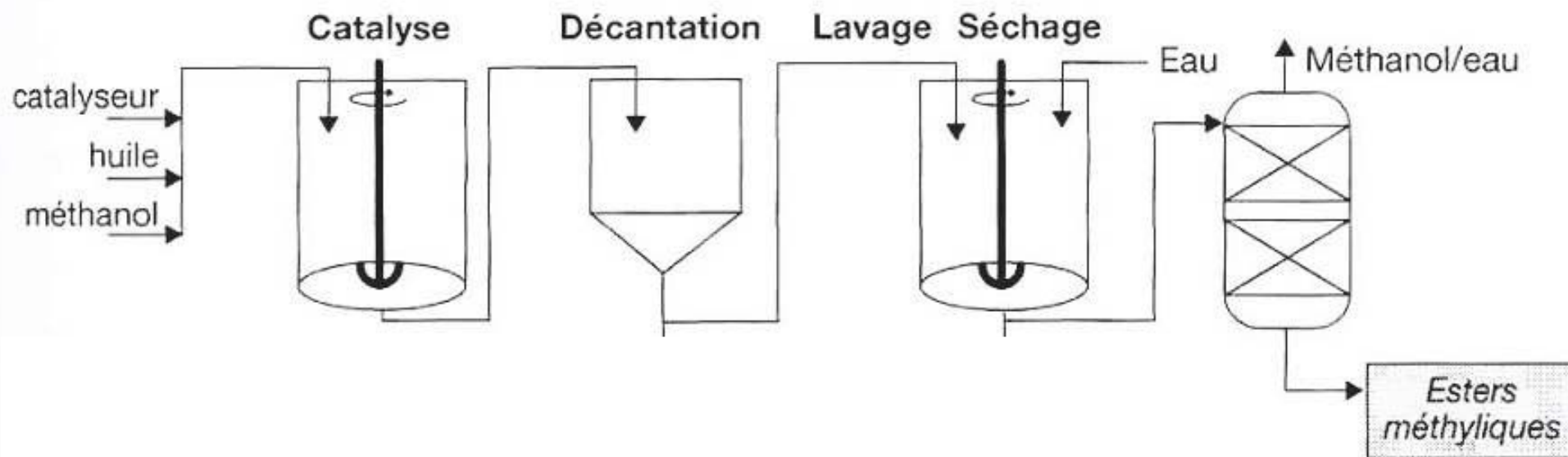
**Huiles végétales + Méthanol**  $\longrightarrow$  **Esters méthyliques (EMHV)**

**Huiles végétales + Ethanol**  $\longrightarrow$  **Esters éthyliques (EEHV)**

- Méthanol d'origine pétrochimique
- Ethanol d'origine végétale, disponible en Afrique de l'ouest

## Les esters d'huiles végétales





## Schéma de principe d'un procédé catalyse homogène en discontinu

=> Production type industriel, rentable si production minimum 20.000 t/an

		Ester méthylique de soja	Ester méthylique de colza	Ester éthylique de soja	Ester éthylique de colza	Ester méthylique de suif	Ester éthylique d'huile de friture	Gazole
Indice de cétane		50,9	52,9	48,2	59,7-64,9	58,8	61	> 51
Point éclair <sup>a</sup>	(°C)	170	170	175	185	165	124	> 55
PI	(°C)	299	326	–		209		160
T10	(°C)	328	340	–		324		–
T50	(°C)	336	344	336		328		–
T90	(°C)	340	348	344		342		–
PF	(°C)	346	366	–		339		350
Densité		0,885	0,883	0,881	0,876	0,876	0,872	0,820–0,845
PCS	(MJ/kg)	40,4	40,7	40	40,5	40,2	40,5	45,5
PCI	(MJ/kg)	37	37,3	–	–	–	37,2	42,6
Point de trouble	(°C)	– 0,5	– 4	– 1	– 2	13,9	9	+ 5 °C été – 5 °C hiver
Point d'écoulement	(°C)	– 3,8	– 10,8	– 4	– 15	9	8	
TLF	(°C)	– 4,4	3,6	–	–	11	–	0 °C été – 15 °C hiver
Viscosité à 40 °C	(cSt)	4,08	4,83	4,41	6,17	4,8	5,78	2-4,5
Indice d'iode		133,2	113	123	108	43	78	–

<sup>a</sup> Ces valeurs dépendent de la présence de traces résiduelles d'éthanol.

## Les caractéristiques des principaux EMHV et EEHV

# Ester Méthylique Huile Végétal

1. **Caractéristiques comparables à celles du diesel EMHV5, EMHV30et même EMHV100**
2. **Parfaitement miscible au gasoil**
3. **Indice de cétane >51**
4. **T° ébullition élevées=> vaporisation incomplètes**

# Les esters d'huiles végétales

## Avantages :

- Produit aux mêmes caractéristiques que gasoil
- Parfaitement miscible au gasoil

## Limites :

- Production type industriel (minimum 20 000 tonnes produites)
- Besoin d'alcool et d'un marché pour la glycérine

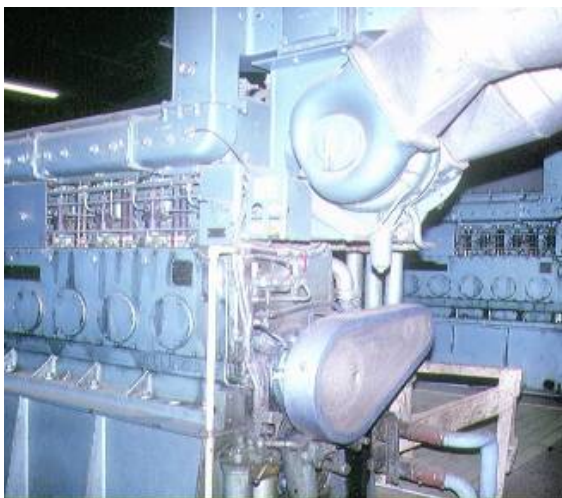
Fonctionne qu'avec du Méthanol pas disponible au BF

Besoin de développer procédés avec Ethanol

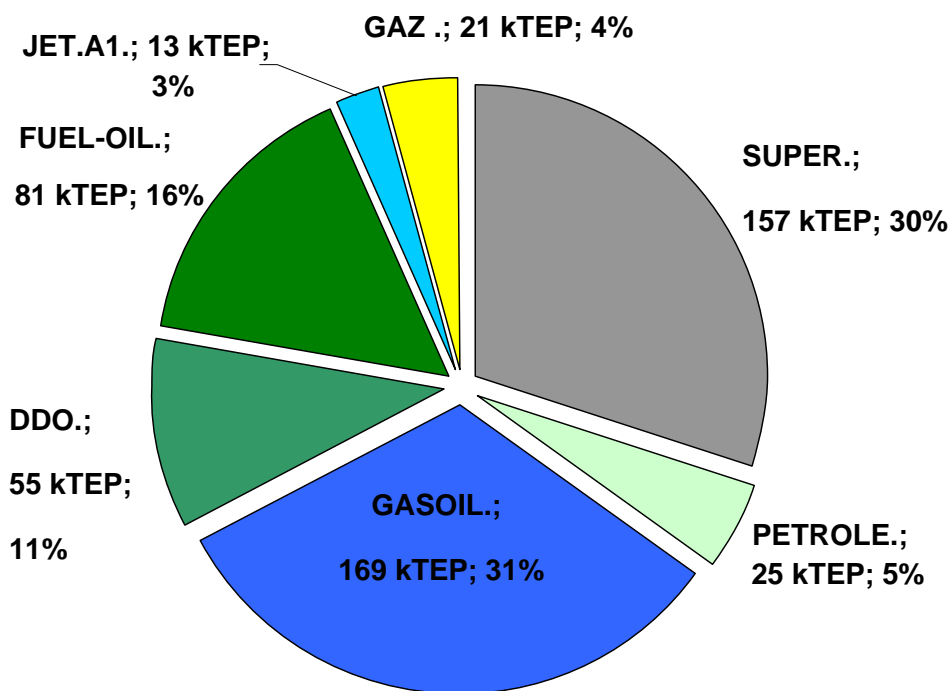
(=> recherches 2iE et Cirad)



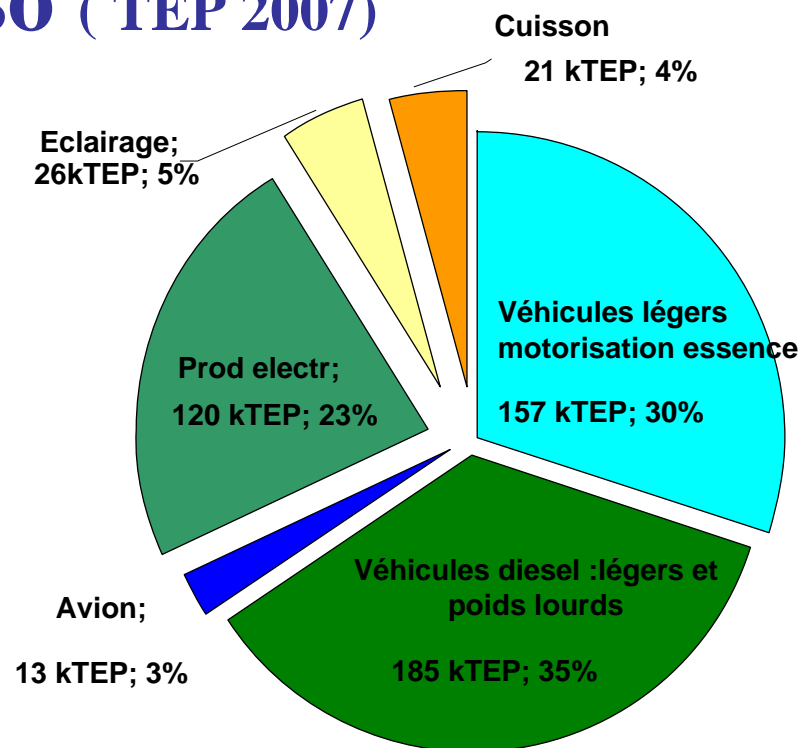
## II.3) Applications / Utilisations des huiles végétales et biodiesel au Burkina Faso



# Les Besoins: Bilan énergétique du Burkina Faso ( TEP 2007)



Par type de produits pétroliers

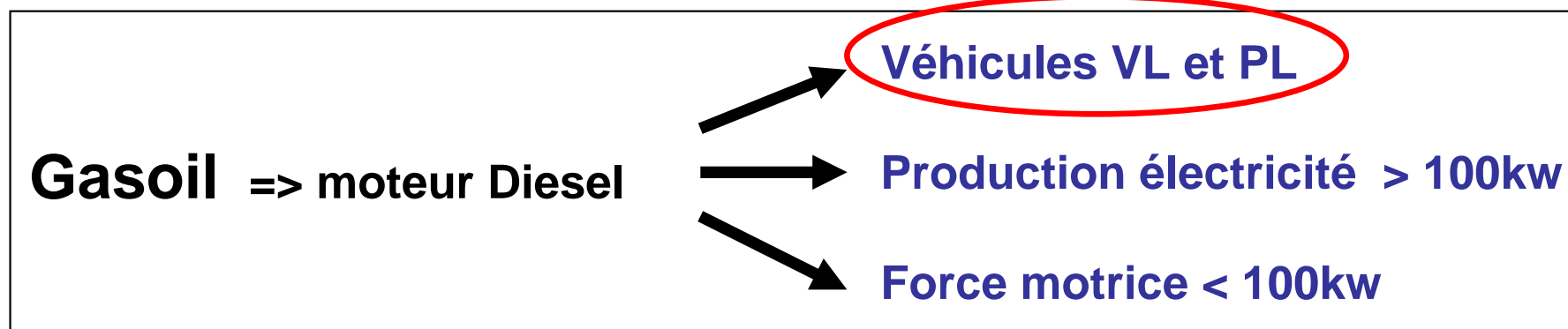


Par type d'utilisations

**Consommation hydrocarbures environ :**

- 23% production électricité groupe diesel
- 35% véhicules transport diesel (lourd + léger)
- 30% véhicules transport léger essence

## Application / Utilisation :



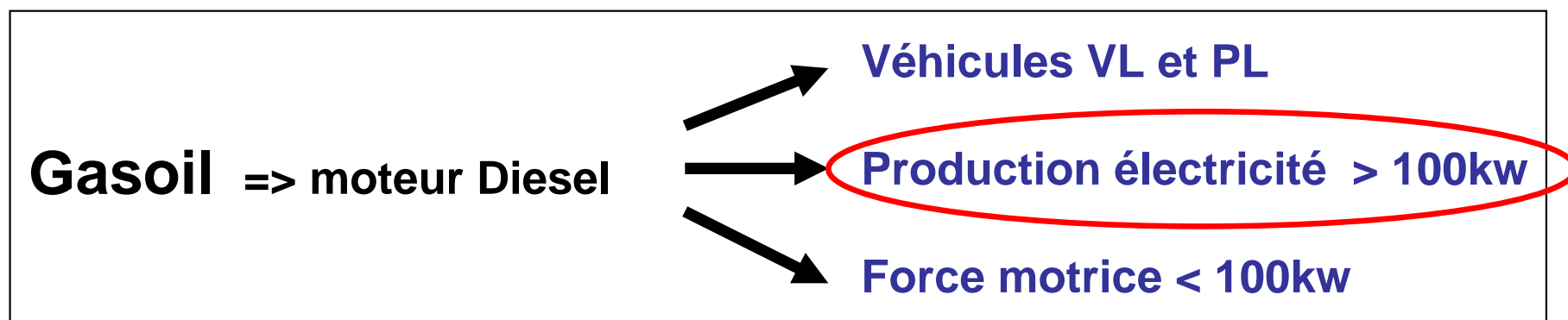
**Contraintes:** Fortes variations de charges => carburant aux caractéristiques semblables gasoil

**Biocarburants de substitution :** Ester d'huile végétale = biodiesel

**Avantage** : Biodiesel = technologie mature, possibilités d'export

**Inconvénient** : Procédés industrielles à fort investissement  
Problèmes d'approvisionnements en méthanol

## Application / Utilisation :



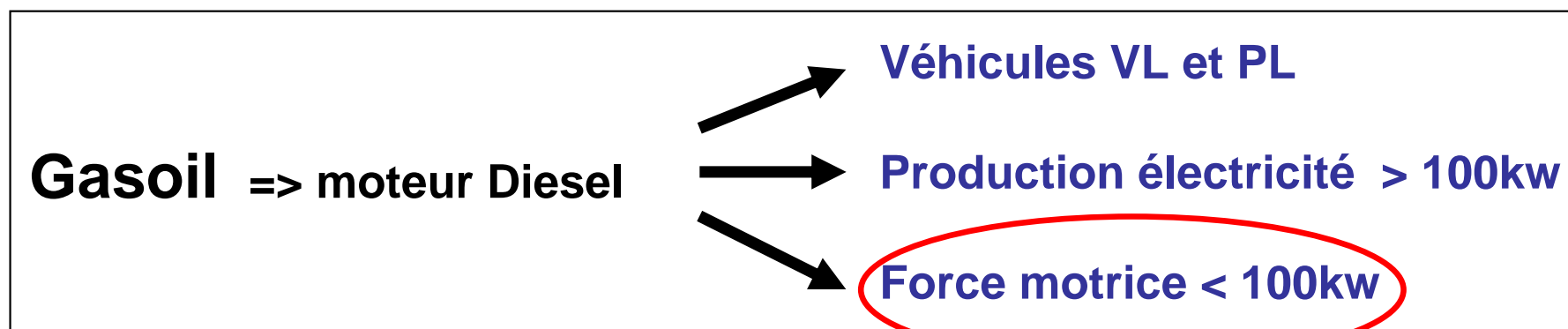
**Particularités :** Facteurs de charges constants, 80% du temps à forts régimes

**Biocarburants de substitution :**

- 1) Huiles végétales brutes
  - mélange (moteur à injection indirecte)
  - bicarburation pour démarrage
- 2) Ester d'huile végétale } **Complicés et chers**

**Avantages:** techno mature et facile à mettre en œuvre ( 30% conso nationale)

## Application / Utilisation :



**Applications communautaires** : irrigation, décorticage, électricité ...

**Contraintes** : facteurs de charges faibles et variables, nb heures faible.

**Biocarburants de substitution** :

- 1) Huiles végétales brutes dual bicarburation
- 2) Ester d'huile végétale

**Avantages** : production locale, pas de transport et coûts variables du carburant

## Estimation de surfaces pour substitution au niveau national : production d'huiles végétales

Huile végétale	Jatropha	Tournesol	Arachide	Coton
m <sup>3</sup> huile par ha	0.35 à 0.6	0.5 à 0.62	0.35	0.1 à 0.125
<b>Consommation en gasoil en 2007 : 261 570 m<sup>3</sup></b>				
30% huile (ha)	220 000 à 300 000	150 000 à 180 000	250 000	700 000 à 900 000
% superficie arable au Burkina	2.4 à 3.5%	2 à 2.4%	2.8%	8 à 10%

**Campagne coton 2006/2007 = 570 000 ha**

# Plusieurs familles de biocarburants

## Première génération (une partie de la plante est valorisée)

**Huiles végétales ( moteur diesel)**

**Esters ( moteur diesel)**

**Ethanol ( moteur essence)**

**Technologies  
matures**

## Seconde génération (toute la plante est valorisée)

**Ethanol (conversion polysaccharides)**

**Hydrocarbures de synthèse (BTL)**

**Pyrolyse Flash**

**Gazéification /Fischer Tropsch**

**R & D**

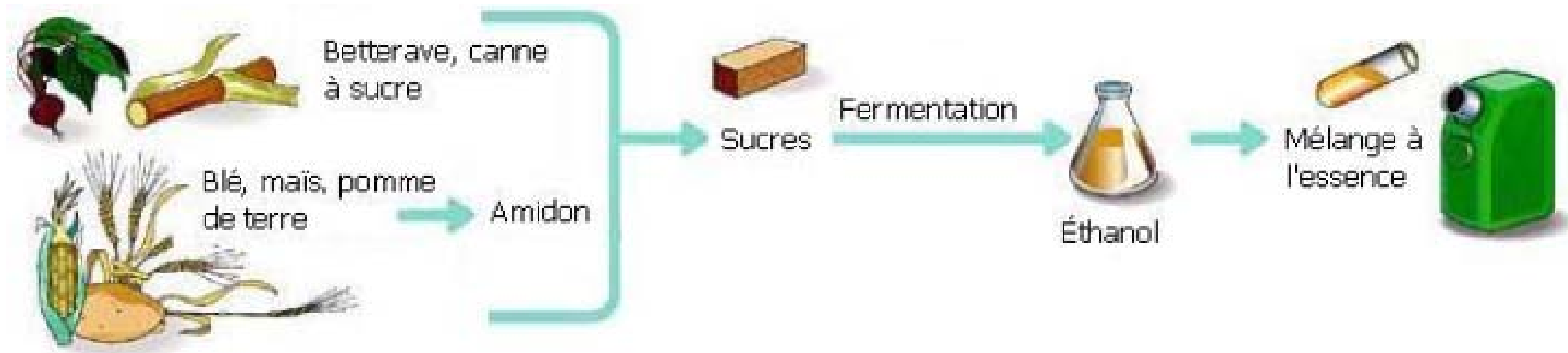


## II.4) Le Bioéthanol





## Biomasses riches en sucres monomériques ou amidon :



- **Biomasses riches en sucres**

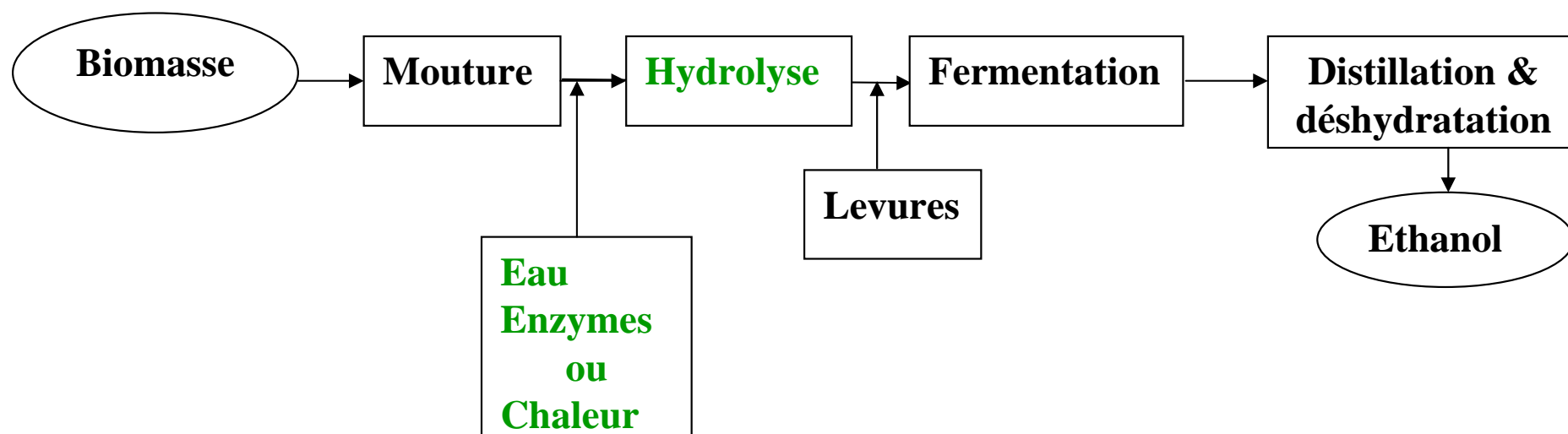


Betterave, canne  
à sucre

- **Biomasses riches en amidon**



Blé, maïs, pomme  
de terre



## Biomasses potentielles en Afrique de l'ouest

### Plantes sucrières ou amylacées : éthanol

Ethanol	Canne à sucre	Blé	Maïs	Pomme de terre	Manioc	Sorgho sucrier
Rendement Hl/tonne	0.7-0.85	3.4-3.9	3.6-4.1	1-1.1	1.5-1.8	0.6-0.8
Productivité Tonne/ha	70-85	4-7	5-8	30	40	35

**Seule la canne a sucre génère suffisamment de déchets pour alimenter la distillerie en énergie**



	Éthanol	Essence (standard)
Point d'ébullition (°C)	78,4	30-190
Pouvoir calorifique inférieur massique (kJ/kg)	26 805	42 690
Pouvoir calorifique inférieur volumique (kJ/l)	21 285	32 020
Rapport stœchiométrique <sup>a</sup>	8,95	14,5
Indice d'octane	111	95

## Propriétés physiques de l'éthanol



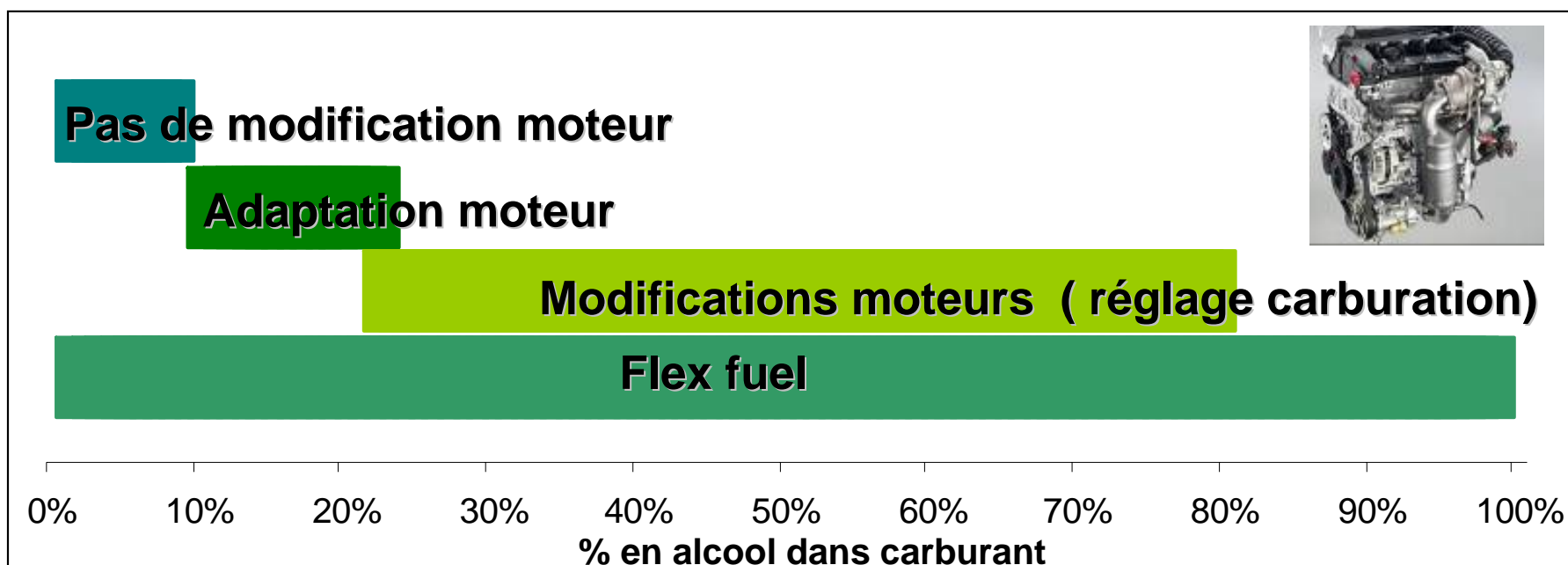
## Application / Utilisation :

**Essence** => moteur à explosion

**Véhicules VL**

**Motocycles**

**Biocarburant de substitution : alcool pur ou mélange**



# Le Bioéthanol

## Avantages :

- Filière très bien maîtrisée
- Meilleure combustion => Meilleure réponse des moteurs

## Limites :

- Production type industriel : minimum 20 000 tonnes
- En milieu aqueux, besoin de distiller pour séparation eau => filière énergivore
- 2X moins énergétique = consommation X2 pour même énergie

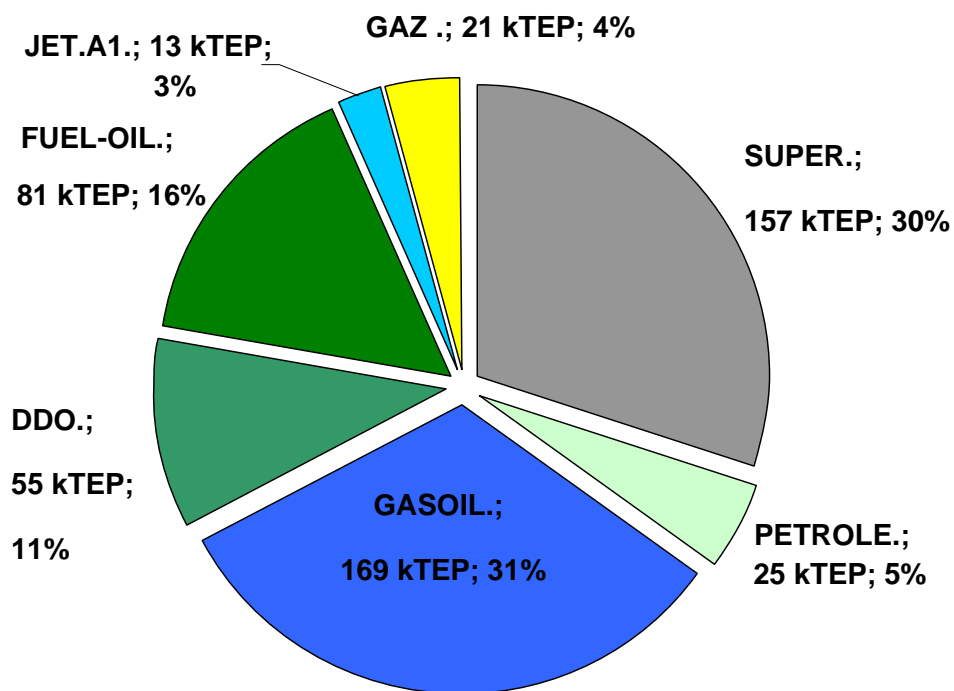


## II.5) Applications / Utilisations de bioethanol au Burkina Faso

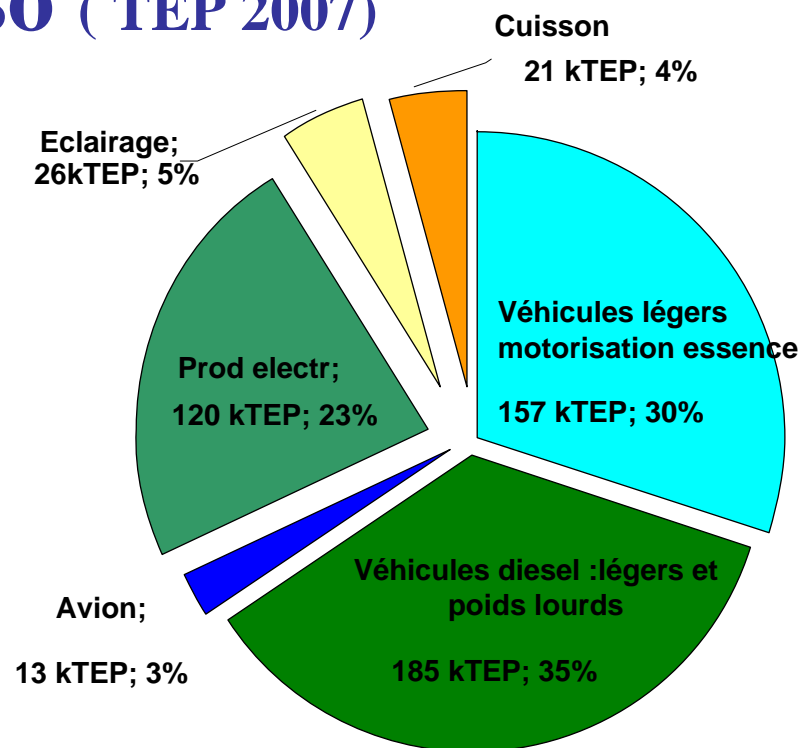




# Les Besoins: Bilan énergétique du Burkina Faso ( TEP 2007)



Par type de produits pétroliers



Par type d'utilisations

**Consommation hydrocarbures environ :**

- 23% production électricité groupe diesel
- 35% véhicules transport Diesel (lourd + léger)
- 30% véhicules transport léger Essence

## Estimation de surface pour substitution de l'essence au niveau national : production alcool

Ethanol	Canne à sucre	Manioc	Pomme d'anacarde
Productivité m <sup>3</sup> éthanol par ha	5 et 6	1.78 à 3	0.15 à 0.18
<b>Consommation essence 2007 : 210 855 m<sup>3</sup></b>			
10% éthanol (ha)	5 300 à 6 400	10 000 à 18 000	170 000 à 220 000
% superficie arable ou irrigable du Burkina	2 à 3% terres irrigables	4 à 8% terres irrigables	2 à 2.5% terres arables

**Sosuco** = 3 500 ha canne à sucre

**Sopal** = production effective 1 500 M<sup>3</sup>/a éthanol

Superficie anacarde estimée en 2007 : 65 821 ha



# III. Biocarburants de seconde génération

(toute la plante est valorisée)



# Plusieurs familles de biocarburants

## Première génération (une partie de la plante est valorisée)

Huiles végétales ( moteur diesel)

Esters ( moteur diesel)

Ethanol ( moteur essence)

} Technologies  
matures

## Seconde génération (toute la plante est valorisée)

**Ethanol (conversion polysaccharides)**

**Hydrocarbures de synthèse (BTL)**

**Pyrolyse Flash**

**Gazéification /Fischer Tropsch**

} **R & D**

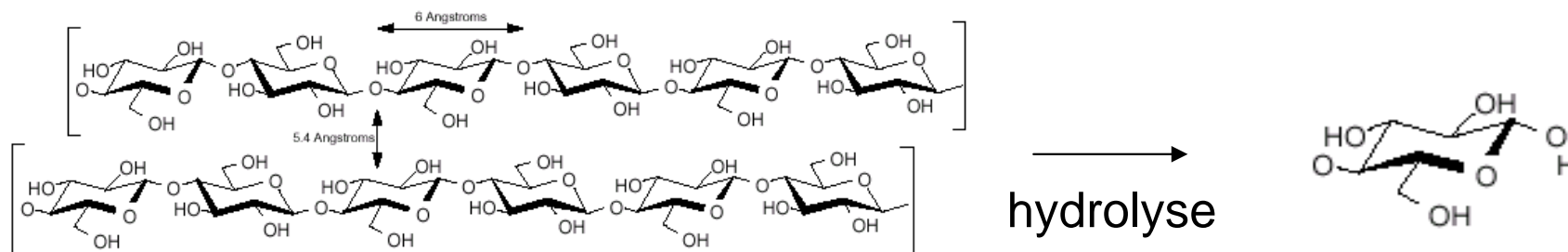
# III.1) Ethanol de seconde génération



## Teneurs en macromolécules dans la biomasse/ Rappels

Composés	% massique matière sèche
Cellulose	40-60%
Hémicellulose	20-40%
Lignine	10-25%

Cellulose et Hémicellulose sont des polysaccharides ( des chaines de sucre)  
Par hydrolyse les chaines peuvent être cassées pour obtenir des sucres libres

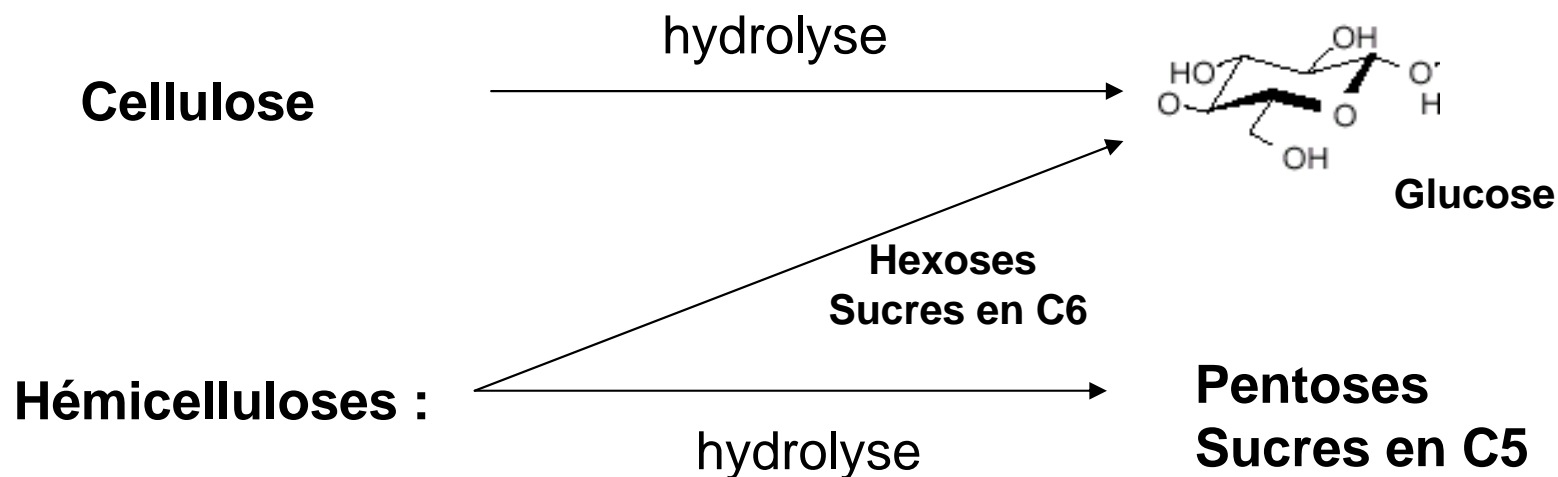


## Rappels :

**Cellulose** : Polymère formé d'une longue chaîne de molécules de glucose,

Disposition linéaire, orientée, cristalline (solide)

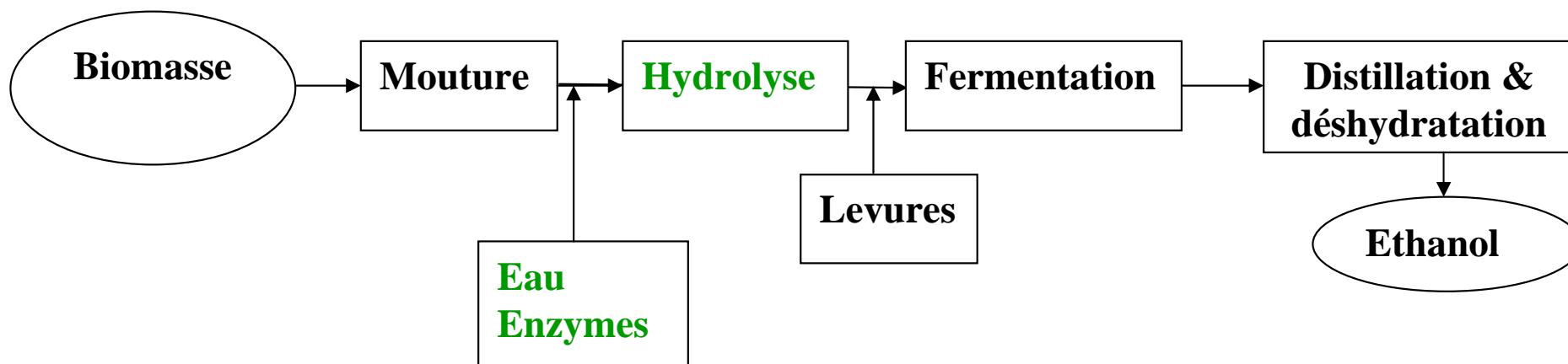
**Hémicelluloses** : Polymères ramifiés de sucres C5 (pentoses), ou C6 (hexoses)





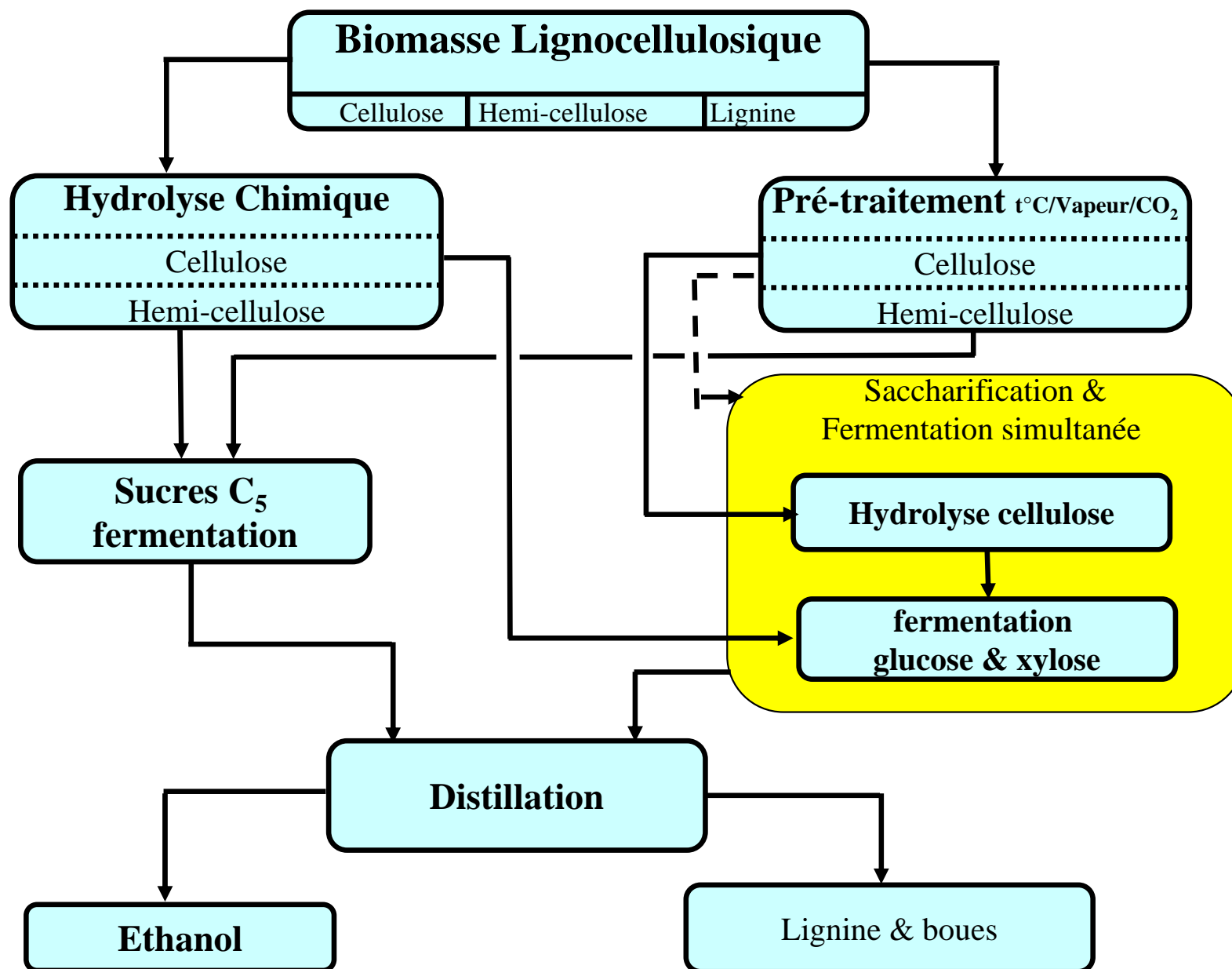
## Bio ethanol 1<sup>re</sup> Génération/ Rappel

- Biomasses riches en sucres ( Glucose C6)
- Biomasses riches en amidon (Polymère de Glucose C6)



- 2<sup>nd</sup> générations hydrolyse des polysaccharides que sont cellulose et hémicellulose (Polymère riche en C6 et C5)

# Bio ethanol 2<sup>ème</sup> Generation



# Plusieurs familles de biocarburants

## Première génération (une partie de la plante est valorisée)

Huiles végétales ( moteur diesel)

Esters ( moteur diesel)

Ethanol ( moteur essence)

} Technologies  
matures

## Seconde génération (toute la plante est valorisée)

Ethanol (conversion polysaccharides)

**Hydrocarbures de synthèse (BTL)**

Pyrolyse Flash

Gazéification /Fischer Tropsch

} R & D

# III.2) Les hydrocarbures de synthèse : BTL

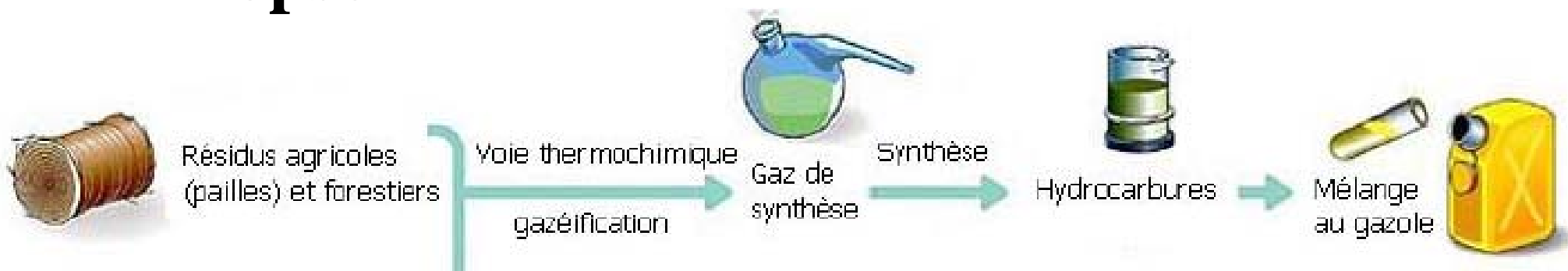


# BTL : Biomass to liquid

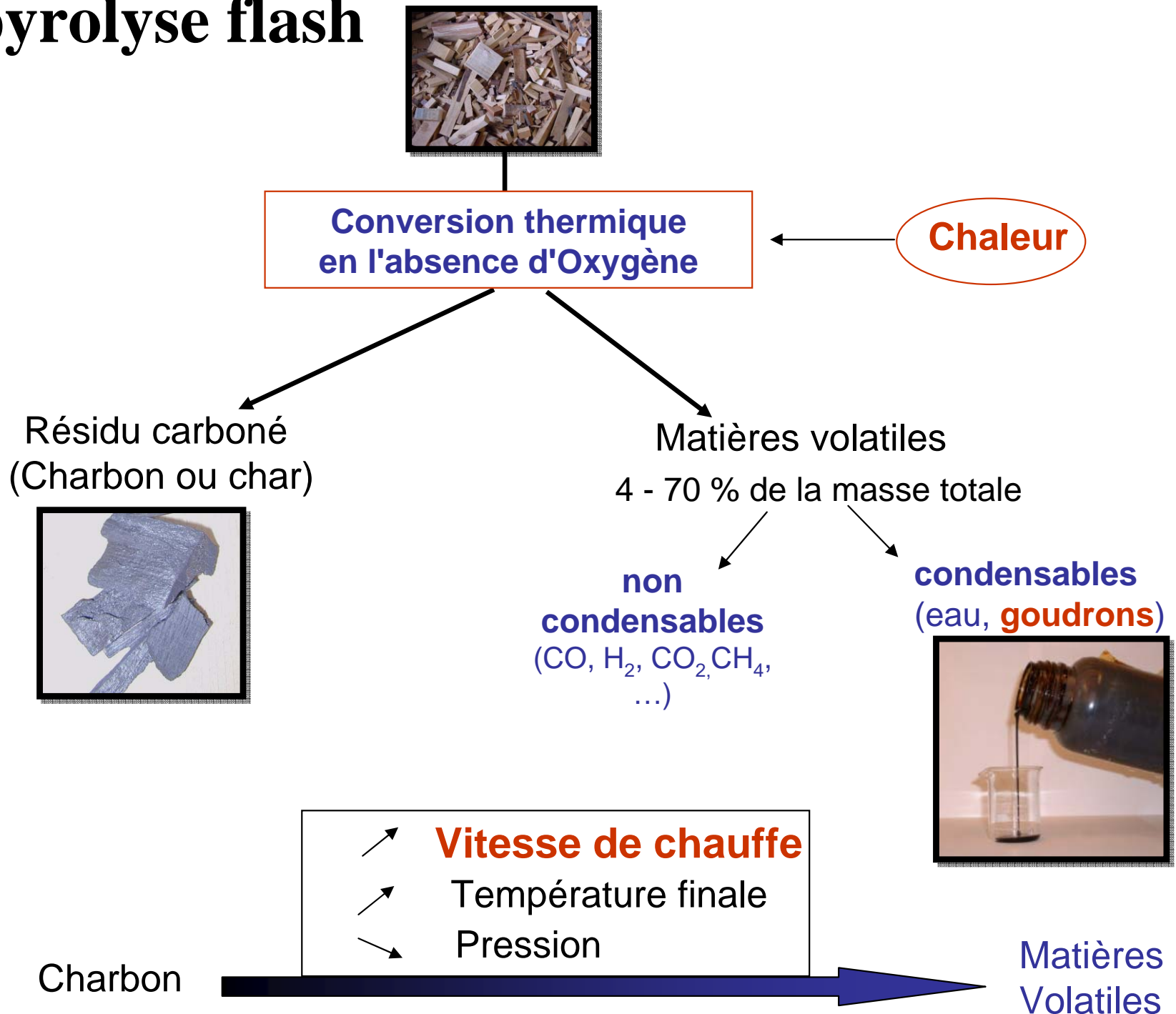
Deux voies en développement (étape R&D):

a) La pyrolyse flash

b) La gazéification / conversion Fischer  
Tropsch

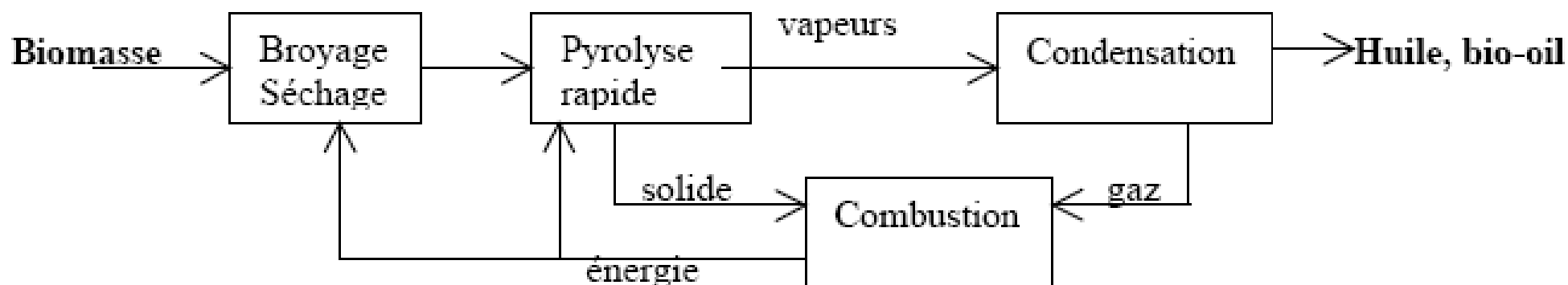


# a) La pyrolyse flash



# Pyrolyse flash

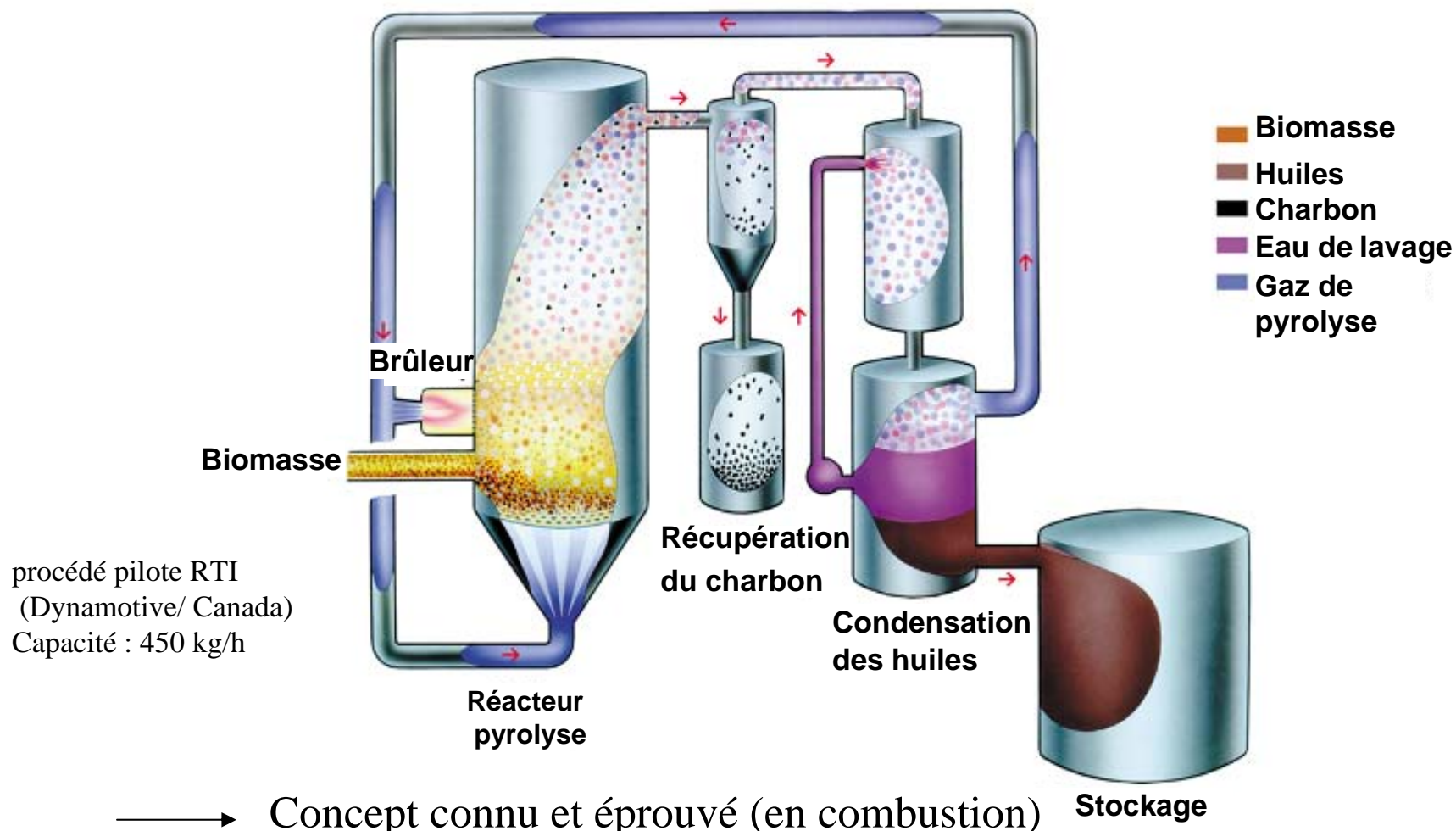
- **Vitesses de chauffe rapide** ( $> 10^3$  °C/s) :
- Permet d'optimiser la production d'huile rendement massique 70 à 80 %
- Domaine récent (15 ans d'expérience)
- État de R&D



➡ **Importance des transferts thermiques = granulométrie du solide**

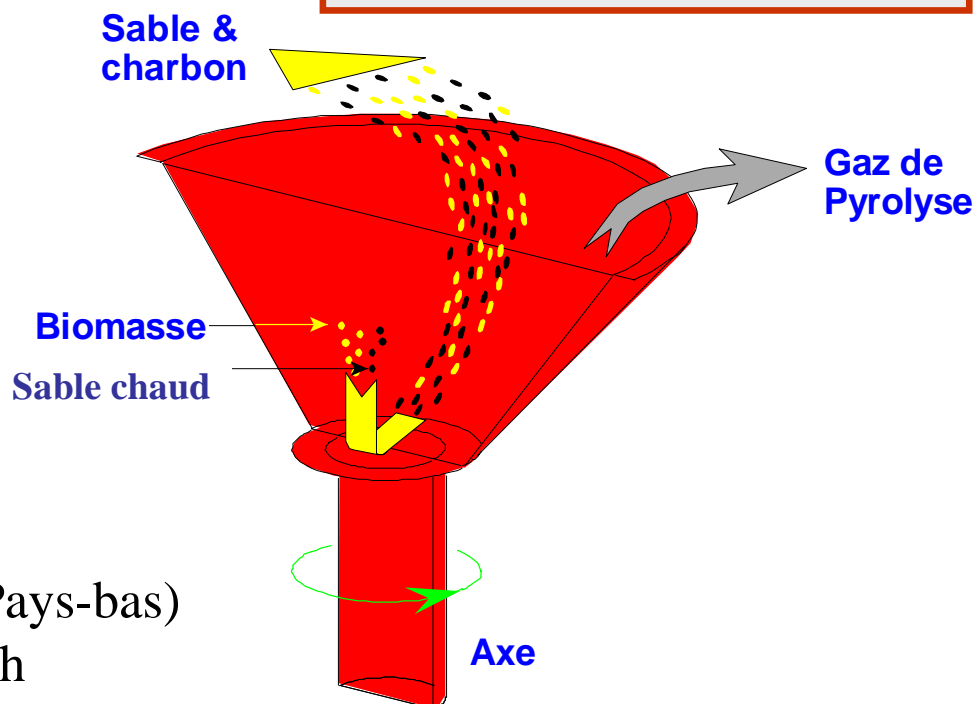


## Procédés de pyrolyse à lits fluidisés



- Concept connu et éprouvé (en combustion)
- Excellent transferts par agitation/mélange
- Changement d'échelle aisée pour développement industriel

## Réacteurs à cône rotatif

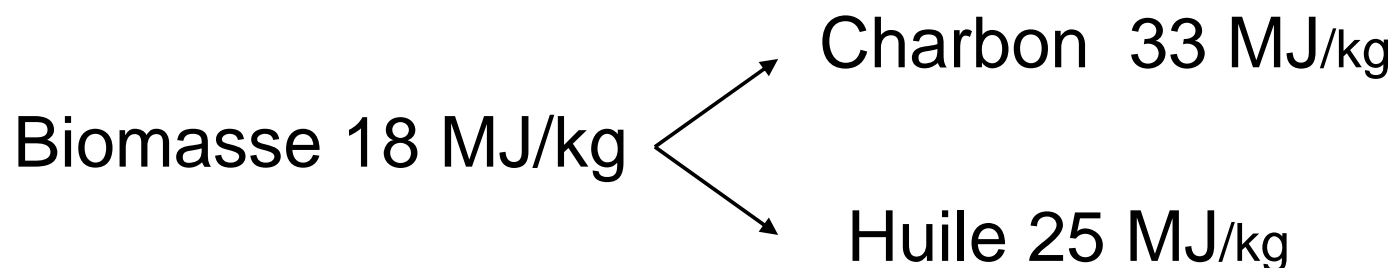


BTG (Pays-bas)  
200 kg/h



- Pas de dilution des gaz de pyrolyse → Réduction des coûts de traitements
- bon transferts thermiques / évacuation rapide des gaz
- difficultés pour changement d'échelle (homogénéité du mélange, tps de séjour solide)
- Problèmes d'abrasion par le sable

# PYROLYSE FLASH POUR LES LIQUIDES



- Rendements élevés en liquide qui peuvent être stockés et/ou transportés
- Les caractéristiques du liquide peuvent être comparées au pétrole brut mais problèmes de stabilité du produit dans le temps et polymérisation à hautes températures
- Les applications incluent la combustion pour chaleur et électricité, produits chimiques, source d'hydrogène & le transport
- Pyrolyse flash est complémentaire de la gazéification : préconditionnement

# Installation pilote



**Wellman,  
250 kg/h**

**Dynamotive,  
450 kg/h**





# Installation pilote



**650 kg/h ENEL**



## a) BTL : Gazéification /Fischer Tropsch Diesel

### La gazéification puis conversion Fischer Tropsch

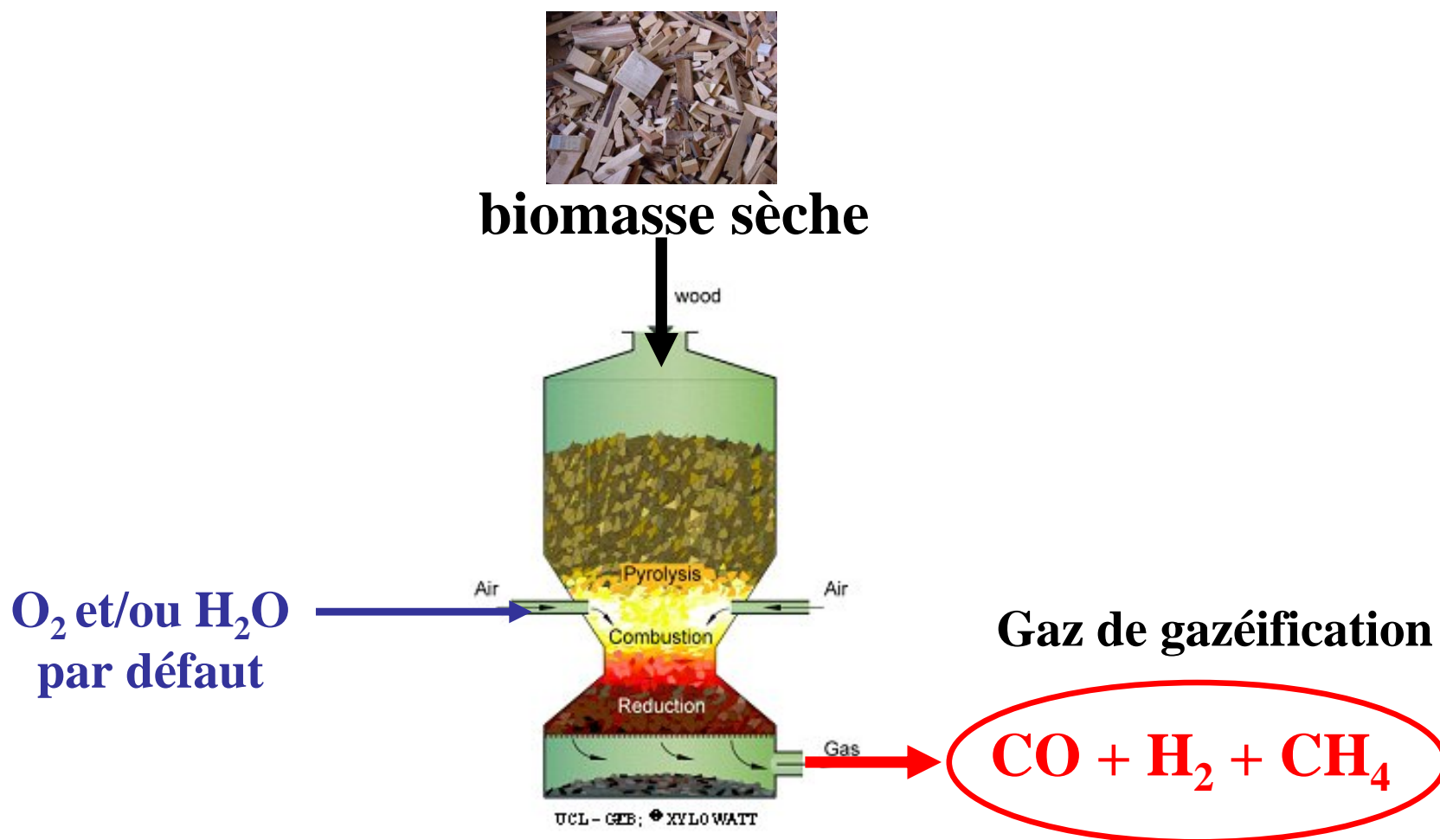


**1) La gazéification**

**2) Fischer Tropsch**

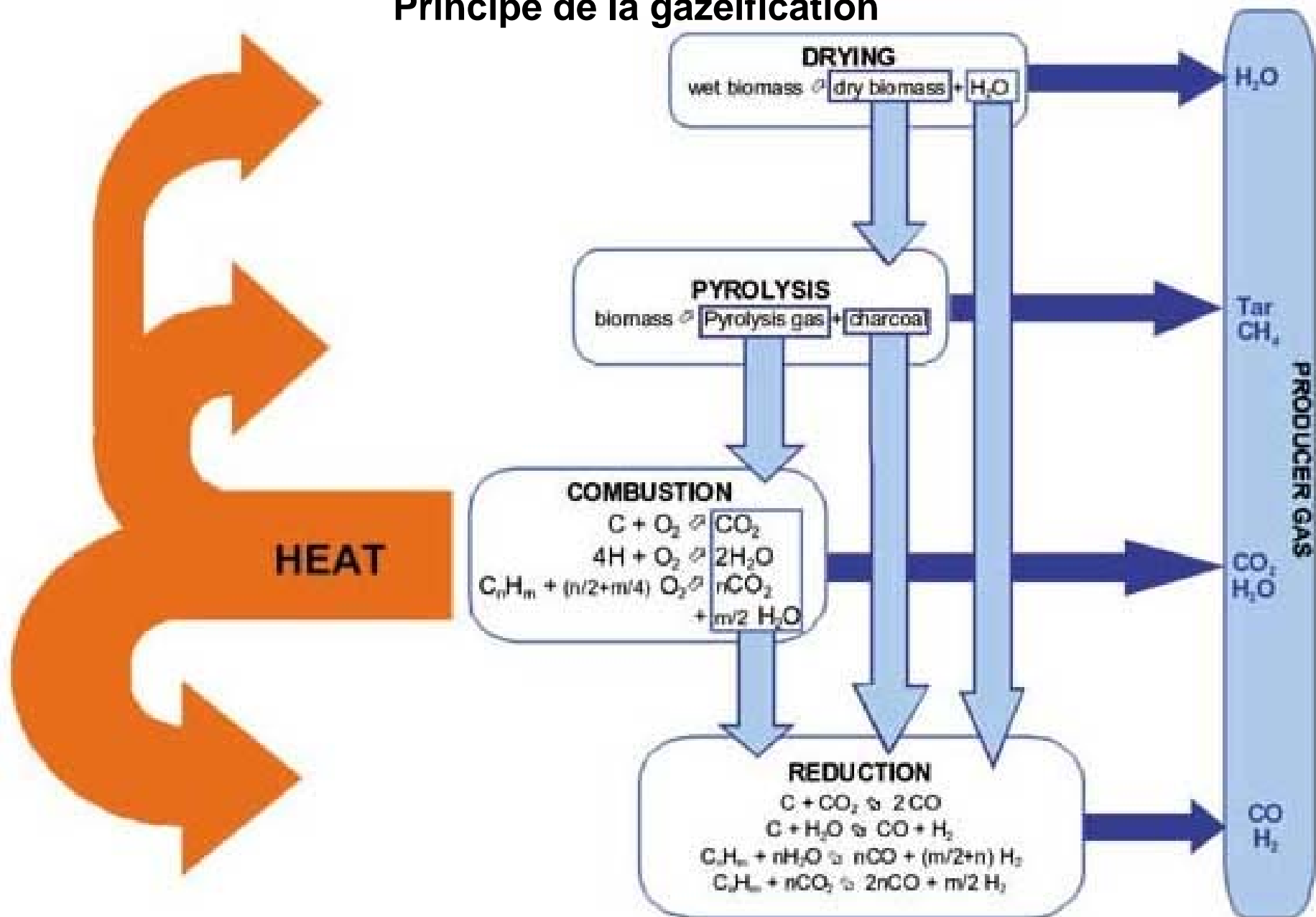
## 1ere étape: gazéification

Décomposition à haute température en présence d'un gaz partiellement oxydant ( $O_2$  et/ou  $H_2O$ )





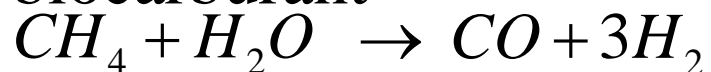
## Principe de la gazéification



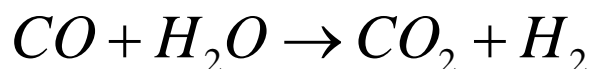
1ere étape: gazéification **Biomasse**  $\longrightarrow$   **$CO + H_2 + CH_4$**   
gaz de gazéification

## 2<sup>nd</sup> étape: Synthèse

Le mélange gaz de synthèse offre de nombreuses voies de valorisation en biocarburant



**Production de  $CO + H_2$**   
**appelé gaz de synthèse**



**Synthèse de biocarburant à partir de  $CO$  et  $H_2$**



**Synthèse de méthanol**  
(possibilité EMHV)



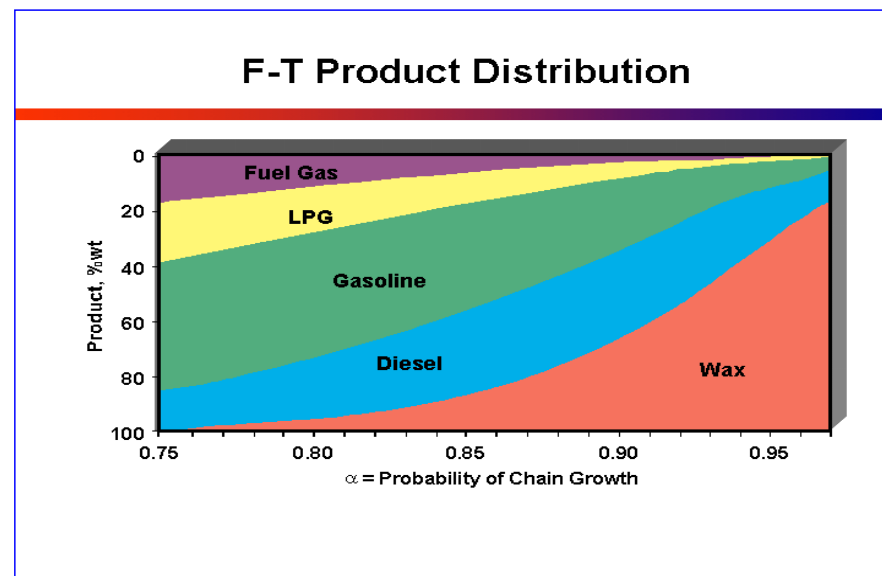
**Hydrocarbures de synthèse**  
**Fischer - Tropsch**

## 2<sup>nd</sup> étape: synthèse Fischer Tropsch

Réaction catalytique de Fischer Tropsch



- Synthèses de longues chaînes hydrocarbonées
- Réaction exothermique : 20% Chaleur (Cogénération)
- Possibilité sélectivité réaction  
(FT essence, FT diesel, paraffines, ...)
- Hydrocarbures propres



# Aujourd'hui

- Gazéification bien maîtrisée
- Conversion FT bien maîtrisée

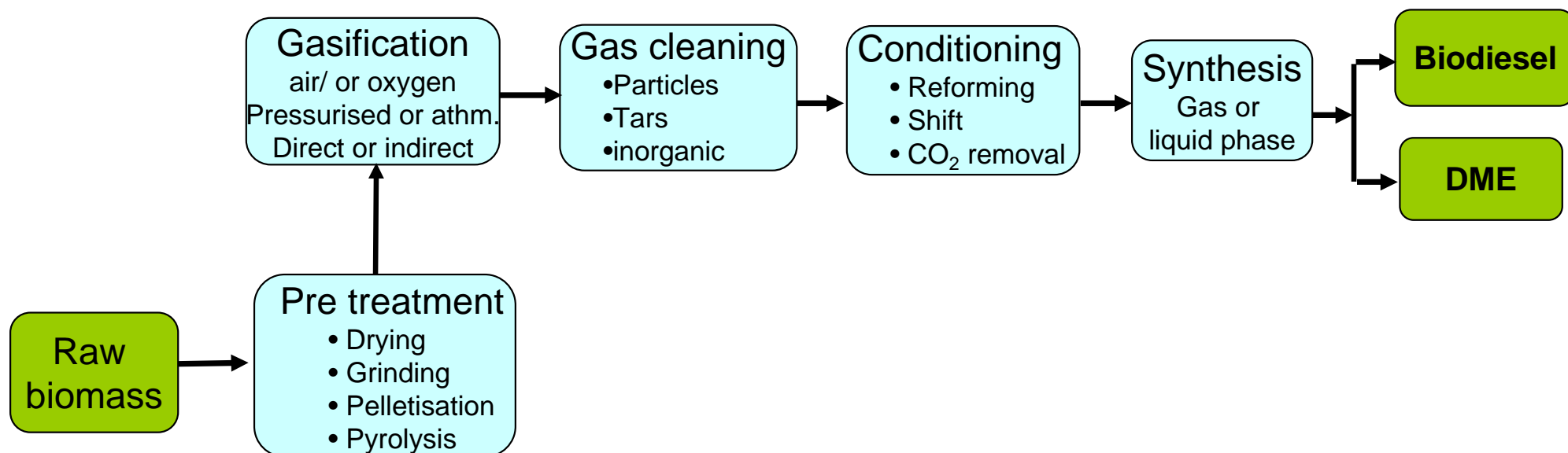
Mais problème de couplage entre les deux étapes, les traces de goudrons présents dans les gaz désactivent le catalyseur FT

**=> Toujours en R&D**

Unité Pilote de synthèse Fischer-Tropsch  
EniTecnologie-IFP de 20 barils/jour



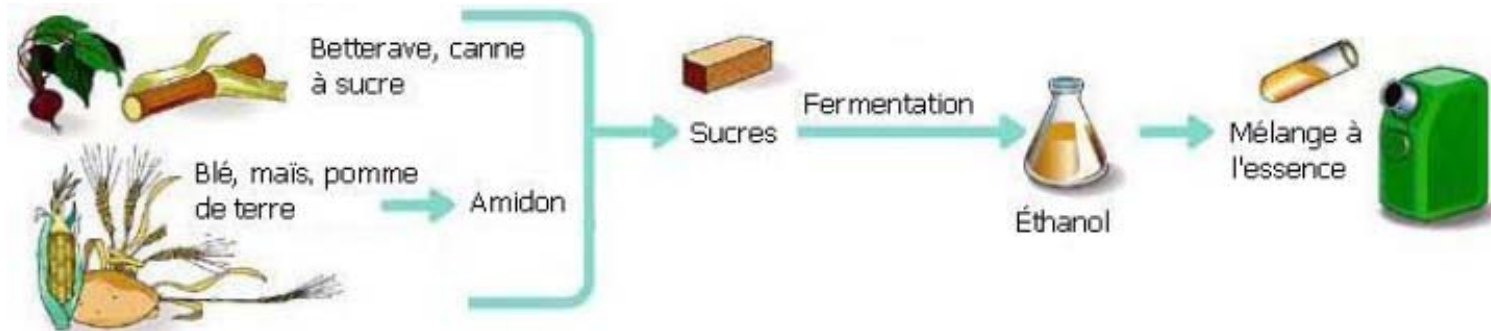
## BTL : FT diesel/gasoline



# Technology efficiency

gen .	Biofuels	<i>l/ha</i>	<i>GJ/ha</i>
1 <sup>st</sup>	<b>Sun flower biodiesel</b> <b>Soy bean biodiesel</b> <b>Rapeseed biodiesel</b> <b>Wheat ethanol</b> <b>Maize ethanol</b> <b>Sugar beat ethanol</b> <b>Sugar cane ethanol</b>	<b>1,000</b> <b>500-700</b> <b>1,200</b> <b>2,500</b> <b>3,100</b> <b>5,500</b> <b>5,300-6,500</b>	<b>35.7</b> <b>17.8- 25.0</b> <b>42.8</b> <b>53</b> <b>65.7</b> <b>116.6</b> <b>112.4- 137.8</b>
2 <sup>nd</sup>	<b>FT biodiesel eucalyptus plantation</b> <b>Methanol eucalyptus plantation</b> <b>DME eucalyptus plantation</b>	<b>13,500-18,000</b> <b>49,500-66,000</b> <b>45,000- 60,000</b>	<b>463.1- 617.4</b> <b>772.2- 1029.6</b> <b>846.0- 1128.0</b>

## • Le bioéthanol



## • Le biodiesel



## • Les biocarburants de deuxième génération

