

La chimie verte. Principes généraux et illustration pour la valorisation des agroressources

Dr. Aurore Richel

Unité de Chimie Biologique Industrielle
Université of Liège – Gembloux Agro-Bio Tech

Chimie verte

- ❖ **Concept de chimie verte**
- ❖ **Illustration des principes de base sur certains exemples choisis**
 - ❖ Application des techniques de catalyse
 - ❖ Etude des techniques de chauffage alternatives et des solvants verts
- ❖ **La chimie du végétal: valorisation des agroressources**

Chimie verte

❖ L'industrie chimique en quelques chiffres

- ✓ 7% du PIB mondial
- ✓ 9 % du commerce mondial
- ✓ Croissance estimée: +85 % en 2020 (% 1995)
- ✓ Record de croissance sur les 50 dernières années
 - volume: plastiques d'origine pétrochimique
 - valeur: produits pharmaceutiques

Chimie verte

❖ Degré de complexité – diversité des productions



RAFFINERIE



CHIMIE LOURDE



CHIMIE FINE



CHIMIE
PHARMACEUTIQUE

Production mondiale annuelle (T/an) Produits/déchets



1-100 M (produits)
0.1 – 10 M (déchets)

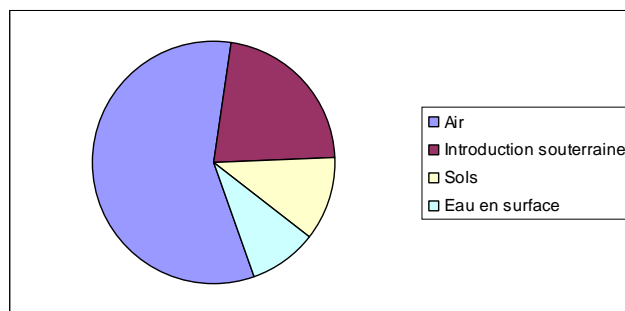


10-1000 (produits)
1000 à 0.1 M (déchets)

Chimie verte

❖ Degré de complexité – diversité des productions

Répartition des émissions des produits chimiques toxiques dans l'environnement



Chimie verte

❖ Degré de complexité – contraintes

❖ Grande variété de processus chimiques

❖ Gestion des déchets

❖ Normes environnementales + rigoureuses

❖ REACh (**R**egistration, **E**valuation & **A**uthorization of **C**hemicals)

❖ Préoccupations liées à la sécurité

❖ Classification SEVESO

❖ Raréfaction des matières 1ères pétrochimiques

Chimie verte

Objectif = développement durable

Permettre de satisfaire les besoins de la génération présente sans compromettre les besoins des générations futures



Moyen = chimie verte

Chimie verte

❖ Qu'est ce que la chimie verte ?

❖ Concept défini en 1998 par P. Anastas et J. C. Warner

(EPA – Environmental Protection Agency)



❖ Objectif/définition

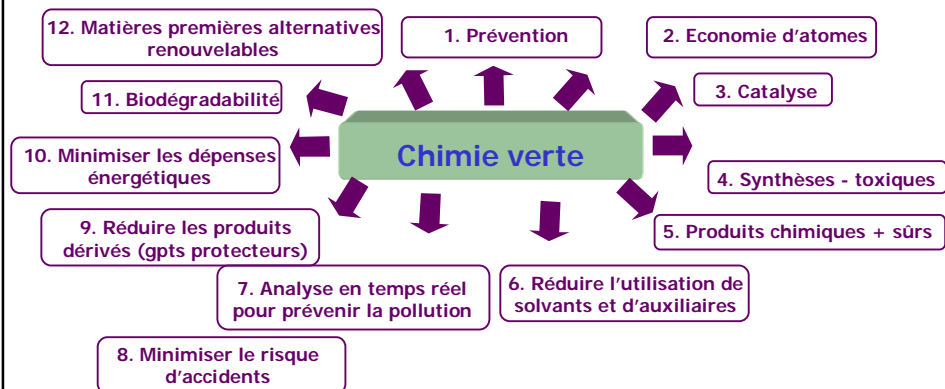
Concevoir des produits et des procédés de synthèse permettant de réduire ou d'éliminer l'utilisation et la génération de substances dangereuses

Anastas, P. T.; Warner, J. C. *Green Chemistry: Theory and Practice*. New York, Oxford University Press (1998)

Chimie verte

❖ Qu'est ce que la chimie verte ?

❖ 12 principes fondateurs

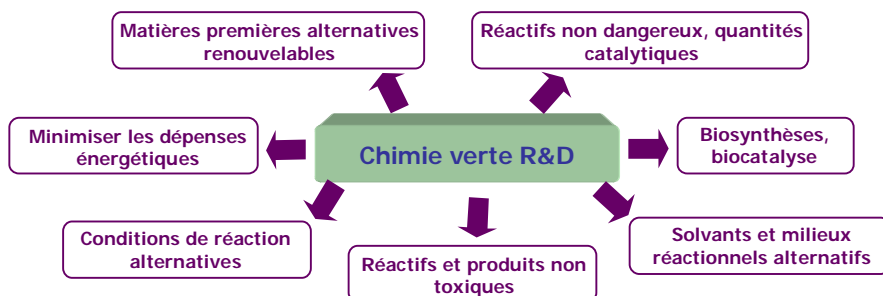


Chimie verte

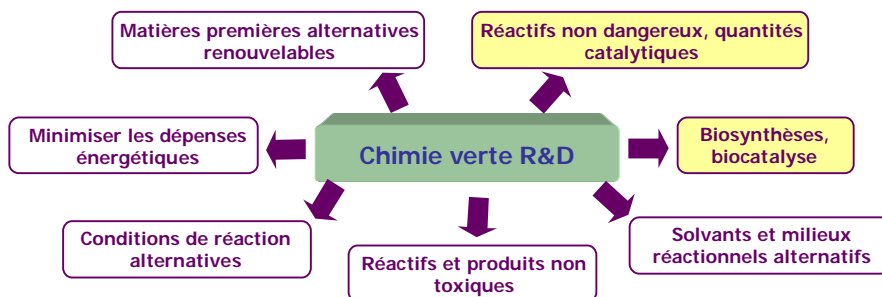
❖ Qu'est ce que la chimie verte ?

❖ En pratique:

Chimie verte et durable: 7 thèmes de recherche principaux



❖ Illustration 1. Utilisation de catalyseur



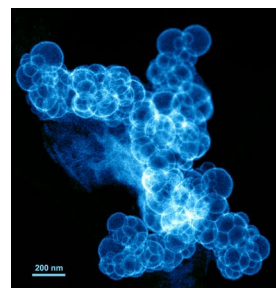
OECD Environmental Health and Safety Publications, Series on Risk Management N°10 (1999), « *Proceedings of the OECD workshop on sustainable chemistry* », Venice, 15-17 October 1998, pp. 204-205

❖ Illustration 1. Utilisation de catalyseur

❖ **Catalyseur :** substance qui accélère une réaction sans être consommée

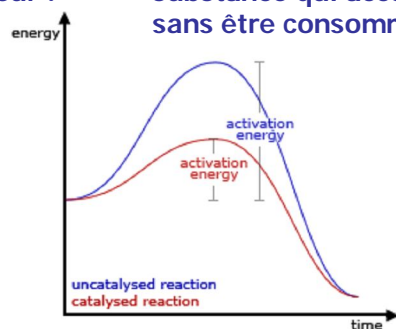
❖ Synthèses optimisées:

- ❖ - d'étapes, + rapides
- ❖ - de réactifs utilisés
- ❖ - de traitements, - de déchets
- ❖ - coûteuses en énergie



❖ Illustration 1. Utilisation de catalyseur

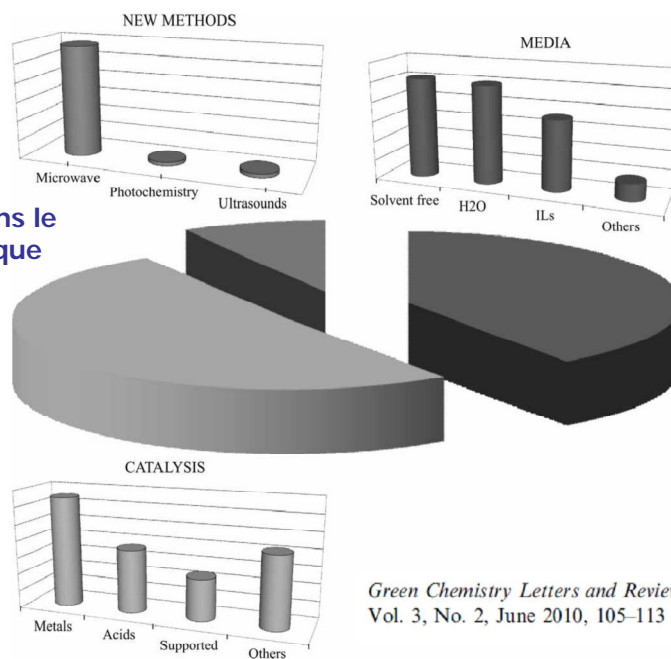
❖ Catalyseur : substance qui accélère une réaction sans être consommée



❖ Catalyse chimique (homogène, hétérogène)

❖ Catalyse enzymatique

❖ Importance dans le secteur académique et R&D



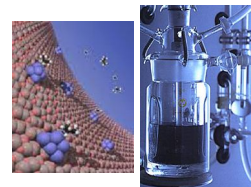
Green Chemistry Letters and Reviews
Vol. 3, No. 2, June 2010, 105–113

Chimie verte

❖ Illustration 1. Utilisation de catalyseur

❖ Importance dans le secteur industriel

Reactions d'oxydation	- Oxydation du propène - Oxydation du butane en anhydride maléique - Epoxydation de l'éthylène	$\text{Fe}_2(\text{MO})_3$ $\text{V}_2\text{O}_5/\text{MgO}$, $\text{V}_2\text{O}_5/\text{TiO}_2$ $\text{Ag}/\text{Al}_2\text{O}_3$	
Conversion du gaz naturel	- Réformage du méthane - Procédé Fischer-Tropsch - Synthèse du méthanol	$\text{NiO}/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{NiO}/\text{MgAl}_2\text{O}_4$ Co/SiO_2 , [Fe] $\text{CuO}/\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$	SASOL (9Mt butyraldéhyde) BASF
Industrie du raffinage	- Craquage catalytique - Isomérisation - Reformage - Hydrocraquage - Déshydrogénation	Acides, zéolithes $\text{Pt}/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{Pt}/\text{mordenite}$ $\text{Pt}/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{CoMoS}/\text{Al}_2\text{O}_3$ $\text{Ni}/\text{Mo}/\text{S}/\text{Al}_2\text{O}_3$ (zéolithes) $\text{Pt}(\text{Sn})$ ou $\text{Pd}/\text{Al}_2\text{O}_3$	1996 : 33 Mt (benzène)
Hydrogénation	- Hydrogénation chimie fine - Hydrogénation des huiles/acides gras	$\text{RuCl}_2(\text{BINAP})$, etc Ni/SiO_2 , $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$	
Chimie inorganique	- Procédé Haber (synthèse de NH_3) - Production HNO_3 - Synthèse de H_2SO_4	[Fe, KOH] Pt , Rh V_2O_5 /céramiques, SiO_2	BASF (2005 : 115 Mt)
Polymerisation	- Polymérisation de l'éthylène	Ziegler-Natta (Zr, Ti)	75 Mt/an (éthylène)
Metathèse	- Procédé SHOP	$(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{P}(\text{CH}_3)_2\text{COONi}$	Shell (2009 : >1Mt)
Esterifications	- Puits catalytiques	Acides/Bases, zéolithes, ...	
Dépollution	- Désulfuration - Elimination du soufre dans les gaz (CLAUS)	Mo, Co/ Al_2O_3 $\text{Na}_2\text{OFe}_2\text{O}_7/\text{Al}_2\text{O}_3$	
Chimie fine / pharmaceutique	- Méta-thèse, cyclopropanation, couplage de Heck, Suzuki, hydrogénation (asymétrique), Friedel-Crafts, réaction de Grignard, nitration des aromatiques, click-chemistry, ...	Pt, Pd, Rh/ Al_2O_3 Ru, Pd, Rh, Ti, Mg, Cu, acides, etc. supportés sur SiO_2 , Al_2O_3 , céramiques, zéolithes, MCM-41, oxydes métalliques, ...	

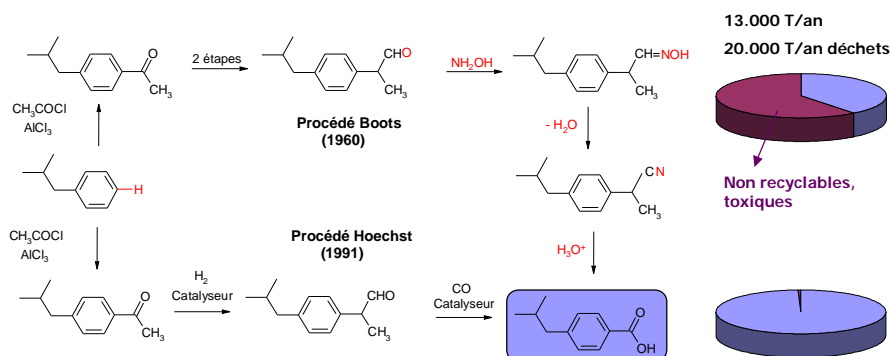


Nobel Chimie
2001- 2005- 2010



Chimie verte

❖ Illustration 1. Utilisation de catalyseur – Synthèse industrielle de l'Ibuprofène



Avantages économiques et environnementaux

❖ Illustration 1. Utilisation de catalyseur – Synthèse industrielle de l'Ibuprofène

Economie d'atomes

Reagent		Used in ibuprofen		Unused in ibuprofen	
Formula	M _r	Formula	M _r	Formula	M _r
C ₁₀ H ₁₄	134	C ₁₀ H ₁₃	133	H	1
C ₄ H ₆ O ₃	102	C ₂ H ₅	27	C ₂ H ₅ O ₃	75
C ₄ H ₇ ClO ₂	122.5	CH	13	C ₂ H ₅ ClO ₂	109.5
C ₂ H ₅ ONa	68		0	C ₂ H ₅ ONa	68
H ₂ O	19		0	H ₂ O	19
NH ₂ O	33		0	NH ₂ O	33
H ₂ O ₂	36	HO ₂	33	H ₂	3
Total		Ibuprofen		Waste products	
C ₂₀ H ₂₈ NO ₂ ClNa	514.5	C ₁₃ H ₁₈ O ₂	206	C ₇ H ₂₃ NO ₂ ClNa	308.5

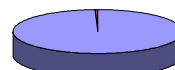
Reagent		Used in ibuprofen		Unused in ibuprofen	
Formula	M _r	Formula	M _r	Formula	M _r
C ₁₀ H ₁₄	134	C ₁₀ H ₁₃	133	H	1
C ₄ H ₆ O ₃	102	C ₂ H ₅ O	43	C ₂ H ₅ O ₂	59
H ₂	2	H ₂	2		0
CO	28	CO	0		0
Total		Ibuprofen		Waste products	
C ₁₅ H ₂₂ O ₄	266	C ₁₃ H ₁₈ O ₂	206	C ₂ H ₄ O ₂	60

Table 2 Atom economy in the green synthesis of ibuprofen

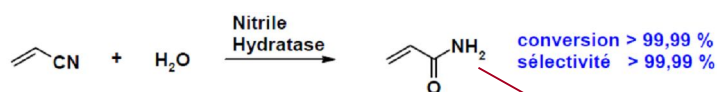
13.000 T/an
20.000 T/an déchets



Non recyclables, toxiques



❖ Illustration 1. Utilisation de catalyseur – Biocatalyse Procédé MITSUBISHI de production d'acrylamide

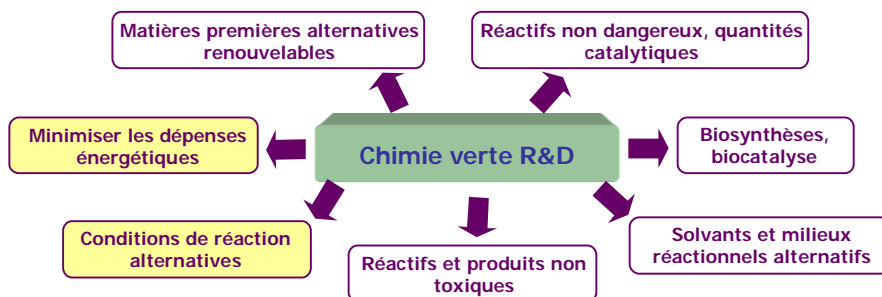


conversion > 99,99 %
sélectivité > 99,99 %

Polyacrylamide

- ❖ Acrylamide: production annuelle 100.000 T (2006)
- ❖ Voie enzymatique + simple que voie chimique au Cu (pas d'inhibiteur de polymérisation- conditions + douces: 5°C)
- ❖ Immobilisation de cellules entières de *Rhodococcus.rhodocrous* J1hydratase (E.C.4.2.1.84)
- ❖ Productivité améliorée (> 400 g.L⁻¹.h⁻¹)
- ❖ Produit fini de meilleure pureté (>99.99 %)

❖ Illustration 2. Conditions de réaction alternatives Utilisation des micro-ondes comme source de chauffage



OECD Environmental Health and Safety Publications, Series on Risk Management N°10 (1999), « Proceedings of the OECD workshop on sustainable chemistry », Venice, 15-17 October 1998, pp. 204-205

❖ Illustration 2. Conditions de réaction alternatives Utilisation des micro-ondes comme source de chauffage

⇒ Sources de chauffage classique

- plaques chauffantes
- bain d'huile, bain marie, sable etc...

⇒ Sources « d'activation » originales

- micro-ondes
- ultrasons

❖ Illustration 2. Conditions de réaction alternatives Utilisation des micro-ondes comme source de chauffage

❖ 1986: Gedye et Giguere

Utilisation de fours micro-ondes domestiques (pas de contrôle de la température)

❖ 2000: réacteurs micro-ondes de laboratoire

❖ Amélioration des rendements, des sélectivités

→ moins de déchets

❖ Réduction des temps de chauffage/température

→ économie d'énergie

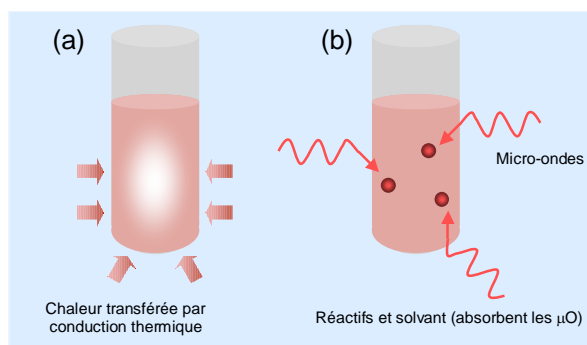
❖ Illustration 2. Conditions de réaction alternatives Utilisation des micro-ondes comme source de chauffage

❖ **Principe:** aptitude de certaines substances à absorber une onde électromagnétique (micro-ondes) incidente et à la convertir en énergie thermique

Tableau 1. Facteur de perte ($\tan\delta$) pour différentes substances à 20°C et à une fréquence de 2.45 GHz.

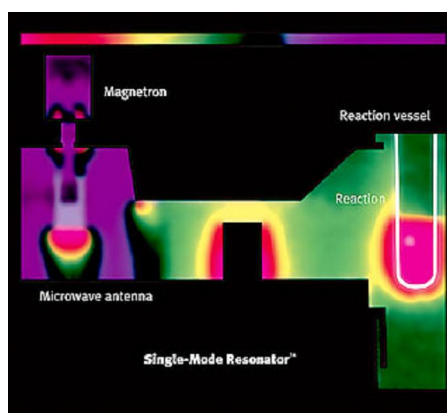
Solvant	$\tan\delta$
Ethylène glycol	1.350
Ethanol	0.941
DMSO (diméthylsulfoxyde)	0.825
Méthanol	0.659
1,2-dichlorobenzène	0.280
DMF (diméthylformamide)	0.161
Eau	0.123
Acétone	0.054
Hexane	0.020

❖ Illustration 2. Conditions de réaction alternatives Utilisation des micro-ondes comme source de chauffage



- Chauffage très rapide et homogène
- Pas de gradient de températures
- Pas d'effet de parois

❖ Illustration 2. Conditions de réaction alternatives Utilisation des micro-ondes comme source de chauffage



Chimie verte

From bench-top to scale-up: batch processing and parallel synthesis

<500mg, 0.5-5mL
300°C max, 20 bar max



~500 gr, 1-2 L
24x100mL max, 50 bar



*Batch or parallel
Open or closed vessels*

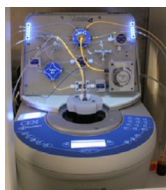
~Kg, 3-4 L
200 bar max.



Chimie verte

From bench-top to scale-up: continuous and stop-flow methods

Max. flow rate: 20
mL.min⁻¹; 250°C, 17 Bar
80 mL cavity



1L, 250°C, 40bar
Daily output > 100g



Several L.h⁻¹
Daily output > 20Kg



❖ Illustration 2. Conditions de réaction alternatives Utilisation des micro-ondes comme source de chauffage

Exemple: synthèse de tensioactifs à base de sucres

Richel et al. *Tetrahedron Lett.* 2010



Microwave-assisted synthesis of D-glucuronic acid derivatives using cost-effective solid acid catalysts

Aurore Richel^{a,b,*}, Pascal Laurent^{a,b}, Bernard Wathelet^a, Jean-Paul Wathelet^b, Michel Paquot^a

^aUnit of Biological and Industrial Chemistry, University of Liege, Gembloux Agro-Bio Tech, Passage des Déportés 2, B-5030 Gembloux, Belgium
^bUnit of General and Organic Chemistry, University of Liege, Gembloux Agro-Bio Tech, Passage des Déportés 2, B-5030 Gembloux, Belgium

ARTICLE INFO

Article history:
Received 27 October 2009
Revised 8 December 2009
Accepted 11 December 2009
Available online 21 December 2009

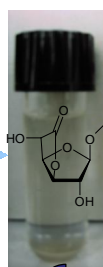
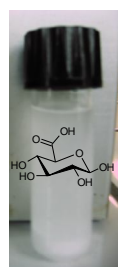
ABSTRACT

Monomeric microwave-assisted coupling of D-glucuronic acid with alcohols, in the presence of various impregnated acid catalysts, was successfully performed, affording in almost quantitative yields the corresponding monosubstituted β-D-glucopyranosidurono-6,3-lactones in less than 10 min at 85 °C. This study evidences the synergy of microwaves and impregnated acid catalysts as a fast and clean strategy in the field of carbohydrate chemistry.

© 2009 Elsevier Ltd. All rights reserved.

❖ Illustration 2. Conditions de réaction alternatives Utilisation des micro-ondes comme source de chauffage

Exemple: synthèse de tensioactifs à base de sucres



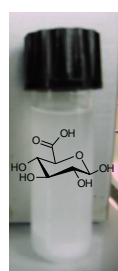
Acide D-glucuronique
Alcool (solvant)
Catalyseur chimique (récupérable)

Micro-ondes: rdt >90%
(10 min, 85°C)
Chauffage classique: rdt 70%
(24h, 85°C)

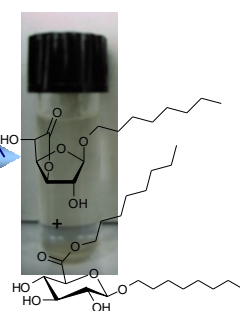
Economie d'énergie

❖ Illustration 2. Conditions de réaction alternatives Utilisation des micro-ondes comme source de chauffage

Exemple: synthèse de tensioactifs à base de sucres



μ -Waves



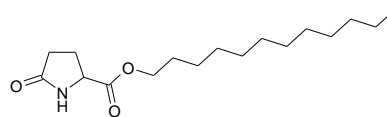
Acide D-glucuronique
Alcool (solvant)
Catalyseur chimique (récupérable)

Sélectivité différente en chauffage classique: mélange de produits

Micro-ondes = sélectivité, moins de purification et de déchets

❖ Illustration 2. Conditions de réaction alternatives Utilisation des micro-ondes comme source de chauffage

Exemple: synthèse industrielle du Laurydone®



6kW – 2.45 GHz

Pyroglutamic acid + lauryl alcohol

PAS DE CATALYSEUR (acide p-toluènesulfonique)
ni de solvant (toluène)

Batch production: 150 kg / 4h

Temps de réaction réduit d'un facteur 5

❖ Illustration 2. Conditions de réaction alternatives Utilisation des micro-ondes comme source de chauffage

Exemples industriels d'application des micro-ondes

- ❖ Vulcanisation/dévulcanisation du caoutchouc (Goodyear)
- ❖ Agro-alimentaire
- ❖ Production de céramiques

❖ Illustration 2. Conditions de réaction alternatives Utilisation des micro-ondes comme source de chauffage

Exemples industriels d'application des micro-ondes

United States Patent [19]		[11]	4,104,205
Novotny et al.		[45]	Aug. 1, 1978
[54] MICROWAVE DEVULCANIZATION OF RUBBER		[56] References Cited	
[75] Inventors: Donald S. Novotny, Windsor, Vt.; Richard L. Marsh, Springfield, Mo.; Frank C. Masters, Palmyra, Nebr.; David N. Tally, Arvada, Colo.		U.S. PATENT DOCUMENTS	
[73] Assignee: The Goodyear Tire & Rubber Company, Akron, Ohio		3,725,314 4/1973 Pelofsky 260/2.3	
[21] Appl. No.: 646,821		3,766,031 10/1973 Dillon 204/159.2	
[22] Filed: Jan. 6, 1976		3,773,638 11/1973 Gotoh et al. 204/159.2 X	
[51] Int. Cl. ² C08F 2/46		3,937,774 2/1976 Wiley et al. 264/26	
[52] U.S. Cl. 260/2.3; 204/159.17; 204/159.18; 204/159.2; 264/26; 264/DIG. 46		<i>Primary Examiner</i> —Murray Tillman	
[58] Field of Search 260/2.3; 204/159.18, 204/159.2, 159.17; 264/26, DIG. 46		<i>Assistant Examiner</i> —T. DeBenedictis, Sr.	
		<i>Attorney, Agent, or Firm</i> —R. H. Haas	
		[57] ABSTRACT	
		Elastomer waste may be devulcanized without depolymerization to a material capable of recompound and devulcanization into a product having physical properties essentially equivalent to the original vulcanizate. Devulcanization is accomplished by application of a controlled dose of microwave energy to sized material, preferably in a continuous process.	
		10 Claims, No Drawings	

❖ Illustration 2. Conditions de réaction alternatives Utilisation des micro-ondes comme source de chauffage

Exemple: synthèse d'ester – 3-méthylbutylacétate (« essence de banane »)

**Chauffage
classique**

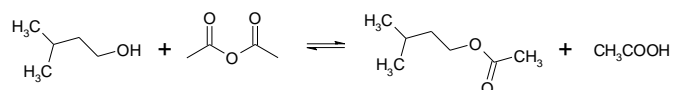


- ❖ Catalyse acide (H_2SO_4) - Chauffage à reflux, 1h
- ❖ A l'équilibre: rendement de 67%
- ❖ Extraction à l'éther et distillation fractionnée

❖ Illustration 2. Conditions de réaction alternatives Utilisation des micro-ondes comme source de chauffage

Exemple: synthèse d'ester – 3-méthylbutylacétate (« essence de banane »)

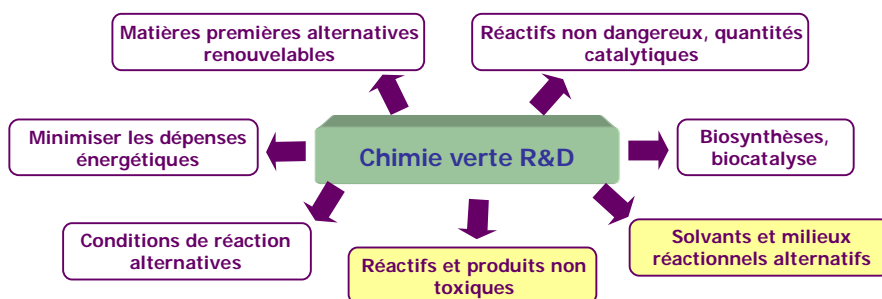
**Chauffage
micro-ondes**



- ❖ Pas de catalyseur - Chauffage à 110°C 8 min
- ❖ Rendement > 80%
- ❖ Pas de purification (extraction à l'éther et distillation fractionnée)

Chimie verte

❖ Illustration 3. Conditions de réaction alternatives Utilisation de solvants « verts »



OECD Environmental Health and Safety Publications, Series on Risk Management N°10 (1999), « Proceedings of the OECD workshop on sustainable chemistry », Venice, 15-17 October 1998, pp. 204-205

Chimie verte

❖ Illustration 3. Conditions de réaction alternatives Utilisation de solvants « verts »

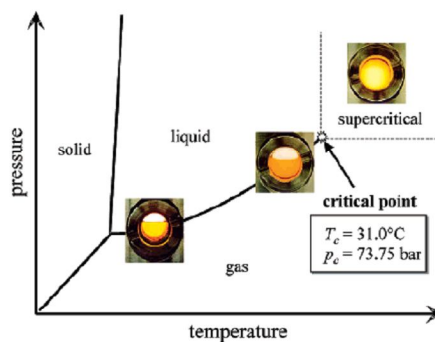
Fluides supercritiques

❖ CO₂ supercritique: alternative aux solvants organiques apolaires

Supercritical Carbon Dioxide as a Green Reaction Medium for Catalysis

WALTER LEITNER
Institut für Technische Chemie und Makromolekulare Chemie, RWTH Aachen, Worringer Weg 1,
52074 Aachen, Germany, and Max-Planck-Institut für Kohlenforschung, Kaiser-Wilhelm-Platz 1,
45470 Mülheim an der Ruhr, Germany
Received January 8, 2002

Acc. Chem. Res. 2002, 35, 746–756



❖ Illustration 3. Conditions de réaction alternatives Utilisation de solvants « verts »

Fluides supercritiques

❖ CO₂ supercritique: alternative aux solvants organiques apolaires

- ❖ Non toxique
- ❖ Non inflammable ⇒ Sécurité
- ❖ Apte pour des procédés à basse T°
⇒ Economie d'énergie
- ❖ Pas de traces de solvant dans le produit final

❖ Illustration 3. Conditions de réaction alternatives Utilisation de solvants « verts »

Fluides supercritiques

❖ CO₂ supercritique: alternative aux solvants organiques apolaires



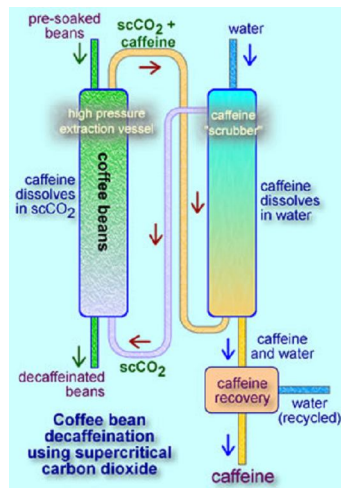
Chimie verte

❖ Illustration 3. Conditions de réaction alternatives Utilisation de solvants « verts »

Fluides supercritiques

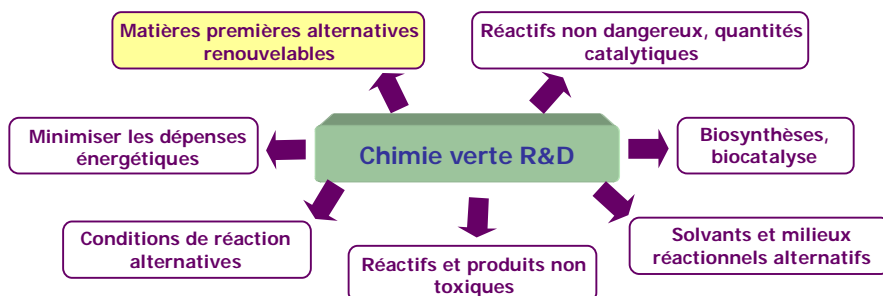
Exemple: réduction de la teneur en caféine dans les grains de café par extraction au CO₂ sc.

Alternative aux méthodes classiques avec solvants organiques



Chimie verte

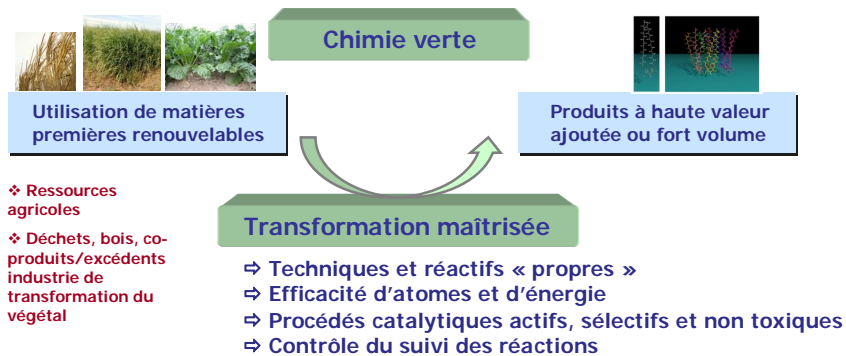
❖ Illustration 4. Valorisation des agroressources



Chimie verte

❖ Illustration 4. Valorisation des agroressources

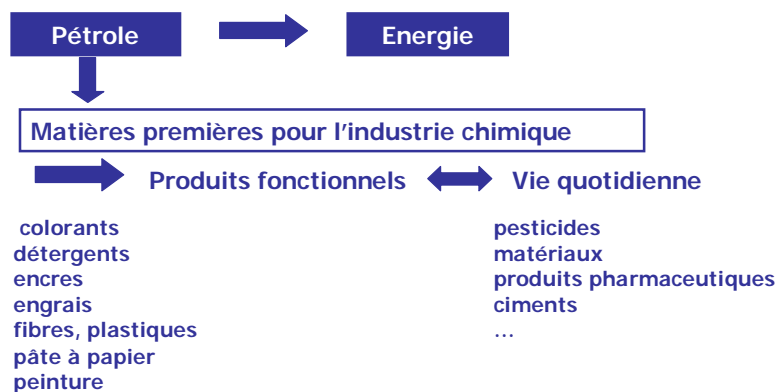
❖ Substitution des matières 1ères pétrochimiques par la biomasse végétale



Chimie verte

❖ Illustration 4. Valorisation des agroressources

❖ Exploitation des ressources végétales



❖ Illustration 4. Valorisation des agroressources

❖ Exploitation des ressources végétales – principales sources

Algues	Epaississants, gélifiants (pharma & agroalimentaire)
Bois	Fibres cellulosiques, hémicellulose et lignines
Tiges de céréales	Résidus lignocellulosiques (+ grains => amidon => alimentaire ou industriel)
Plantes oléagineuses	Huiles végétales + pulpes ou tourteaux
Betterave sucrière, canne à sucre	Saccharose + pulpe ou bagasse

❖ Illustration 4. Valorisation des agroressources

❖ Exploitation des ressources végétales lignocellulosiques

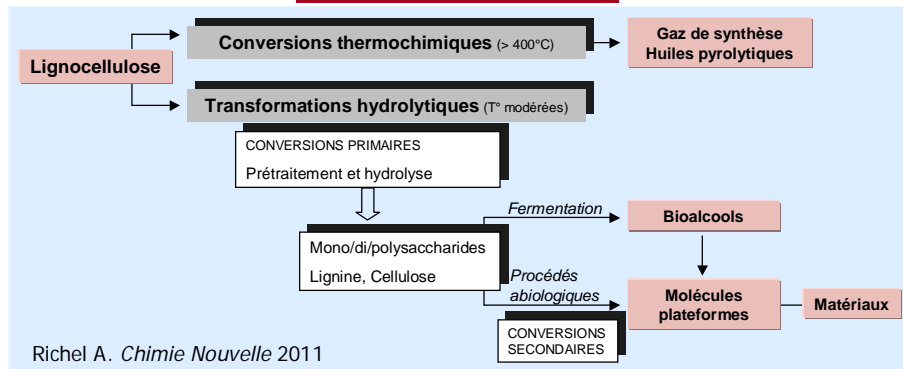
- ❖ Prix (~50-60 € / ton d.w.; 3-4 € /GJ): paille, céréales, bois, résidus agricoles, etc.
- ❖ Source alternative de sucres (>< amidon)
- ❖ Disponibilité / peu de compétition avec les besoins alimentaires
- ❖ Renouvelable



❖ Illustration 4. Valorisation des agroressources

❖ Exploitation des ressources végétales lignocellulosiques

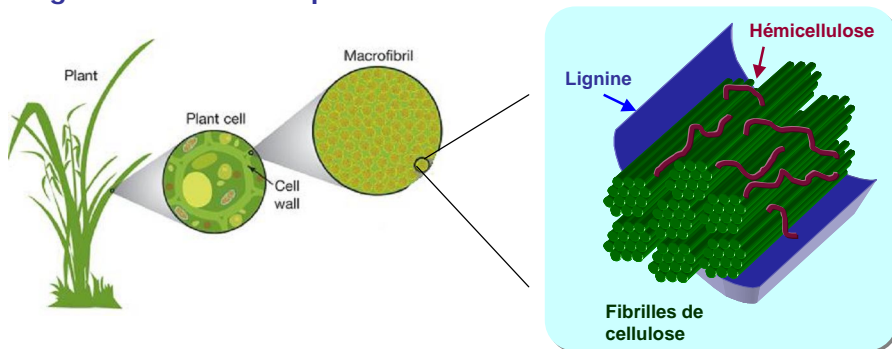
Voies de transformation



❖ Illustration 4. Valorisation des agroressources

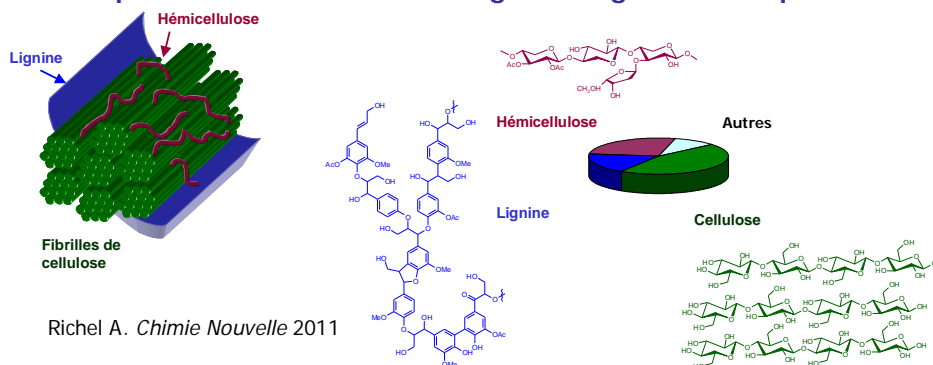
❖ Exploitation des ressources végétales lignocellulosiques

Lignocellulose = complexité architecturale



❖ Illustration 4. Valorisation des agroressources

❖ Exploitation des ressources végétales lignocellulosiques



% Variable en fct de la plante, des conditions de culture, etc.

❖ Illustration 4. Valorisation des agroressources

❖ Exploitation des ressources végétales lignocellulosiques

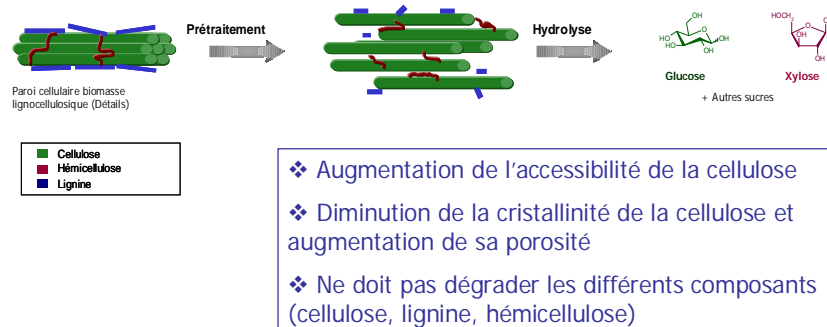
Composition de végétaux lignocellulosiques (% de matière sèche)

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

❖ Illustration 4. Valorisation des agroressources

❖ Exploitation des ressources végétales lignocellulosiques

❖ Etape de prétraitement



❖ Illustration 4. Valorisation des agroressources

❖ Exploitation des ressources végétales lignocellulosiques

❖ Etape de prétraitement

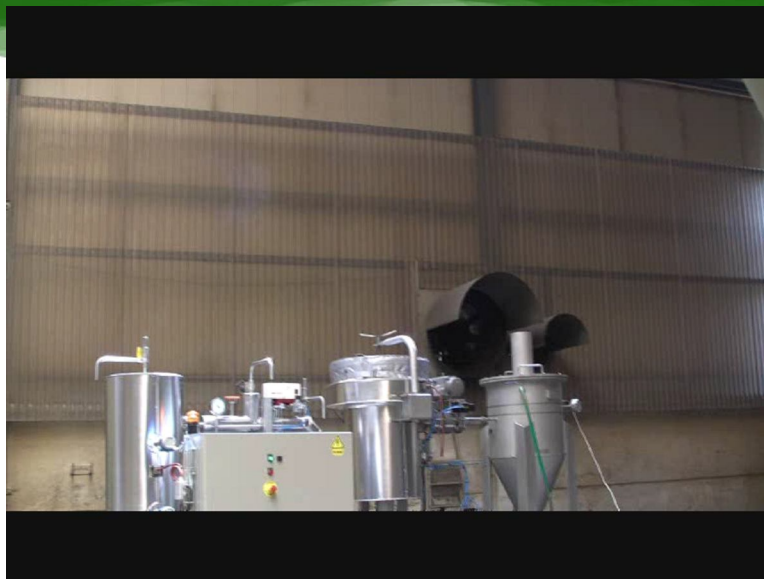
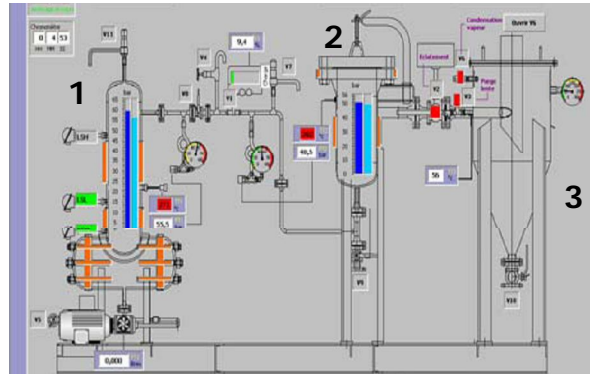
Procédés physiques	Prétraitement mécanique Thermolyse
Procédés physico-chimiques	Thermohydrolyse Explosion à la vapeur Explosion à la vapeur en conditions acides AFEX Explosion au CO ₂
Procédés chimiques	Prétraitement à l'acide dilué Prétraitement alcalin Procédé Organosolv Oxydation chimique Oxydation biologique

❖ Illustration 4. Valorisation des agroressources

❖ Exploitation des ressources végétales lignocellulosiques

❖ Etape de prétraitement = steam explosion

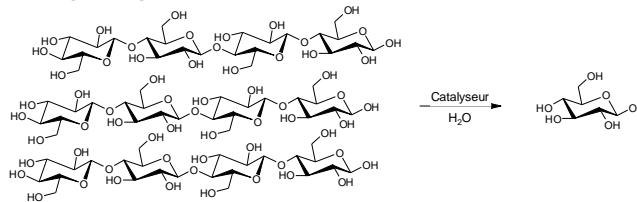
- 1) Générateur de vapeur
- 2) Réacteur
- 3) Eclateur



❖ Illustration 4. Valorisation des agroressources

❖ Exploitation des ressources végétales lignocellulosiques

❖ Etape d'hydrolyse

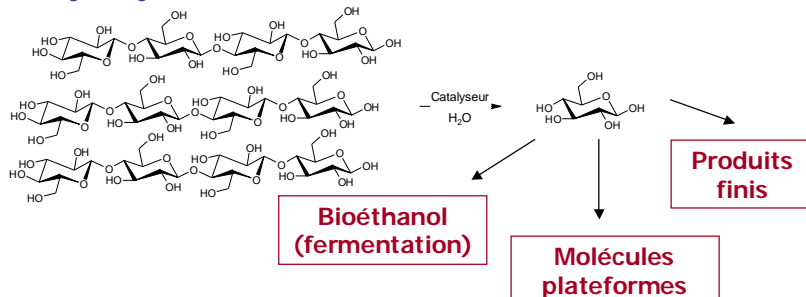


- ❖ Production de D-glucose (bioéthanol par fermentation)
- ❖ Economiquement viable qu'en présence de catalyseurs (chimiques ou enzymatiques)
- ❖ Etape de prétraitement requise

❖ Illustration 4. Valorisation des agroressources

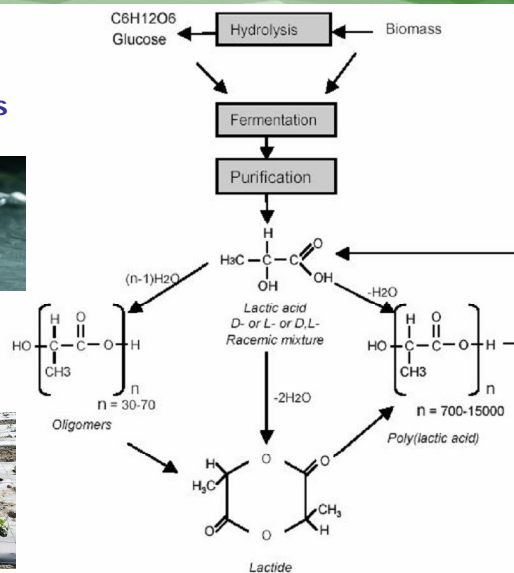
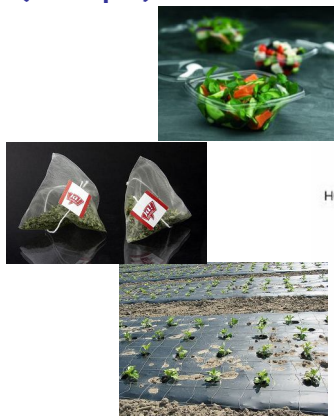
❖ Exploitation des ressources végétales lignocellulosiques

❖ Etape d'hydrolyse



Chimie verte

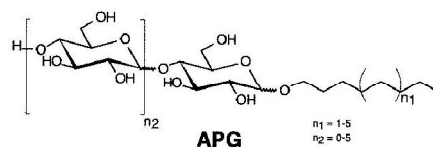
❖ Production de molécules plateformes (exemple)



Chimie verte

❖ Illustration 4. Valorisation des agroressources

- ❖ Exploitation des ressources végétales lignocellulosiques
- ❖ Formation de produits finis à haute valeur ajoutée



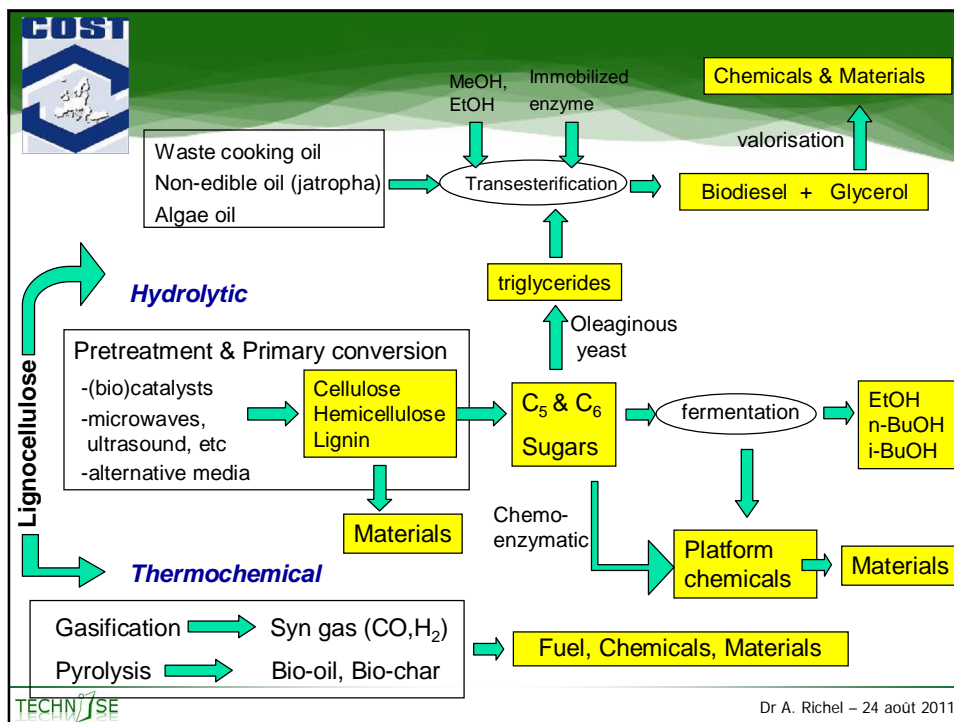
Tensioactifs (détergents, cosmétiques), biodégradables, non toxiques
Production au départ de glucose et d'alcool gras (catalyse acide)

❖ Illustration 4. Valorisation des agroressources

❖ Exploitation des ressources végétales lignocellulosiques

❖ Formation de produits finis à haute valeur ajoutée

United States Patent [19]		US005449763A
Wulff et al.		Patent Number: 5,449,763
		Date of Patent: * Sep. 12, 1995
[54] PREPARATION OF ALKYL POLYGLUCOSIDES		FOREIGN PATENT DOCUMENTS
[75] Inventors: Harald P. Wulff, Bryn Mawr; Paul A. Siracusa, Perkasie, both of Pa.; Patricia E. Bator, Secaucus; Barry A. Salka, Fair Lawn, both of N.J.; Michael W. Counts, Ambler, Pa.; Robert A. Aleksejczyk, Hatfield, Pa.; Patrick M. McCurry, Jr., Lansdale, Pa.; Robert S. McDaniel, Chalfont, Pa.; William G. Kozak, Hatfield, Pa.; Allen D. Urter, Lansdale, Pa.; Gail Howell, Fort Mill, S.C.		0092355 10/1983 European Pat. Off. . 0092875 11/1983 European Pat. Off. . 0096917 12/1983 European Pat. Off. . 0077167 4/1984 European Pat. Off. . 0132043 1/1985 European Pat. Off. . 0249013 4/1987 European Pat. Off. . 0092877 11/1993 European Pat. Off. . 4005959 of 0000 Germany . 3932173 4/1991 Germany . 63-298821 11/1988 Japan . 63-256398 12/1988 Japan . WO/9104980 4/1990 WIPO .
[73] Assignee: Henkel Corporation, Plymouth Meeting, Pa.		OTHER PUBLICATIONS
[*] Notice: The portion of the term of this patent subsequent to Nov. 30, 2010 has been disclaimed.		"Preparation and Properties of Pure Alkyl Glucosides, Maltosides and Maltotrioses", JAOCS, vol. 61, No. 10, pp. 1651-1655, Oct. 1984; "Physical and Functional Properties of Some Higher Alkyl Polyglucosides", JAOCS, vol. 47, pp. 162-167, 1970.



Chimie verte

❖ Conclusions

- Chimie verte: approche nouvelle des problèmes liés à l'activité industrielle
- 12 principes généraux/7 thématiques de recherche prioritaires
- Catalyse, méthode d'activation, solvants « verts »
- Valorisation des agroressources (lignocellulosiques)
- Principale limite: contraintes économiques



Chimie verte

❖ Pour plus d'informations:

Dr. A. Richel: a.richel@ulg.ac.be

Unité de Chimie Biologique Industrielle
Université de Liège-Gembloux Agro-Bio Tech

www.fsagx.ac.be/cb/