



# La bioraffinerie de Bazancourt-Pomacle: un modèle d'intégration au cœur du pôle IAR

Jean-Marie Chauvet, PhD  
Plate-forme d'innovation BRI  
(Bioraffinerie Recherches & Innovations)

# La bioraffinerie de Bazancourt Pomacle

**ARD** - Centre de recherche mutualisé (1992)  
**Wheatoleo** - Tensioactifs verts (2010)

**Chamtor**  
Amidonnerie -  
Glucoserie(1992)

**Cristal Union**  
Sucrerie  
(1953)

**Cristanol**  
Ethanol  
(2007 - 2009)

**Air Liquide**  
(2010)



**Procéthol 2G – Projet  
FUTUROL**  
Pilote d'éthanol  
lignocellulosique(2011)

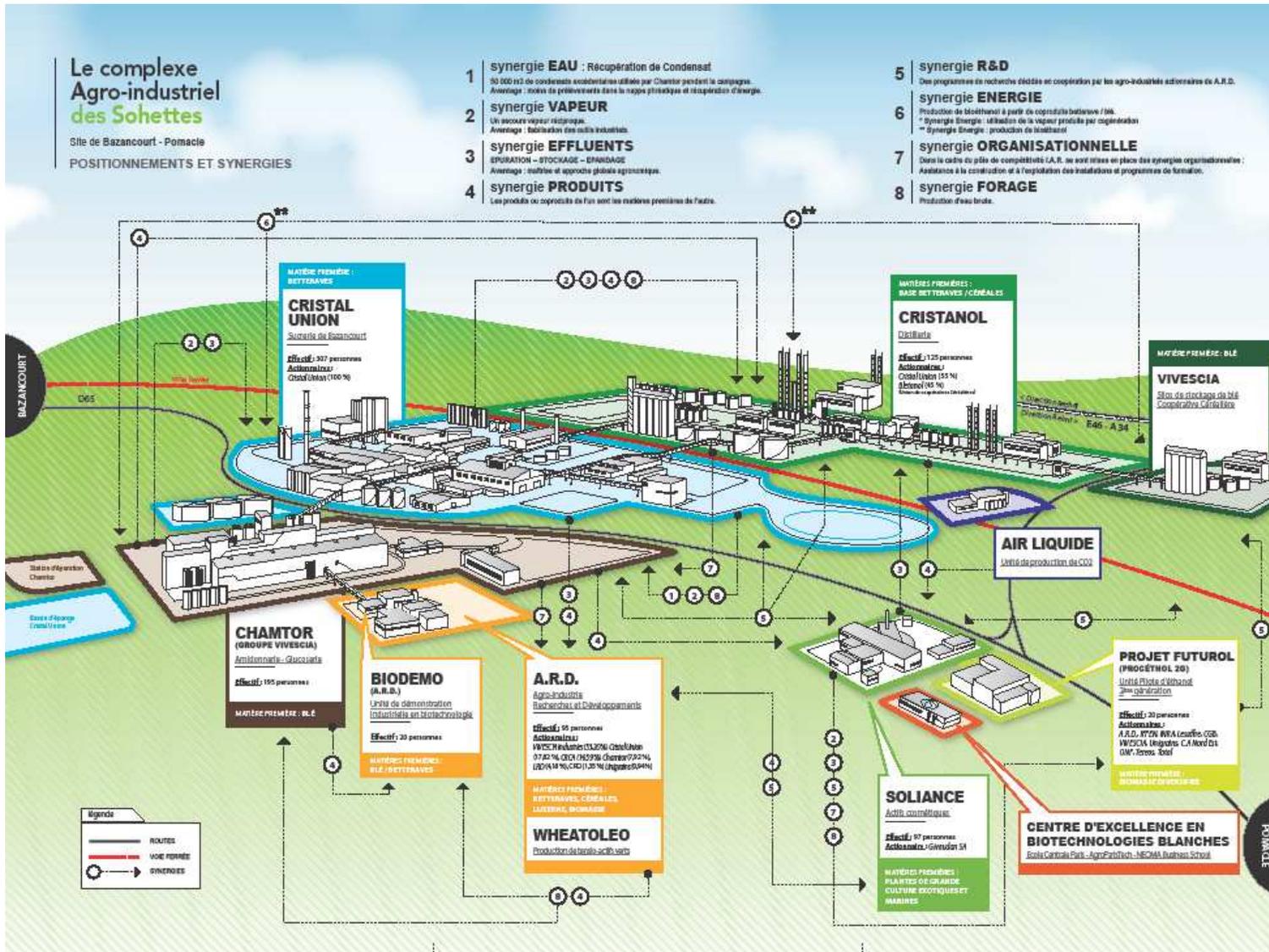
**Soliance**  
Ingrédients cosmétiques  
(1994)

**Centre d'Excellence en Biotechnologies  
Blanches**  
Recherche académique en biotechnologies  
industrielles (2011 – 2012)

Crédit photo Canon - Procéthol 2G



# Vue schématisée du site de Bazancourt Pomacle (synergies)



# Les grandes étapes du développement

- 1953: création de la sucrerie coopérative de Bazancourt
- 1992: construction de Chamtor et arrivée sur site de ARD
- 1994: création de Soliance (filiale ARD)
- **2005**: venue sur site du président de la République et lancement des pôles de compétitivité à Reims (création de IAR, labellisé pôle à vocation mondiale)

## Depuis 2005 :

- construction et mise en route de Cristanol (2007 – 2009) suivie de la construction d'un atelier de capture de CO2 par Air Liquide
- mise en place du projet Futurol (2008) et construction du pilote (2011)
- création de BioAmber (2008) et construction de BioDémon (2009)
- labellisation et reconnaissance par l'Etat (DGCIS) de BRI en tant que plate-forme d'innovation ouverte (2009)
- création des chaires CentraleSupélec (2010), AgroParisTech (2011) et Néoma (2012) ouverture du bâtiment d'accueil (sept 2015)
- Soliance acquise par Givaudan (2014) et construction d'un nouveau bâtiment pour ARD (2015)

# Des productions destinées aux secteurs alimentaire et « non alimentaire »

« food & feed »



« biofuels & feed »



Chimie de spécialité



Chimie fine & cosmétique



Plate-forme innovation



avec son unité de démonstration



Pilote industriel (2G)



Start-up hébergée



Campus académique



Think tank



fondation d'entreprise



# A propos de ARD...

## Actionnaires ARD



Centre de recherche mutualisé :

Créé en 1989  
env. 90 salariés  
Budget : 11M€



## Filiales et participations



Ingredients cosmétiques

100%



**wheatoleo**  
THANKS TO NATURE

Tensioactifs verts

3.93%



Ethanol 2<sup>ème</sup> génération

2.21%



Fibres Recherche Développement®

Fibres



Acide succinique



# Plateforme d'innovation ouverte B.R.I

## BIORAFFINERIE RECHERCHES ET INNOVATIONS

Sucres & biotechnologies industrielles



### Enseignement & recherche académique



### Recherche appliquée



### Essaimage & Promotion



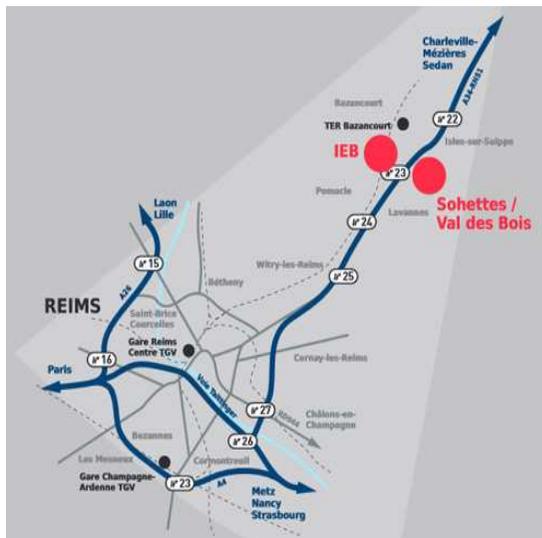
Centre Européen de Biotechnologie & de Bioéconomie)



### Financement



# Perspectives d'extension du site de la bioraffinerie: le projet Sohettes Val des Bois



Un projet porté par la  
CCI de Reims  
Epernay



Signature d'une convention de  
partenariat entre la Fondation  
Jacques de Bohan et la CCI de  
Reims Epernay pour promouvoir la  
bioéconomie (17 avril 2014)

## En amont et à proximité: le projet Ferme 112 ...

... pour une agriculture renouvelée inscrite dans la BioEconomie



## Une fondation d'entreprise pour préparer l'avenir...



### Valeurs & Racines

« Faisons nos affaires nous-mêmes »



Gustave de Bohan (1849-1928)



Jacques de Bohan (1934-2005)

« Pour les groupes Cristal Union et Vivescia, la bioraffinerie de Bazancourt Pomacle est en quelque sorte un « porte drapeau » et Jacques de Bohan est incontestablement l'un des artisans majeurs de tous les développements des 50 dernières années. » (Dominique Dutartre)



# BRI: un des outils structurants du pôle IAR...



COMPETITIVENESS CLUSTER  
INDUSTRIES & AGRO-RESSOURCES



Agromaterials



Green Ingredients



Bioenergies

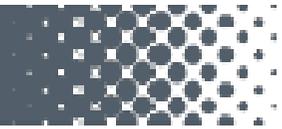


Biomolécules



**L'objectif du pôle IAR est de structurer la chaîne de valeur autour des applications non alimentaires de la biomasse**

- 230 membres, 40% de PME,
- budget des programmes labellisés depuis l'origine: 1 milliard €
- Un pôle présent principalement en Champagne-Ardenne et Picardie
- Un réseau R&D de tout premier plan : 4 universités, 2 écoles d'ingénieurs, 2 centres INRA, 3 unités de démonstration industrielle.
- Développement durable et bioraffinerie sont les deux mots clés du pôle IAR



- Vers l'avènement d'une « nouvelle bioéconomie »
- Les bioraffineries: pierres angulaires de la bioéconomie
- Les biotechnologies industrielles: « au cœur des bioraffineries »

## Vers l'avènement d'une « nouvelle bioéconomie »

La « **bioéconomie** » se réfère à la production et à la conversion de la **biomasse**, sur des bases durables, en une large gamme de produits destinés au secteur alimentaire, cosmétique, santé, fibre, chimique, énergétique.

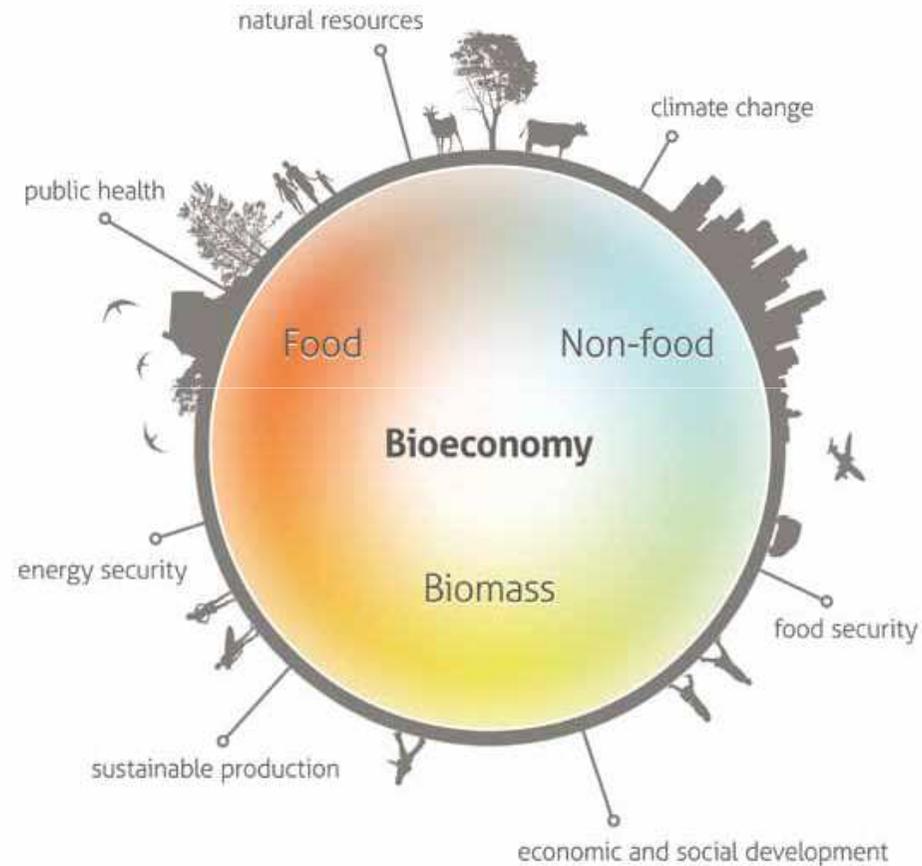
La biomasse, en tant que ressource renouvelable, englobe tout type de matériau biologique en tant que produit lui-même ou destiné à être utilisé comme matière première.

(source: BECOTEPS / EUROPABIO)

La **bioéconomie** devrait contribuer à apporter des réponses aux différents défis majeurs auxquels nous devons faire face :

- alternatives à l'économie actuelle basée sur les ressources fossiles,
- atténuation des effets du changement climatique,
  - démographie,
  - développement rural

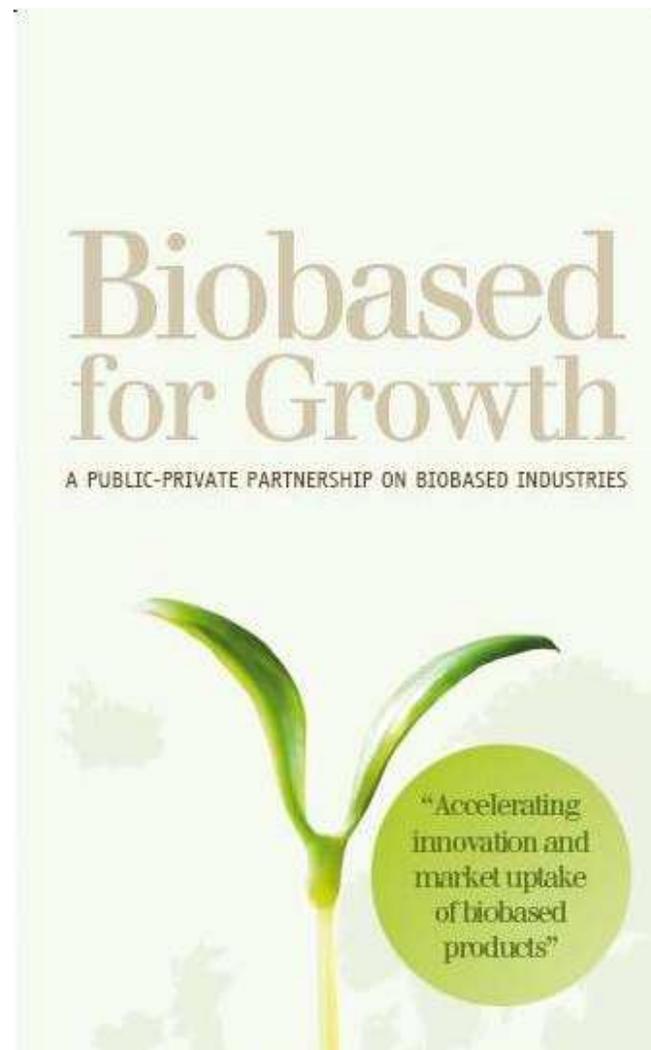
# La bioéconomie: une approche globale en regard de challenges majeurs



From Becoteps program

## Vers un PPP pour déployer la bioéconomie européenne

ARD en tant que filiale des groupes SICLAE-VIVESCIA et CRISTAL UNION est engagé dans un grand projet européen, un PPP (Partenariat Public Privé) avec la Commission Européenne par le biais d'un consortium dénommé Biobased Industries Consortium, aux côtés du pôle IAR

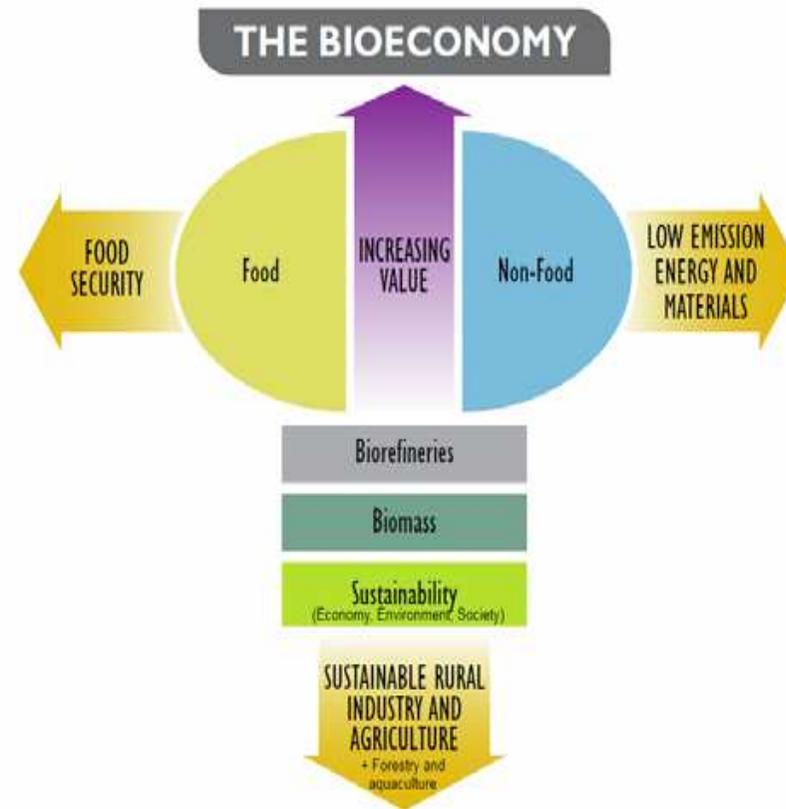


## Les bioraffineries: pierre angulaire de la bioéconomie

Le développement des **bioraffineries** s'inscrit pleinement dans le contexte de l'émergence de la « **nouvelle bioéconomie** » (Bio-Based Economy), considérée aux USA comme une « mega trend » et, en Europe, comme une priorité dans la stratégie 2020 soulignée spécifiquement le 13 février 2012\*.

### Un enjeu d'industrialisation majeur en milieu rural

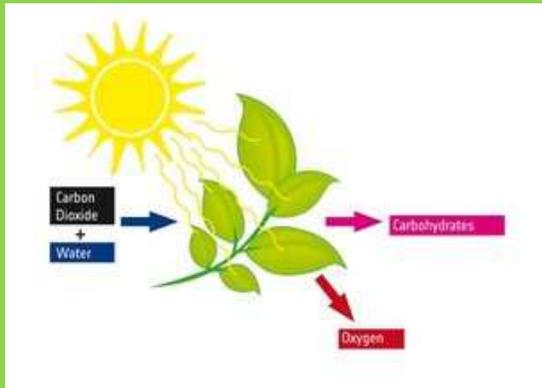
Les défis sont planétaires, les réponses devront être adaptées aux contextes locaux...



\*[http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/201202\\_innovating\\_sustainable\\_growth\\_fr.pdf](http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/201202_innovating_sustainable_growth_fr.pdf)

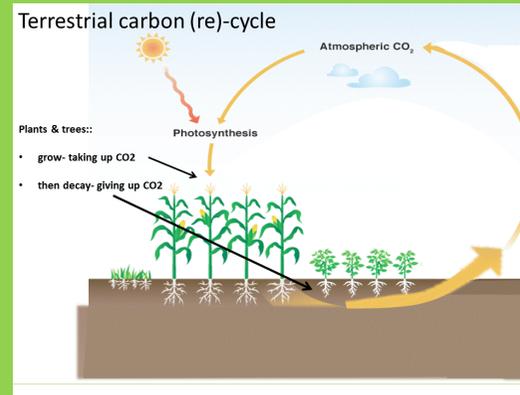
# Bioéconomie: une économie circulaire ...par nature

## Photosynthèse



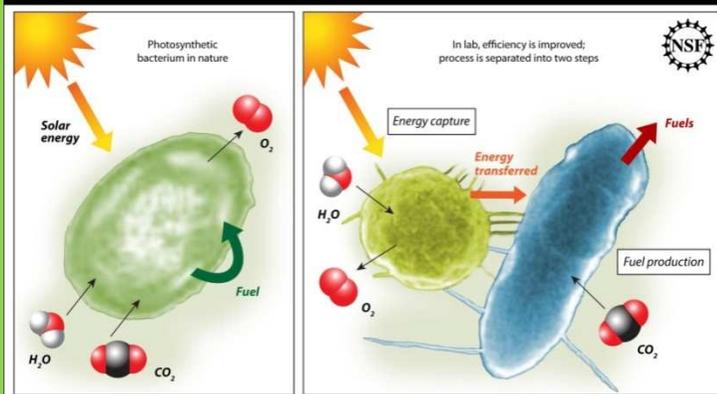
Source: European Space Agency

## Cycle du Carbone



Source: Climate Change Knowledge

### Photosynthesis - taking solar energy, water & CO<sub>2</sub> to produce fuel & oxygen

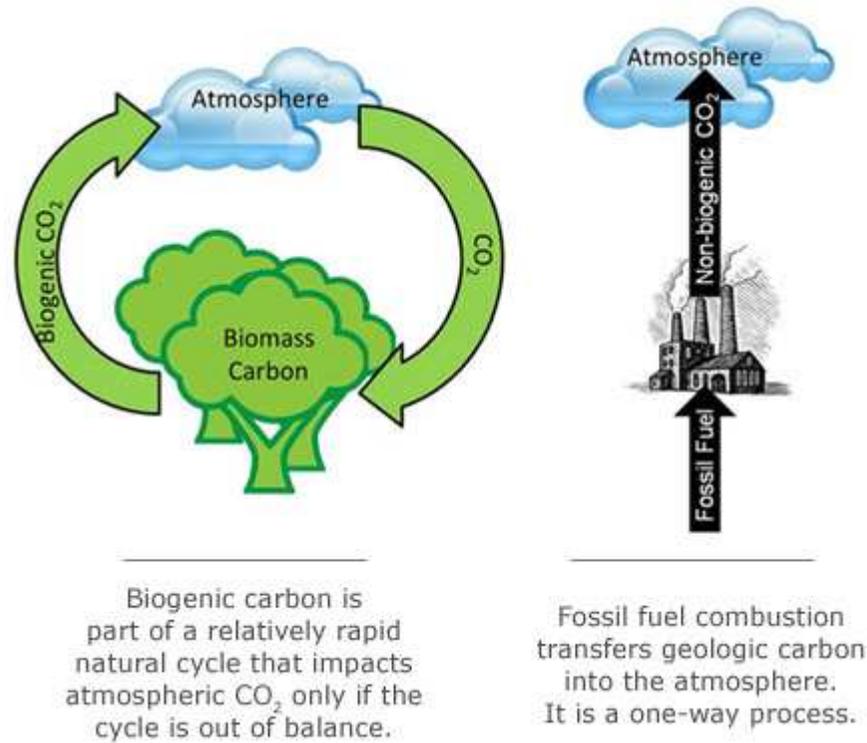


Credit: Zina Deretsky NSF



Source: Oak Ridge National Lab.

# A la différence d'une économie basée sur des ressources fossiles



Source: Washington Forest Protection Association (WFPA)

# La France se mobilise avec les « plans industriels »...

34 plans industriels réunis en 9 solutions industrielles pour 9 marchés prioritaires

LA NOUVELLE FRANCE INDUSTRIELLE

## CHIMIE VERTE ET BIOCARBURANTS

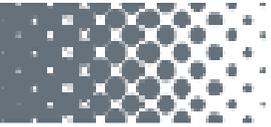


Usine de chimie végétale, transformation du colza

◆ Nous construisons la France des molécules vertes où la chimie anticipe l'après-pétrole. ◆ Le secteur de la chimie est doublement dépendant des hydrocarbures : comme énergie et comme matière première. L'augmentation irrémédiable de leur prix pèse sur notre branche chimique dont les sites industriels sont dispersés, de petite taille et parfois vieillissants. Encourager l'innovation pour maintenir la compétitivité est donc une priorité. ◆ La filière doit s'orienter vers une chimie verte et durable répondant aux exigences d'économie d'énergie, de préservation de l'environnement et de développement économique afin de se placer au cœur de l'après-pétrole. ◆ Fort de ses 950 000 emplois, de ses 7 000 entreprises et avec une valeur ajoutée d'environ 32 milliards d'euros, l'importance du secteur de la chimie dans l'économie nationale est considérable. Deuxième productrice en Europe et septième mondiale, l'industrie chimique française est aujourd'hui confrontée au double défi de la compétitivité et du développement durable. ◆ En introduisant des procédés plus efficaces en termes de consommation d'énergie et de rendement, le plan « Chimie verte et biocarburants » soutient et accélère la modernisation de l'outil industriel. ◆ La France peut maîtriser l'ensemble de la chaîne de production de la chimie du végétal en s'appuyant sur une grande capacité d'innovation, un savoir-faire scientifique et industriel éprouvé, des agrossources abondantes, de nombreux débouchés industriels et sa position au cœur du deuxième marché mondial. ◆ Ce plan doit permettre d'industrialiser les biocarburants de deuxième génération et d'investir massivement dans la troisième génération. Il soutient le développement des bioraffineries et des biotechnologies blanches ainsi que la mise sur le marché de molécules et de matériaux à forte valeur ajoutée.

- 40 -

- 41 -



- **Les biotechnologies industrielles**

-également appelées biotechnologies blanches-  
utilisent des enzymes et des microorganismes (levures ou bactéries)  
pour fabriquer des produits aussi divers que des produits chimiques,  
cosmétiques, des ingrédients alimentaires, des produits de santé,  
des détergents, des biocarburants...

De nombreux progrès ont été accomplis ces dernières années  
et des innovations importantes seront vraisemblablement à mettre  
au crédit de l'ingénierie métabolique et de la **biologie synthétique**.

En Europe, les biotechnologies industrielles sont considérées comme  
une des « **technologies clés** » (Key Enabling Technology)

- **La « chimie verte du végétal »** dans le contexte de la « chimie verte » devrait contribuer également au développement des produits biosourcés.

## Spécificités & potentialités du vivant

- Un potentiel considérable sur la base de la biodiversité naturelle et un champ du possible élargi grâce aux progrès issus de l'ingénierie métabolique et de la biologie synthétique
- Il n'en demeure pas moins que la « domestication des micro-organismes » pour prometteuse qu'elle soit (en laboratoire) ne saurait s'affranchir de gravir les échelons de l'échelle TRL (Technology Readiness Level)
- A ce jour, de très nombreux projets, dans le monde entier, portent sur le développement de produits « biosourcés » issus de fermentation: plusieurs d'entre eux arrivent au stade crucial de la démonstration...

- En comparaison des procédés chimiques, les procédés biotechnologiques sont souvent plus (stéréo)spécifiques, ils nécessitent moins de d'énergie et requièrent des conditions de pression / température moins élevées...
- ...mais ils sont réalisés en conditions plus diluées avec des rendements (souvent) plus faibles, ils conduisent (souvent) à des mélanges, ce qui entraîne des étapes de séparation et il faut veiller particulièrement aux contaminations
- Moyennant quoi, dans un certain nombre cas, la voie biotechnologique peut se révéler plus performante sur le plan économique et environnemental

## ... une référence « quasi universelle »: la liste du DOE (2005)

Succinic, fumaric & malic acids

2,5-furan dicarboxylic acid,

3-Hydroxypropionic acid,

Aspartic acid,

Glucaric acid,

Glutamic acid,

Itaconic acid,

Levulinic acid,

3-Hydroxybutyrolactone

Glycerol,

Sorbitol

Xylitol/arabinitol

Une liste de 12 molécules (building block)  
pour la chimie « biosourcée »...

...la plupart des ces molécules peuvent être  
produites par biotechnologie!

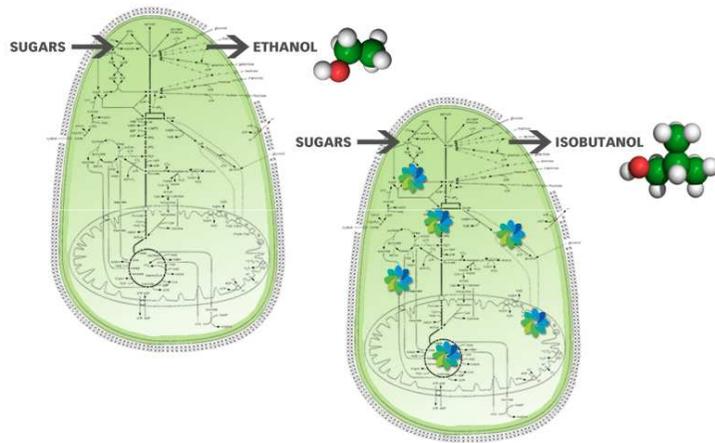
« **New top chemical opportunities from  
biorefinery carbohydrates** »

*From Bozell and Petersen 2010*

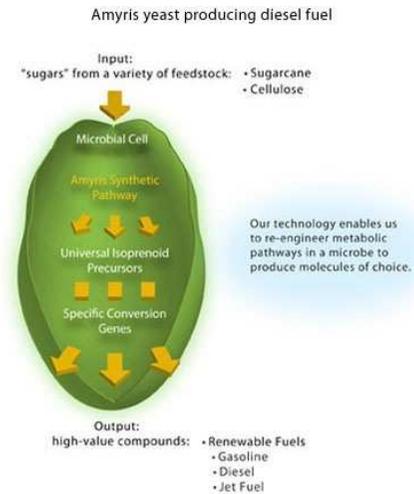
Ethanol,  
Furans,  
Glycerol & derivatives,  
**Biohydrocarbons,**  
Lactic acid,  
Succinic acid,  
Hydroxypropionic acid/ aldehyde  
Levulinic acid,  
Sorbitol,  
Xylitol

# Biologie de synthèse: les promesses de l'ingénierie métabolique...

GEVO



AMYRIS



Ces 2 projets (Américains) sont en phase de démonstration industrielle

Gevo Resumes Commercial Production of Isobutanol  
ENGLEWOOD, Colo., June 18, 2013

Amyris and Total Announce Successful Demonstration Flight With Renewable Jet Fuel During Paris Air Show  
PARIS, June 20, 2013

## Il y a (parfois) loin de la coupe aux lèvres...

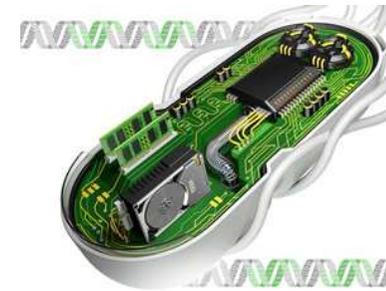
### Science & génie des procédés

“One of the challenges is that even though there have been huge successes with the biology-based approaches, when it comes to being part of a bioeconomy, these have to be tested and put to scale. **If you rely only on the metabolic engineering side of things without linking it to the process, separations, and logistics side, you are going to stumble later in the process rather than earlier.**”

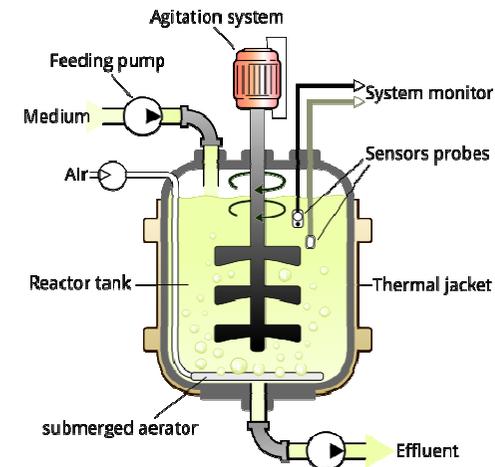


Brian Davison, PhD, is Chief Scientist for Systems Biology and Biotechnology at Oak Ridge National Laboratory,

INDUSTRIAL BIOTECHNOLOGY APRIL 2013



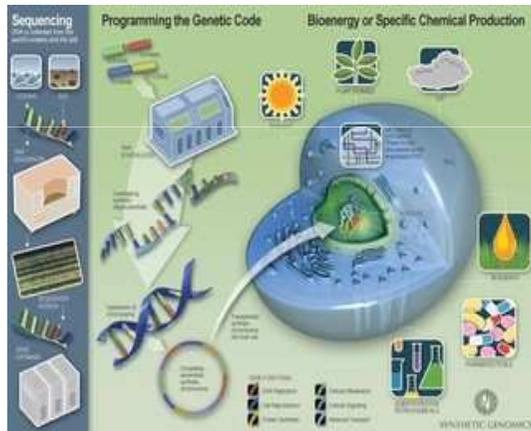
*Researchers at MIT have developed new synthetic biology circuits that combine memory and logic.*



<http://fr.wikipedia.org/wiki/Bioreacteur>

# Le défi du passage de l'usine cellulaire... à l'usine (pré-)commerciale

« L'usine cellulaire »



Pilote & Démo

Usine commerciale



1

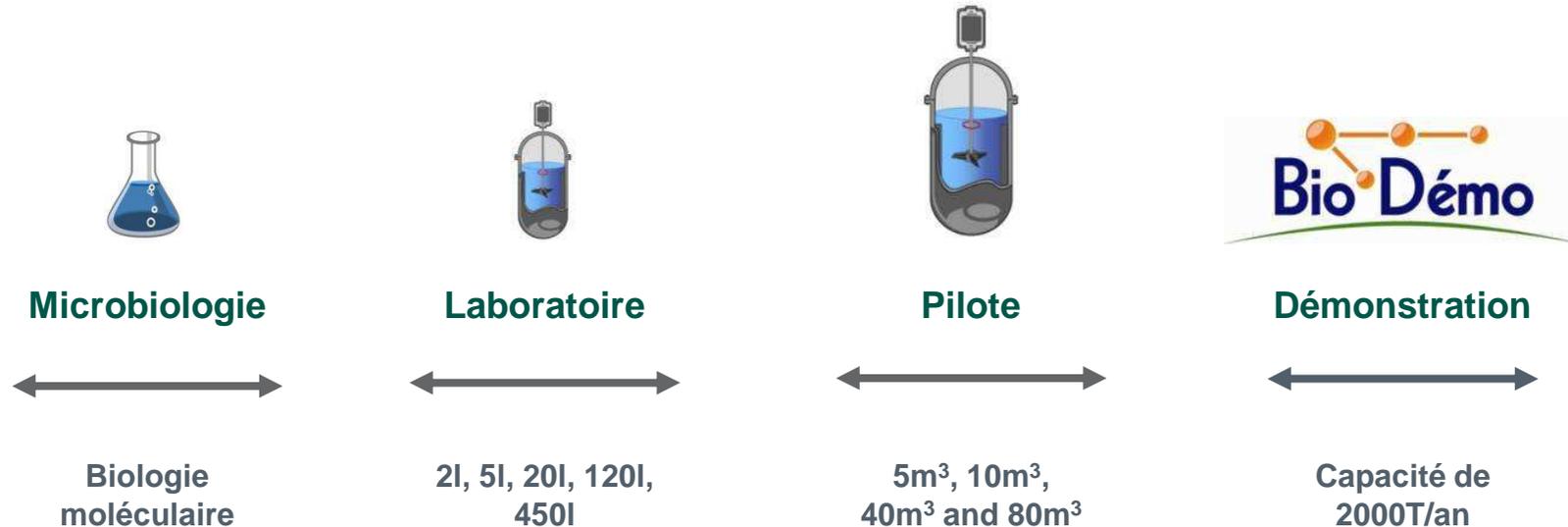
TRL (Technology Readiness Level)

9

## Du laboratoire à la démonstration industrielle: un atout de la plate-forme BRI



### Plate-forme sucres & biotechnologies industrielles



- **Downstream processing:** la plate-forme dispose de l'ensemble des équipements nécessaires pour la purification: filtration, échange d'ion, électrodialyse, évaporateurs, cristallisateurs, centrifugateurs, etc...
- Référence: ARD a déjà mis au point plusieurs technologies: Eladium™ (exo-polysaccharide), acide hyaluronique, dihydroxyacetone, bioéthanol, acide succinique, sophorose-lipides, etc...
- Cette plateforme de mise à l'échelle est ouverte.

# L'accès aux sucres: un des enjeux majeurs des biotechnologies industrielles

aujourd'hui



saccharose & amidon

Micro-organismes adaptés



éthanol

aujourd'hui



demain?



cellulose & hémicelluloses

Bioprocédés maîtrisés

hydrocarbures

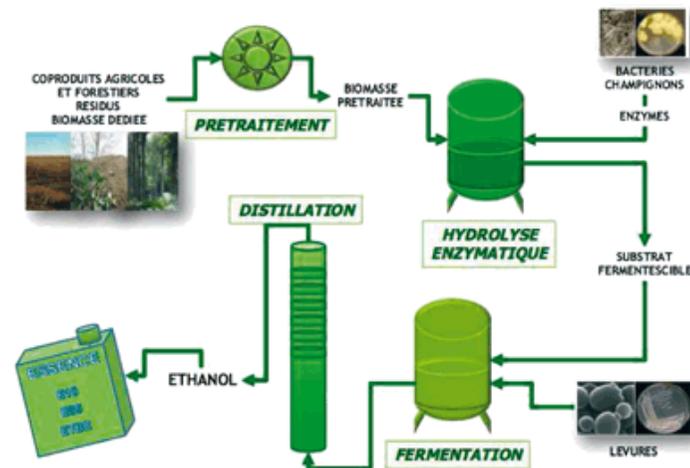
demain?



# FUTUROL: un projet majeur aux bornes de la plate-forme BRI

Enjeu: la déconstruction de la lignocellulose...

...produire les substrats glucidiques de demain?



# BioDémon: un investissement dédié à la démonstration industrielle



Référence:



A venir:



Un investissement de 22 M€ réalisé par ARD financé à hauteur de 17 M€ par des fonds privés et par un soutien public de 5 M€ .



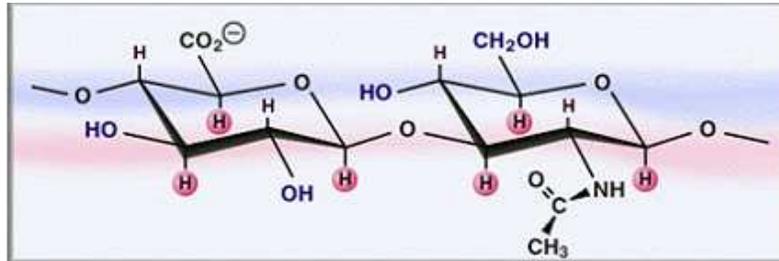
### Exemples de projets passés au stade industriel

- Acide hyaluronique 
- Acide succinique 

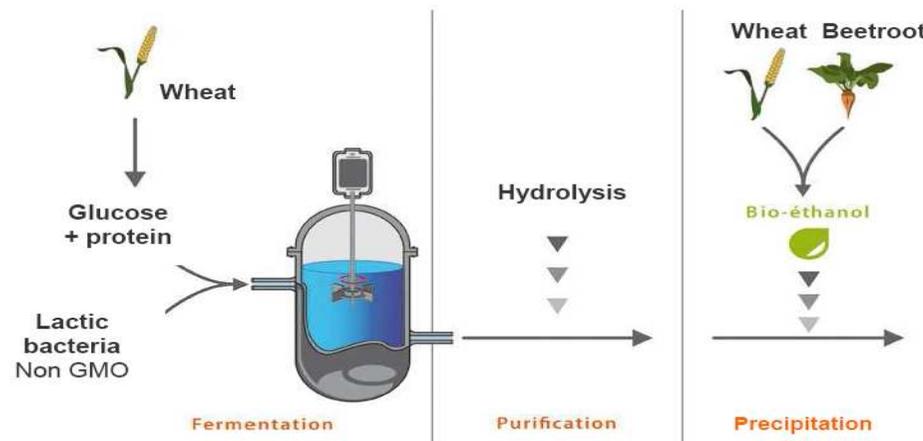
### Dans le « pipe » ...

- Isobutène 

# Soliance: production d'acide hyaluronique par fermentation



- Marché mondial du HA: 100 tonnes
- Utilisation: cosmétique, compléments alimentaires, dispositifs médicaux
- Clients: L'oréal, Estée Lauder, Pierre Fabre, Johnson & Johnson, Shiseïdo...



- Comparaison valeur:
- -acide organique: 1-4 €/kg
- - polysaccharide multi-usage: 10-50 €/kg
- - polysaccharide spécialité: 100+ €/kg

# BioAmber: de l'utilisation des synergies du site de Bazancourt Pomacle

## Usine de sucre



PRODUCTION

Sucre

## Usine de Glucose



PRODUCTION

Glucose

## Usine d'éthanol



PRODUCTION

CO<sub>2</sub>

## Acide Succinique



❑ **2008** Création de la coentreprise BioAmber entre ARD et DNP Green Technology pour la production d'acide succinique d'origine végétale

❑ **2009** Démarrage de l'unité de démonstration industrielle BioDémò à Pomacle

❑ **2010** Rachat par DNP Green Technology de la totalité des actions d'ARD dans Bioamber.

❑ **Des partenariats entre ARD et BioAmber sont en vigueur jusqu'à la fin 2014** pour la fabrication à façon et la mise en œuvre industrielle d'organismes de nouvelle génération dans l'unité BioDémò.

# Un projet prometteur: la production d'isobutène



GLOBAL BIOENERGIES

Site du Genopole Evry

Labo

**Global Bioenergies** développe un procédé de conversion des carbohydrates végétaux : sucre, céréales, déchets agricoles et forestiers, en divers hydrocarbures (et en particulier en oléfines gazeuses) ...

Site de Bazancourt Pomacle

Pilote

GLOBAL BIOENERGIES :  
pilote industriel de production biologique  
d'isobutène soutenu par le programme  
Investissements d'Avenir



« (un)pilote industriel sera installé au cœur de la bioraffinerie de Bazancourt-Pomacle, près de Reims, l'un des principaux complexes agro-industriels de France. ARD, un spécialiste de la mise à l'échelle de procédés de fermentation, contribuera à son exploitation. Ce pilote industriel sera composé d'un fermenteur de 500 litres représentant une capacité de production de 10 tonnes d'isobutène par an »

Extrait du communiqué de presse du 4 juin 2013

# Pour conclure...

La **Bioraffinerie de Bazancourt-Pomacle** est aujourd'hui reconnue comme l'un des exemples les plus aboutis de bioraffineries à l'échelle européenne.

... c'est un développement qui a des racines profondes: un tel déploiement ne se comprend pas si on n'intègre pas le temps et l'esprit coopératif.

Sur de telles bases, d'autres développements peuvent être envisagés et le sont déjà!

La **bioéconomie** ouvre des champs nouveaux; les **bioraffineries** en sont/seront la traduction et la conséquence industrielles. Les **biotechnologies industrielles** et la **chimie verte** seront le cœur des procédés...

La **plate-forme BRI** s'inscrit donc dans un environnement en évolution rapide où l'accès à des outils de démonstration va constituer une étape critique pour de nombreux développements.

