



Chimie verte, biotechnologies et bioraffineries en Europe

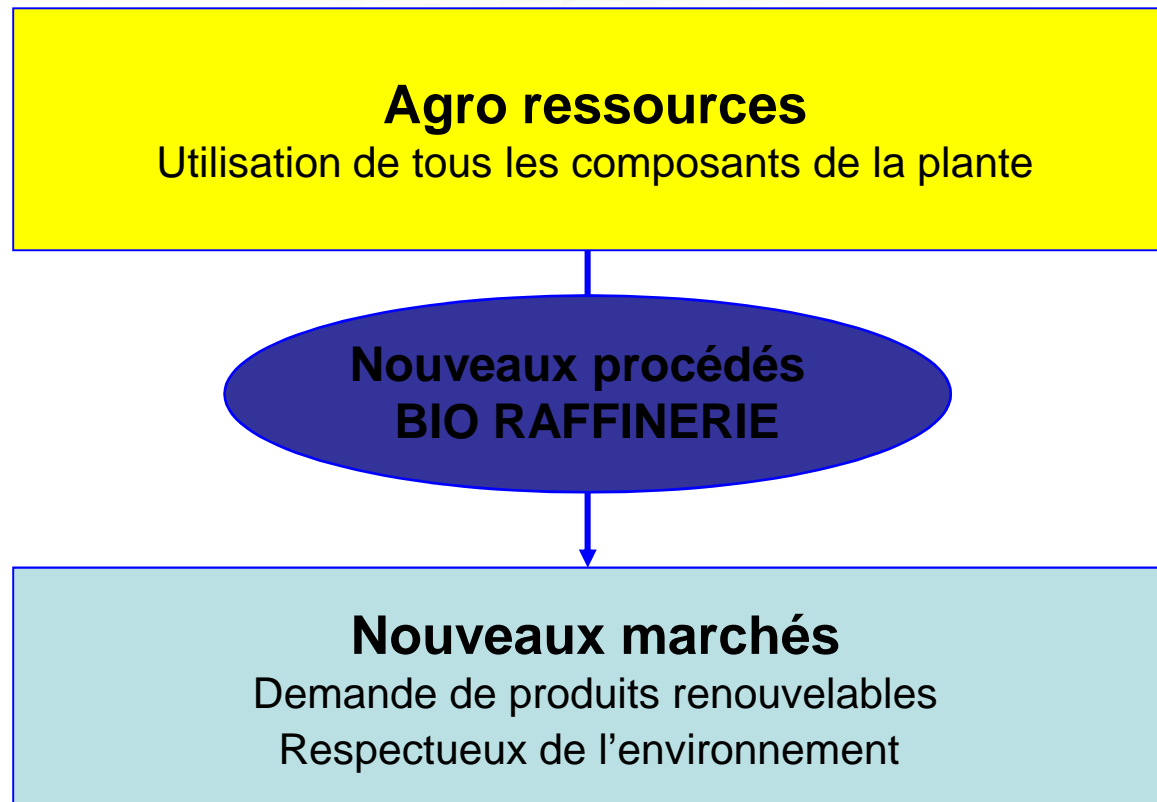
Daniel THOMAS

Président du pôle de compétitivité Industries et Agro Ressources

Professeur, UMR CNRS 6022 Génie Enzymatique et Cellulaire
Université de Technologie de Compiègne



Utilisation de la biomasse



De nouveaux besoins industriels

motivés par de profondes mutations socio-économiques et environnementales

- ✓ Augmentation durable du prix des énergies fossiles
- ✓ Prise en compte des facteurs environnementaux et climatiques: développement durable
- ✓ Compétition internationale
- ✓ Mutations agricoles: réforme PAC

BESOINS INDUSTRIELS

INDUSTRIES

BIOMOLECULES

Pharmaceutique, Hygiène,
Cosmétique, Lubrifiants,
Détergents

AGROMATERIAUX

Bâtiment, Papeterie, Textile,
Plasturgie, Métallurgie,
Emballage

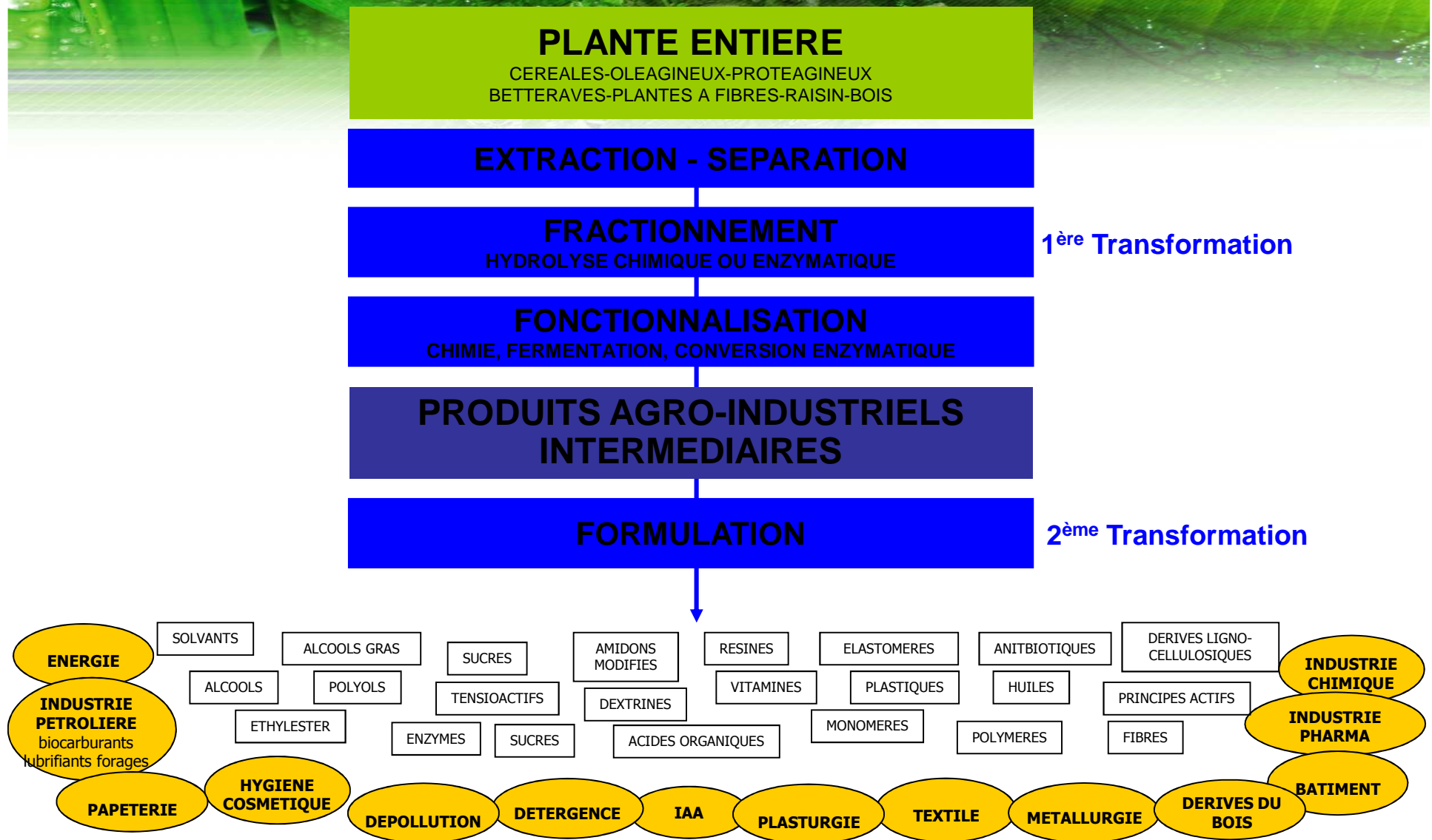
BIO-ENERGIE

Carburants, Electricité,
Chaleur

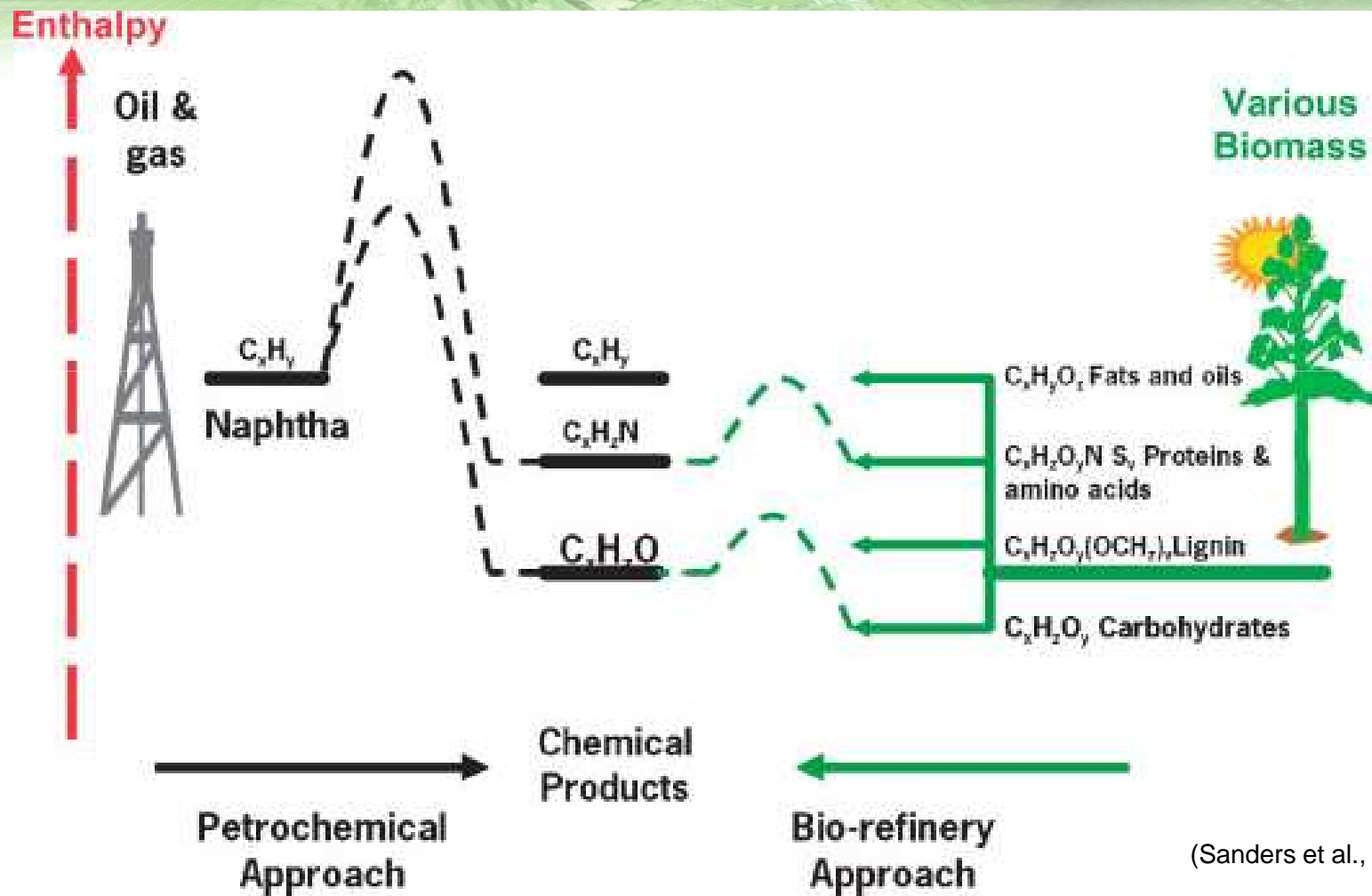
INGREDIENTS

Alimentation, ingrédients,
auxiliaires de fabrication,
nutraceutiques

La raffinerie végétale



Pourquoi la biomasse comme matière première?



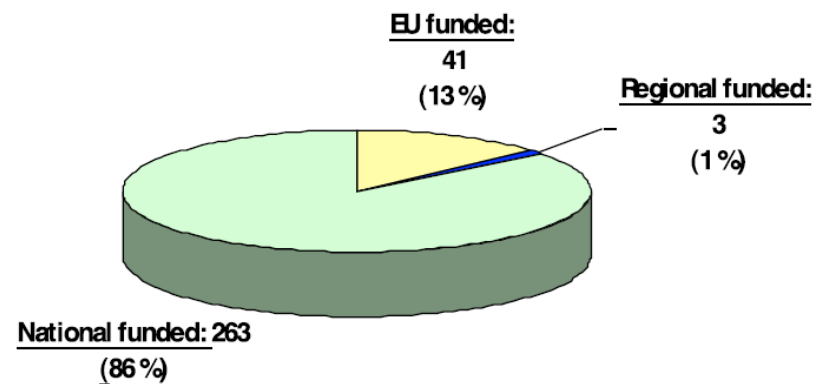
(Sanders et al., 2007)

Projets en Europe sur la bioraffinerie

Research Projects	Country	Rank
35	France	1
27	Finland	2
16	United Kingdom	3
16	Germany	4
15	Belgium	5
14	Sweden	6
13	Netherlands	7
<hr/>		
6	Poland	8
<hr/>		
4	Norway	9
3	Denmark	10
2	Austria	11
2	Spain	12
1	Ireland	13
1	Greece	14
1	Italy	15
1	Latvia	16

- Nombre de projets depuis 2006

- Mode de financement



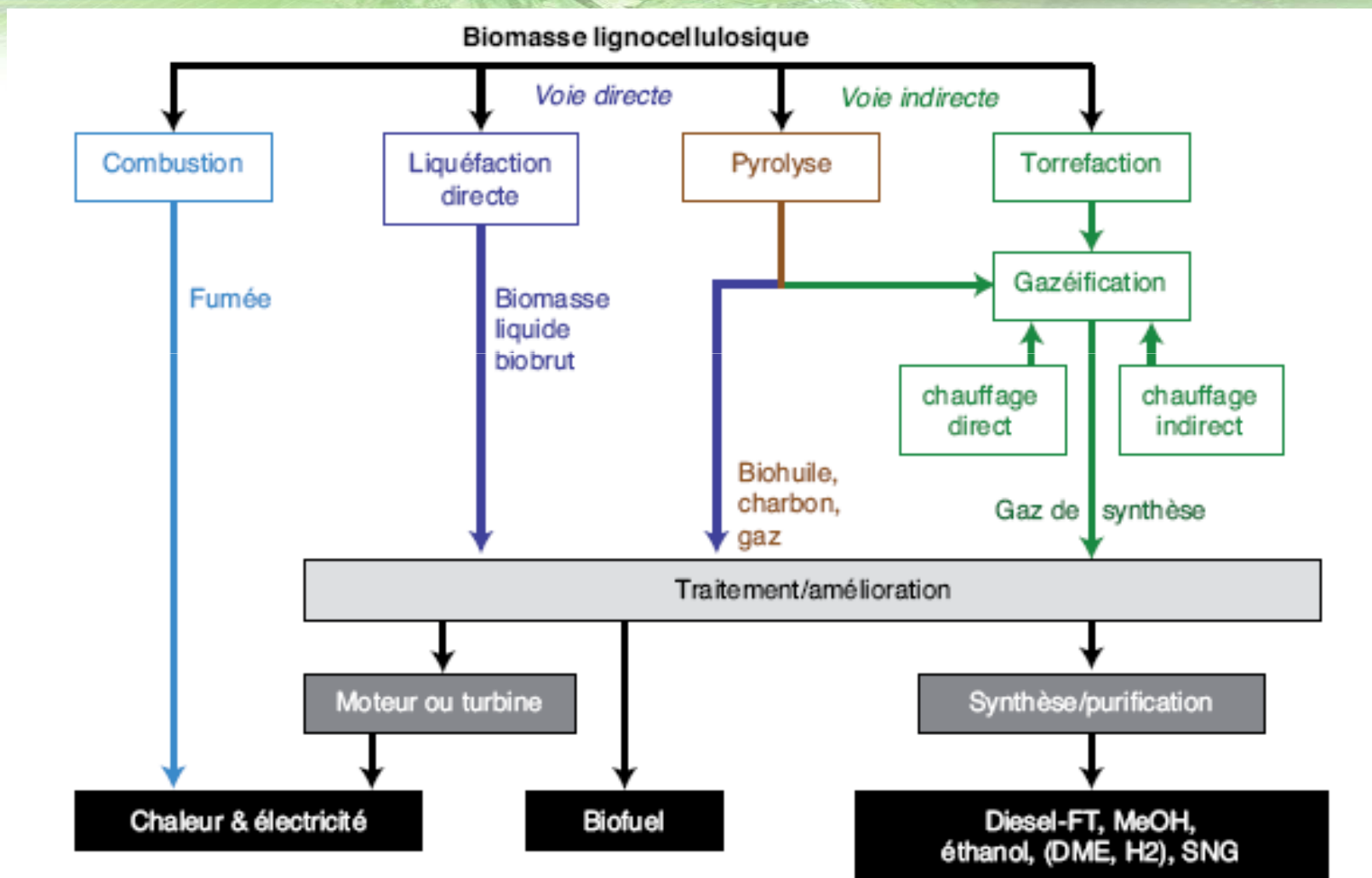
- (Projet Star-colibri, <http://www.star-colibri.eu>)



Transformation de la biomasse

- **Voie sèche: transformation thermo-chimique**
 - Combustion: production de chaleur
 - Gazéification: production de chaleur, carburants
 - Pyrolyse (décomposition thermique irréversible d'un matériau sous la seule action de la chaleur en absence d'oxygène): production de gaz, carburants...
- **Voie Humide: catalyse, enzymes, micro-organismes, fermentation – Chimie verte et Biotechnologies Industrielles**

Thermochimie

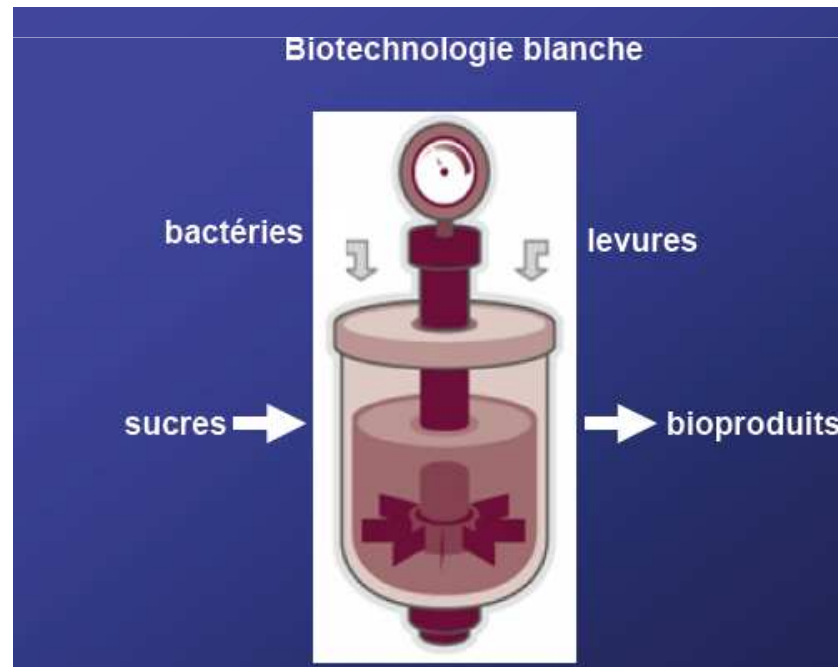


Principes de la chimie Verte

- 1. Prévention
- 2. Économie d'atomes
- 3. Synthèses chimiques moins nocives
- 4. Conception de produits chimiques plus sécuritaires
- 5. Solvants et auxiliaires plus sécuritaires
- 6. Amélioration du rendement énergétique
- 7. Utilisation de matières premières renouvelables
- 8. Réduction de la quantité de produits dérivés
- 9. Catalyse
- 10. Conception de substances non-persistantes
- 11. Analyse en temps réel de la lutte contre la pollution
- 12. Chimie essentiellement sécuritaire afin de prévenir les accidents

Biotechnologies Blanches

Application des biotransformations (enzymes, micro-organismes...) et des fermentations pour la fabrication de produits chimiques et de bioénergie à l'échelle industrielle par l'utilisation de la biomasse comme matière première renouvelable .



Biotechnologies Industrielles

- **Adaptation des procédés**
 - Capable de respecter la totalité de la plante
 - Meilleure maîtrise des procédés
 - Méthodes douces: enzymes, fermentation...
 - Respect de l'environnement, des travailleurs: impact sociétal
- **Création de valeur ajoutée**
- **Développement durable**
- **Ecologie industrielle**

Stratégie d'obtention de molécules

- **Besoin d'obtenir des molécules simples avec des chaînes carbonées de longueur variable (C1, C2, C3, C4...)**
- **Deux stratégies**
 - Récupérer la molécule quand elle existe in planta (glucose par exemple)
 - Fractionner des polymères existant et transformer les molécules obtenues par biotechnologie

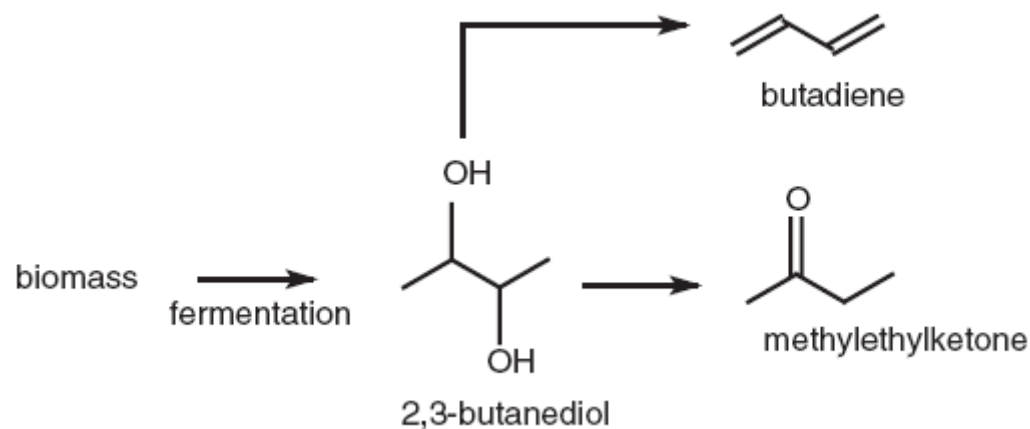
Obtention de molécules identiques

- **Propylène:**
 - dérivé de **1-propanol, isopropanol** obtenus par fermentation en cours de développement
 - « ABE » process: procédé fermentaire: à partir de l'acétone, obtention de **propylène** et d'**isobutanol**
- **Glycols**
 - **1,3 propanediol:** Dupont a développé une méthode de production à partir de glucose, glycerol par fermentation
 - **1,2 propanediol:** a partir de glucose, xylose, galactose

Obtention de molécules identiques

- **Butanediène: via la production de 2,3 butanediol**
 - » *Bacillus polymyxa*
 - » *Klebsiella pneumoniae*

Gluc, xylose-----> 2,3 but + Ethanol
Arabinose (rendement plus faible)

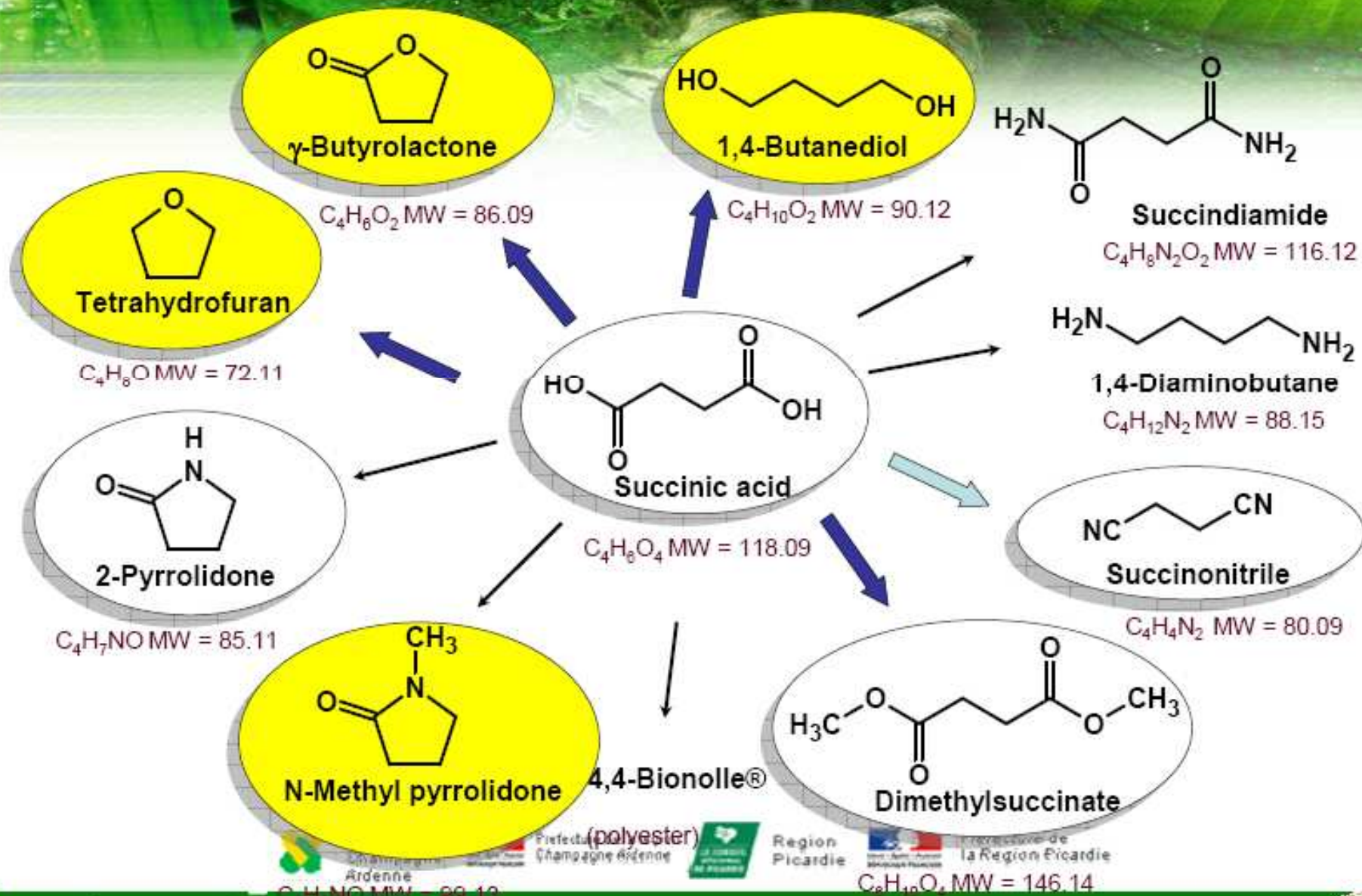


Molécules dérivés des sucres

- Molécules de base pour la chimie

Building Blocks
1,4 succinic, fumaric and malic acids
2,5 furan dicarboxylic acid
3 hydroxy propionic acid
aspartic acid
glucaric acid
glutamic acid
itaconic acid
levulinic acid
3-hydroxybutyrolactone
glycerol
sorbitol
xylitol/arabinitol

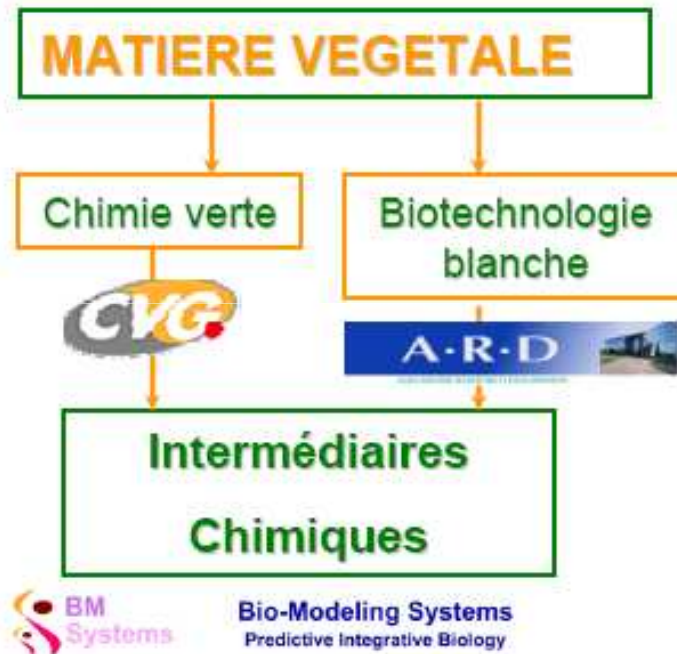
Exemple de l'acide succinique



PROJET SYNTHONS

Développer des Intermédiaires Chimiques

Création de deux plateformes technologiques d'évaluation dont le rôle est de **déterminer en prédictif la faisabilité de la production d'intermédiaires de synthèse** à partir de matières premières renouvelables extraites de plantes de grande culture.



90 % de la chimie organique serait issue d'origine renouvelable d'ici 2090 !



Region
Champagne
Ardenne



Prefecture de la région
Champagne Ardenne



Region
Picardie



Prefecture de
la Région Picardie



The **BIOHUB**® program:

Agricultural raw materials: cereals

- Largely available
- High content of fermentable sugar (corn = 62%)
- Become more competitive
- Reduce CO₂ emission
- Preserve fossil resources

Eco-conception

- More ecological and cleaner processes
- Simplified processes with integrated steps
- Technically proven for many decades

Eco-products

- Biomonomers for specialty and commodity markets
- Biopolymers

New cereals-based Chemistry & New White Biotech processes



Substitutes for petrochemicals

NEW PRODUCTS (like Isosorbide derivatives)

- Biosolvents
- Bioplasticisers
- Biolubricants
- Bioadditives for roads
- Biopolymers
- Biocomplexing agents

CURRENT PRODUCTS with new biotech processes

- Chemical intermediates
- Active ingredients

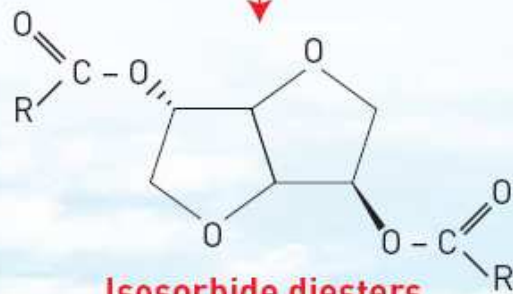
- Main industrial and scientific partners -



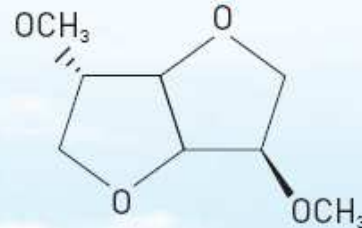
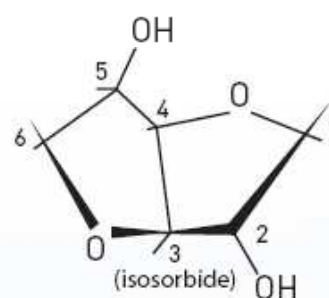
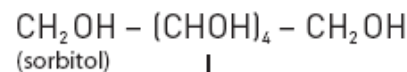
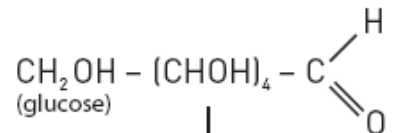
An exemple of **BIOHUB**® platforms:

Isosorbide as a sustainable diol for chemicals and polymers

Isosorbide derivatives



Isosorbide diesters
"PVC plasticisers & lubricants"



Dimethyl isosorbide
"sustainable solvent"

Isosorbide for polymers



Polyesters
PEIT
Polyurethanes
Polycarbonates
Other polymers

Conclusion

- **Avantages de la biotechnologie industrielle**
 - Utilisation matières premières renouvelables
 - Diminution des solvants employés: pour les biocatalyses enzymatiques, milieu aqueux
 - Diminution énergie nécessaire aux réactions
- **Inconvénients:**
 - Adaptation des procédés
 - Importance de qualité, quantité matière première
 - Mobilisation de la ressource
 - Importance du cycle de vie du produit et du bilan environnemental



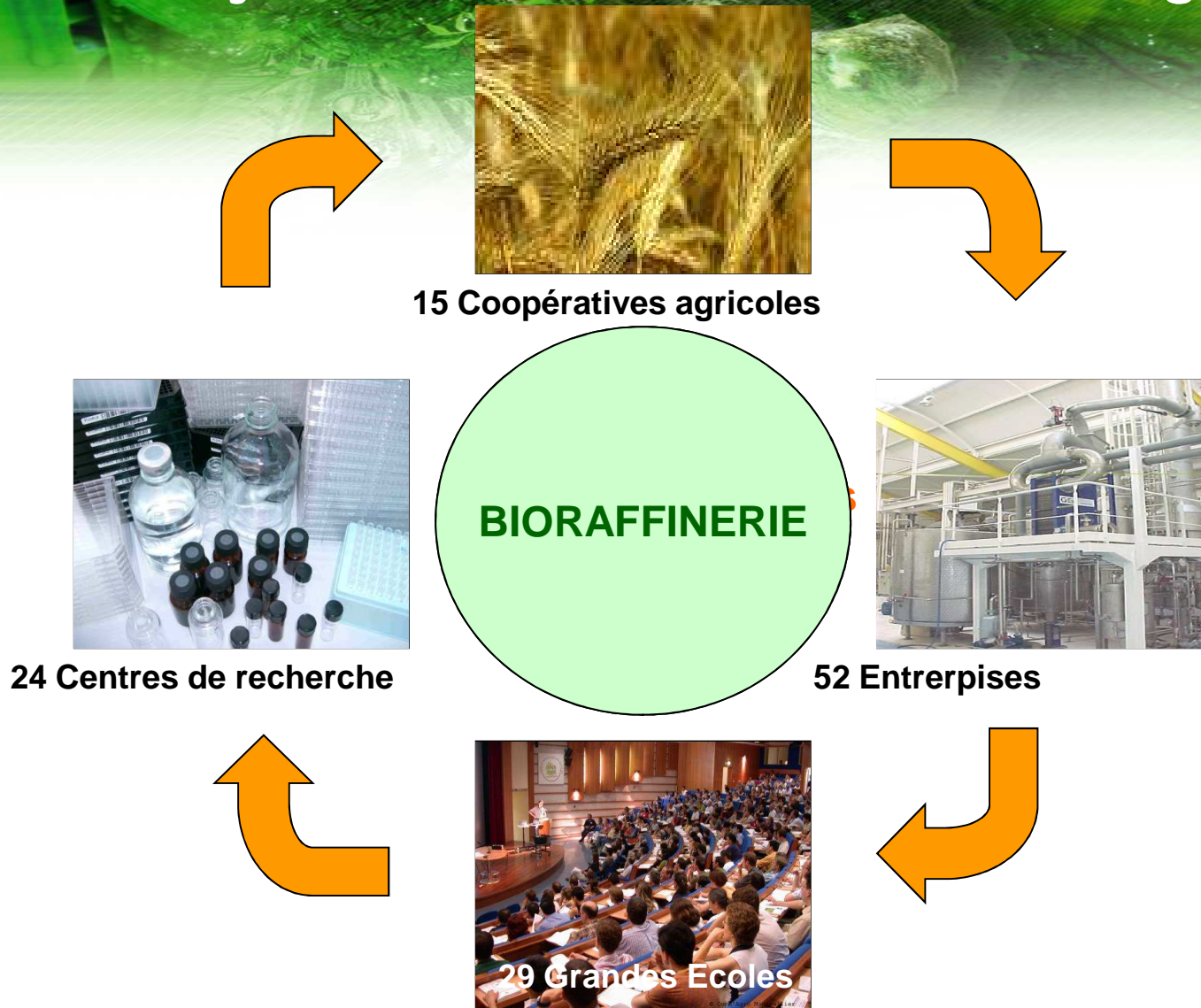
Quels impacts pour les industries textiles?

- **Exploitation des fibres**
- **Recommandation N°15 de recherche pour le développement des bioraffineries (projet star-colibri, star-colibri.eu)**

15. Fractionation and extraction technologies will offer the possibility of preserving the structure and activities of macromolecules such as fibres and natural polymers. There is a need to develop the scientific background to characterize these molecules as well as conversion tools to add new functionalities.

- **Nouveaux polymères**

Pôle de compétitivité « Industries et Agro-Ressources » Créer un Écosystème favorable à l'innovation végétale





WORLD CLASS- FRENCH COMPETITIVENESS CLUSTER

Industries and Agro-Resources



**Picardie and
Champagne-Ardenne
regions**

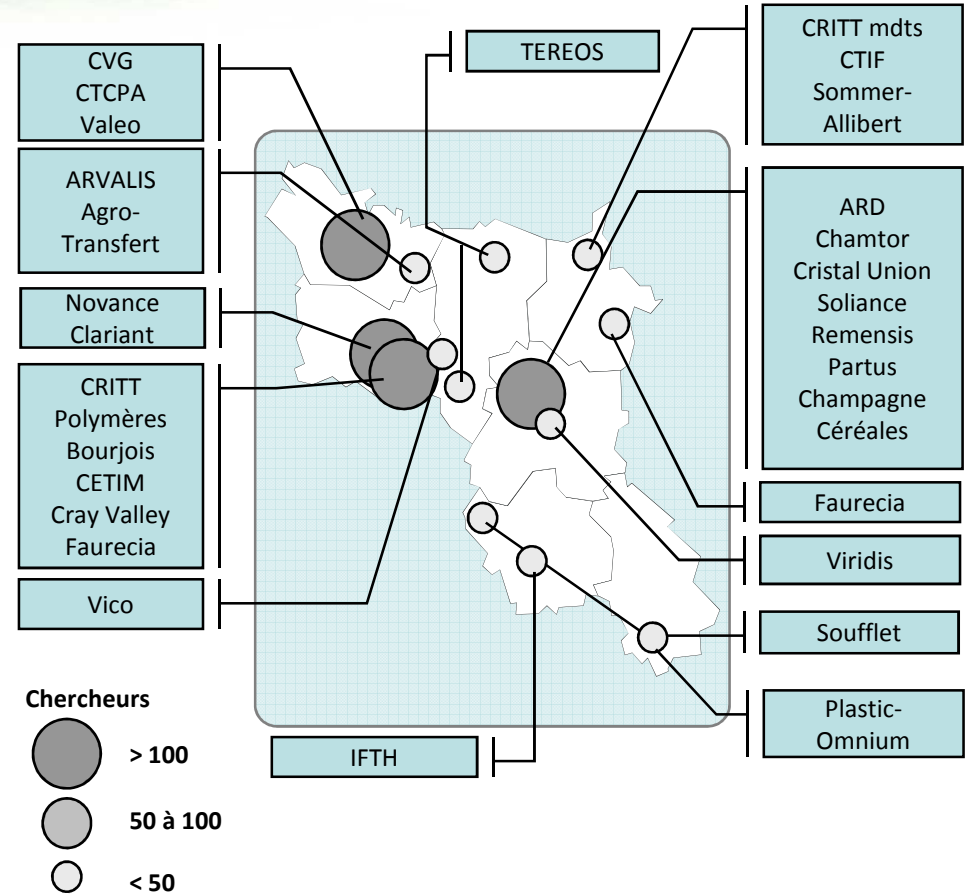
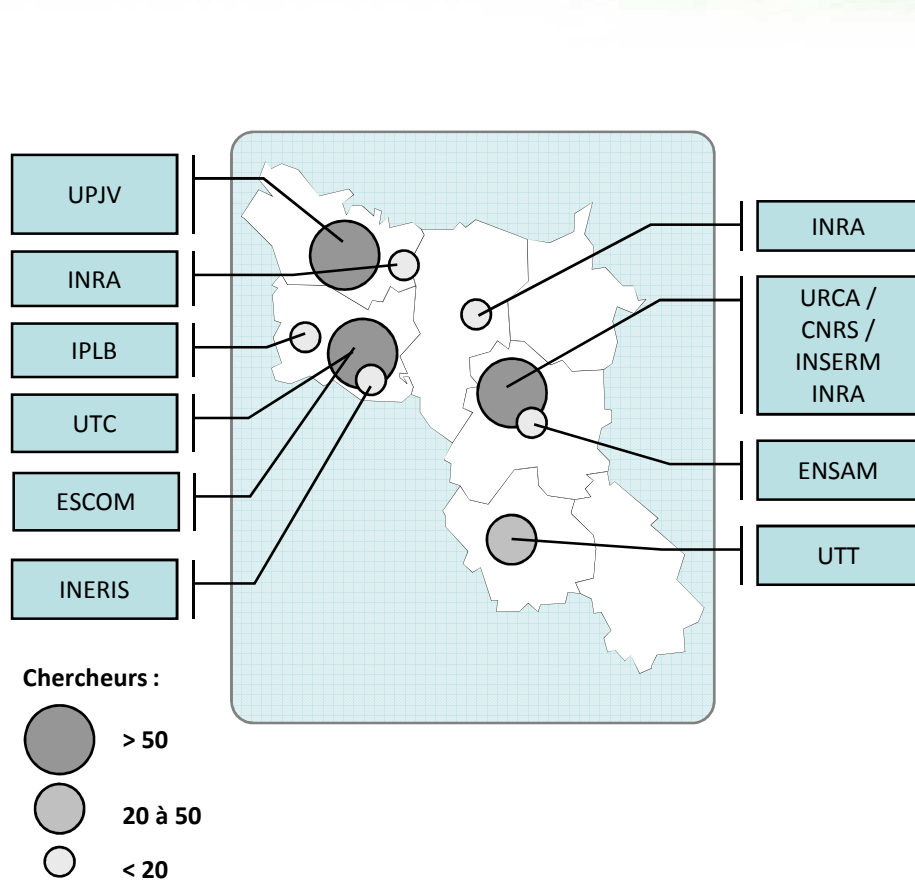


Les bassins de R&D

- 1000 chercheurs -

Bassins de R&D publique

Bassins de R&D privée



Opportunités pour les acteurs impliqués

- **Le pôle IAR couvre des secteurs économique diversifiés**
- **Les acteurs potentiellement concernés par les thématiques IAR sont très importants**
- **Possibilité d'intégrer des projets innovants, vecteurs de développement :**
 - partenaires complémentaires
 - soutien financier
 - risque partagé
- **Veille économique via la plateforme tremplin www.iar-pole.com**
- **Mise en place de l'action « Mettez des agro-ressources dans votre entreprise » a destination des PME**