



Les enjeux pour la bioéconomie: l'approche par l'UMR IATE & ses partenaires

Hugo de Vries

► To cite this version:

Hugo de Vries. Les enjeux pour la bioéconomie: l'approche par l'UMR IATE & ses partenaires. A border crossing bio-economy debate for a viable planet, Université Mohammed VI Polytechnique (UM6P). MAR., Apr 2015, Benguerir, Maroc. hal-01837480

HAL Id: hal-01837480

<https://hal.science/hal-01837480>

Submitted on 5 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



ingénierie des Agropolymères
& technologies émergentes

Les enjeux pour la bioéconomie;

L'approche par l'UMR IATE & ses partenaires

Hugo de Vries

Benguerir 28 / 4 / 2015



*Les piliers de notre UMR: 80 TPE + ~
40 CDD + ~40 stagiaires / an*

My background



Management of research :

Director UMR IATE

Head of the Food Technology Center of Wageningen UR

Director Strategy and Commercial Affairs BU Food



Management and acquisition of projects

Project co-ordinator EU Integrated Project NovelQ (novel processing methods, 5 yrs, 36 partners, > 70 industries)

Project co-ordinator CEET



Activities in networks (basis for preparing projects):

Now: Board of Unesco Chair Sustainable Food Systems, EFFoST, EXPO2015 Milan, IAMA

Previously: Network of Excellence High Tech Europe, Food Valley, Dutch Food Science & Technology Assoc.,

Formation: Physics, PhD physics-biology, ..., research management





- Building tomorrow's bioeconomy: meeting Humankind's Food, Fuel, and Materials needs using smart systems and technologies

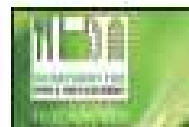
BFFM
2015

Biorefinery for Food, Fuels
and Materials 2015 Symposium

> 15-17 June 2015
Montpellier SupAgro,
France

www.bffm2015-congress.eu

Conference



- > Deadline for abstract submission
March 1st, 2015
- > Early bird registration until
April 15, 2015

FOCUS

- Circular no-waste economy
- Smart biorefinery systems
- Feedstock efficiency
- A sustainable planet



Conference

Understanding challenges
and trends
In more detail

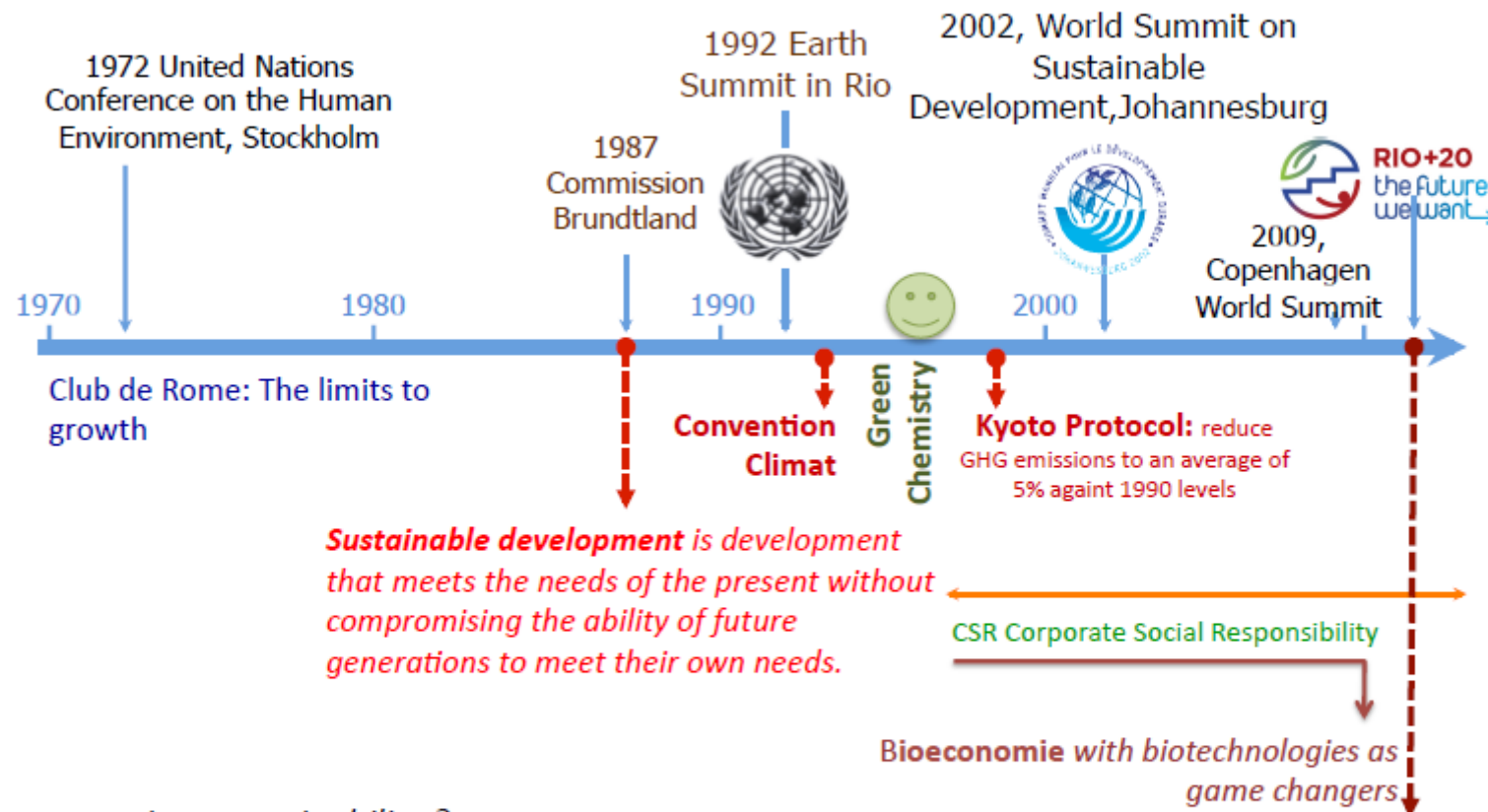
Our societies are facing four challenges

- (1) meet the food needs of a global population of some 9.7 billion people in 2050* (7.1 in 2013), including some regional populations experiencing strong economic growth,
- (2) control, limit and reduce emissions of greenhouse gases (GHGs) in the atmosphere to yield a neutral development (emission = absorption) carbon plan reduction commitment by two of GHG emissions 2050 compared to 1990 (factor 4 in France).
- (3) develop substitutes for fossil fuels (and their derivatives) which reserves for a given cost, will be increasingly scarce. Uses in chemistry represent only 7% of the uses of oil and gas in France.
- (4) expand the range of molecules and materials available to prevent human and environmental health risks associated with chemical substances, which are necessary to our needs in terms of clothing, transportation, housing and hygiene.



*source : INED

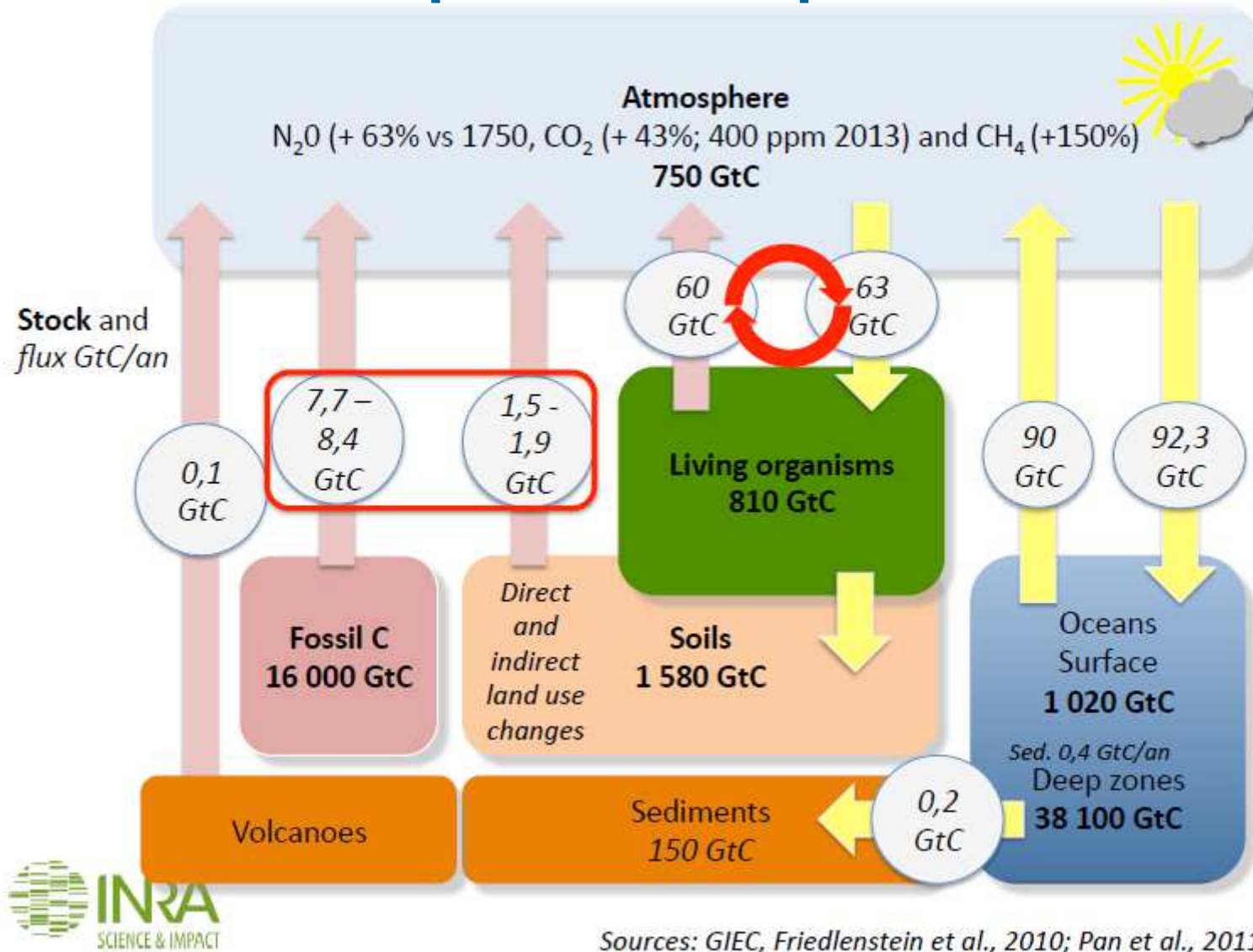
Scenario of sustainable development



Low sustainability ?

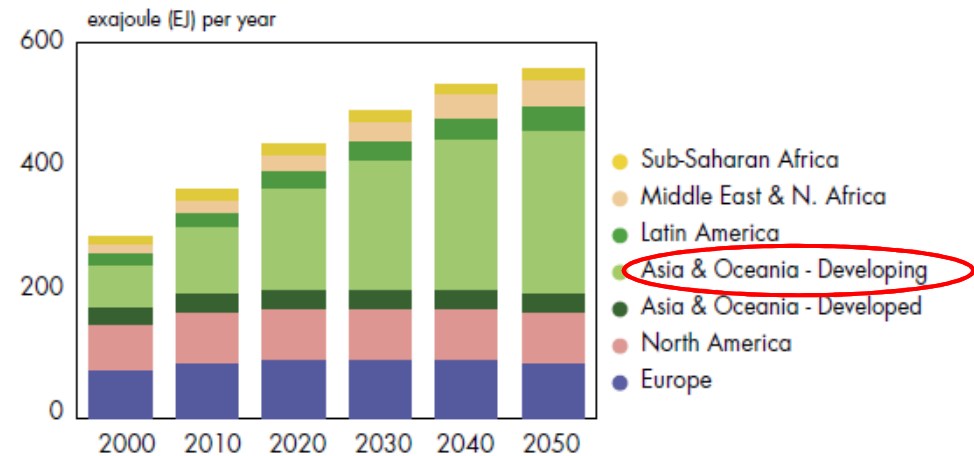
The challenge of a green economy is to improve the standard of living in developing countries without increasing their carbon footprint and at the same time maintain the standard of living in developed countries while reducing their footprint.

... the loop is complex

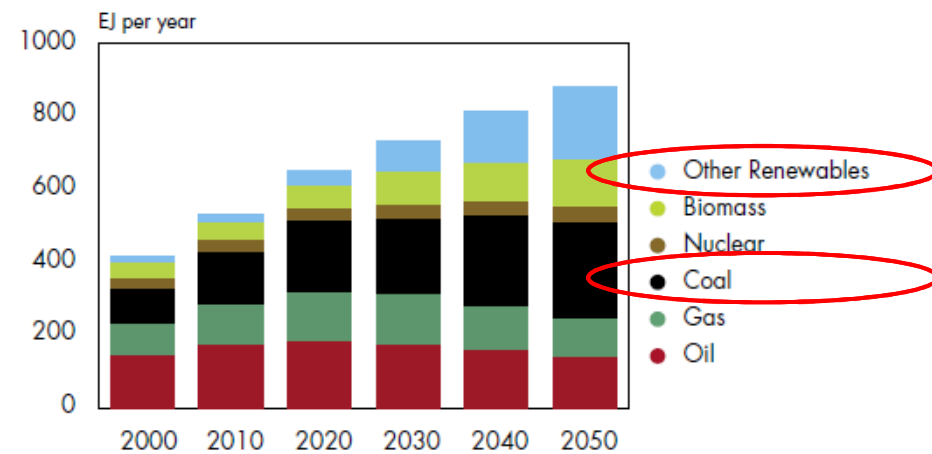


Shell energy scenarios

Final energy consumption by region

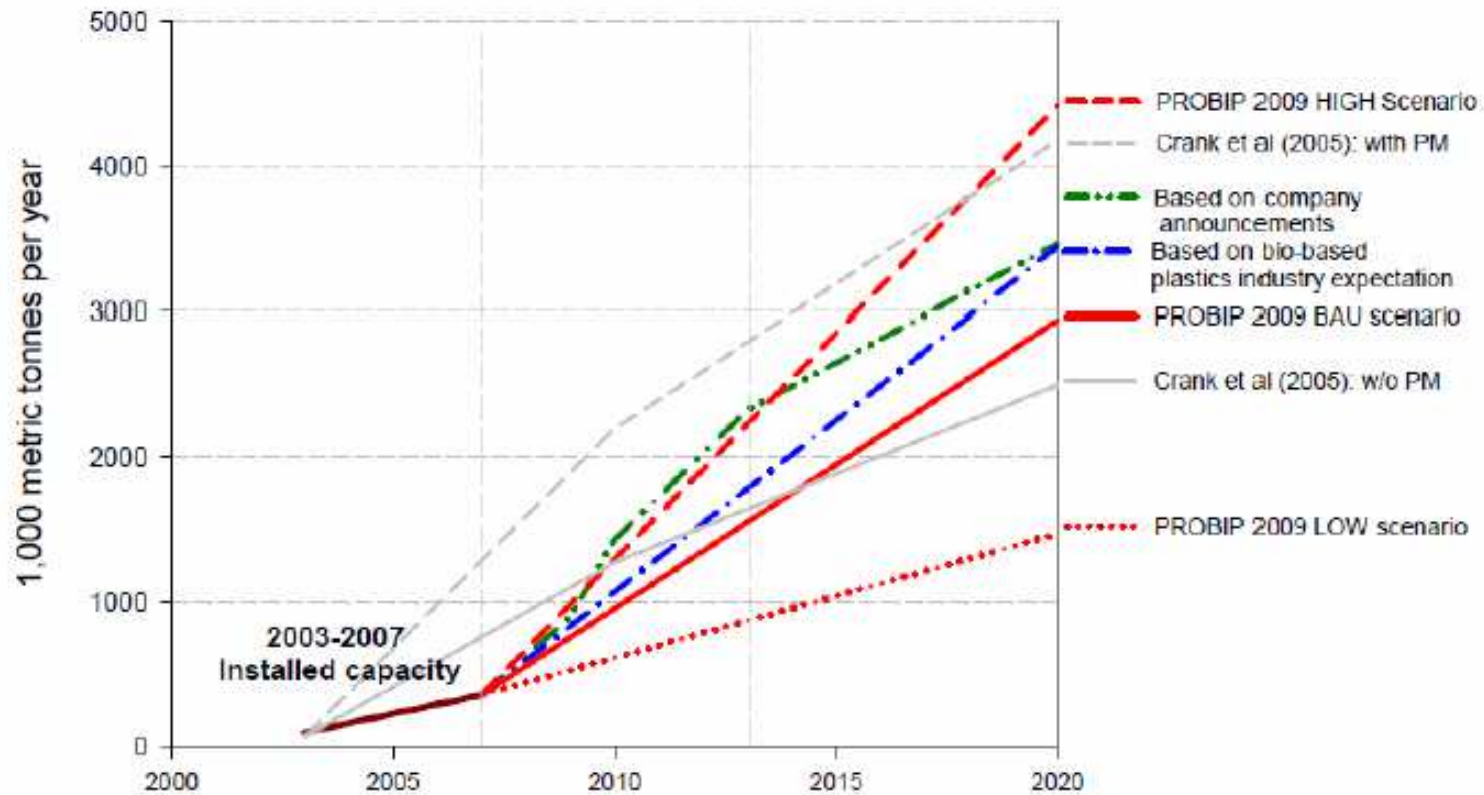


Primary energy by source



Biomass includes traditional renewables such as wood, dung, etc.

Figure 11. Projection of the worldwide production capacity of bio-based plastics until 2020



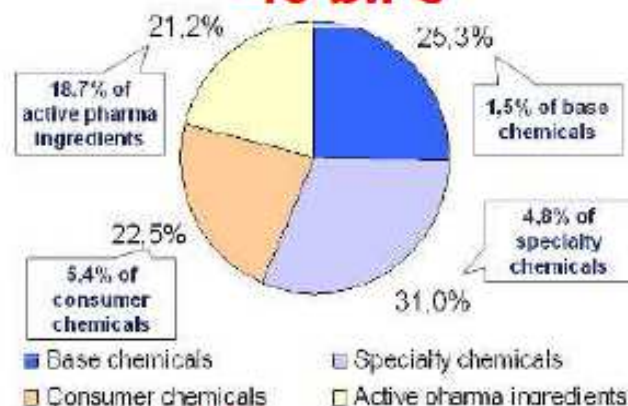
Source: European Bioplastics¹⁰

Improved competitiveness by biowaste feedstocks & bioprocessing

Biotech sales¹⁾ per segment 2007

100% = 48 billion Euro

48 bil €



Sales of biobased products

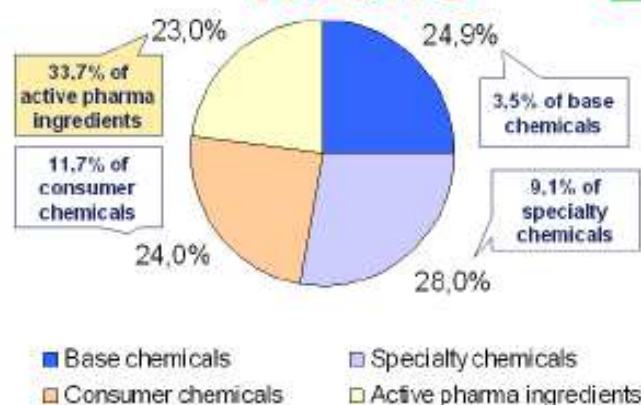
2007: 48 bil € (3,5% of total chemical sales)
 2012: 135 bil € (7,7% of total chemical sales)
 2017: 340 bil € (15,4% of total chemical sales)

G. Festel (EFIB 2009, Lisbon, October 2009; OECD workshop, Vienna, January 2010)

Biotech sales¹⁾ per segment 2012

100% = 135 billion Euro

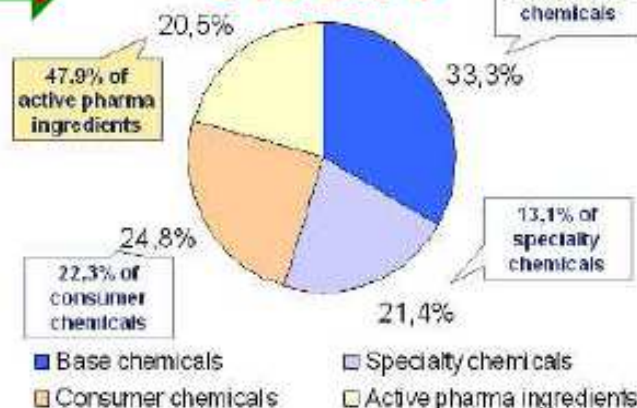
135 bil €



Biotech sales¹⁾ per segment 2017

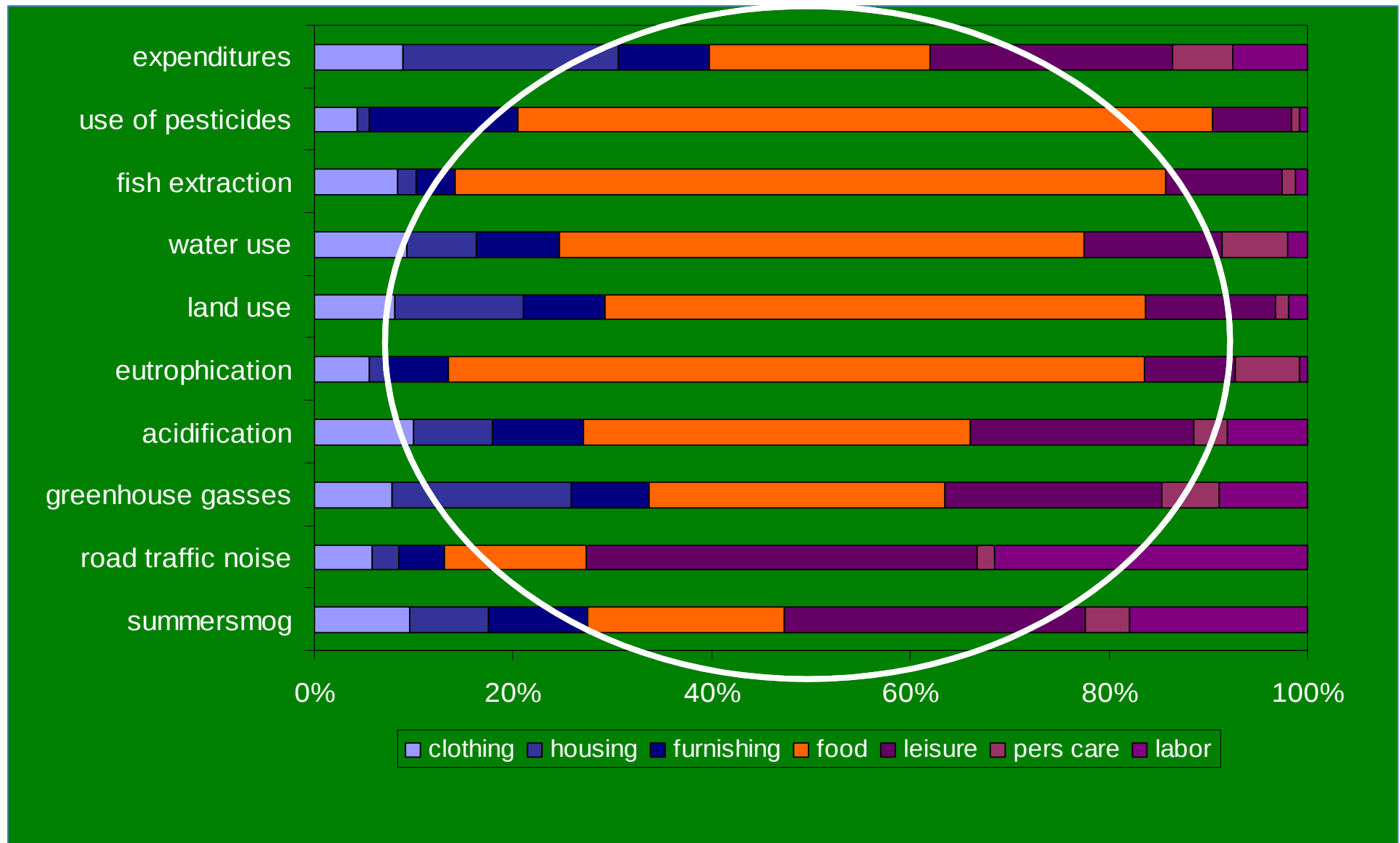
100% = 340 billion Euro

340 bil €

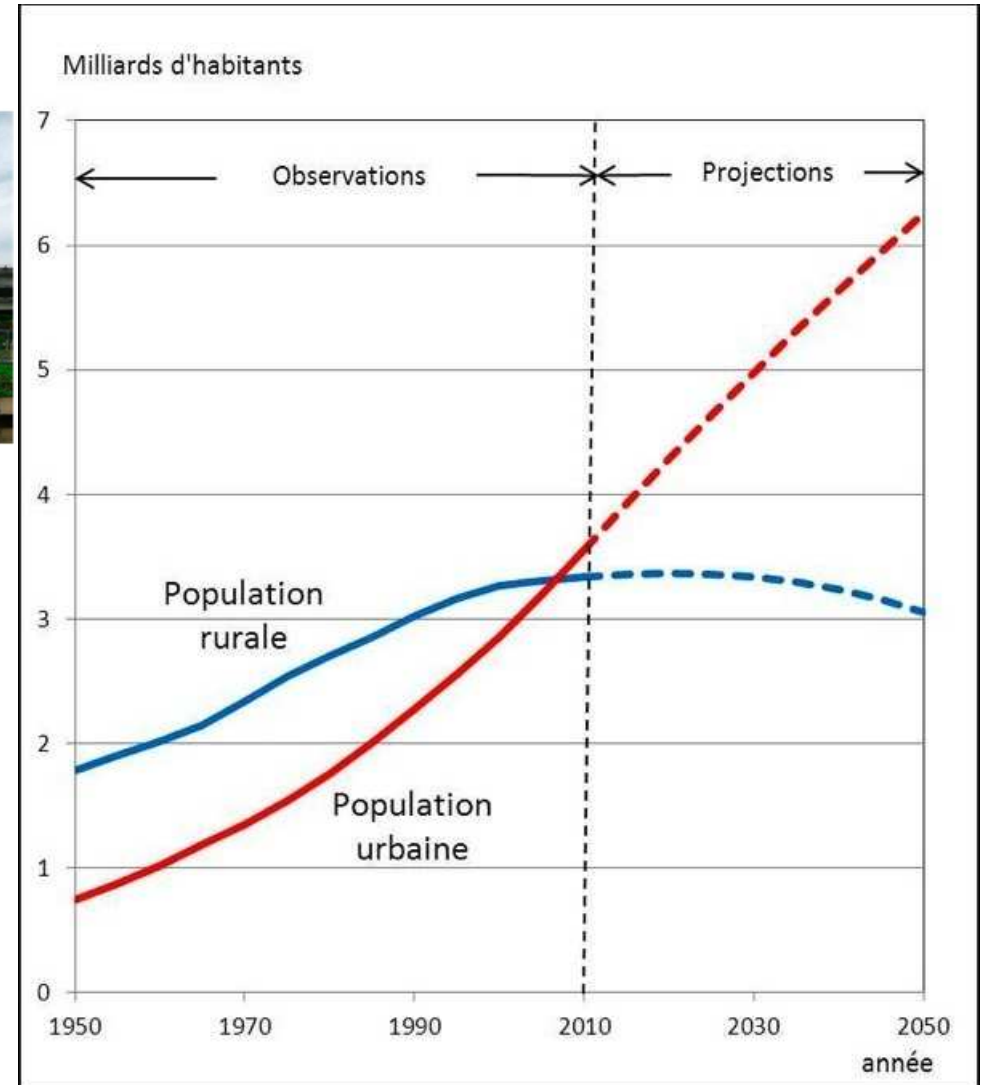


What is the current status?

For environmental impact of food production - consumption

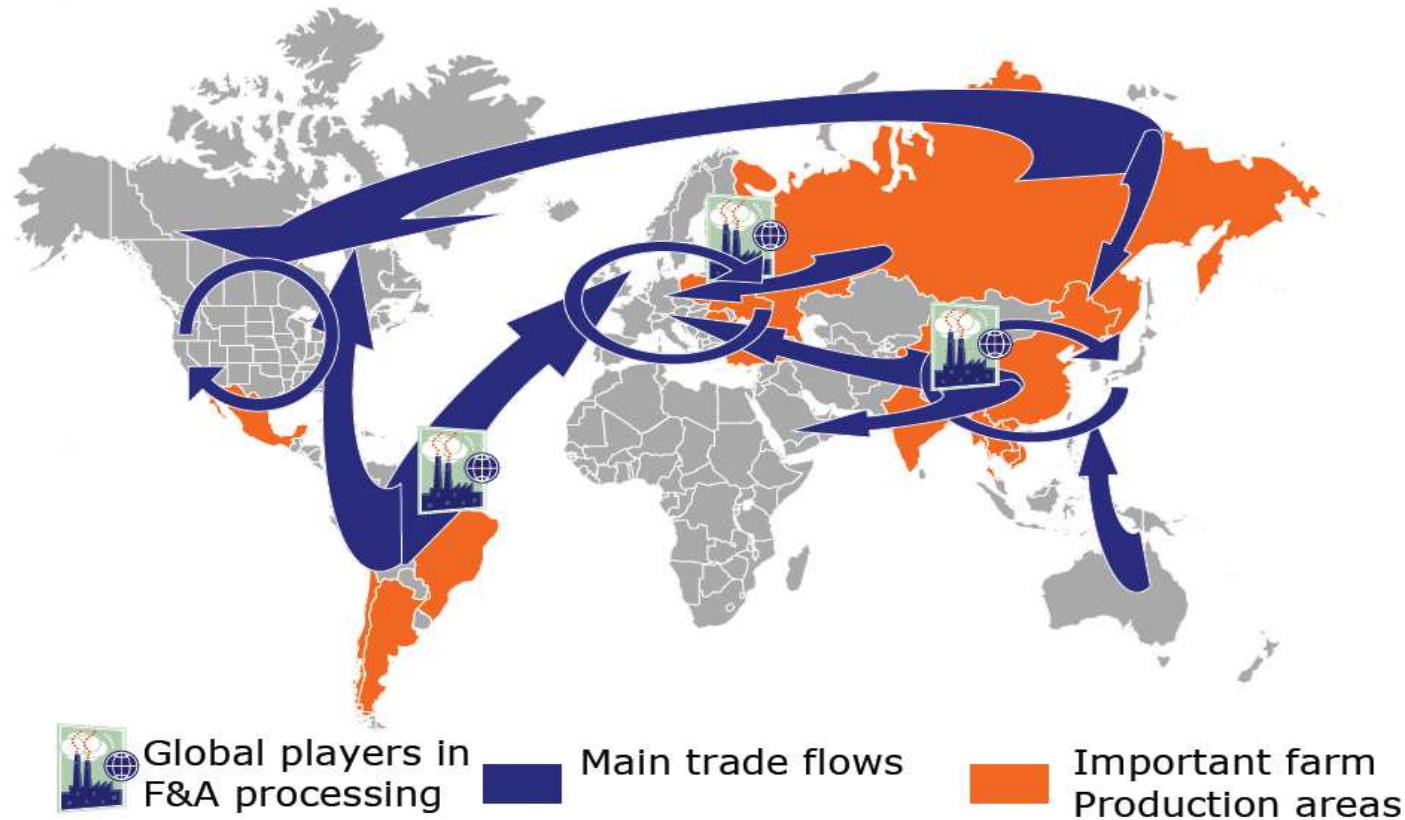


What is the future status? For urbanization



What is the future status? For agrologistics

...but maybe....the world of food and agri will look like this in the future



What do we need?

A viable planet!

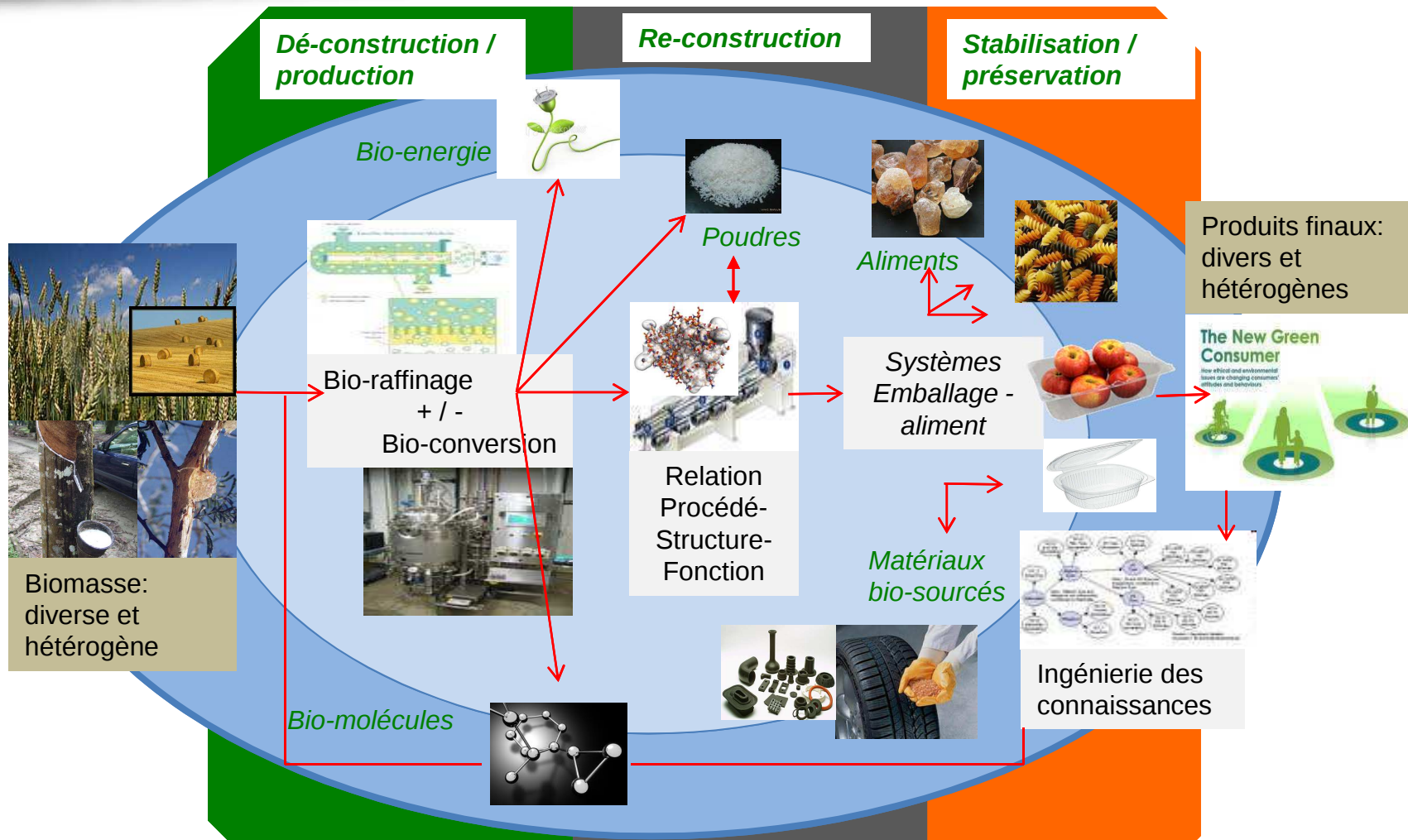
In terms of:

- *Healthy inhabitants*
- *A viable habitat / environment*
- *A pleasant and respectful socio-economic context*
- *An aesthetic image*

Thus we all need to contribute



Notre contribution (modeste) Dans quel domaine?



MISSION: Comprendre et valoriser les ressources renouvelables pour la production d'aliments
et de bio-produits *de manière intégrée* >>> **des exemples concrets**

Priorité scientifique:

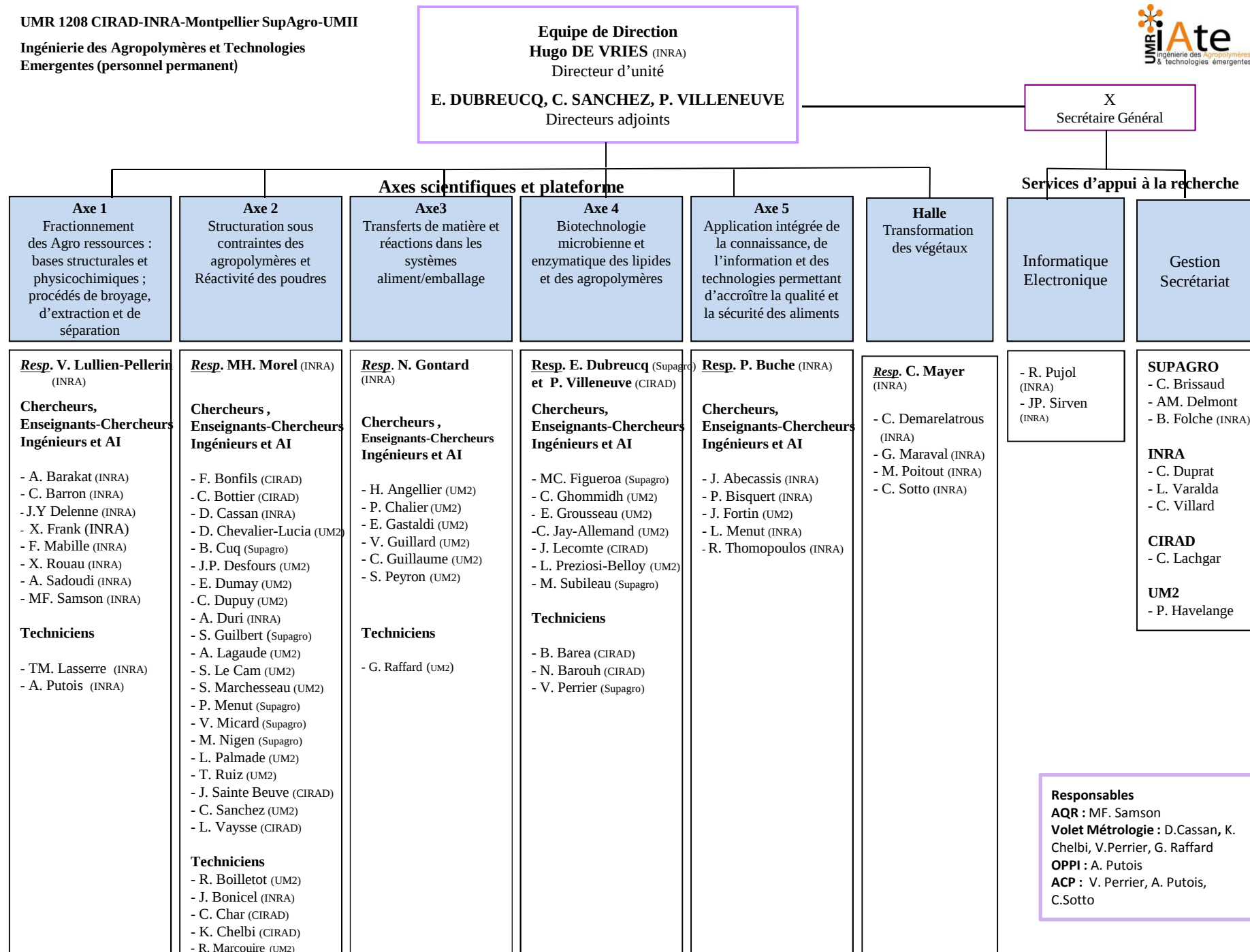
Mieux comprendre les interactions entre les protéines, les polysaccharides, les lipides & les microconstituants dans des matrices **complexes** (aliments et produits bio-sourcés) en fonction des conditions (extrêmes) de transformation imposées.

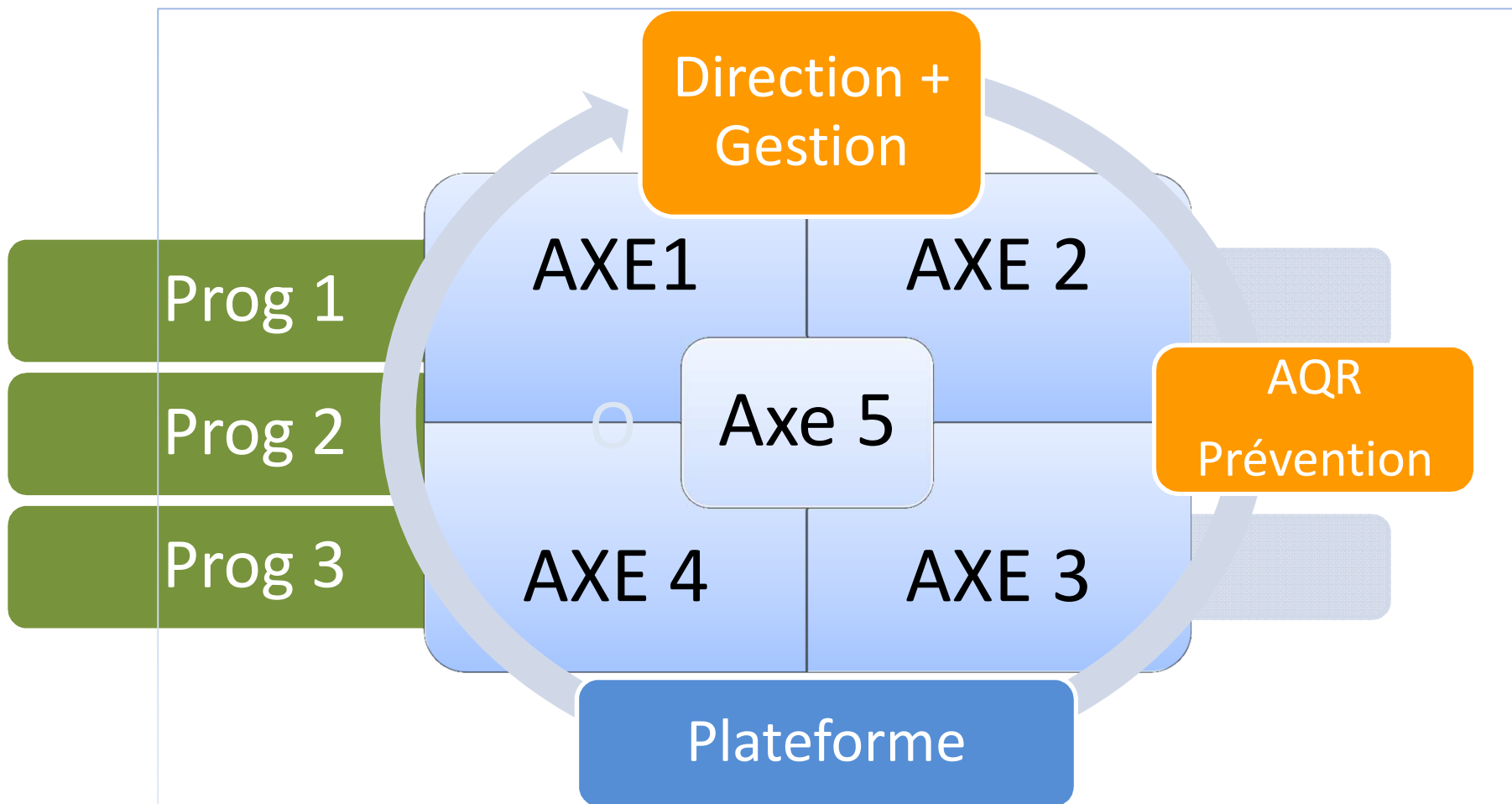
Priorité des collaborations scientifiques:

Continuer les coopérations avec les UMRs dans notre domaine, les groupes scientifiques de base (chimie, biologie, physique,...) et les partenaires dans la Méditerranée et les Pays-du-Sud



L'ORGANISATION





LES AXES scientifiques

avec des exemples des projets

Axe 1

Fractionnement des Agro-ressources



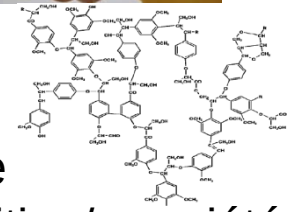
matières végétales
(complexité-variabilité)



**Déconstruction
par voie sèche**



Contrôle
composition/propriétés



Evolution

- Changement climatique
- Réduction intrants/pesticides
- Pratiques culturales

Bio-raffinerie
« contexte durable »

Demande produits

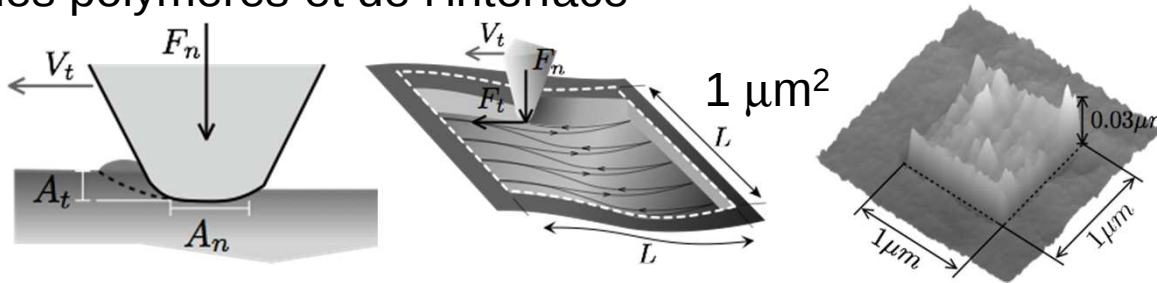
- sains, faible coût, valeur nutritionnelle élevée, durables
- diminuer pertes !
- pour substituer C fossile

Etude mécanique à l'échelle du tissu (albumen)

Pas de données de propriétés mécaniques locales

Des données grossières des propriétés mécaniques des polymères !

Développement d'une méthodologie par AFM pour accéder aux propriétés mécaniques des polymères et de l'interface

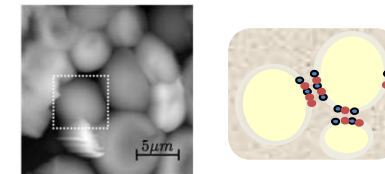


Dureté
Amidon 4x >> Gluten
déterminée par modèle tribologique

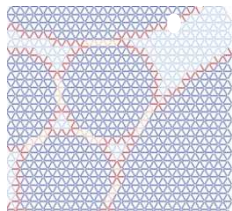
Chichti et al. Eur. Polym J. 2013
Retenu fait marquant CEPIA



Mise en évidence de différences à l'interface
amidon-matrice protéique
entre **HARD** et **SOFT**



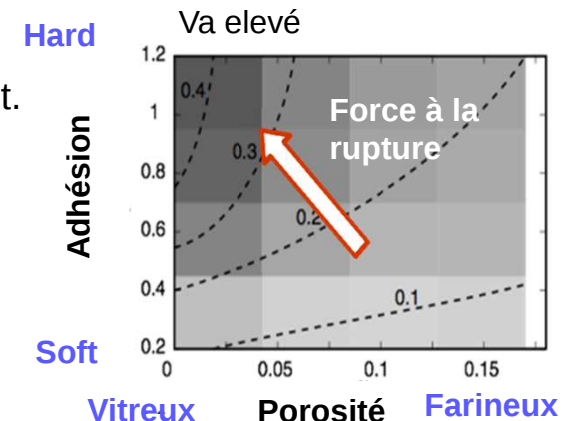
Chichti et al. Plant Physiol (en preparation)



Modèle numérique

Introduction des données locales obtenues en AFM
Variation du niveau d'adhésion granule amidon-matrice prot.
Variation de fraction volumique d'amidon (V_a)
ou de protéines (V_p)

Chichti et al. (en préparation)



Bioraffinerie du Végétal : Fractions d'intérêt



Tourteaux délipidés

Composition (%)

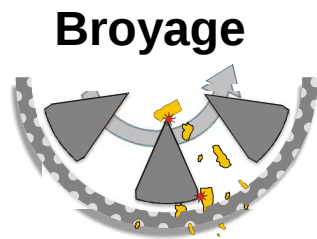
Protéines 31

Lignines 21

Polysaccharides 32

Brevet n° 1363534 FR

Barakat-Rouau



+

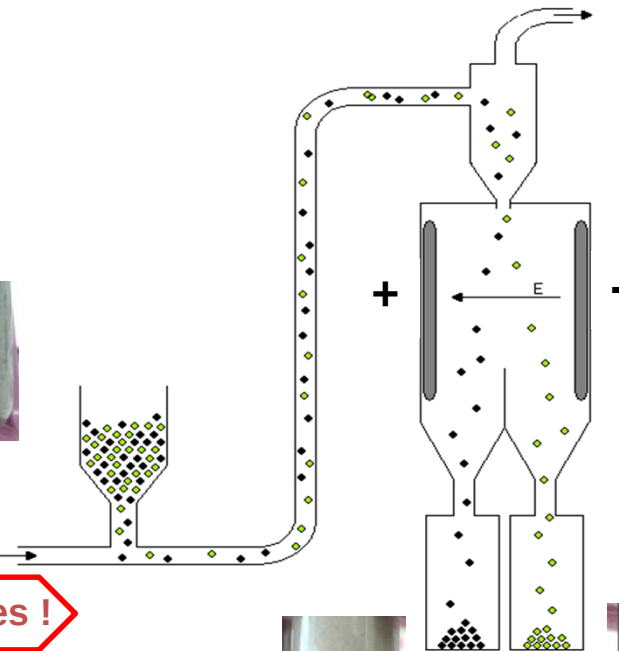
Séparation **F0**
Electrostatique

Nouveaux prototypes !



Protéines 7
Lignines 41
Polysaccharides 43

Biocarburant, biogaz



Tribo-flow

2 étapes

Protéines 56
Lignines 4
Polysaccharides 16

Fonctionnalité ?

TOMORROW: Food and Non-Food!

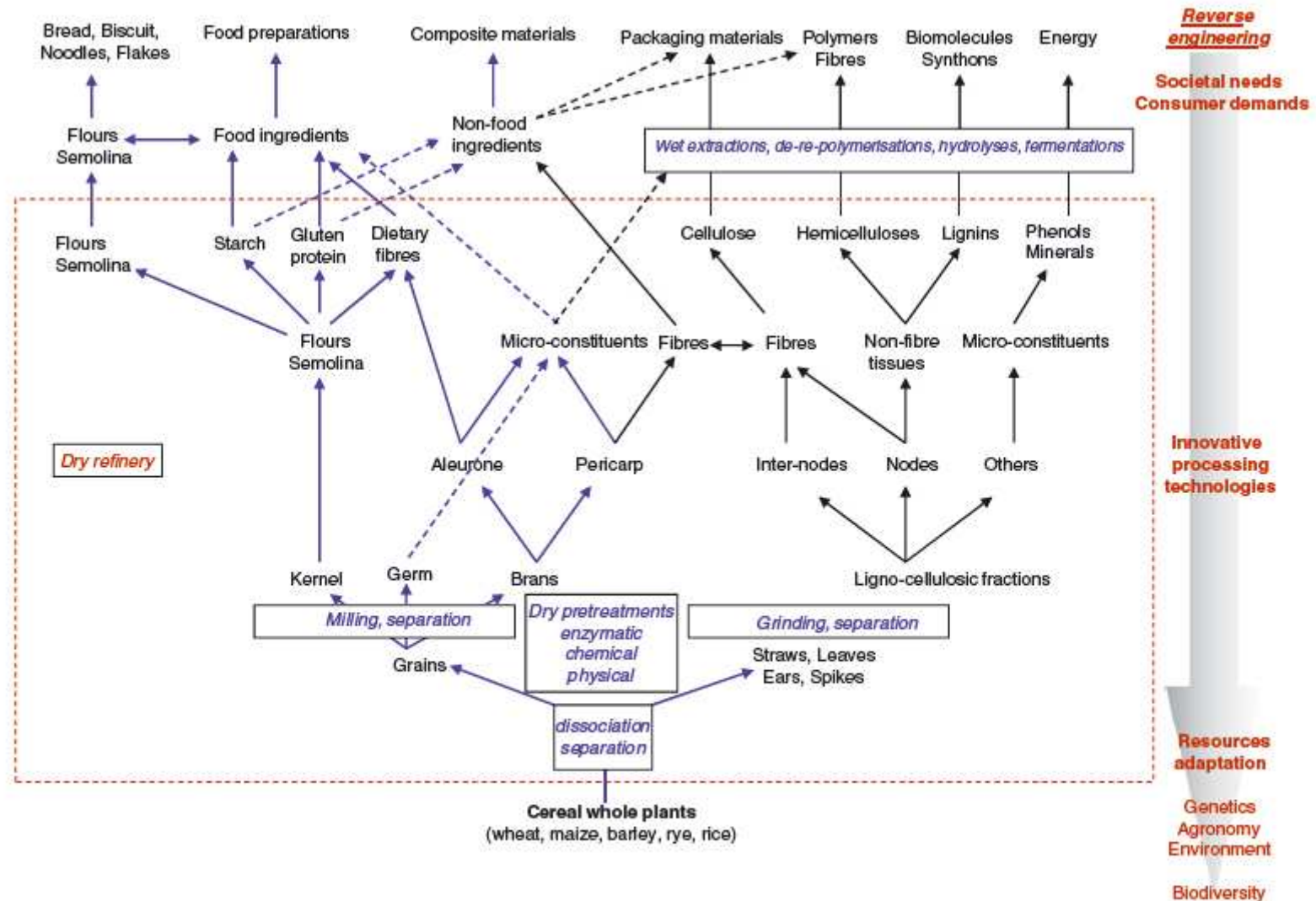
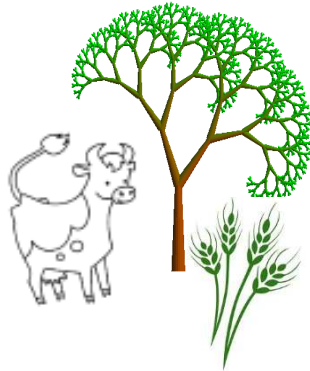


Figure 7. Potential integrated cereal biorefinery.

AXE 2: Objectifs

Maîtriser les processus de transformation et les qualités d'usages des ressources naturelles



☐ Ressources dérivées

- Graines céréales
- Exsudats végétaux
- Lait

☐ Alimentaire

- Fonctionnalité nutritionnelle
- Fonctionnalité biologique

☐ Non-Alimentaire

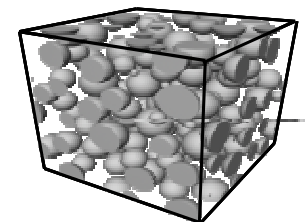
- Propriétés d'usage
- Stabilité d'usage

→ Approches Produit-Procédés

- Pilotes instrumentés

→ Relations Structure / Fonction

- Analyses Multi-échelles

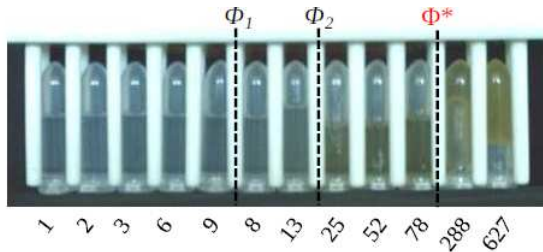


Focus : Science



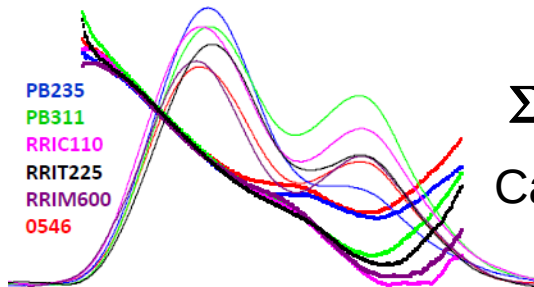
Σ Granulaires

Écoulement et agglomération



Σ Colloïdes

Diagramme de phase et assemblage



Σ Polymères

Caoutchouc naturel et évolution structurale



Fluides complexes

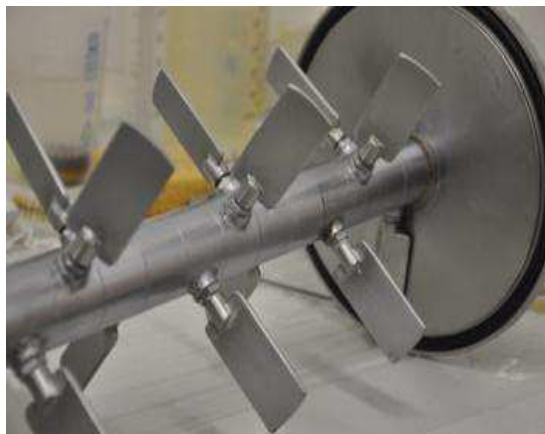
Mise en forme / Formulation / Interactions

Focus : Σ granulaires

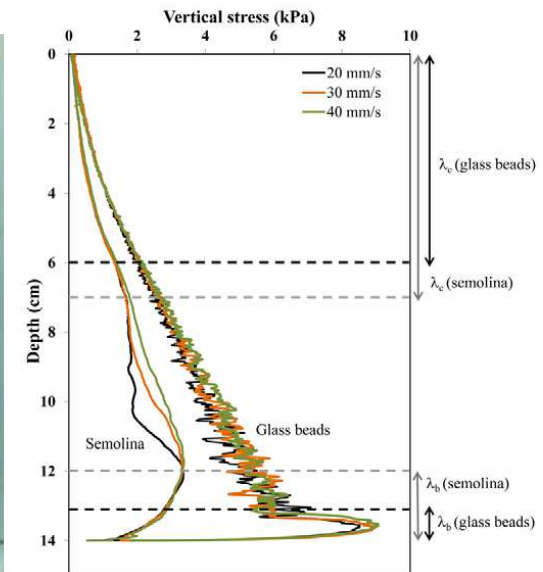
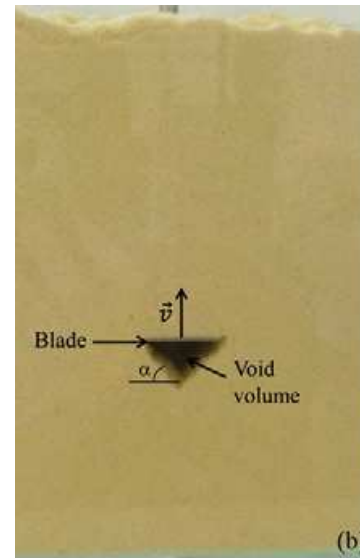
Problématique : Comprendre les mécanismes d'agglomérations de poudres alimentaires (poudres céréalieres)

Exemple d'expérimentation :

⇒ Cellule de rhéologie des granulaires (secs ou humides)



Malaxeur à faible taux de cisaillement



PIV/Contrainte normale

Caractérisation des typologies d'écoulement en système semi-confinés
Statique d'un milieu granulaire ensilé (effet Janssen)

AXE 3:

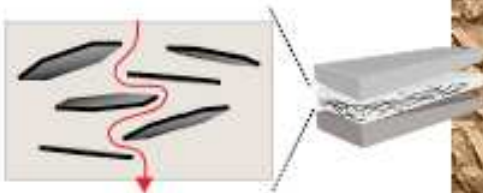
Transferts de matières et emballage alimentaire



1. Caractérisation des transferts

O₂ H₂O CO₂

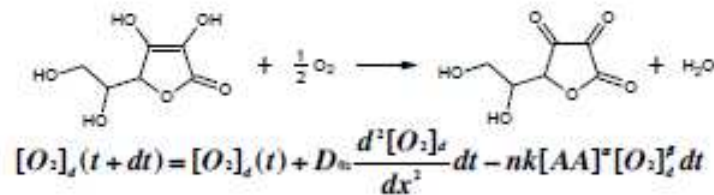
2. Structure/transfert



4. Outils de modélisation

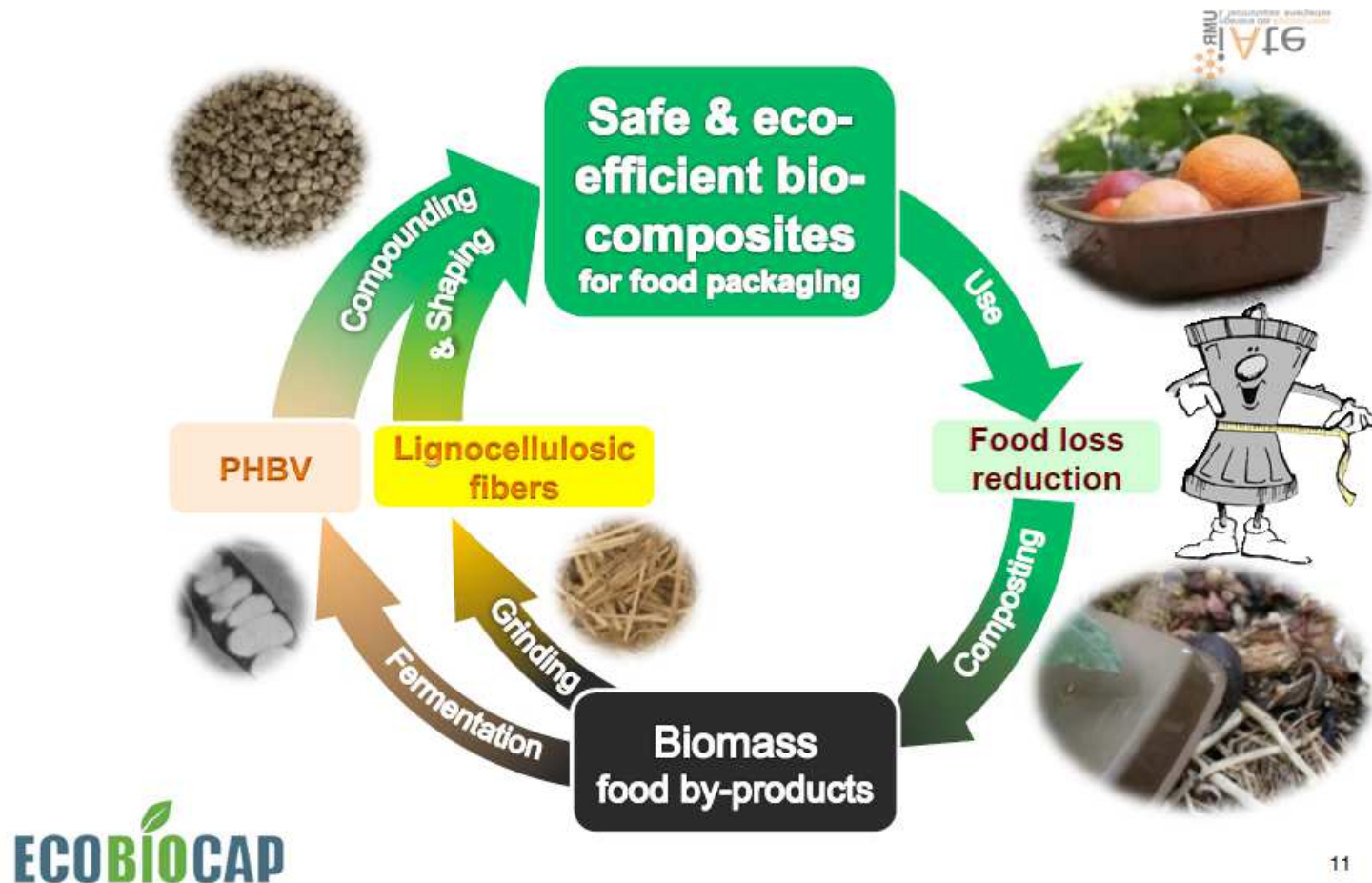


3. Transfert/réaction



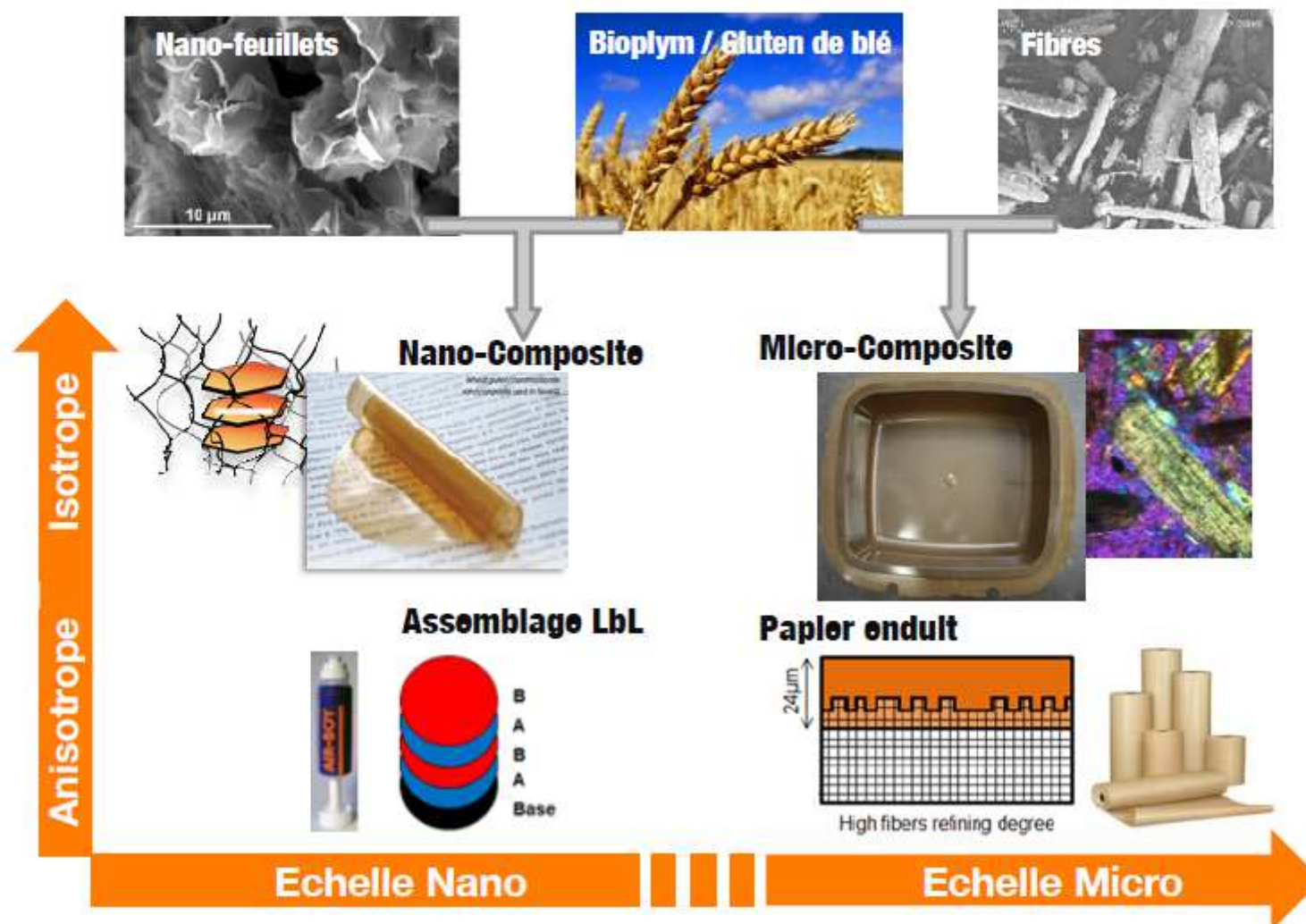
EU project: EcoBioCAP 2010-2014

EcoBioCAP will provide the EU food industry with **customizable, ecoefficient, biodegradable packaging solutions** with direct benefits both for the environment and EU consumers in terms of food quality and safety.



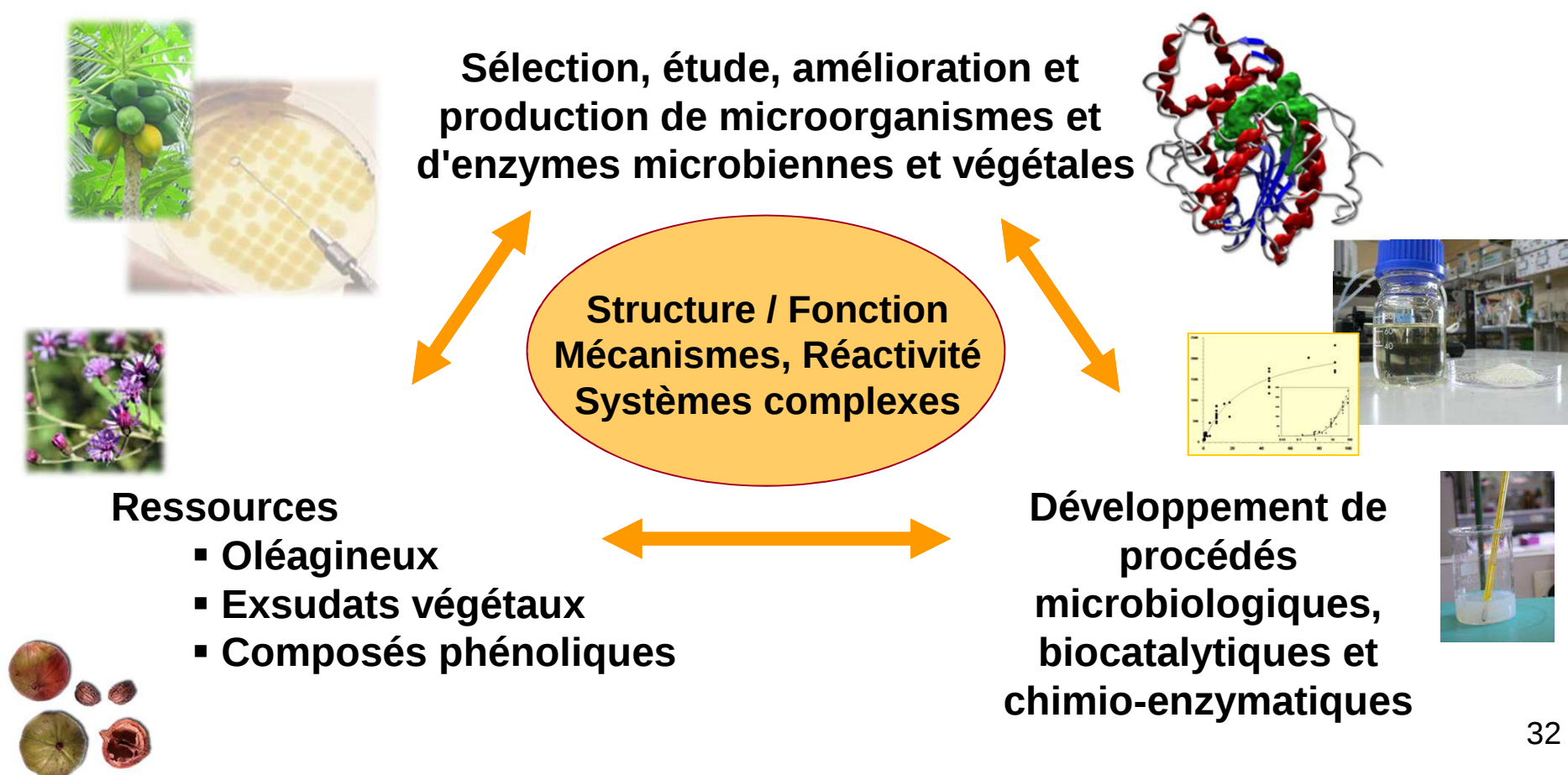
2. Relations structure/transfert

Approche multi-échelle ...



AXE 4: Objectifs, problématiques et approches

Comprendre et maîtriser les procédés enzymatiques et microbiologiques pour la fonctionnalisation ou la production de lipides ou de polymères hydrophobes
(applications alimentaires et non alimentaires)



Phénolipides et propriétés biologiques

SOURCES VÉGÉTALES

Feuilles, fruits, épices...

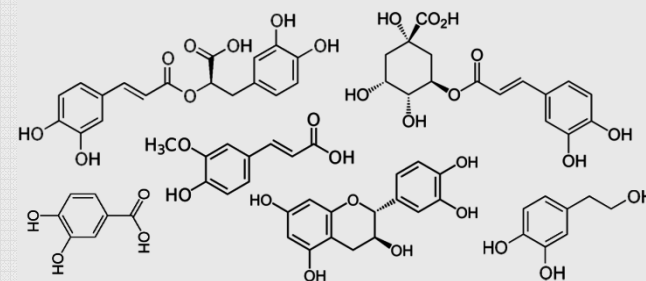


Extraction

Purification

COMPOSÉS PHÉNOLIQUES

Acides phénoliques, flavonoïdes...

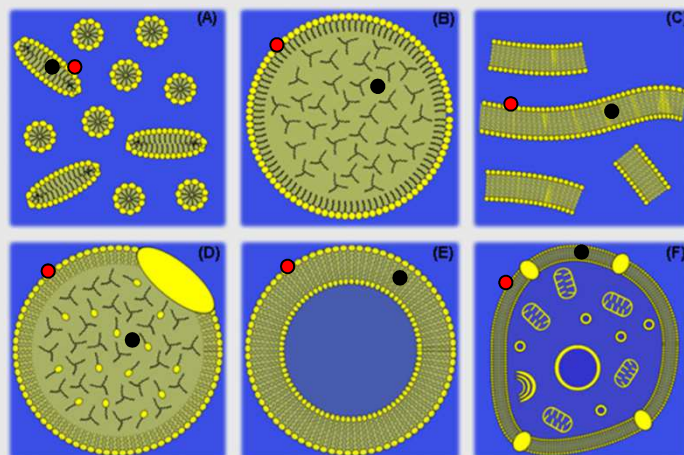


Lipophilisation

Milieu

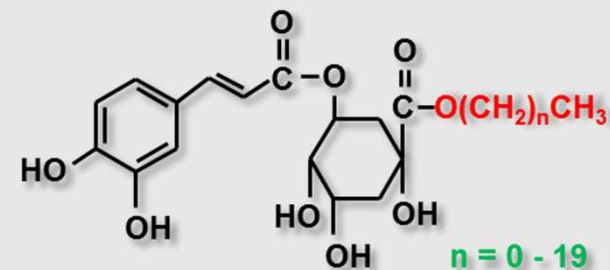
Catalyseur

Synthon
lipidique



Evaluation
Structure / Activités

(Aox, antimicrobienne...)



SYSTEMES D'ETUDE

Emulsions, liposomes, bactéries, cellules

PHENOLIPIDES

Evaluation et suivi de l'état physiologique des cellules

ANR SPECTRE (2012-2015)

avec Ondalys, LISPB, LRGP, France ; CIATEJ, ITV, IPICYT, Mexique

SPectroscopies pour l'**E**valuation et le **C**ontrôle en **T**emps **R**éel
de l'**E**tat physiologique de cellules biologiques

Objectif

Mesurer en temps réel la concentration de biomasse et l'état
d'une culture microbienne

Modèles biologiques

Production de bioéthanol par *Saccharomyces*

Production de lipases par *Pichia pastoris*

Applications

Maîtriser la synthèse de bioproduits sous conditions de stress



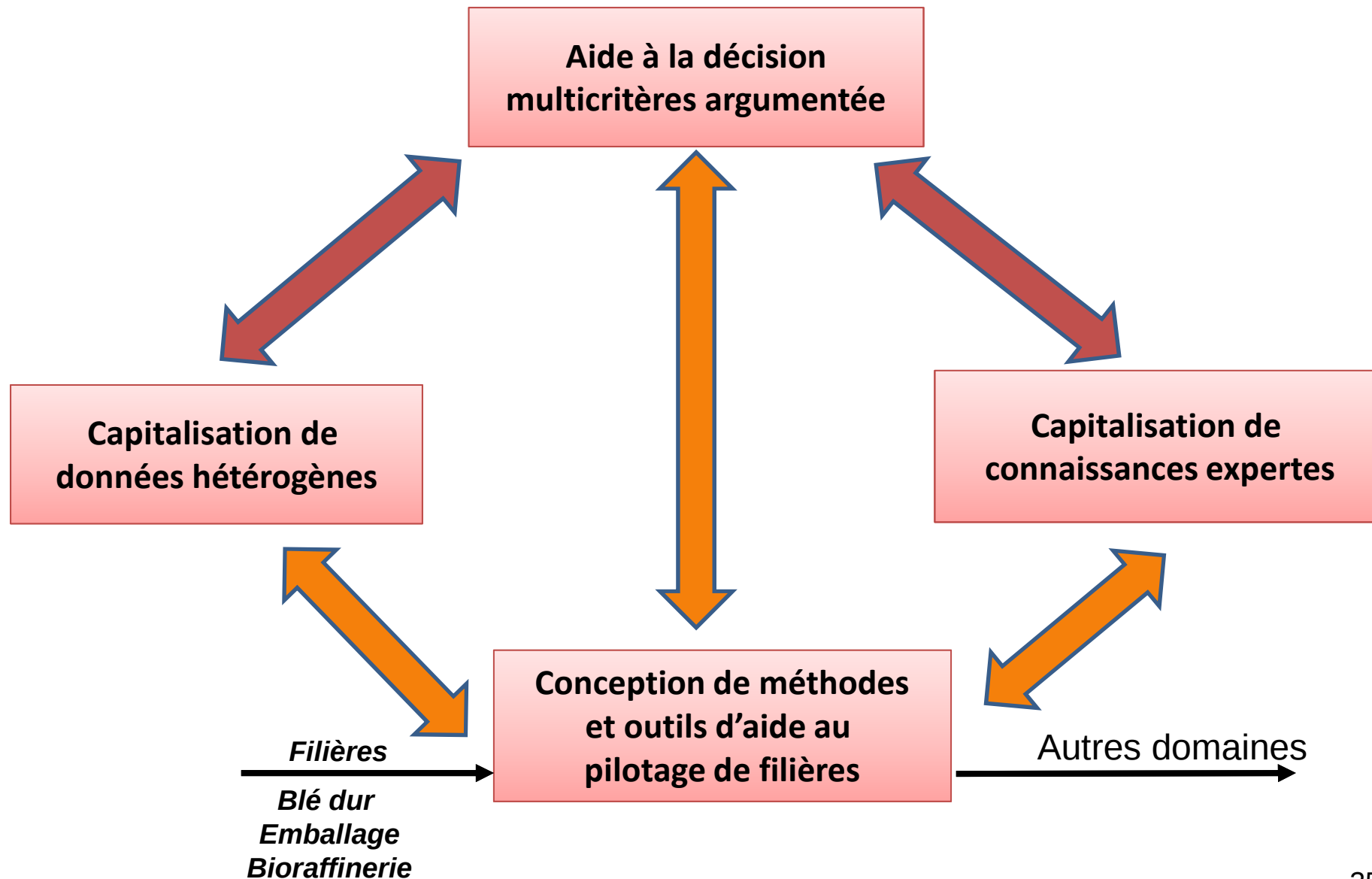
→ Utiliser la spectroscopie de diélectrique (d'impédance)

pour détecter les variations de viabilité qui accompagnent
la surproduction de molécules d'intérêt

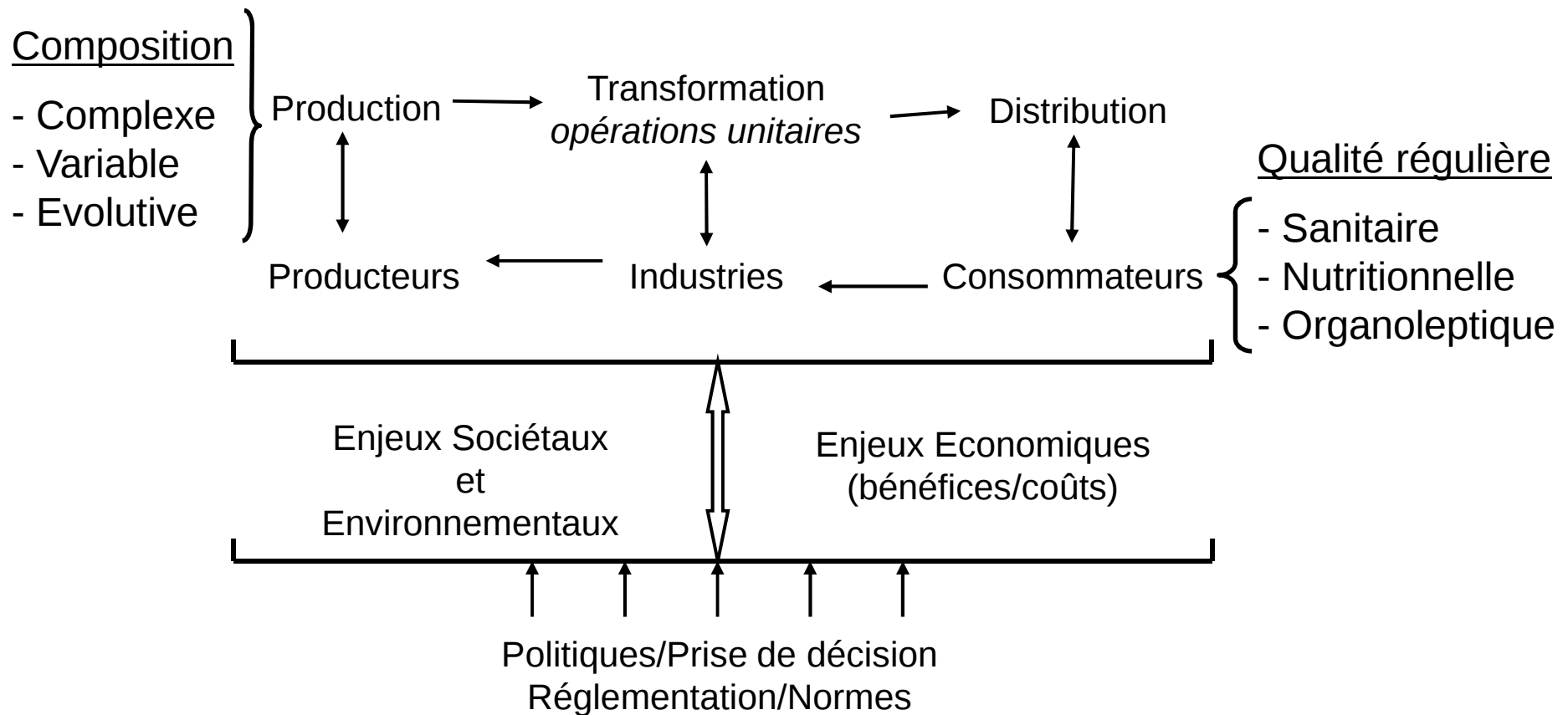
→ Associer à la spectroscopie de diélectrique

d'autres techniques pour préciser l'état physiologique
et le niveau d'activité métabolique

AXE 5: 'Ingénierie des connaissances'



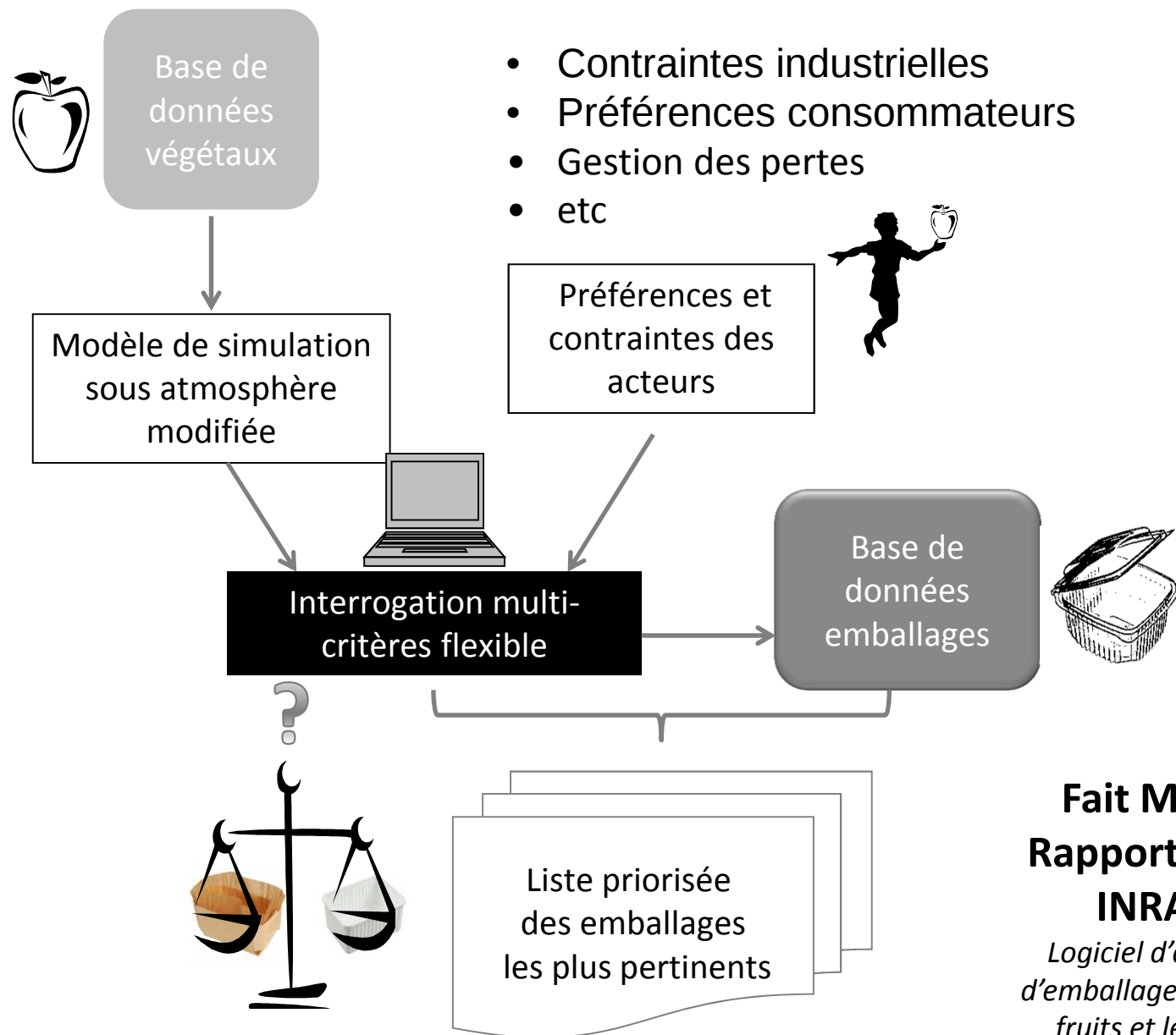
Contexte: analyse de filières



Raisonner dans une vision globale et intégrée des filières

Développer des modèles, méthodes et outils d'intégration de données/connaissances et d'aide à la décision

Approche proposée



Fait Marquant
Rapport d'activité
INRA 2011

*Logiciel d'aide au choix
d'emballages pour la filière
fruits et légumes frais*

Les Programmes

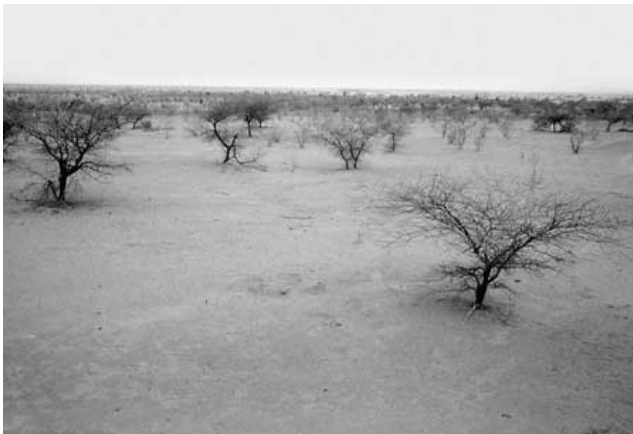
les innovations

Les programmes pour focus et répondre aux enjeux sociétaux



- *More than science for impact: really addressing societal challenges and supporting (sustainable) innovations*
- Focus et reconnaissance internationale dans 5 ans :
 - *Plant protein based products with durum wheat as model,*
 - *Plant exudates with Rubber & Gom as models,*
 - *Bio-refinery-transformations ligno + polyphenols (with SPO),*
 - *Sustainable packaging concepts (en considération)*
- Éviter des problèmes (inter-axe) avec la confidentialité, la compétitivité et l'éthique via une meilleure organisation des projets dans une domaine.
 - *Il existe une coopération forte avec le secteur privé*
 - *Le budget de l'état est sous pression.*
 - *Il y a une demande forte de la Région LR pour contribuer aux innovations et à l'emplois.*

An example: The plant exudate program



La(es) bioressource (s) :

Plant Gum Exudate

Acacia senegal gum, Acacia seyal gum

>1000 Gum-producing Plant species

Ses produits :

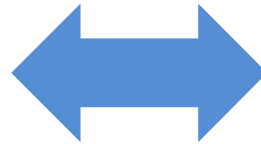
- **Actuels** : Emulsifiers, stabilizers, binding agents, surface finishing agents, microencapsulation supports
- **Potentiels** : New gum-based ingredients upon complexation with other molecules or/and fractionation



Scientific background

Origin

- tree genotypes
- environmental conditions
- soil
- recovery



Composition

- Biopolymer
- Latex particles
- protein (bulk and interface)
- lipids, flavonoids



Stability

- Storage
- Bacteria development
- Oxydation
- Enzymatic activity
- Aggregation
- Conjugation

Processing



Product properties
Quality control
New developments &
applications

~15 fte, over 10 projects, over 700 k€ investment in equipment, 2 labs specifically for exudates

The cereal program, With durum wheat as model

La filière blé dur doit faire face à des **Enjeux Actuels**

- Changement **Climatique**.
- Volatilité des **Prix**.
- Evolution des **Réglementations**.
- Réduction des impacts **Environnementaux**.

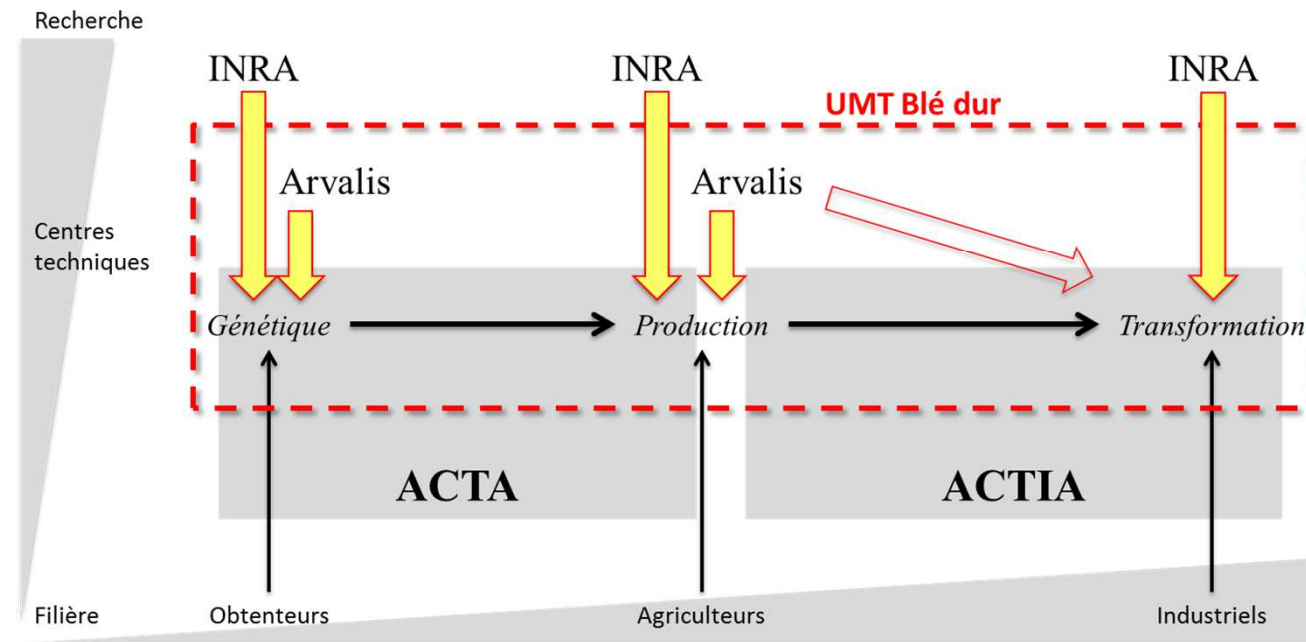


Exemple: un projet spécifique: ANR Dur-Dur

Les ambitions du projet sont fixées pour différents niveaux de la filière :

- Réduction des quantités d'**Engrais Azotés** = **-25%**
- Réduction des **Pesticides** à l'échelle des rotations ("*Ecophyto 2018*") = **-50%**
- Réduction des **Consommations Energétiques** des procédés = **-20%**

Une UMT : ACTA - ACTIA



Un autre projet: innovations dans toute la filière!

Beaucoup d'autre projets en cours ou en préparation

Qualité produit: projets bilatéraux avec l'industrie (Panzani, General Mills, etc.).

Produits traditionnels: Projets EU (le nouveau projet TRAFOON, BarleyBoost).

Diètes – santé: Projets avec d'autres UMR (par ex protéines-santé).

Sécurité alimentaire: projets en préparation (GloFoods, Surfood ; UMR Innovation/QualiSud).

~20 fte, over 10 projects, 1 national platform, 1 UMT, coordinator 'durum wheat chain'

The bio-refinery program, Focus on: polyphenols and lignocellulose



Enjeu sociétal

Utilisation des **agro-ressources** : un enjeu majeur pour le remplacement des réserves fossiles pour la production d'**énergie**, de **matériaux** et de **produits de synthèse**.

- ➔ développement et la maîtrise de procédés de **bio-raffinerie (sec?)**
 - **éco-efficients** et intensifiés,
 - **diminuant les impacts** sanitaires et environnementaux causés par les produits de l'industrie pétrochimique
- ➔ Intégration de connaissances sur les **propriétés** de la **matière première** et des **produits** recherchés, et sur les **contraintes** chimiques, physiques et biologiques s'appliquant aux **procédés**

Les bioressources

Réunion Eco Science Park-Sept. 2014

Des dizaines de milliers de structures moléculaires dans le monde végétal et microbien
Plus de 30% du carbone renouvelable

Les produits

■ Actuels

■ **Matériaux** (prépolymères et durcisseurs pour résines thermodurcissables, polymères thermoplastiques, composites ; colles et adhésifs ; vernis)

■ **Biomolécules** actives pour la cosmétique, la santé, les plantes (phénolipides antifongiques, antioxydants, biostimulants)

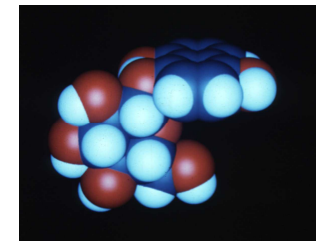
■ **Synthons** pour la chimie fine

■ Potentiels

■ Molécules à propriétés **technologiques** (émulsifiants, chélatants, lubrifiants, colorants...) **et à fonctions biologiques**

■ Composants **électroniques organiques** (biocapteurs, bioconducteurs, biocristaux liquides, OLED...)

■ **Biomatériaux et écomatériaux / espace de vie du futur**



Les enjeux

La question sociétale

- Comment **diminuer les impacts** sanitaires et environnementaux causés par les produits d'origine pétrochimique ? En particulier, quelles réponses pour les molécules à cycle aromatique (bisphénol A..), les hydrocarbures ?
- Comment se réapproprier les filières de **production** et **l'innovation** à l'échelle régionale ? Y compris au niveau du citoyen, lui-même acteur dans l'élaboration de nouveaux produits

Le marché/ les innovations potentielles

- 9 Mt de phénol pétrochimique, principalement pour la production de plastiques et résines
→ marché de **substitution** (BPA...)
- Composés phénoliques végétaux : >30% du carbone renouvelable
→ **valorisation** des produits et co-produits agricoles
→ **procédés et produits innovants** exploitant la biodiversité moléculaire naturelle

La question scientifique et technologique

- Comment explorer et exploiter la **biodiversité** des composés phénoliques ?
Découvrir de nouveaux **mécanismes fonctionnels** / la base de leurs propriétés & réactivité
- Quels **procédés** d'extraction, de transformation, de production, de fonctionnalisation ?
Développer des outils innovants en **biocatalyse** et biotransformations

LA PLATEFORME

Nos plateformes



Fermentation & technologie
enzymatique



Technologies de
fractionnement et
séparation

*Plateforme
nationale:
1 équipe, 1
responsable
(pour les axes,
prestations de
service, soutien
étudiants, CNUE-
stratégie, ...)*

Science de
l'Information +
'centre' de calcul

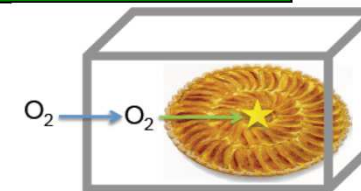


Structuration

Outils
spectroscopiques
et analytiques



Emballages



*PlantLipolGreen
International; 1 coordinateur*

Organisation technique de la plateforme TPV

Plateforme de fractionnement des céréales & des agro-ressources

-Plateau de fractionnement des céréales par voie sèche

Equipements : semoulerie pilote; moulins à cylindres; moulins à meules; tamiseurs; sasseurs; dégermeurs; décortiqueurs; trieurs

-Plateau de raffinerie sèche des agro-ressources végétales

Equipements : broyage ultrafin; broyage à boulets; cryogénique; impact; centrifuge; jet d'air; tamisage forcé; turbo-séparation; tri électrostatique

Plateforme de structuration des matériaux alimentaires & non-alimentaires

-Plateau de structuration des matériaux et des produits céréaliers

Equipements : malaxage; pétrissage; extrusion; presse à pâtes; roulage couscous; laminage nouilles asiatiques; séchage; cuisson; vapeur & micro-ondes

-Plateau de mise en forme de biomatériaux et emballages

Equipements : malaxage; extrusion bi-vis; casting; presse chauffante

Plateau de caractérisation des agro-ressources & produits

-Caractérisation sur place des matières premières et produits permettant de piloter les procédés

Exemples : microscopies; dosage minéraux et H₂O; BET; rhéologie des poudres

Produits de la plateforme TPV : ex. prototypes

2005 **Trieur tribo-électrostatique** (UE Healthgrain)



2005 **Broyeur cryogénique** (UE Healthgrain)



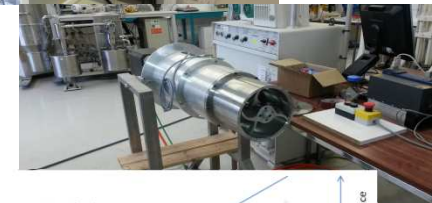
2011 **Réacteur polyvalent** de prétraitement (3BCAR)



2012 **Trieur électrostatique** à effet couronne (3BCAR)

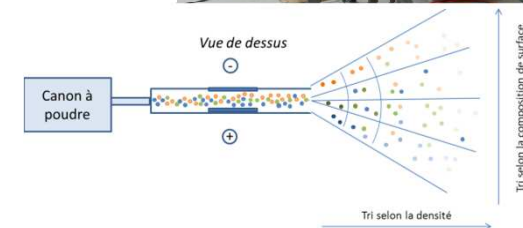


2014 **Broyeur** dédié à **l'énergie de broyage** (ANR Stockactif)



2014 **Trieur aéro-électro-dynamique** (3BCAR)

2015 **Electro-filtres** à micro/nano particules (3BCAR)





« CEPIA » division

Science and engineering For food and bio-products

Monique Axelos
Michael O'Donohue

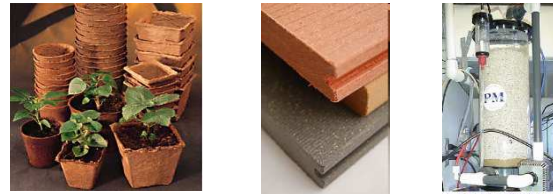
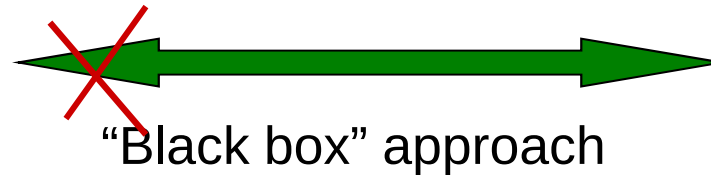


Genetics and breeding



- Variability
- Plant engineering

Science and processing



Consumers

- Health Benefits
- Food Safety
- Sensory Quality
- Sustainability of a biobased economy

Foods, Materials, Polymer, Molecule, Energy

Integrated approach to construct quality

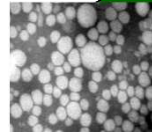
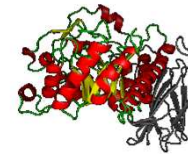
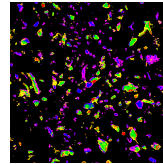
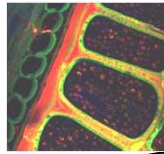
Genetics and breeding

Science and Processing

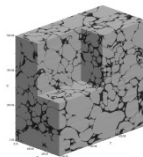
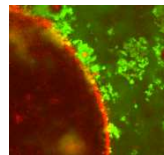
Consumers



- Variability
- Plant engineering



**Composition – process –
structure - functionality ?**

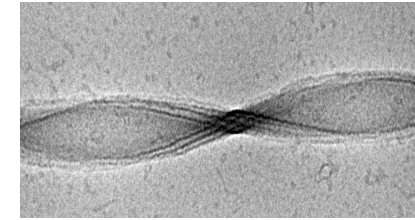


- Health Benefits
- Food Safety
- Sensory Quality
- Sustainability of a biobased economy

- **Different spatio-temporal scales**
- **Modeling** → **risk assessment**
- **novel technologies**

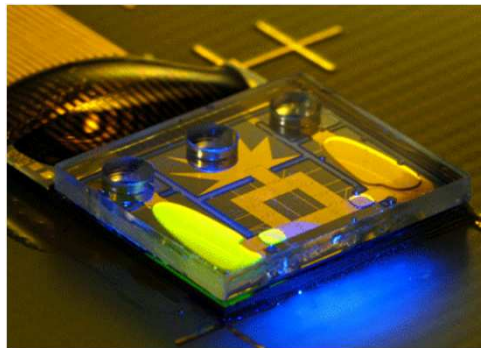


Topics of interest (1)



Nanotechnology: application for biobased applications

- Design of natural polymer-, protein-, or lipids-based nano devices for smart delivery
- Development of *food* nano-composite
- Nanosensor to detect allergen (high throughput screening)
- Nano-particles in packaging



Topics of interest (2)

Biocatalysis & (Dry) Bio-refinery

Complexity of process-structure-function relationships

Vegetable proteins for food and non-food applications

.... And many more