

De l'usage des systèmes sectoriels d'innovation dédiés à la transition vers l'usage des ressources renouvelables : le cas de la chimie doublement verte (C2V)

Equipe

N. Béfort (FARe, REGARDs), M. Nieddu (REGARDs), F.D. Vivien (REGARDs), E. Garnier (REGARDs), C. Bliard (ICMR), B. Kurek (FARe), A. Youssef (REGARDs)

**Ce travail qui n'engage que les auteurs,
a bénéficié d'une aide de l'Agence Nationale de la Recherche
portant la référence ANR-09-CP2D-01-01**

Une approche interdisciplinaire

- Des questions génériques :
 - 1) Des chimistes aux économistes
 - 2) Des économistes aux chimistes

Quelles sont les conditions théoriques pour mener la transition? (1/2)

- Le *Transition Management* (Geels, 2010, Smith & *al.*, 2010 ; Nill & Kemp, 2009)
 - 1) Identification d'une technologie victorieuse
 - 2) La science permettra de trouver toutes les solutions
 - 3) Et de créer des technologies vertes
 - 4) Séquence d'exploration/sélection

Quelles sont les conditions théoriques pour mener la transition? (2/2)

- Deux problèmes :
 - 1) Identifier le point de départ
 - 2) Il n'existe pas d'innovations environnementales *per se* (Kemp, 2008)

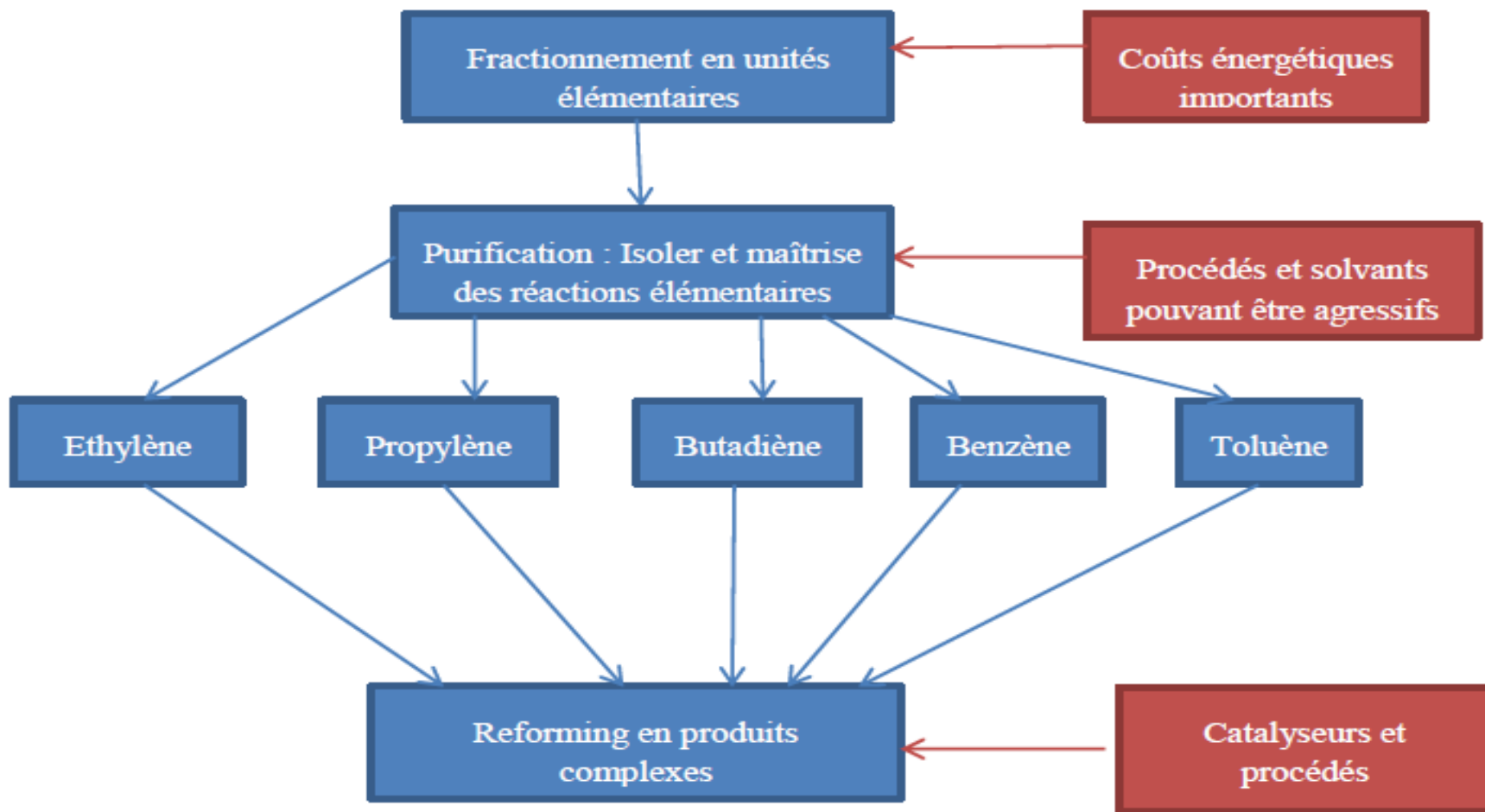
Le choix d'une démarche compréhensive

- Analyse de la littérature et veille documentaire
- *Focus groups* et entretiens
- Deux faits stylisés mis en discussion...
- ...desquels émergent de nouvelles questions, liées à une réflexion sur les deux philosophies de la chimie

Problématique et plan

- L'introduction du végétal modifie-t-il le travail de production de connaissances des scientifiques?
- Plan
 - 1) Déstructuration *vs* Extraction
 - 2) Une évolution de la problématique
 - 3) La diversité des communautés

Déstructuration vs. Extraction : le paradigme de la chimie moderne



Déstructuration vs. Extraction

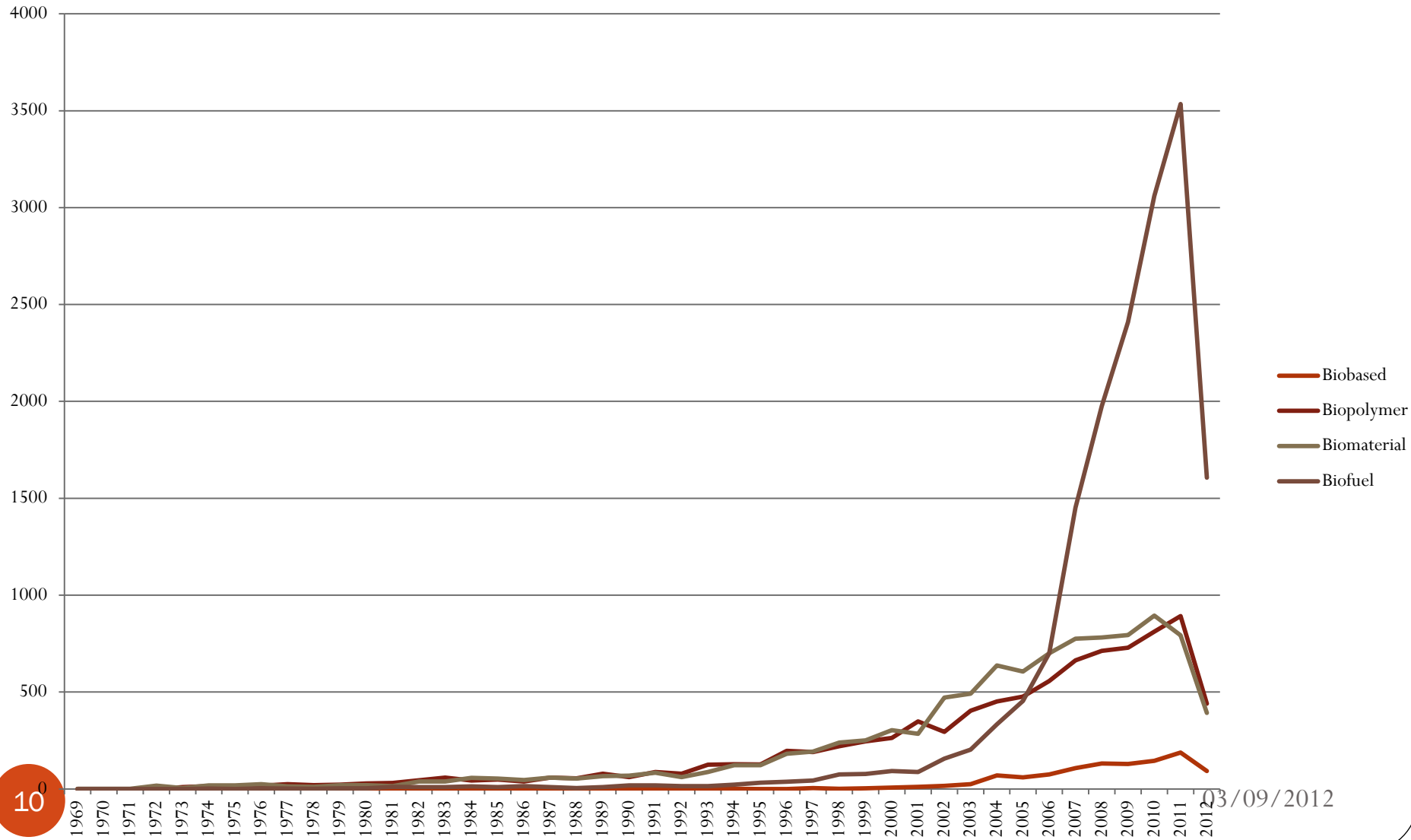
- Réduire le végétal à de grands intermédiaires ?
 - La différence entre le pétrole et le végétal (Nieddu, 2011)
- ⇒ Exploration de sentiers afin d'extraire les fonctionnalités de la plante ? Mobilisation d'héritages issus de l'oléochimie et de l'agroalimentaire
- ⇒ Substitution terme à terme vs. nouvelles filières

2. Une évolution de la problématique : un test dans la littérature scientifique

- L'existence de trois périodes
- L'absence de revues majeures et une large diffusion de la thématique de la chimie du végétal

+ une évolution sémantique?

2. Évolution du nombre d'articles en fonction des mots-clés



2. Une évolution de la problématique : l'absence de revues majeures

Nom des revues	Nombre d'articles
Renewable & sustainable energy reviews	77
Current opinion in biotechnology	70
Biofuels	64
Biotechnology advances	38
Biofuel, Bioproducts & Biorefining	38

Les cinq revues concentrant le plus d'articles pour le mot-clé *biofuel*

2. Une évolution de la problématique : monographies de revues

- Sélection de revues représentatives des champs concernés et test avec les mêmes mots-clés
- Croissance récente dans les revues
- H : Mobilisation des outils disponibles au sein des communautés

3. Les héritages productifs

- Des ressources communes qui doivent être produites ou identifiées comme telles
- Préservées au cours du temps
- Pour que les acteurs puissent se coordonner (Nieddu, 2007)

=> Identification de quatre héritages productifs

3. Les héritages productifs

PH1 – Déconstruction thermique radicale en chaînes C1- C2	Pyrolyse et thermochimie de la biomasse en syngas et reforming à partir de ces syngas
PH2 – Déconstruction radicale biotechnologique pour des C2 – C10	Transformation enzymatique de la biomasse en petites molécules, dites synthons, building blocks pour des polymères chimio-synthétiques (ex. PLA PHA)
PH3 – Extraction de macromolécules contenant un principe actif C5-C30 (par exemple : oléchimie) et transformations chimiques limitées de celles-ci	Utilisation de synthons existants à l'état naturel (ex. acides gras modifiés pour polymères)
PH4 – Déconstruction limitée aux grands composants Cx-Cn, et « fonctionnalisation »	Utilisation des grands composants de la plante et de leur complexité en utilisant des procédés innovants (ex. extrusion réactive, amidons modifiés, « whole plant process »)

3. Les héritages productifs :

Thermochimie (HP1)

- Opportunités

- 1) Intégrable facilement dans la structure de la pétrochimie
- 2) Pas de changement dans la chaîne de valeur

- Contraintes

- 1) Grandes unités de production
- 2) Grandes quantités de matières premières
- 3) Compétition avec les usages alimentaires

⇒ Intégration du « nouveau » dans « l'ancien »

⇒ Maintien du problème de soutenabilité

3. Les héritages productifs :

Biotechnologie (HP2)

- Opportunités

Intégrable dans les industries de l'alimentaire, du papier et des fibres

- Contraintes

1) Intégration des co-produits alimentaires et valorisation de l'intégralité de ces derniers

2) L'échelle de production est déterminée par les coûts logistiques

3) Gestion des eaux usées

=> Développement sur le principe de la « symbiose de Kalenborg »

3. Les héritages productifs :

Déconstruction limitée (HP3)

- Opportunités

- 1) Développement dans le cadre de l'industrie alimentaire existante
- 2) Valorisation des co-produits
- 3) Biodégradable

- Contraintes

- 1) Compétition avec les usages alimentaires
- 2) *Process* dépendent de la disponibilité des ressources
- 3) Logique de substitution avec les produits existants

3. Les héritages productifs :

Fonctionnalisation (HP4)

- Opportunités

- 1) Faibles coûts énergétiques
- 2) Absence de solvants
- 3) Utilisation limitée de l'eau

- Contraintes

- 1) Opposition à la chimie traditionnelle
- 2) Petites unités de production
- 3) Diversité de ressources

3. Les héritages productifs

- Au sein de chaque voie, les scientifiques
 - 1) travaillent la soutenabilité économique et écologique des technologies
 - 2) développent des logiques de soutenabilité propres
- Chacune de ces voies sont en concurrence les unes avec les autres

Conclusion et discussion

- De multiples éléments de diversité
 - Portés par des communautés, défendant des héritages productifs
- ⇒ Plaide en faveur de l'idée selon laquelle les apprentissages se font au voisinage des *trajectoires existantes*
- ⇒ Renforce le rôle des institutions : préserver la diversité des trajectoires?

Merci de votre attention!

Zone d'activité "Les Sohettes"

Site de Bazancourt - Pomacle

POSITIONNEMENTS ET SYNERGIES

- 1 synergie EAU : Récupération de Condensat**
50 000 m³ de condensats excédentaires utilisés par Chamtor pendant la campagne.
Avantage : moins de prélèvements dans la nappe phréatique et récupération d'énergie.
- 2 synergie VAPEUR**
Un secours vapeur réciproque.
Avantage : fabrication des outils industriels.
- 3 synergie EFFLUENTS**
EPURATION - STOCKAGE - EPANDAGE
Avantage : Maîtrise et approche globale agronomique.
- 4 synergie PRODUITS**
Les produits ou coproduits de l'un sont les matières premières de l'autre.

- 5 synergie R&D**
Des programmes de recherche décidés en coopération par les agro-industriels actionnaires de A.R.D.
- 6 synergie ENERGIE**
Production de bioéthanol à partir de coproduits betterave / blé.
* Synergie Energie : utilisation de la vapeur produite par cogénération
** Synergie Energie : production de bioéthanol
- 7 synergie ORGANISATIONNELLE**
Dans le cadre du pôle de compétitivité I.A.R., se sont mises en place des synergies organisationnelles : Assistance à la construction et à l'exploitation des installations et programmes de formation.
- 8 synergie FORAGE**
Production d'eau brute.

