
L'innovation technique : un nouveau paradigme pour le développement soutenable ?

Franck-Dominique Vivien
Université de Reims Champagne Ardenne

Plan

- I. Le débat économique des années 1990 : « soutenabilité faible » *versus* « soutenabilité forte »
 - II. Le débat depuis les années 2000 : le développement soutenable : un problème d'innovation technique ?
 - III. Un exemple de transition technologique : la chimie verte
-

I. Le débat des années 1990 : « soutenabilité faible » *versus* « soutenabilité forte »

- Modèle de **soutenabilité faible**
 - Le bien-être est mesuré – entre autres - par le revenu par tête. Comment faire pour que ce niveau de bien-être soit maintenu d'une génération à l'autre ?
 - Epargner et investir (accumuler du capital) pour produire des biens et des services et **transmettre ce stock de capital** aux générations futures.
 - Le capital est constitué de différents éléments, qui peuvent **se substituer** les uns aux autres : le « capital naturel » peut être remplacé par du capital créé par les hommes.
-

Modèle de **soutenabilité forte**

Certaines propriétés et qualités du capital naturel sont irremplaçables
=> **complémentarité** entre le capital naturel et les autres formes de capital.

Conserver un **stock de capital naturel** et le **transmettre** aux générations futures

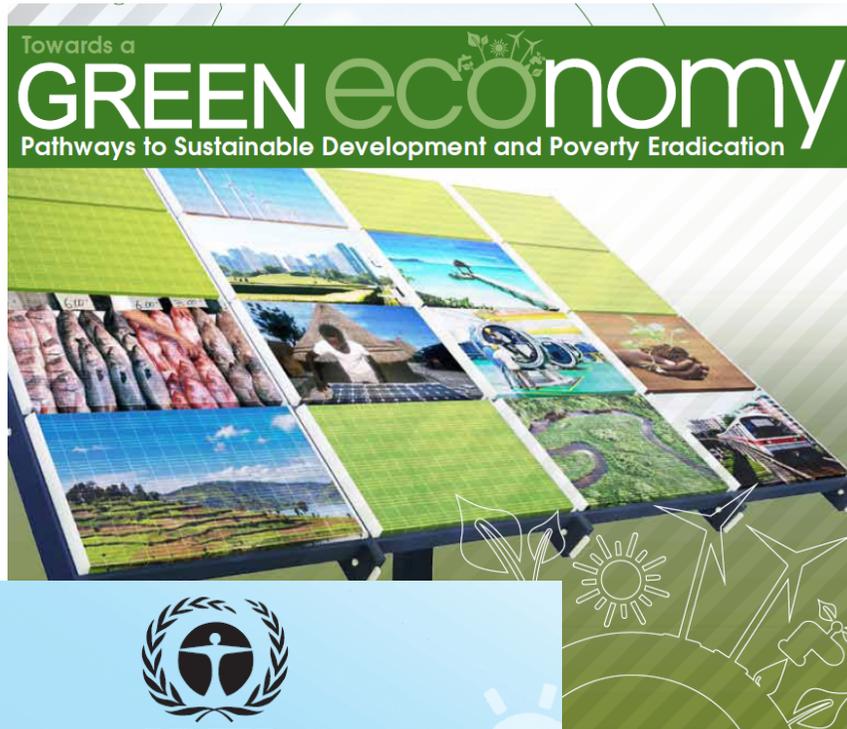
définir les éléments appartenant au « capital naturel critique »

déterminer les contraintes correspondantes – généralement sous forme quantitative (normes de rejet, de ponction...) - et leurs modalités d'application auprès des acteurs économiques.

Quid du progrès technique ?

- Un clivage qui repose notamment sur les espérances technologiques des uns et des autres.
 - Des approches macroéconomiques très abstraites... qui ne permettent pas de répondre à cette question.
 - Quid, par exemple, des « backstop technologies » dans le modèle néoclassique?
-

II. Le débat des années 2000 : le développement soutenable : un problème d'innovation technique ?



- Des travaux sur l'innovation et le développement soutenable – et, en particulier, sur l'innovation environnementale – qui se développent depuis la fin des années 1990
- L'évolution du contexte politico-économique
 - Montée en puissance des entreprises dans le développement soutenable
 - Ecologie industrielle
 - « Grande crise » depuis 2008 + plans de relance (Green New Deal)
 - « L'économie verte »

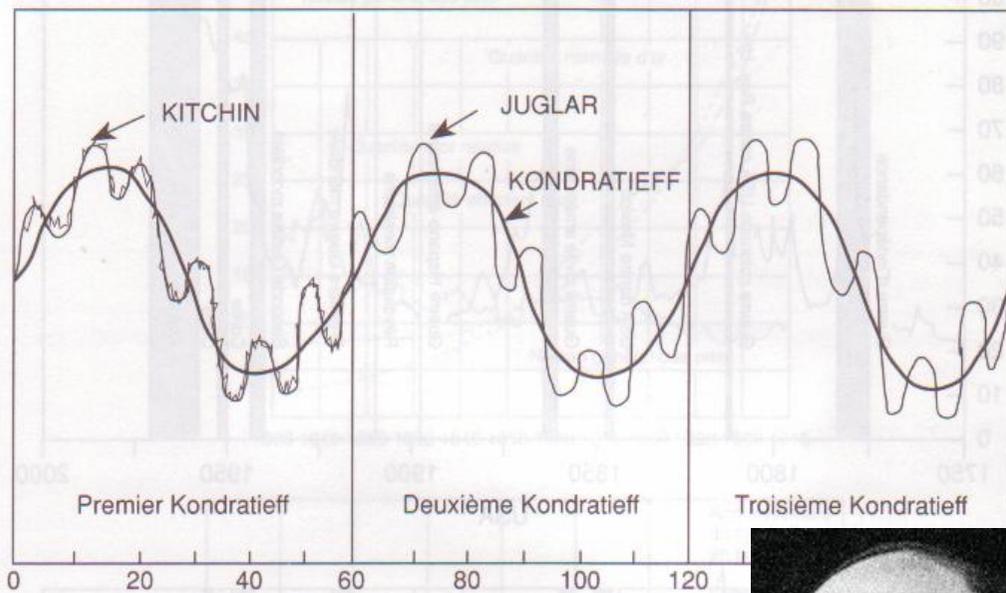


UNEP

United Nations Environment Programme

GLOBAL GREEN NEW DEAL

II.1. Le développement soutenable : un nouveau Kondratieff ?

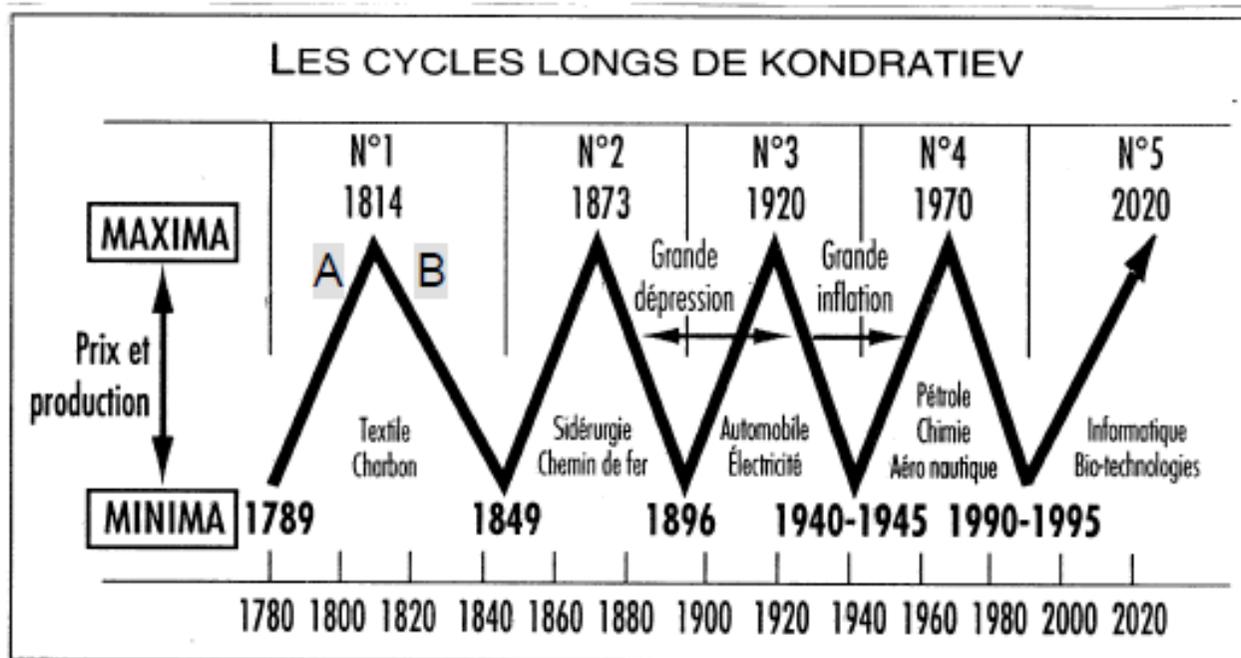


GRAPH. a. — Le schéma tricyclique de Schumpeter.
Source : Maurice W. LEE, in : *Economic fluctuations growth and stability*. R.



La référence à Schumpeter

- Différence entre croissance et développement
- Rôle central de l'entrepreneur
- Accent sur les grappes d'innovations
- Une théorie des cycles économiques



in, *100 fiches pour comprendre les sciences économiques*,
M. Montoussé, D. Chamblay, Bréal, 1996.

- Depuis la crise des années 1970 : l'attente d'un nouveau Kondratieff
- Le développement soutenable : un 5ème Kondratieff ?

Le développement soutenable : un nouveau Kondratieff ?

- Beaucoup de questions en suspens (cf. courant néo-schumpetérien : Nelson & Winter, 1982 ; Dosi, 1982) :
 - Schumpeter ne s'intéresse pas à la genèse des innovations.
 - Des innovations en continue (la rupture technologique n'est pas le cas courant).
 - Des travaux sur développement soutenable et transition technologique (Kemp & Soete, 1992 ; Kemp, 1994...), qui deviennent de plus en plus nombreux dans les années 2000 (Rennings, 2000).
-

II.2. Un nouvel objet d'analyse : l'innovation environnementale

■ Définition

- « the production, assimilation or exploitation of a product, production process, service or management or business methods that is novel to the organization (developing or adopting it) and which results, throughout its life cycle, in a reduction of environmental risk, pollution and other negative impacts of resources use (including energy use) compared to relevant alternatives. » (MEI Report, 2008, p.4)

■ Problèmes :

- Une évaluation relative à une autre technologie
 - Effet pas obligatoirement volontaire
 - Effet mesuré a posteriori
 - D'éventuels « Effets-rebond »
-

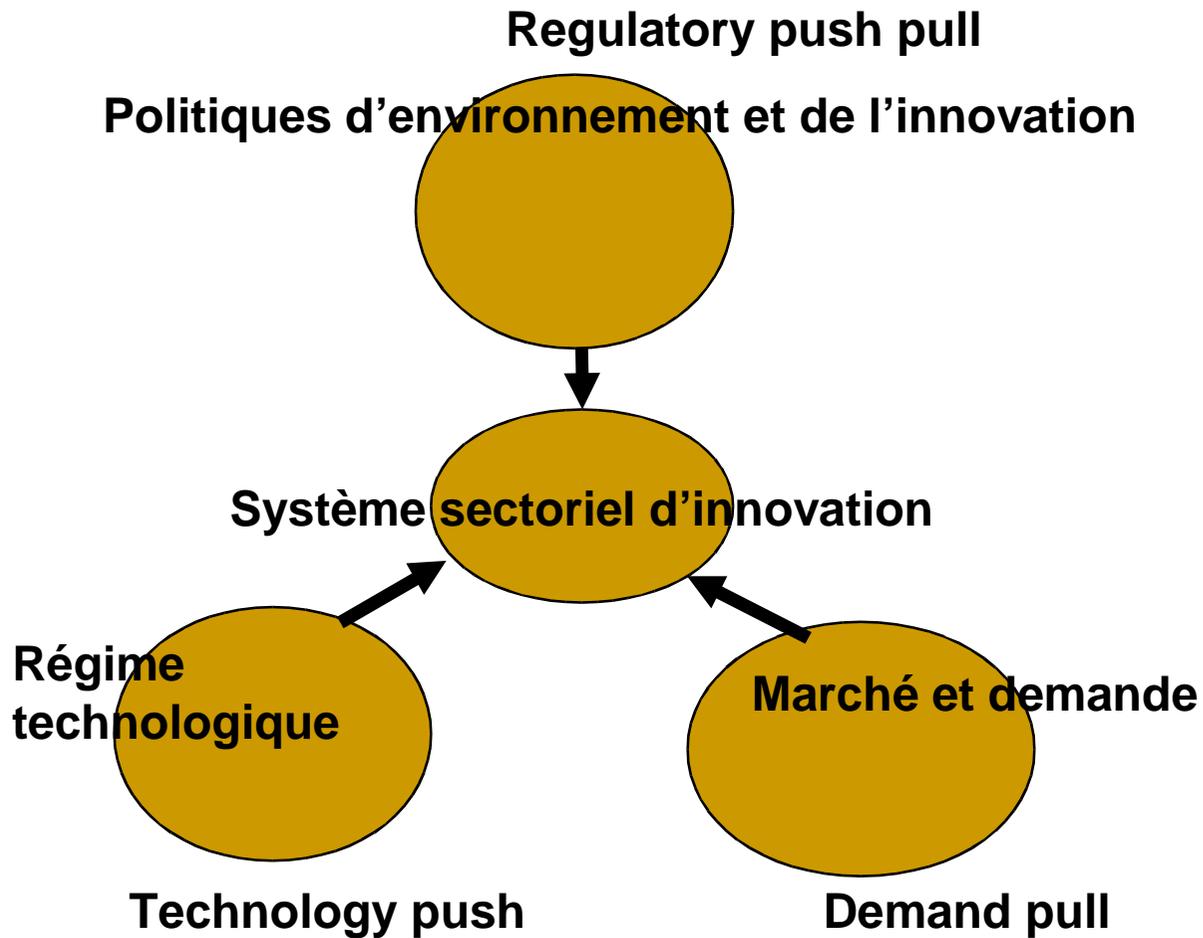
Un nouvel objet d'analyse : l'innovation environnementale

- **Typologies :**
 - **Guérir ou prévenir ?**
 - Technologies curatives ou additives (« end of pipe »)
 - Technologies préventives (éco-conception)
 - **Une modification à la marge ou une rupture technologique ?**
 - Innovation incrémentale (ajout à un processus de production existant),
 - Innovation radicale (saut technologique),
 - Innovation systémique (grappe d'innovations radicales en interrelation)
- Une liaison entre les deux distinctions ?
 - Curatif = incrémental ? Eco-conception = radical ?
- Le développement soutenable grâce à des innovations préventives radicales (≠ technologies curatives et incrémentales des années 1970/1980)

II.3. La question de la transition vers la soutenabilité

- L'innovation technique : une logique systémique
 - « **Technology push** » : l'émergence de nouveaux **paradigmes scientifiques** (base de connaissances, opportunités technologiques, conditions d'appropriation et d'accumulation des connaissances).
 - « **Market pull** » : une **demande croissante de « produits verts »** (préférences des consommateurs, élasticité de la demande, taille du marché, segmentation du marché...)
 - « **Regulatory push** » (ou « **regulatory push pull** ») : **des incitations institutionnelles à produire des innovations environnementales** => « hypothèse de Porter » (1995) : normes environnementales, politiques d'aide à la R&D, programmes publics de recherche, coopération public/privé...

L'approche par les systèmes (sectoriels et/ou nationaux) d'innovation



- L'accent sur le **régime technologique** ou paradigme technologique
- Trois ensembles de déterminants en interaction pour expliquer le **système sectoriel d'innovation**

Le « transition management »

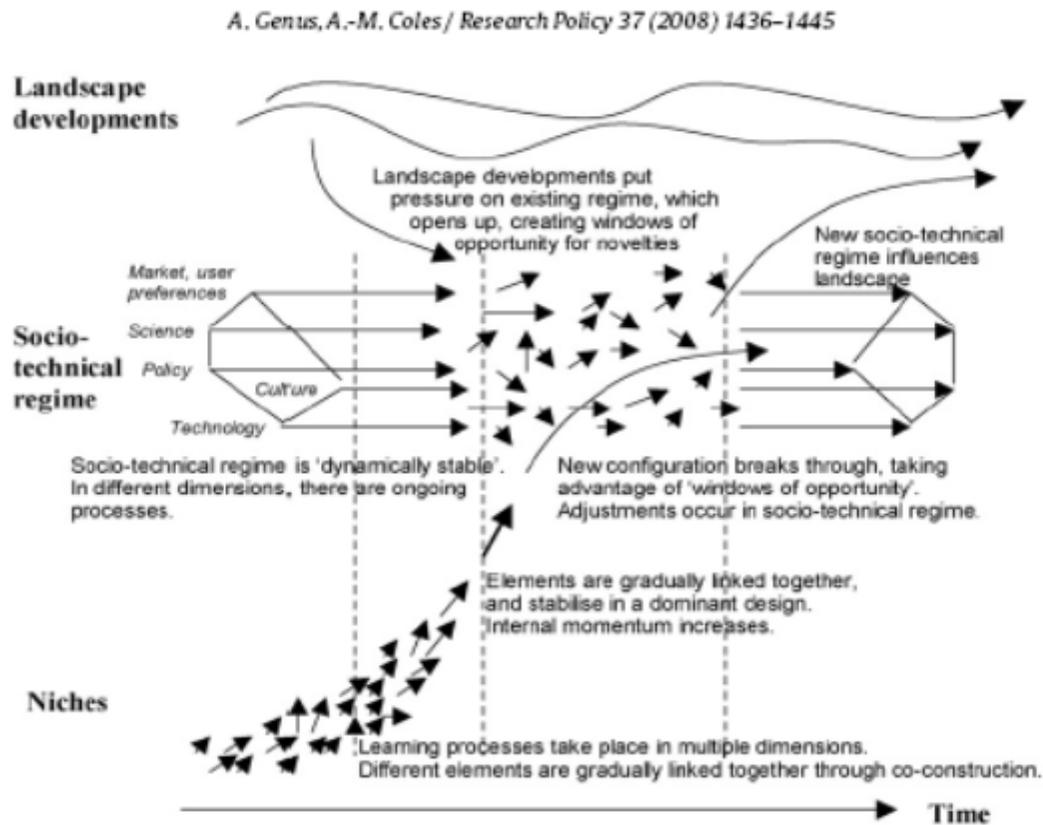


Fig. 2. A dynamic multi-level perspective on system innovations. Adapted from Geels (2004).

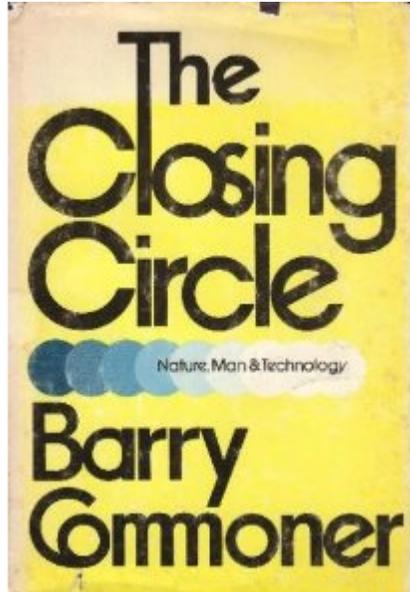
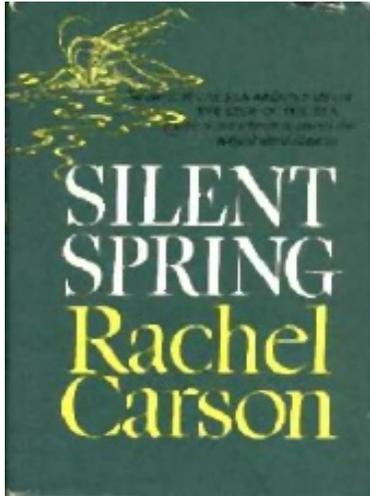
- Le passage (idéal) d'un régime socio-technique à un autre : un **design dominant** s'impose après une phase d'exploration des possibles
- Une **perspective multi-niveaux** (niches, régime socio-technique et paysage)

III. Le cas de la « chimie verte »



- **Un cas d'innovation de rupture** : l'enjeu de la substitution du carbone fossile par du carbone renouvelable provenant de la biomasse.
- Une chimie du végétal qui serait respectueuse de l'environnement : **une chimie « doublement verte »** ?

III.1. Genèse et institutionnalisation d'une chimie « doublement verte »

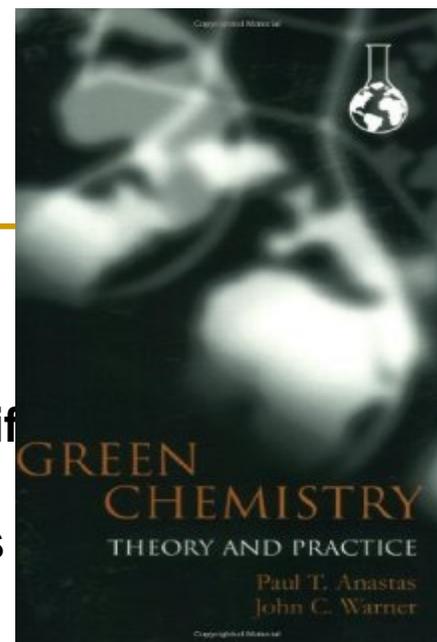


**A/ La « green chemistry » :
une chimie plus sûre et
plus respectueuse de
l'environnement**

- Pollution Prevention Act (1990) : éviter la pollution coûte moins cher...
- Ecologie industrielle
- Une approche du type « engagement volontaire » (RSE + Responsible Care)
- Sessions « green chemistry » organisées par EPA lors des Congrès de l'American Chemical Society (1993, 1994)
- REACH (1998-2006) : une approche réglementaire

Les 12 principes de la « chimie verte » : une normalisation non contraignante

1. Prévention : limiter la pollution à la source plutôt que devoir éliminer les déchets
2. Économie d'atomes : optimiser l'incorporation des réactifs dans le produit final
3. Conception de synthèses chimiques moins dangereuses utilisent et conduisent à des produits peu ou pas toxiques
4. Conception de produits chimiques plus sûrs : efficaces et moins toxiques
5. Réduction de l'utilisation de solvants et d'auxiliaires
6. Réduction de la dépense énergétique
7. Utilisation de matières premières renouvelables au lieu de matières fossiles
8. Réduction des produits dérivés qui peuvent notamment générer des déchets
9. Utilisation de la catalyse
10. Conception des substances en intégrant leur mode de dégradation finale
11. Mise au point de méthodes d'analyse en temps réel pour prévenir la pollution
12. Développement d'une chimie sécuritaire pour prévenir les accidents, les explosions, les incendies et les rejets



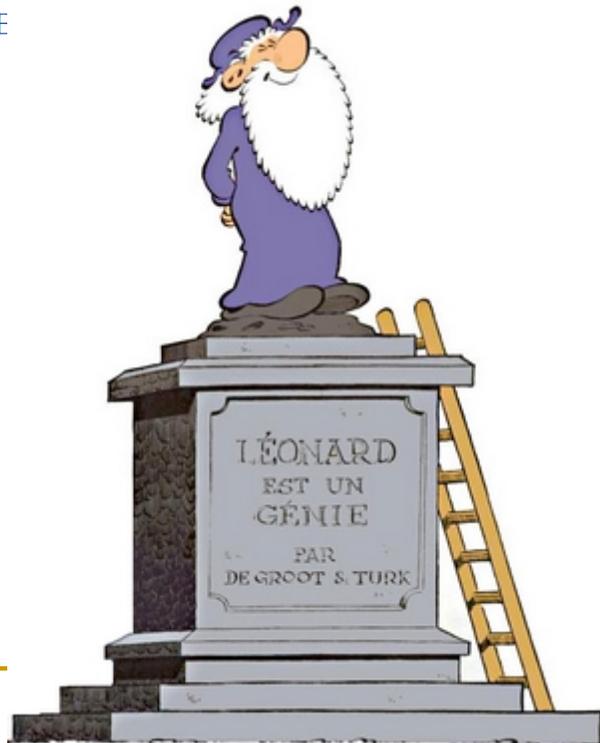


- **B/ Une chimie biosourcée pour écouler les excédents agricoles**
- mi-1980's, stratégie de « valorisation agricole non alimentaire » (VANA) + concept de « raffinerie végétale »
- 1990's, promesse des biopolymères et désappointements / critères de développement durable

III.2. Des enjeux scientifiques au cœur de la transition : une « knowledge-based bio-economy »

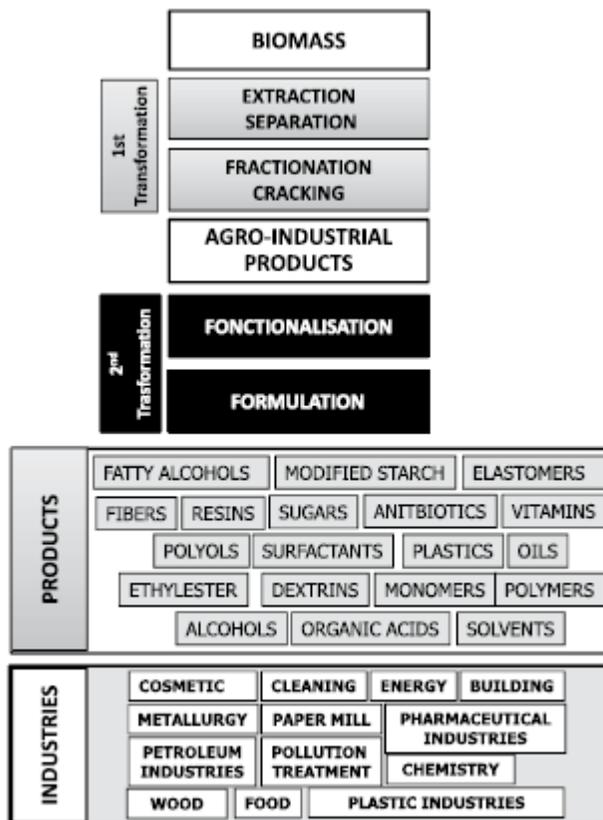
TECHNICAL REPORT SERIES

Techno-economic
Feasibility of Large-scale
Production of Bio-based
Polymers in E



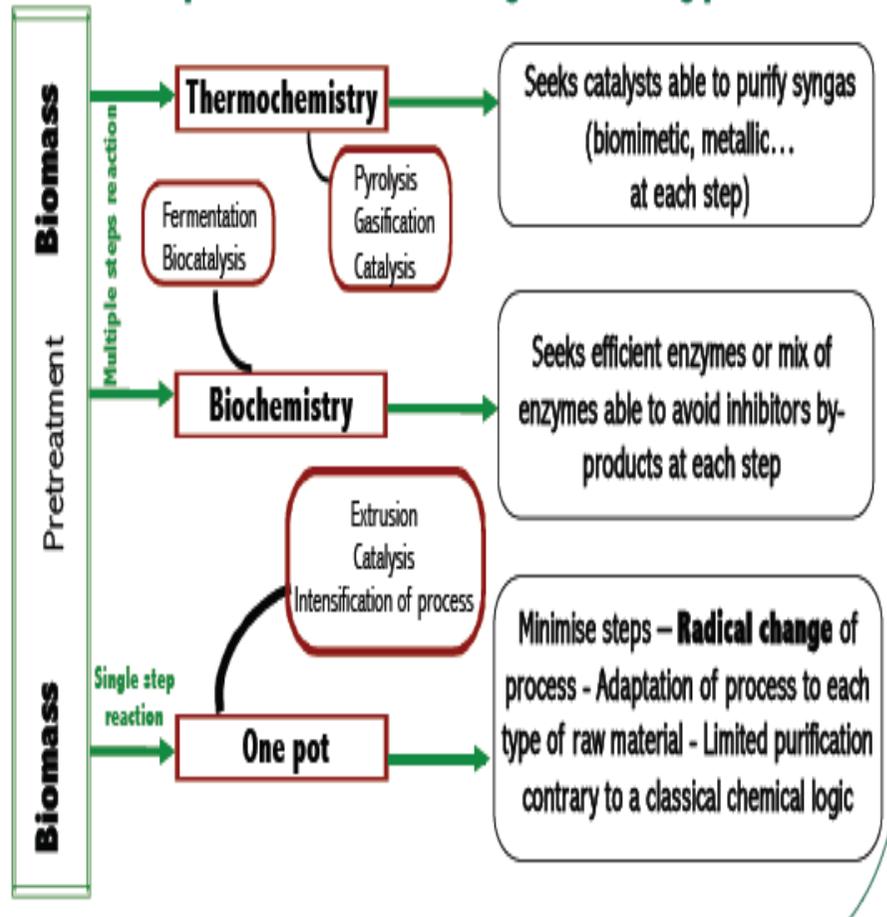
- Fin 1990's/début 2000's : **des « feuilles de route » technologiques** réalisées aux Etats-Unis et en Europe, suscitées par des acteurs agro-industriels => schéma de la **transition management**.
- **Le scientifique « héros » de la transition** : un « inventeur » et un « innovateur » environnemental dans une perspective multi-niveaux : de la molécule au système macrosocial...
- ... créant de nouvelles relations intersectorielles, jouant sur la complémentarité des techniques, ayant intégré les réalités économiques et soucieux de l'acceptabilité sociale des produits...

Un objet transitionnel : la bioraffinerie



- Une transition technologique qui s'organise autour d'un « objet intermédiaire » : la **bioraffinerie**.
- Un « **mythe rationnel** » (Hatchuel), dont il faut gérer le cycle d'espérances et de désappointements.
- La bioraffinerie traduit aussi la **division du travail** existante dans la (pétro)chimie.
- Différentes voies technologiques, correspondant à différentes bases de connaissance et à différentes stratégies d'acteurs (des **patrimoines productifs**).

4 voies technologiques en concurrence

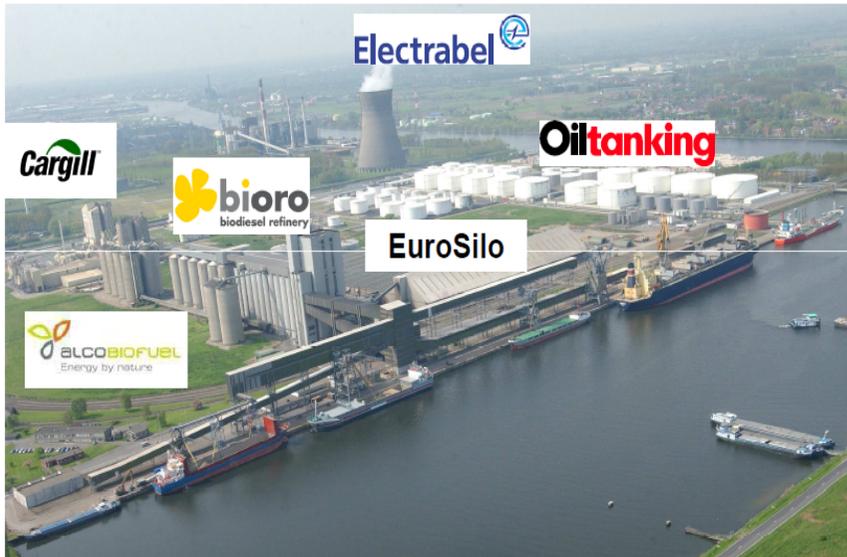


- 2 voies principales qui visent à retrouver les mêmes molécules que la pétrochimie :
 - 1/ **voie thermochimique** : fractionnement biomasse => gaz de synthèse.
 - 2/ **voie biotechnologique** : processus de fractionnement fermentaire.
- 2 autres voies qui rompent avec le cracking et cherchent à utiliser les fonctionnalités de la biomasse
 - 3/ **voie biotechnologique**: transformation chimique limitée (extraction de composés aromatiques, huiles ou acides gras)
 - 4/ **voie « one pot »** + catalyses adaptées aux biomolécules.

Deux voies principales = un modèle mimétique de la pétrochimie

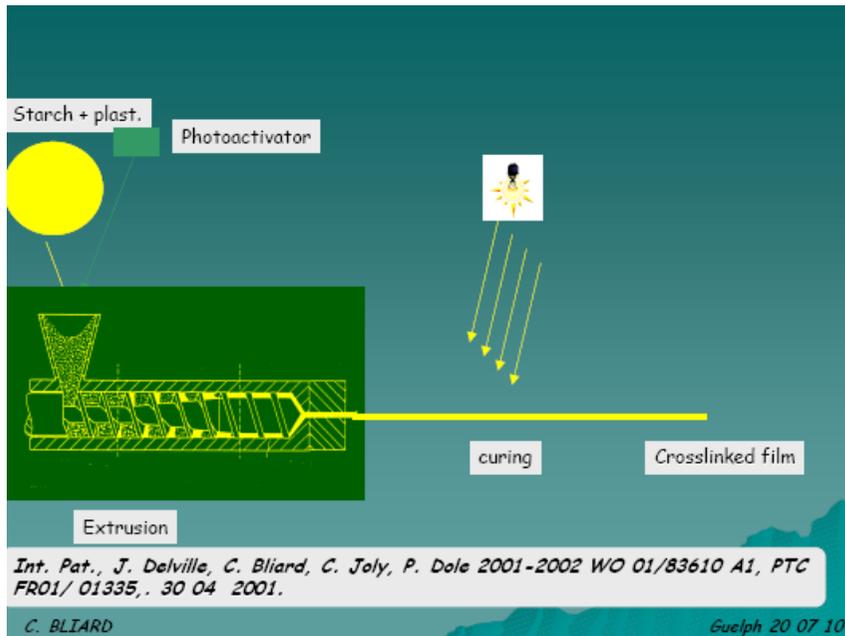
▷ Biorefinery Rodenhuizedock – Port of Ghent

BioreFuture 2009
Biorefinery Euroview BIOPOL



- Une bioraffinerie « sur l'eau »
- Des procédés « high tech »
- Une biomasse indifférenciée comme matière première
- Des échanges mondiaux
- Un modèle porté par des macroacteurs

Deux autres voies : une rupture par rapport à la philosophie et l'économie de la chimie ?



- Une bioraffinerie « des champs »
- Des unités de petite taille, spécialisées sur un type de biomasse, ancrées dans un territoire spécifique
- Des procédés économes du point de vue des autres ressources nécessaires à la production (énergie, eau)
- Des évolutions plus importantes des produits (quid du consommateur?)



Conclusion

- La transition vers l'économie verte est une thématique à la mode
- L'impossibilité de définir ex ante ce qu'est une innovation environnementale. Idem pour l'approche du « transition management » qui est une construction a posteriori.
- Avant la macroanalyse, la méso-analyse : nécessité d'adopter une approche sectorielle (attention ! Chimie verte = inter-sectoriel...)
- Importance des bases de connaissances, mais difficile de définir ce qu'est « le » paradigme scientifique qui évolue (plusieurs patrimoines productifs concurrents)

-
- Toutes les options technologiques se présentent comme des innovations radicales (mais principe de Lampedusa : « tout changer pour ne rien changer »)
 - Des « bridging technologies », des « two world technologies »... et des possibles « lock in »
 - Un maintien ou une réduction de cette diversité technologique ? Quelles politiques pour un maintien ?
-