



➤ Quels enjeux pour la gestion des biodéchets dans une perspective de bioéconomie circulaire

Anne Trémier, DR INRAE UR OPAALE, Rennes



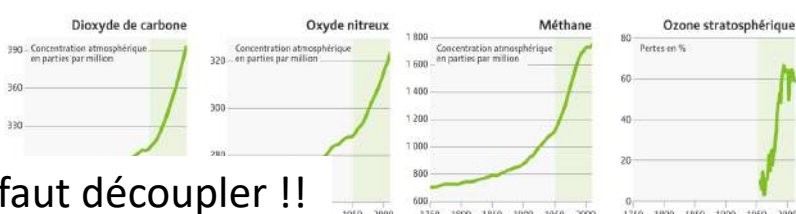
Un contexte qui appelle à penser « système »

L'anthropocène : civilisation de la consommation et de la poubelle ?

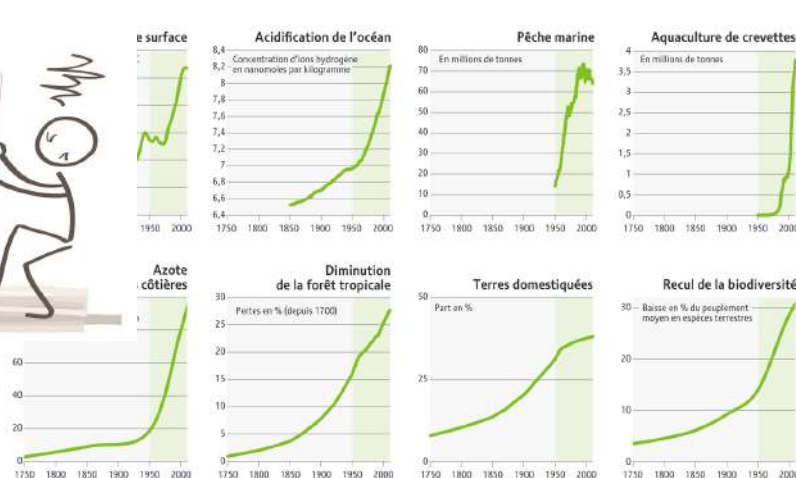
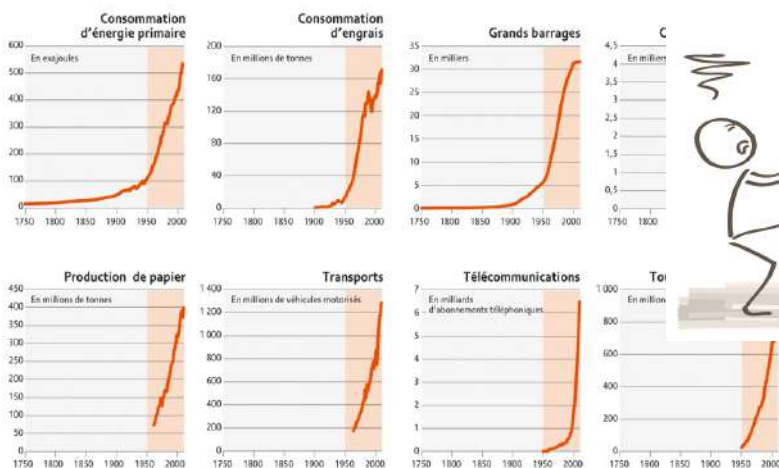
Développement socio-économique



Evolution du système Terre



Une solution possible : il faut découpler !!



Source : Will Steffen, Wendy Broadgate, Lisa Deutsch, Owen Gaffney et Cornelia Lucht, « The trajectory of the Anthropocene : the Great Acceleration », *The Anthropocene Review*, 2015 (onlines - International Geosphere-Biosphere Programme et Stockholm Resilience Centre).



Comment répondre à ce besoin de découplage ?

Bioéconomie et Circularité



M. A.V. Axelos, L. Bamière, F. Colin, J.-Y. Dourmad, M. Duru, S. Gillot, B. Kurek, J.-D. Mathias, J. Méry, M. O'Donoghue, S. Recons, V. Requillart, J.-P. Steyer, A. Thomas, S. Thoyer, H. de Vries, J. Wohlfahrt. – Réflexion prospective interdisciplinaire bioéconomie - Rapport de synthèse INRAE 2020, 70 pp. (<https://hal.inrae.fr/hal-02866076>)

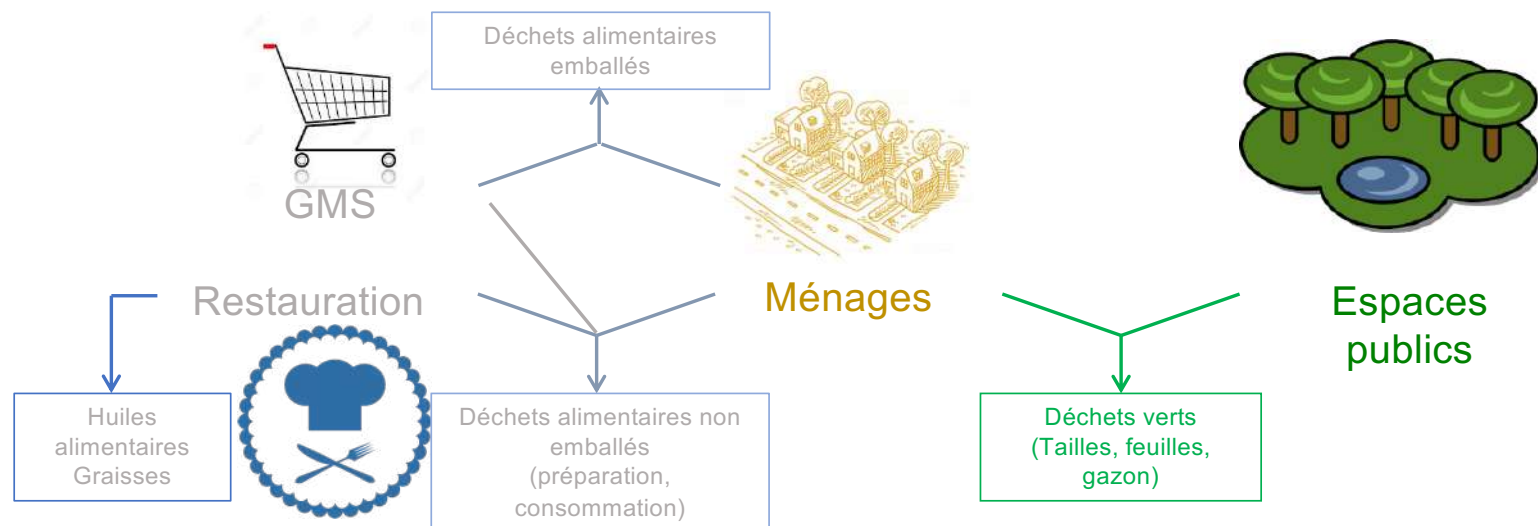
DOI [10.15454/x30b-qd69](https://doi.org/10.15454/x30b-qd69)

- Produire et mobiliser la ressource
- Optimiser la transformation : des procédés innovants et intégrés
- Organiser les flux
- Mettre en interaction réglementation – recherche – société
- Evaluer les systèmes

Biodéchets

Une « bioresource » spécifique aux multiples producteurs

Tout déchet non dangereux biodégradable de jardin ou de parc, alimentaire ou de cuisine issu notamment des ménages, restaurants, traiteurs ou magasins de vente au détail, ainsi que tout déchet comparable provenant des établissements de production ou de transformation des denrées alimentaires



La valorisation des biodéchets et des déchets alimentaires

Haut potentiel et nombreux défis

Faits (consolidables)

Biodéchets

- Europe : 114 Mt/an
- France : 23 Mt/an

Food-waste

- Europe : 59.9 Mt/an
- France : 9.4 Mt/an



Challenges

Quantification / caractérisation

Tri

Collecte

Choix des solutions de valorisation

Echelle de valorisation

...



Gaspillage : 20-30 kt de l'utilisation agricole annuelle française de P

➤ Source de matière organique et de nutriments

Matière biodégradable

➤ Source d'impacts environnementaux : 3 % des émissions françaises de GES

➤ Ressource : 500-600 NL CH₄/kg MO (déchets alimentaires) ; Source de C

Le contexte réglementaire autour des biodéchets

Entre opportunités et contraintes pour la bioéconomie

- Obligation de tri et de valorisation : des opportunités ?

- Loi Grenelle 2 :

- Depuis 2016, obligation de tri à la source des biodéchets pour les gros producteurs >10T/an puis >5t/an en 2023 + Solution de valorisation

- Loi de croissance verte

- Loi de croissance verte étendue à tous les producteurs

- Loi de lutte contre le gaspillage pour une économie

- Obligation du tri à la source pour tous les producteurs
- Réduction de 50% du gaspillage alimentaire dans la restauration collective (supermarchés, etc.) en 2025 par rapport au niveau de 2015.

- Réglementation sanitaire, prévention et contrainte

- Déchets de cuisine et de restauration
 - Risque sanitaire
 - Valorisation des déchets => SPA C3
 - Risques émergents



Un cadre pour répondre aux stratégies climat, bioéconomie, énergie

Des antagonismes possibles entre prévention et valorisation

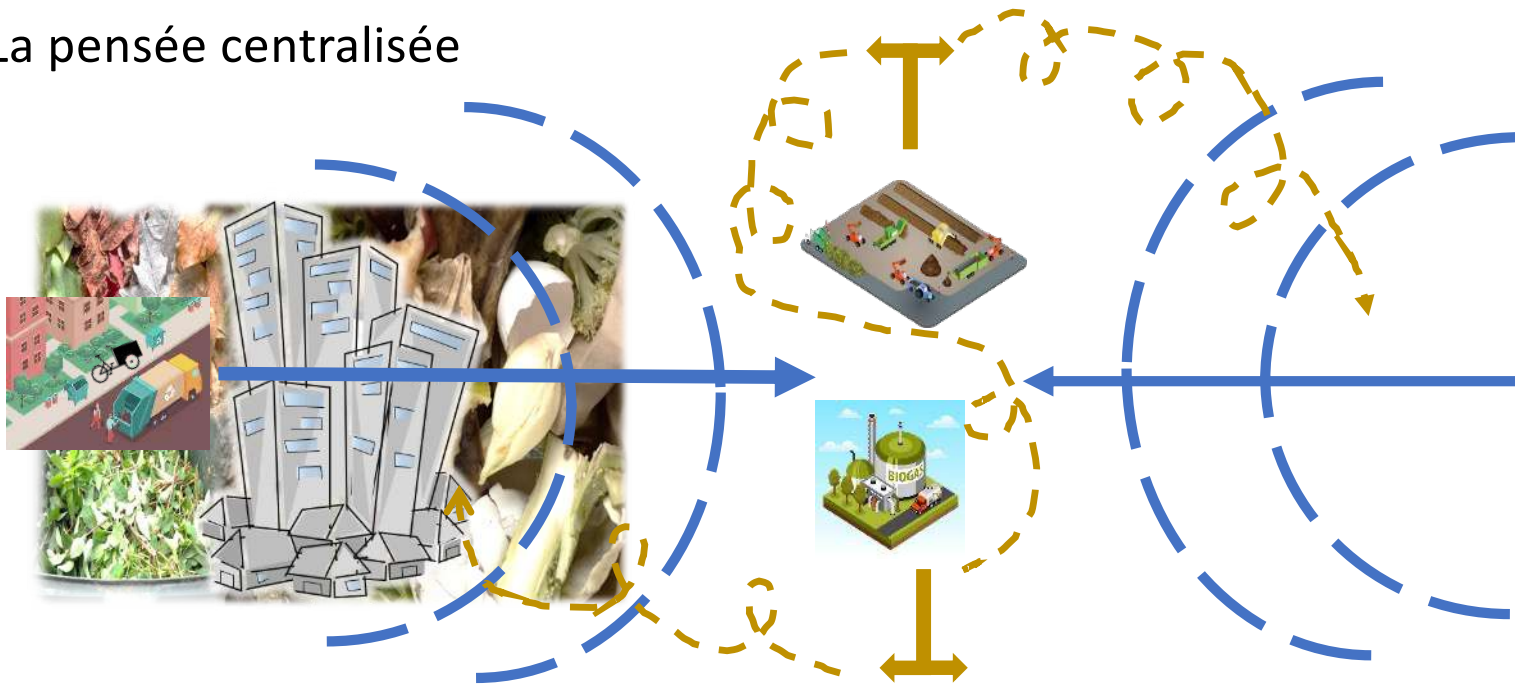
Valorisation versus risques



Modalités de gestion pour une bioéconomie circulaire des biodéchets

Des visions contrastées

- La pensée centralisée



Circularité longue distance!

Massification et rentabilité

Responsabilités claires

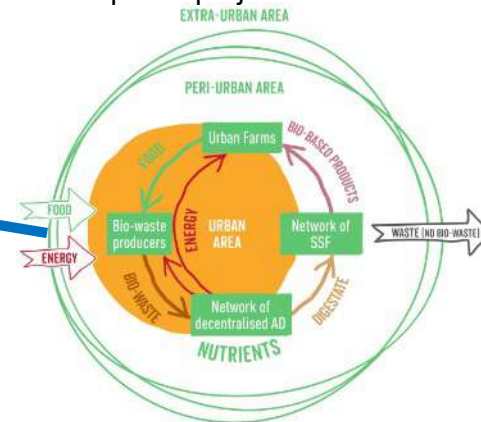
Modalités de gestion pour une bioéconomie circulaire des biodéchets

Des visions contrastées

- La pensée décentralisée



Exemple du projet DECISIVE



- **Proximité** : distance de collecte limitée / Transparence et retour sur efforts pour les utilisateurs
- **Petite échelle** : coût d'investissement limité localement / faible occupation des sols / impacts limités / flexibilité

⇒ Incitation à la prévention et au tri de qualité

⇒ Opportunité pour des transformations et des produits à haute valeur ajoutée ?

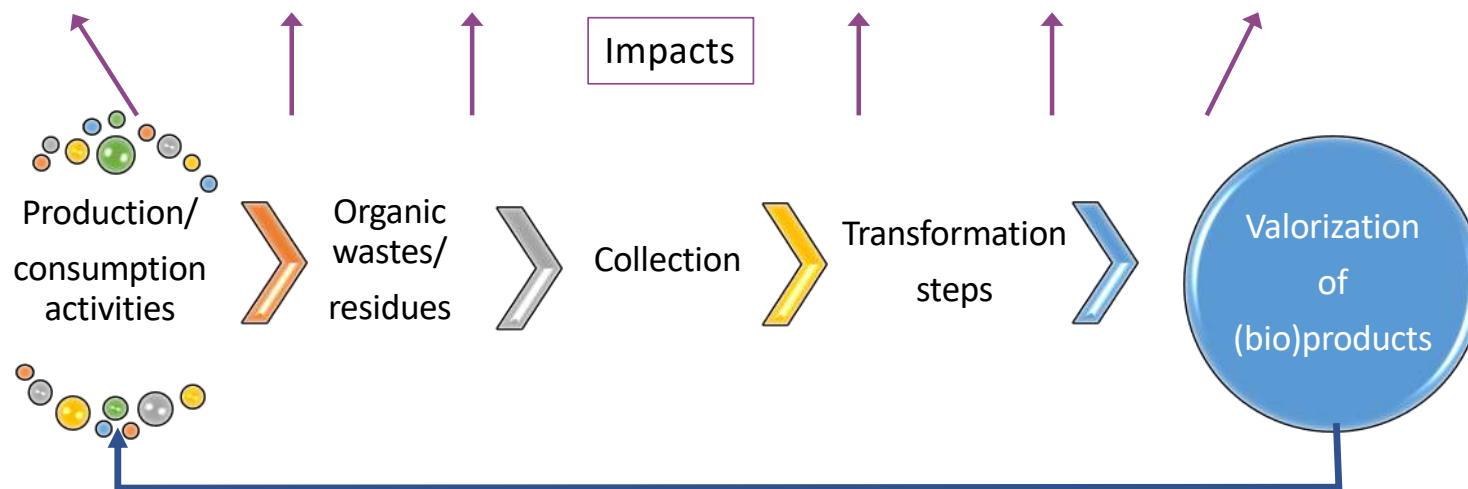
⇒ Modèles économiques ?

Aborder tous les enjeux

Une nécessaire approche systémique

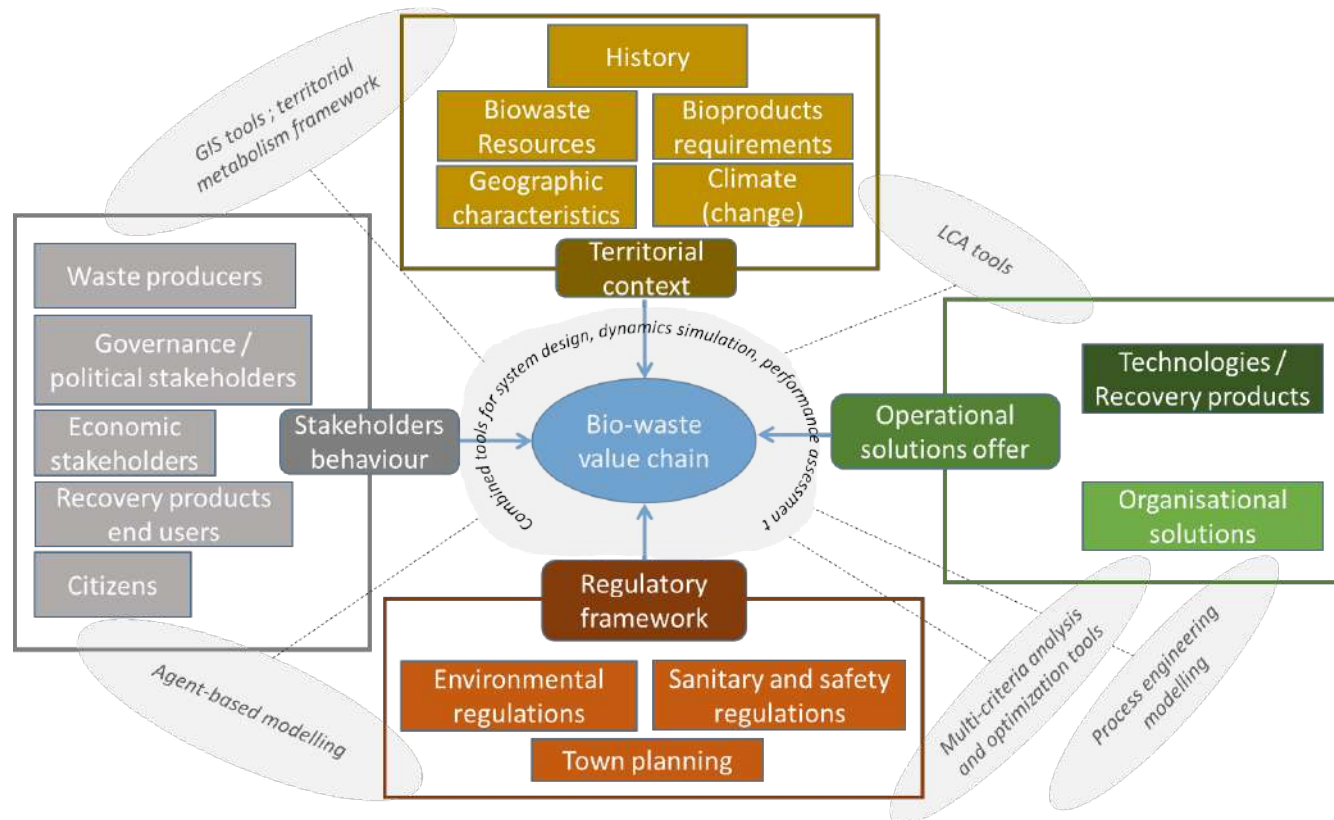
- **Système de valorisation =**

- Une organisation d'étapes successives...
- ...de la production de déchets/résidus à sa valorisation dans un nouveau cycle de production/consommation
- ...qui interagissent au sein d'un territoire (impact social, économique, environnemental).



Penser système...

Une nécessaire approche multicritères... multi-acteurs



Tremier Anne, Barrault Julia, Bayard Rémy, Berger Sylvaine, Besson Mathilde, Vivière Bevan Manon, Zdanevitch Isabelle : Paul Etienne
 Waste and Biomass Valorization (2025) 16:2985–2998
<https://doi.org/10.1007/s12649-024-02841-5>

Evaluation des performances au prisme du système global :

Atteinte des fonctions du système; performance sociale, environnementale et économique

Quelques cadres d'approches des systèmes « biodéchets »

Conception et évaluation

Technologies / Produits

- Eco-conception
 - Intégrer, les impacts environnementaux tout au long du cycle de vie du produit dès la phase de conception de produit afin de les diminuer
 - Approche cycle de vie, inscrite dans le temps

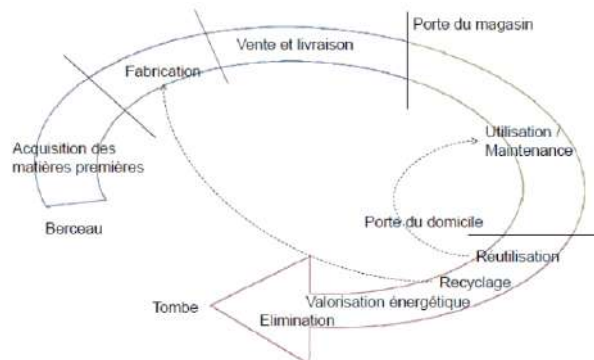
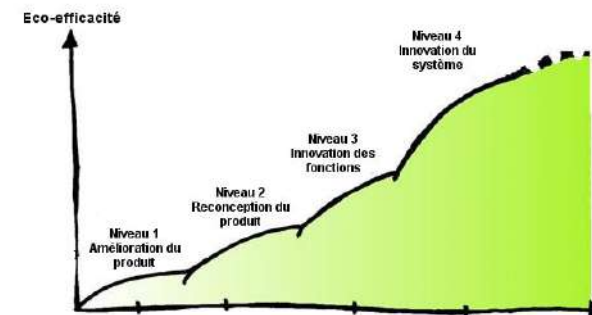
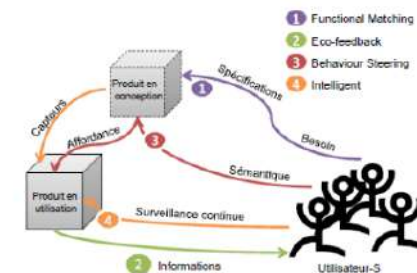


Schéma repris de Domingo, L., 2013



<https://www.eco-conception.fr/static/leco-conception-pour-tous.html>

- Cadre en évolution pour :
 - Ancrer les systèmes dans un territoire: spatialisation
 - Mieux prendre les drivers économiques, sociaux, politiques : contextualisation
 - Tenter de prendre en compte les comportements utilisateurs



Quelques cadres d'approches des systèmes « biodéchets »

Conception et évaluation

Territoire

- Métabolisme
 - Modélisation des flux pour comprendre une dynamique territoriale

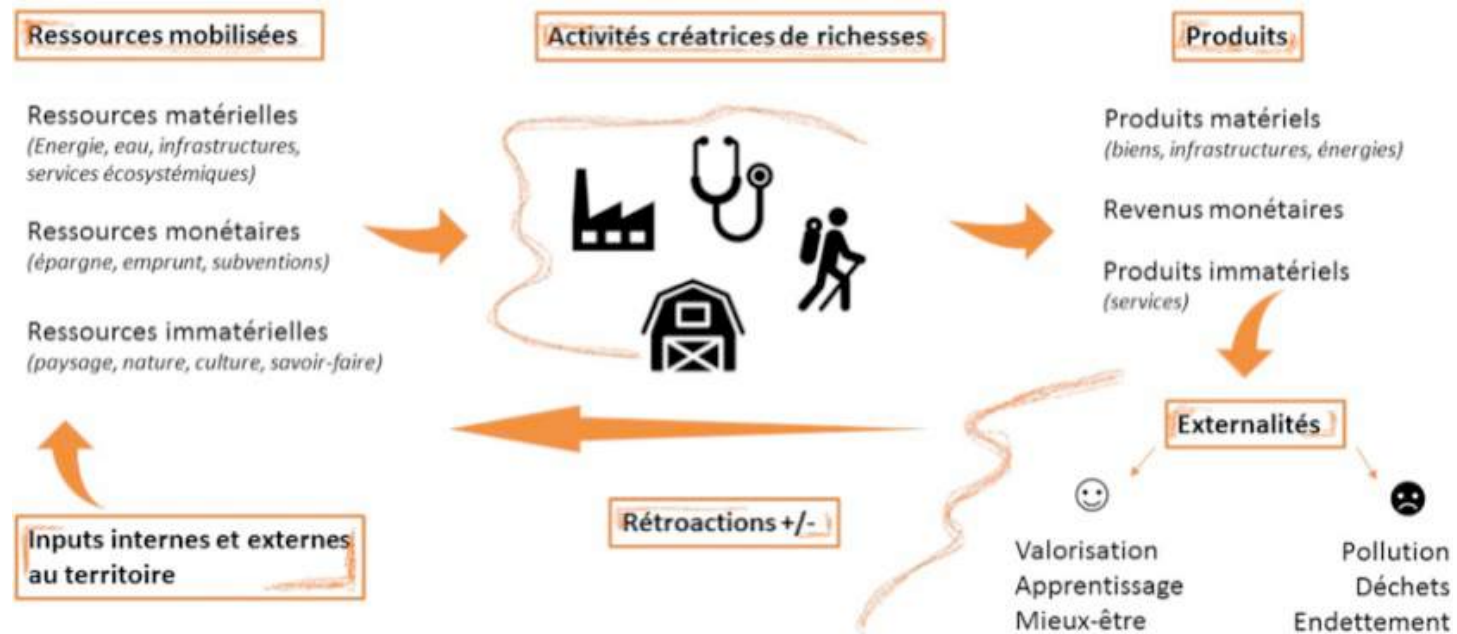


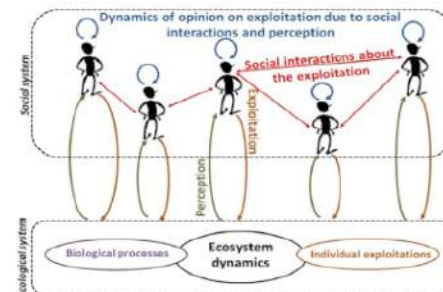
Schéma repris de N. Buclet et M. Donsimoni, Natures Sciences Sociétés 28, 2, 118-130 (2020)

Quelques cadres d'approches des systèmes « biodéchets »

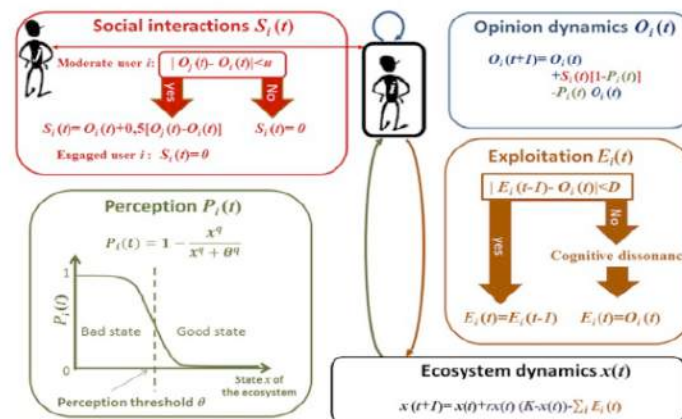
Conception et évaluation

Acteurs

- Modélisation des Systèmes Socio-écologiques
 - Comprendre les interactions entre dynamiques sociales et dynamiques écologiques



a - Collective exploitation of the ecosystem



b - Individual-based view of the collective exploitation

Narratives sociales

Modèles mathématiques

=> Comprendre les points de basculement pour mieux envisager les transitions

Schéma repris de Mathias, J.D., et al, Nature. Sci Rep 10, 4136 (2020)

Des cadres de modélisation à l'aide à la décision?

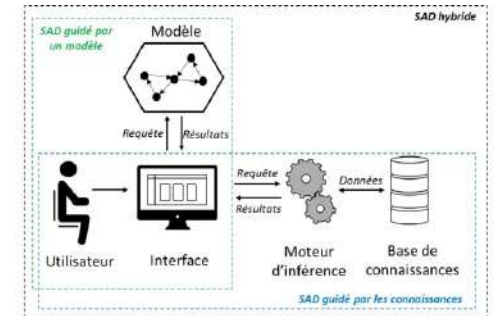
- Nécessité de croiser les différents cadres de modélisation
⇒ Compromis à trouver entre représentation complexe et capacité d'appropriation

MAIS...

- La décision finale s'appuie-t-elle réellement sur le modèle ?

ET AUSSI ...

- Les modèles peuvent-ils envisager des systèmes alternatifs?
⇒ Obligation d'envisager des cadres de contraintes alternatifs
⇒ Nécessité d'estimer les impacts potentiels, les risques associés et l'acceptabilité



Contribution à la conception et à la maîtrise du processus de référencement Web. December 2016, PhD S. Sagot



Conclusions et perspectives

Constats, Enjeux et quelques perspectives R&D pour les systèmes « biodéchets »

- Biodéchets : une biomasse au petit gisement (surtout le déchet alimentaire) mais à fort enjeu sociétal
- Nécessité d'une approche intégrée : des causes de leur production jusqu'à leur valorisation.



- **Ne pas occulter la prévention** au prétexte d'une capacité à recycler les biodéchets produits
- Travailler sur les causes de la surproduction et de la surconsommation de denrées alimentaires



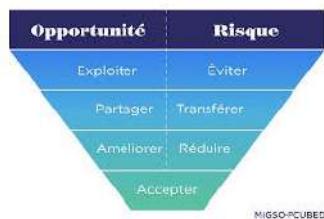
- Circularité = priorité donnée à la valorisation agricole
- Système = Enjeux multiples : organisationnels, économiques, sociaux, politiques et environnementaux

- Nécessité d'une **approche transdisciplinaire**



- Etablir des systèmes diversifiés

- Conditions de création d'espaces d'interaction et de gouvernance adaptés
- Étude des risques pour **faire évoluer la réglementation.**





<https://opaale.rennes.hub.inrae.fr/>

