



HAL
open science

La valorisation des sous-produits agricoles par le développement de nouveaux modèles d'affaires ; une contribution à la bioéconomie circulaire et durable

Hugo de Vries, Mechthild Donner, Monique Axelos

► To cite this version:

Hugo de Vries, Mechthild Donner, Monique Axelos. La valorisation des sous-produits agricoles par le développement de nouveaux modèles d'affaires ; une contribution à la bioéconomie circulaire et durable. Colloque Bio2actives, 'La valorization du vivant, Jul 2022, Quimper, France. hal-03798015

HAL Id: hal-03798015

<https://hal.inrae.fr/hal-03798015>

Submitted on 5 Oct 2022

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.

Colloque Bio2actives, 06/07/2022 'La valorisation du vivant'

'La valorisation des sous-produits agricoles par le développement des nouveaux modèles d'affaires; une contribution à la bioéconomie circulaire et durable'

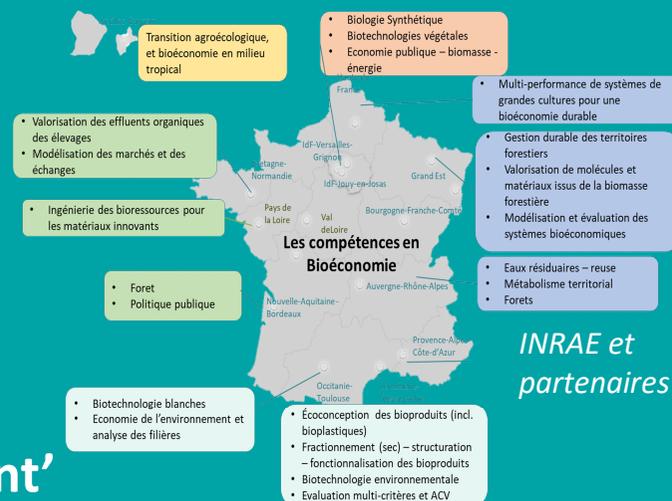
A sustainable bioeconomy asks for new circular business models to valorize agricultural resources

Hugo de Vries, Mechthild Donner², et Monique Axelos

¹INRAE, Paris, DS Alimentation & Bioéconomie, UMR IATE, International Sustainable Bioeconomy Working Group (ISBWG-FAO)

²INRAE Montpellier, UMR Moisa

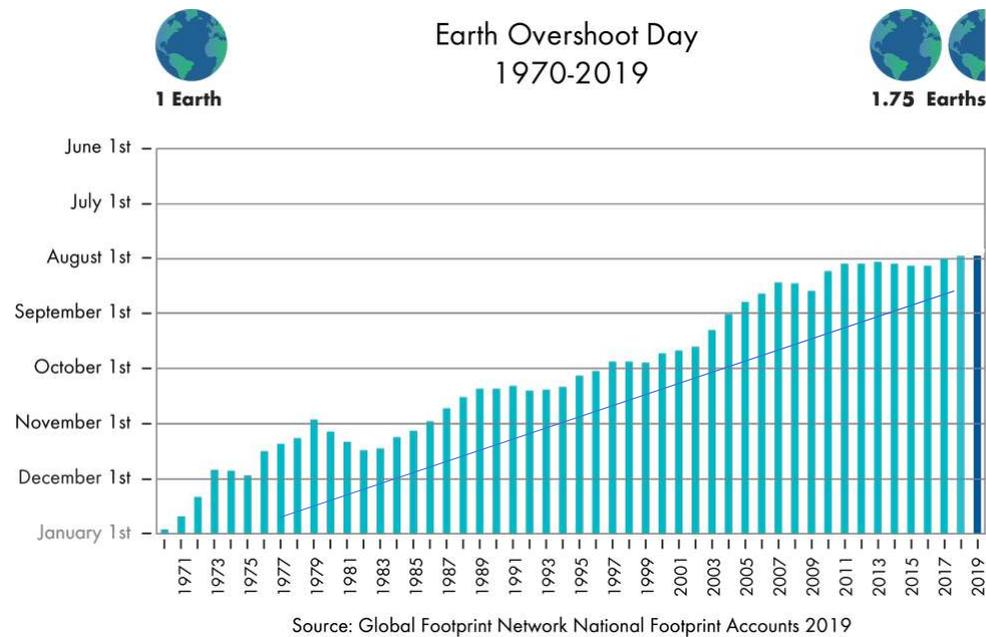
³INRAE Paris, DS Alimentation & Bioéconomie



INRAE et partenaires

➤ 1. Les enjeux: surexploitation des ressources (I)

- Un enjeu énorme!



Earth overshoot day 2019 is July 29 !

Combien de Chine faut-il pour subvenir aux besoins des Chinois?

CHINE 2.7

Qu'en est-il des autres pays?

FRANCE 1.4

U.S.A 1.9

INDE 2.0

ALLEMAGNE 2.1

GRECE 2.6

G.B. 3.0

EGYPTE 3.2

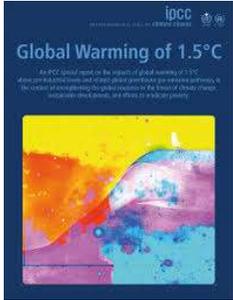
SUISSE 3.5

ITALIE 3.8

JAPON 5.5

MONDE 1.6

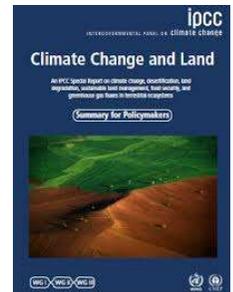
➤ 1. Les enjeux: les rapports récents dressent un bilan alarmant (II)



- **Réchauffement climatique** : le réchauffement global atteindra 1.5°C à 2°C entre 2030 et 2050
- **Dégradation des terres** : 1/3 des surfaces continentales et la moitié des terres agricoles sont sérieusement altérées -



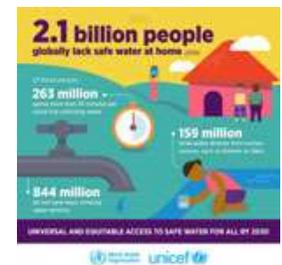
- **Perte de biodiversité**: Un million d'espèces animales et végétales – soit une sur huit – risquent de disparaître à brève échéance de la surface de la Terre ou du fond des océans.



- **Pénurie d'eau et altération de la qualité** : En 2025 , 2/3 de la population mondiale devra faire face à des pénuries d'eau . 2 milliards de personnes utilisent des points d'eau contaminés.



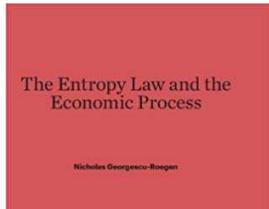
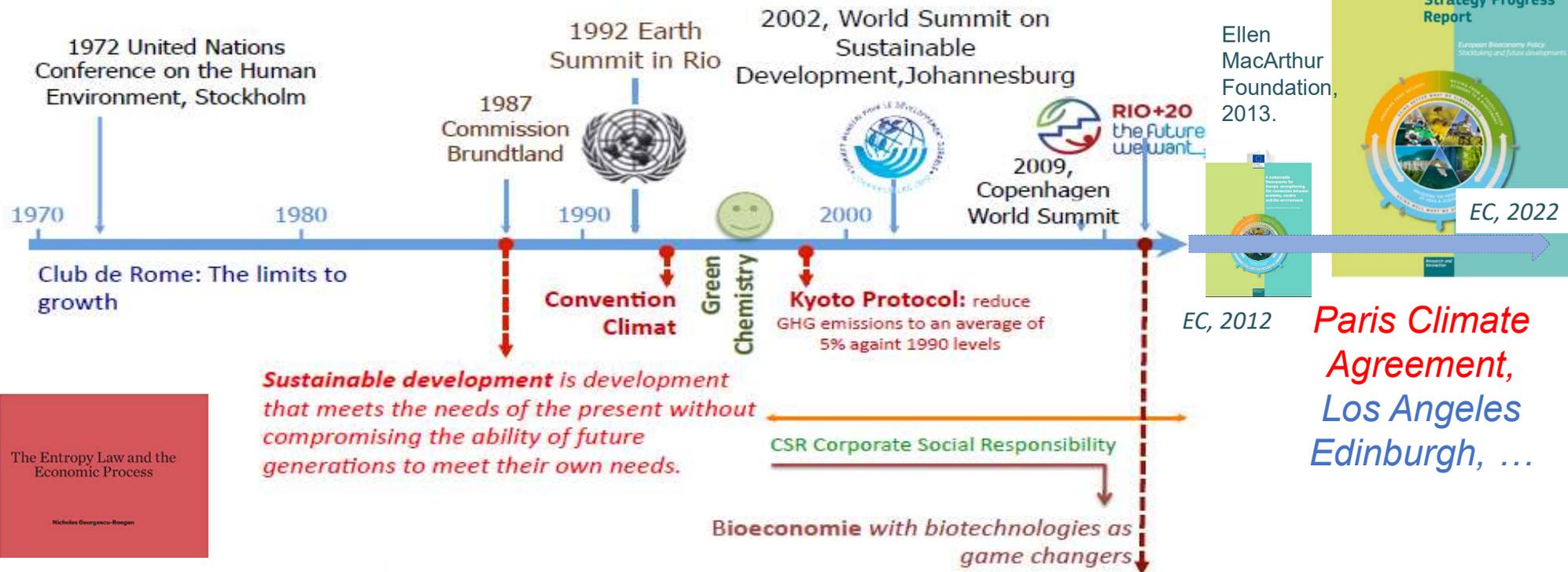
- **Insécurité alimentaire et nutritionnelle** : 11% de la population en sous nutrition chronique, 39% des adultes en surpoids quelque soit le pays , responsable de 20% de la mortalité prématurée.



➔ Nécessité d'actions rapides adaptées aux spécificités régionales

➤ 1. Les enjeux sont reconnus, débattus, et traduits en ambitions (III)

Scenario of sustainable development

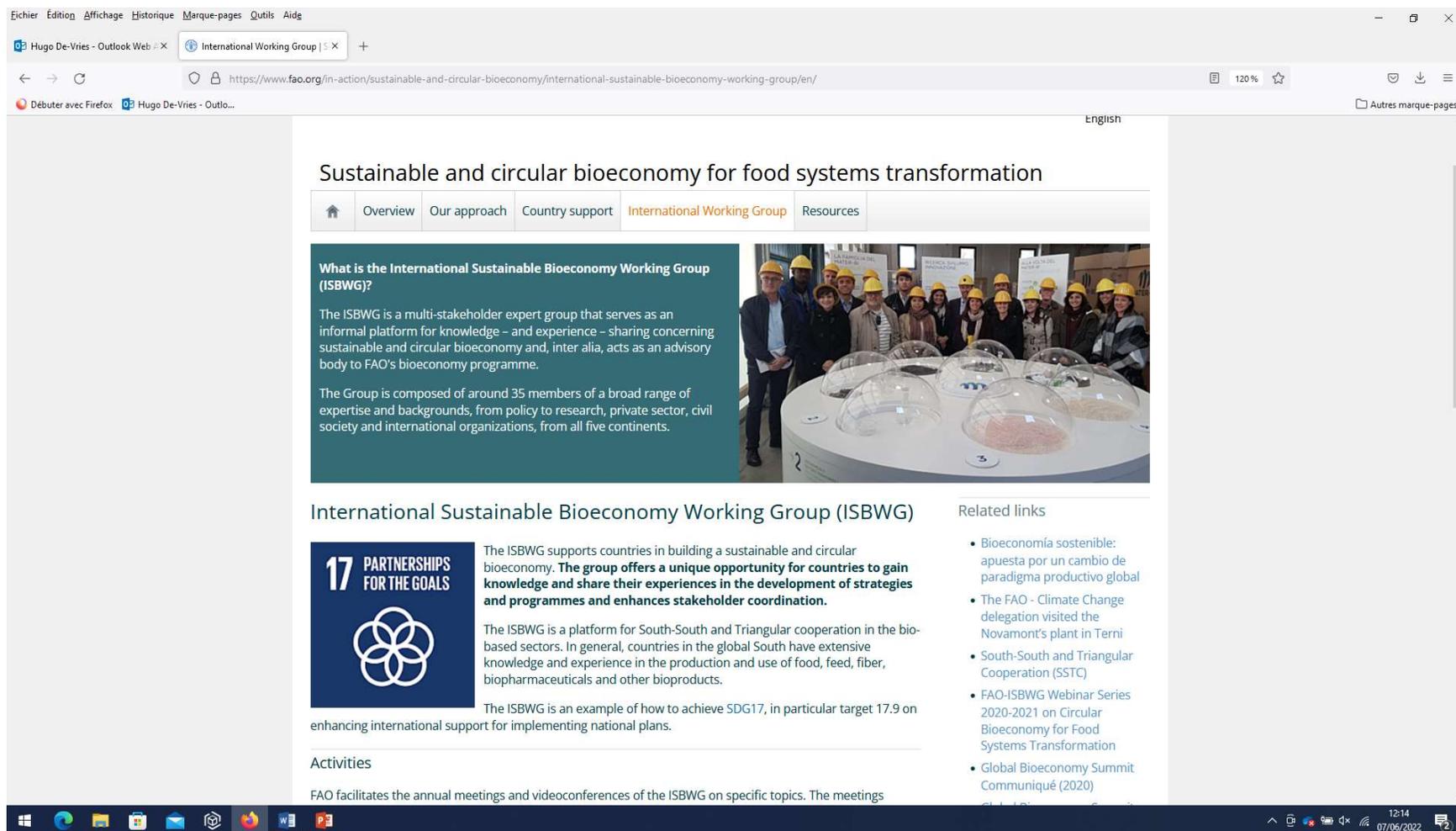


1970 par Nicholas Georgescu-Roegen



<https://sdgs.un.org/fr/goals>; https://ec.europa.eu/food/farm2fork_en;
https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en;
<https://ec.europa.eu/jrc/en/science-update/developing-circular-and-sustainable-bioeconomy-europe-new-report-network-experts-bioeconomy-sets-out>; <https://scar-europe.org/>; <https://www.sapea.info/topics/sustainable-food/>;
<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/ae0a36d3-eac3-11ec-a534-01aa75ed71a1>

➤ 2. Les actions comme par ex. initiées par l'ISBWG-FAO



Eichier Édition Affichage Historique Marque-pages Outils Aide

Hugo De-Vries - Outlook Web Hugo De-Vries - Outlook Web International Working Group

https://www.fao.org/in-action/sustainable-and-circular-bioeconomy/international-sustainable-bioeconomy-working-group/en/ 120% ☆

Débuter avec Firefox Hugo De-Vries - Outlo... English

Sustainable and circular bioeconomy for food systems transformation

Overview Our approach Country support **International Working Group** Resources

What is the International Sustainable Bioeconomy Working Group (ISBWG)?

The ISBWG is a multi-stakeholder expert group that serves as an informal platform for knowledge – and experience – sharing concerning sustainable and circular bioeconomy and, inter alia, acts as an advisory body to FAO's bioeconomy programme.

The Group is composed of around 35 members of a broad range of expertise and backgrounds, from policy to research, private sector, civil society and international organizations, from all five continents.

International Sustainable Bioeconomy Working Group (ISBWG)

17 PARTNERSHIPS FOR THE GOALS

The ISBWG supports countries in building a sustainable and circular bioeconomy. **The group offers a unique opportunity for countries to gain knowledge and share their experiences in the development of strategies and programmes and enhances stakeholder coordination.**

The ISBWG is a platform for South-South and Triangular cooperation in the bio-based sectors. In general, countries in the global South have extensive knowledge and experience in the production and use of food, feed, fiber, biopharmaceuticals and other bioproducts.

The ISBWG is an example of how to achieve SDG17, in particular target 17.9 on enhancing international support for implementing national plans.

Activities

FAO facilitates the annual meetings and videoconferences of the ISBWG on specific topics. The meetings

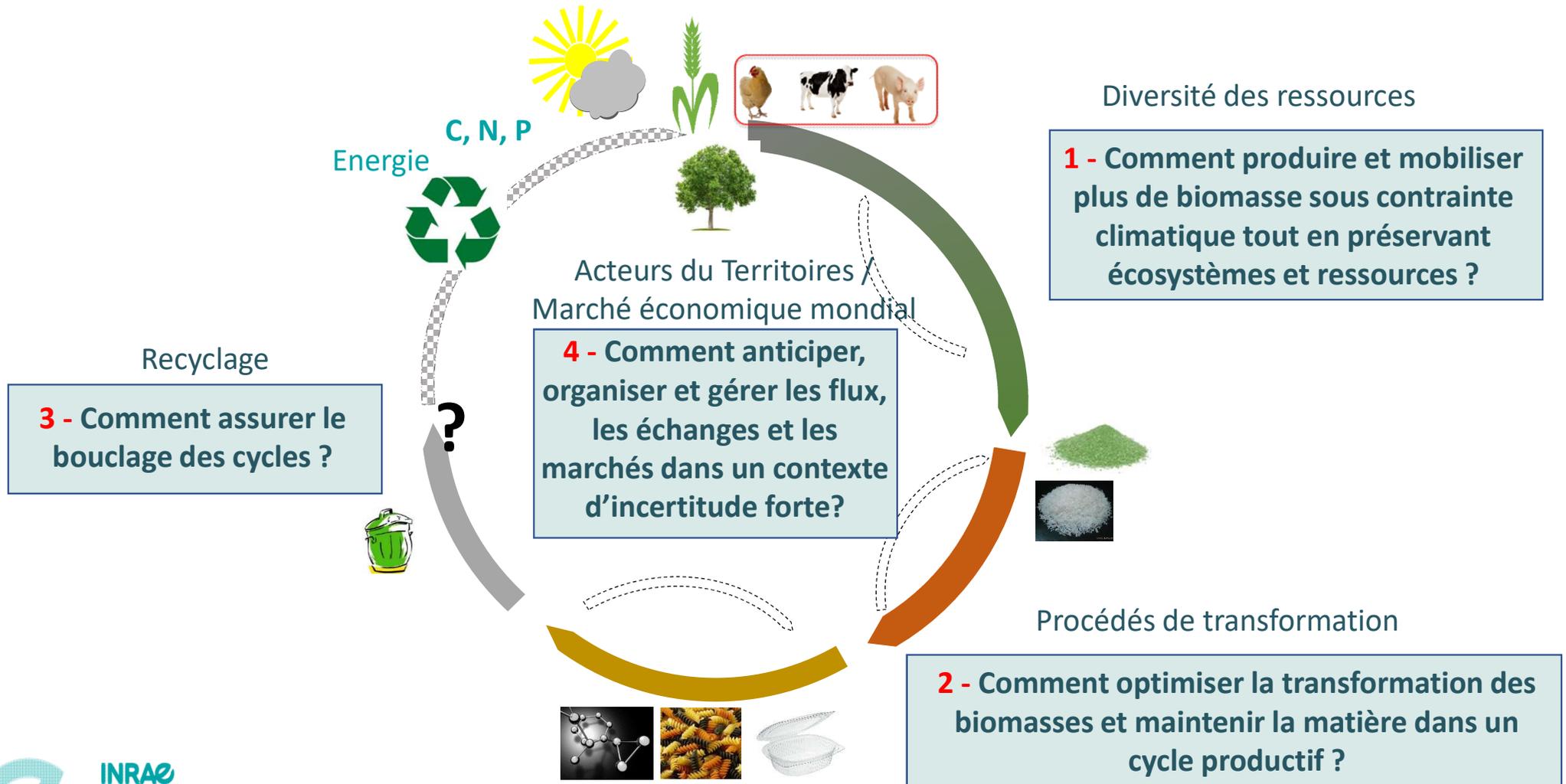
Related links

- Bioeconomía sostenible: apuesta por un cambio de paradigma productivo global
- The FAO - Climate Change delegation visited the Novamont's plant in Terni
- South-South and Triangular Cooperation (SSTC)
- FAO-ISBWG Webinar Series 2020-2021 on Circular Bioeconomy for Food Systems Transformation
- Global Bioeconomy Summit Communiqué (2020)

12:14 07/06/2022 p. 6



➤ 2. ... et par ex. par INRAE: *répondre à 4 questions clés*



➤ 3. Pourquoi ces actions?

3.1 La vision stratégique de l'INRAE sur la bioéconomie (SO3, 1 sur 5)

Apporter des connaissances, sources de solutions, et éclairer les décisions publiques pour une **bioéconomie durable, circulaire, ancrée dans les territoires,**

- qui contribue à une économie neutre pour le climat,
- qui restaure les ressources naturelles, la biodiversité et les services écosystémiques,
- qui contribue au développement des territoires
- qui s'adapte aux conséquences du changement climatique

➤ 3. Pourquoi ces actions?

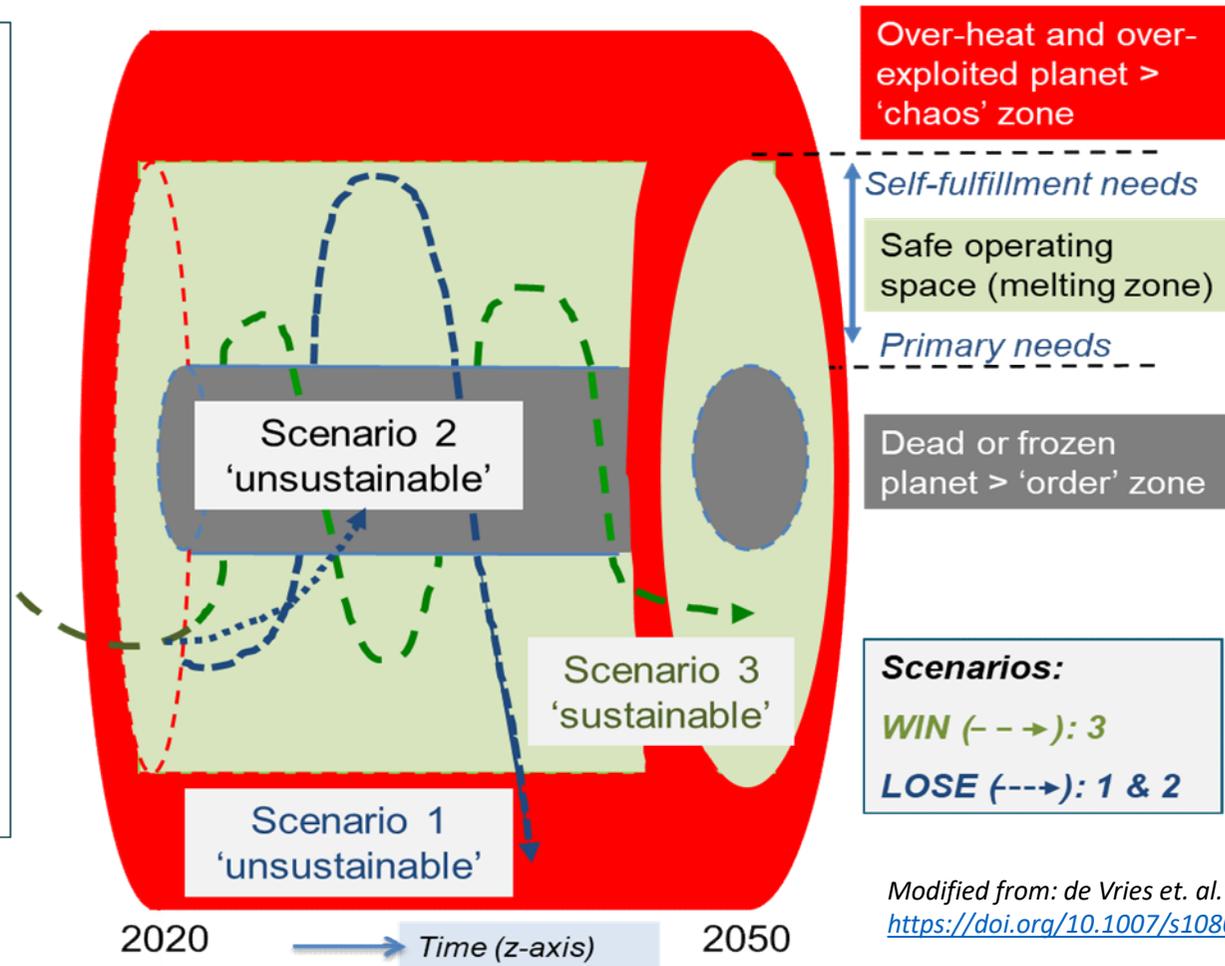
3.2 Aller vers une bioéconomie durable; qu'est-ce que c'est?

Sustainable Bioeconomy systems are systems that do not compromise future generations**, thus endlessly balance*

between frozen states & chaos, i.e. sustainability indicators with both a lower and upper limit

* environmental, social, & economic dimensions

** Brundtland (WCED, 1987)



Modified from: de Vries et. al. 2021:
<https://doi.org/10.1007/s10806-021-09850-7>

> 4. La bioéconomie est une réalité économique

La bioéconomie s'adresse à des marchés très divers comme l'alimentation humaine et animale, les matériaux, la cosmétique, la pharmacie, le transport, l'énergie...

<https://agriculture.gouv.fr/infographie-la-bioeconomie-une-approche-nouvelle-pour-des-solutions-durables>

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION

La bioéconomie

Une approche nouvelle pour des solutions durables

La bioéconomie est l'ensemble des activités économiques fondées sur les bioressources, c'est-à-dire les matières organiques terrestres ou marines, végétales ou animales. Une économie basée sur du carbone renouvelable, de la production à la transformation, jusqu'à la valorisation des co-produits et des biodéchets, tout en visant la sécurité alimentaire. Elle crée les conditions du passage d'une économie fondée sur les ressources fossiles à une économie fondée sur la biomasse.

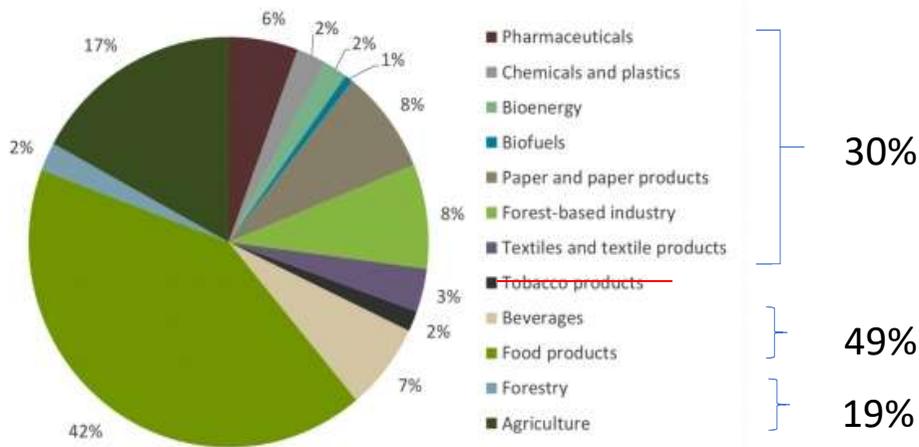
Les atouts de la bioéconomie

- 1,9 million d'emplois dans les territoires
- 300 milliards d'euros de chiffre d'affaires annuel
- 10% de la chimie et des matériaux issus de la biomasse
- 60% des énergies renouvelables issues de la biomasse
- Services écosystémiques : entretien des paysages, stockage du carbone...
- Contribue à la lutte contre le changement climatique

SOURCE : DGPE, MARE 2021

Un CA annuel 300 milliards € et 7,3% des emplois en France

Turnover in the bioeconomy in the EU-28, 2016, total: 2.3 trillion Euro



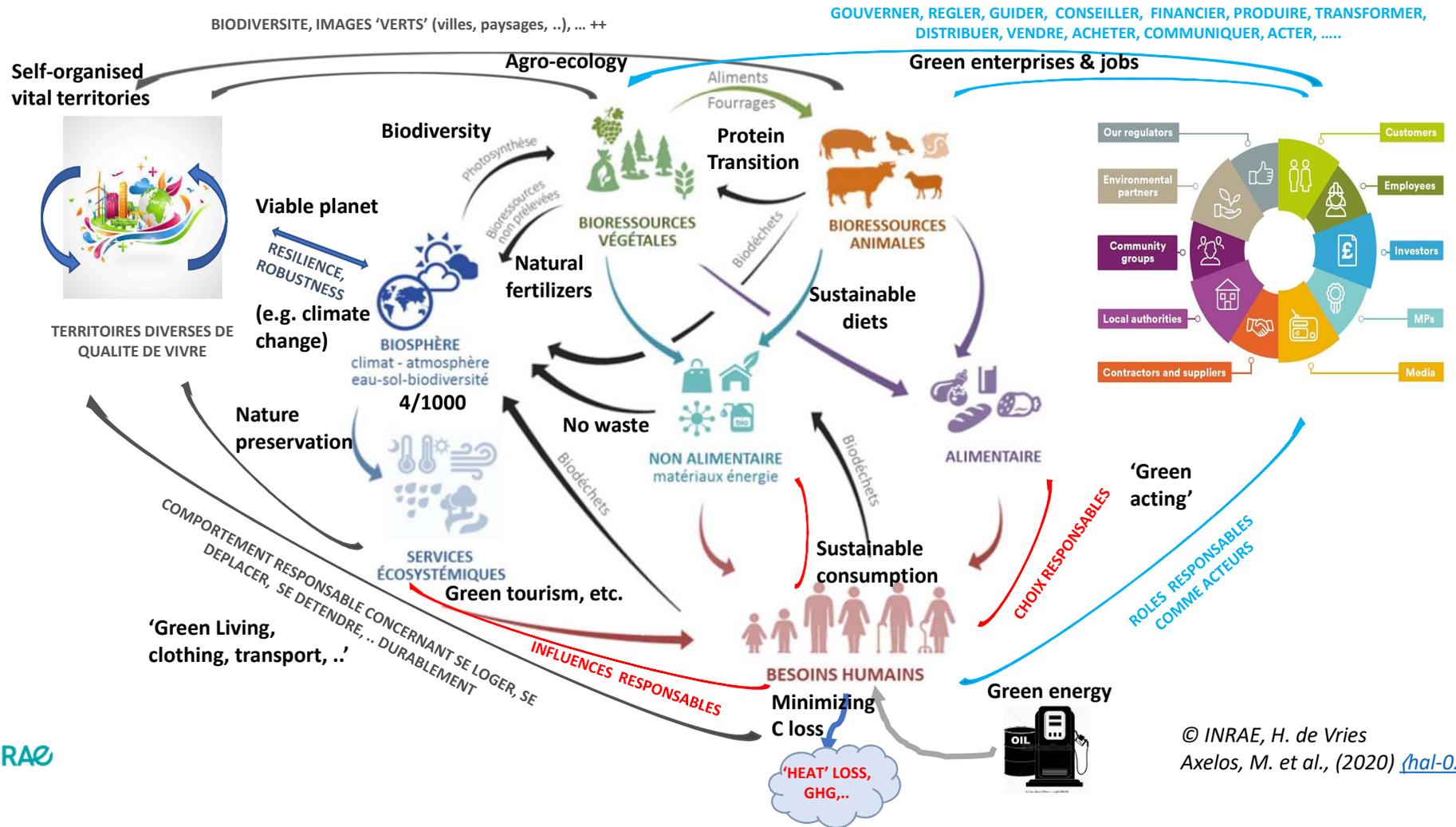
Bio-based Industries Consortium
INRAE

Prepared by **NOVA** - Institut.eu | 2019

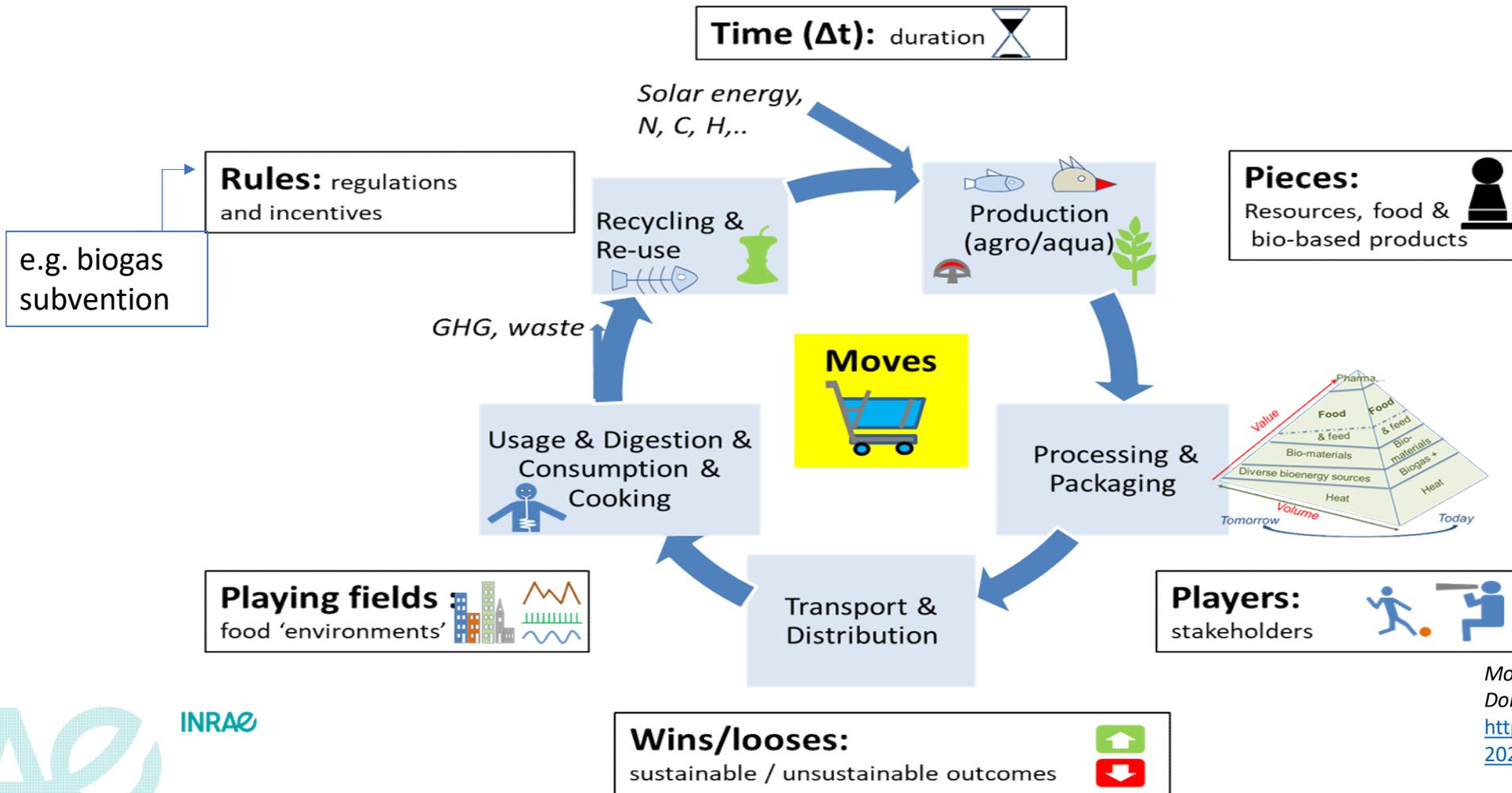
8,2 % des emplois en Europe

BBI (2020) <https://www.bbi-europe.eu/success-stories-overview>

➤ 4. Mais en réalité, très complexe (II) (which leverage points?)



> 4. Donc à simplifier (III): les éléments de base d'un système bioéconomique *(penser à un jeu)*



Modified from: de Vries, Donner, Axelos 2022 in *TIFS*, : <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.03.027>

5. La valorisation des sous-produits est une thématique clé dans ce jeu:

Feedstock	Crop yield kg/ha/a (fresh)	Oil yield kg/ha/a	Meal yield kg/ha/a	Residues kg/ha/a	Fractions
Palm oil	Fruit 12000	Palm oil 5000 Palm kernel oil 320	Palm pulp meal 6000 Kernel seedcake 680	Empty bunches 8000	
Soybean	Seed 3400	900	2800	2500	
Rapeseed	Seed 2500	1000	1500		
Sunflower	Seed 2000	800	1200		

Feedstock	Yield kg/ha/a (dry)	Chemical composition (of dry matter)
Microalgae (open pond)	1000-3000	
Microalgae (open photobioreactors)	5000-8000	Protein 6-79 % Carbohydrates 4-64 % Lipids 1-40 % Nucleic acid 1-6 %
Macroalgae	45000	

Source: Pöyry

?

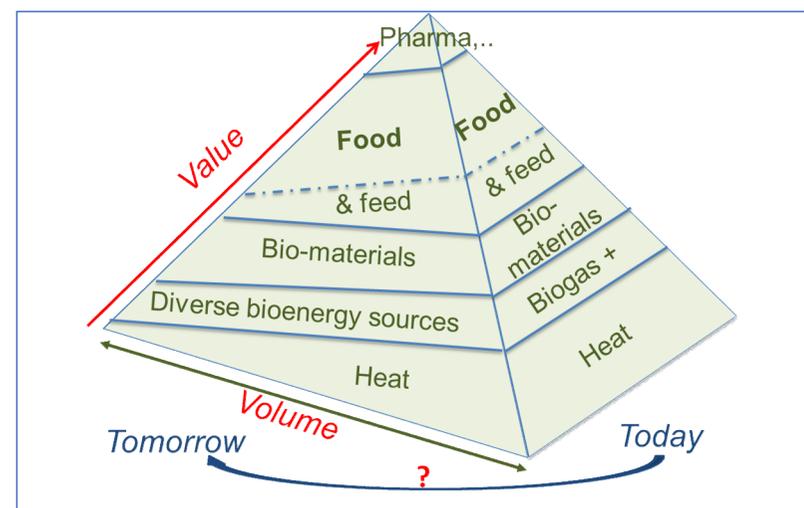
Feedstock	Wood yield (t/ha/a) (fresh)	Residues m ³ /ha/a	Chemical composition (of dry matter)	Fractions
Eucalyptus ssp.	14000-28000	3300-16400	Cellulose 40-60 % Hemicellulose 20-35 % Lignin 15-35 % Extracts 1-20 %	
Pine ssp.	1800-17500	800-7800		

Feedstock	Crop yield kg/ha/a (fresh)	Residues kg/ha/a	Fractions
Wheat	8000	1800	
Rye	3800	4400	
Corn	8160	Type 8700 Stalk MC 70-75 Leaf 20-25 Cob 50-55 Husk 45-50	Share d.w. 50 20 20 10
Sugar cane	68000-88000	24000-37000	
Sugar beet	69300	4700	

➤ 5. La valorisation des sous-produits est une thématique clé: littérature

- Agricultural waste and by-products = plant or animal residues that are not (or not further) processed into food or feed (OECD 1997)
- Estimated amount of agro-waste annually: 998 million tons (Obi et al. 2016)
- Different valorisation opportunities (cascading) in alternative sectors leading to new products (Rood et al. 2017)
- Heterogeneity of resources (susceptible to climate change), changes in volumes and quality over time
- Circular business models to find innovative management and marketing solutions for adding value to by-products

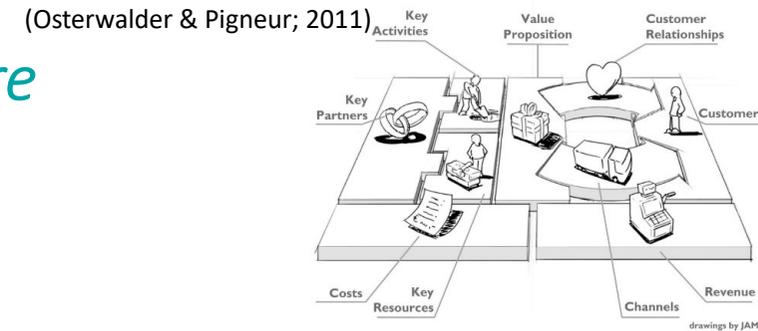
Figure: Pyramide de valeur pour la valorisation de la biomasse



Donner et al., (2020) <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137065>

Basée sur: Rood, T., Muilwijk, H., Westhoek, H., 2017

➤ 6. Vers des modèles d'affaires circulaires: *histoire*



- Business model innovation (BMI) due to market liberalisation, increased and changing socio-economic conditions (Taran et al., 2015),
- BMI are a response to internal and external triggers and incentives (Foss & Saebi, 2017; Geissdoerfer et al., 2018).
- BMI takes place via creating, diversifying, acquiring or transforming it (Pieroni et al., 2019).
- BMI can concern different business model elements **or** the entire reconfiguration BM itself (Massa & Tucci, 2014).
- BMI in the context of circular economy is a recent field of research:
 - Ellen MacArthur Foundation (2013): ReSOLVE framework: *regenerate, share, optimize, loop, virtualize, exchange*
 - Bocken et al. (2014): 8 archetypes of sustainable business models (*technological, social or organizational*)
 - Lüdeke-Freund et al. (2018):
 - 26 major circular business model types detailed with major CEBM patterns: *repair & maintenance, reuse & redistribution, refurbishment & remanufacturing, recycling, cascading & repurposing, organic feedstock*

➤ 6. Vers des modèles d'affaires circulaires: méthodologie

How do business models innovate in order to contribute to the transition to a circular economy via agro-waste and by-product valorisation?

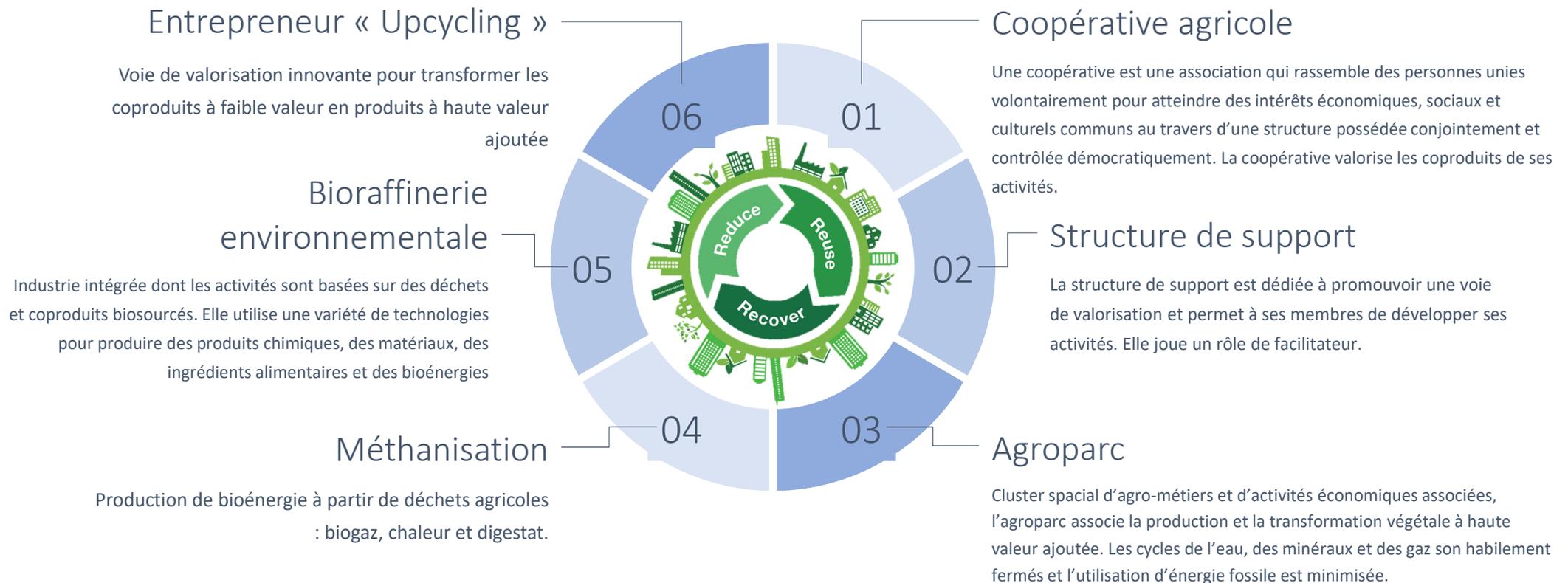
- 33 études de cas dans le projet H2020 NOAW (via des entretiens semi-structurés)
- Etudes en profondeur avec des visites des sites dans 30% des cas
- Des interviews avec des Experts pour les trois filières étudiés (vigne-vin, céréales, élevage/fumier)

→ Les analyses sont basées sur:

- des types des initiatives,
- des ressources et des procédés de transformation,
- des propositions de valeur,
- des partenaires et clients clés,
- des modèles organisationnels et
- des types d'innovation.

➤ 6. Vers des modèles d'affaires circulaires: résultats

Types des BMC identifiés



Donner et al., (2020) <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137065>;
Remerciements: Romane Gohier (INRAE / Cooperation Agricole)

➤ 6. Vers des modèles d'affaires circulaires: exemples

Upcycling (ex : Biotrem, Pologne)



- Transformer des agro-déchets en produits à haute valeur ajoutée.
- Mise à l'échelle et sécurisation des approvisionnements.
- Démarche globale d'éco-design

Méthanisation vers une valorisation en cascade (ex : Agroenergie Hohenlohe, Allemagne)



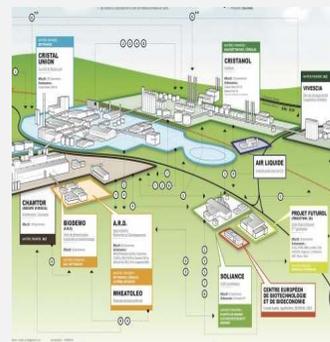
- Management et optimisation de l'unité
- Très dépendant des tarifs de rachats de gaz (si diminution, nécessité de diversification)
- Nécessité d'impliquer les parties prenantes

Agroparc (ex : Agriport, Pays-Bas ou Food Valley of Bjuv Suède)



- Bouclage des flux de matières, d'énergie, d'eau, de nutriments et de chaleur entre des acteurs co-localisés.
- Partenariats innovants (ex: centre de serveurs), partage de compétences

Bioraffinerie (ex : Pomacle-Bazancourt, France)



- Maximisation de la valeur ajoutée par des cascades de valeur en temps, en fonction et en valeur
- Synergies de substitution et de mutualisation
- Bénéficie d'économies d'échelle, de diversification et de compétence

➤ 6. Vers des modèles d'affaires circulaires: discussion

Typologie de business models circulaires

- **Premier typologie** de BMC dans le domaine de la valorisation des sous-produits
- **Typologie dynamique** : possibilité de se diriger vers un autre type de BMC selon les choix stratégiques
- Des **BMC complémentaires** qui doivent s'agencer pour maximiser les cascades de valeurs

Spécificités de management

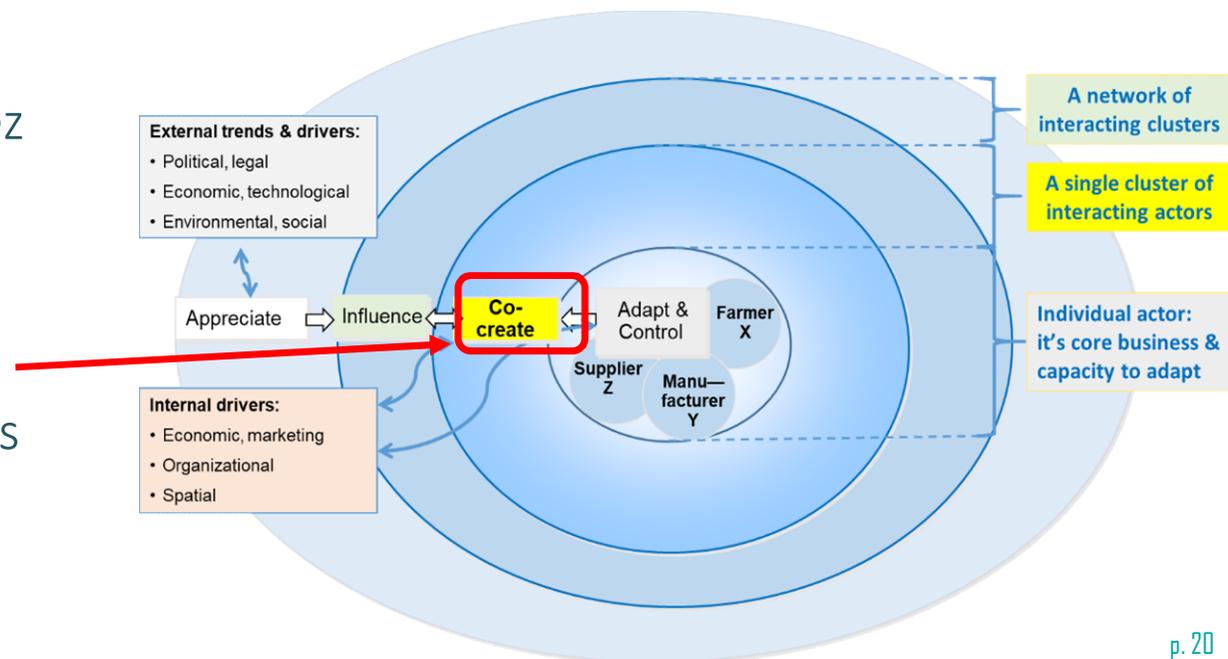
- **Sécurisation des approvisionnements**: les caractéristiques intrinsèques des agro-produits impactent l'ensemble du BM
- stockage, logistique inversée, **flexibilité** des infrastructures et des ressources humaines, stratégie marketing
- **Adaptation aux marchés traditionnels**
- La **perception des consommateurs** sur les produits biosourcés reste peu explorée

Facteurs externes

- **Sensibilité au changement climatique**
- **Faible attractivité du milieu rural** (investissements, recrutements)
- **Incertitudes quant aux politiques publiques** (ex: évolution des tarifs de rachat du biogaz)

➤ 7. Considérations finales

- Neutre pour le climat, biodiversité, solutions équilibrées pour tous ou *à apprécier*.
- Spécifier les enjeux qu'on peut **influencer**; développer des scénarii contrastés pour prioriser les options.
- Explorer vos options que vous avez en '**control**'.
- Mais les exploiter ensemble (**co-crée**) avec des acteurs qui ont des compétences complémentaires.



Inspiré par beaucoup des collègues et également des artistes

***Merci beaucoup pour votre attention, bon courage, succès et plaisir
dans vos trajets vers une bioéconomie durable.***

<https://www.inrae.fr/en>; <https://umr-iate.cirad.fr/>

hugo.de-vries@inrae.fr

➤ Les annexes

➤ 1- Comment produire & mobiliser plus de biomasse *sous contrainte climatique* en préservant écosystèmes & ressources ?

Enjeu sociétal	Contribuer à une économie décarbonée
Priorités de recherche	<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="607 691 1771 730">▪ Développer des systèmes agro-écologiques multi-services<li data-bbox="607 802 2011 898">▪ Evaluer la disponibilité et les propriétés de la biomasse en incertitude climatique<li data-bbox="607 970 2056 1129">▪ Quantifier et spatialiser les besoins en terre et en ressources naturelles (eau) et évaluer les impacts environnementaux sous différents scénarios d'intensification, de consommation et d'échanges internationaux

Axelos, M. et al., (2020) [\(hal-02866076\)](#);

➤ 2- Comment optimiser la transformation des biomasses ?

Enjeu sociétal	<ul style="list-style-type: none">▪ Réduire les pertes et les gaspillages
Priorités de recherche	<ul style="list-style-type: none">▪ Concevoir des technologies à la fois flexibles en termes de matières entrantes, mais robustes en termes de capacités de production▪ Repenser l'organisation, la nature et l'échelle des opérations unitaires (logistique et technologique) pour s'adapter aux spécificités de la biomasse tout en restant économiquement compétitif.▪ Approfondir les connaissances structure-fonction des biomasses aux différentes étapes de transformation de façon à faciliter le multi-usage.▪ Développer des procédés éco-efficients

Axelos, M. et al., (2020) [\(hal-02866076\)](#);

➤ 3- Comment assurer le bouclage des cycles ?

Enjeu sociétal	Réduire les GES, réduire les intrants chimiques (N,P), séquestrer le C
Priorités de recherche	<ul style="list-style-type: none">▪ Identifier les opportunités croisées entre agroécologie et bioéconomie,▪ Développer de nouvelles biotechnologies de traitement des produits résiduaux organiques▪ Identifier, quantifier et modéliser les flux de biomasse et de nutriments et leur dynamique en lien avec l'organisation territoriale▪ Appréhender et modéliser les flux en intégrant les systèmes de transformation en cascade et les échelles de temps

Axelos, M. et al., (2020) [\(hal-02866076\)](#);

➤ 4 - Comment anticiper, organiser et gérer les flux, les échanges et les marchés dans un contexte d'incertitude ?

Enjeu sociétal	Construire des chaînes de valeur des produits biosourcés compétitives et durables
Priorités de recherche	<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="524 628 2130 727">▪ Analyser la dynamique de la demande par les consommateurs et les firmes pour les produits bio-sourcés: fonctionnalités, traçabilité, labélisation<li data-bbox="524 794 2051 893">▪ Repenser l'organisation des relations marchandes et contractuelles entre les (nouveaux) acteurs des filières et des territoires<li data-bbox="524 960 2141 1059">▪ Proposer et évaluer des politiques incitatives et réglementaires pour promouvoir la circularité et les produits biosourcés, gérer les risques<li data-bbox="524 1126 2157 1225">▪ Anticiper l'acceptabilité sociale des projets de développement de la bioéconomie: rôle des collectifs d'acteurs dans les territoires, co-innovation, controverses

Axelos, M. et al., (2020) ([hal-02866076](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02866076)):