

Quelle gestion du territoire et des ressources pour atteindre la souveraineté alimentaire en ville, dans une perspective de développement durable?

Comment favoriser la collaboration d'acteurs aux intérêts antagonistes pour atteindre une vision commune de la sécurité alimentaire des territoires, dans une perspective de développement durable?

Quelle incidence sur les produits consommés et les régimes alimentaires?

Quelles pistes l'observation du vivant, et l'approche biomimétique, pourrait nous apporter?

### **Abstraction, reformulation et fouilles biologiques:**

01- comment les colonies ou les écosystèmes densément peuplés gèrent/produisent leurs ressources alimentaires? insectes sociaux, biofilms, récifs coralliens, forêts

02- comment les organismes vivants modifient leur habitats ou leur environnement en préservant la renouvelabilité de leurs ressources : castor, termite, abeilles, fourmis

03- Quel périmètre géographique des ressources pour ces espèces? (+autoproduction)

04- Équilibre dynamique des écosystèmes: homéostasie, régulation

### **Fonctions:**

- préserver les ressources
- modifier: adapter, optimiser
- maintenir la communauté :  
coordonne, coopère ou est en compétition dans un écosystème
- échanger l'information
- maintenir la communauté
- store or distribute ressources
- modify physical states :  
material characteristic oxidation state
- chemically assemble polymers
- protect from living threats: microbes



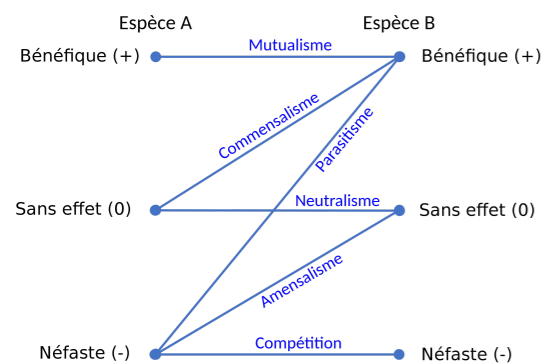
# flux de matières, informations et énergie dans la fourmillière

Dans la nature, l'eusocialité (véritable société) ne se retrouve que chez les insectes sociaux, elle est caractérisée par :

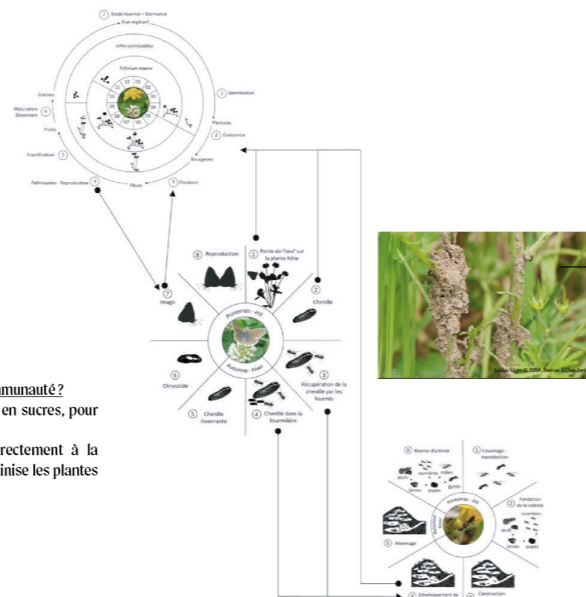
- la superposition, dans une même société, de plusieurs générations d'adultes,
- une forte cohésion des membres (échange d'information et de matière entre les individus),
- une division des rôles avec spécialisation des membres, certains pouvant être voués à la reproduction,
- un élevage coopératif de la progéniture.

La fourmi est l'objet de recherche en biomimétisme pour des résolutions de problèmes, tel que les trajets de réseaux d'exploitation avec l'algorithme de la colonie de fourmis (ACO) (Monmarch, 2000; Dorigo et Blum, 2005). Les fourmis sont des insectes sociaux, avec une organisation basée sur une répartition des tâches, elles modifient leur environnement pour y créer leur habitat, mais aussi pour y prélever les ressources nécessaires à leurs besoins fondamentaux. Il existe de nombreuses espèces de fourmis, elles ont colonisé toute la planète, avec différentes stratégies.

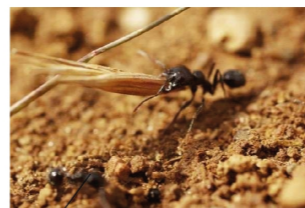
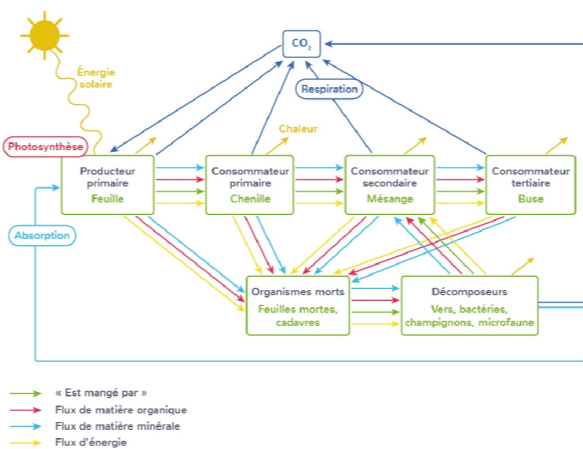
Comment les fourmis *Lasius niger* gèrent-elles les ressources disponibles pour maintenir la communauté ? Les fourmis *Lasius niger* pratiquent l'élevage des pucerons pour récolter leur miellat, riche en sucres, pour compléter d'autres sources de nourriture : insectes, végétaux ou champignons. Elles contribuent au renouvellement de ces ressources en participant directement ou indirectement à la préservation des larves de pucerons, mais aussi en prenant soin des cocons du papillon qui pollinise les plantes qu'elles utilisent pour l'élevage des pucerons dans la fourmillière.



F. Mallard - Exploratory Ecology - www.exploreecology.com



Relations entre les cycles biologiques de *Polyommatus icarus* avec *Lasius niger*, *Corniculatus icarus* et *Trifolium repens* © exploreecology.com



Voici *Messor barbarus*, la fourmi moissonneuse qui pourrait restaurer les prairies desséchées de la plaine de la Crau. © Renaud Jaunatre, CNRS et Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie marine et continentale

modification de certains individus pour la production d'antifongiques/antibiotiques

fourmis champignonnistes



La relation symbiotique mutualiste se retrouve dans le couple fourmi-bactérie filamenteuse. Cette dernière donne des antifongiques à la fourmi qui en retour la nourrit et assure sa multiplication. En même temps qu'un fragment de mycélium, la reine fondatrice emporte aussi quelques filaments bactériens assurant ainsi leur propagation



Polymorphisme chez une espèce de Fourmi coupe-feuille : sept ouvrières de castes différentes (à gauche) et deux reines (à droite).

Quelle organisation sociale, répartition des tâches dans la recherche et la distribution de nourriture ?

Les fourmis forment un superorganisme, avec des individus spécialisés aux tâches nécessaires au maintien de la communauté. Les Fourrageuses sont dédiées à la recherche de nourriture, c'est d'ailleurs l'alimentation donnée aux larves qui détermine leur morphologie, et leurs rôles au sein de la fourmillière. Cependant, il arrive que ces rôles varient en fonction des conditions ou pour répondre à un besoin immédiat : par exemple des ouvrières qui organisent une défense contre un prédateur ou qui prêtent main forte aux fourrageuses. Par ailleurs, les fourmis n'ont pas tous les mêmes besoins physiologiques, la reine et les larves consomment presque exclusivement des protéines, tandis que les ouvrières et fourrageuses ont besoin de plus de sucres.

Conditions de la recherche et distribution alimentaire :

- température : plus il fait froid, moins elle sort pour optimiser leur énergie
- intelligence collective : les fourmis découvrent isolément des sources de nutriments, le groupe décide ensuite quelle source utiliser, en fonction des besoins de toute la colonie, grâce à un système de communication par rétroaction positive et négative, qui permet d'arbitrer. Les fourrageuses sont des ouvrières plus âgées, leur morphologie diffère peu des autres ouvrières de la colonie.
- efficacité : sera privilégié le meilleur rapport coût énergétique d'exploitation/qualité ou quantité de nutriment / besoins de la colonie
- seuil limite : les fourmis cessent d'exploiter la ressource lorsque les besoins sont satisfaits et ne cherchent pas la croissance. Elles cherchent l'équilibre entre le besoin de maintenir la communauté et l'utilisation de ressources disponibles
- adaptabilité : le nombre d'agents varie pour la recherche, le transport et la transformation des ressources est variable selon les besoins, et peut être augmenté ponctuellement avec l'aide d'ouvrières.
- distribution : la distribution se fait par trophallaxie, le jabot social, situé avant l'estomac dans l'abdomen, permet le transport et la redistribution de liquide aux congénères.



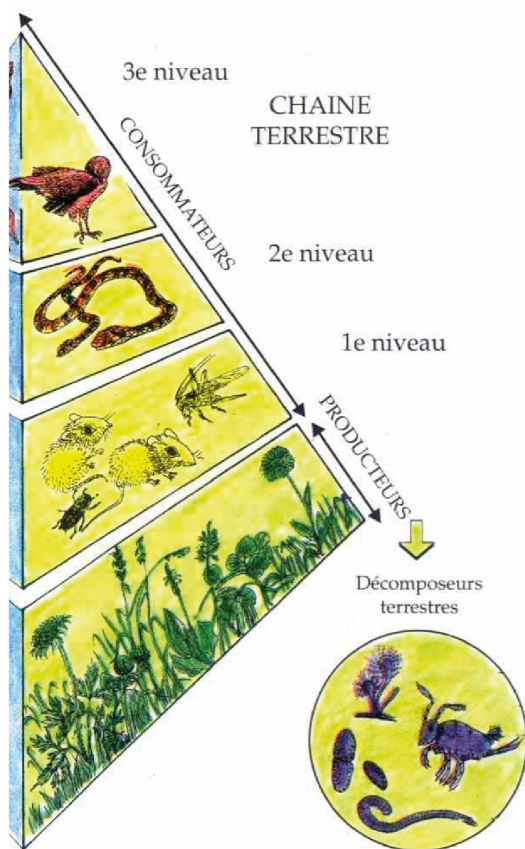
Fourmi pot miel stocke la nourriture pour la colonie



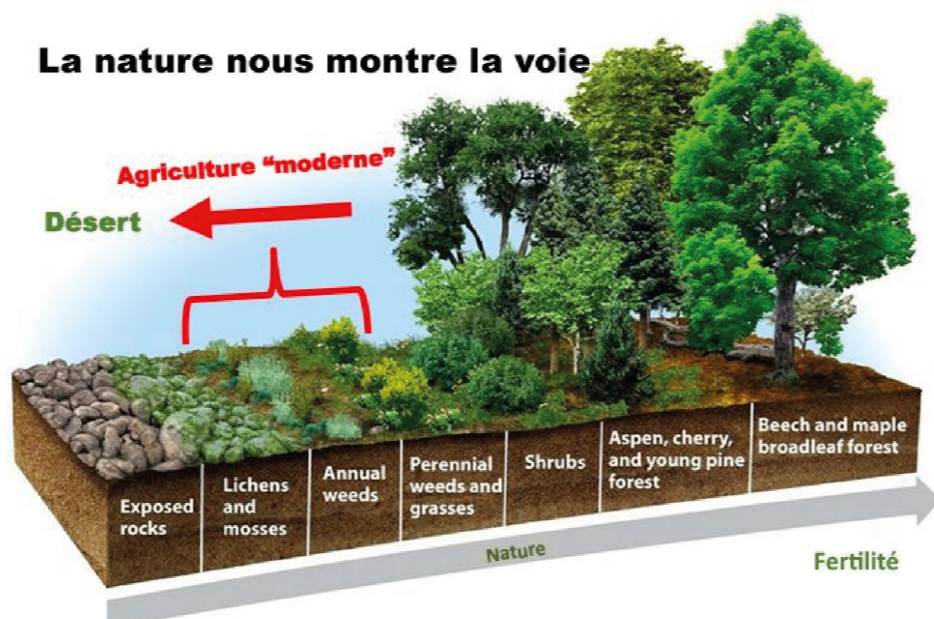
trophallaxie

- utilisation optimale de l'information pour la recherche et la distribution
- l'information pour optimiser l'énergie allouée à la recherche de nourriture
- symbiose ou mutualisme avec les espèces ressources locales
- services écosystémiques dans le milieu permettant de renouveler les ressources et le maintien des conditions de vie de la communauté
- Optimisation des ressources : pas de pertes ou gaspillages

# Succession écologique et disponibilité des ressources



## La nature nous montre la voie

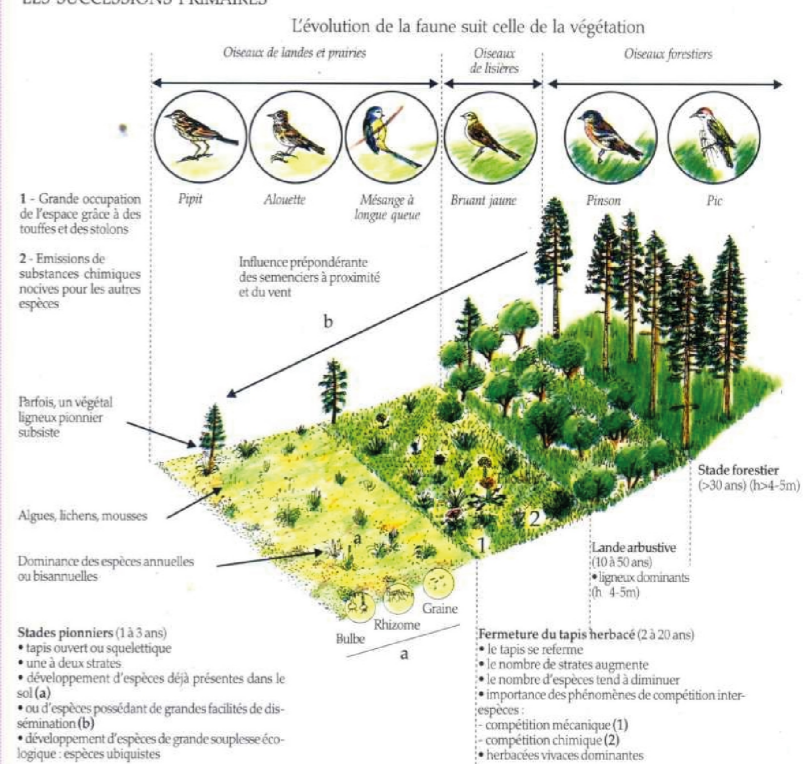


- Objectif 1 :** des plantes toute l'année, un sol jamais travaillé
- Objectif 2 :** des plantes les plus grandes possibles... et les unes sur les autres

agroforesterie.fr

## Les séries progressives

### LES SUCCESSIONS PRIMAIRES





# Synthèse

## Régime alimentaire

Omnivore, varié en fonction des ressources disponibles et des saisons, adaptée au besoin des différents individus selon leur physiologie ( protéines ou sucres)  
Choix des denrées conditionnées par les besoins de la colonie ( intelligence collective)

## Production

Organisée par les fourrageuses, suffisante pour les besoins immédiats de la colonie dans son ensemble. Flexible et décentralisée en cas de pénurie.  
Locale ou intégrée à l'habitat, régénérative/mutualiste/symbiotique avec les espèces végétales ou animales favorisant la renouvelabilité et la disponibilité proche de l'habitat, optimisant l'énergie allouée à la recherche de nutriments.

## Transformation

Les organismes ont été modifiés dans le temps pour répondre aux besoins des fourmis dans une relation symbiotique.  
Chimie verte par les ouvrières pour fabriquer des pains à partir de céréales.

## Stockage

Dans l'habitat à température ambiante, dans le jabot social, préférence pour le non transformé, pas de gaspillage ou de pertes. Disponible à la demande pour toute la colonie.

## Distribution

Optimisée, locale, décentralisée avec intermédiaires ,à la demande, en fonction des besoins de chaque individu

## Déchets

Déchets organique, recyclés par les micro-organismes sur place



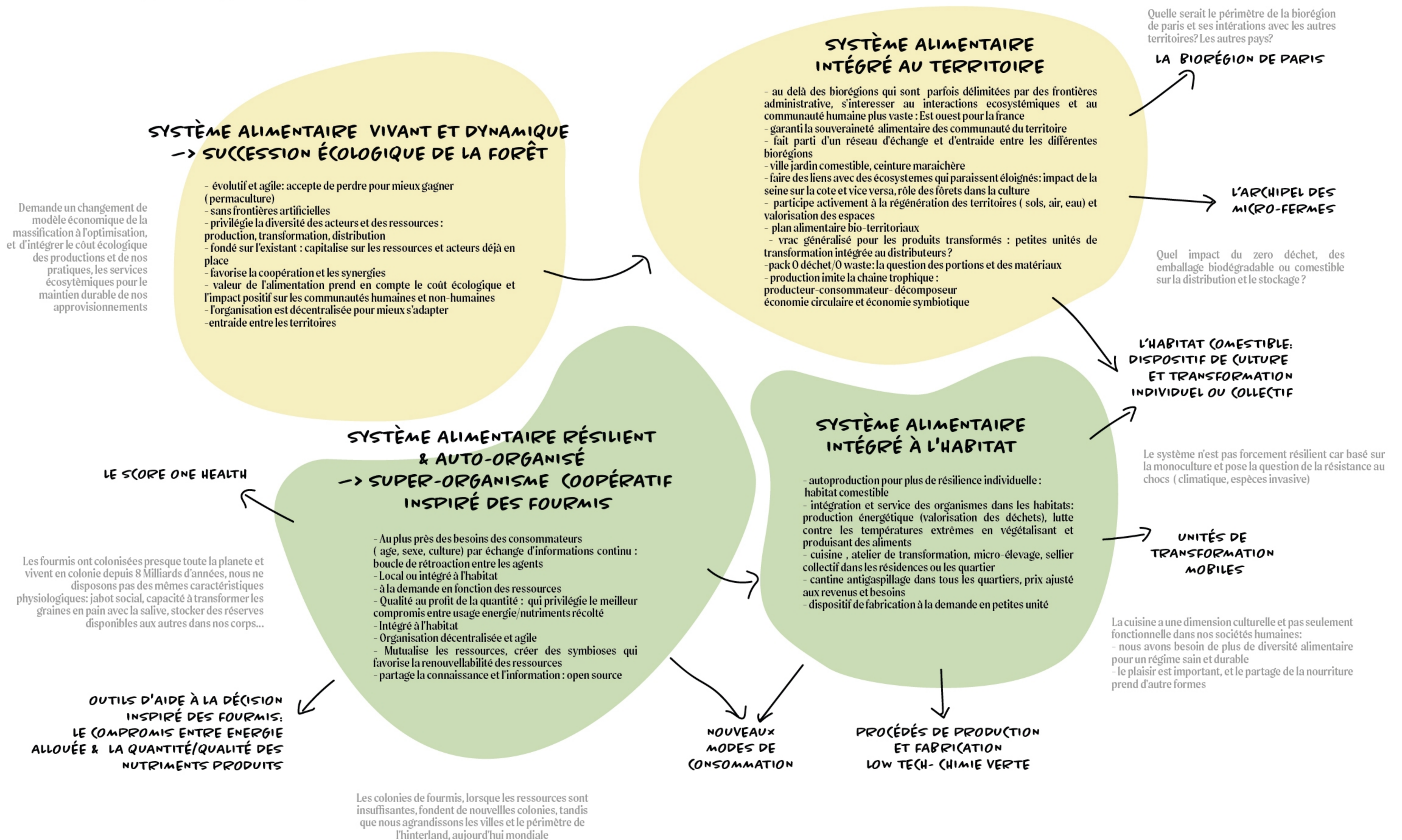
# Synthèse

- La croissance en disponibilité des ressources, toute l'année, est conditionnée par la variété et les relations inter-espèces dans la forêt: mutualisme, symbiotique, compétition
- Le climax de la forêt, soit l'arrivée à un équilibre du système, demande du temps, et ce fait par étapes de succession, certaines espèces pionnières préparent le terrain pour favoriser l'apparition d'autres organismes, et créer la diversité
- la permaculture est basée sur ce principe
- le système n'est pas figé, il est en évolution permanente car toujours soumis à des changements : climatique, anthropique...
- plus il y a de diversité, plus le système est résilient et riche



concepts projecteurs et limites de la bio-inspiration dans les pratiques humaines : politiques, économiques, sociales, culture, cuisine/fait social, dimension de plaisir

# Concepts projecteurs

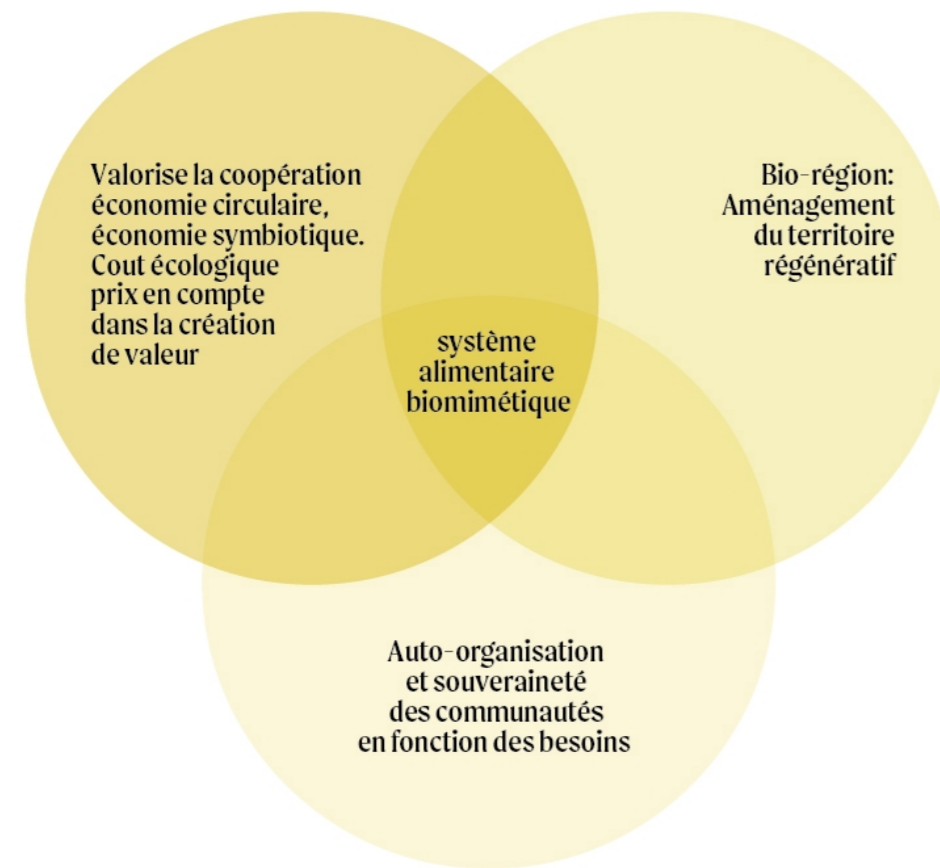


● Limites ou questionnements  
 ● PREMIÈRES IDÉES



# hypothèse(s) de scénario et organisation de la biorégion de Paris

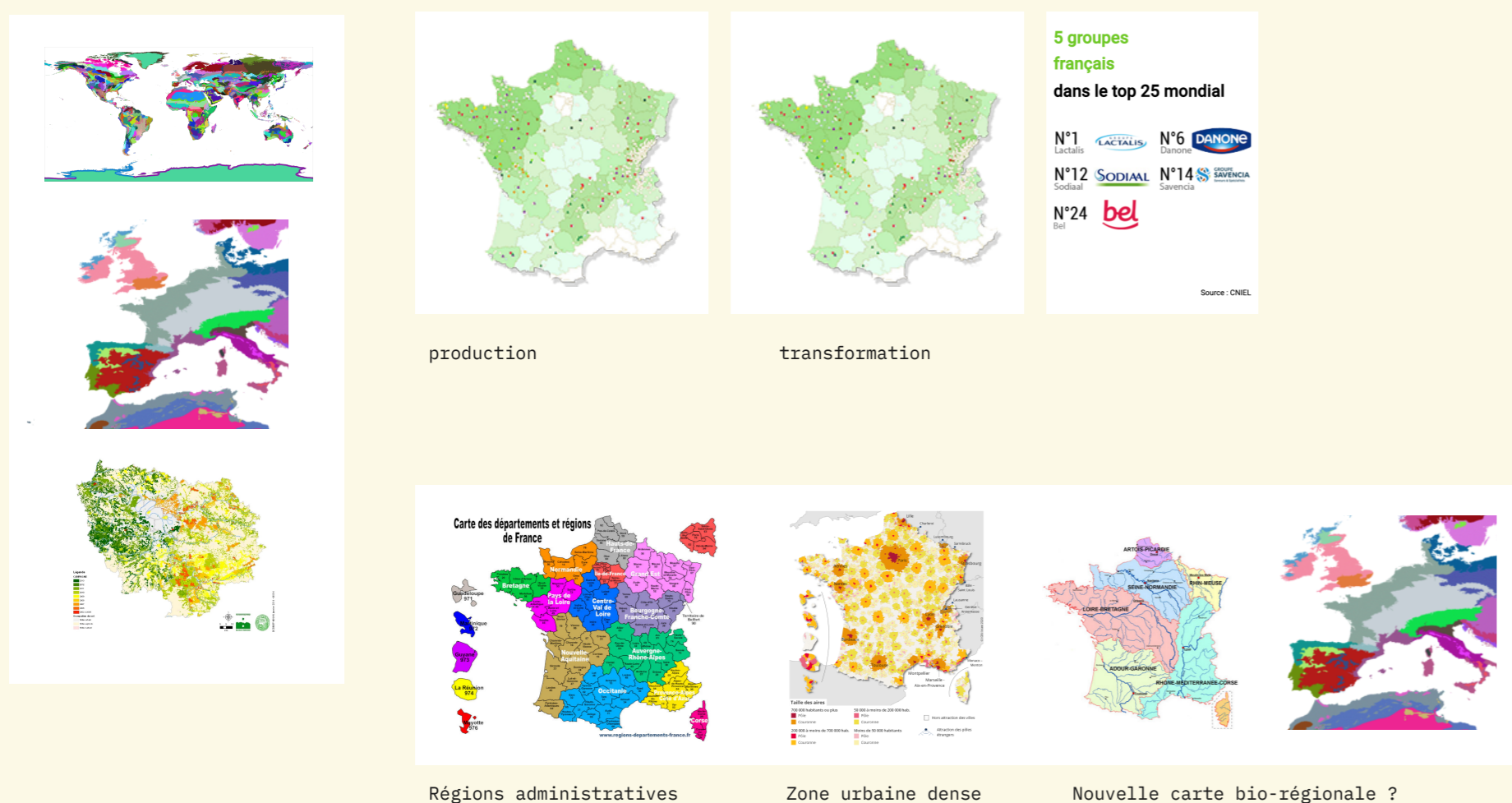
## Hypothèse de système alimentaire dans la biorégion de Paris



## Cahier des charges/vision idéale

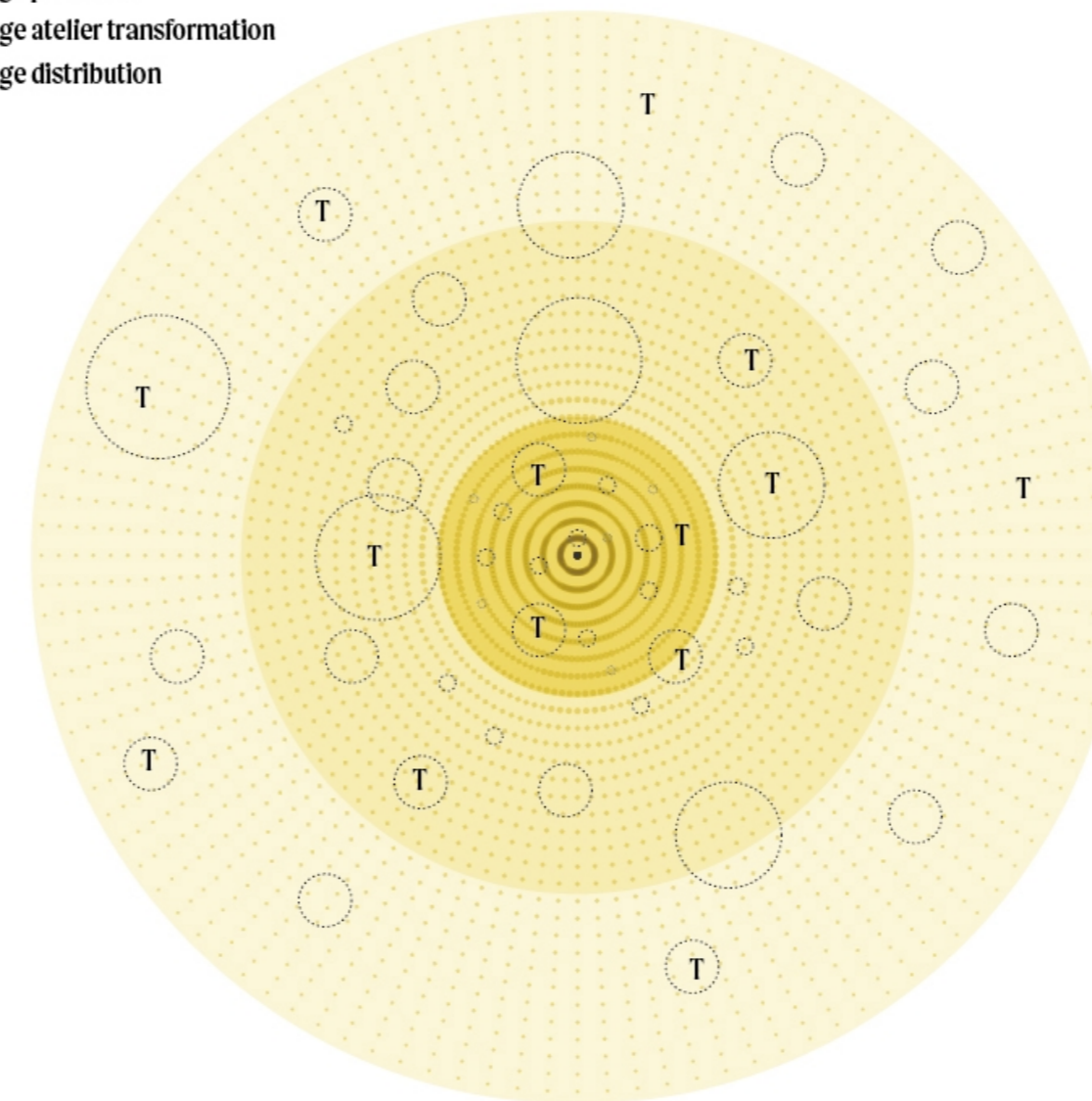
|   |   |   |
|---|---|---|
| Production de masse utilisant des ressources non locales non renouvelables    | → | Production ajustés aux besoins et aux ressources locales et renouvelables |
| Système centralisé et linéaire  | → | Système décentralisé et circulaire  |
| Répartition inégale de la valeur  | → | Répartition juste de la valeur  |
| Impact négatif et pollution   | → | Impact positif et régénératif   |
| Monopole et dépendance à l'agro-industrie                                     | → | Diversité d'acteurs et souveraineté alimentaire des mangeurs              |
| Cadre économique compétitif   | → | Valorisant la coopération et les synergies                                |
| Produits ultra-transformés régimes alimentaires déséquilibrés et non durables | → | Produits sains, adaptés aux différents besoins nutritionnels et culturels |
| Générateur de déchets/perdus/gaspillage                                       | → | Optimisation de toute les étapes et valorisation des déchets              |

### la filière aujourd'hui



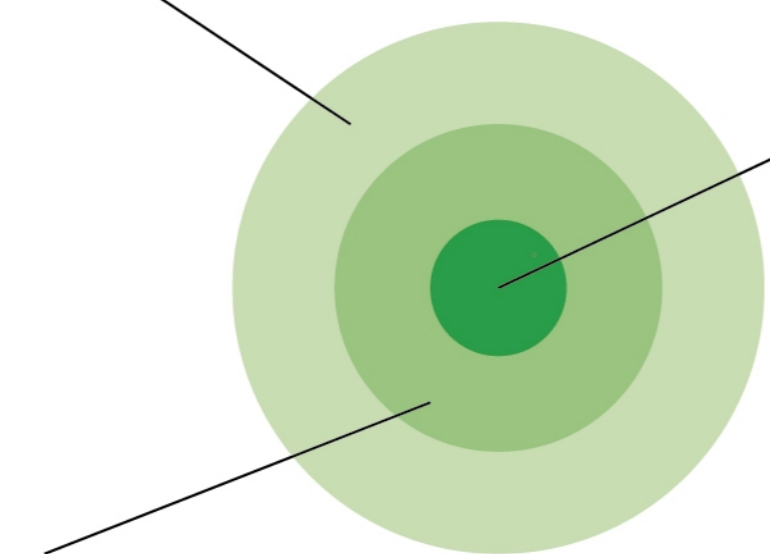
## Amménagement du territoire

- Espace naturel
- Zone péri-urbaine
- Zone urbaine dense
- Maillage productif
- T Maillage atelier transformation
- Maillage distribution



## Gouvernance

Gouvernance EU  
PAC Bio-territorial - Assemblée Européenne Coopérative des ressources

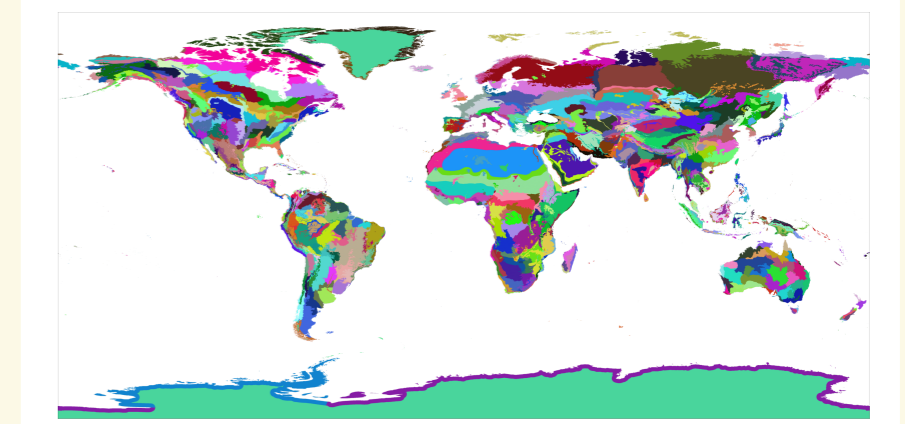


**Biorégion Ouest**  
PAT Bio-territorial:  
- agroécologie généralisée : restauration des sols et biodiversité  
- aménagement de forêt comestible? Nouveaux usages des parcs?  
- restauration des rivières, sols, cours d'eau : retour de la biodiversité  
- organisme de mutualisation: outils d'aide à la décision et mise en relation d'acteurs économiques complémentaires

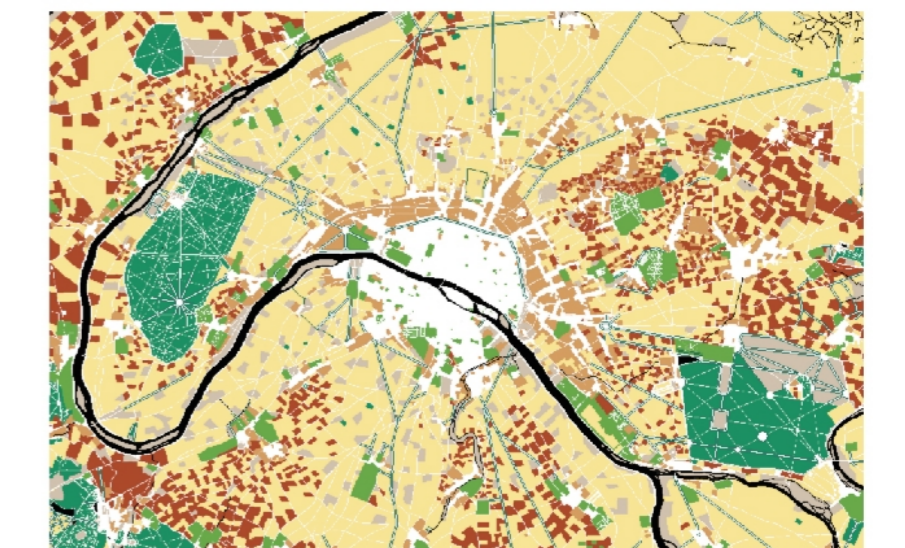
**Paris/banlieue Superorganisme**  
- Conseil citoyen de l'alimentation: quantifie, qualifie et détermine les besoins des communautés  
- Outils d'aide à la décision : Score Haute Valeur Environnementale et Sociale

**Aménagement des villes:**  
- Création de poles de diversité productive dans les villes: décentralisation de la production, transformation, distribution peu énergivore, simplification logistique  
- Jardin comestible, micro fermes, ateliers de transformation répartis selon les besoins locaux. Distribution de parcelles cultivables?  
- Habitat bioclimatique et nourricier  
- cuisine, atelier de transformation citoyen pour autoproduction?

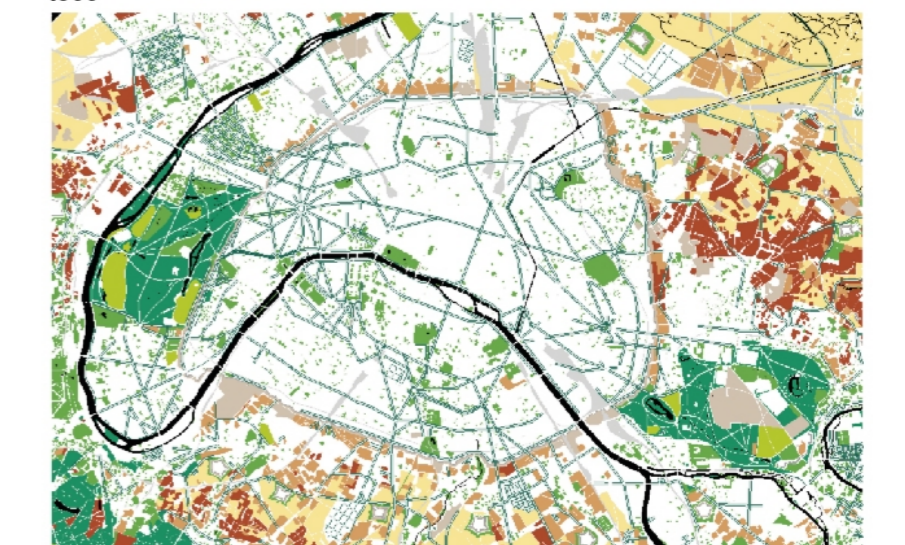
### Écorégions terrestre du wwf



1730



1900



2017



Espaces cultivés APUR:  
● Grandes cultures  
● Maraichage et jardins partagés  
● Arboriculture (vignes et vergers)







# hypothèse d'un dispositif d'aide à la décision multi-acteurs sur les produits de consommation alimentaire sains et durables inspirés de l'intelligence en essaim des fourmis

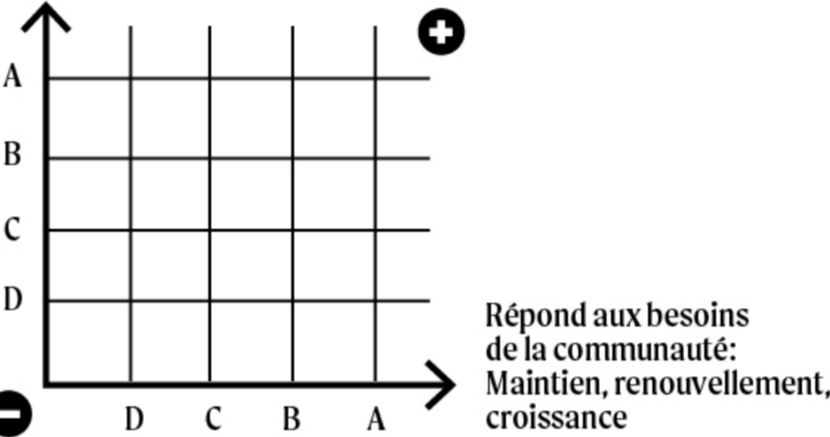
## Cahier des charges/ vision idéale

|  |   |   |
|--|---|---|
| Outil d'aide à la décision différents pour chaque acteurs: nutriscore -AOC - HVE- BIO... | → | Outils simplifié et multiacteurs: producteurs, distributeurs consommateurs, décomposeurs  |
| Prise en compte d'une valeur (nutriscore/nutrition, HVE/ecologie..)                      | → | Prise en compte d'indicateurs écologique, santé humaine, sociaux-économique ( ONE HEALTH) |
| Sans incidence sur la valeur/ cout des produits  | → | Favorise la valeur et le coût des produits sains et durables                              |
| Indicateurs sur 1 domaine  | → | Indicateurs systémiques   |
| Non évolutif et national   | → | Evolutif et local   |
| Non obligatoire  | → | Obligatoire   |

## Score ONE HEALTH

### Colonie de Fourmis

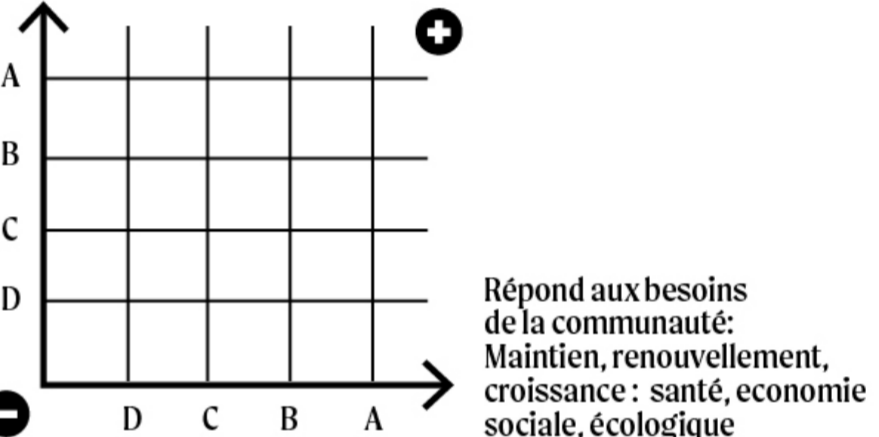
Meilleur compromis dépense énergie/qualité/quantité



- Indicateurs:**
- proximité avec la fourmillère ( moins de dépense énergétique)
  - richesse quantitative ou qualitative de la source
  - renouvellement ( élevage, plantes, culture)
  - Adaptée aux besoins: besoins nutritionnels différents pour les larves ou les ouvrières
  - Adaptée aux conditions environnementales et au milieu : climat, abondance, pénuries...

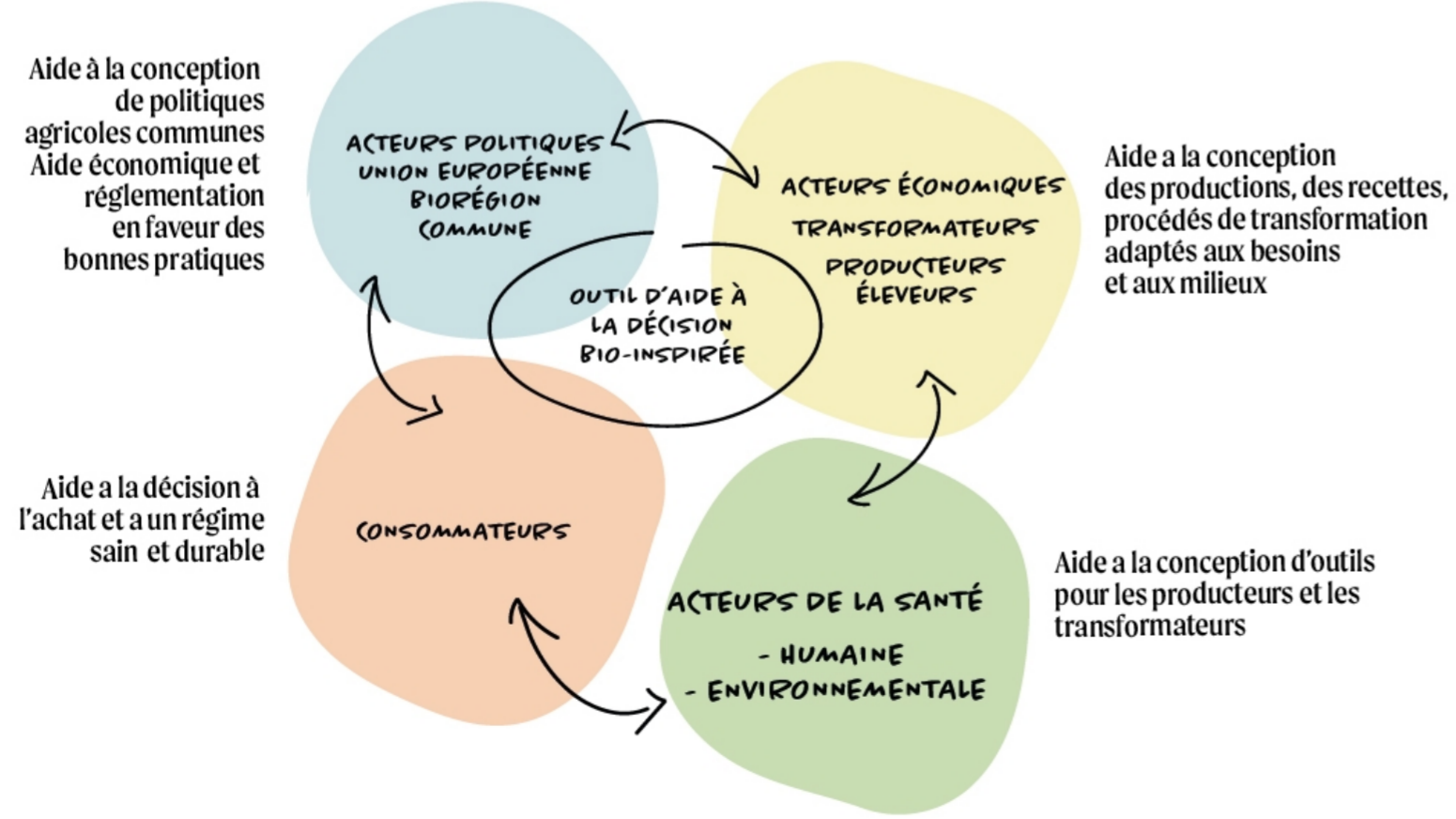
### Communauté humaine

Meilleur compromis dépense énergie/qualité/quantité



- Indicateurs:**
- proximité avec la communauté urbaine
  - richesse quantitative ou qualitative
  - renouvellement ( élevage, plantes, culture)
  - Adaptée aux besoins: besoins nutritionnels différents selon les âges et les conditions de vies
  - Adaptée aux conditions environnementales et au milieu : climat, abondance, pénuries...
  - Favorise la justice sociale et une répartition juste de la valeur, accessible à tous

## Pour qui et quel usage?





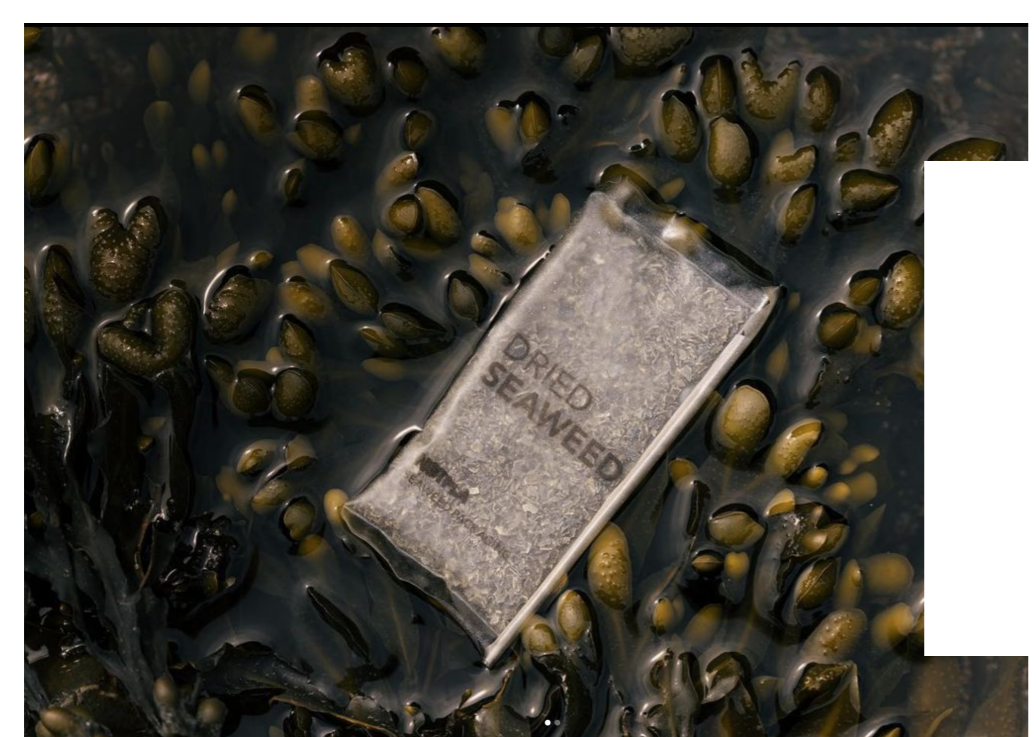
# solutions existantes

Un bioplastique à base de protéine de lait est en cours de développement pour le **packaging alimentaire sous forme de sachets souples**. Ces emballages pourraient, à terme, se substituer à des contenants faisant auparavant appel à des matériaux basés sur le Bisphénol A.



**Emballages alimentaires : un bioplastique à base de lait.**  
[substitution-bp.ineris.fr/fr/actualites/emballages-alimentaires-bioplastique-base-lait](http://substitution-bp.ineris.fr/fr/actualites/emballages-alimentaires-bioplastique-base-lait)

## Emballages biodégradables Notpla



Publié le 22.11.2017, mis à jour le 10.02.2022



Lien au sol, biodiversité, stockage carbone... : les fermes laitières ont de nombreux atouts pour s'inscrire pleinement dans les exigences de l'agroécologie !



Organoponico à Cuba

**METHALGUES**  
Des algues pour réduire les émissions de méthane entérique chez la vache laitière

**CONTEXTE**  
Les productions animales sont responsables de 14% des émissions de gaz à effet de serre. Le méthane entérique est le principal gaz à effet de serre émis par les ruminants. Les émissions de méthane entérique sont liées à la fermentation des aliments dans le rumen.

**OBJECTIFS OPERACIONNELS**  
1 - Évaluer les ressources locales à base d'algues et évaluer les espèces potentielles à intégrer dans des essais in vitro. Le potentiel méthanogène des algues sera testé in vitro, en fonction de leur teneur en polysaccharides, de leur teneur en protéines, de leur teneur en fibres et de leur teneur en lipides.  
2 - Tester un panel d'algues identifiées comme d'intérêt dans des essais in vitro. Le potentiel méthanogène des algues sera testé in vitro, en fonction de leur teneur en polysaccharides, de leur teneur en protéines, de leur teneur en fibres et de leur teneur en lipides.  
3 - Tester les meilleures solutions les plus efficaces pour réduire les émissions de méthane entérique dans un essai en conditions contrôlées. Les émissions de méthane entérique seront mesurées au CO2ferret.  
4 - Tester la solution la plus efficace pour réduire le méthane en conditions d'élevage avec un système méthanogène des ruminants, notamment l'élevage des vaches laitières.

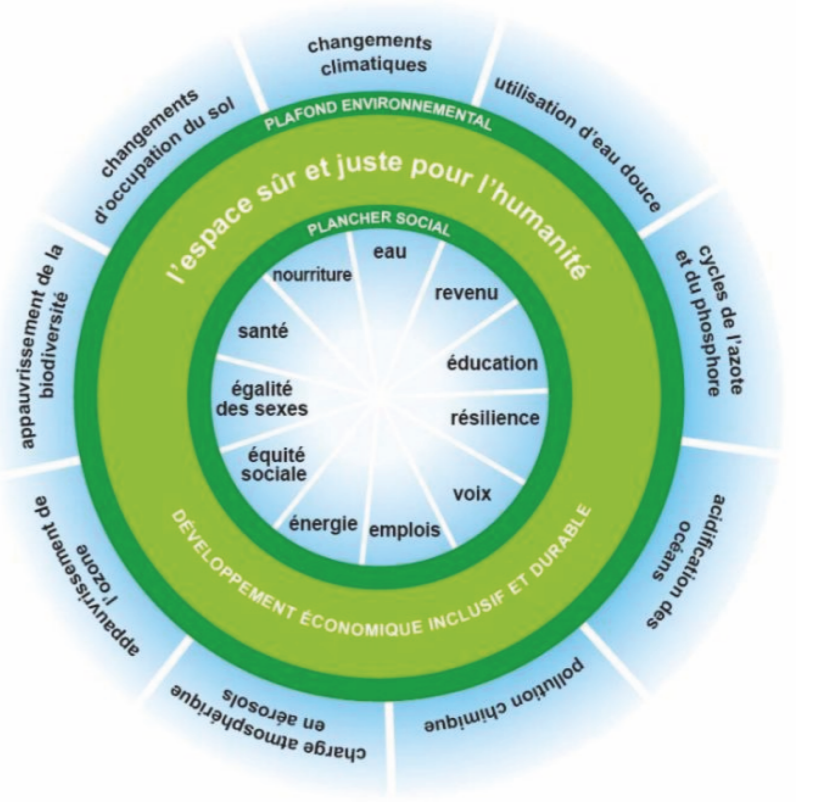
**CALENDRIER**  
Début du projet : 2021  
Fin de projet : 2023

**PARTENAIRES DU PROJET**  
Ce projet est financé par Valorial, le Centre National de la Recherche Scientifique, le Réseau Français de la Laiterie et l'Institut National de la Recherche pour l'Agriculture, l'Élevage et la Pêche. Les partenaires du projet sont : Valorial, INRAE, CEVA, Thémis, et le Réseau Français de la Laiterie.

**Nourrir les vaches avec des algues pour réduire leurs émissions de méthane?**

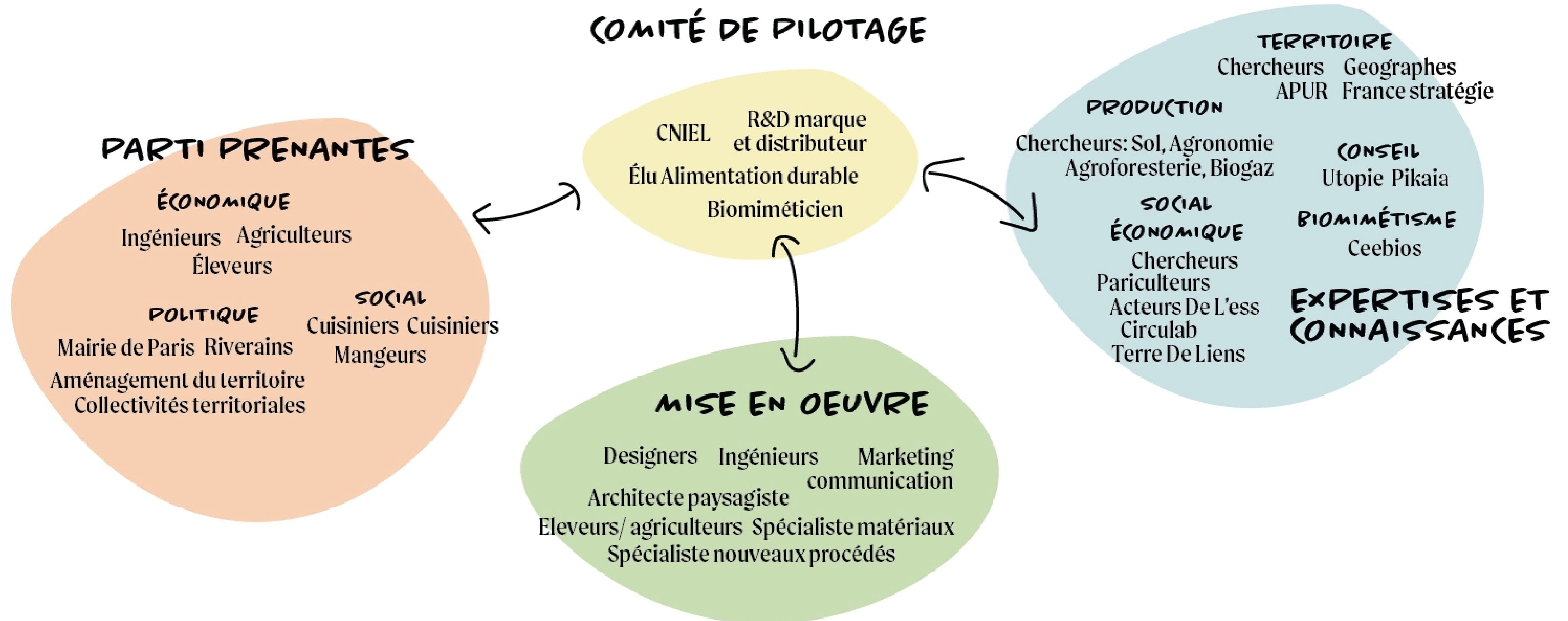
Publié par Léa Pohlard - 21 mars 2021 à 11h01

Introduire dans les rations des ruminants un peu d'algues permettrait de réduire leur production de méthane de plus de 80%.





# Cartographie des acteurs et feuille de route





| EN AMONT<br>interviews des experts :<br>recherche, agriculteurs locaux<br>Mairie de paris<br>Citoyens- riverains<br>R&D marques et distributeurs  |                        | IMMERSION   | DÉFINITION   | IDÉATION V01  | IDEATION V02   | PROTOTYPAGE  | EVALUATION   |  |
|---|------------------------|---|--|---|--|--|--|--|
| <b>Projet Pilote :<br/>micro ferme du<br/>champs de mars.<br/>Quels acteurs ?</b><br><br>Politique et territoire:<br>France Stratégie<br>Mairie de paris - Région Ile de France<br>Aménageurs du territoire - géographe -<br>écologue -<br>Consultation citoyenne<br>consommateurs et riverains<br><br>Production agro-écologique:<br>- Filière du lait CNIEL<br>- Terre de lien : experience des fermes<br>collectives et modèles économiques<br>- Recherches: Etat des sols, quels<br>especes cultivés? Quelle alimentation?<br>- Pariculteurs<br>- Eleveurs<br><br>Economique<br>- Banque des territoires<br>- Circulab : intégrer l'économie<br>circulaire et l'impact social<br>- Chercheurs en économie<br>- Innovation et R&D Monoprix<br>- Innovation et R&D Danone | OBJECTIFS              | Poser le contexte général sous forme de synthèse : présentation des forces et faiblesses du système agro-industriel du point de vue de tous les acteurs, dans une perspective biomimétique d'approvisionnement locale en IDF. Introduction au concept de Biorégion - présentation outils et méthodes biomimétique et design | Vision idéale futur souhaitable<br>Problématique et sous-problématiques:<br>cahier des charges V1  | Présenter les problématiques et sous problématiques clarifiées + les pistes de solutions<br>Charte d'engagement ou cahier des charges V02   | Présentation et retours sur les pistes retravaillées   | Suivi projets pilotes                                    | Évaluation des différents acteurs à toutes les échelles ( super système, systeme, sous système) et des utilisateurs : réussites et points d'amélioration |  |
|   | OUTILS & MÉTHODOLOGIES | Rapport UTOPIES<br>SWOT<br>Marche du temps profond de l'alimentation<br>conférence intelligence en essaim   | Biomim Canva IFS 01-ANALYSE<br>Donut<br>Circulab canva   | Présentation des principes abstraits des fouilles biologiques et des concepts projecteurs<br>Prototype - Design fiction:<br>proposition d'un mode d'organisation et coopération envisagée | ACV<br>Budgétisation prévisionnelle<br>Notation des projets en fonction de l'adéquation au cahier des charges                                    | ACV<br>Critères d'évaluation issus du cahier des charges | Outils d'évaluation différents selon les acteurs interrogés : questionnaires, chiffres ( par exemple: ventes, état du sol, biodiv..)                     |  |
|   | RÉSULTATS/LIVRABLES    | Engager le projet sur une base identique pour toutes les parties prenantes et cadrer le scope des solutions à trouver   | Identification des points de concordances et de frictions, des freins à lever, et des potentiels actions à engager à court, moyen et long terme.<br>Fonctions à explorer pour abstraction biologique<br>Identifications des expertises | choix de directions et des potentiels actions à engager à court, moyen et long terme.   | Proposition finale des concepts<br>Maquettes, représentations visuelles et timeline: solutions qui s'appuie sur l'existant ou R&D ( backcasting) | Validation ou arrêt:<br>Poursuite ou retour en idéation  | Amélioration continue:<br>définition de nouveaux objectifs   |  |
| Comité de pilotage  |                        |   |  |   |  |  |  |  |
| Experts   |                        |   |  |   |  |  |  |  |
| Parties prenantes   |                        |   |  |   |  |  |  |  |
| Mise en Oeuvre  |                        |   |  |   |  |  |  |  |