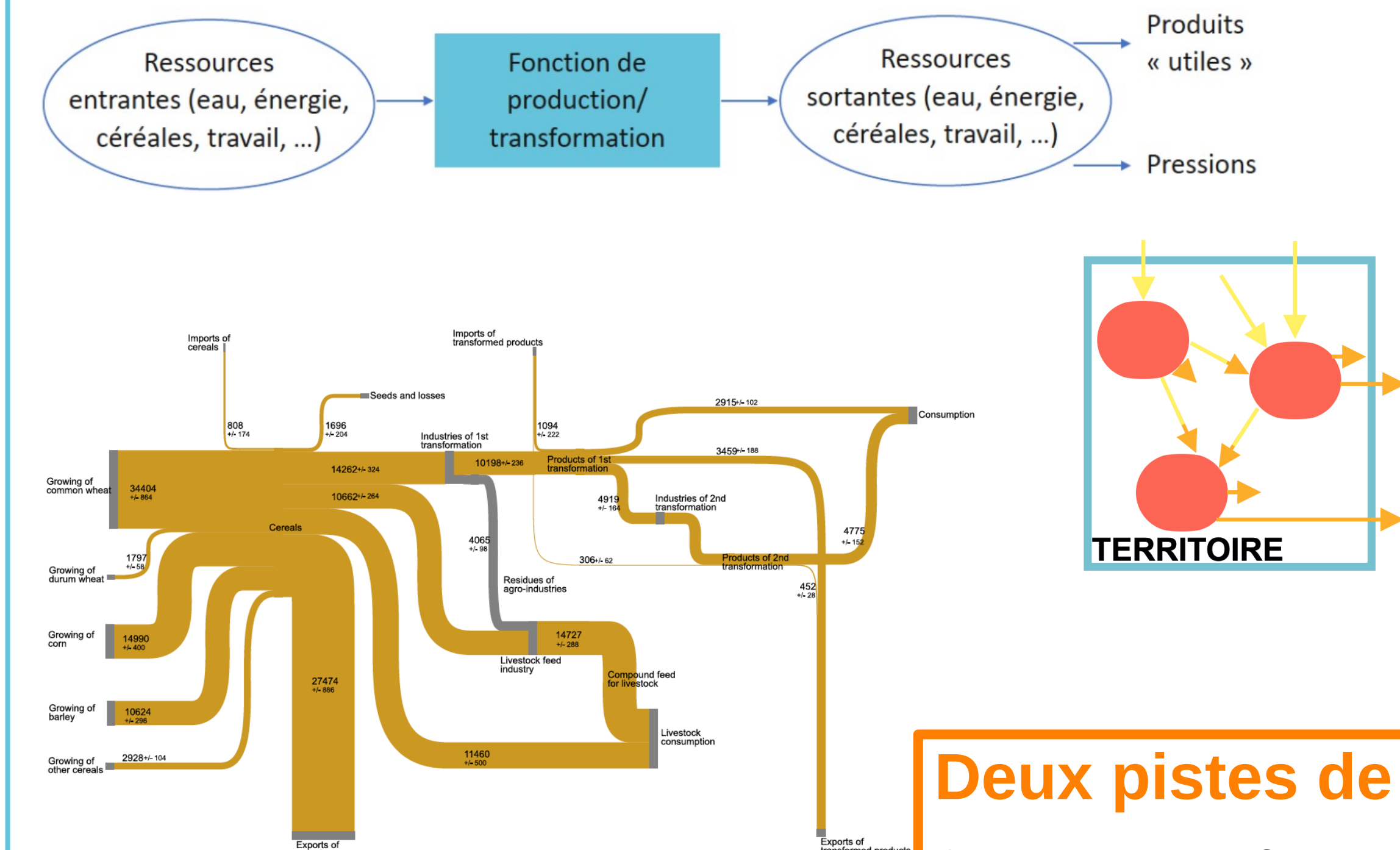


M.Mangeot<sup>1</sup>, M.Boissier<sup>1</sup>, J-Y.Courtonne<sup>1</sup>, M.Donsimoni<sup>2</sup>, S.Wahnich<sup>2</sup>, N.Ferrand<sup>1,3</sup>,

<sup>1</sup> STEEP, INRIA GrenobleRhône-Alpes et Laboratoire Jean Kuntzmann, <sup>2</sup>PACTE, Laboratoire de Sciences sociales, <sup>3</sup> G-Eau, INRAE Montpellier

## Modèles biophysiques de flux de matière et d'énergie

Cet outil représente l'économie d'un territoire par les flux de matière et d'énergie qui le composent (biomasse, combustibles fossiles, énergie, ...), en satisfaisant, à chaque étape de transformation, les bilans de masse et d'énergie (comptabilité biophysique). Focalisé sur des flux biophysiques plutôt que financiers, le travail se fait en terme de ressources et de pressions (amont : disponibilité sur la ressource et concurrence d'usage ; aval : production de gaz à effet de serre, pollutions chimiques, ... qui mettent en danger le territoire).



Analyse de flux de céréales à l'échelle de la France : résultats agrégés, en kilotonnes pour une année moyenne entre 2001 et 2009 (Courtonne, 2016)

### Avantages

Vision matière et énergie uniquement, décorrélée d'aspects monétaires, ce qui facilite :

- une vision systémique (le suivi des flux entraîne une analyse interdisciplinaire, à diverses échelles spatiales et temporelles)
- l'évaluation de la pertinence d'une organisation (gestion des ressources et des pressions associées)
- la conception d'organisations alternatives en assurant leur cohérence biophysique.

### Obstacles

Ce sont des outils « experts » qui

- nécessitent une interface numérique
- ne permettent pas encore de modification « intuitive » des flux et de leur organisation
- nécessitent un travail important de recherche de données

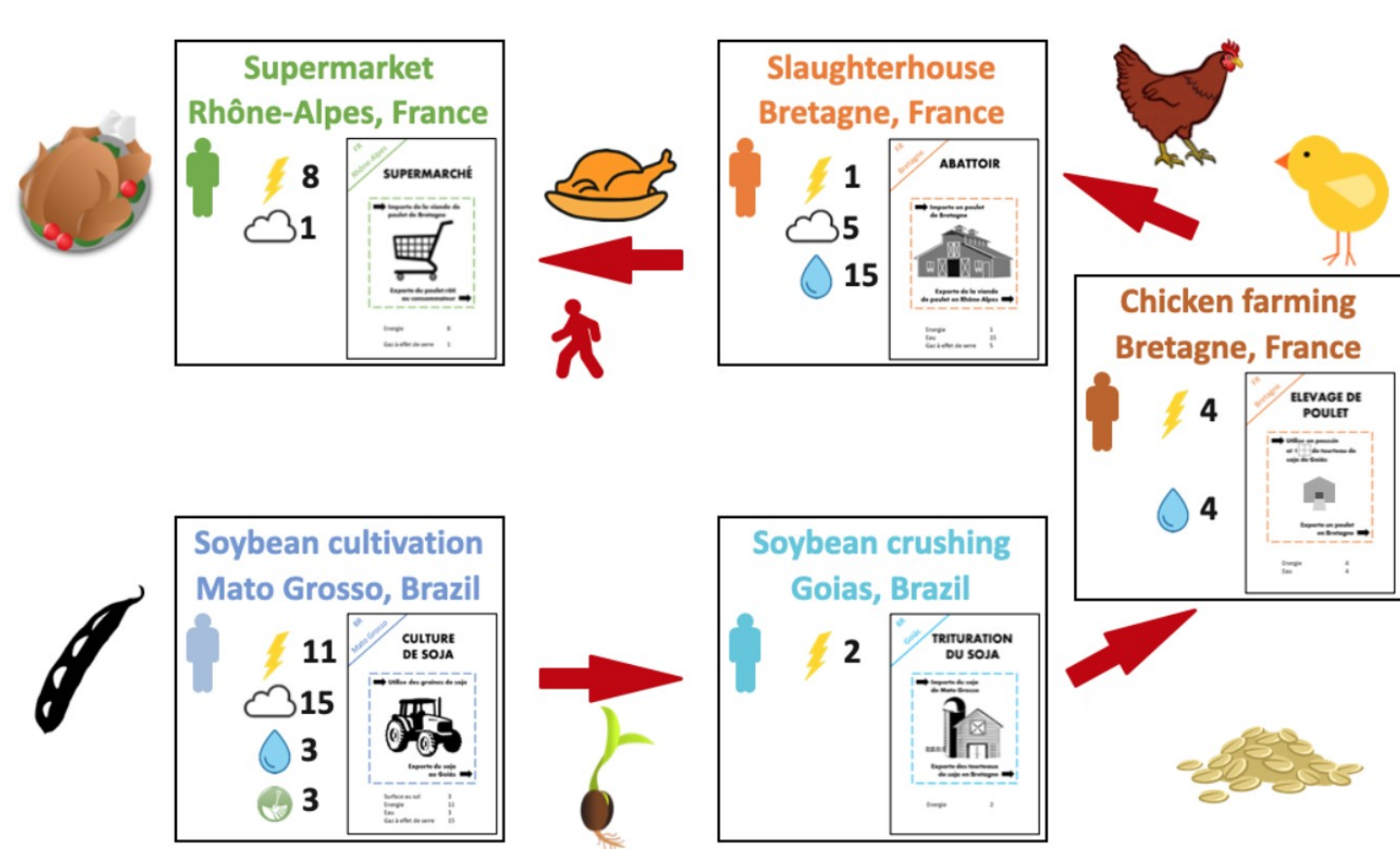
### Deux pistes de travail en transdisciplinarité

1. Travail sur le fond : comment permettre aux citoyen.ne.s d'appréhender les notions de cohérence biophysique et effets systémiques sans travailler directement sur l'analyse de flux de matières et d'énergie ?
2. Mise à l'épreuve des outils auprès de citoyens pour continuer à préciser les questions de recherche autour de l'usage des modèles experts comme aide à la décision et à la concertation.

## 1. L'appréhension d'effets systémiques par le jeu (stage de Léa Vienot)

Les outils de comptabilité biophysique mettent en évidence des effets systémiques importants à anticiper lors de la conception d'alternatives organisationnelles pour le territoire. Nous en avons choisi deux que nous avons illustrés par des jeux :

### Le jeu du poulet : transfert géographique de pression



Suivi de la conception d'un poulet rôti :

- Du poulet vers le soja : prise de conscience des étapes de production.
- Du soja vers le poulet : récolte des pressions induites (occupation des sols, besoins en énergie, besoins en eau et émissions de gaz à effet de serre) tout au long de la chaîne

+ Temps de debriefing

### Avec ou contre tous : concurrence d'usage des ressources



A chaque tour, il s'agit de produire collectivement 2 besoins de chaque sorte (triangle, losange, trapèze). Pour chacun, 2 recettes possibles mobilisant des ressources obtenues en exploitant le territoire. Au cours du jeu, les bleues et rouges sont de plus en plus dures à obtenir.

Privés des ressources non renouvelables, les joueurs se rabattent sur les recettes utilisant les renouvelables entraînant des concurrences dans leurs usages.

+ Temps de debriefing

### Conclusions

- Validation des jeux comme outil pertinent pour discuter des effets systémiques
- Design et temps de debriefing cruciaux dans l'apprentissage
- Pertinence d'un travail plus poussé d'appréhension de la systémique et de ses effets

## 2. La mise à l'épreuve des AFME sur les territoires

### Contexte de travail (projet en cours de lancement)

Recherche-intervention dans le territoire du Pôle d'équilibre territorial et rural du Grand Briançonnais, Pays des Écrins, Guillestrois Queyras (PETR).

Enjeux d'eau, énergie, biodiversité, climat, territoire.

### Objectifs du projet

**procédural** : construction par les acteur.rices d'un processus de concertation à solliciter régulièrement (nouvelle installation d'énergie renouvelable par exemple)

**recherche** : introduction de modèles experts (AFME en particulier) dans le dispositif pour comprendre en quoi ils peuvent être facilitateurs de la concertation et de la décision

### Travail effectué

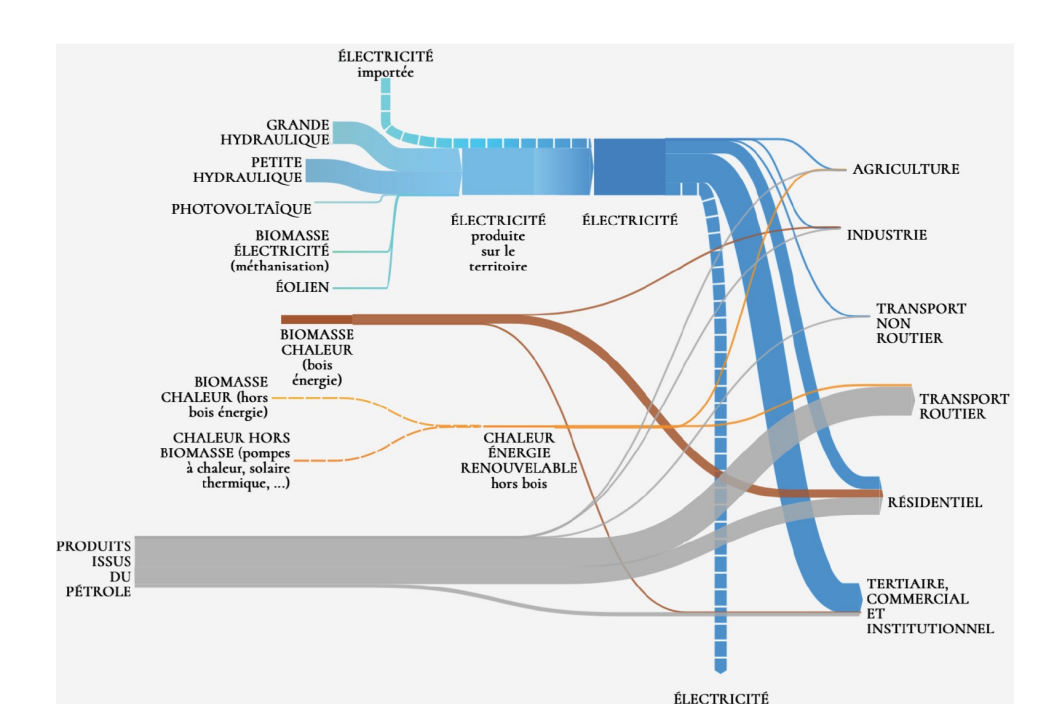
- Une trentaine d'entretiens préalable au lancement du projet
- Réunion de lancement officiel avec travail sur les modalités de participation
- 3 sessions de mise à l'épreuve des outils AFME sur le territoire



### Conclusions

- la pertinence de l'outil AFME avec toutes et tous les acteur.ices sur les territoires est conditionnée par la précision des données (données coûteuses à obtenir)
- les premières mises à l'épreuve ont mis en avant la volonté des acteur.ices d'avoir plus d'informations pour décider

### Premières mises à l'épreuve des outils



- 1 + 3. Diagnostic a priori et a posteriori des enjeux liés à l'énergie sur le territoire
2. Discussions sur un diagramme de Sankey d'une AFME énergie (données du PCAET)

- **Compréhension** : facile mais accroche différente selon les personnes
- **Pertinence de l'outil** soumises à la précision des données :
  - sensibilisation aux différences d'intensité des flux selon les domaines
  - précise la vision de territoire en posant des chiffres
- **Frustrations et manques** : volonté d'avoir des informations supplémentaires
  - sur la précision des données
  - sur les limites posées pour l'analyse (volonté de comparer différentes échelles temporelles, des domaines économiques, ...)



## Nouvelles pistes de travail

- Sensibilisation à la systémique et à ses enjeux : thèse en démarrage en février 2023
- Mise à l'épreuve des AFME :
  - continuer la mise à l'épreuve sur des territoires pour lesquels un travail de recueil de données a été mené (métropole grenobloise)
  - expérimentation en laboratoire pour détacher la mise à l'épreuve d'une situation de terrain
- Mobilisation des formalismes associés aux AFME pour la modélisation participative (terrain PETR) : ces formalismes peuvent-ils faciliter la création d'un modèle partagé du territoire ?
- Étude sur la sollicitation collective de connaissances (terrain PETR) : quels besoins collectifs d'information pour transformer le territoire et quels liens avec la recherche scientifique ?

## Références

- Rapport de stage, Léa Vienot (2022) [https://hal.inria.fr/hal-03867864] et dépôt de licence des jeux (https://steep.inria.fr/chicken-game.zip et https://steep.inria.fr/cooperate-or-compete.zip)
- Ferrand, N., Boissier, M., Sturm, P., Mangeot, M., 2022, "Les données ne sont pas données - Quel protocole d'évaluation participative ex-ante des besoins réels des acteurs dans le système données, modèles, usage décisionnel et impact transformatif ?" - Communication aux journées du réseau SYSINFO, INRAE, INRAE:Clermont-Ferrand.
- Courtonne, J.Y. (2016a). Environmental assessment of territories through supply chain analysis : biophysical accounting for deliberative decision-aiding, Ph.D. thesis, UGA
- Hassenforder, E., Ferrand, N., and Girard, S. (2021). L'ingénierie de la participation : préparer et penser une démarche participative. Sciences Eaux et Territoires, (35):28{35}.