



Quels sont les principaux enjeux et pistes pour demain en transformation alimentaire

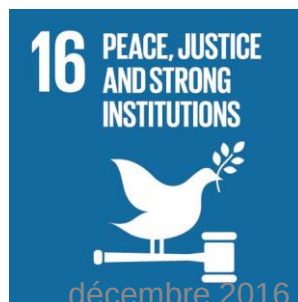
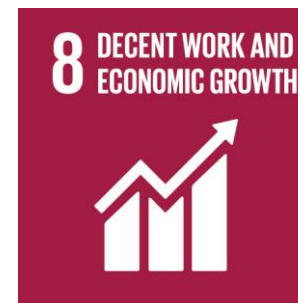
Gilles Trystram

Professeur et directeur général AgroParisTech

Académie des technologies

Membre correspondant Académie d'Agriculture de France

Nouveaux enjeux ?





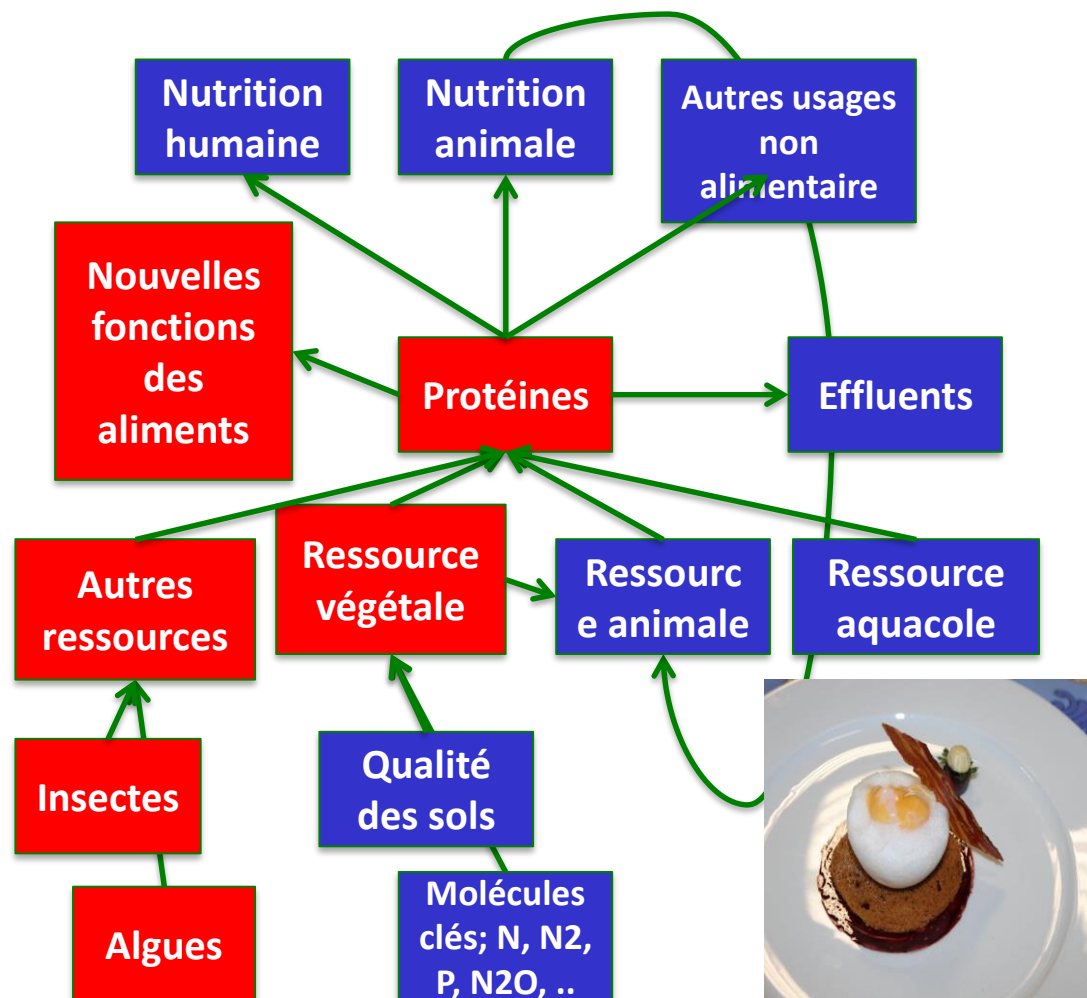
Les aliments demain seront ils les mêmes qu'aujourd'hui?

- Aliments versus diète alimentaire
- Les matières premières
 - Algues
 - Insectes
 - Micro organismes
- Enjeu des protéines; végétal versus animal, fonctionnalités
- Impact des mutations agricoles?
- Diversité augmentée, maîtrise, volatilité des cours



Les aliments demain seront ils les mêmes qu'aujourd'hui?

- Aliments versus diète alimentaire
- Les matières premières
 - Algues
 - Insectes
 - Micro organismes
- Enjeu des protéines; végétal versus animal, fonctionnalités
- Impact des mutations agricoles? Diversité augmentée, maîtrise, volatilité des cours





Qu'est ce qu'une usine alimentaire demain?

Les mêmes procédés ou non ?

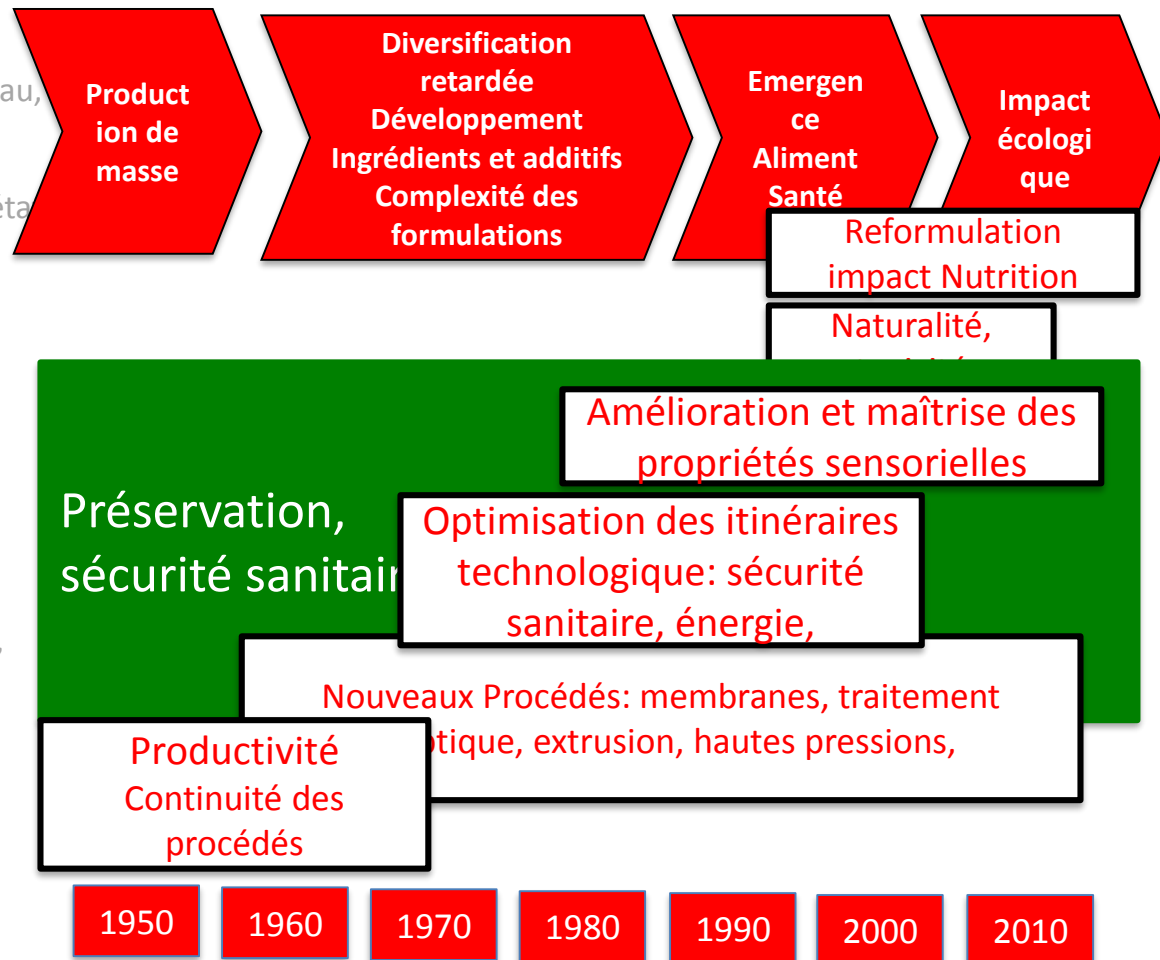
- Enjeu du développement durable
 - Energie (source renouvelable), eau, économie de matière
 - GIEC, agir maintenant pour tenir 1,5°C
 - Vers 70% d'énergie renouvelable
 - 20% de moins d'eau en 2030
 - Se passer de la chaine du froid
 - Opérations avec changement d'état
 - Efficience énergétique
- Addition des critères dans le temps, saturation des procédés?
- Analyse fonctionnelle, exemple Fromage
- Robotique, mécanisation, plus d'automatique
- Organisation industrielle, hyper industrialisation, artisanat
- Concurrence – coopération: PME, ETI, grands groupes et start-ups



Qu'est ce qu'une usine alimentaire demain?

Les mêmes procédés ou non ?

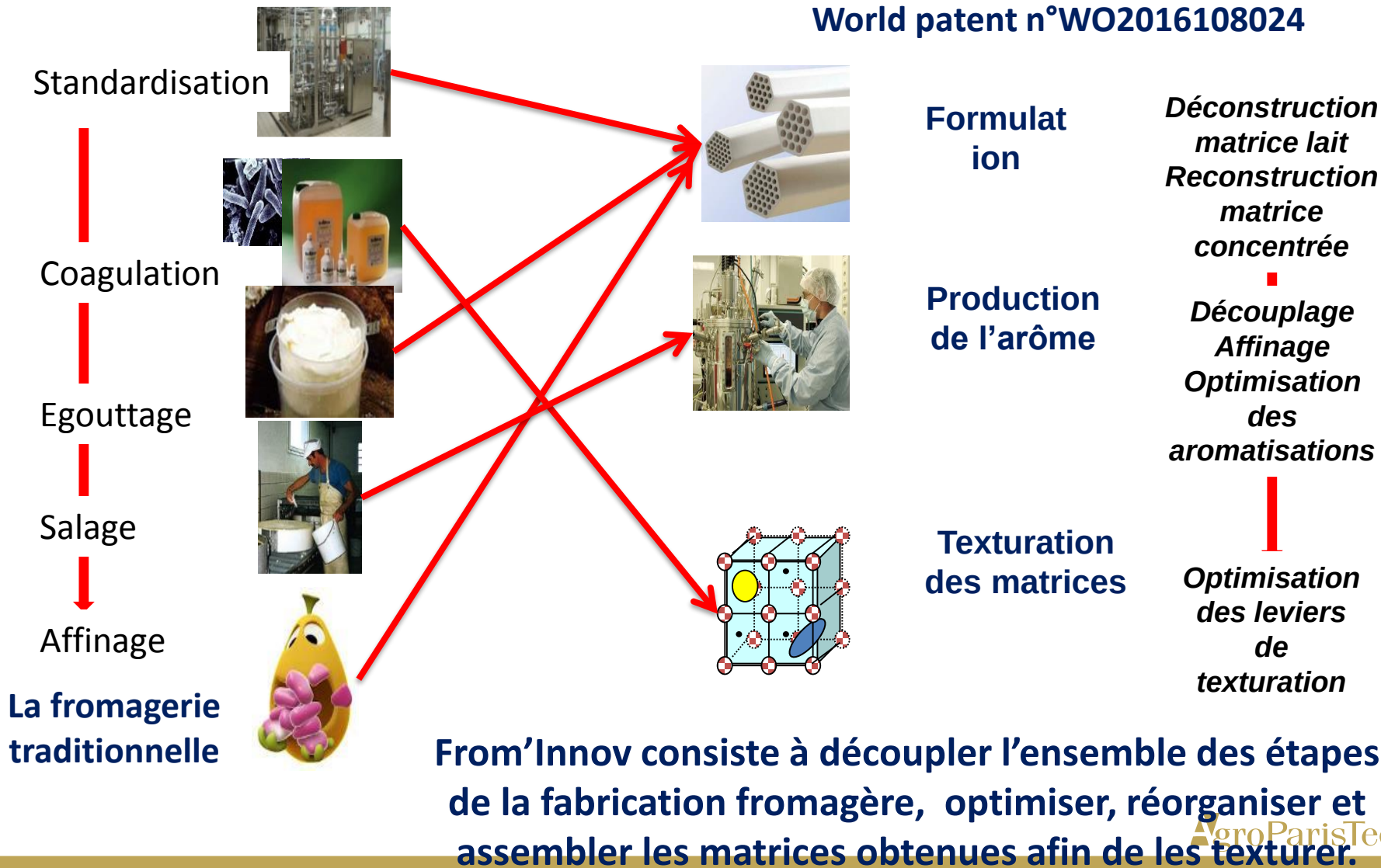
- Enjeu du développement durable
 - Energie (source renouvelable), eau, économie de matière
 - Se passer de la chaine du froid
 - Opérations avec changement d'état
 - Efficience énergétique
- **Addition des critères dans le temps, saturation des procédés?**
- Analyse fonctionnelle, exemple Fromage
- Robotique, mécanisation, plus d'automatique
- Organisation industrielle, hyper industrialisation, artisanat
- Concurrence – coopération: PME, ETI, grands groupes et start-ups





Analyse fonctionnelle, Déstructurer, restructurer la clé pour demain?

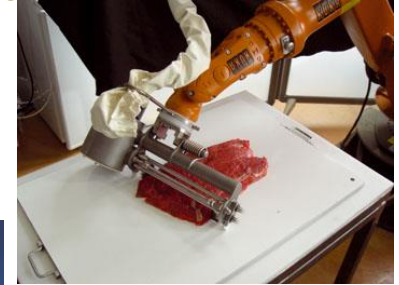
From'Innov, GARRIC *et al* (2016)
World patent n°WO2016108024



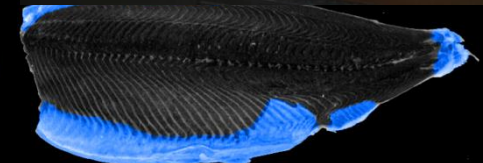
Qu'est ce qu'une usine alimentaire demain?

Les mêmes procédés ou non ?

- Enjeu du développement durable
 - Energie (source renouvelable), économie de matière
 - Se passer de la chaine du froid
 - Opérations avec changement d'
 - Efficience énergétique
- Addition des critères dans le temps, saturation des procédés?
- Analyse fonctionnelle, exemple Fromage
- **Robotique, mécanisation, plus d'automatique, Technologies additives**
- Organisation industrielle, hyper industrialisation, artisanat
- Concurrence – coopération: PME, ETI, grands groupes et start-ups



Potentiel de la robotique





Qu'est ce qu'une usine alimentaire demain?

Les mêmes procédés ou non ?

- Enjeu du développement durable
 - Energie (source renouvelable), eau, économie de matière
 - Se passer de la chaine du froid
 - Opérations avec changement d'état
 - Efficience énergétique
- Addition des critères dans le temps, saturation des procédés?
- Analyse fonctionnelle, exemple Fromage
- Robotique, mécanisation, plus d'automatique
- Organisation industrielle, hyper industrialisation, artisanat
- Concurrence – coopération: PME, ETI, grands groupes et start-ups



Quelles sont les formes d'usage prévisibles des matières premières ?

- Impact des discours santé et de l'évolution des comportements alimentaires
 - Clean label
- Structure et innovations invisibles
 - Réduire la densité nutritionnelle (sel, sucre, gras), donc jouer sur la structure
 - Impact sur l'industrie des ingrédients et additifs
- Moins d'additifs, donc accepter de reculer en sécurité sanitaire?

Quelles sont les formes d'usage prévisibles des matières premières ?

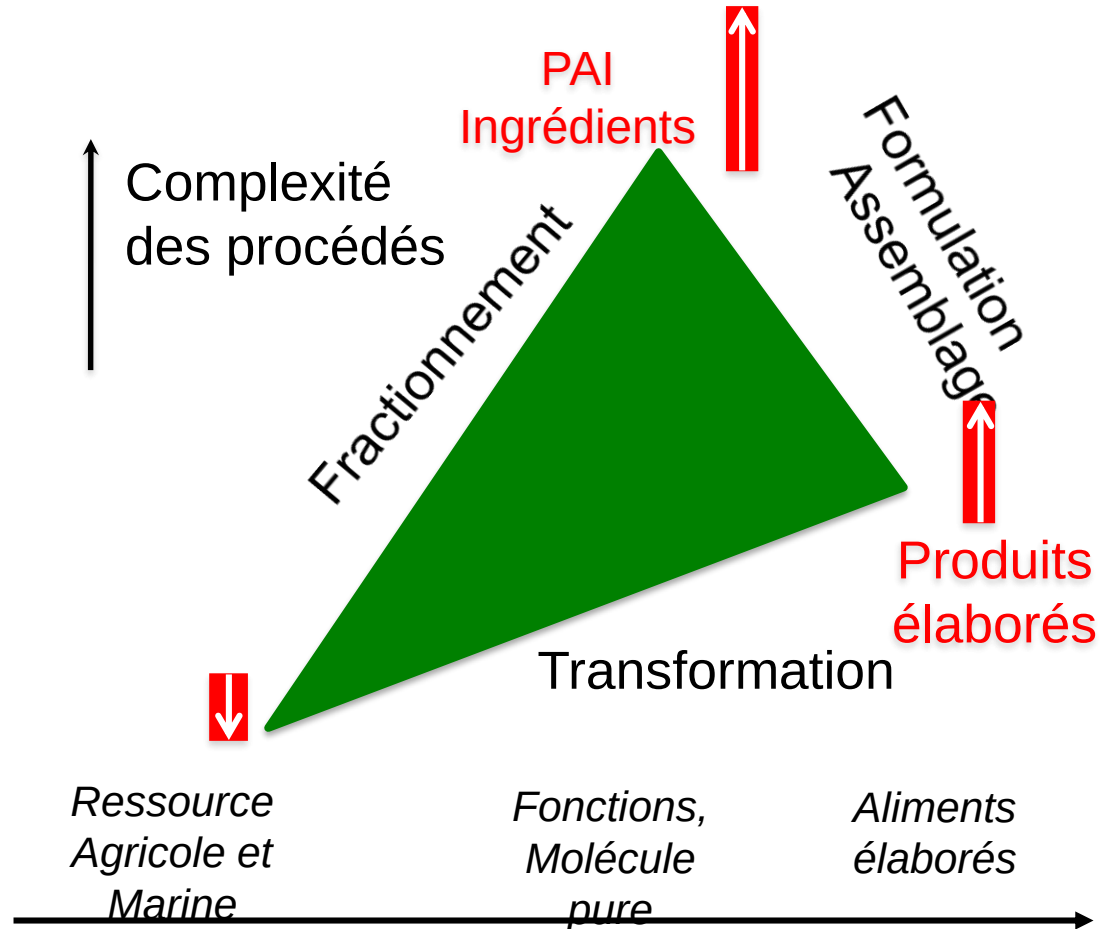
- Impact des discours santé et de l'évolution des comportements alimentaires
 - Clean label
- Structure et innovations invisibles
 - Réduire la densité nutritionnelle (sel, sucre, gras), donc jouer sur la structure
 - Impact sur l'industrie des ingrédients et additifs
- Moins d'additifs, donc accepter de reculer en sécurité sanitaire?

**L'industrie des ingrédients va
changer drastiquement
Vers des innovations invisibles aux
consommateurs**

**Sucre structuré
bille poreuse de sucre
amorphe
Réduit le taux de sucre
Maintient la sensation de
sucré (Nestlé Brevet)**

Quelles sont les formes d'usage prévisibles des matières premières ?

- Impact des discours santé et de l'évolution des comportements alimentaires
 - Clean label
- Structure et innovations invisibles
 - Réduire la densité nutritionnelle (sel, sucre, gras), donc jouer sur la structure
 - Impact sur l'industrie des ingrédients et additifs
- Moins d'additifs, donc accepter de reculer en sécurité sanitaire?





Quelle localisation des usines ?

- Ou sera l'usine, si elle existe encore?
- Dans l'assiette ou sur le lieu de vente
 - Fabrication additive, impact sur relocalisation induite,
 - Urbanisation
 - Lors de la consommation (restauration)
- Transformer dès la ferme (back to the 20^{ème} siècle)
- Dans l'emballage
- Faire face aux enjeux et mutations sociales, à la question du temps de la transformation
- Impact probable majeur de la logistique (au moins autant que le numérique)



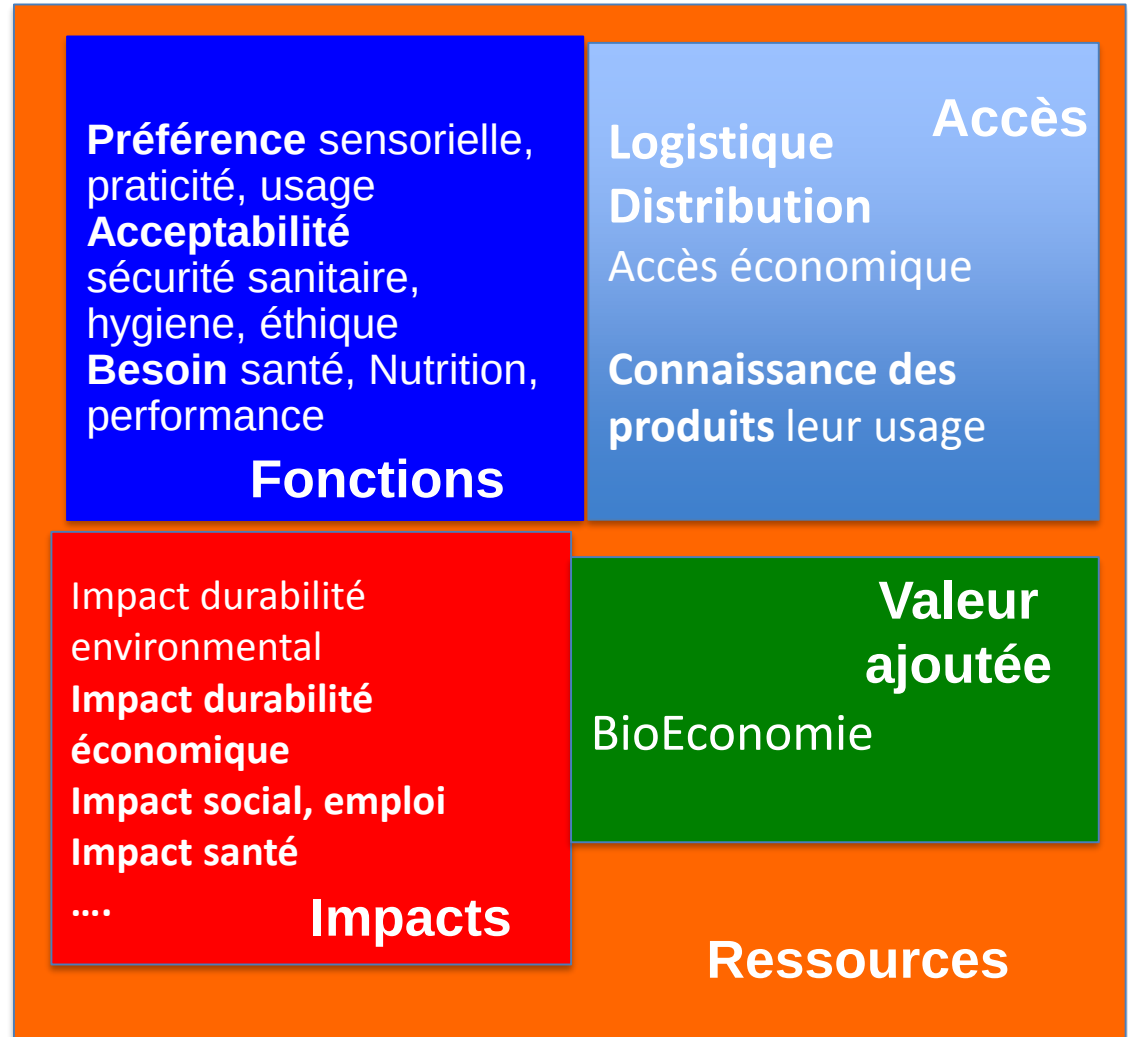


Quelle localisation des usines ?

- Ou sera l'usine, si elle existe encore?
- Dans l'assiette ou sur le lieu de vente
 - Fabrication additive, impact sur relocalisation induite,
 - Urbanisation
 - Lors de la consommation (restauration)
- Transformer dès la ferme (back to the 20 ème siècle)
- Dans l'emballage
- Faire face aux enjeux et mutations sociales, à la question du temps de la transformation
- Impact probable majeur de la logistique (au moins autant que le numérique)

Durabilité et responsabilité sociétale, quelles conséquences?

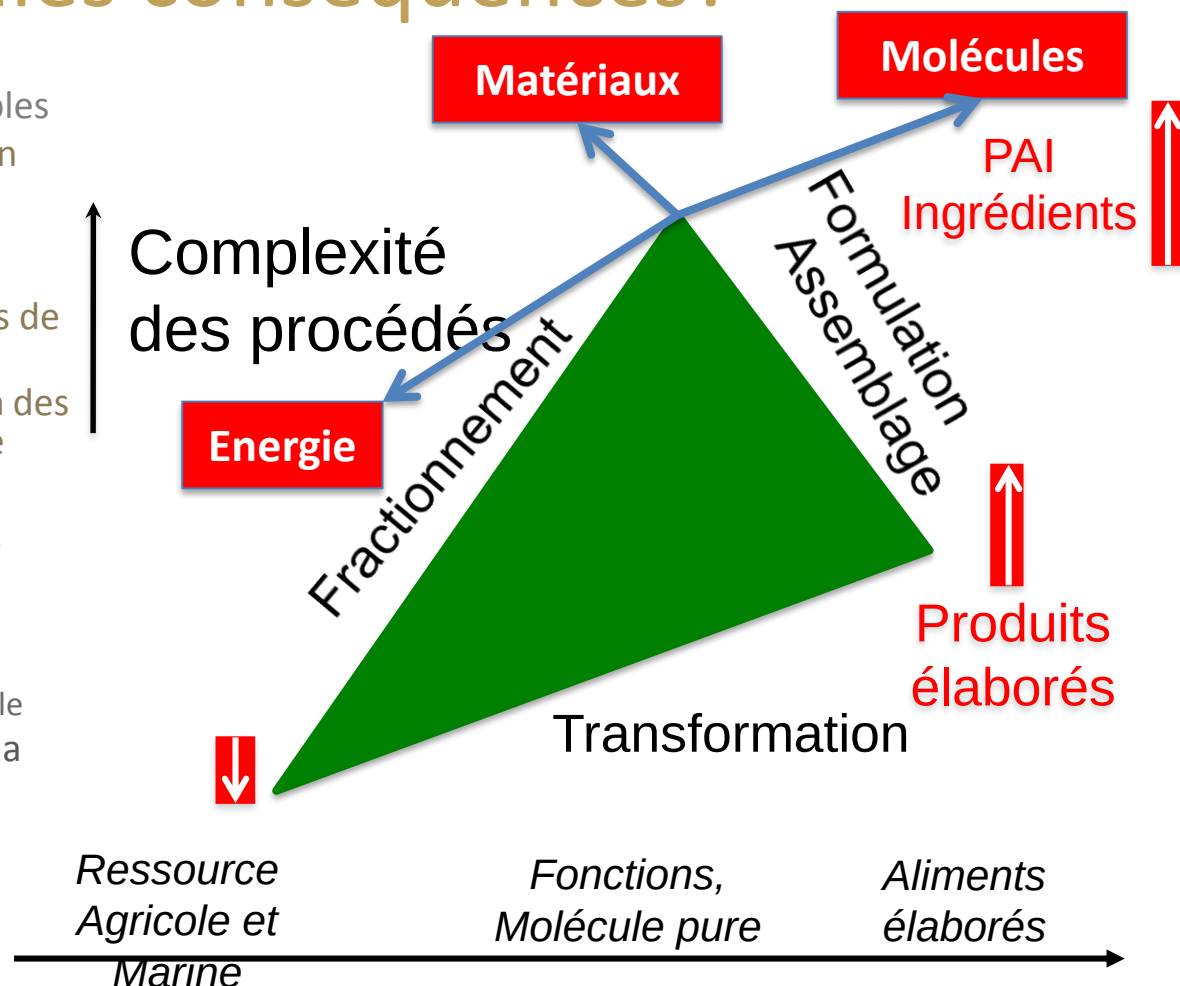
- Systèmes alimentaires durables
- Compétition alimentaire, non alimentaire
- Conversion en énergie, matériaux, molécules des résidus, déchets, pertes, vers de nouvelles chaînes de valeur
- Impact sociétal, organisation des territoires, emplois, maillage
- Sous l'impulsion de ruptures difficiles à décrire:
 - Transition numérique
 - Transition écologique
 - Transition comportementale
- Une conséquence explicite: la diversité (des cibles, des modèles, des solutions)





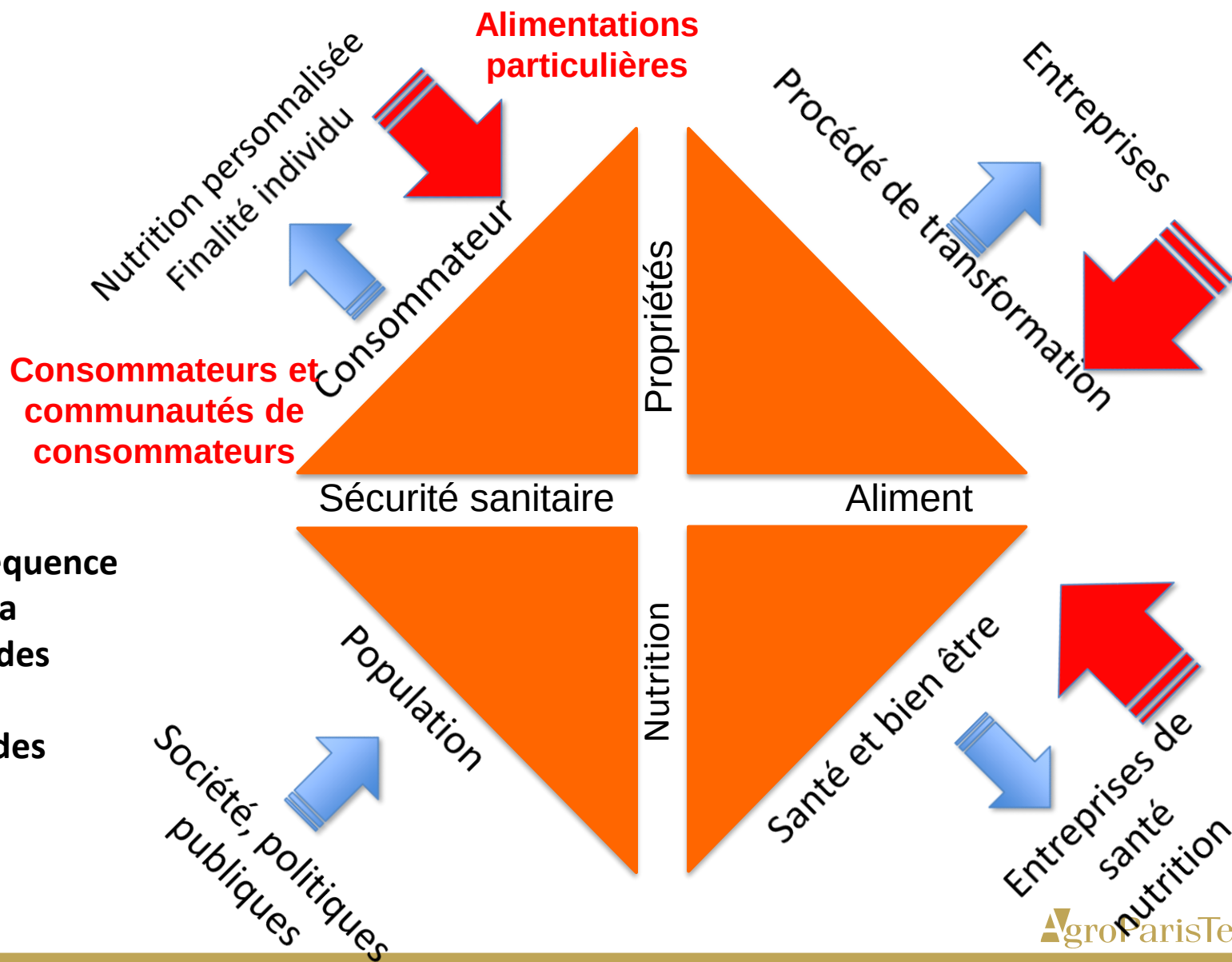
Durabilité et responsabilité sociétale, quelles conséquences?

- Systèmes alimentaires durables
- Compétition alimentaire, non alimentaire
- Conversion en énergie, matériaux, molécules des résidus, déchets, pertes, vers de nouvelles chaînes de valeur
- Impact sociétal, organisation des territoires, emplois, maillage
- Sous l'impulsion de ruptures difficiles à décrire:
 - Transition numérique
 - Transition écologique
 - Transition comportementale
- Une conséquence explicite: la diversité (des cibles, des modèles, des solutions)





Durabilité et responsabilité sociétale, quelles conséquences?





Quels recherche et outils pour les entreprises?

Produits de grande consommation	Réduction des couts, du packaging, Cycle ACV et impact Carbone, gain d'efficacité	Ingénierie Re conception
Innovation basée sur des molécules	Poids de la découverte Chimie analytique Génie de la réaction (Biologique et chimique)	Recherche
Produits structurés	Réaliser les fonctions attendues de l'aliment Recette, formulation Ingénierie de la micro structure Ingénierie de l'hétérogène	Ingénierie Rôle majeure de la technologie Design par l'usage



Pour conclure quelques considérations

Prendre en compte une diversité accrue en alimentation (en ressources comme en produits)

Prendre en compte le recyclage, la récupération, les voies de valorisation non alimentaires des co produits

Penser Reverse, en ce que ça change considérablement le design produits

- Ce qui induit un paradigme modifié quant à l'échelle de la transformation: localisation, ...

Systémique ou holistique?

- Échelle, changement d'échelle, ..

Concevoir en intégrant la résilience

- Augmentation des variabilités, donc des fragilités
- Accroissement des situations transitoires, crises, manque d'eau, fluctuation des prix de l'énergie, emploi, ..

Co engineering: interdisciplinarité et sciences dures et sciences sociales ensemble

Pour construire des entreprises / Industries de l'alimentation

(et plus des IAA)



Merci de votre
attention et des
questions