



**HAL**  
open science

## L'évaluation de la durabilité dans les processus de conception d'innovations

Aurélie Perrin, Gwenola Yannou-Le Bris, Frédérique Angevin, Caroline Pénicaud

► **To cite this version:**

Aurélie Perrin, Gwenola Yannou-Le Bris, Frédérique Angevin, Caroline Pénicaud. L'évaluation de la durabilité dans les processus de conception d'innovations. Webinaire IDEAS, IDEAS, Dec 2023, En ligne, France. hal-04615517

**HAL Id: hal-04615517**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04615517v1>**

Submitted on 18 Jun 2024

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

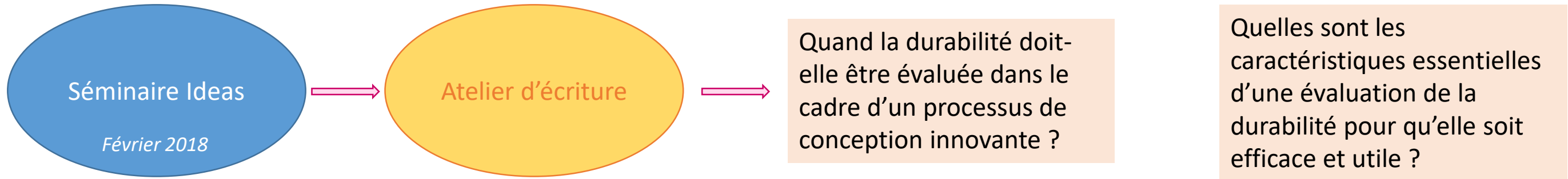


# L'évaluation de la durabilité dans les processus de conception d'innovations

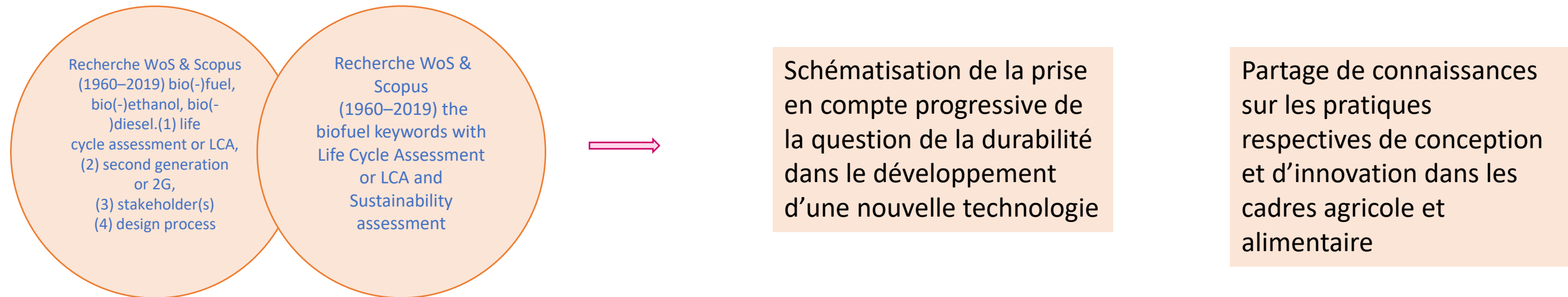
Aurélie Perrin, Gwenola Yannou-Le Bris, Frédérique Angevin, Caroline Pénicaud

5 décembre 2023

# Origine de ce travail et Méthode



## Réflexion sur un cas emblématique : les biocarburants



# Contexte, quels indicateurs et quels acteurs pour définir la durabilité ?

« La sécurité alimentaire sera de plus en plus compromise par le changement climatique à venir en raison de la baisse des rendements, en particulier dans les régions tropicales, de l'augmentation des prix, de la réduction de la qualité des nutriments et des perturbations de la chaîne d'approvisionnement » GIEC, 2019

- Baisse des rendements, qualité des nutriments, instabilité des productions, réduction de l'accessibilité à l'alimentation (économique et physique)
- Végétalisation de l'alimentation pour une réduction de l'usage des sols et des émissions de GES, réduction des inégalités économiques pour garantir l'accès à tous aux ressources, réduction du gaspillage, développement des bioénergies

Des objectifs qui peinent à être poursuivis simultanément et requièrent des évaluations multicritères et multidimensionnelles des systèmes existants et des impacts des solutions de transformation envisagées



Environmental sustainability assessment in agricultural systems: A conceptual and methodological review

Emma Soulé<sup>a, b</sup>, Philippe Michonneau<sup>b</sup>, Nadia Michel<sup>c</sup>, Christian Bockstaller<sup>a</sup>

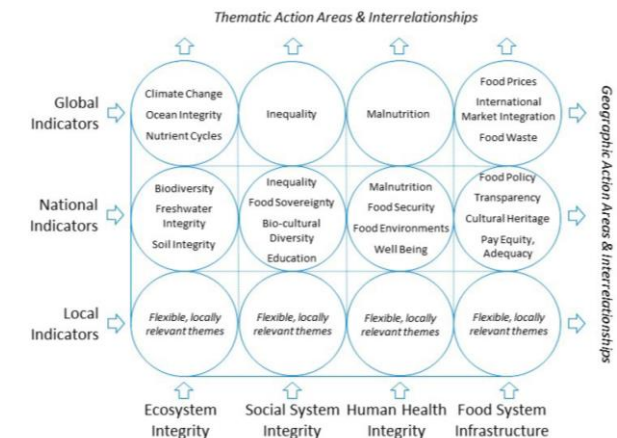
262 études couvrant le secteur agricole mondial entre 1993 et 2019 en visant à prendre en compte uniquement la dimension environnementale

Metric	Indicator	Median	Source	GDP correlation
Food Nutrient Adequacy	Shannon Diversity of Food Supply	61	Remans et al. <sup>33</sup>	0.53
	Non-Staple Food Energy	74	Remans et al. <sup>33</sup>	0.42
	Modified Functional Attribute Diversity	46	Remans et al. <sup>33</sup>	0.72
	Population Share with Adequate Nutrients	77	Remans et al. <sup>33</sup>	0.70
	Nutrient Balance Score	75	This study	0.64
Ecosystem Stability	Nutrient Balance Score	75	This study	0.46
	Disqualifying Nutrient Score	12	This study	-0.74
	Ecosystem Status	47	This study	-0.36
	Per-Capita GHG Emissions	43	Hsu et al. <sup>34</sup>	0.51
	Per-Capita blue water consumption	51	This study	-0.79
Affordability and Availability	Per-Capita Land Use	50	This study	-0.75
	Per-Capita Non-Renewable Energy Use	50	Alexander et al. <sup>9</sup>	-0.09
	Per-Capita Biodiversity Footprint	28	World Bank <sup>59</sup>	0.00
	Food Affordability	50	Chaudhary et al. <sup>28</sup>	0.02
	GFSI Food Availability Score	63	This study	0.83
Sociocultural Wellbeing	Poverty Index	54	GFSI <sup>17</sup>	0.85
	Income Equality	56	GFSI <sup>17</sup>	0.80
	Gender Equity	88	GFSI <sup>17</sup>	0.82
	Extent of Child Labor	62	World Bank <sup>60</sup>	0.24
	Respect for Community Rights	60	This study	0.71
Resilience	Animal Health and Welfare	60	WEF <sup>39</sup>	0.43
	ND-GAIN Country Index	57	ILO <sup>45</sup>	0.59
	Food Production Diversity	64	WRRI <sup>41</sup>	0.63
Food Safety	Global Burden of Foodborne Illnesses	60	API <sup>42</sup>	0.70
	Food Safety Score	52	Chen et al. <sup>43</sup>	0.80
	Pre- and Post-Consumer Food Waste and Loss	68	Remans et al. <sup>33</sup>	-0.20
Waste and Loss Reduction	Food Safety Score	88	WHO <sup>45</sup>	0.76
	Pre- and Post-Consumer Food Waste and Loss	68	GFSI <sup>17</sup>	0.70
			FAO <sup>46</sup>	0.80
				-0.68

The global median value of each indicator (normalized to 0-100 scale) across 156 countries is shown. Metric score in bold is the arithmetic average of its underlying indicator scores (See Supplementary Data 1 for all indicator values per country). Spearman's rank correlation ( $\rho$ ) between GDP per capita and indicator values of different countries is also shown. See Supplementary Data 5 for correlation value of all 25 × 25 indicator combinations

Chaudhary et al., 2018

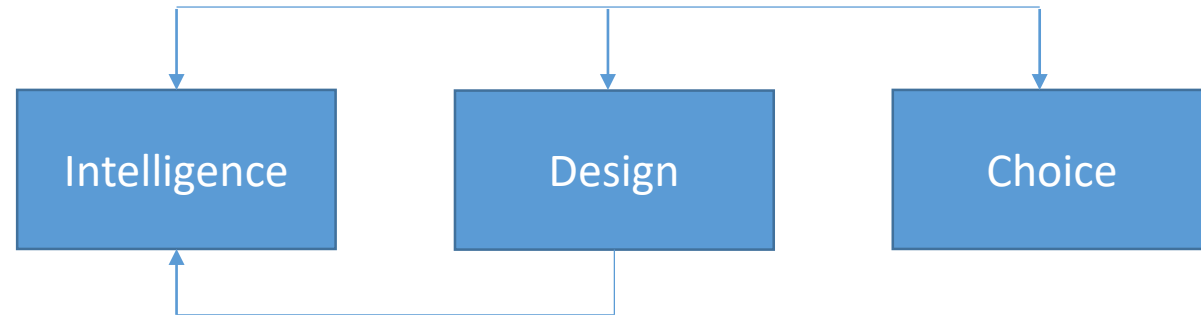
Le SAFA de la FAO (2014) propose 21 thèmes et 58 sous-thèmes pour traiter de l'intégrité de l'environnement, du bien-être social, de la gouvernance



Carlson et al., 2017

Chopin et al., 2021

# Place de la décision en conception



Simon, 1969

La décision ne vise pas une solution optimale mais la plus satisfaisante car :

- Soumise à une rationalité limitée (Simon 1960, 1969)
  - Information incomplète et connaissances limitées,
  - Entachée d'incertitude
- Soumise à la rationalité procédurale :
  - Le processus employé oriente la décision pour limiter les effets de la rationalité limitée.
  - Sa structuration dépend de l'intelligence mise en œuvre dans l'exploration du problème (LeMoigne 2009)

➔ Rôle de l'intelligence ou des intelligences réunies pour conduire cette exploration en phase de construction du problème alors qu'aucune convention ne vient créer de coordination sur la notion de durabilité.

➔ Interrogation sur la capacité des processus à se construire relativement à la problématique qui émerge et aux acteurs qui peuvent y prendre place.

➔ Construction de la décision dans le cadre d'une évaluation multi-critériée et multiniveaux.

# Conception innovante agricole, une activité de type R&D

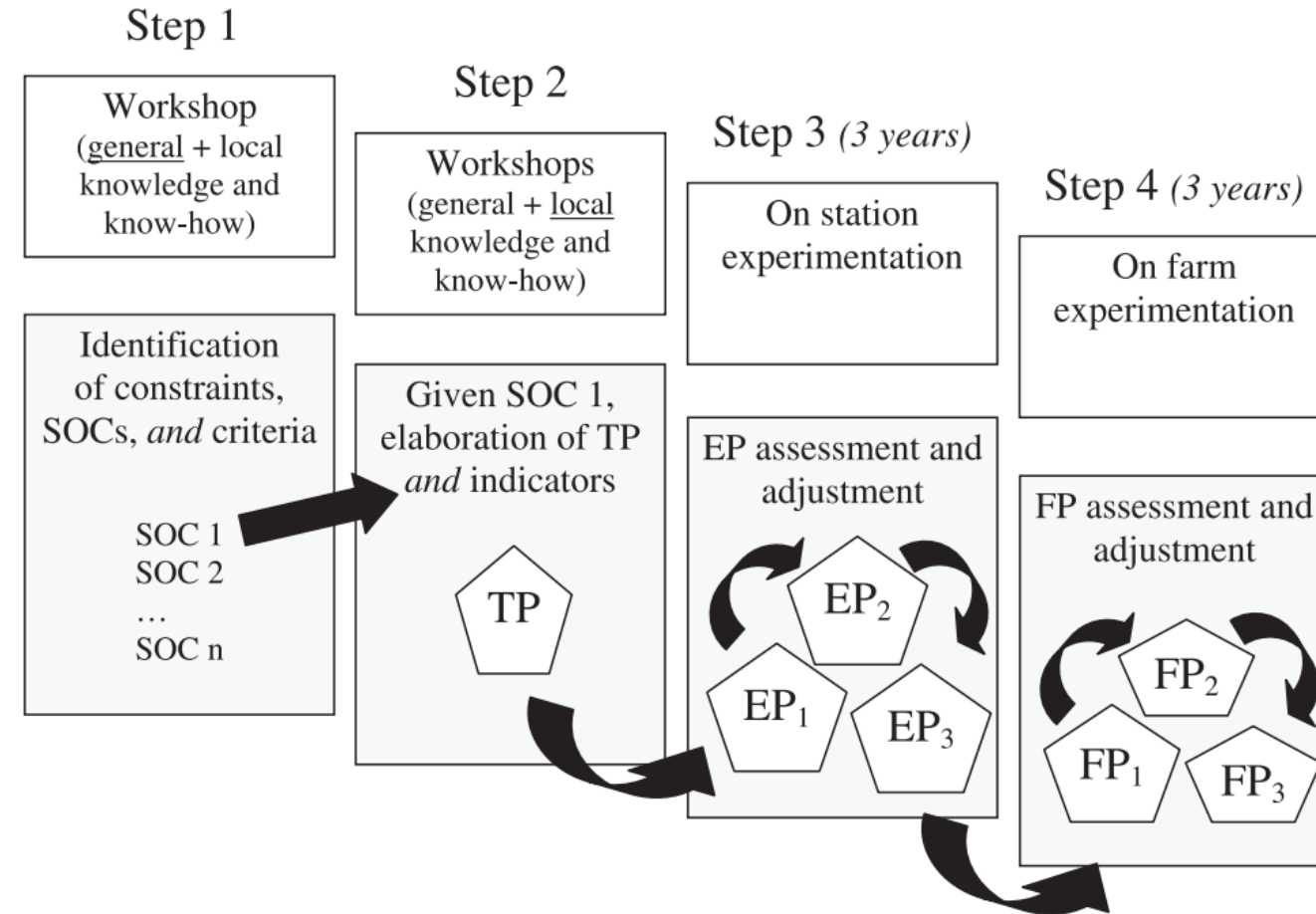
La conception, une activité dont la formalisation est souvent proposée par des agronomes.

*Byerlee et al. 1982; Salembier et al. 2018; Vereijken 1997*

Approches à tendance linéaire, avec des rétroactions

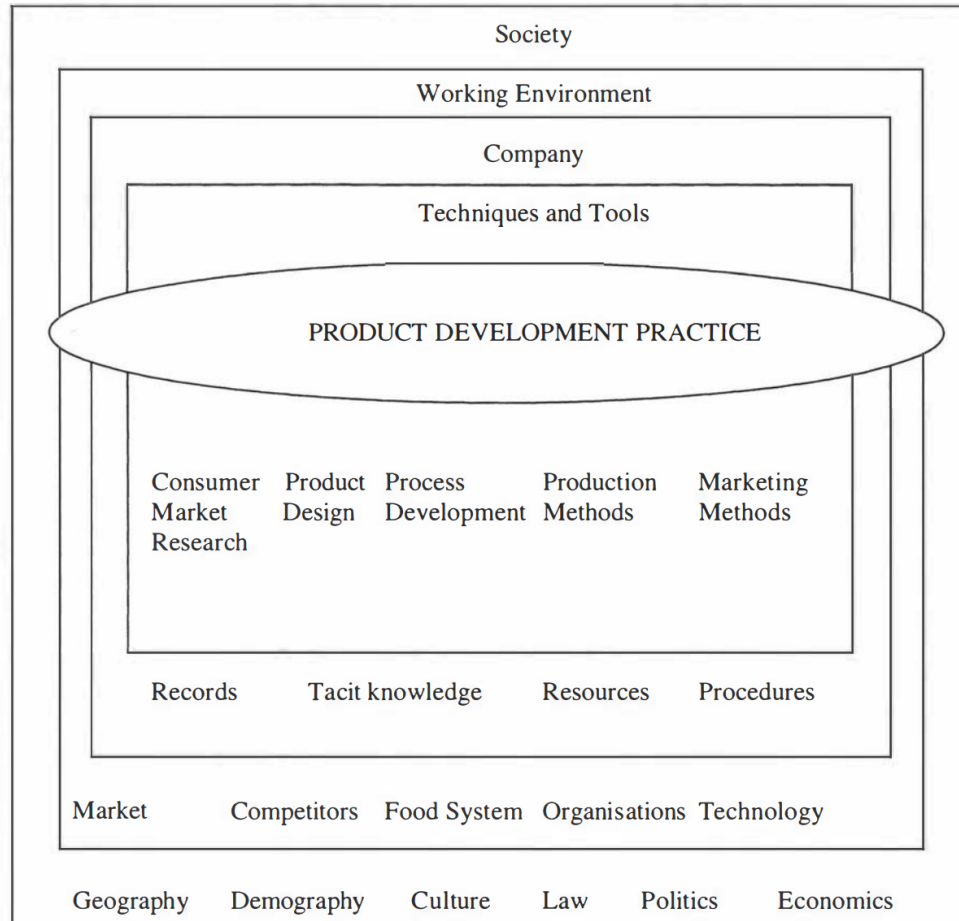
- occasionnelles partielles (*Lançon et al., 2007*)
- ou revenant à l'étape antérieure (*Pelzer et al., 2012*)

Processus souvent concentrés sur l'expertise des agronomes, en expérimentation sur le terrain ou en modélisation (*Bergez et al., 2010*) comme en prototypage participatif (*Berthet et al., 2016*)



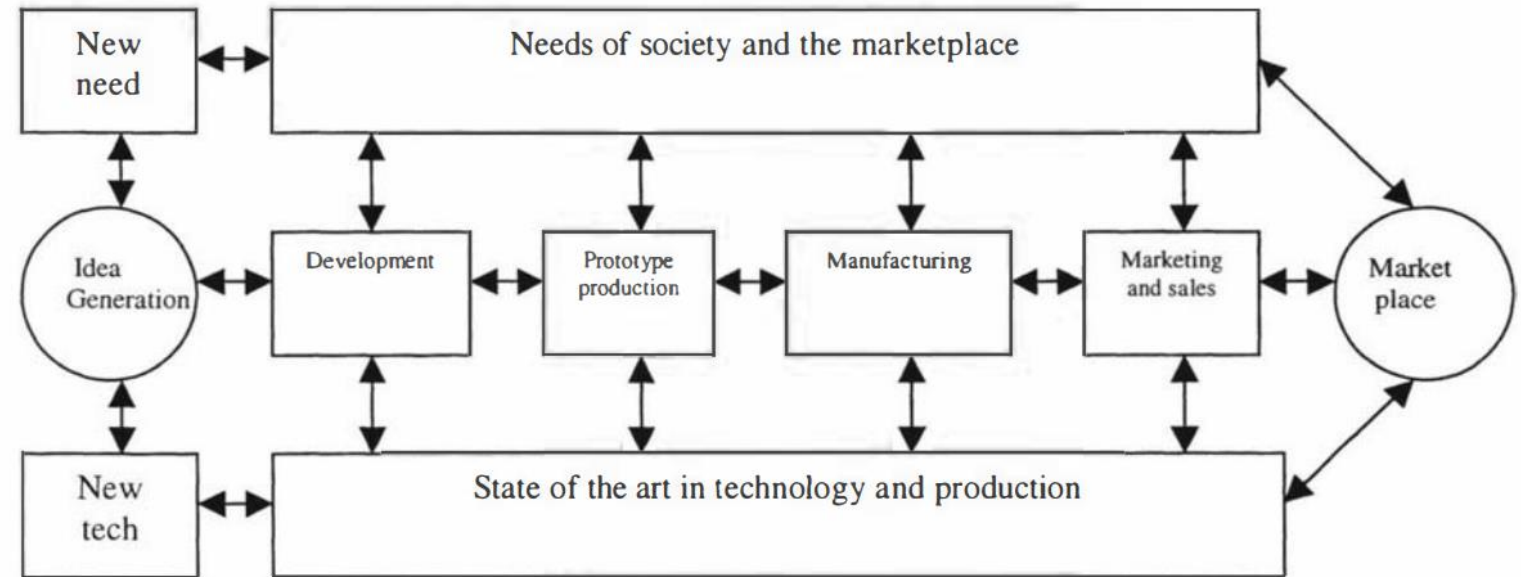
*Lançon et al., 2007*

# Conception innovante alimentaire, une activité intégrée



Source: Earle and Earle (2000)

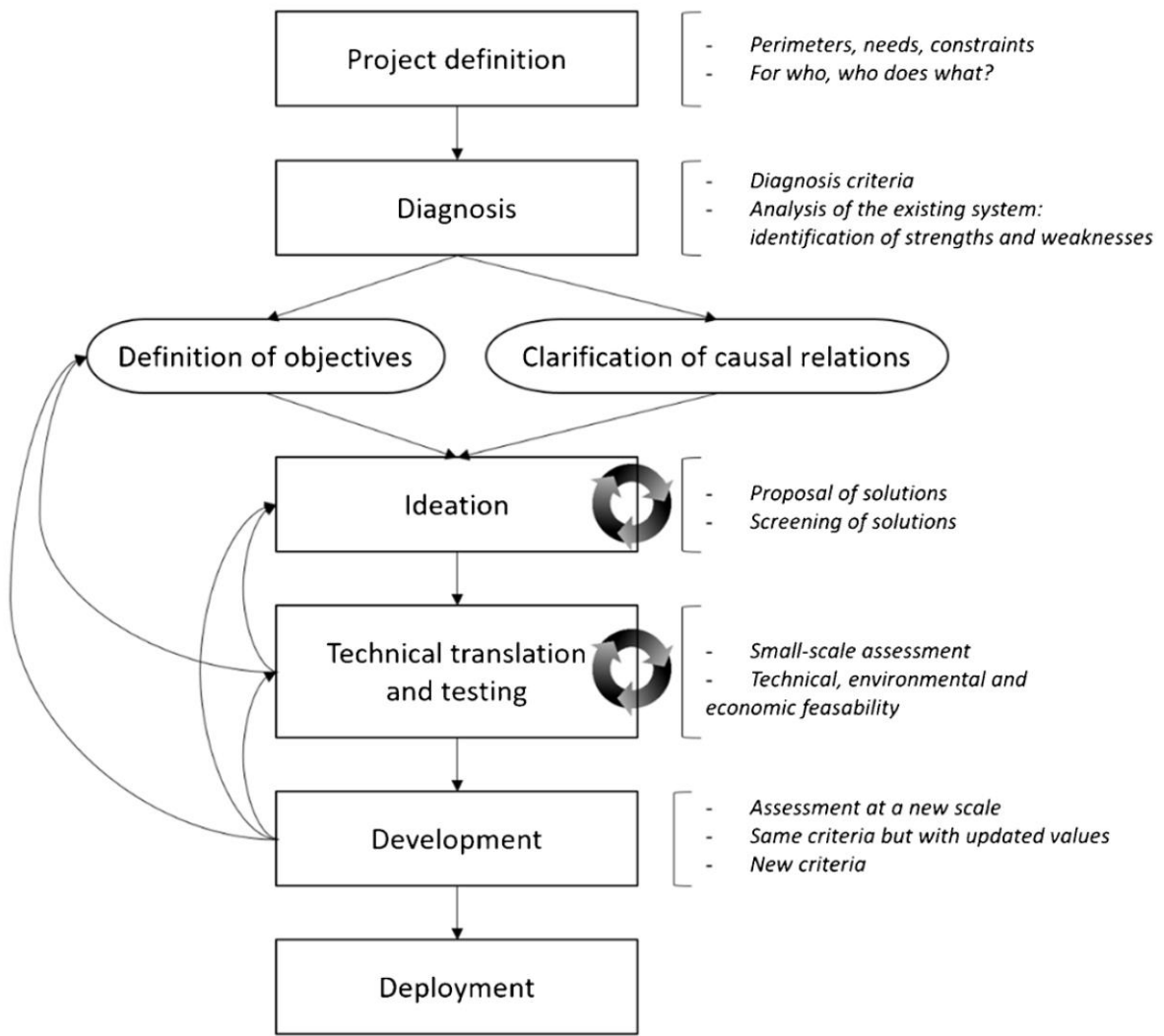
Siriwongwilaichat P et al., 2001



Source: Rothwell (1992)

Une activité relativement linéaire inscrite dans le fonctionnement de l'entreprise, reliée par de multiples facettes à des écosystèmes externes, mais dont le processus décisionnel demeure interne malgré le développement des approches de Design Thinking (Kimbell, 2011 ; Pedersen, 2020)

# Un cadre générique et instanciable commun pour la conception



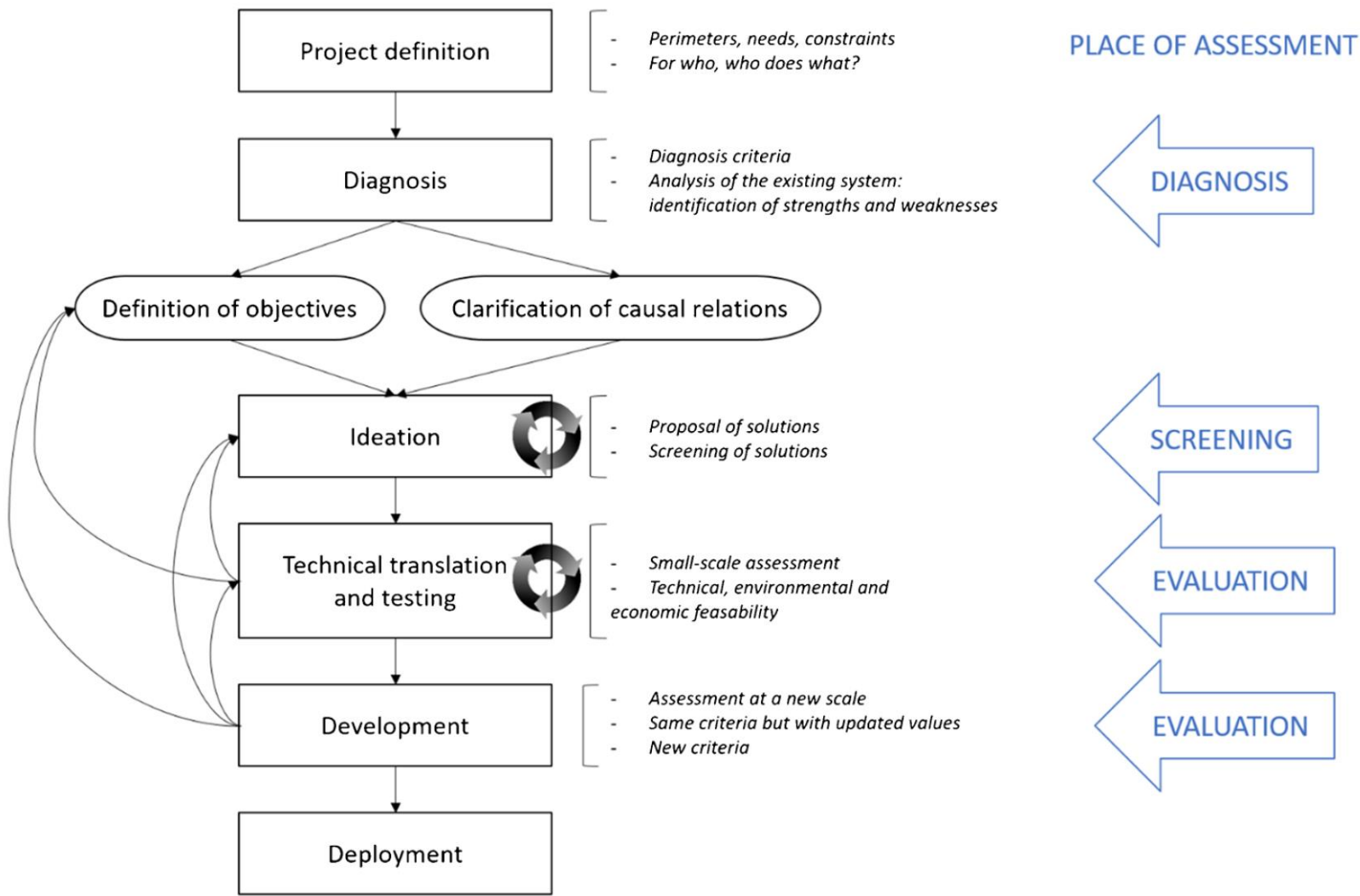
## PLACE OF ASSESSMENT



- Caractérisation descriptive du système qui produit des connaissances
- L'évaluation-diagnostic implique une identification des problèmes de l'existant et leur quantification
- Manque de connaissance sur les performances futures du système qui implique de ne pas pouvoir prédéfinir tous les critères futurs d'évaluation

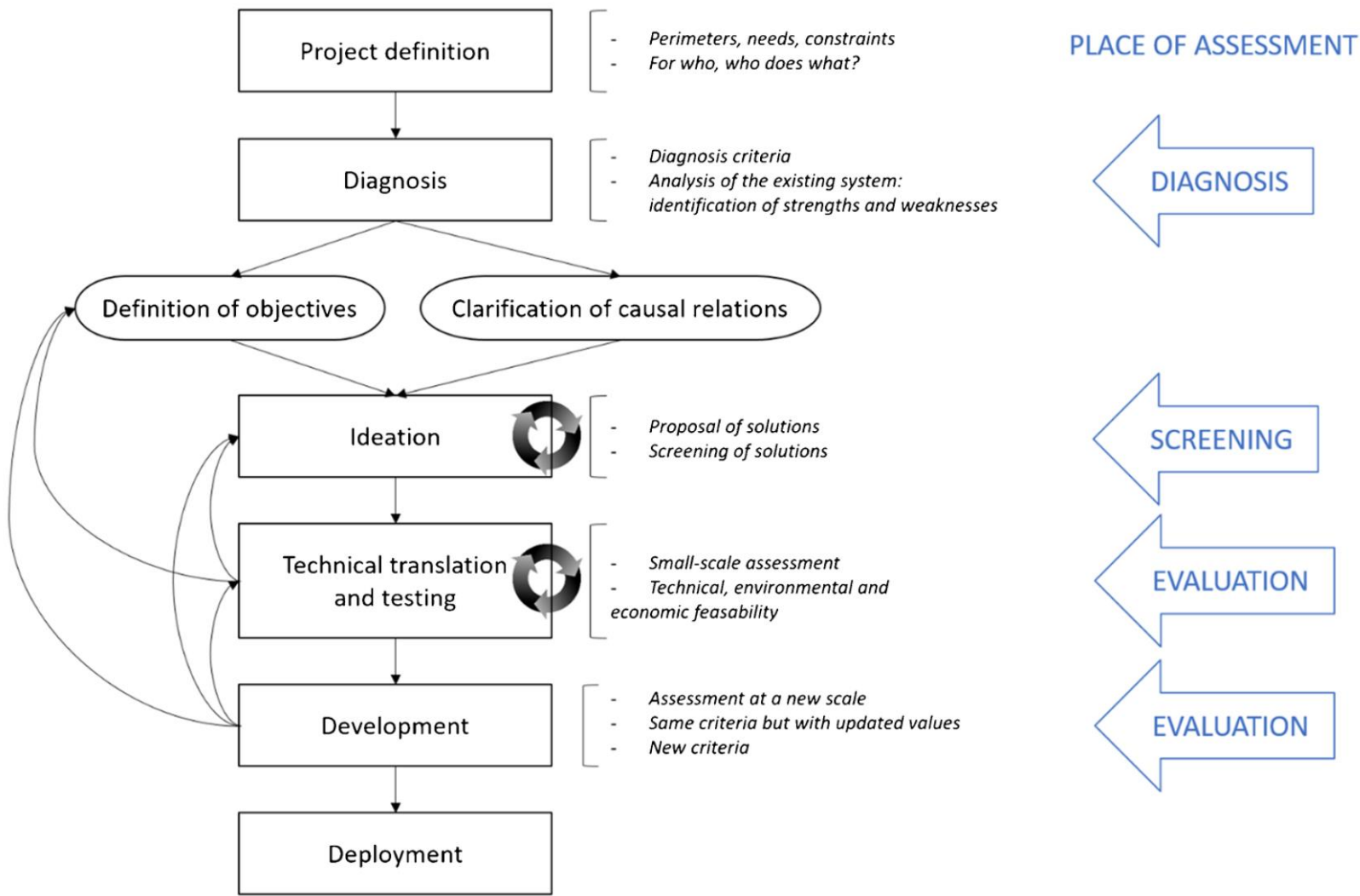


# Un cadre générique et instanciable commun pour la conception



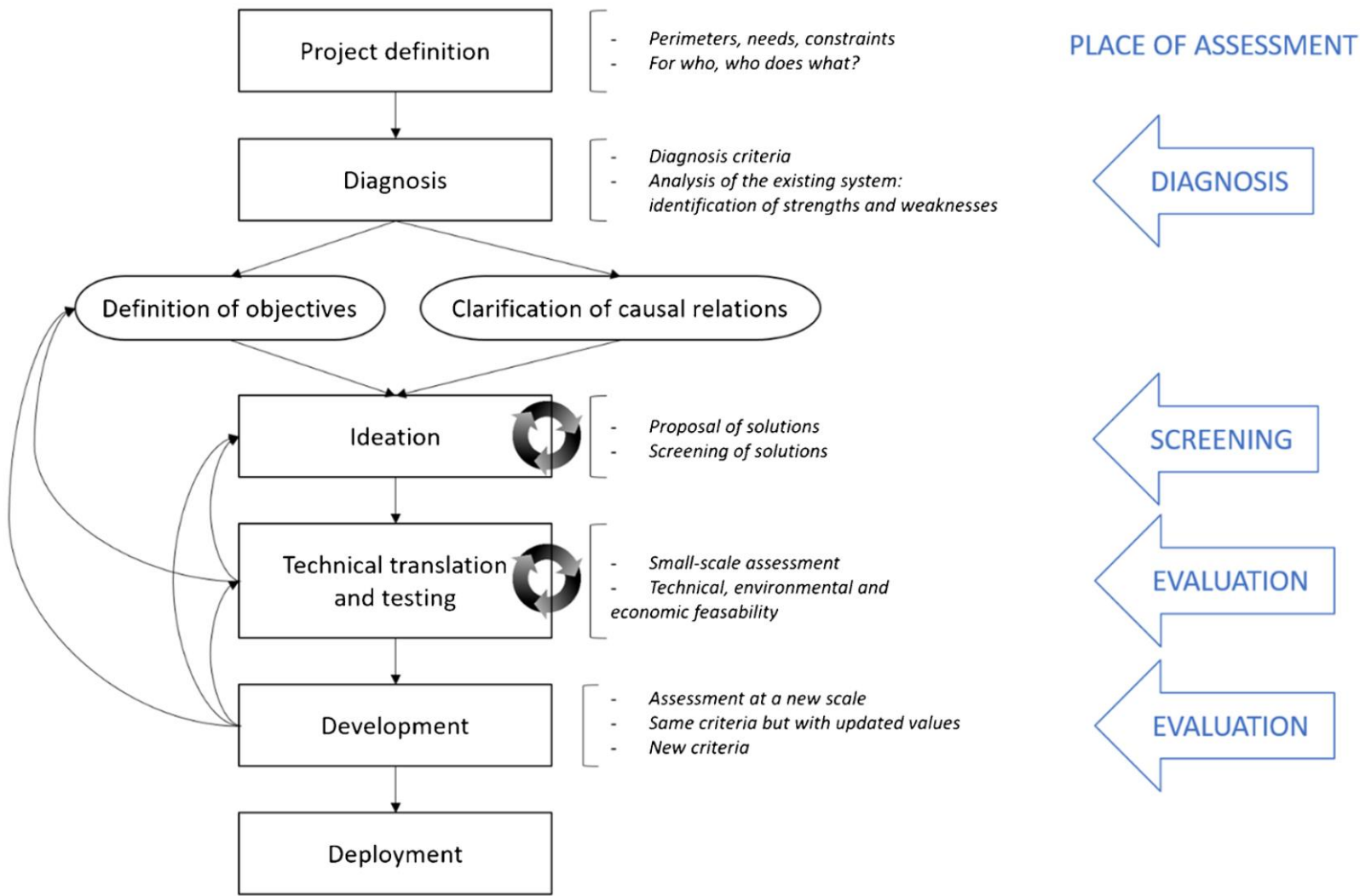
- La définition progressive de l'objet conçu donne lieu à la définition de nouveaux critères qui sont employés dès l'étape d'ideation (plutôt le cas de l'agriculture) ou dans l'étape qui précède le développement (cas de la conception alimentaire)
- Les effets temporels jouent sur ces dynamiques différentes qui cependant conduisent dans les deux cas à remettre en cause les solutions initiales (rétro-action)

# Un cadre générique et instanciable commun pour la conception



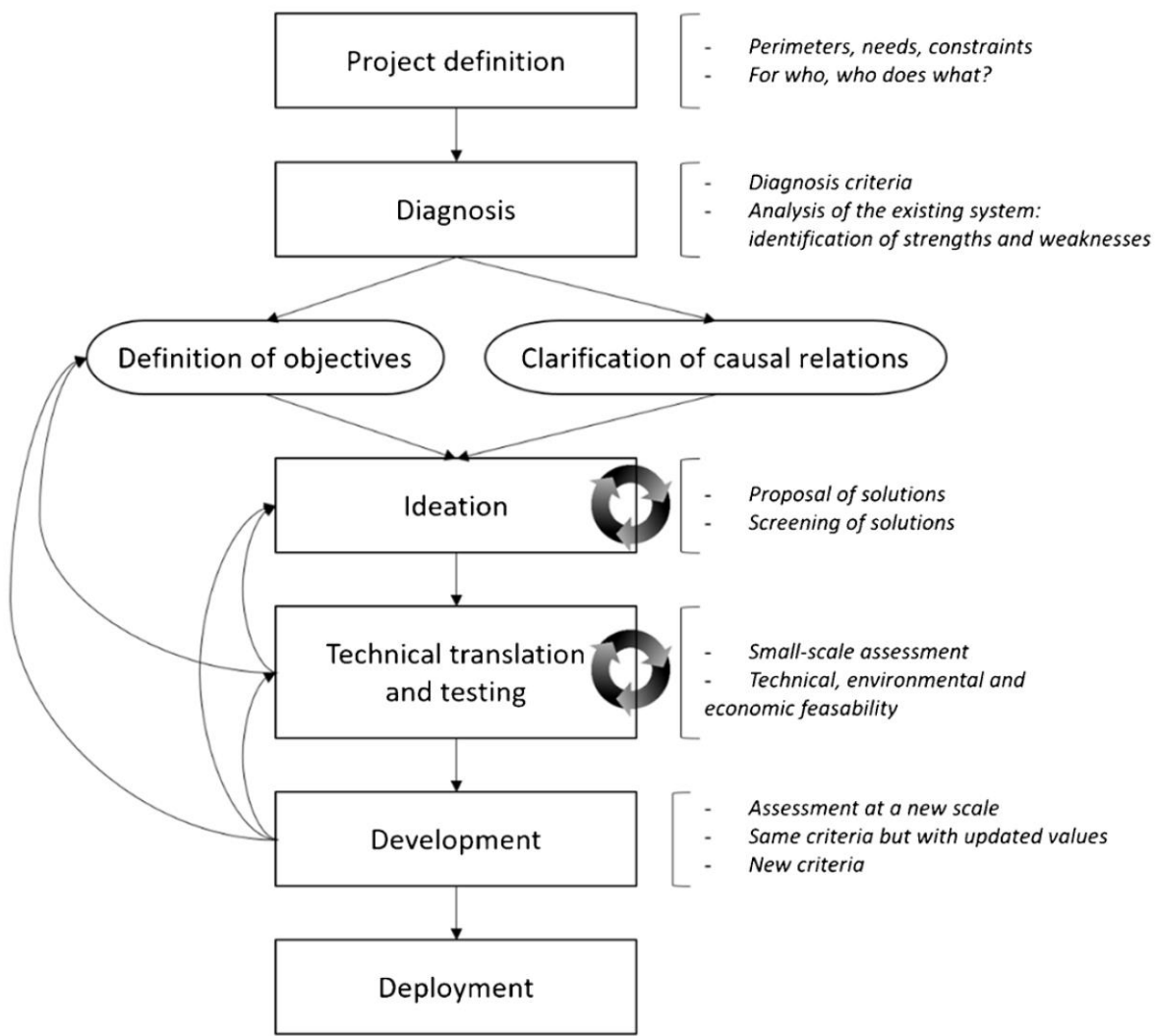
- Cette étape de décision s'appuie sur l'acceptation de compromis en s'appuyant sur des données expérimentales issues de la création et mise en œuvre de prototypes
- Cette confrontation aux usages conduit à la remise en cause des solutions elles-mêmes comme à celle de ses critères d'évaluation (rétro-action)

# Un cadre générique et instanciable commun pour la conception



- Des incertitudes réduites mais dans le cas de l'agriculture une nécessité de temps long requise pour véritablement établir les performances du système conçu
- Cette évaluation peut entraîner la remise en cause de l'innovation (rétro-action)

# Un cadre générique et instanciable commun pour la conception



## PLACE OF ASSESSMENT

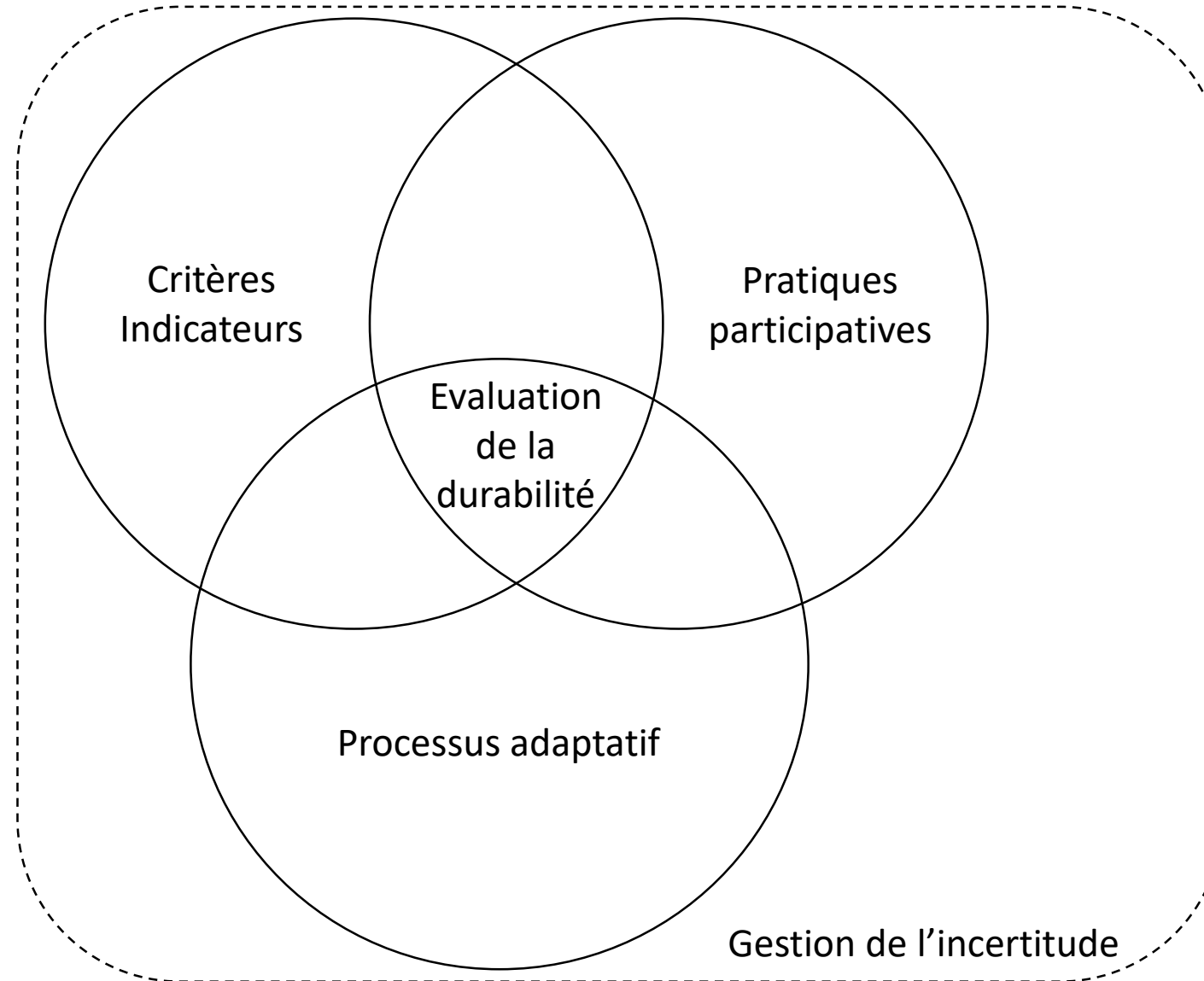


La diversité des connaissances assemblées dans cette étape de l'exploration est déterminante pour construire une exploration fouillée du système sociotechnique dans lequel s'intégrera la conception

Une place croissante à donner aux démarches participatives

Cette même diversité est essentielle pour compléter l'identification des effets positifs et négatifs de l'innovation et établir leur acceptabilité

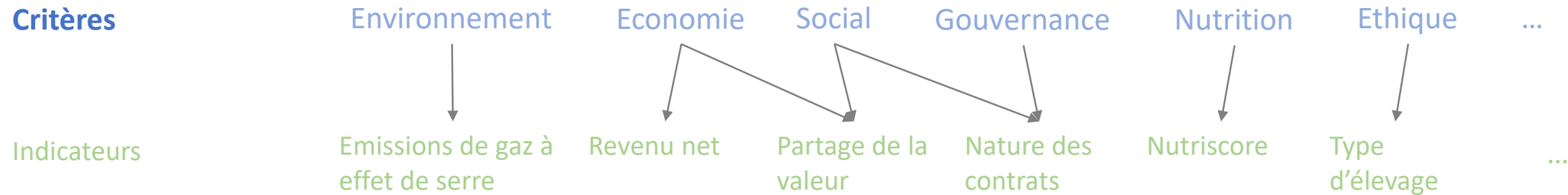
# Caractéristiques intrinsèques de l'évaluation de la durabilité



# Critères et indicateurs

## Durabilité

Toujours une question multicritères



Définis en lien avec les objectifs et contraintes du projet

Royer 2002

### Agriculture

1<sup>ères</sup> priorités : objectifs économiques et agronomiques  
Environnement : pertes azotées, pollution aux pesticides, érosion des sols, pertes de biodiversité, émissions de gaz à effet de serre

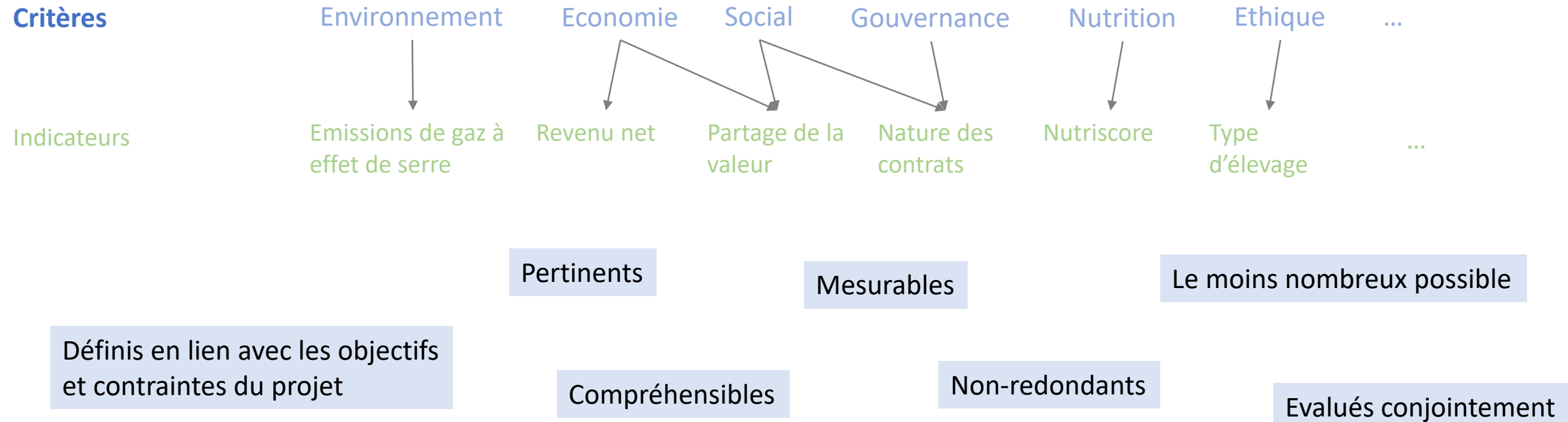
### Alimentation

1<sup>ères</sup> priorités : objectifs technico-économiques, acceptabilité consommateurs (études de marché), contraintes réglementaires

# Critères et indicateurs

## Durabilité

Toujours une question multicritères



Royer 2002

Baker et al. 2002; Keeney and Raiffa 1976; Maystre et al. 1994; Recchia et al. 2011; Sadok et al. 2009

# Critères et indicateurs

---

## Indicateurs

**Intrinsèques** : impacts dans le périmètre de l'artefact et/ou ses parties prenantes

**Extrinsèques** : impacts en dehors du périmètre de l'artefact et/ou de ses parties prenantes

**L'impact sur la durabilité ne peut être évalué que si des indicateurs extrinsèques portant sur les impacts environnementaux et sociaux externes sont inclus dans l'évaluation**



**A inclure explicitement dans l'objectif**

Développer un nouvel aliment avec des protéines végétales

vs

Diminuer l'impact environnemental des aliments riches en protéines

*De très nombreuses méthodes pour documenter les indicateurs (ACV...)*

*De plus en plus d'outils avec de très nombreux indicateurs (centaines)*



# Pratiques participatives

## Intention

- Déterminer des objectifs
- Définir des critères et indicateurs
- Prioriser les critères et indicateurs
- Proposer des scénarios
- Evaluer des modalités

*De Luca et al. 2017*

## Avantages

- Connaissances et données situées
- Indicateurs intrinsèques basés sur connaissances expertes
- Acceptation de l'innovation

*Altieri 2004; Cerf et al. 2012*

## Points de vigilance

- Laborieux
- Chronophage
- Qui inclure ?
- Quelles contributions attendues ?
- Quelle méthode participative ?

## Indicateurs extrinsèques

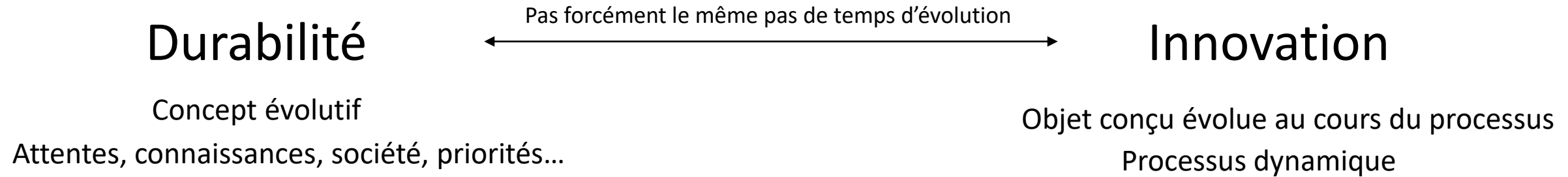
**Rendre visible les rôles, les attentes, les valeurs ou les contraintes des acteurs non humains (ex: environnement) et des acteurs humains dont les positions sociales les rendent difficilement audibles**

Rôle du facilitateur ?

Objets intermédiaires

# Processus adaptatif

---



**Evaluation = photo à un instant t**  
**à répéter plusieurs fois lors du processus**  
**alimente les boucles de rétro-action**

**Forme et contenu (critères, indicateurs), à faire évoluer au cours du temps**  
*Objectifs, connaissances, parties prenantes, sorties attendues*

*Chebaeva et al. 2021*

# Gestion de l'incertitude

## Durabilité : notion à définir

Approche participative



Recherche de consensus

## Données

Exactitude Représentativité  
Précision Variabilité biologique

Réplication mesures

Connaissances expertes

Prototypage

## Incertitudes

*Walker et al. 2003*



## Modèle d'évaluation

Calcul des indicateurs	Structure
Méthode d'agrégation	<i>Modèles non linéaires</i>
	Paramètres
	<i>Calibration, Validation</i>

Approche mathématique

Approche participative

- ✓ **Représenter clairement l'incertitude dans le résultat de l'évaluation**
- ✓ **Combinaison d'approches mathématiques spécifiques (ex : logique floue) et méthodes multicritères**

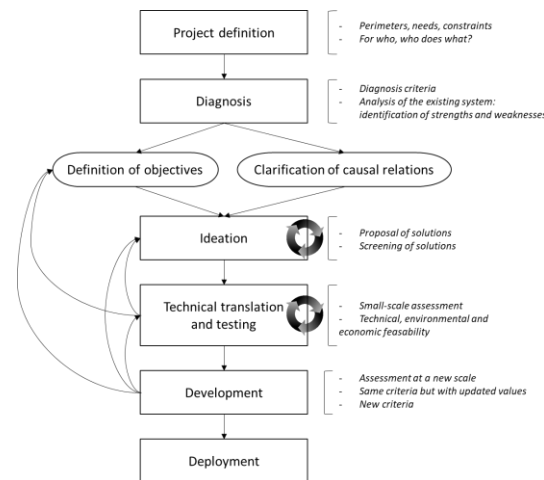
*Ardente et al. 2004; Bockstaller et al. 2017; Diaz-Balteiro et al. 2017*

# Conclusion

Le processus de conception nécessite

- (1) de formaliser le rôle et le mode d'évaluation
- (2) d'utiliser des critères et des indicateurs de durabilité pertinents
- (3) de renforcer les pratiques participatives
- (4) d'adapter l'évaluation au contexte de l'artefact conçu afin de faciliter le choix entre des solutions imparfaites.

## Proposition d'un processus de conception approprié pour les systèmes agricoles, alimentaires et agri-alimentaires



PLACE OF ASSESSMENT



**Diagnostic**



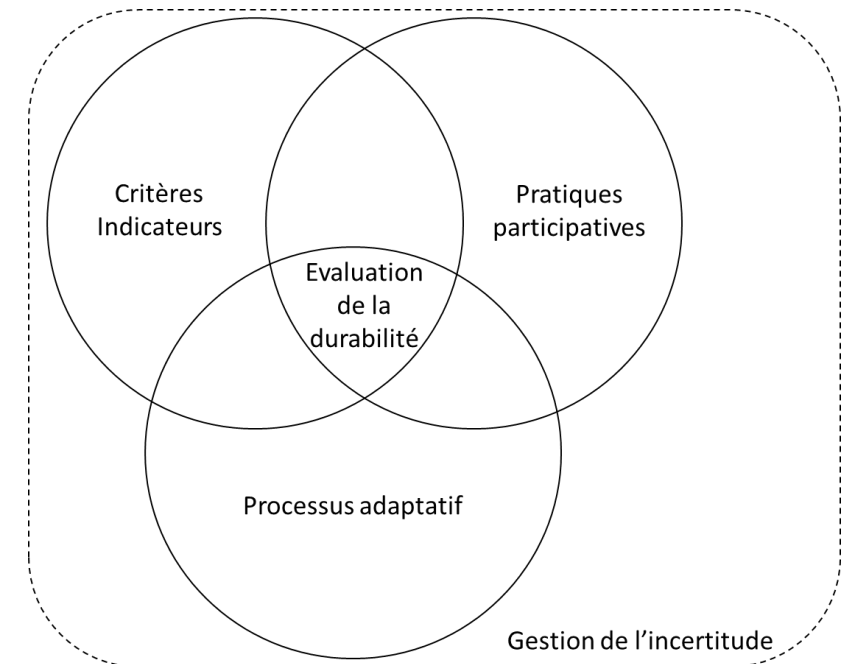
**Sélection**



**Validation**



**Caractéristiques-clés de l'évaluation**



# Conclusion

---

- ✓ Ambition des **objectifs de durabilité** devrait guider la définition des critères et des indicateurs
  - ✓ Mobiliser des **indicateurs extrinsèques** ciblant les objectifs de durabilité
- ✓ Processus itératif
  - ✓ **Boucles de rétro-action** initiées par l'évaluation
  - ✓ **Critères définis avant et pendant** le processus
- ✓ Implication **parties prenantes** pour
  - ✓ déterminer des **objectifs**
  - ✓ définir des **indicateurs intrinsèques**
  - ✓ apporter des **connaissances** et des **données**
  - ✓ évaluer des **modalités**
  - ✓ et/ou proposer des **scénarios**
- ✓ Représentation transparente de l'**incertitude**

Evaluations de la durabilité dans la conception des innovations pour une plus grande durabilité des systèmes agri-alimentaires



Perspectives : études de cas

**Merci pour votre attention !**

**Article complet :**

Aurélie Perrin, Gwenola Yannou-Le Bris, Frédérique Angevin, Caroline Pénicaud. Sustainability assessment in innovation design processes: place, role, and conditions of use in agrifood systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 2023, 43 (1), <10.1007/s13593-022-00860-x> ; <hal-03997371f>