

# ➤ Restitution des projets DataSusFood et TransformON

23 novembre 2022



**INRAE**

**anr**<sup>©</sup>  
agence nationale  
de la recherche  
AU SERVICE DE LA SCIENCE

**DataSusFood**  
2020-2022

*Coord. C. Pénicaud, SayFood*

**TRANSFORM**

**TransformON**  
2021-2022

*Coord. M. Weber, BIA*

INRAE

➤ Introduction



## ➤ Contexte

Aller vers des systèmes alimentaires plus durables



- Durabilité des systèmes alimentaires questionnée
  - 30% des émissions GES mondiales (UN 2021), 25% impacts environnementaux européens (Tukker *et al.* 2006)
  - Répartition inéquitable des revenus entre acteurs
  - Inégalités dans l'accessibilité à l'alimentation
  - Problèmes de santé liés à l'alimentation (Willet *et al.* 2019)



**Besoin de données pour décrire, analyser et évaluer la durabilité des systèmes alimentaires**

## > Contexte

Besoin de données pour décrire, analyser et évaluer la durabilité des systèmes alimentaires

### • Des initiatives qui existent, notamment sur la dimension environnementale

- World Food Database
  - empreinte environnementale des productions agricoles et alimentaires
- Agribalyse (France)
  - empreinte environnementale des aliments
  - lien à leur composition nutritionnelle



Données pauvres sur l'étape de transformation des produits agricoles en aliments



Evaluation multicritère



## > Enjeu et finalités

Besoin de données pour décrire, analyser et évaluer la durabilité des systèmes alimentaires



Collecter, gérer et mettre à disposition des données sur l'ensemble des **activités des systèmes agri-alimentaires dans une perspective de plus de durabilité**

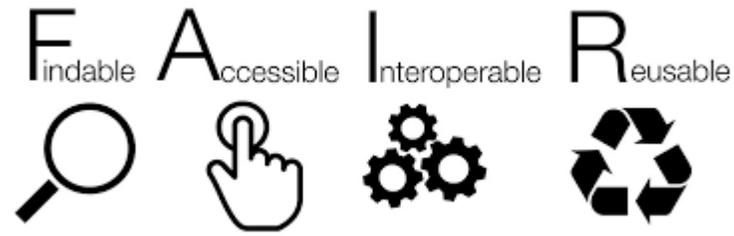
Finalités :

- **Quantifier et comprendre les impacts des activités humaines sur l'environnement** dans les systèmes agri-alimentaires
- **Ecoconception** (reformulation d'aliments et bioproduits, conception d'équipements)
- **Mise à disposition de données** (Agribalyse, consommateurs)
- Soutenir l'**affichage environnemental**



# ➤ Collecter, gérer et mettre à disposition des données

Dans un contexte de science ouverte



## Données Faciles à trouver, Accessibles, Interopérables, Réutilisables

- « **Data-driven research** »

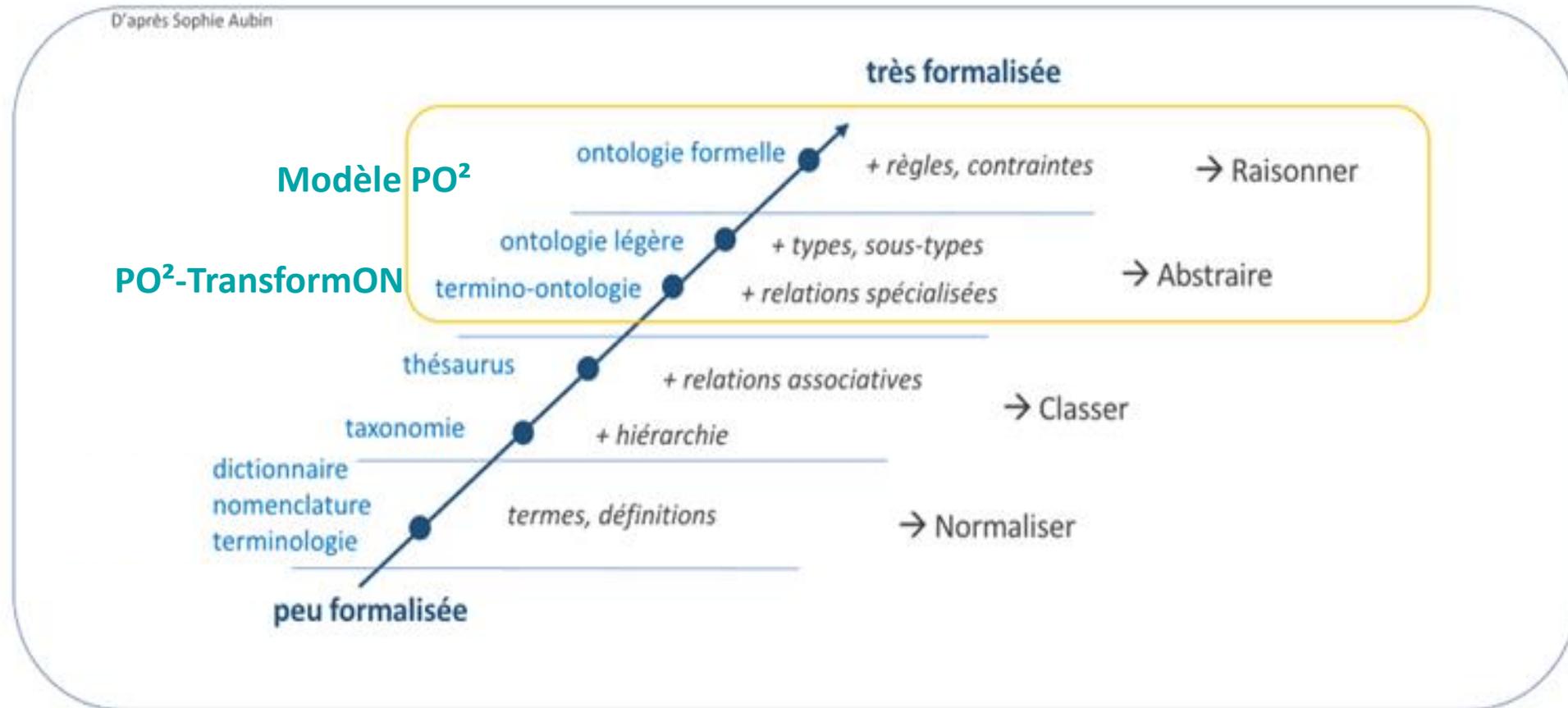
- Nécessité de **formaliser la connaissance** pour la rendre « explicite » et « partageable »
- Retrouver, exploiter, partager **l'information** :
  - pas seulement les données mais aussi **les métadonnées.**



Importance majeure de l'utilisation de vocabulaires contrôlés

## ➤ Différentes façons de contrôler les vocabulaires

Interopérabilité sémantique



Interopérabilité syntaxique



INRAE

Restitution des projets DataSusFood et TransformON  
23 novembre 2022 / Webinaire

anr<sup>®</sup>  
agence nationale  
de la recherche  
AU SERVICE DE LA SCIENCE

TRANSFORM

# ➤ En pratique, quels besoins avec nos données ?



Difficile à faire directement sans travail sur les données !

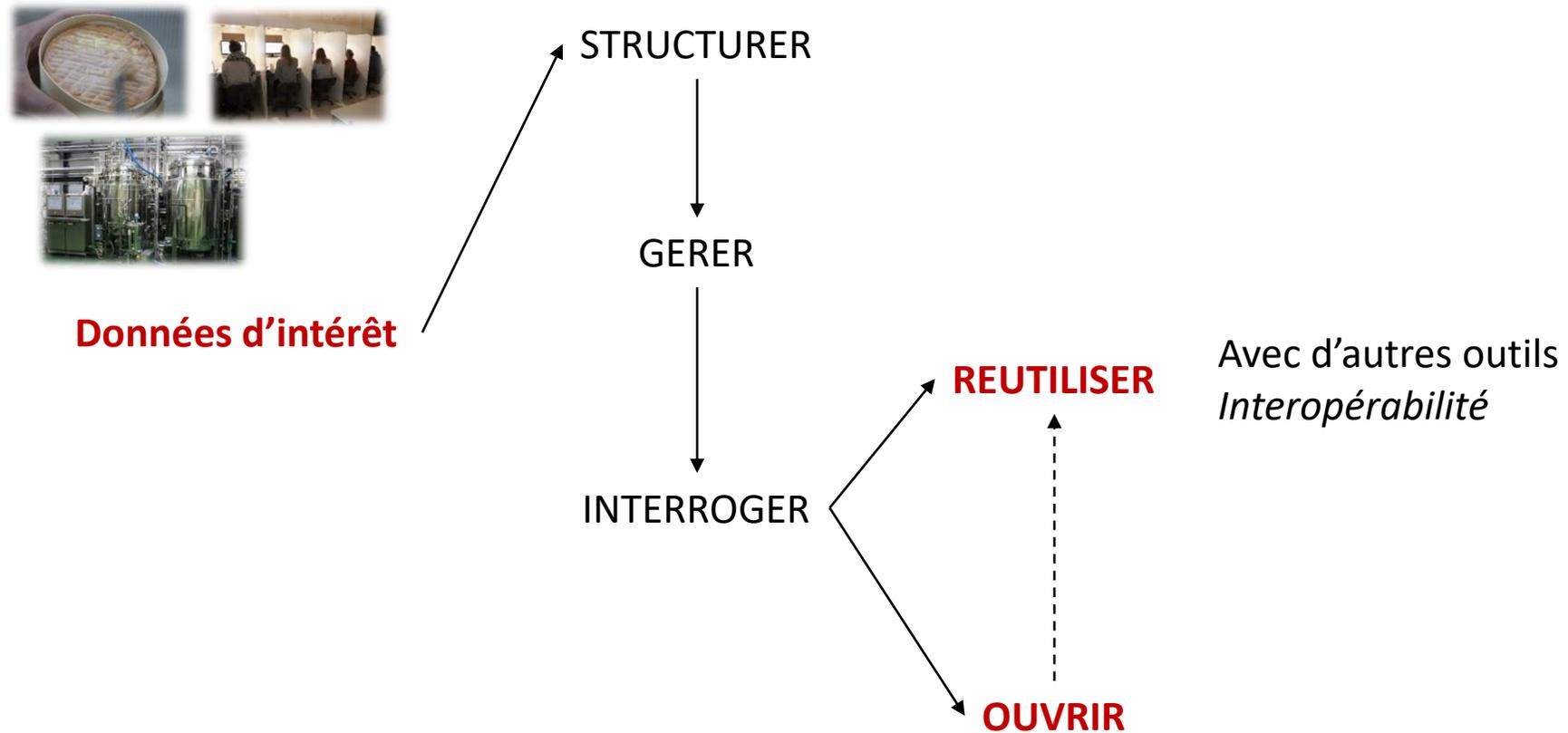
**Données d'intérêt**

**REUTILISER**

Avec d'autres outils  
*Interopérabilité*

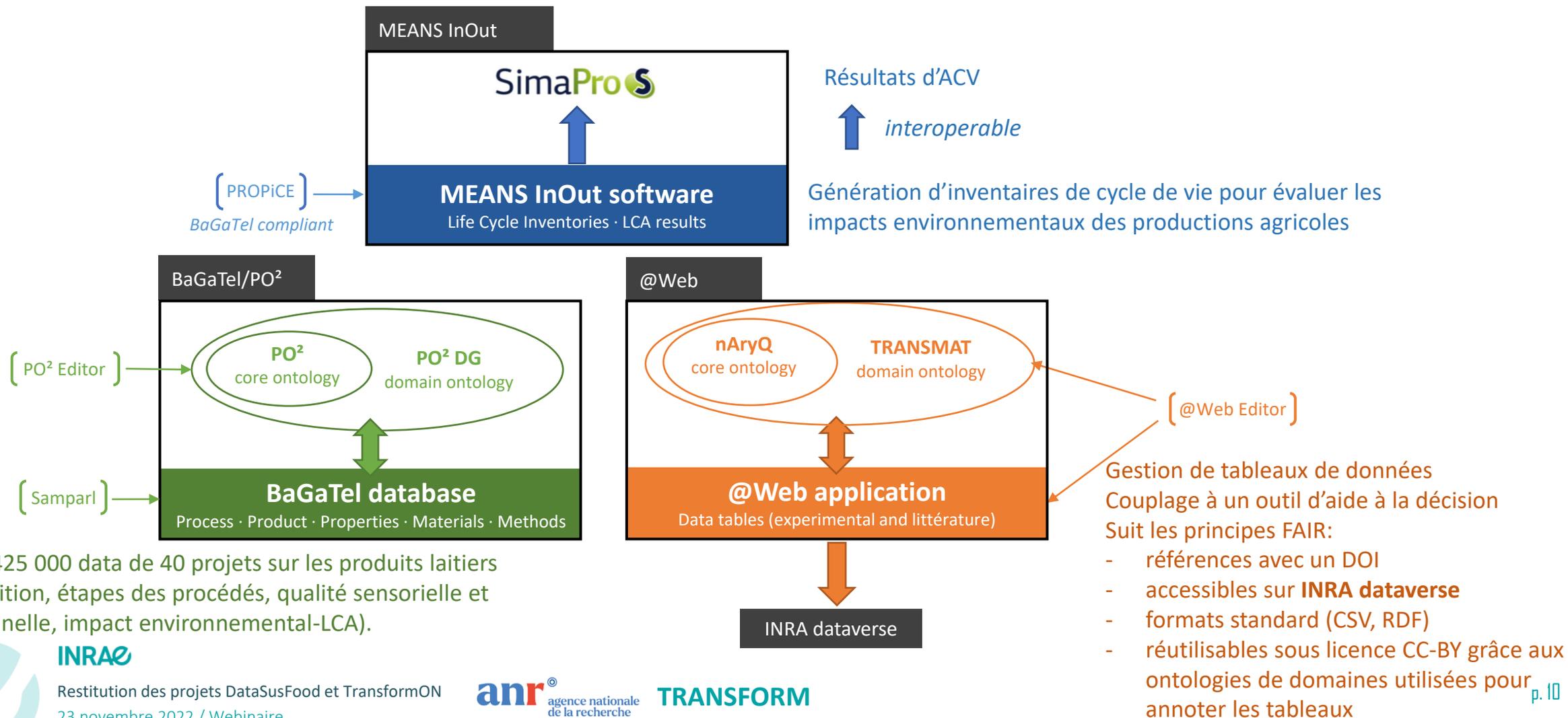
**OUVRIR**

## ➤ En pratique, quels besoins avec nos données ?



## ➤ Situation en 2019

Différents dispositifs déjà développés pour structurer, stocker et partager des données sur la transformation et l'évaluation de la durabilité dans les systèmes agri-alimentaires

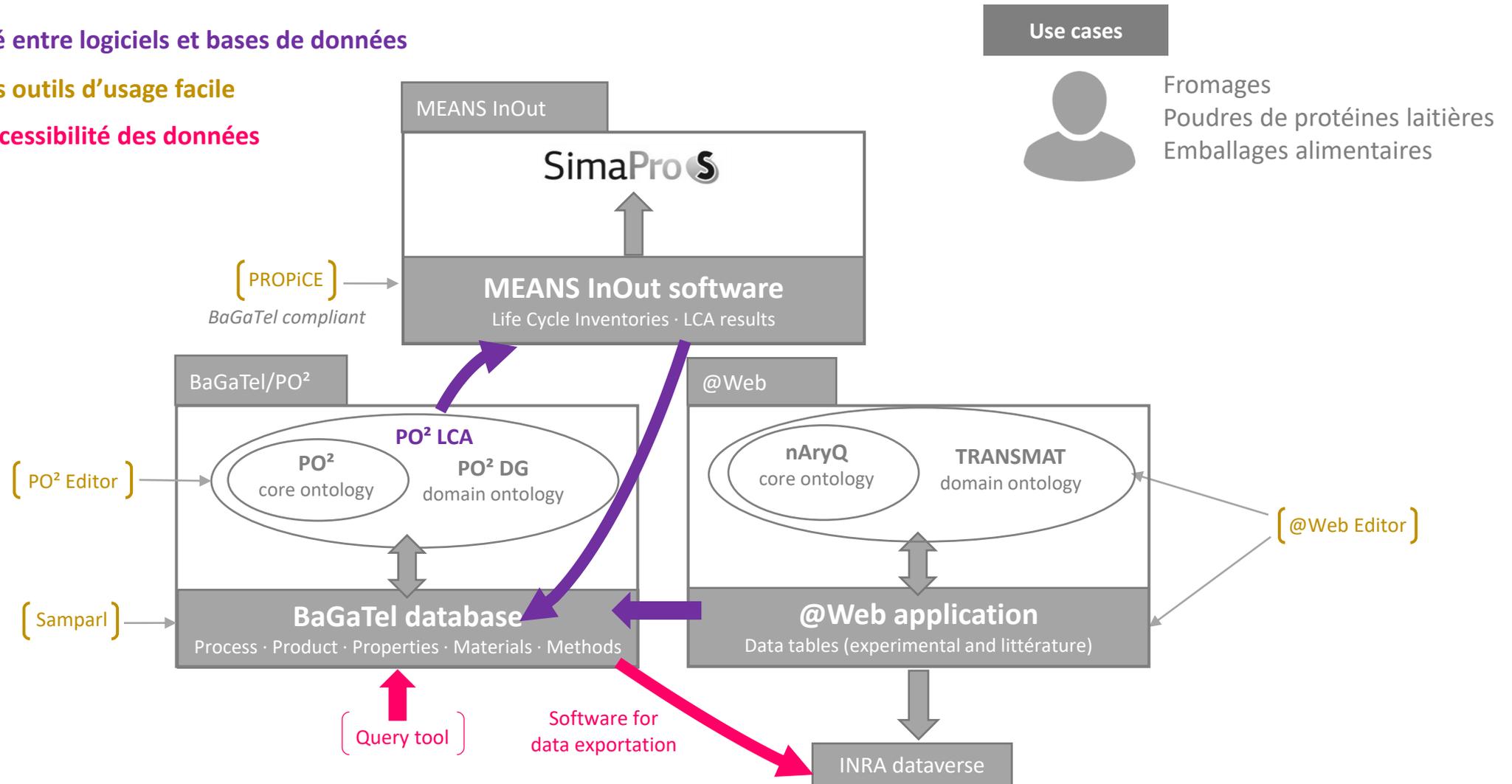


# Programme de travail du projet DataSusFood

➔ WP1 interopérabilité entre logiciels et bases de données

➔ WP2 développer des outils d'usage facile

➔ WP3 augmenter l'accessibilité des données



# ➤ Interopérabilité : à 2 niveaux

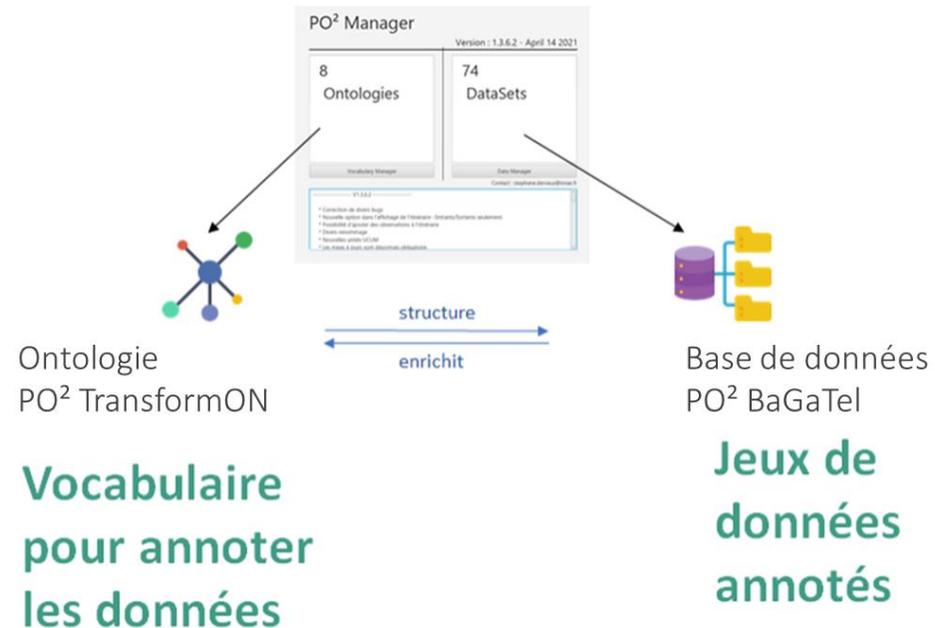
## ➔ WP1 interopérabilité entre logiciels et bases de données

Vocabulaire utilisé : PO<sup>2</sup>-TransformON

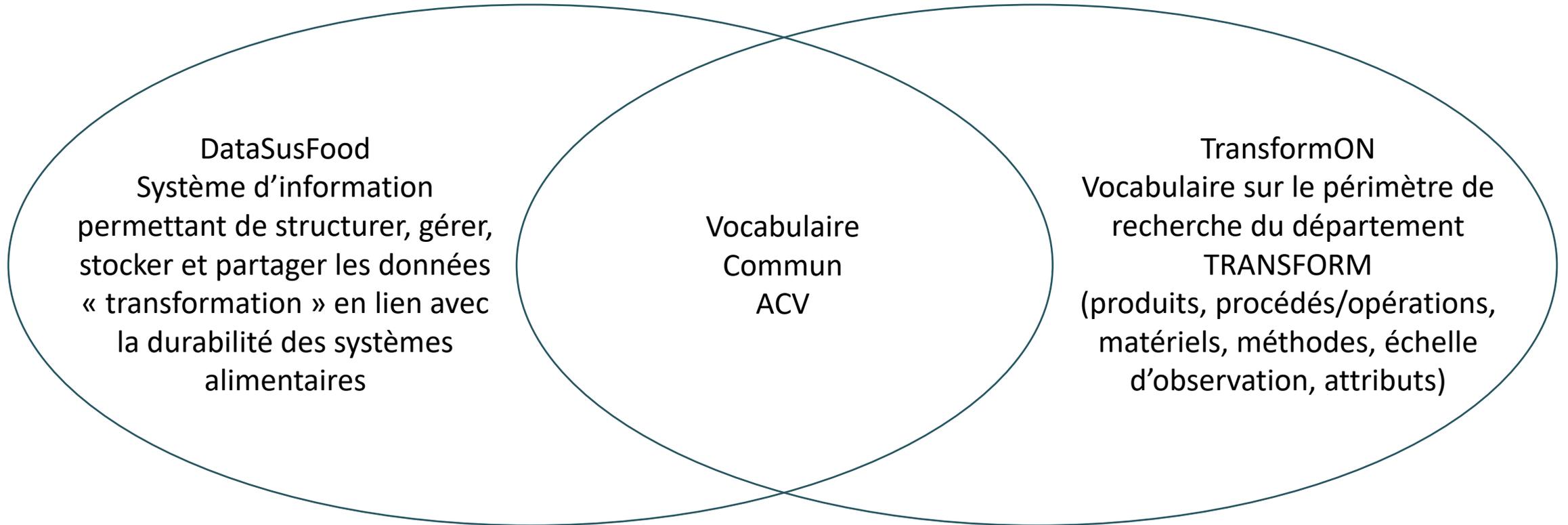
Données : structuration selon l'ontologie PO<sup>2</sup>

Ontologie permet de

- Standardiser et hiérarchiser le vocabulaire utilisé dans la base
- Structurer les données avec le vocabulaire commun
- Interroger au-delà du périmètre d'un seul projet
- Croiser des données de natures différentes



## ➤ Interaction entre DataSusFood et TransformON



# > Consortiums

## EQUIPES EN INFORMATIQUE

### Plateformes

**MEANS** (INRAE, Cirad): **J. Auberger** ; **C. Malnoë** ; Prestataire en informatique. Plateforme d'analyse multicritère de la durabilité, mise à disposition d'outils informatiques pour l'évaluation multicritère de système agricoles et agro-alimentaires.

**PLASTIC** (INRAE, Transform): **H. Guillemin**.

Plateforme logicielle pour l'analyse des signaux et leur traitement, l'intégration des données et des connaissances.

### Unités de recherche

**BIA** (INRAE): **M. Weber**, coord. TransformON.

Ontologies, structuration du vocabulaire.

**IATE** (INRAE, CIRAD, Université de Montpellier, Montpellier Supagro): **P. Buche** ; **J. Cufi** ; **M.-R. Lejay** (CDD).

Ontologies, intégration de données de sources hétérogènes, outils de décision multicritères. Web technologie et Web Sémantique.

**MIA-Paris Saclay** (AgroParisTech, INRAE): **L. Ibanescu** ; **S. Dervaux**.

Modélisation, apprentissage statistique et informatique, ontologies, technologies Web sémantique, impliqué dans le développement de @Web et de l'ontologie PO<sup>2</sup>-BaGaTel.

## EQUIPES PORTEUSES DE CAS D'ETUDE

**CSGA dont plateforme Chemosens** (INRAE, CNRS, UB-FC, L'Institut Agro Dijon): **E. Guichard** ; **C. Salles** ; **M. Visalli** ; **T. Thomas-Danguin**.

Mécanismes physico-chimiques, biologiques et psychologiques de la perception sensorielle, méthodes d'analyse sensorielle.

**SAYFOOD** (INRAE, AgroParisTech): **C. Pénicaud**, coord. DataSusFood ; **A. Cortesi** (doctorante)

Ecoconception des aliments, bioproduits, bioprocédés et procédés alimentaires.

**STLO** (INRAE, L'Institut Agro Rennes-Angers): **G. Gésan-Guiziu**.

Génie des procédés, Eco-conception des produits et procédés laitiers, Transformation laitière.

**IATE dont plateforme PLANET** (INRAE, CIRAD, Université de Montpellier, L'Institut Agro Montpellier): **P. Buche** ; **J. Cufi**.

Emballages alimentaires.

**QuaPA dont plateforme AgroResonance** (INRAE) : **A. Traoré** ; **S. Clerjon**.

Compréhension des mécanismes de diffusion du sel au cours du procédé de salage de différents salmonidés (truite, saumon).



INRAE

➤ Présentation du projet TransformON

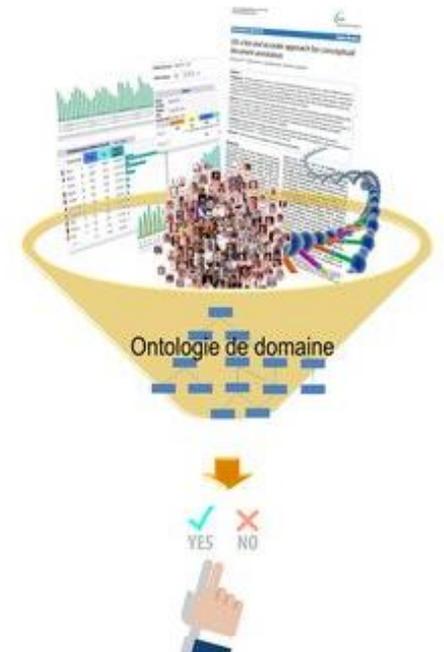
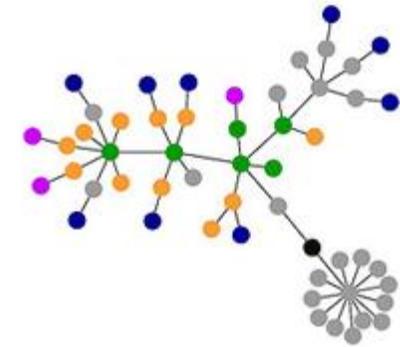


## ➤ Objectif du projet TransformON

**Construire une ontologie sur les procédés alimentaires et non alimentaires pour permettre une meilleure interopérabilité des données et des outils développés pour l'intégration de connaissances au sein du Département TRANSFORM.**

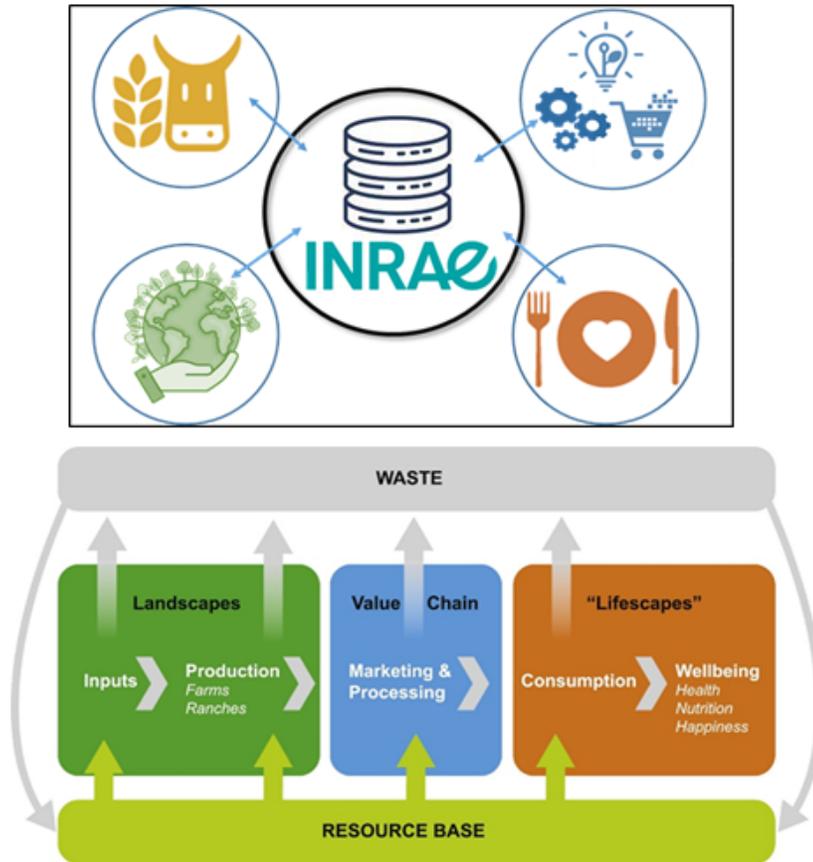
### 2 livrables :

- Le vocabulaire de référence pour décrire et structurer les données selon l'ontologie PO<sup>2</sup>.
- L'écosystème d'outils et la méthodologie pour gérer l'annotation des données et produire les métadonnées associées.



# TransformON: périmètre FOOD et non FOOD

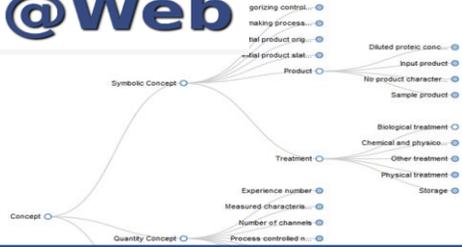
- Itinéraires de construction et de déconstruction des bioressources (*intégrant les aspects sensoriels et nutritionnels, la sécurité et les techno-fonctionnalités des produits transformés, la durabilité des procédés*).
- Aliments, bioproduits et biodéchets agricoles ou alimentaires
- Fonctionnalités Produit/Procédé/Emballage
- Caractérisations multi-échelles
- Lien amont/aval:  
Production/Transformation/Consommation
- Bioéconomie/ Systèmes alimentaires durables intégrant le rebouclage des cycles



Représentation schématique du « Food System » avec rebouclage des cycles (*from farm to fork*)

<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.01.002>

@Web

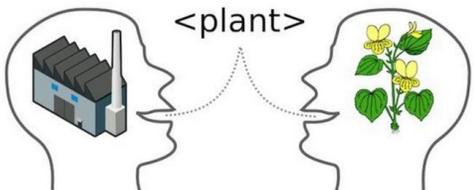


On part des données et des modèles existants

BOTTOM UP

Harmonisation des ontologies de domaine existantes et construction d'un référentiel unifié pour TRANSFORM

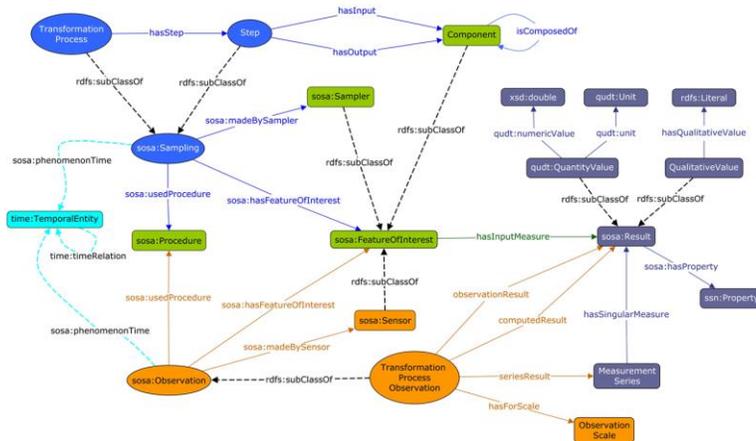
Interopérabilité sémantique : accéder à la signification des termes ou concepts



Food et TransformON



V2.0



# Core ontology PO<sup>2</sup>

Approche modulaire : Multi-échelles, Multi-étapes, Multi-domaines

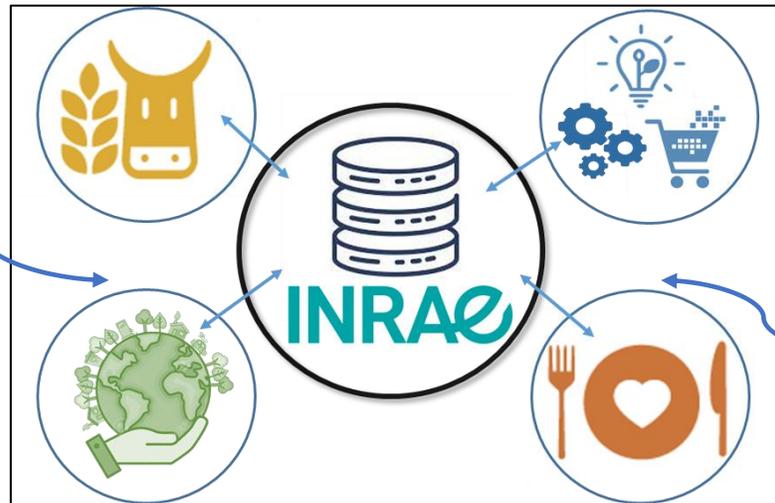
Sur un ensemble de données existantes le transformation

TOP DOWN

produits/processus TRANSFORM

On réutilise des ressources externes disponibles

Alignement avec des référentiels internationaux



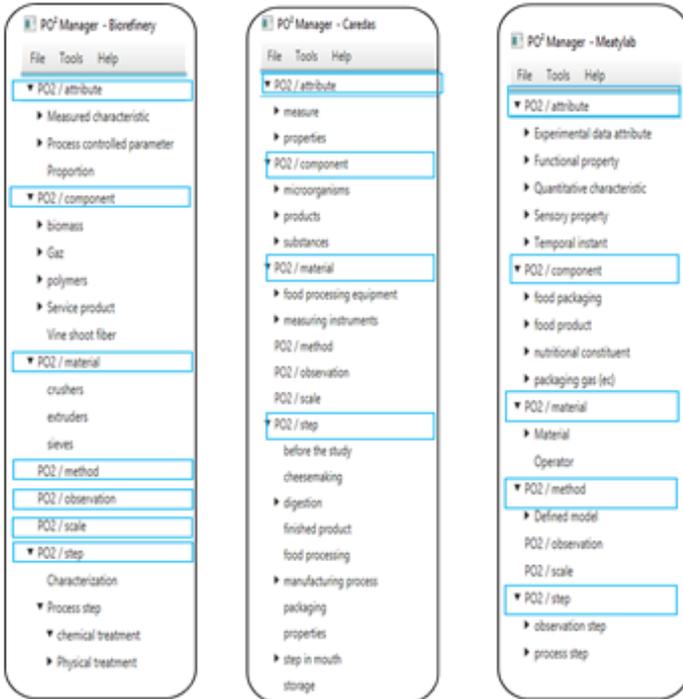
## Vocabulaire PO<sup>2</sup>-TransformON



Legend  
 blue label: FoodOn facet  
 orange label: ontology import / export  
 green label: non-RDF content import  
 grey label: future term subset import

## Démarche « Bottom-up »

Quels sont les concepts utilisés pour annoter les données des différents projets existants dans les bases @Web et PO2 ?



### Volumétrie des données à intégrer :

370 000 observations (~40 projets) dans PO2 RDF annotées par 3 ontologies de domaine : biorefinery (dairy (Carédas), meat (Meaty|@b))  
+ 332 000 données dans @Web annotées par 3 ontologies de domaine : biorefinery, TransMat, milk microfiltration

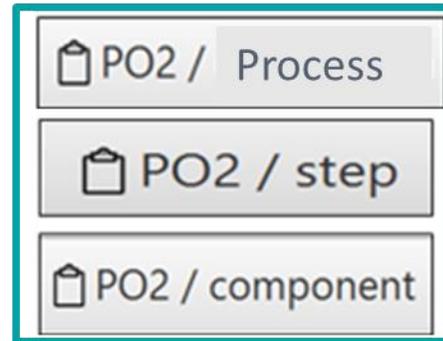
## Démarche « Top-down »

Quelles sont les ressources réutilisables ?

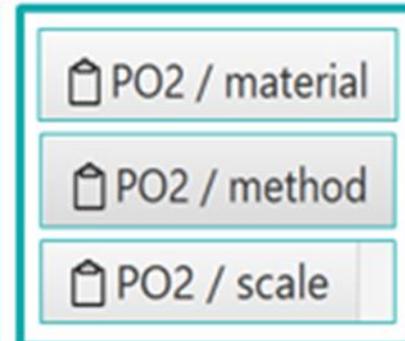
Sélection de référentiels :

- **FoodON, CDNO/CheBI et FoodEX2** de l'EFSA, pour les constituants alimentaires et non alimentaires (PO2 Component)
- **LANGUAL et FoodEX2** pour les opérations de transformation (PO2 Step)
- **Autres ressources INRAE à explorer en lien avec la description des Habitats et Phénotypes : Ontobiotope, Wheat, ATOL...** pour les descripteurs des M&M et les attributs (PO2 attribute et observation)
- **Autres ontologies compatibles OBO Foundry (domaine Nutrition/Santé)**
- **Thésaurus INRAE et AGROVOC** pour l'ajout de définitions FR/EN

### Partie Process



### Partie Observation



PO<sup>2</sup>-TransformON

Construction d'un vocabulaire commun permettant de décrire l'ensemble du périmètre des recherches de TRANSFORM au format PO2

Alignements des concepts avec des ressources existantes (ontologies, thésauri)

# ➤ Qu'apporte l'ontologie PO<sup>2</sup> TransformON ?

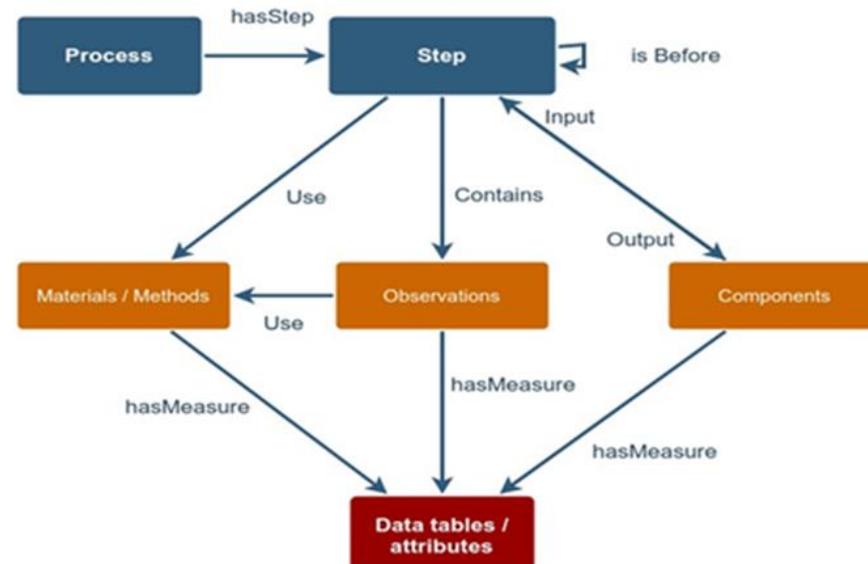
## Un modèle pour représenter

- des processus de transformation
- des compositions en entrées et sorties
- des matériels et des méthodes
- des observations (mesures)
- des attributs (propriétés observées)



## Données annotées

- Valeurs numériques avec système de gestion des unités (UCUM)
- Valeurs qualitatives



## Un vocabulaire unifié (bilingue FR/EN) structuré sur le modèle PO<sup>2</sup> permettant

- la description homogène d'itinéraires de transformation : *données procédés obtenues dans différents projets*
- la description des itinéraires de caractérisation associés: *type d'échantillons, protocoles, conditions d'analyse*

# ➤ Vocabulaire structuré PO<sup>2</sup> TransformON

## Partie « Process »

## Partie « Résultat »

PO2 / Component	PO2 / Process	PO2 / Step
<ul style="list-style-type: none"><li>▼ living organism<ul style="list-style-type: none"><li>▶ algae (as living organism)</li><li>▶ animal (as living organism)</li><li>▶ bacteria (as living organism)</li><li>▶ fungi (as living organism)</li><li>▶ lichen (as living organism)</li><li>▶ plant (as living organism)</li></ul></li><li>▼ substance<ul style="list-style-type: none"><li>▶ biochemical constituent</li><li>▶ feed</li><li>▶ food</li><li>▶ non-food substance</li><li>▶ water (generic)</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▼ physiological process<ul style="list-style-type: none"><li>▶ human physiological process</li><li>▶ microbial physiological process</li><li>▶ plant physiological process</li></ul></li><li>▼ planned process<ul style="list-style-type: none"><li>▶ characterization process</li><li>▶ transformation process</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ characterization step</li><li>▶ physiological process step</li><li>▼ transformation step<ul style="list-style-type: none"><li>▶ cleaning</li><li>▶ handling</li><li>▶ harvesting</li><li>▶ packaging</li><li>▶ pre-processing</li><li>▶ processing</li><li>▶ slaughtering</li><li>▶ storage</li><li>▶ transport</li></ul></li></ul>

- ▼ PO2 / Attribute
  - ▼ calculation outcome
    - ▶ experimental data attribute
    - ▶ LCIA
    - ▶ nutritional score
  - ▼ identification attribute
    - ▶ brand
    - ▶ EAN code
    - ▶ serial number
  - ▼ measurement attribute
    - ▼ biological attribute
      - ▶ biochemical attribute
      - ▶ microbiological attribute
      - ▶ physiological attribute
    - ▶ mensuration
    - ▶ physico-chemical attribute
    - ▶ quantity
    - ▶ temporality

## Partie « Observation »

PO2 / Material	PO2 / Method	PO2 / Scale
<ul style="list-style-type: none"><li>▶ measuring instrument</li><li>▶ processing equipment</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ analytical method</li><li>▶ assessment method</li><li>▶ computation and modelling</li><li>▶ semi-empiric instrumental method</li><li>▶ standard operating procedure</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ measurement scale</li><li>▶ process scale</li></ul>

### Dimensions UCUM codes

Add dimension from unit

Dimension : none Show prefix code Show units code

Only UCUM Code can be used in the text field.  
e.g. [degF]/min -> °F/min  
um.s-1.d-1 -> µm/s/d

If the unit is not available in UCUM, you can annotate your unit with {}  
e.g. (CBU)/g -> CBU/g

Hide Details OK Cancel

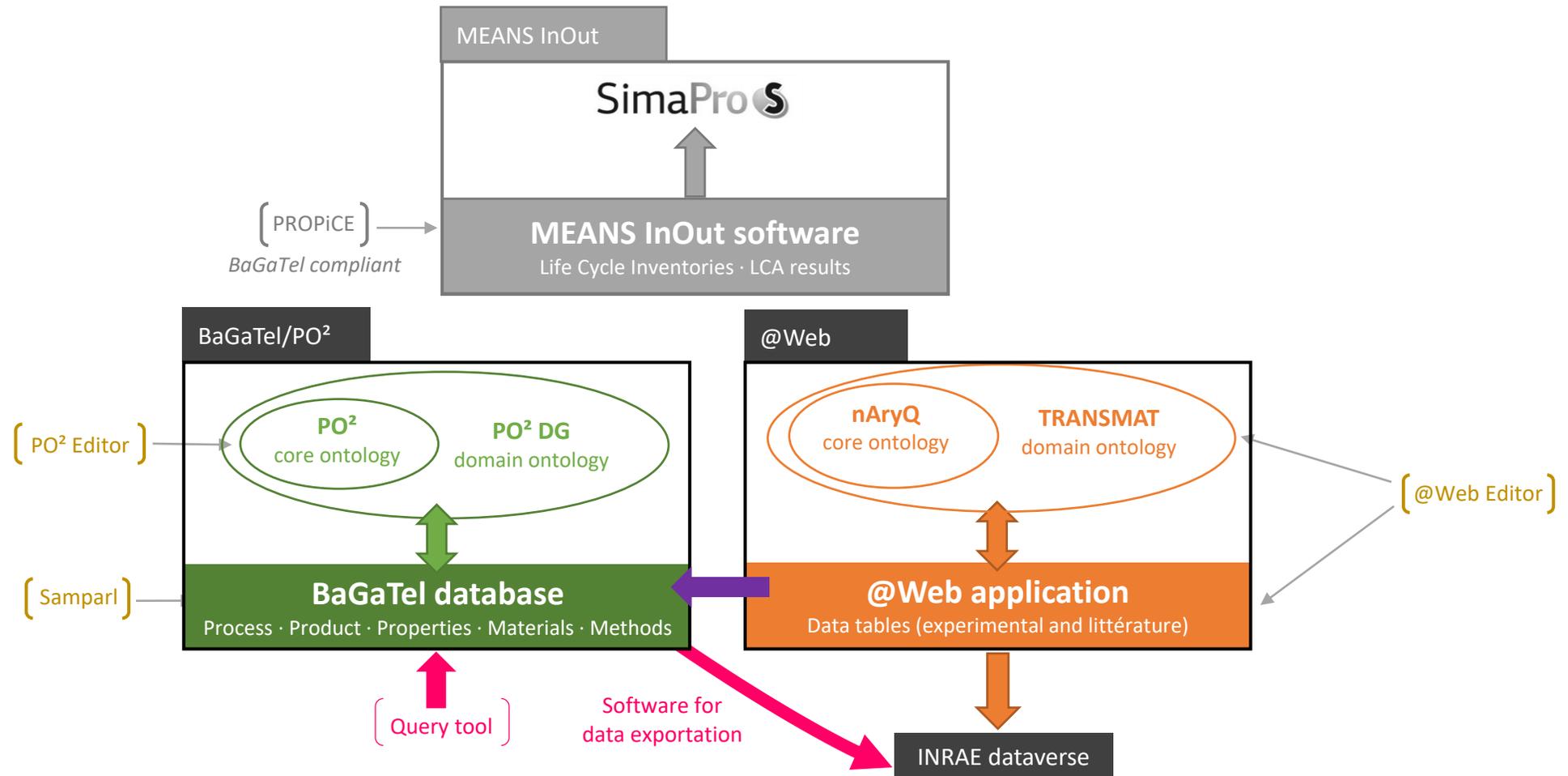
INRAE

➤ Résultats marquants du projet DataSusFood



# ➤ Développements de l'environnement PO<sup>2</sup>

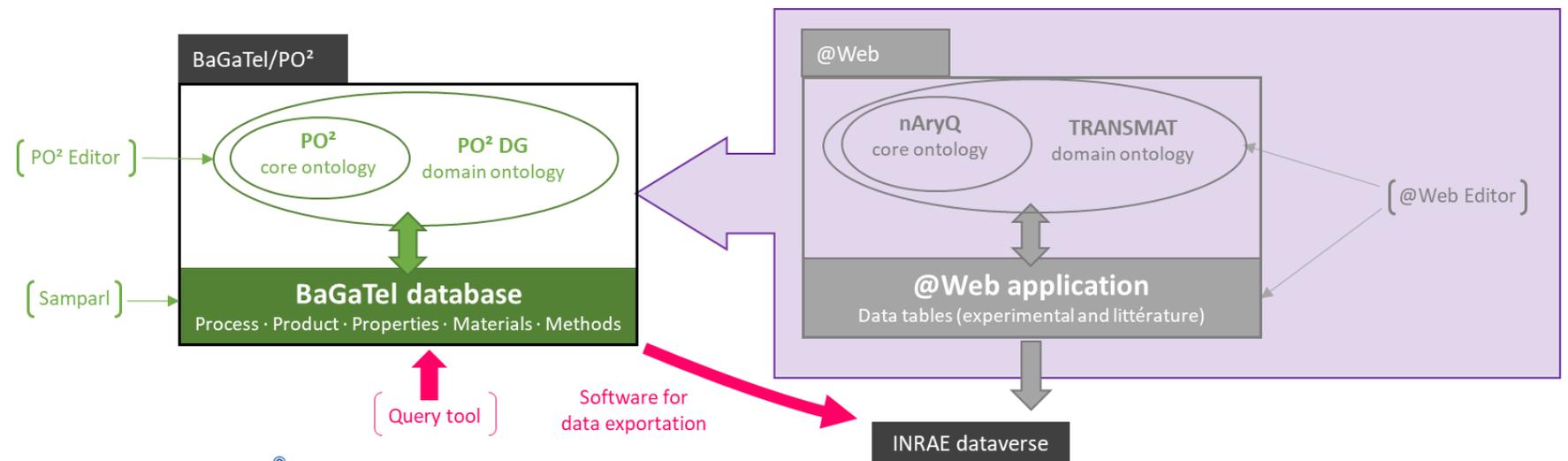
Un environnement permettant de structurer et gérer les données du département TRANSFORM



## ➤ Développements de l'environnement PO<sup>2</sup>

Migration d'@Web vers PO<sup>2</sup>-BaGaTel

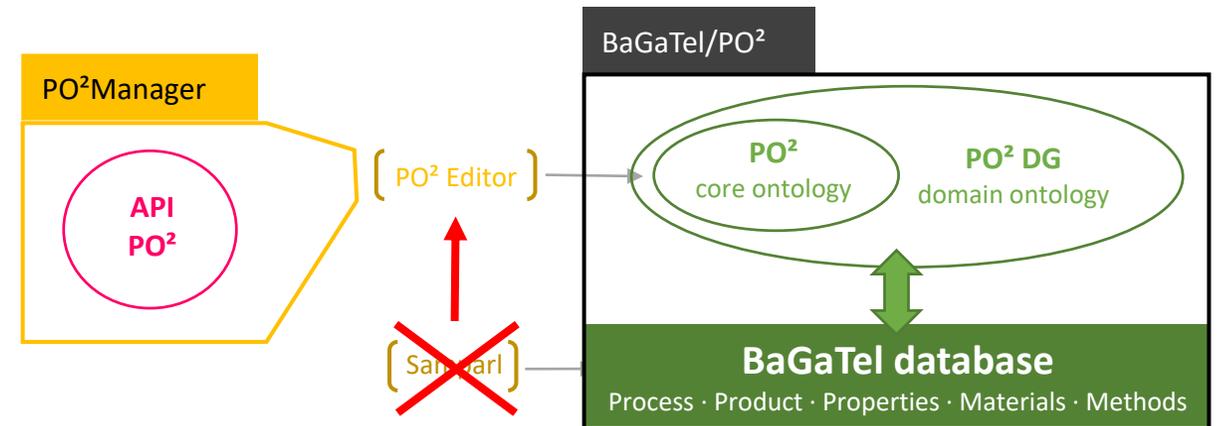
- Les données expérimentales publiées dans la base de données @Web ont été transférées ou sont en cours de transfert vers la base de données PO<sup>2</sup>-BaGaTel
- Les ontologies développées au format @Web sont en cours d'intégration dans PO<sup>2</sup>-TransformON



## ➤ Développements de l'environnement PO<sup>2</sup>

Migration de Samparl : saisie des données via PO<sup>2</sup> Manager

- Le logiciel SamParl a initialement été développé pour enrichir la base de données relationnelle BaGaTel-SQL. Celle-ci a été abandonnée au profit de la base de données RDF BaGaTel-RDF, plus facilement adaptable aux évolutions de l'ontologie PO<sup>2</sup>.
- Le logiciel SamParl a donc été remplacé par le logiciel PO<sup>2</sup>Manager de saisie des données dans BaGaTel-RDF



## ➤ Développements de l'environnement PO<sup>2</sup>

Portail de présentation du contenu et des outils <https://quantum.mia-ps.inrae.fr/PO2/>

# PO<sup>2</sup> Process & Observation Ontology

A core ontology for modeling transformation processes and their observations

WELCOME

PO<sup>2</sup> MANAGER

SPO<sup>2</sup>Q

AVAILABLE DATA

PO<sup>2</sup> V2.3 SCHEMA (JPG) IN-PROGRESS

PO<sup>2</sup> V2.3 TTL IN-PROGRESS

PO<sup>2</sup> V2.2.2 SCHEMA (JPG)

PO<sup>2</sup> V2.2.2 TTL

**PO<sup>2</sup> Manager, a tool for create ontologies, annotate and publish semantics data based on PO<sup>2</sup> Core Ontology**

DOWNLOAD

**SPO<sup>2</sup>Q is your interface to easily query your semantics data**

LEARN MORE

# > PO<sup>2</sup> Manager



## PO<sup>2</sup> Manager for Windows

Current Version : 1.4.0.3

October 21 2022

EXE



## PO<sup>2</sup> Manager for Linux

Current Version : 1.4.0.3

October 21 2022

DEB

RPM

APPIMAGE



## PO<sup>2</sup> Manager for OSX

Current Version : 1.4.0.2

September 7 2022

WELCOME

PO<sup>2</sup> MANAGER

SPO<sup>2</sup>Q

AVAILABLE DATA

# ➤ PO<sup>2</sup> Manager

Un environnement permettant de structurer et gérer les données de transformation et de caractérisation

The screenshot displays the PO<sup>2</sup> Manager interface for 'LCA Cheeses - V ...'. The left sidebar shows a tree view of processes, with 'Itinerary 2 (Additional scenario: Ripening)' selected. The main workspace shows a flowchart for 'Itinerary 2 -- name: Additional scenario: Ripening' with 'Comté' as the product of interest. The flowchart consists of nodes representing process steps and compositions. Green nodes indicate steps with observation, while black nodes indicate steps without. Red nodes represent compositions. The flow starts with 'Milk production (Milk production2)', followed by 'Milk transport (Milk transport2)', 'Milk pumping (Milk pumping2)', and 'Milk storage (Milk storage2)'. From 'Milk processing (Milk processing2)', the flow branches into 'Cheese transport (Cheese transport2)', 'cream', and 'whey'. 'Cheese transport (Cheese transport2)' leads to 'Ripening (Ripening2)', which then branches into 'Cleaning (Cleaning2)' and 'Comté'. A legend at the bottom explains the node colors and provides graph tips.

PO<sup>2</sup> Manager - LCA Cheeses - V ...

File View Tools Help

Itinerary 2 -- name: Additional scenario: Ripening

Product of interest : Comté

\* Black nodes : steps without observation.  
\* Black/Green nodes : steps with observation.  
\* Red nodes : compositions.  
\* Graph tips :  
- Use shift key + mouse to add a new link (Step / Step and Step / Composition).  
- Use del key on selected link

create snapshot | revert view

online | No ontology | LCA Cheeses



# ➤ Développements de l'environnement PO<sup>2</sup>

Intégration d'un outil de requête: SPO<sup>2</sup>Q

**SPO<sup>2</sup>Q : Simple PO<sup>2</sup> Query**

SPO<sup>2</sup>Q is a web app that allows you to query your semantic data in a simple way.

[GOTO SPO<sup>2</sup>Q](#)

**Available data**

use the contact link ...

Project n...	St...	Process name	Process T...	Contact	Contact mail
AlimaSSens	private	Process en bouche	Process	Elisabeth Guichard	elisabeth.guichard@inrae.fr
AIC_PF_4	private	Vinification - Baies de	Process	Elisabeth	elisabeth.guichard@inrae.fr

# ➤ Développements de l'environnement PO<sup>2</sup>

Intégration d'un outil de requête: SPO<sup>2</sup>Q

Quels sont les itinéraires de fabrication fromagère qui génèrent moins de 5 kg de crème ?

The screenshot displays the 'Simple PO<sup>2</sup> Query' interface. At the top left is the INRAE logo. The page title is 'Simple PO<sup>2</sup> Query'. Navigation tabs include 'Form', 'SPARQL', and 'Results'. The 'Form' tab is active, showing a 'Selected dataset' box with 'LCA\_Cheeses' and a 'Selected process' box with 'by process name : doNotFilter'. A modal window titled 'Step type: Milk processing' is open, containing fields for 'Step Material', 'Input component', and 'Output component' (set to 'cream'). It also has a table for filtering: 'Ingredient' (cream), 'Filter type' (≤), and 'mass' (5 kg). A table with columns 'Ingredient', 'Filter type', 'mass', and 'Unit' is shown below the modal. At the bottom of the modal is an 'Add an observation' button. Below the modal is an 'Add a step' button. At the bottom right is an 'Execute form' button. The 'SPARQL Templates' section on the right shows a query template with various prefixes and a SELECT statement. Below it, a section titled 'Step 1 filtered by type: Milk processing' shows a filtered query.

**Selected dataset**

- LCA\_Cheeses

**Selected process**

by process name : doNotFilter

**Step type: Milk processing**

Step Material

Input component

Output component: cream

Ingredient: cream

Filter type: ≤

mass: 5

Unit: kg

Add an observation

Add a step

Execute form

**SPARQL Templates**

```
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX P02: <http://opendata.inrae.fr/P02/core/>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX time: <http://www.w3.org/2006/time#>
PREFIX sesame: <http://www.openrdf.org/schema/sesame#>
PREFIX skos: <http://www.w3.org/2004/02/skos/core#>
PREFIX sosa: <http://www.w3.org/ns/sosa/>
PREFIX ssn: <http://www.w3.org/ns/ssn/>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX core: <http://opendata.inrae.fr/P02/core/>
PREFIX qudt: <http://qudt.org/schema/qudt/>
PREFIX schema: <http://schema.org/>

SELECT ?project_name_1 ?process_1 ?sampleNameLabel_1 ?process_sampl...
[...]
```

**Step 1 filtered by type: Milk processing**

```
?itinerary rdf:type <http://opendata.inrae.fr/P02/core/Transformati...
?itinerary P02:hasForStep ?stepURI_1.
?itinerary sesame:directType ?direct_process_1.
?itinerary skos:prefLabel ?itineraryLabel.
?direct_process_1 skos:prefLabel ?process_1.
FILTER (langMatches( lang(?process_1), "en" ) || langMatches( lang(...
optional {
  ?direct_process_1 P02:sampleCode ?process_sample_code_1 .
}
optional {
  ?direct_process_1 P02:sampleName ?process_sample_name_1 .
  ?process_sample_name_1 skos:prefLabel ?sampleNameLabel_1.
  FILTER (langMatches( lang(?sampleNameLabel_1), "en" ) || langMatc...
}
optional {
  ?direct_process_1 P02:projectName ?project_name_1 .
}
?stepURI 1 skos:prefLabel ?step 1.
```

# ➤ Développements de l'environnement PO<sup>2</sup>

Intégration d'un outil de requête: SPO<sup>2</sup>Q



Simple PO<sup>2</sup> Query

Form

SPARQL

Results



Displayed columns

project_name_1	process_1	sampleNameLabel_1	process_sample_code_1	itineraryLabel	step_1	outputComponent_1	ingredientLabel_output1	valueOrigin_outputIngr_1	unitOrigin_outputIngr_1
LCA Cheeses	Maroilles			Itinerary 2 - Additional scenario: Ripening in a shared ripening room	Milk processing2	cream	cream 0.238 kg	0.238	kg
LCA Cheeses	Brie de Meaux			Itinerary 1 - Initial scenario: Ripening at cheese factory	Milk processing1	cream	cream 0.192 kg	0.192	kg
LCA Cheeses	Comté			Itinerary 1 - Initial scenario: Ripening at cheese factory	Milk processing1	cream	cream 0.211 kg	0.211	kg
LCA Cheeses	Brie de Meaux			Itinerary 2 - Additional scenario: Ripening in a shared ripening room	Milk processing2	cream	cream 0.192 kg	0.192	kg
LCA Cheeses	Pont l'Évêque			Itinerary 1 - Initial scenario: Ripening at cheese factory	Milk processing1	cream	cream 0.441 kg	0.441	kg
LCA Cheeses	Morbier			Itinerary 2 - Additional scenario: Ripening in a shared ripening room	Milk processing2	cream	cream 0.335 kg	0.335	kg
LCA Cheeses	Bleu du Vercors-Sassenage			Itinerary 2 - Additional scenario: Ripening in a shared ripening room	Milk processing2	cream	cream 0.208 kg	0.208	kg
LCA Cheeses	Livarot			Itinerary 2 - Additional scenario: Ripening in a shared ripening room	Milk processing2	cream	cream 0.441 kg	0.441	kg
LCA Cheeses	Livarot			Itinerary 1 - Initial scenario: Ripening at cheese factory	Milk processing1	cream	cream 0.441 kg	0.441	kg
LCA Cheeses	Neufchâtel			Itinerary 2 - Additional scenario: Ripening in a shared ripening room	Milk processing2	cream	cream 0.315 kg	0.315	kg

Items per page: 10

1 – 10 of 22



Export results

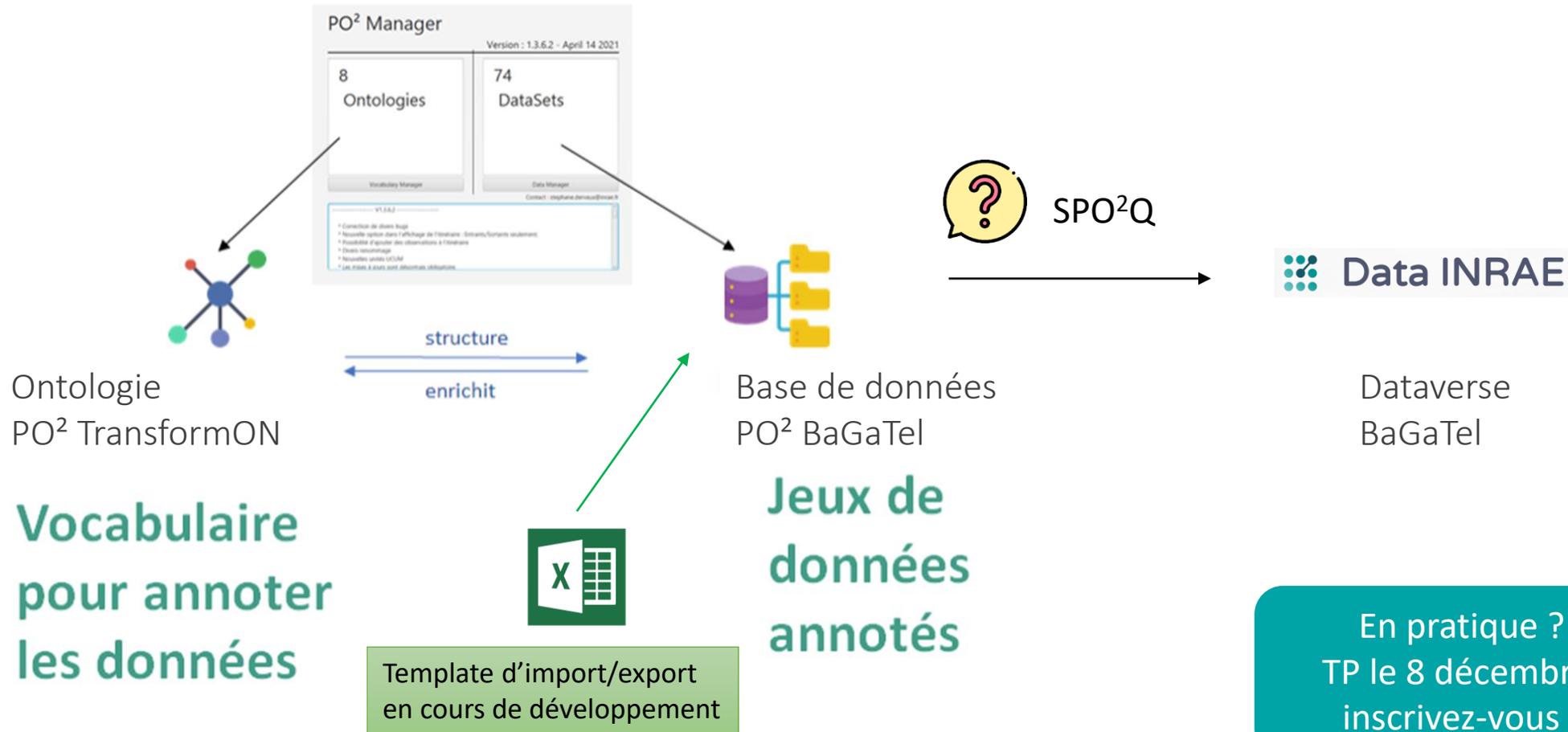
Publish results on Dataverse INRAE



 Data INRAE

# ➤ Développements de l'environnement PO<sup>2</sup>

Un environnement permettant de structurer et gérer les données de process

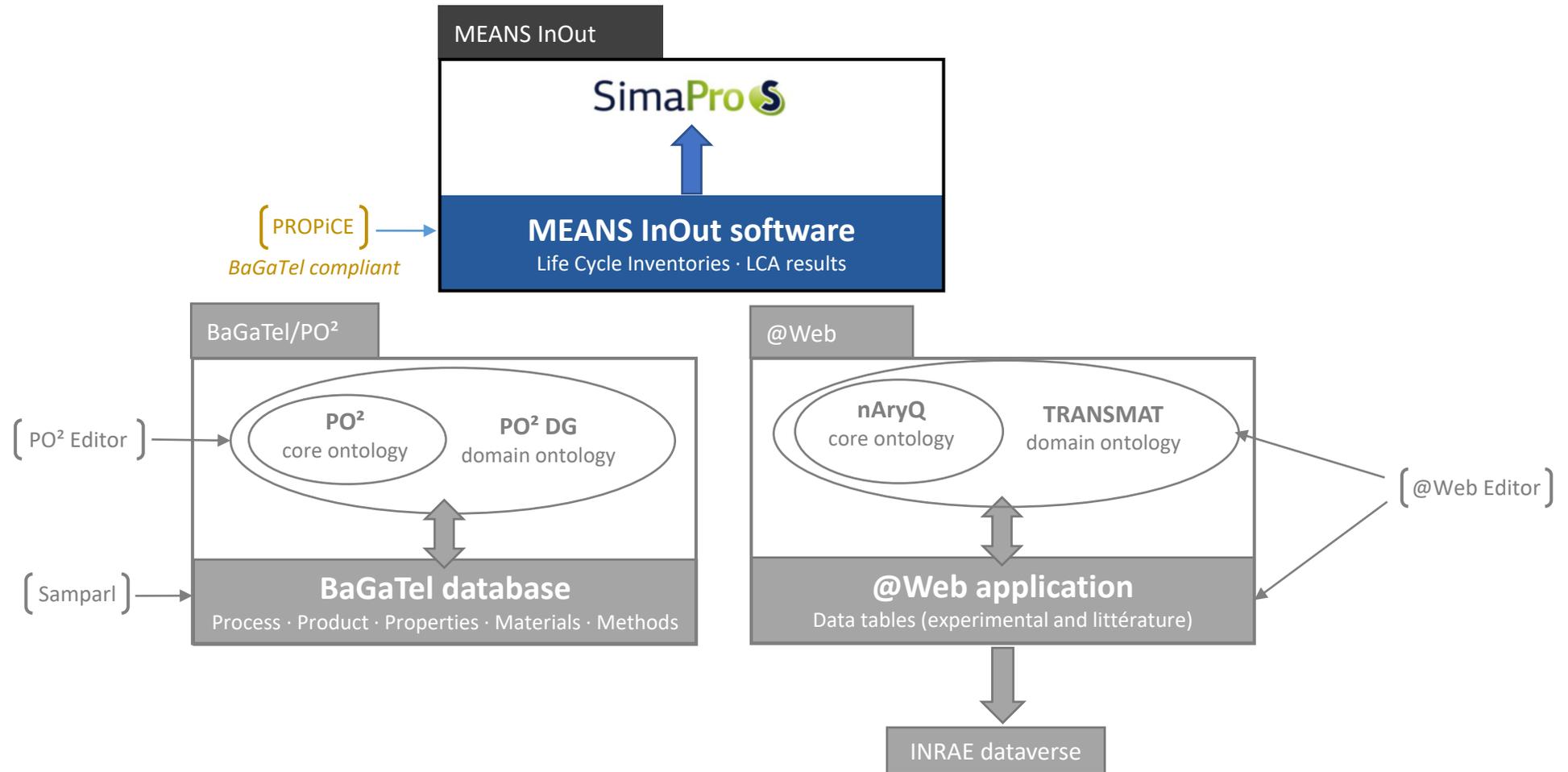


En pratique ?  
TP le 8 décembre,  
inscrivez-vous !



# ➤ Développements de MEANS InOut

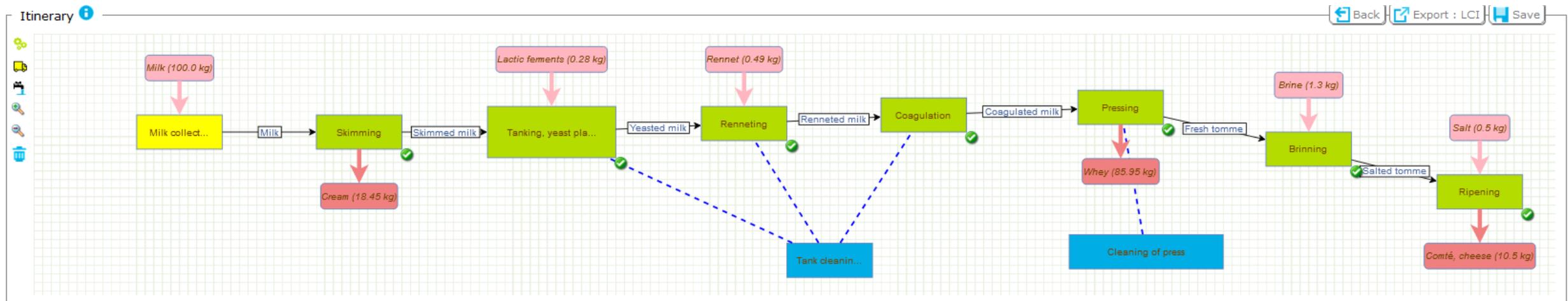
Un logiciel pour créer des données environnementales sur les procédés, les aliments et les bio-produits



# ➤ Développements de MEANS InOut

Des fonctionnalités « intuitives » pour les spécialistes du génie des procédés

- Création d'un diagramme technologique
- Opérations de transformation, nettoyage, transport
- Entrées/sorties ingrédients et produits



# ➤ Développements de MEANS InOut

Une structuration des données et un vocabulaire issu de / cohérent avec PO<sup>2</sup>-TransformON



- Ontologie « transparente » pour l'utilisateur
- Menus déroulants
  - Ingrédients/produits, procédés, opérations

The screenshot displays the MEANS InOut interface. On the left, a search for 'Intrant' leads to a list of categories such as 'Eau (générique)', 'Ingrédients purifiés ou isolés et additifs', and 'Produits végétaux après 1ère transformation'. The right panel shows the configuration for the 'Renneting' operation, including its name, type, duration, and a link to 'PO<sup>2</sup>-TransformON'. A dropdown menu for 'Diviseur/laminage' is also visible, listing various processing steps like 'abattage', 'emballage-conditionnement', and 'transformation biologique'.

Nom libre à l'appréciation de l'utilisateur

Lien à PO<sup>2</sup>-TransformON



# ➤ Interopérabilité PO<sup>2</sup> - InOut

## PO<sup>2</sup> LCA : spécification des concepts ACV dans PO<sup>2</sup>-TransformON

### ▼ PO2 / Material

#### ▼ LCA databases

Agribalyse 3

Ecoinvent 3

#### ▼ LCA softwares

GaBi

OpenLCA

SimaPro

Umberto

#### ▼ Transport

##### ▶ Aircraft freight

##### ▶ Lorry

Rail Freight

##### ▶ Ship freight

### ▼ PO2 / Method

#### ▶ Allocation Methods

#### ▶ Cleaning Methods

#### ▶ Database Life Cycle Inventories

#### ▼ Life Cycle Impact Assessment Methods

BEES+

CML-IA baseline

CML-IA non-baseline

Ecological Scarcity 2013

EDIP 2003

EF 3.0 Method (adapted)

EF Method (adapted)

EN 15804 +A2 Method

Environmental Prices

EPD (2018)

EPS 2015d

EPS 2015dx

ILCD 2011 Midpoint+

IMPACT 2002+

ReCiPe 2016 Endpoint (E)

ReCiPe 2016 Endpoint (H)

ReCiPe 2016 Endpoint (I)

ReCiPe 2016 Midpoint (E)

### ▼ PO2 / Attribute

#### ▶ LCI

#### ▼ LCIA

##### ▼ Environmental impacts

Acidification

Climate change

Climate change - Biogenic

Climate change - Fossil

Climate change - Land use and LU change

Ecotoxicity, freshwater

Ecotoxicity, freshwater - inorganics

Ecotoxicity, freshwater - metals

Ecotoxicity, freshwater - organics

Eutrophication, freshwater

Eutrophication, marine

Eutrophication, terrestrial

Freshwater ecotoxicity

Freshwater eutrophication

Human toxicity, cancer

Human toxicity, cancer - inorganics

Human toxicity, cancer - metals

Human toxicity, cancer - organics

Human toxicity, cancer effects

Human toxicity, non-cancer



## ➤ Développements de MEANS InOut

Un cadre pour appliquer rigoureusement le cadre de l'Analyse du cycle de vie

- Cadre générique pour décrire l'ensemble des étapes
- Pour chaque opération, formulaires de collecte des données
  - Ingrédients/produits, énergie, eau, emballage, équipements, détergents, déchets solides, effluents

Description of transformation : **Renneting** 

---

Characteristics | Inputs | Outputs | Water consumption | Packaging | Equipments | Consumables | Energy consumption

Materials that contribute to the composition of the product   :

Main transforming input product:

Substrate name  Yeasted milk

Quantity \* 

Percentage of loss \* 

---

Ingredients:

Add ingredient or reagent 

Input	Quantity* 	Unit* 	Percentage of loss* 	Fates of losses* 
<input type="text" value="Rennet"/>	<input type="text" value="0.49"/>	<input type="text" value="kg"/>	<input type="text" value="0.0"/>	

# ➤ Développements de MEANS InOut

Un export des inventaires vers Simapro, logiciel de calcul d'ACV



- Liens aux bases de données Ecoinvent et Agribalyse
- Choix entre ACV « procédé » ou « produit »
- Allocations paramétrables

Ex « procédé » : ACV transformation fromagère de 100 L de lait  
 Ex « produit » : ACV 1 kg fromage

## Export

You are currently working on: [test transformation](#) > [test pour livraison v4](#) > [transfo](#) > [Production de comté\\_remplie\\_ang](#) - MEANS#14994

Processed milk and dairy products - Cheese  
 Last updated on 9/30/22 10:10 AM by Julie Auberger

Reference flow

The reference flow represents the function of the process and defines its dimensioning. All the other flows of the process will be proportional to this flow. Example: a wastewater treatment process is being studied. Its reference flow reagents and infrastructures necessary for water treatment will be proportional to this volume.

Reference flow is from \*

Which product of the process is reference flow ? \*

How much product comes out of the process? (Kg) \*

Precision to LCI names

Description

Destination or state of product

Product and co-products LCI

A process LCI attributes all environmental impacts to the process itself: «transformation of x kg of ...» or «production of y kg of ...». A LCI process is systematically generated for data export to LCA software.

Do you want to create «product» LCIs? \*

Allocation method \*

Allocation rule

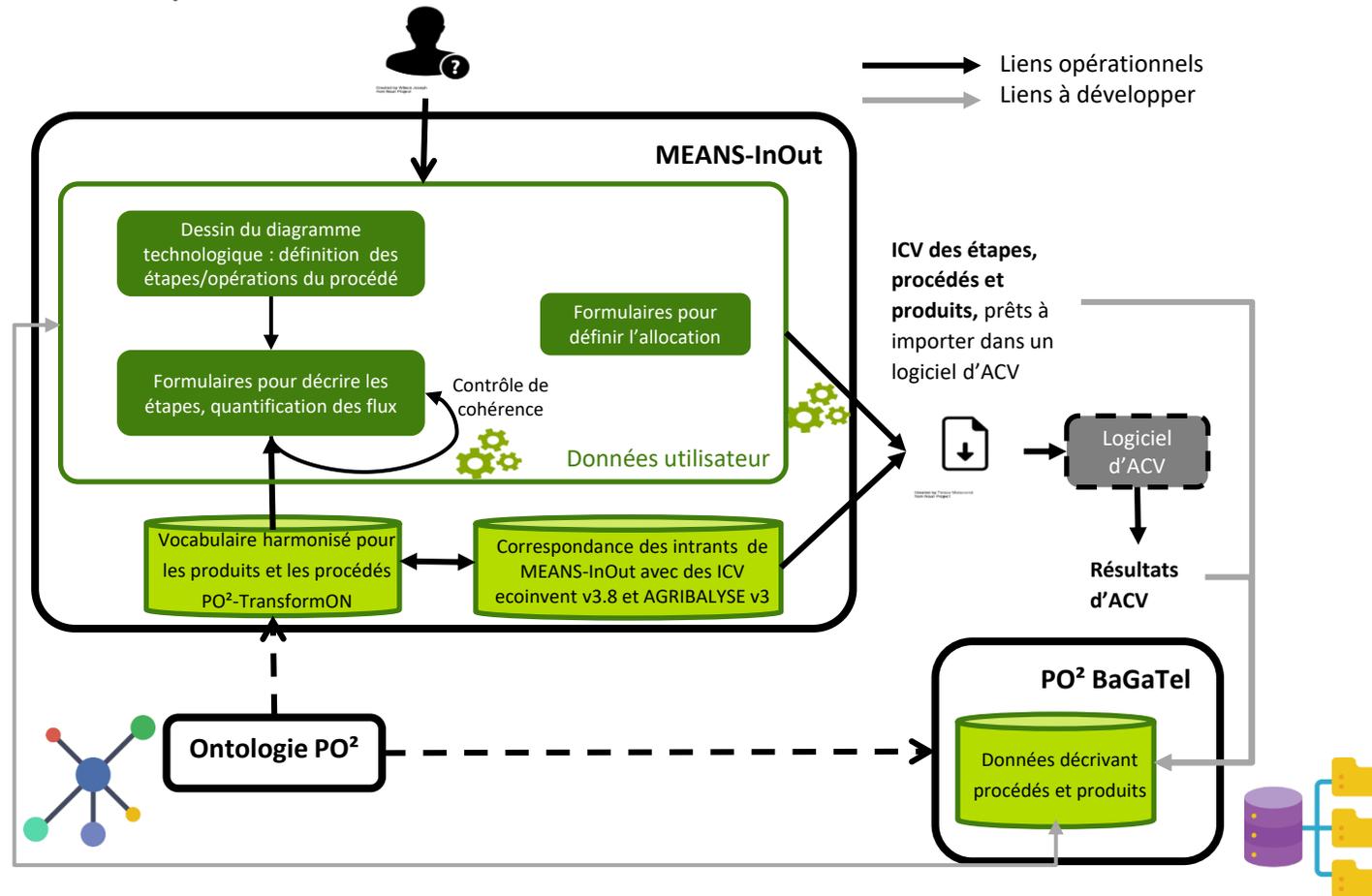
Comments

Product and coproducts	Quantity	Unit	Coproduct dry matter content * (kg of dry matter / kg)	Allocation factor
Comté, cheese	1.00	kg	<input type="text" value="0.6"/>	0.71
Cream	1.77	kg	<input type="text" value="0.1"/>	0.21
Whey	8.86	kg	<input type="text" value="0.008"/>	0.08



# ➤ Développements de MEANS InOut

Un logiciel pour créer des données environnementales sur les procédés, les aliments et les bio-produits

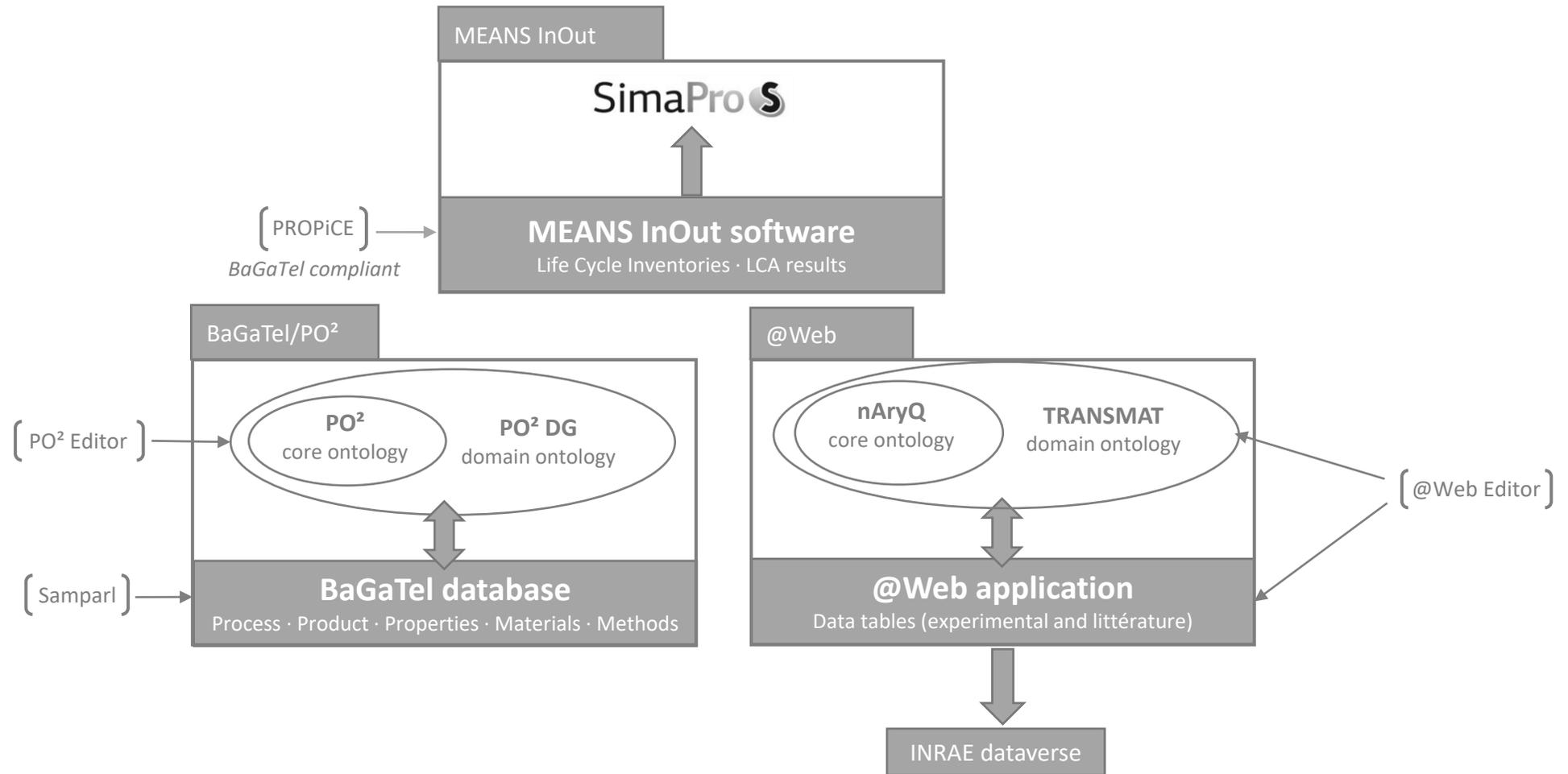


- Une version opérationnelle livrée en septembre 2022

- L'échange automatisé de données sur les procédés avec PO<sup>2</sup>-BaGaTel reste à développer

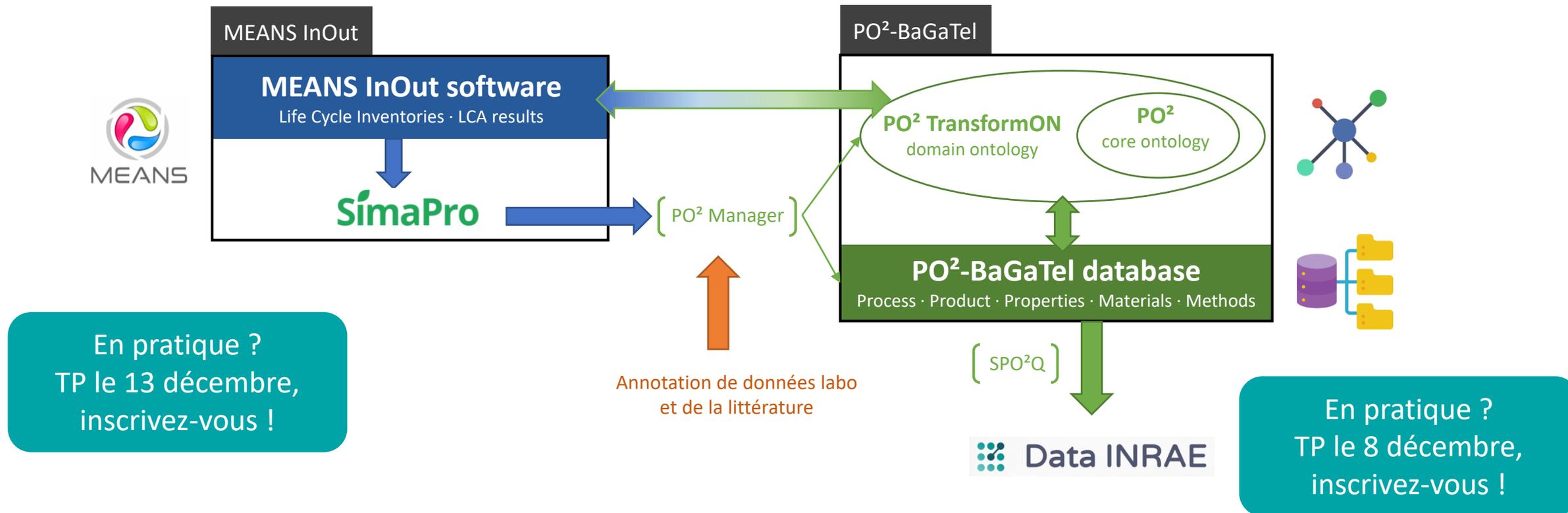
En pratique ?  
TP le 13 décembre,  
inscrivez-vous !

## ➤ Rappel de la situation initiale



## ➤ Conclusion : situation actuelle des outils

Simplification du système d'information tout en étendant ses possibilités



## ➤ Perspectives

- Finaliser l'interopérabilité au niveau des données entre PO<sup>2</sup> et InOut
- Etendre InOut à l'analyse des chaînes de valeur complètes
  - Faire le lien aux données agricoles
  - Inclure la commercialisation et la consommation
- Etendre l'usage de l'ensemble des outils à d'autres cas d'applications
- Interopérabilité avec d'autres systèmes INRAE (ou même plus largement)
- Mener une réflexion sur
  - Gouvernance de l'environnement PO<sup>2</sup>-BaGaTel
  - Actualisation du vocabulaire
  - Curation des données



INRAE

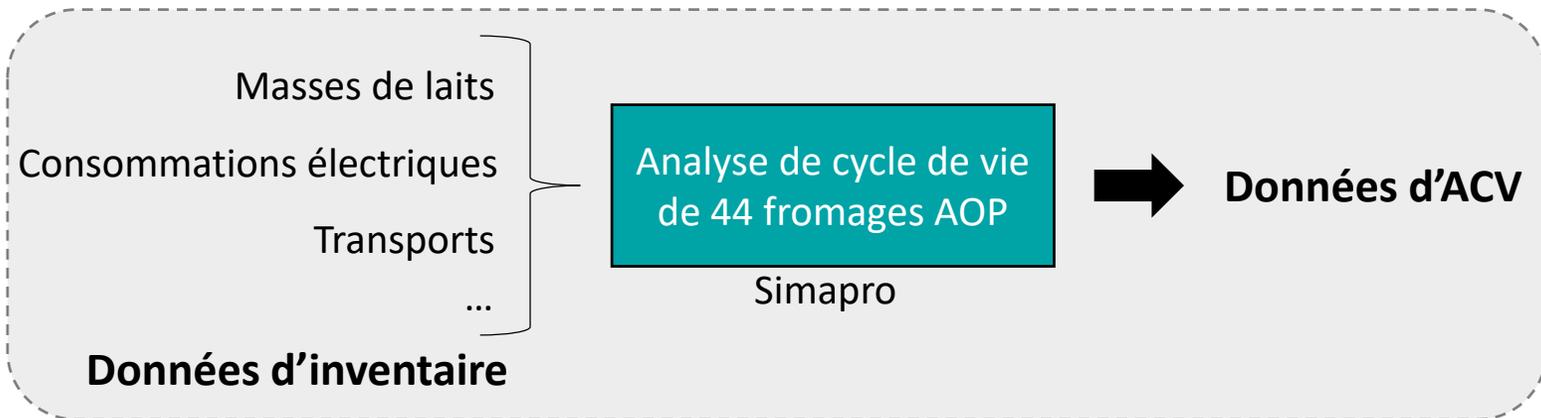
➤ Flash-présentations de cas d'usage

Retours utilisateurs



# ➤ Aide à la gestion des données d'ACV de 44 fromages

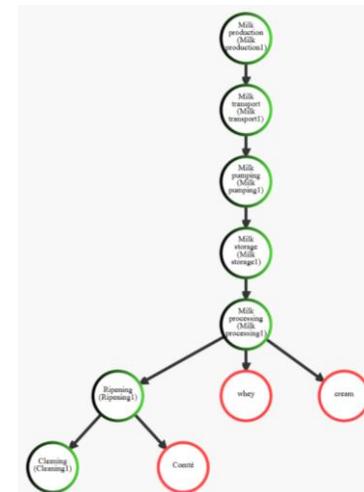
- Objectif de l'étude : Etudier la variabilité des impacts environnementaux entre les fromages



Means In-Out pour la réalisation de l'inventaire

PO<sup>2</sup> Manager pour :

- Centraliser les données
- Les exporter
- Les exploiter facilement



Tableaux de données sur Excel

Dataper : 



Data in Brief  
Volume 43, August 2022, 108403



Data Article  
Data related to the life cycle assessment of 44 artisanally produced french protected designation of origin (PDO) cheeses

Cortesi et al. 2022a  
Cortesi et al. 2022b

Exemple de itinéraire Comté



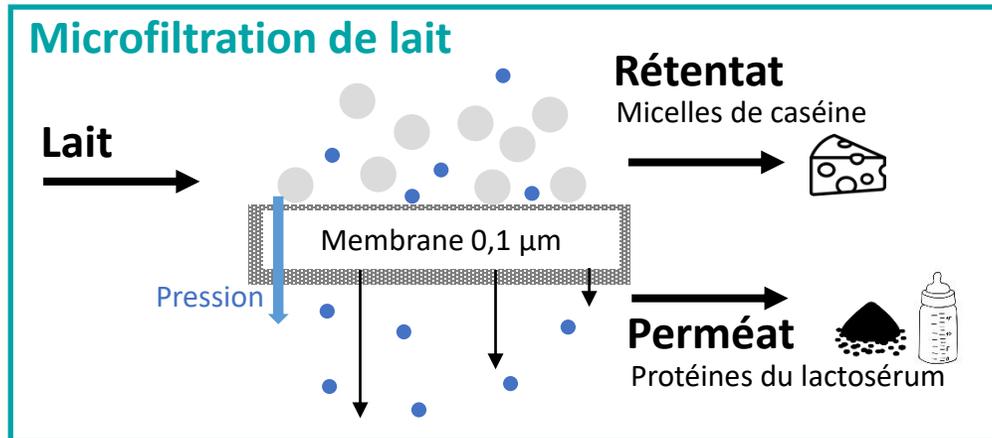
INRAE

Restitution des projets DataSusFood et TransformON  
23 novembre 2022 / Webinaire

anr<sup>®</sup>  
agence nationale de la recherche  
AU SERVICE DE LA SCIENCE

TRANSFORM

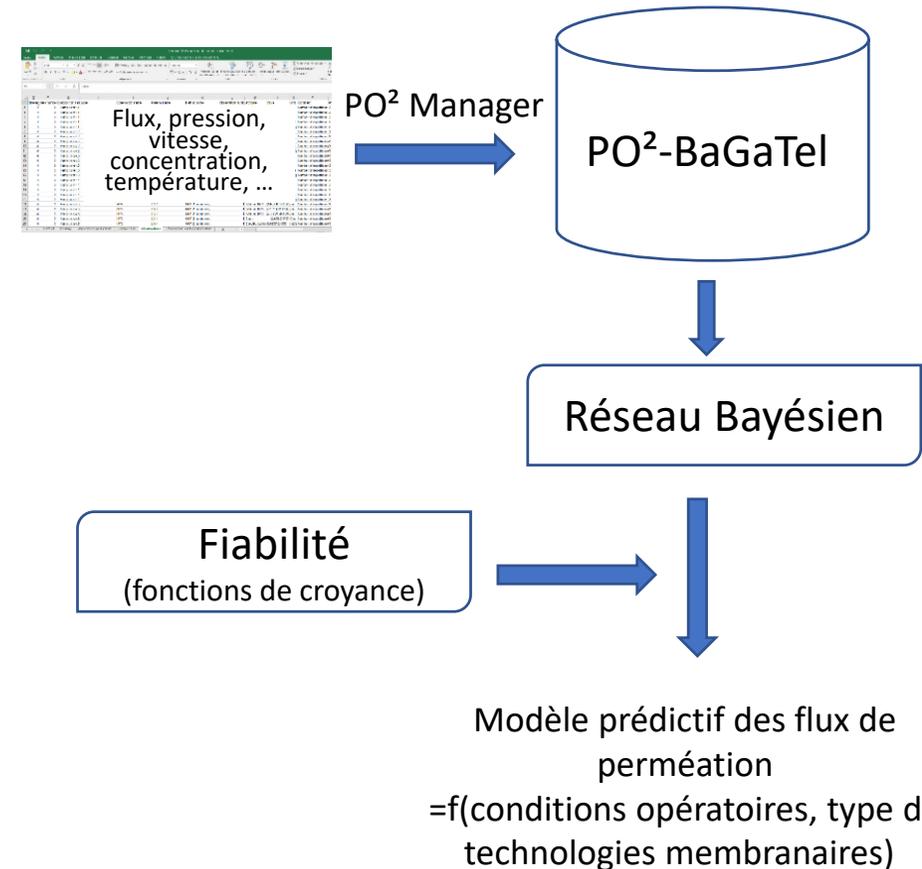
# ➤ Prédiction des performances de la microfiltration de lait



**Objectif** : Prédire les performances des opérations de microfiltration du lait

## Problématique

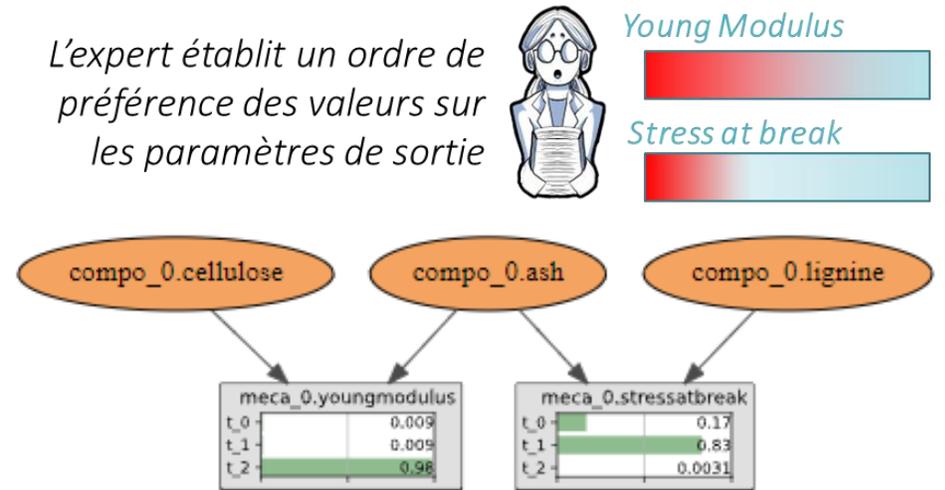
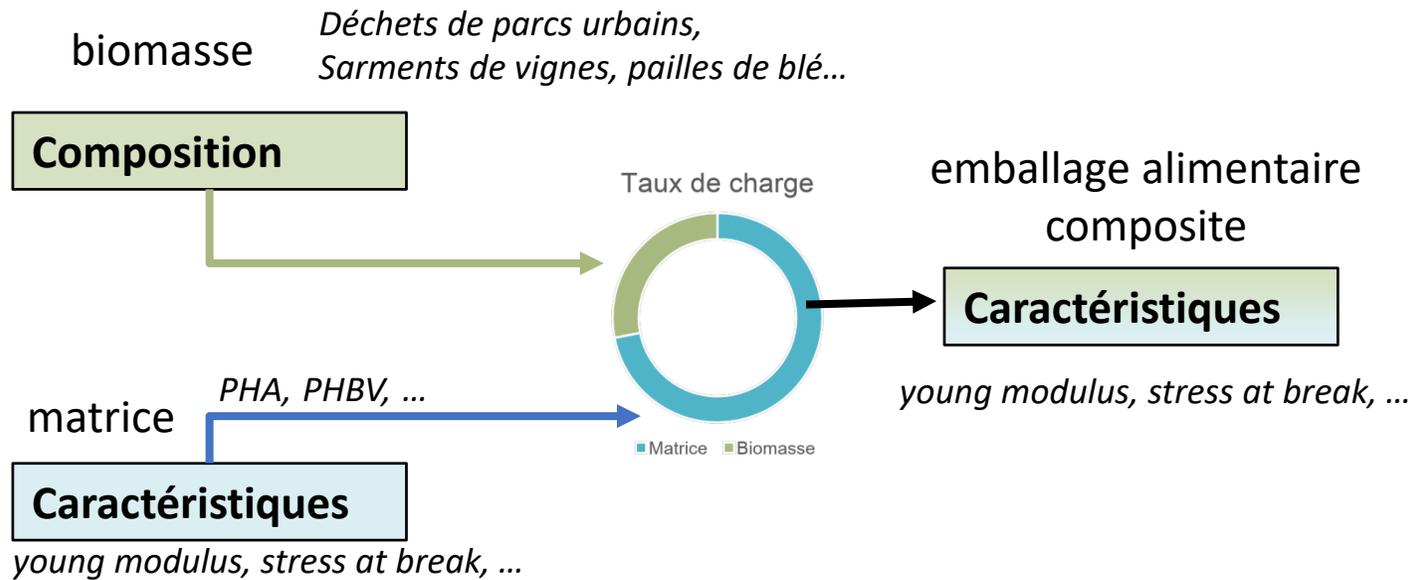
- Différentes technologies membranaires (conception, conduite)
- Modèles existants limités à une gamme précise de conditions opératoires
- Données très hétérogènes et incomplètes



## Retombées

- Identifier les trous de connaissances
- Aborder de nouvelles questions de recherche (ex: impact du traitement amont du lait)
- Elargir l'outil à d'autres critères de performances

# ➤ Aide à la formulation de biocomposites



**Objectif en ingénierie inverse :** Quelle biomasse et quel taux de charge pour atteindre des caractéristiques mécaniques souhaitées ?

(Munch et al. 2022a, Munch et al. 2022b)

Scénario **Good**  
 $P = 0,82$   
 Lignine: [19.4 ; 26.42]  
 Cendre: [6.68 ; 24.67]  
 cellulose: [25.59 ; 33.05]

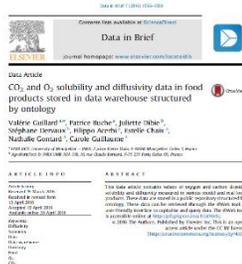
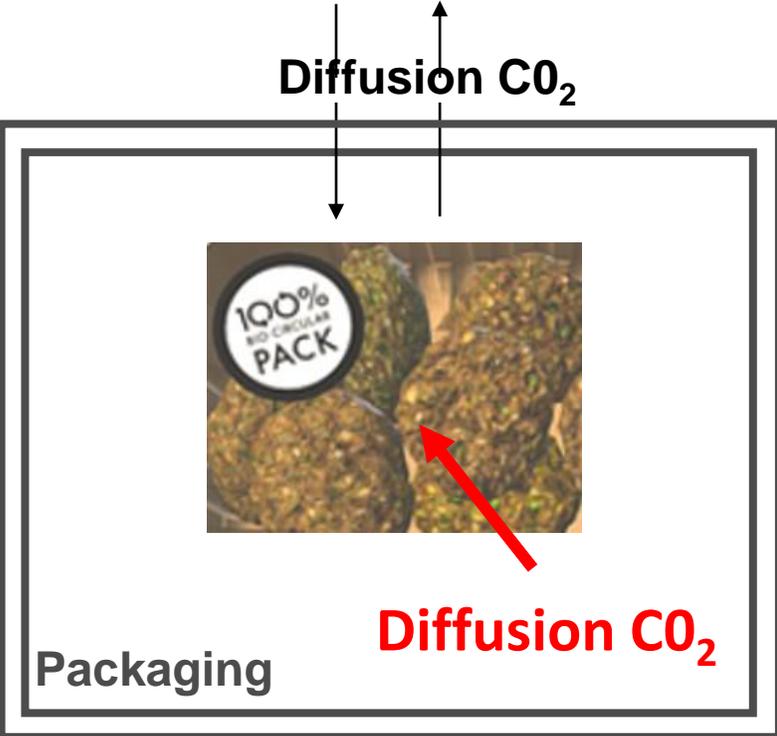
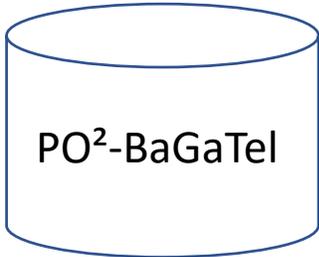
**BIOMASSE CORRESPONDANTE**

?biomasse	Rice Husk
?lignin	25,69
?cendre	14,35
?cellulose	31,9

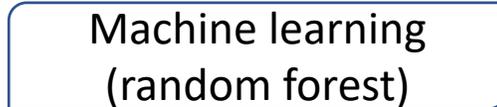
=> enveloppe de riz



# ➤ Prédiction de la solubilité du CO<sub>2</sub> basée sur la composition des aliments

(aliment, solub CO<sub>2</sub>, Temp, compo)



modèle prédictif générique  
solub CO<sub>2</sub>=f(temp, compo)

**Objectif :** Prendre en compte l'influence de la solubilité du CO<sub>2</sub> dans l'aliment afin de déterminer le mélange optimal d'O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> et de N<sub>2</sub> dans l'espace de tête de l'emballage sous atmosphère modifiée (préservation de l'effet bactériostatique)

(Munch et al. 2022c)



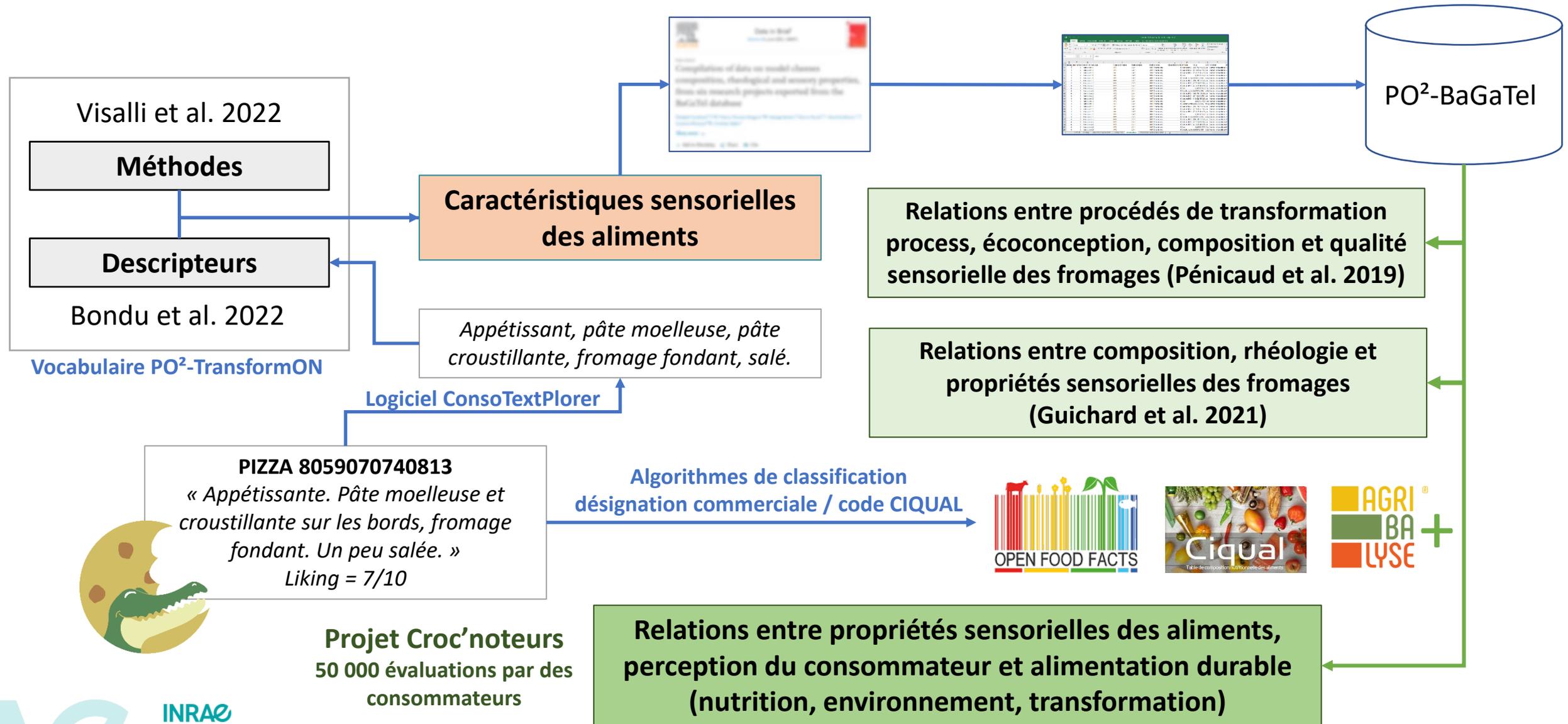
INRAE

Restitution des projets DataSusFood et TransformON  
23 novembre 2022 / Webinaire

anr<sup>®</sup>  
agence nationale  
de la recherche  
AU SERVICE DE LA SCIENCE

TRANSFORM

# ➤ Relier la perception sensorielle aux autres propriétés des produits



## ➤ Avantages des outils développés

### Capitaliser ses données

- **Prendre en compte de l'expertise** pour structurer et raisonner
- **Structurer de manière homogène** les sources de données « **procédés et caractérisation** » guidée par l'ontologie **PO<sup>2</sup>-TransformON**
- **Contextualiser ses données** grâce à des métadonnées
- **Publier ses données** au format PO<sup>2</sup> sur Data INRAE (Recherche Data Gouv)

### Exploiter ses données

- **Interroger ses données** au format PO<sup>2</sup> par une requête générée par l'outil SPO<sup>2</sup>Q
- **Coupler avec les réseaux bayésiens** pour l'apprentissage et la prédiction dans l'incertain
- **Suggérer de nouvelles expérimentations** pour combler les trous de connaissances existants
- **Lier automatiquement avec d'autres sources** de données structurées par ontologie (requêtes fédérées)
- **Etendre l'approche** à l'amont de l'itinéraire (ex: extension à la production du PHBV pour les emballages, à la production de lait et à l'aval de l'itinéraire pour les fromages)



## ➤ Inconvénients actuels ou nouvelles contraintes des outils développés

- **Adapter ses données dans le format PO<sup>2</sup>** : chronophage en phase de transition, travail d'interprétation des données publiées
- **Réutiliser ou enrichir TransformON, le thésaurus du domaine** plutôt que son propre vocabulaire: contrainte flexible
- **Pas de liage automatique de données en l'absence de référentiel commun** : identifier les concepts comparables manuellement
  - Exemple : ingénierie inverse pour la formulation des biocomposites
  - Exemple : données aliments (CIQUAL, Agribalyse, bases hébergées sur ODALIM)

**INRAE**

➤ **Merci pour votre participation !**



## > Bibliographie

- Baudrit et al. 2022 : Cédric Baudrit, Patrice Buche, Nadine Leconte, Christopher Fernandez, Maëllis Belna, Geneviève Gésan-Guiziou. Decision support tool for the agri-food sector using data annotated by ontology and Bayesian network: a proof of concept applied to milk microfiltration. *International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems*, IGI Global, 2022, 13 (1). <https://www.igi-global.com/article/decision-support-tool-for-the-agri-food-sector-using-data-annotated-by-ontology-and-bayesian-network/309136>
- Bondu et al. 2022 : Caroline Bondu, Christian Salles, Magalie Weber, Elisabeth Guichard and Michel Visalli. Construction of a Generic and Evolutive Wheel and Lexicon of Food Textures. *Foods*, 2022. [10.3390/foods11193097](https://doi.org/10.3390/foods11193097)
- Cortesi et al. 2022a : Adeline Cortesi, Laure Dijoux, Gwenola Yannou-Le Bris, Caroline Pénicaut. Explaining the Differences between the Environmental Impacts of 44 French Artisanal Cheeses. *Sustainability*, 14, 9484. <https://doi.org/10.3390/su14159484>
- Cortesi et al. 2022b : Adeline Cortesi, Laure Dijoux, Gwenola Yannou-Le Bris, Caroline Pénicaut. Data related to the life cycle assessment of 44 artisanally produced french protected designation of origin (PDO) cheeses. *Data in Brief*, 43, 108403, <https://doi.org/10.1016/j.dib.2022.108403>
- Fabre et al. 2020 : Charlène Fabre, Patrice Buche, Xavier Rouau, Claire Mayer-Laigle. Milling itineraries dataset for a collection of crop and wood by-products and granulometric properties of the resulting powders. *Data in Brief* 33, 106430. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.106430>
- Guichard et al. 2021 : Elisabeth Guichard, Thierry Thomas-Danguin, Solange Buchin, Bruno Perret, Hervé Guillemain, Caroline Pénicaut, Christian Salles. Relationships between cheese composition, rheological and sensory properties highlighted using the BaGaTel database. *International Dairy Journal*, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105039>
- Ibanescu et al. 2016 : Liliana Ibanescu, Juliette Dibie, Stéphane Dervaux, Elisabeth Guichard, Joe Raad. PO<sup>2</sup> - A Process and Observation Ontology in Food Science. Application to Dairy Gels, in: MeTadata and Semantics Research, MTSR 2016. Presented at the 10th International Conference on Metadata and Semantics Research, Göttingen, Germany, pp. 155–165.
- Munch et al. 2022a : Mélanie Munch, Patrice Buche, Cristina Manfredotti, Pierre-Henri Wuillemin, Helene Angellier-Coussy. Une approche d'ingénierie inverse combinant ontologies et modèles relationnels probabilistes: application aux emballages bio-composites. *Plate-Forme Intelligence Artificielle IC@PFIA*, Jun 2022, Saint-Etienne, France. [hal-03682416](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03682416)
- Munch et al. 2022b : Mélanie Munch, Patrice Buche, Stéphane Dervaux, Juliette Dibie, Liliana L. Ibanescu, et al.. Combining ontology and probabilistic models for the design of bio-based product transformation processes. *Expert Systems with Applications*, Elsevier, 2022, 203, pp.117406. [10.1016/j.eswa.2022.117406](https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.117406). [hal-03662183](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03662183)
- Munch et al. 2022c : Mélanie Munch, Valérie Guillard, Sébastien Gaucel, Sébastien Destercke, Jonathan Thévenot, et al.. Composition-based statistical model for predicting CO<sub>2</sub> solubility in modified atmosphere packaging application. *Journal of Food Engineering*, Elsevier, 2023, 340, pp.111283. [10.1016/j.jfoodeng.2022.111283](https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2022.111283). [hal-03783883](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03783883)
- Pénicaut et al. 2019 : Caroline Pénicaut, Liliana Ibanescu, Thomas Allard, Fernanda Fonseca, Stéphane Dervaux, Bruno Perret, Hervé Guillemain, Solange Buchin, Christian Salles, Juliette Dibie, Elisabeth Guichard. Relating transformation process, eco-design, composition and sensory quality in cheeses using PO<sup>2</sup> ontology. *International Dairy Journal*, 92, 2019, [10.1016/j.idairyj.2019.01.003](https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2019.01.003)
- Visalli et al. 2022 : Michel Visalli, Pascal Schlich, Benjamin Mahieu, Arnaud Thomas, Magalie Weber, Elisabeth Guichard. First steps towards FAIRization of product-focused sensory data. *Food quality and preference*, 2022. [10.1016/j.foodqual.2022.104765](https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2022.104765)