



HAL
open science

Guide pour la structuration des données avec le modèle Process and Observation Ontology (PO²) et le vocabulaire TransformON

Emmanuele Piaud, Magalie Weber, Patrice Buche, Liliana Ibanescu, Stéphane
Dervaux

► **To cite this version:**

Emmanuele Piaud, Magalie Weber, Patrice Buche, Liliana Ibanescu, Stéphane Dervaux. Guide pour la structuration des données avec le modèle Process and Observation Ontology (PO²) et le vocabulaire TransformON. Master. Data management with the PO2 ecosystem, France. 2025, pp.25. <hal-05315925v3>

HAL Id: hal-05315925

<https://hal.inrae.fr/hal-05315925v3>

Submitted on 13 Dec 2025

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 CC BY-ND 4.0 - Attribution - No Derivative Works - International License

GUIDELINES PO²

Guide pour la structuration des données avec le modèle
Process and Observation Ontology et le vocabulaire
TransformON

Auteurs : Emmanuèle Piaud, Magalie Weber, Patrice Buche, Liliana Ibanescu, Stéphane Dervaux



- I. Sources de données
- II. Types de projets et cas d'usage
- III. Notion de projet
- IV. Métadonnées associées au projet
- V. Notion de dataset
- VI. Notion de process
- VII. Notion de « Product of interest »
- VIII. Notion d'itinéraire et de composition d'entrée/sortie
- IX. Notion de Step et de subStep
- X. Notion d'observation
- XI. Notion de tableaux dans une observation
- XII. Notion de variable
- XIII. Matériel et méthodes
- XIV. Paramètres de contrôle des steps et des observations
- XV. Saisie des unités
- XVI. Notions de répétabilité, reproductibilité, répliquabilité
- XVII. Notion de répétitions et de réplicats
- XVIII. Notion de lot de production (production en « batch »)
- XIX. Notion d'échelle

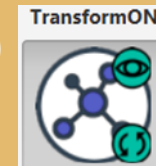


But du guide -> assurer l'homogénéité des données enregistrées

- Notion de FAIR-by-design : données nativement FAIR

Une approche FAIR By Design implique :

- ❖ La création de **template** (Fichier Excel homogène pour tous à importer)
- ❖ L'utilisation d'un **vocabulaire harmonisé** (en accord avec TransformON)



Différentes sources et types de données

➤ Plan d'expérience fourni

➤ Grille de lecture nécessaire

Données expérimentales provenant de projets de recherche

Données issues de la littérature provenant de recherches bibliographiques

➤ Données à saisir

Dans PO² Manager

Raw data

Calc data

➤ **Obtenues directement** par des équipements de mesure (données d'acquisition, éventuellement pré-traitées/curées: données primaires)

➤ **Données dérivées des données primaires**

➤ **Attention : Les données agrégées sous la forme Moyenne/écart-type sont dans des tableaux séparés avec saisie des valeurs sous la forme: [[moyenne;écart-type]]**

Cas de figure non présenté dans ce support

Un projet PO² Manager peut être :

- Un projet de recherche porté par une seule entité (unité, plateforme, équipe)
- Un projet de recherche impliquant plusieurs entités ou partenaires

Deux cas d'usage

Description de diagrammes de production

- Données décrivant un procédé impliquant des étapes de transformation et/ou des étapes de caractérisation

Description de protocoles analytiques

- Données décrivant un ou plusieurs protocoles analytiques (ex. différents types de test ou procédures analytiques permettant la caractérisation d'échantillons divers)

- **Un projet PO² correspond la plupart du temps à un projet financé** par un bailleur (ANR,...) mais **peut correspondre à d'autres types de besoins** (une échantillothèque au sein d'une équipe, au travail d'annotation d'un article scientifique, etc...) – il est possible d'indiquer le financement (Funding) et une description.
- On peut également créer **plusieurs projets PO²** pour un même projet de recherche. Sur demande, il pourra être créé **un groupe** de projets correspondant à une certaine **homogénéité** (toutes les personnes qui appartiennent au groupe doivent avoir les droits en lecture sur l'ensemble des projets du groupe).
- Un **projet PO²** contient potentiellement **plusieurs « process »** qui correspondent à la **stratégie expérimentale** mise en œuvre.
- Seules les données saisies dans les **itinéraires** sont **stockées** et **interrogeables** par la suite dans la base graphe. Il est cependant possible d'ajouter des **liens hypertextes vers des sources externes (External links)**.
- Il faut créer les **organisations et les agents** qui interviendront au niveau du projet puis sélectionner le nom de la personne **Contact au niveau du projet**.
- **C'est également au niveau du projet que l'on doit créer les matériels et méthodes.**

RECOMMANDATIONS :

- Utiliser le champ description pour indiquer l'organisation générale du projet (lots, objectifs)
- Utiliser des liens externes pérennes (DOI vers des datasets ou liens vers des publications dans HAL)

➤ Métadonnées associées au projet

Des métadonnées issues du schéma [DCAT](#) sont associées à un projet (1 projet = 1 dataset = 1 ressource)

Métadonnées assurant la traçabilité

Description de l'agent (personne) ou du partenaire (organisation) qui a produit les données au niveau de l'observation ou qui a conduit la manipulation au niveau du step

À distinguer des human actuator et human sensor qui sont définis comme des matériels dans le modèle



Il faut avoir créé la liste des agents ou des organisations au niveau du projet pour sélectionner un nom au niveau des steps ou des observations

Date de début et date de fin de process

Les dates de début-fin de process permettent de définir la **période sur laquelle ont été réalisées les différentes expérimentations** qui sont décrites comme des itinéraires sur la durée du projet

Date et Heure de début de step ou d'observation et durée

La date au niveau du step ou de l'observation devrait correspondre à une date du cahier de labo (ces informations sont optionnelles)

Organization	Family name	Given name	eMail
No content in table			
New line			

Dans PO² Manager, le projet est le point d'entrée d'un ensemble de données

Avant la publication

(Sauvegarde des données en cours de saisie)

Les données contenues dans les projets sont sauvegardées sur un espace Nextcloud ; elles sont également stockées en local sur le poste de travail

Après sémantisation et publication

(Génération et envoi du fichier RDF dans la base graphe)

Le projet PO² correspond à l'espace de stockage **des fichiers générés** au format RDF (**dataset**) et envoyés dans la base de données graphe.

➤ Notion de Process

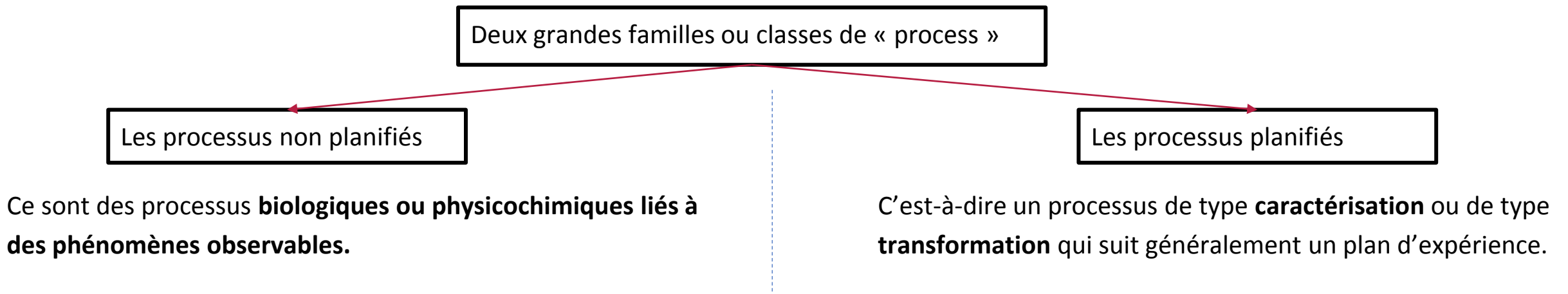
Un **Process** contient une **série d'expérimentations** qui sont matérialisées par des **itinéraires** (itinerary dans PO²) :

- Un process contient des expérimentations indépendantes des autres process

Exemple : on aura un process par type de fabrication/produit d'intérêt visé, un process par année de récolte, par type de protocole ...

Puis un itinéraire par modalité du plan d'expérience (facteur qui varie d'une manip à l'autre).

- On distingue 2 type de Process :



Chacun des deux types peut contenir des étapes de caractérisation ou de transformation, néanmoins, on pourra distinguer les procédés ne contenant que des étapes de caractérisation avec le type « characterization process » et ceux qui représentent des diagrammes de fabrication avec le type « transformation process ».

➤ Notion de « Product of interest »

On associe un ou plusieurs « produits d'intérêt » (Product of Interest) au process

- Pour indiquer quels sont les produits de sortie principaux ou les échantillons d'intérêt en entrée du process

Cette liste permet d'identifier les datasets et de faciliter la découverte des données disponibles dans la base

Le produit d'intérêt permet aussi de préciser le type de process mis en œuvre

Les **process** sont typés avec le vocabulaire de la branche **PO2:process**

Les **product of interest** sont typés avec le vocabulaire de la branche **PO2:component**

➤ Notion d'itinéraire et de composition d'entrée/sortie

➤ Un **itinéraire** correspond à une **modalité du plan d'expérience (facteur qui varie)**, par exemple une modalité peut être :

- ✓ Une **variation sur les produits**, par exemple, une différence de composition ou des échantillons différents en entrée
- ✓ *Remarque : si un échantillon est réparti en différents sous-lots ou prélèvements pour les analyses, ces différents sous-lots (aliquots) correspondent toujours au même échantillon.*
- ✓ *Par contre si on teste différents lots en entrée (échantillons différents) dans des conditions identiques, alors on a des réplicats biologiques (tout le process est identique à part les échantillons en entrée).*
- ✓ Une **variation sur les procédés** :
 - ✓ Une variation de **paramètre de contrôle** (*par exemple* : on teste le même enchaînement d'étapes mais 2 températures différentes ou on teste 2 vitesses de broyage différentes au cours d'un même step)
 - ✓ Un **enchaînement d'étapes différent** (*par exemple* : un process avec ou sans étape de décortilage)

➤ Un **itinéraire** est constitué d'un **enchaînement d'étapes** (steps) et de **produits** en **entrée** ou en **sortie** de ces étapes (compositions)

- ✓ Il faut matérialiser l'**enchaînement** des **étapes** sur le graphe en les reliant par une **flèche noire** ↗
- ✓ On a la possibilité de décrire plus finement une étape à l'aide d'un **enchaînement de sous-étapes**, mais, un seul niveau d'emboîtement. **Step/subStep** est autorisé. Les **sous-étapes** (subSteps) doivent appartenir à des **intervalles de temps inclus** dans celui de l'**étape parent**
- ✓ Dans le graphe de l'itinéraire, le lien étape/sous-étape est matérialisé distinctement par une **flèche bleue** ↗
- ✓ On indique les **produits d'entrée** et de **sortie** au niveau des steps à l'aide du menu « **Add composition** » dans la fenêtre contextuelle qui apparaît au clic droit sur une étape dans la vue arborescente (**il n'est pas possible de créer ou de supprimer une composition depuis le graphe**) ; une **flèche rouge** réalisée sur le graphe matérialise la relation entre le step et les compositions en entrée ou en sortie. ↗

Les compositions sont typées avec le vocabulaire de la branche PO2:component

➤ Notion de Step et de subStep

- S'il y a des **subSteps**, les compositions devront être rattachées au niveau des subSteps ;
- si une relation composition-step existe au niveau d'un step parent, une **flèche jaune** matérialise le fait que la relation doit être **déplacée** du step **parent** vers le subStep **adéquat** ↗
- Il est possible **d'associer** à chaque **step** une **date** de début/ date de fin et une **heure** de début/heure de fin et un **opérateur** (*personne en charge de la manipulation*) ou de désigner le **partenaire** (*organisme*) en charge de la réalisation de l'expérimentation.

Les Steps et les subSteps doivent être typés avec le vocabulaire proposé par l'ontologie dans la branche PO2:step

ACTIONS RECOMMANDÉES :

- Il est recommandé d'avoir une **étape de réception** au début de chaque itinéraire pour indiquer les caractéristiques (provenance, description qualitative) des produits entrants dans une observation
- Si on a besoin de **suivre la quantité des produits entrant ou sortant**, il faut créer autant de compositions qu'on a de produits et ajouter une observation sur chaque produit.
- Il est conseillé de **rajouter une numérotation** pour les compositions d'entrée ou de sortie d'une même étape pour les distinguer plus facilement entre elles lors de l'ajout d'observations s'y rapportant
- De même il est conseillé de numéroté les steps d'un même process de telle sorte que les **couples (step name, step type) soient uniques** pour faciliter l'interrogation

➤ Notion d'observation

Une **observation** contient un ou plusieurs tableaux de données qui ont été obtenues avec le même matériel (la même technique); par contre, une ou plusieurs méthodes peuvent être ajoutées (*par exemple* : une méthode d'acquisition et une méthode de traitement des données).

- Une **observation** peut être créée au niveau d'une **étape** ou d'un **itinéraire** complet. Elle matérialise le fait qu'une mesure ou une caractérisation ont été réalisées à cette étape, ou qu'un résultat a été calculé ou observé pour l'ensemble de l'itinéraire.
- Si une **observation** porte sur un **produit**, il faut avoir préalablement ajouter ce **produit** comme une composition **d'entrée** ou de **sortie** de l'étape
- Il est **obligatoire** de sélectionner un de ces éléments pour préciser **sur quoi porte l'observation** qui contient les tableaux de données (cet objet a le rôle de « **Feature of Interest** » dans le modèle). Il faut **préciser** si l'**observation** porte sur **l'étape, l'itinéraire, le produit d'entrée** ou le **produit de sortie** de l'étape en cochant **un des boutons radio** situés dans la fenêtre de saisie de l'observation.
- **Si un step contient des subSteps, les observations sur les produits d'entrée/sortie sont obligatoirement au niveau des subSteps.**

ACTIONS RECOMMANDÉES :

- Un rendement ne peut porter que sur un step ou sur un itinéraire complet. Il faut placer l'observation sous un step ou sous un itinéraire.
- On peut regrouper des caractéristiques intrinsèques d'un échantillon dans un même tableau de données. Dans ce cas, on peut ne pas associer de matériel et méthode à cette observation, ou on peut indiquer une base de données comme matériel pour indiquer la provenance de données (par exemple, pour les analyses ACV ou des données de composition nutritionnelle provenant d'une source externe).
- Dans un tableau de données calculées on peut reporter des données obtenues par modélisation. On indiquera alors le nom du modèle comme méthode.

➤ Notion de tableaux dans une observation

On distingue 2 types de tableaux :

- Un tableau **simple** ne comporte que des **lignes** (chaque ligne est une variable indépendante)
- Un tableau **complexe** comporte plusieurs **colonnes** (chaque colonne est une variable) ; il permet de réaliser un suivi en cinétique (séries temporelles) ou d'associer des variables dont les résultats ont été obtenus au cours de la même observation (c'est-à-dire obtenus avec la même technique de mesure).

Données individuelles (raw/calc data) ou données agrégées sous la forme [[moyenne;ecart-type]] :

- **Pour rappel** : les valeurs contenues dans les tableaux « raw data » peuvent avoir été obtenues directement par un équipement avec éventuellement un pré-traitement (curation) ☒ ce sont des données primaires
- **Toutes les données dérivées sont dans des tableaux de type « Calc data »**
- **Il existe un formatage particulier pour saisir les moyennes avec écart-type** : [[moyenne;écart-type]] ☒ ces données agrégées sont à saisir dans un tableau à part.

ACTION RECOMMANDÉE :

- Il faut porter une attention particulière **au découpage des fichiers de données** en différents tableaux destinés à être intégrés dans PO² Manager (rappel: 1 observation par type d'équipement analytique).
- Il est conseillé de disposer de fichiers de données dans lesquels on a mis les **variables en colonnes** et les **individus ou répétitions analytiques en lignes** (fichier conforme aux besoins des logiciels de traitement statistique et prêt à l'emploi pour Convert²PO²).

Voir le [scénario 1](#) pour les bases et le [scénario 2](#) et [3](#) pour l'utilisation avancée

Une **variable** est constituée de plusieurs éléments :

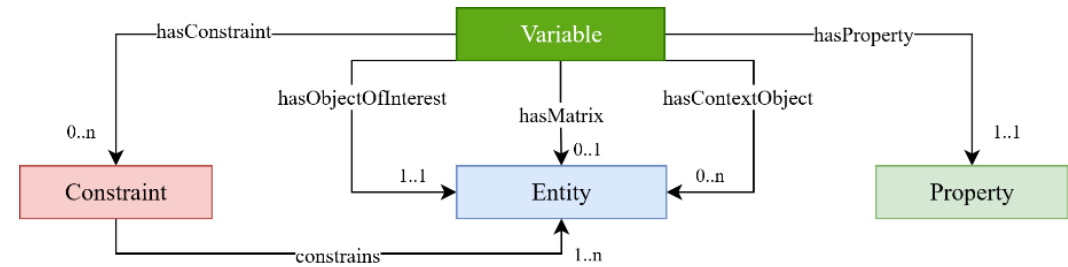
- Une **caractéristique** (PO2 attribute) typée avec l'ontologie (« **attribute** » du **tableau d'observation**)
- Un **objet typé** avec l'ontologie : c'est l'entité sur laquelle porte la caractéristique (« **object** » du **tableau d'observation**)
- Une **valeur qualitative** ou **quantitative**
- Une **unité** (typée avec un code UCUM) associée aux valeurs quantitatives
- Un **commentaire** (champ texte facultatif)
- Dans le cas où il faut exprimer un ratio, il est possible de préciser l'objet pris en compte pour le numérateur et le dénominateur
- Dans le cas d'une valeur numérique sans unité (ou nombre adimensionnel) il faut indiquer {one} dans le champ de saisie des unités

Précisions

- **L'objet** associé à « attribute » précise sur quoi porte la propriété mesurée.
- Si on observe **une composition d'entrée ou de sortie dans son intégralité**, alors on met en « object » du tableau d'observation **le même PO2 component que celui indiqué en** « Feature of interest » de l'observation.
- Si on observe **une partie de cette composition (un ou plusieurs constituants)**, alors on a un « object of interest » différent de la composition en entrée ou sortie du step.
- **Plusieurs types d'objet peuvent être associés à un PO2 attribute** : un component, process, step, material, method, ou un autre attribute.

Les variables sont décrites à l'aide du modèle I-ADOPT

I-ADOPT Variable Design Patterns (VDPs)



Alignements entre PO², SOSA et I-ADOPT



Variable =



PO2 Attribute

- PO2 Component
- PO2 Process
- PO2 Step
- PO2 Material
- PO2 Method
- PO2 Attribute

- PO2 Component
- PO2 Process
- PO2 Step
- PO2 Material
- PO2 Method
- PO2 Attribute

ObservableProperty

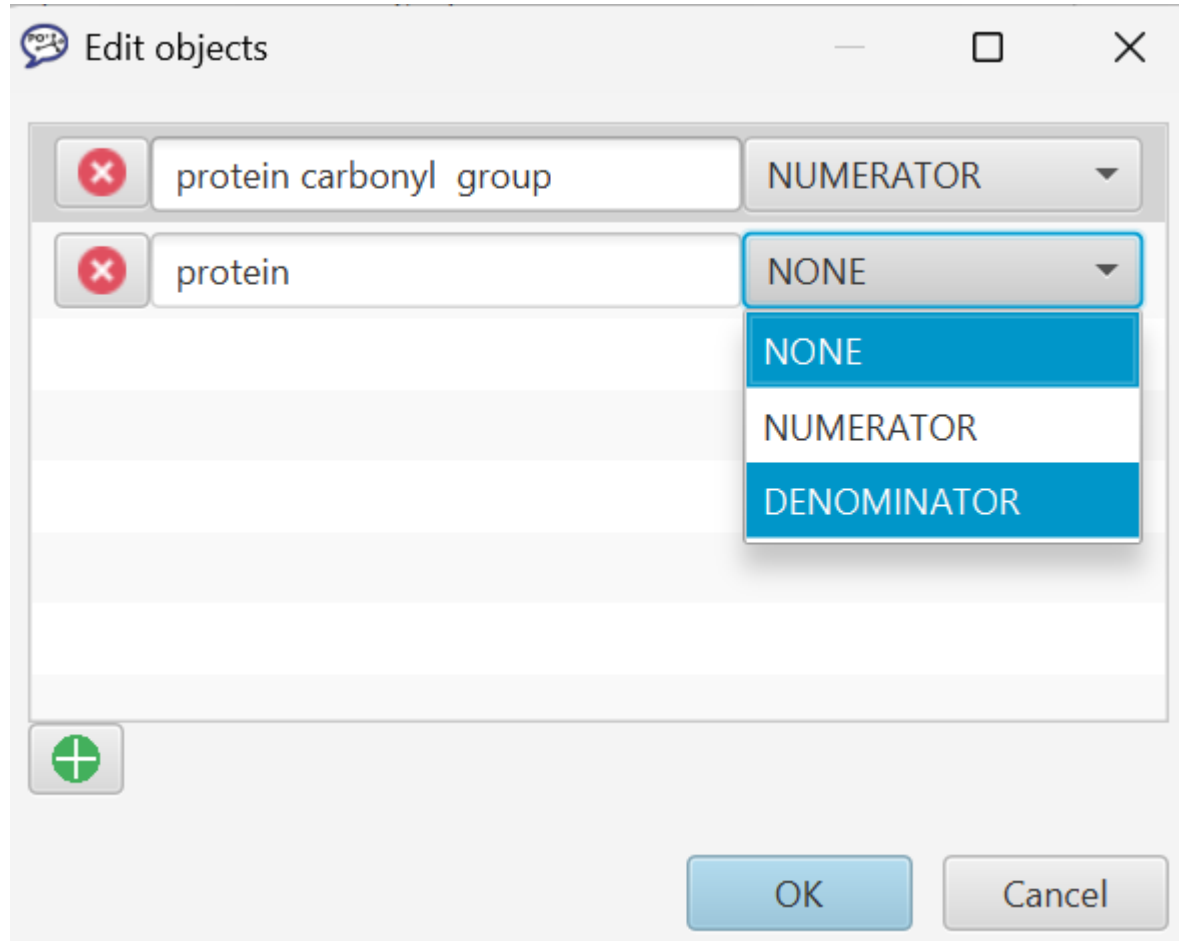
Sosa:FeatureOfInterest

- PO2 Component
- PO2 Process
- PO2 Step



➤ Ratios (fractions ou quotients)

Il est possible d'indiquer le numérateur et le dénominateur d'un ratio lors de la saisie des objets d'intérêt :



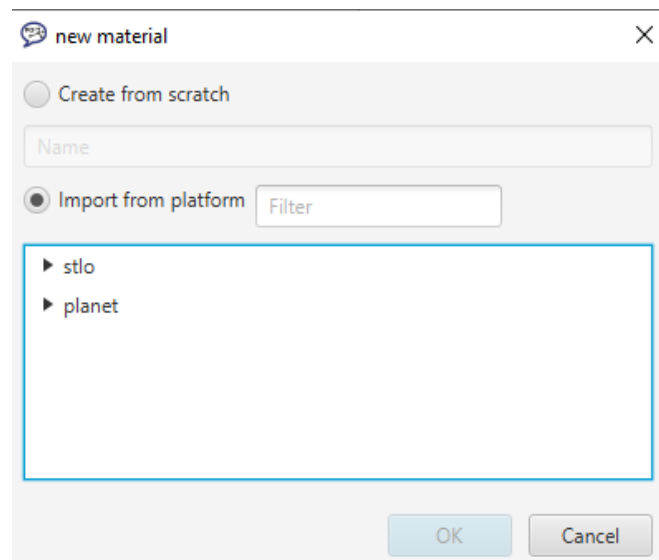
➤ Matériels et méthodes

➤ La liste de Matériels et Méthodes est créée au niveau du projet

- Il est obligatoire d'indiquer un nom (saisie libre) et de **sélectionner un type** dans l'ontologie
- Dans l'ontologie on s'arrêtera à **un type générique** de matériel : ex. broyeur à marteau, tour de séchage simple effet,...

➤ Les caractéristiques génériques de chaque matériel sont à ajouter à ce niveau projet

- **Pour chaque matériel : Marque (Brand), Modèle (Model name) obligatoires** et un identifiant (par exemple le numéro de série, Serial Number) optionnel
- **Pour les méthodes, il est possible (optionnel mais recommandé)** d'indiquer une référence ou codification interne à l'aide de l'attribut « Method Identifier » et un lien vers un document détaillant la méthode à l'aide de l'attribut « DOI » (s'il en existe un).
- Il est possible (optionnel) d'ajouter d'autres caractéristiques de l'appareil, par exemple le volume utile ou une puissance maximale, etc...



On crée les matériels et les méthodes « from scratch » en leur donnant un nom

- Il y a aussi la possibilité d'utiliser le fichier Import/export de projet au format Excel ou importer un fichier JSON avec la liste des caractéristiques génériques de chaque matériel pour une plateforme (l'import au format JSON nécessite un paramétrage préalable).

➤ Paramètres de contrôle des steps et des observations

- Ces paramètres correspondent **aux réglages du matériel ou aux valeurs cibles indiquées dans une méthode (objectifs, consignes)** pour réaliser le step ou l'observation
- On indique **au niveau du Matériel et Méthode du step** les conditions opératoires appliquées au matériel qui réalise la transformation (ex. vitesse du broyeur) ou les paramètres associés à une méthode de conduite du step (ex. température de l'affinage)
- On indique **au niveau du Matériel et Méthode de l'observation** les conditions appliquées pour réaliser une mesure (ex. type de colonne utilisé pour la chromatographie, coefficient de conversion appliqué dans un calcul)

ACTION RECOMMANDÉE :

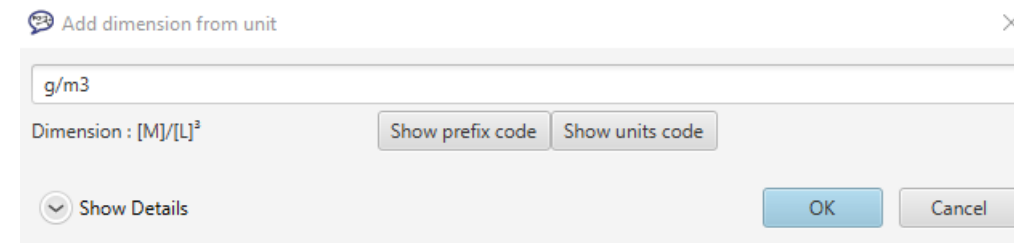
- On met le tableau de consignes (= **objectifs à atteindre**) au niveau du matériel et le tableau de mesures réelles (= **valeurs mesurées**) dans le tableau à l'intérieur de l'observation

Exemple : Barème de cuisson= les consignes de réglage pour le four seront mis en caractéristiques du matériel (paramètres) alors que la température mesurée en cours de cuisson sera dans le tableau contenant les mesures avec pour objet observé le step cuisson.

Exemple : Température de la salle : lors d'une séance d'analyse sensorielle, la température ambiante sera indiquée dans les paramètres de méthode (= **mode de conduite du step**) ; la température du produit dégusté sera elle précisée dans le tableau des observations.

➤ Saisie des unités

- **Les unités sont standardisées à l'aide du système UCUM (The Unified Code for Units of Measure) :**
- Les **unités** qui sont reconnues par le **Système International (SI)** sont associées à des **dimensions physique** (masse, température, etc...)
- Les **unités SI** doivent être saisies à l'aide des **codes UCUM**
- Ces unités peuvent alors être converties à l'aide des **préfixes** disponibles pour les qualifier
- Les unités SI sont associées à des dimensions physiques. Exemple g/m^3 : $[\text{M}]/[\text{L}]^3$



Aide : voir [Annexe I](#) et [Annexe II](#)

- Rechercher un code pour saisir l'unité standardisé dans UCUM
 - « Show unit code »
- Rechercher des préfixes
 - « Show prefix code »
- Combiner des unités
 - La notation avec des slash et l'emploi des exposants négatifs sont équivalents, on peut utiliser l'un comme l'autre. Exemples: km.h^{-1} ou km/h
 - Attention : il faut utiliser le point décimal pour combiner les unités. Exemple: kW.h pour « kilowatt-heure », t.km pour « tonne-kilomètre »

➤ Notions de répétabilité, reproductibilité, répliquabilité

- **Une approche pragmatique de la reproductibilité** : c'est la notion de « ré-exécutable »
 - Recherche qui met à disposition toutes les informations qui permettent à n'importe quel chercheur indépendant de reproduire le résultat
- **On trouve ensuite des notions plus précises, selon si** :
 - L'expérimentation est rejouée en utilisant le même dispositif expérimental (y compris données, logiciels et codes) ou pas
 - C'est vous/votre équipe qui rejoue l'expérimentation, ou une autre équipe indépendante
- **On peut s'appuyer sur des standards pour les définitions (BIPM, NISO)** :
 - Repeatability : même équipe, même dispositif expérimental
 - Reproducibility : même dispositif expérimental, équipe différente
 - Replicability : dispositif expérimental différent, équipe différente



Dans PO² Manager on a la possibilité d'indiquer l'agent qui a réalisé l'opération ou l'expérimentation, au niveau du step ou de l'observation.

➤ Notion de répétitions et de répliquats

- **Les répliquats analytiques ou répétitions de mesure sont indiqués dans les tableaux contenus dans les observations** : on créera un tableau complexe avec une colonne contenant le PO2 Attribute « result identifier » avec une ligne par répétition et autant de colonnes que de variables mesurées → ce sont des **répétitions à l'intérieur d'une même série de mesures** (échantillon provenant du même lot)
- **Les répliquats expérimentaux correspondent à des itinéraires réalisés dans des conditions identiques (même type de matière première, mêmes conditions opératoires)** : on utilisera alors la fonction « **New itinerary replicate** » qui permet de créer autant d'observations que de répliquats sans avoir à copier les itinéraires (on saisira seulement les données et métadonnées qui changent d'un répliquat à l'autre).

ACTION RECOMMANDÉE :

- **Pour les répétitions de mesure :** faire un tableau pour les mesures individuelles (avec 1 ligne par répétition) et indiquer la moyenne et l'écart-type associés aux mesures individuelles dans un autre tableau de type 'Calc data' qui sera contenu dans la même observation PO2.

➤ Notion de lot de production (production en « batch »)

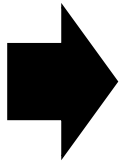
- Si on reproduit l'ensemble des étapes de fabrication dans les mêmes conditions (réalisation du plan d'expérience) mais avec des matières premières de lots différents: on peut **associer des métadonnées** différentes pour les dates, l'opérateur, etc.
- Si on divise le lot de départ au cours de l'itinéraire, alors **on pourra suivre les sous-lots:**
 - Soit on considère que ce sont des **aliquots pour analyse** (pas de variation de traitement) : ils correspondent alors toujours au même lot
 - Soit on a une **variation de traitement de chaque sous-lot au sein de l'itinéraire** : on ne va alors plus suivre les mêmes "individus" (ce sont des échantillons différents dans la suite de l'itinéraire).

ACTION RECOMMANDÉE : pour la traçabilité des échantillons

- Etablir le codage des échantillons en fonction du plan d'expérience et indiquer le code échantillon avec un attribut « Sample code » dans une étape « Réception »
- Ajouter le code échantillon dans les tableaux de données, en créant un tableau complexe avec une colonne pour le « Sample code »

➤ Notion d'échelle

- On peut indiquer une **échelle de transformation** au niveau des steps : elle correspond à la quantité mise en oeuvre, fonction du type d'équipement ou à **une opération** réalisée à un échelon local ou régional
- On peut indiquer une **échelle de caractérisation** au niveau des observations : elle correspond à la taille de l'objet observé, fonction de la technique de caractérisation utilisée



Dans PO² Manager on a la possibilité d'indiquer l'échelle (scale) au niveau de chaque étape (step) et de chaque observation.

➤ ANNEXE I : Liste des codes UCUM

Bi --> Biot	[k] --> Boltzmann constai	[Btu] --> British thermal u	[Btu_39] --> British therm	[Btu_59] --> British therm	[Btu_60] --> British therm	Ci --> Curie	Gal --> Gal	G --> Gauss	Gb --> Gilbert	[ch_br] --> Gunter's chair	[ch_us] --> Gunter's chair
Ky --> Kayser	Lmb --> Lambert	Mx --> Maxwell	[G] --> Newtonian consta	Oe --> Oersted	[h] --> Planck constant	P --> Poise	[pca_pr] --> Printer's pica	[pnt_pr] --> Printer's poir	[gal_us] --> Queen Anne'	[rch_us] --> Ramden's ch	R --> Roentgen
[smoot] --> Smoot	St --> Stokes	[S] --> Svedberg unit	U --> Unit	[wood'U] --> Wood unit	[acr_br] --> acre	[acr_us] --> acre	A --> ampère	ar --> are	AU --> astronomic unit	bar --> bar	b --> barn
[bb_l_us] --> barrel	Bd --> baud	Bq --> becquerel	B --> bel	B[kW] --> bel kilowatt	bit_s --> bit	bit --> bit	[bf_i] --> board foot	[bu_us] --> bushel	[bu_br] --> bushel	By --> byte	cal --> calorie
cal_[15] --> calorie at 15 '	cal_[20] --> calorie at 20 '	cd --> candela	[car_Au] --> carat of gold	[cicero] --> cicero, Didot'	circ --> circle	[cm_l_i] --> circular mil	[crd_us] --> cord	[cr_i] --> cord	C --> coulomb	[cft_i] --> cubic foot	[cin_i] --> cubic inch
[cyd_i] --> cubic yard	[cup_us] --> cup	d --> day	deg --> degree	Cel --> degree Celsius	[degF] --> degree Fahren	[didot] --> didot, Didot's	[dr_av] --> dram	[dr_ap] --> dram, drachm	[drp] --> drop	[dpt_us] --> dry pint	[dqt_us] --> dry quart
dyn --> dyne	[m_e] --> electron mass	eV --> electronvolt	[e] --> elementary charge	eq --> equivalents	erg --> erg	F --> farad	[fth_i] --> fathom	[fth_br] --> fathom	[fth_us] --> fathom	[fdr_us] --> fluid dram	[fdr_br] --> fluid dram
[foz_us] --> fluid ounce	[foz_br] --> fluid ounce	[ft_us] --> foot	[ft_br] --> foot	[ft_i] --> foot	[fur_us] --> furlong	[gal_br] --> gallon	[gil_us] --> gill	[gil_br] --> gill	gon --> gon, grade	[gr] --> grain	g --> gram
g% --> gram percent	gf --> gram-force	Gy --> gray	[hd_i] --> hand	H --> henry	Hz --> hertz	[gal_wi] --> historical win	[HP] --> horsepower	h --> hour	[in_us] --> inch	[in_br] --> inch	[in_i] --> inch
[in_i'Hg] --> inch of merc	[in_i'H2O] --> inch of wat	[Btu_IT] --> international	cal_IT --> international ta	[IU] --> international unit	[iU] --> international unit	J --> joule	kat --> katal	K --> kelvin	[kn_i] --> knot	[kn_br] --> knot	[ly] --> light-year
[ligne] --> ligne, French li	[lne] --> line	[lk_us] --> link for Gunter	[lk_br] --> link for Gunter	[rlk_us] --> link for Ramd	L --> liter	l --> liter	[lcwt_av] --> long hunder	[lton_av] --> long ton, Bri	lm --> lumen	lx --> lux	[Btu_m] --> mean British
mo_g --> mean Gregoria	a_g --> mean Gregorian)	mo_j --> mean Julian mo	a_j --> mean Julian year	cal_m --> mean calorie	m --> meter	m[Hg] --> meter of merc	m[H2O] --> meter of wat	[car_m] --> metric carat	mho --> mho	[mil_us] --> mil	[mil_i] --> mil
[mi_i] --> mile	[mi_br] --> mile	[mi_us] --> mile	[min_us] --> minim	[min_br] --> minim	min --> minute	' --> minute (angle)	mol --> mole	mo --> month	[nmi_i] --> nautical mile	[nmi_br] --> nautical mile	Np --> neper
N --> newton	[Cal] --> nutrition label C	Ohm --> ohm	osm --> osmole	[oz_av] --> ounce	[oz_tr] --> ounce	[oz_ap] --> ounce	[pH] --> pH	[pc_br] --> pace	pc --> parsec	[ppb] --> parts per billior	[ppm] --> parts per millic
[ppth] --> parts per thou:	[pptr] --> parts per trillior	Pa --> pascal	[pk_us] --> peck	[pk_br] --> peck	[pwt_tr] --> pennyweight	% --> percent	[PRU] --> peripheral vasc	[mu_0] --> permeability c	[eps_0] --> permittivity of	ph --> phot	[pca] --> pica
[pied] --> pied, French fo	[pt_br] --> pint	[pt_us] --> pint	[pnt] --> point	[pouce] --> pouce, Frenc	[lb_ap] --> pound	[lb_tr] --> pound	[lb_av] --> pound	[lbf_av] --> pound force	[psi] --> pound per square	[m_p] --> proton mass	[qt_us] --> quart
[qt_br] --> quart	rad --> radian	RAD --> radiation absorb	REM --> radiation equiva	[rd_us] --> rod	[rd_br] --> rod	[sc_ap] --> scruple	s --> second	" --> second (angle)	[sct] --> section	[scwt_av] --> short hundr	[ston_av] --> short ton, U
S --> siemens	Sv --> sievert	sph --> sphere	[sft_i] --> square foot	[sin_i] --> square inch	[smi_us] --> square mile	[srd_us] --> square rod	[syd_i] --> square yard	[g] --> standard accelerat	atm --> standard atmsp	sr --> steradian	st --> stere
sb --> stilb	[stone_av] --> stone, Briti	mo_s --> synodal month	[tbs_us] --> tablespoon	[tsp_us] --> teaspoon	att --> technical atmsp	T --> tesla	[pi] --> the number pi	[Btu_th] --> thermochemi	cal_th --> thermochemic	t --> tonne	[twp] --> township
a_t --> tropical year	u --> unified atomic mas:	[c] --> velocity of light	V --> volt	W --> watt	Wb --> weber	wk --> week	[yd_br] --> yard	[yd_i] --> yard	[yd_us] --> yard	a --> year	Ao --> Ångström

➤ ANNEXE II: Liste des codes de préfixes

Y --> yotta	Z --> zetta	E --> exa	P --> peta
T --> tera	G --> giga	M --> mega	k --> kilo
h --> hecto	da --> deka	d --> deci	c --> centi
m --> milli	u --> micro	n --> nano	p --> pico
f --> femto	a --> atto	z --> zepto	y --> yocto