

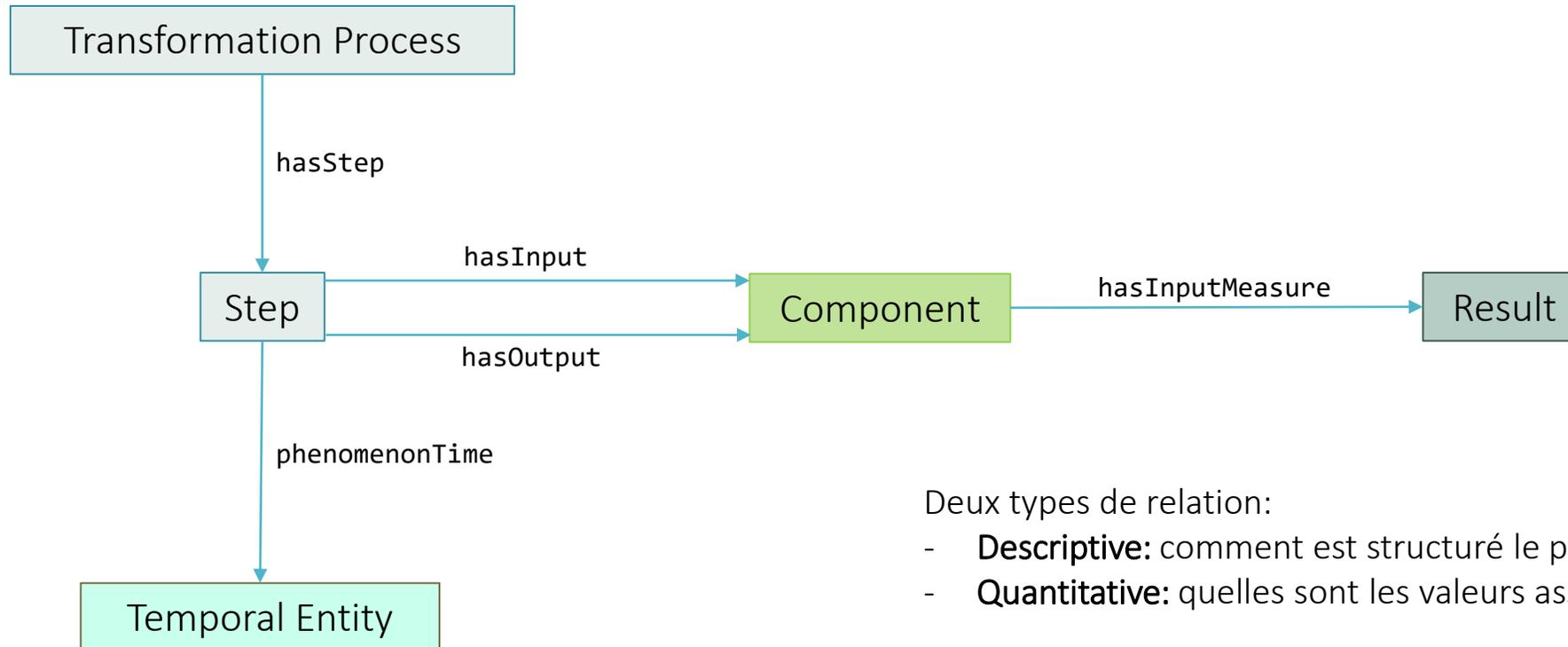
# UN OUTIL D'AIDE À LA CONCEPTION D'ITINÉRAIRES TECHNIQUES BASÉ SUR LES ONTOLOGIES PO2, NARYQ ET LES PRM

*APPLICATION AUX EMBALLAGES ALIMENTAIRES COMPOSITES*

Mélanie Münch  
Post-Doctorante – UMR IATE, Equipe ICO, Montpellier

# Définition d'un vocabulaire commun

## PO2: Process and Observation Ontology

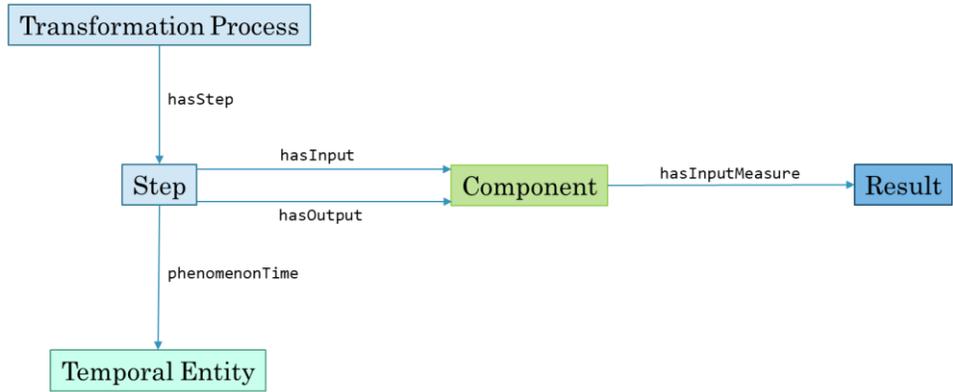


Deux types de relation:

- **Descriptive:** comment est structuré le procédé
- **Quantitative:** quelles sont les valeurs associées

# Et après?

Structuration complète des données



Comment utiliser cette structuration pour découvrir de **nouvelles connaissances**?

*“Si je mets telle quantité de A, alors dans quelle gamme de valeurs sera ma consistance finale?”*

*“Si je fixe telle valeur cible, alors quels paramètres dois-je ajuster?”*

*“Dans ce contexte, est-ce que X cause Y?”*

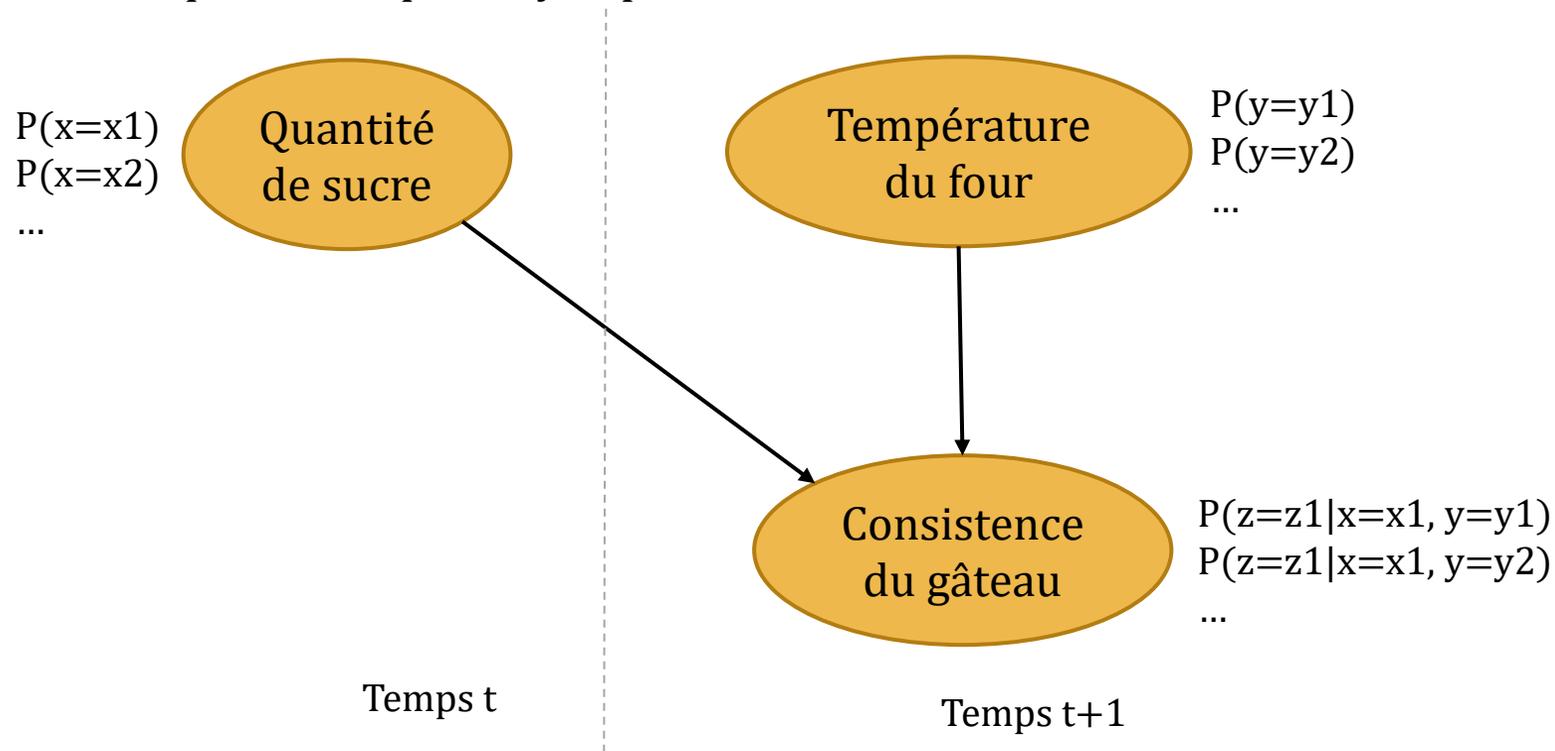


Expert

→ Introduction des Réseaux Bayésiens

# Raisonnement probabiliste avec les Réseaux Bayésiens

**Réseaux bayésiens (BN):** Représentation de probabilités jointes sur un ensemble de variables codées par un Graphe Acyclique Orienté.



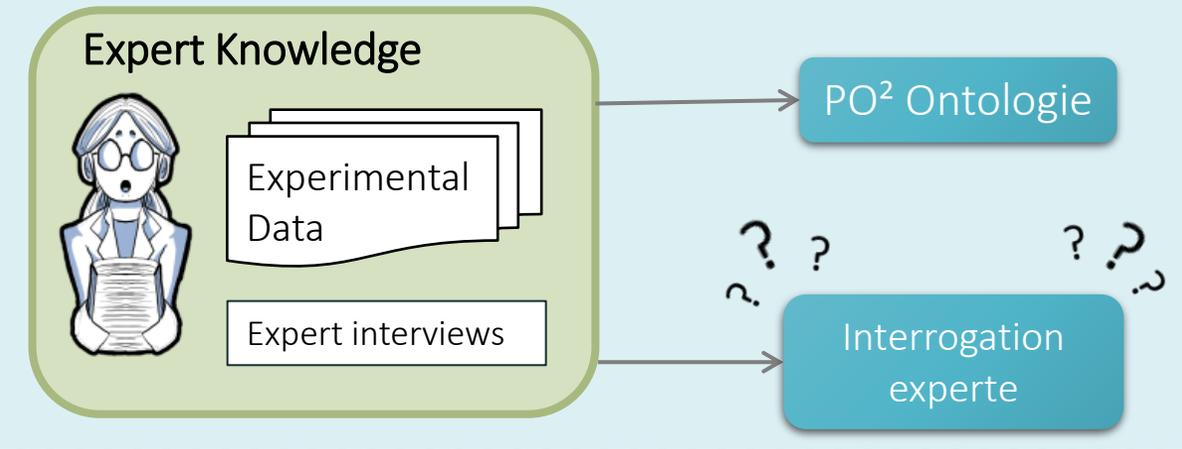
**Qualitatif:** « Est-ce que la quantité de sucre a une influence sur la température du four? »

**Quantitatif:** « Comment la température du four influence-t-elle la consistance du gâteau? »

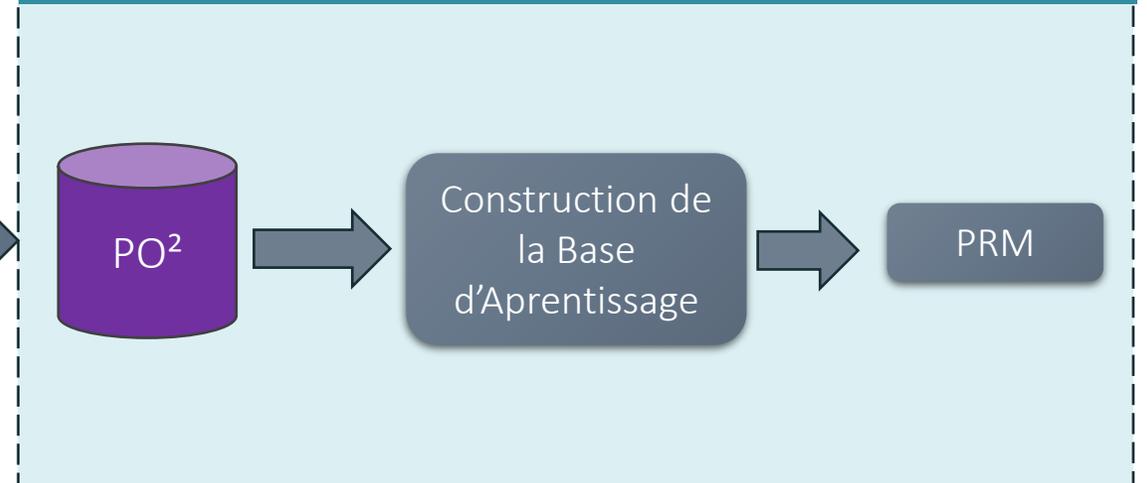
→ Comment combiner?

# POND: PO<sup>2</sup> ONTology Discovery

## Step 1. Knowledge collection



## Step 2. Mapping between PO<sup>2</sup> and PRM



PROCESS	STEP	OBSERVATION	ATTRIBUTE
Noaw EU H2020 project	<a href="#">Shaping_of_materials</a>	Mechanical observation	Stress at break
Noaw EU H2020 project	Shaping_of_materials	Mechanical observation	Strain at break
Noaw EU H2020 project	<a href="#">Shaping_of_materials</a>	Mechanical observation	Young modulus
Noaw EU H2020 project	Dry_ball_milling	Granulometry observation	Volume D50
Noaw EU H2020 project	Dry_ball_milling	Granulometry observation	Volume span
Noaw EU H2020 project	drying	Granulometry observation	Volume D50

Formalisation d'une interrogation experte

```

SELECT ?minKernel ?maxKernel ?value ?t0
WHERE {
# On récupère les attributs intéressants pour
l'expert
?obs PO2:observationResult ?att.
?att PO2:hasProperty ?prop
?prop skos:prefLabel "Stress at break".

# On récupère les valeurs associées
?att PO2:hasMinKernel ?minKernel.
?att PO2:hasMaxKernel ?maxKernel.}
    
```

# Conception de bio-emballages

Biomasse *Déchets de parcs urbains,  
Sarments de vignes,*

...

## Cactéristiques:

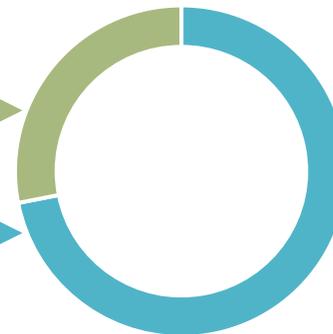
Composition  
Granulométrie

Matrice

## Cactéristiques:

Perméabilité  
Mécaniques  
Thermodynamiques  
Calorimétriques

Taux de charge



■ Matrice ■ Biomasse

Emballage

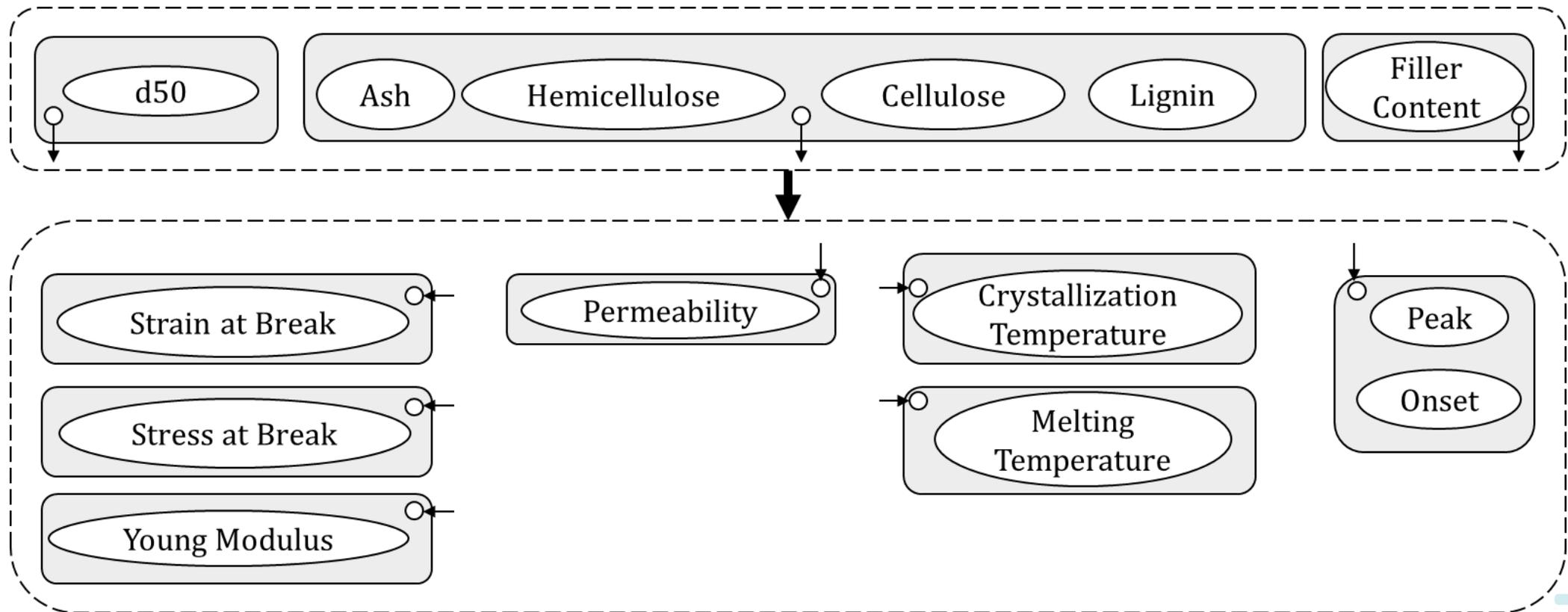
## Cactéristiques:

Perméabilité  
Mécaniques  
Thermodynamiques  
Calorimétriques

→ **Objectif:** Comment optimiser les paramètres de sortie en fonction de ceux d'entrée?

# Réseau Bayésien et Règles Déduites

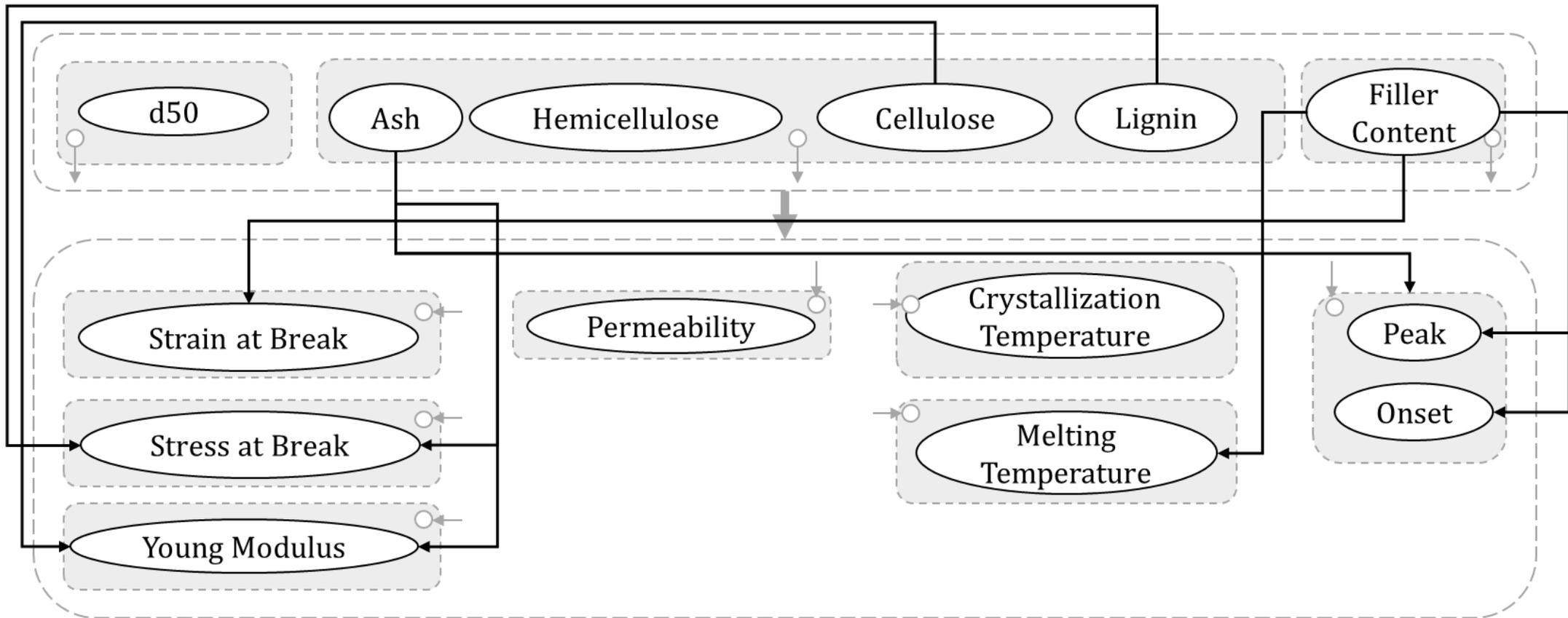
Résumé de contraintes exprimées par les experts



→ Comment exploiter ces résultats?

# Réseau Bayésien et Règles Déduites

Le réseau Bayésien actuel prend en compte les contraintes exposées



→ Comment exploiter ces résultats?

# Liage de données (1)

Cas du *Young Modulus* et *Stress at Break*

→ Objectif: Comment optimiser les paramètres *Young Modulus* et *Stress at Break*?

L'expert établit un ordre de préférence des valeurs sur les paramètres de sortie



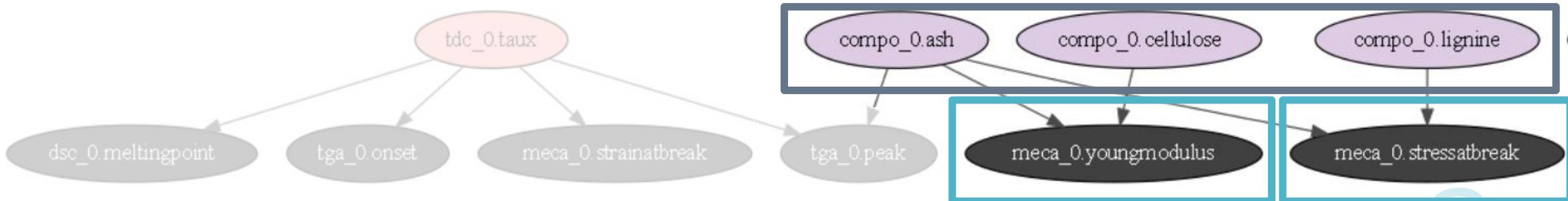
*Young Modulus*



*Stress at break*



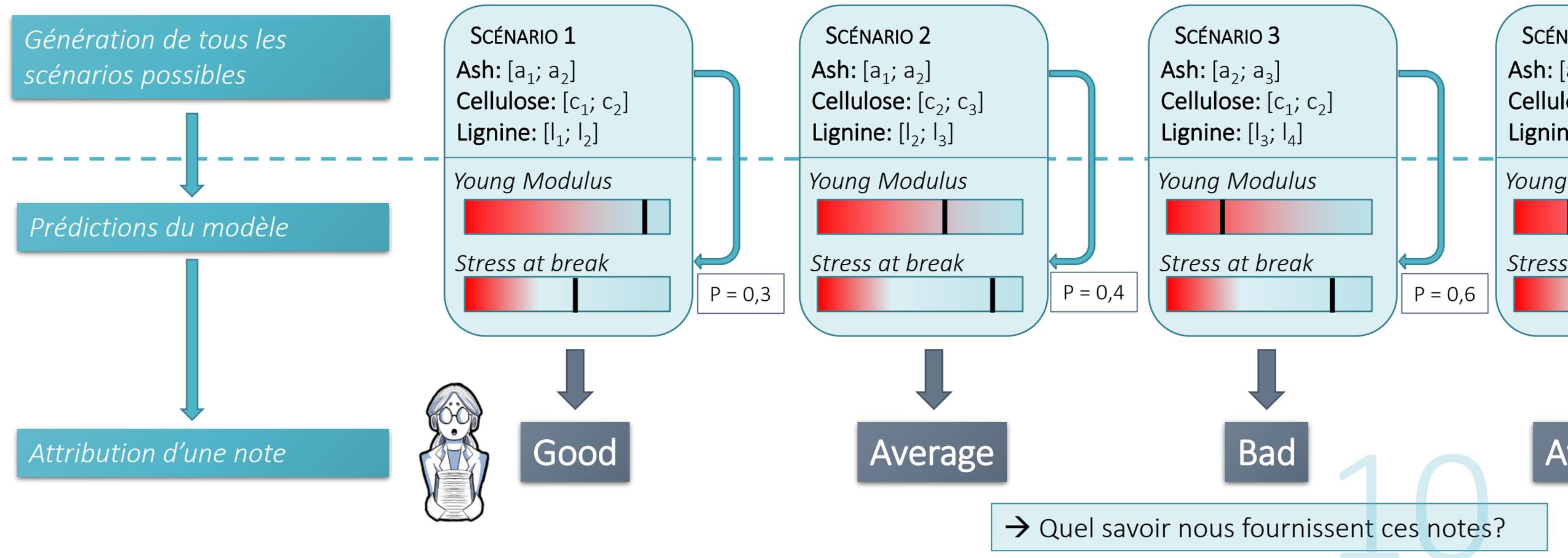
Sur quels paramètres peut-on jouer pour optimiser les **paramètres finaux**?



→ Comment générer des contraintes pour répondre au problème?

# Liage de données (2)

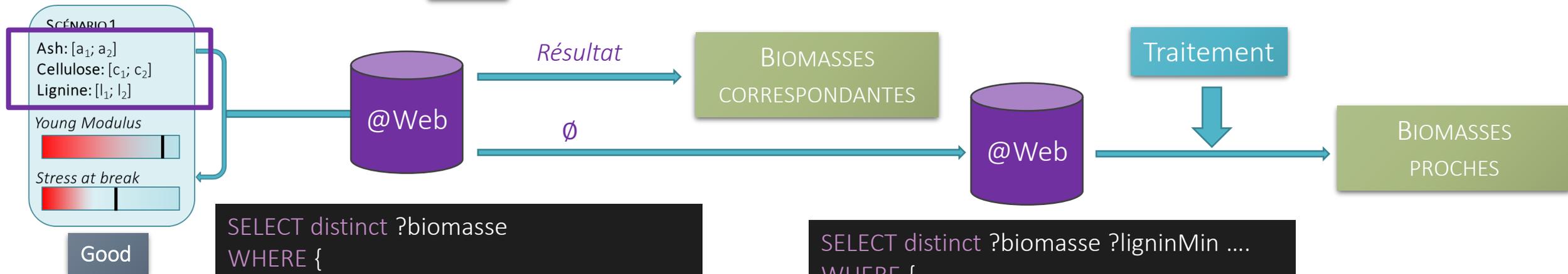
Cas du *Young Modulus* et *Stress at Break*



# Liage de données (3)

Cas du *Young Modulus* et *Stress at Break*

Exemple: Pour chaque scénario **Good** et avec une  $p > 0,4$  :



```
SELECT distinct ?biomasse
WHERE {
  # ...
  # Contraintes sur les quantités
  filter(?ligninMin >= "a1"^^xsd:float &&
?ligninMax <= "a2"^^xsd:float)
  filter(?ashMin >= "c1"^^xsd:float &&
?ashMax <= "c2"^^xsd:float)
  filter(?cellMin >= "l1"^^xsd:float &&
?cellMax <= "l2"^^xsd:float)
}
```

```
SELECT distinct ?biomasse ?ligninMin ...
WHERE {
  # ...
  # Pas de contrainte, on sélectionne tout
}
```

# Exemple de résultats

Scénario **Good**

$P = 0,25$

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

Scénario **Good**

$P = 0,41$

Lignine: [26.42 ; 49 ]

Cendre: [6.68 ; 24.67]

cellulose: [25.59 ; 33.05]

BIOMASSE  
CORRESPONDANTE

∅

BIOMASSES  
PROCHES

Pas de resultat. Correspondance avec les matériaux présents:

```
rice_husk 0.7300000000000004 {'lig': 25.69, 'ash': 14.35, 'cel': 31.9}
wheat_straw 7.7000000000000004 {'lig': 23.04, 'ash': 4.71, 'cel': 35.4}
hemp_core 7.9430000000000001 {'lig': 24.0, 'ash': 1.157, 'cel': 32.59}
pine_bark 10.229999999999999 {'lig': 27.33, 'ash': 1.44, 'cel': 20.6}
pine_sawdust 17.470000000000002 {'lig': 28.0, 'ash': 0.16, 'cel': 44.0}
flax_fibre 63.550000000000004 {'lig': 3.0, 'ash': 3.5, 'cel': 70.0}
```

# POND: Process and observation Ontology Discovery

Contribue



Représentation

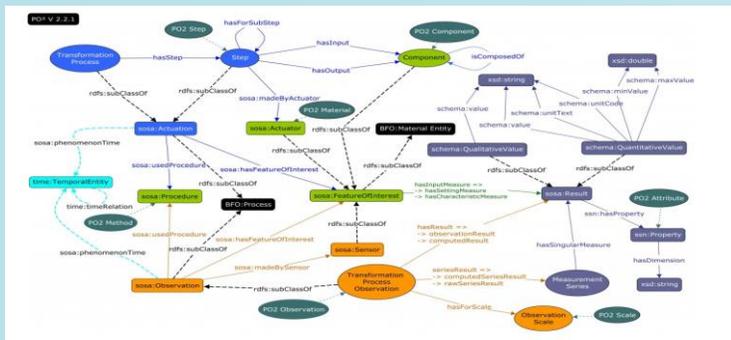


Expert

Contribue

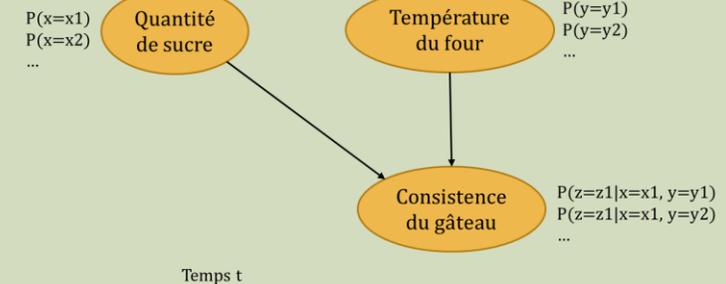


Raisonnement



Ontologie PO<sup>2</sup>

Description  
Vérification des hypothèses  
Prise de décision  
Rétro-engineering



Modèle probabiliste



Répondre à des Questions de Compétence