



Emballages sous atmosphère modifiée
Composition, dynamique des gaz et optimisation de la protection des denrées

MAP'OPT

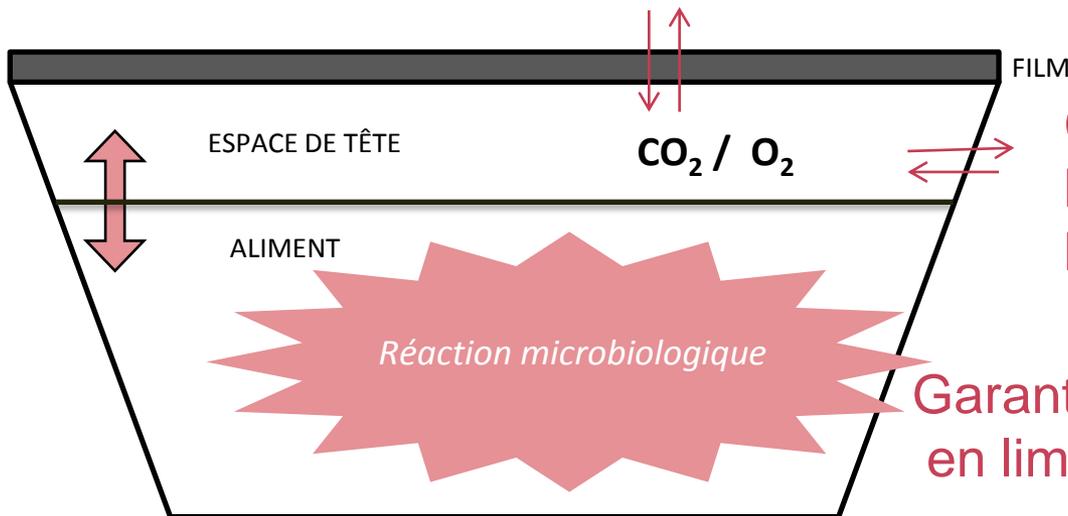
COMPOSITION, DYNAMIQUE DES GAZ & OPTIMISATION DE LA PROTECTION DES DENRÉES DANS LES EMBALLAGES SOUS ATMOSPHÈRES MODIFIÉES

DOMINIQUE THUAULT, ADRIA DÉVELOPPEMENT



Optimiser le volume d'emballage via le volume de l'espace de tête, réduire le volume d'emballage son coût, la taxe éco emballage, le transport.

Une prolongation des durées de vie permet de faciliter les exportations, limiter le gaspillage alimentaire des produits, gestion de production.



Choix du matériau: propriétés barrières: recyclable, biodégradable

Garantir des durées de vie du produit en limitant l'usage de conservateurs

Programme ANR Alia Map'Opt

fichier contact

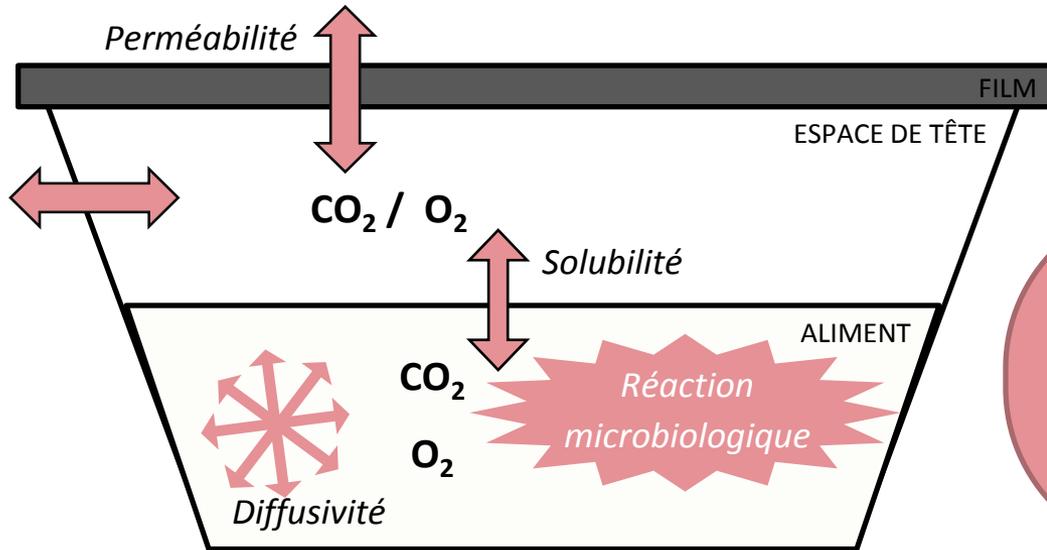
<p>Format de l'emballage</p> <p>Barquette</p> <p>Matériau: Alu/PET</p> <p>Epaisseur (µm):</p> <p>Hauteur (cm):</p> <p>Longueur (cm):</p> <p>Largeur (cm):</p> <p>Film ou opercule</p> <p>Matériau: Alu/PET</p> <p>Epaisseur (µm):</p> <p>Surface (cm²):</p> <p>Contenu de l'emballage</p> <p>Type d'aliment: Cheese</p> <p>Masse d'aliment (g):</p> <p>Surface d'échange (cm²):</p> <p>Epaisseur de l'aliment (cm):</p> <p>Atmosphère de conditionnement</p> <p>taux d'O2 (%):</p> <p>taux de CO2 (%):</p>	<p>Microbiologie</p> <p>Espèce bactérienne</p> <p>Espèce: Listeria mono...</p> <p>Type de contamination: MASSE</p> <p>Respiration: NO RESPIRAT...</p> <p>Contamination initiale (UFC/g):</p> <p>Croissance sur cet aliment</p> <p>Taux de croissance opt. (h-1):</p> <p>Temps de latence min. (h):</p> <p>Population maximale (log):</p> <p>Stockage</p> <p>Durée de conservation (j):</p> <p>Température</p> <p><input type="radio"/> Statique <input type="radio"/> Dynamique</p> <p>Profil T*</p> <p>Actions</p> <p>Executer Quitter</p>
---	---

Base de connaissance

- Emballages,
- Transfert de gaz
- Réaction gaz/aliments,
- Action gaz/aliments

LES BESOINS

Le système Emballage / Aliment:



Système de capitalisation des données

Coefficients caractérisant le transfert de gaz

- ✓ Perméabilité
- ✓ Solubilité
- ✓ Diffusivité

→ Modélisation des transferts

Croissance des micro-organismes (M.O.) caractérisée par:

- ✓ La souche bactérienne
- ✓ L'influence de l'environnement (dont [O₂] et [CO₂])

→ Microbiologie prévisionnelle

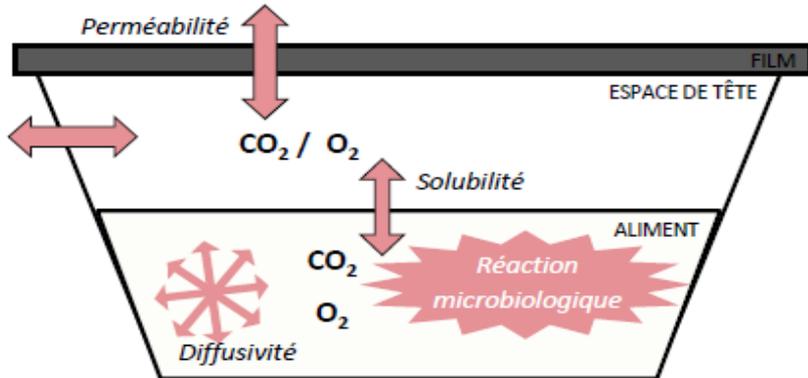
Formalisation de l'impact du transfert d'O₂ et CO₂ dans l'aliment / emballage sur la croissance des M.O

LES PARTENAIRES

Map' Opt

Système de capitalisation des données

Coefficients caractérisant le transfert de gaz
→ Modélisation des transferts



Formalisation de l'impact du transfert d' O_2 et CO_2 dans l'aliment / emballage sur la croissance des microorganismes

L'influence [O_2] et [CO_2] sur le développement bactérien



Valorisation / diffusion

Validation du modèle

MISE EN ÉQUATION DES TRANSFERTS

► [B] Flux de gaz à travers l'emballage

1° loi de Fick: $\varphi_{j,L} = M_j Pe_j (A_L / e_L) (p_{j,o} - p_{j,HS})$

► [C] Flux de gaz à l'interface de l'aliment / espace de tête

$$\varphi_{j,I} = \frac{kM_j}{RT} (p_{jHS,I} - p_{j,HS}) A_I$$

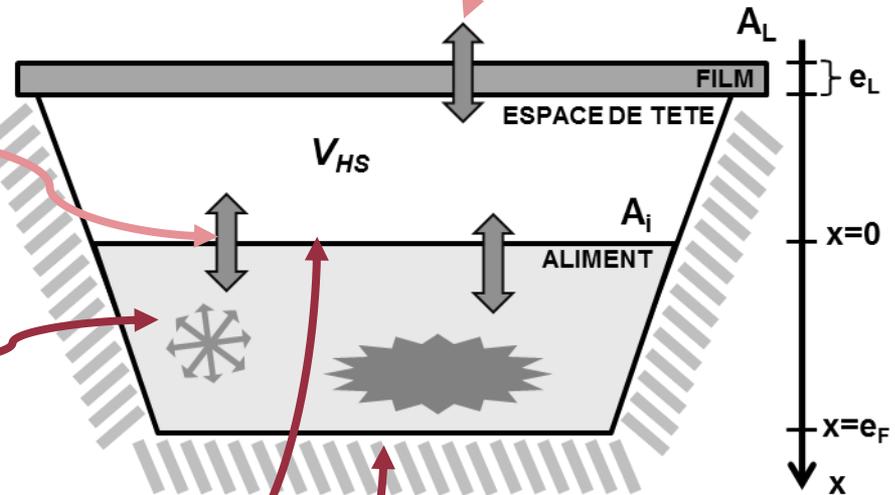
► [D] Diffusion des gaz dans l'aliment

$$\left. \frac{\partial C_{j,F}}{\partial t} \right|_{t,x} = D_j \frac{\partial^2 C_{j,F}}{\partial x^2}$$

$$D_j \frac{\partial C_{j,F}(0,t)}{\partial x} = \frac{\varphi_{j,I}}{A_I} = \frac{kM_j}{RT} (p_{jHS,I} - p_{j,HS})$$

$$\frac{\partial C_{j,F}(e_F,t)}{\partial x} = 0$$

$$p_{jHS,I} = \frac{C_{jF,I}}{M_j S_j}$$



MODÈLE MICROBIOLOGIQUE

[E] Croissance des microorganismes Modèle primaire

$$\begin{cases} \frac{dN}{dt} = 0 & \text{for } t \leq \text{lag} \\ \frac{dN}{dt} = \mu_{\max} N \left(1 - \frac{N}{N_{\max}} \right) & \text{for } t > \text{lag} \end{cases}$$

Modèle secondaire

$$\mu_{\max} = \mu_{\text{opt}} \cdot \gamma_T \cdot \gamma_{PH} \cdot \gamma_{a_w} \cdot \gamma_{CO_2} \cdot \gamma_{O_2} \cdot \zeta$$

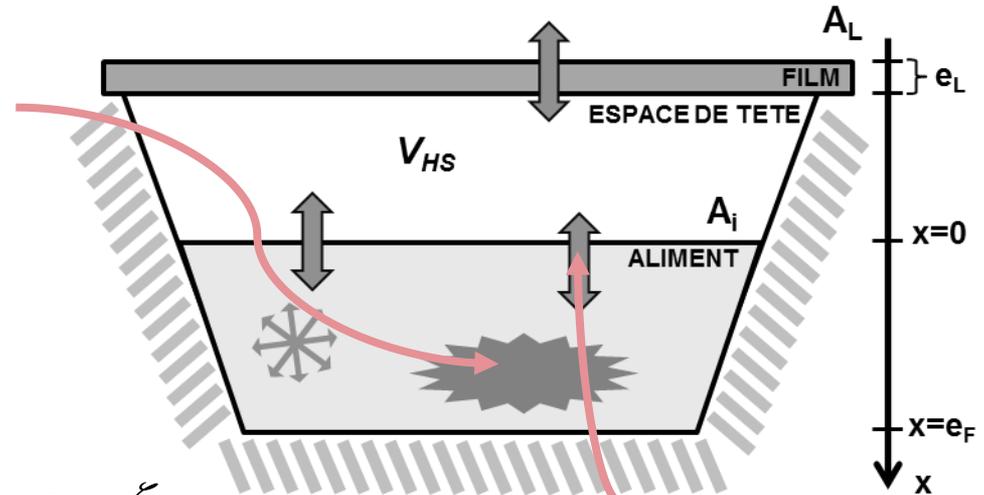
avec

$$g_{CO_2} = 1 - \frac{c_{CO_2}(x, t)}{CO_{2\max}} \quad \text{si } c_{CO_2}(x, t) < CO_{2\max}$$

$$g_{O_2} = \frac{c_{O_2}(x, t)}{O_{2\min} + c_{O_2}(x, t)} \quad \text{si } O_2(x, t) > O_{2\min}$$

Deux sources de données existantes:

- ✦ *Listeria innocua* (Noriega et al., 2008)
- ✦ *Pseudomonas fluorescens* (Thiele et al., 2006)



[F] Respiration des microorganismes

Equation de type Michaëlis-Menten

$$\varphi_{O_2, F} = r_{\max} \frac{p_{O_2, HS}}{k_m + p_{O_2, HS}} \times \bar{N}_t \times m$$

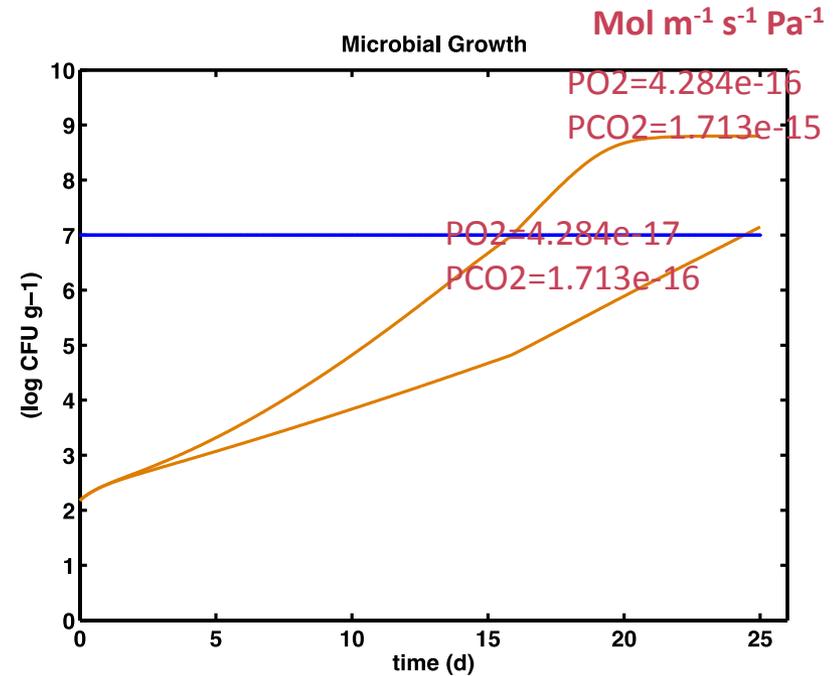
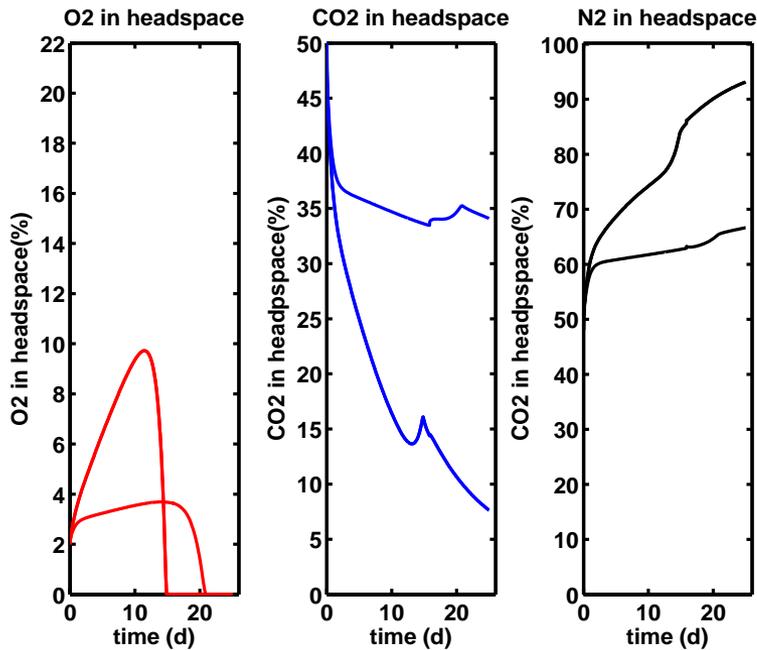
Taux de respiration max
Constante de Michaëlis-Menten

UN OUTIL D'AIDE AU DIMENSIONNEMENT D'EAM

Map' Opt

Initial: 10^2 UFC/g
 A DLC: 10^7 CFU/g,
 Storage : (1/3) 4°C et 6°C (2/3), 25 j

Quel matériau?

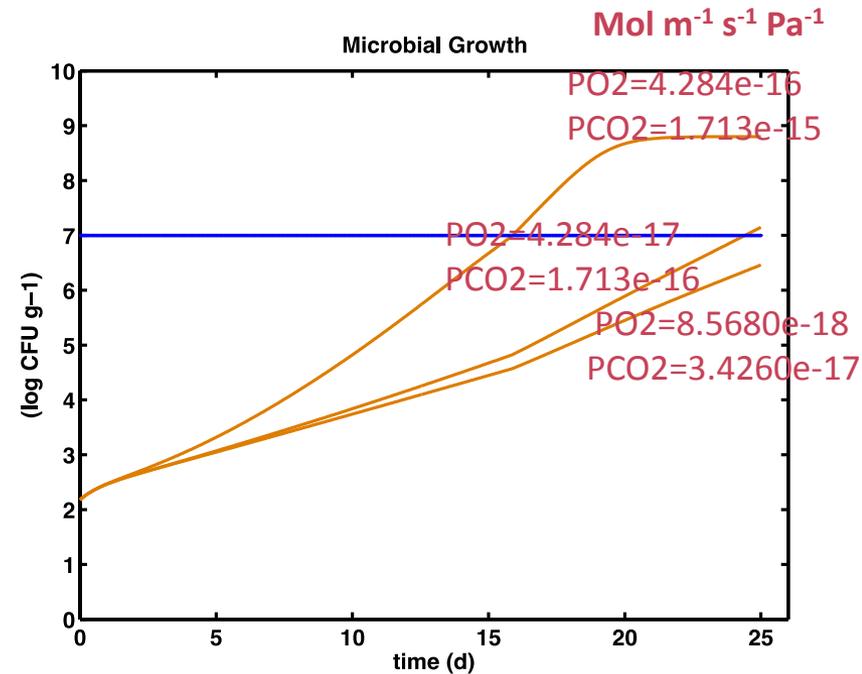
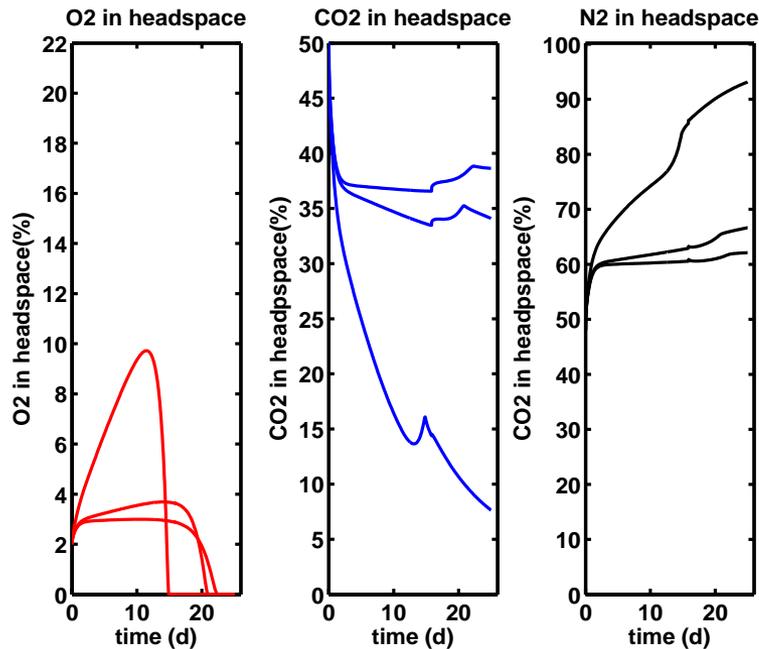


UN OUTIL D'AIDE AU DIMENSIONNEMENT D'EAM

Map' Opt

Initial: 10^2 UFC/g
 A DLC: 10^7 CFU/g,
 Storage : (1/3) 4°C et 6°C (2/3), 25 j

Quel matériau?



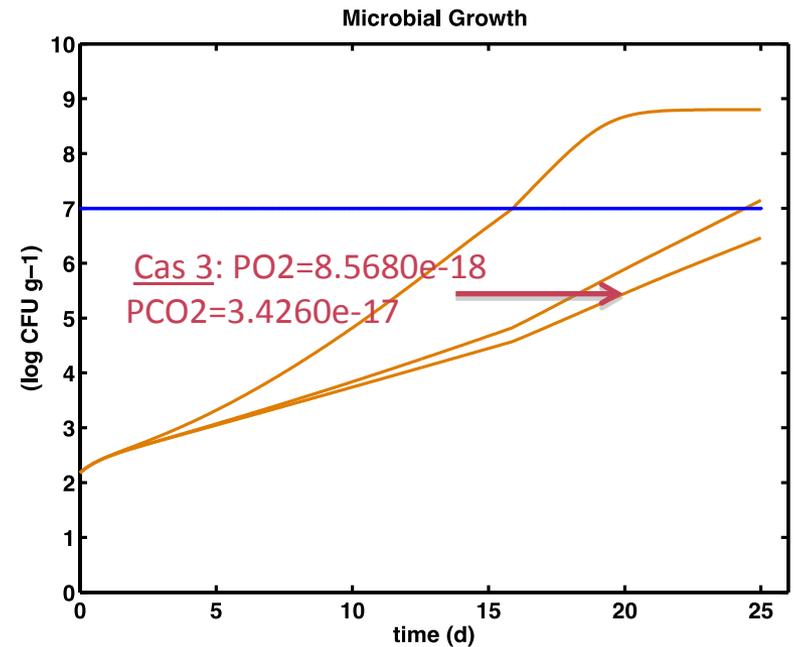
UN OUTIL D'AIDE AU DIMENSIONNEMENT D'EAM

Map' Opt

Sélection du matériau d'emballage via

@Web

Requête sur la valeur de perméabilité à l'oxygène



UN OUTIL D'AIDE AU DIMENSIONNEMENT D'EAM

Map' Opt

@Web

Ontology Documents Query

Valerie ▾

Query

- ✓ Define Scope
- ✓ Define Value domains
- ✓ Define Parameters
- Check and Run Query
- Delete Query

Export

Query Results (2)

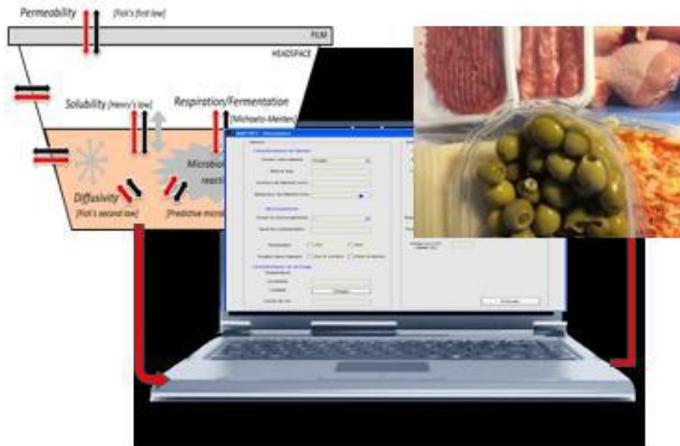
Ontology: MAPOPT - Topics: PackPermeability , MapOptTopic , Solubility , Isotherm , Diffusivity , DielectricPerm
 Relation: O2 Permeability_relation

Mandatory Desirable

rank	reliability score	O2 Permeability [[8.570e-19;4.280e-18;8.570e-18;9.000e-18],mol/m/s/Pa]	Temperature	Partial pressure difference	Packaging	Relative Humidity	Thickness
row 4_173	1	[1.500e-19;2.100e-19],m3.m/(m2.s....	[2.400e+01],oC	[0.000e+00;1.01...	(4%Nanoter) Polyhydroxybuty...	[0.000e+00],Per...	[1.000e-01;9.000e-01],mm
row 2_173	1	[2.100e-19;2.700e-19],m3.m/(m2.s....	[2.400e+01],oC	[0.000e+00;1.01...	(4%Nanoter) Polyhydroxybuty...	[0.000e+00],Per...	[1.000e-01;9.000e-01],mm

Résultat de la requête

MAP'OPT



Nombre de publications et de communications:

- Revues à comité de lecture 6
- Communications (conférence): 15
- Conférence/diffusion: 12
- Articles techniques 1 + 1

2 thèses