

# Qualité sanitaire et consommation énergétique, comment trouver le meilleur équilibre dans un atelier de transformation ?

Steven Duret, UR FRISE



Qualité sensorielle



Structure de l'aliment

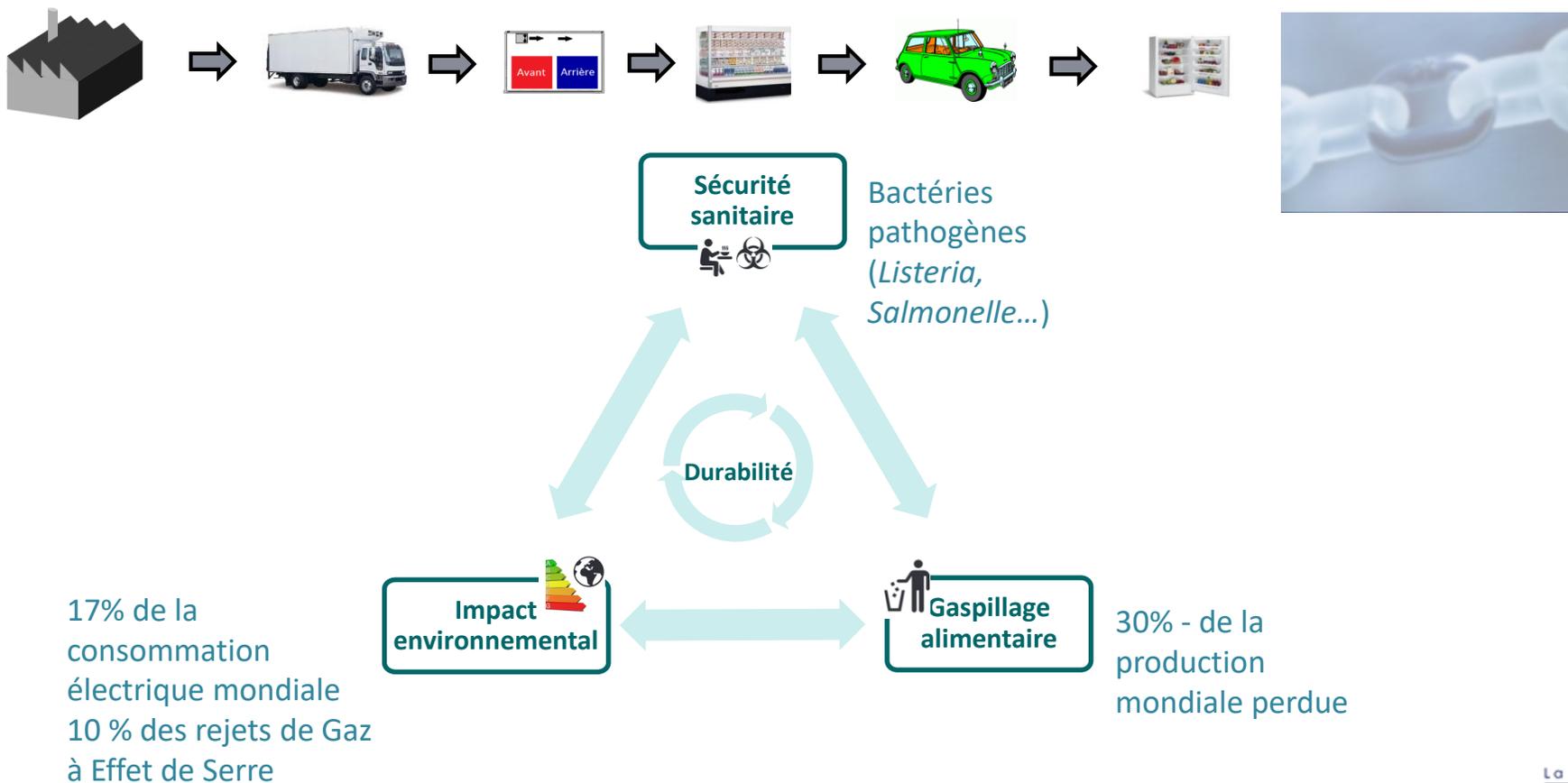


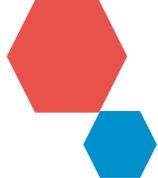
Technologies et procédés agroalimentaires



Qualité nutritionnelle et effets sur la santé

# Contexte et grands enjeux





# OPTICOLD

Pour une éco-conception de la chaîne du froid :  
optimisation de la consommation énergétique,  
de la sécurité, de la qualité et de la durée de vie  
des aliments réfrigérés

Projet ANR 2016-2020



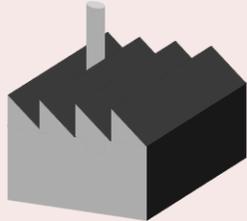
Coordonné par **INRAE SQPOV**





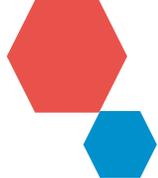
## Maillons de la chaîne du froid les plus étudiés dans la littérature

Consommation énergétique, distribution de température



## Peu d'informations disponibles

Installations spécifiques, difficultés pour obtenir des données



### Verrous scientifiques

- Comment modéliser une chaîne de production (température, consommations, qualités microbiologiques)?
- Comment obtenir les informations sur la température des produits et les consommations énergétiques dans les usines?
- Comment réduire les consommations énergétiques en modifiant les conditions opératoires?

### Questions de la filière alimentaire

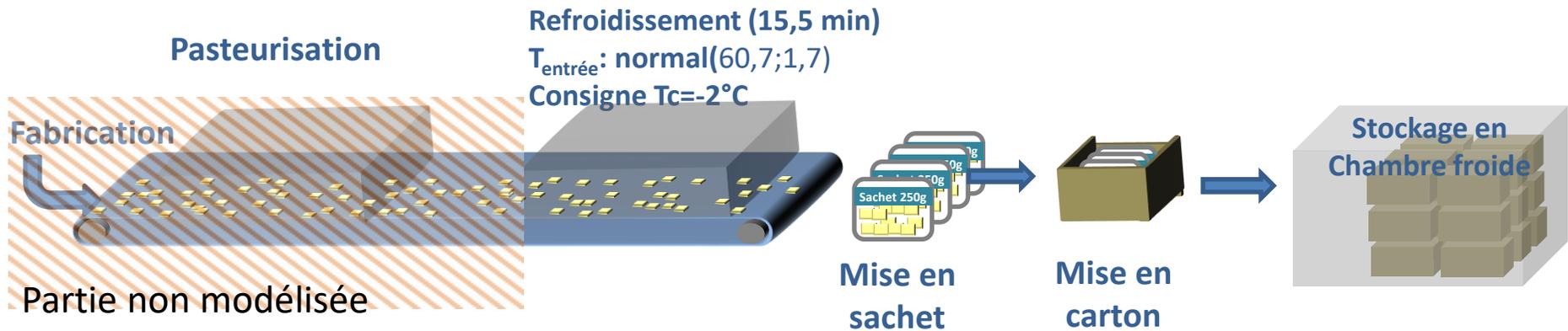
- Comment maîtriser de la température lors des jours chauds?
- Quels sont les impacts des pannes? Comment les quantifier?
- Comment réduire les consommations énergétiques et les impacts environnementaux?
- ...



**Impact sur la qualité des produits**  
**Sûreté des aliments (pathogène)**  
**Gaspillage dû aux bactéries en lien avec la salubrité**



# Description de l'usine



## Données utilisées:

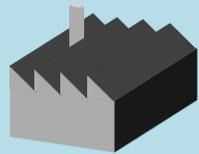
### Pour les modèles thermique et énergétique: 1 Journée de mesure sur site

- Evolution de la température sur la ligne de fabrication
- Température ambiante de l'usine et extérieure
- Consommation énergétique (Puissance instantanée des groupes froid)

### Pour les modèles de microbiologie prévisionnelle

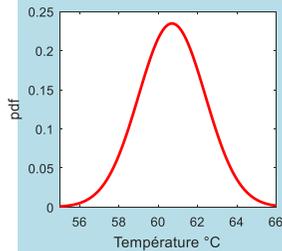
- Prélèvements usine pour le niveau de contamination initiale
- Mesures en laboratoire pour déterminer les valeurs cardinales de croissance

# Une modélisation en 3 étapes

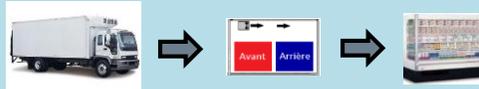
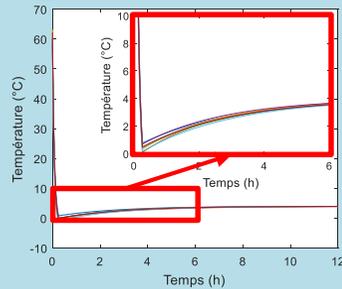


## Modélisation dans l'usine

Température Initiale



Température le long de la ligne de fabrication (refroidissement + chambre froide)



## Modélisation de la chaîne de distribution

Température:  
~ normal ( $\mu = 3.36$ ;  $\sigma = 1.26$ )

Durée de conservation  
~normal ( $\mu = 17.5$ ;  $\sigma = 3.4$ ) (jours)

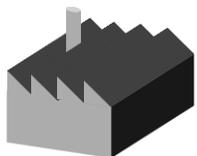


## Modélisation chez le consommateur

Température:  
~normale ( $\mu = 5.9$ ;  $\sigma = 2.9$ )

Durée de conservation  
~exponentielle ( $\mu = 4.32$ ) (Jours)

# Une modélisation multicritère



## Modélisation dans l'usine

### Bilan énergétique

#### Evaluation des besoins:

Parois  
Infiltrations d'air  
Lumière, Machines  
...

#### Conditions opératoires:

T°C extérieure  
T °C ambiance

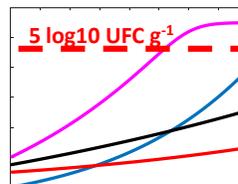
Consommation énergétique  
% Gain par rapport à un scénario référence



## Chez le consommateur – au moment de la consommation

### Modèle de croissance microbologique

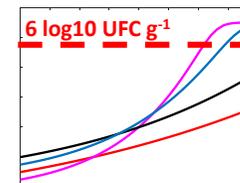
#### B. Cereus



Critère de sécurité  
% Produits > 5 log<sub>10</sub> UCF g<sup>-1</sup> à la DLC



#### Flore Totale



Critère de salubrité  
% Produits > 6 log<sub>10</sub> UCF g<sup>-1</sup> à la DLC



# Scénarios de gestion de température dans l'usine

## 1# Référence:

T refr=-2°C  
 T CHF=4°C

## 2# Refroidissement:

T refr=2°C  
 T CHF=4°C

## 3# Refroidissement:

T refr=8°C  
 T CHF=4°C

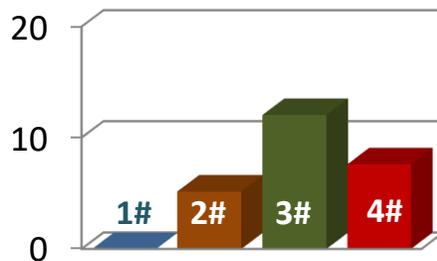
## 4# Chambre froide:

T refr=-2°C  
 T CHF=6°C

### Réduction consommation énergétique



% - référence

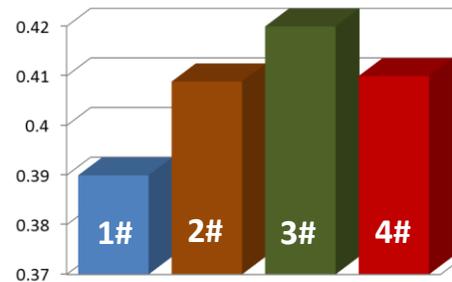


### Qualité sanitaire



*B. Cereus* >5log<sub>10</sub> CFU/g à la DLC

% paquet

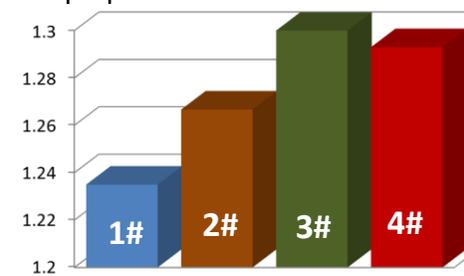


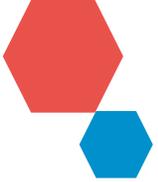
### Gaspillage



Flore >6log<sub>10</sub> CFU/g à la DLC

% paquet





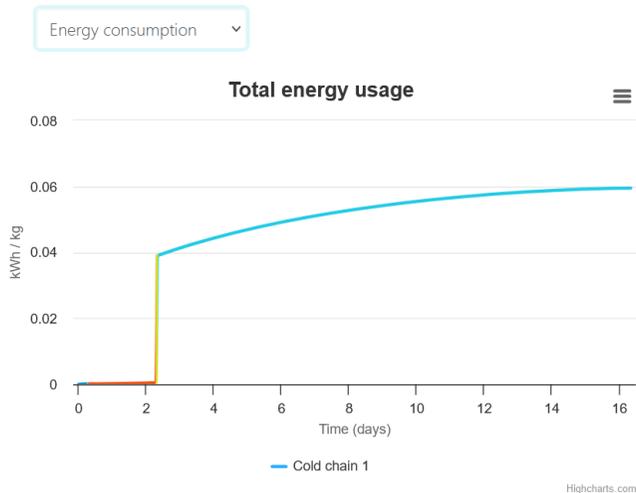
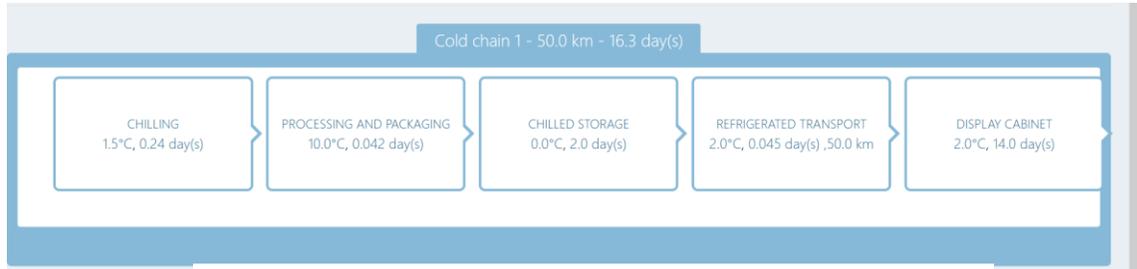
# What next ?

## **Projet ANR EcoFresChain (2021-2024) - Chaîne du froid des fraises et salades**

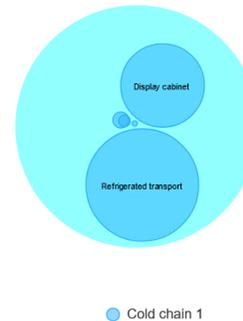
- Prise en compte des coûts logistiques
- Prise en compte du comportement des opérateurs
- Prise en compte de la perception des consommateurs

# Outil en ligne Enough-Frisbee (libre accès)

<https://frisbee-etool.inrae.fr/>



### Steps contribution to Energy consumption



**Merci de votre attention**