



**HAL**  
open science

# Eco-conception de bioproduits et l'analyse multi-critères pour des aliments durables

Caroline Pénicaud

► **To cite this version:**

Caroline Pénicaud. Eco-conception de bioproduits et l'analyse multi-critères pour des aliments durables. La relation entre conception et évaluation, IDEAS, Feb 2018, Grignon, France. hal-04601265

**HAL Id: hal-04601265**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04601265v1>**

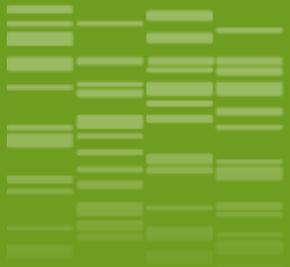
Submitted on 4 Jun 2024

**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 Attribution 4.0 International License



# Eco-conception des bioproduits et analyse multi-critères pour des aliments durables

**Séminaire IDEAS**

**Caroline Pénicaud**

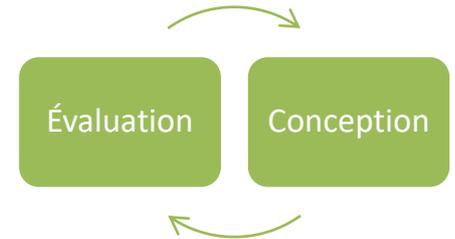
**UMR 782 GMPA, INRA/AgroParisTech, Grignon**

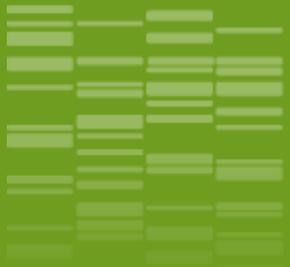
# INTRODUCTION

## CONCEVOIR DES ALIMENTS, BIOPRODUITS ET (BIO-)PROCÉDÉS DANS UNE LOGIQUE D'ECO-CONCEPTION

ISO 14062

- ❖ Une prise en compte globale de l'environnement  
**APPROCHE MULTI-CRITÈRES SUR L'ENSEMBLE DU CYCLE DE VIE DU PRODUIT**
- ❖ Intégration de la dimension environnementale dans les méthodes de conception  
**AU MÊME TITRE QUE LA QUALITÉ**
- ❖ Utilisation de méthodes et d'outils d'évaluation  
**EX : ANALYSE DE CYCLE DE VIE**
- ❖ Combinaison de stratégies de réduction des impacts potentiels  
**IDENTIFICATION DES LEVIERS D'ACTION POSSIBLES**
- ❖ Le dialogue et le partenariat  
**PLURIDISCIPLINARITÉ**



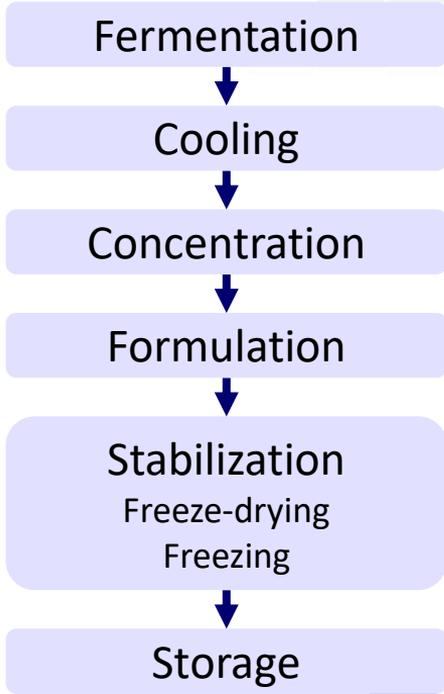


# Eco-conception des bio-produits : exemple des bactéries lactiques stabilisées

Caroline Pénicaud, Fernanda Fonseca, Bruno Perret, Stéphanie Passot, Cristian Trelea

# INTRODUCTION

## STABILIZED LACTIC ACID BACTERIA



*Lactobacillus delbrueckii*  
*ssp. bulgaricus* strain CFL1

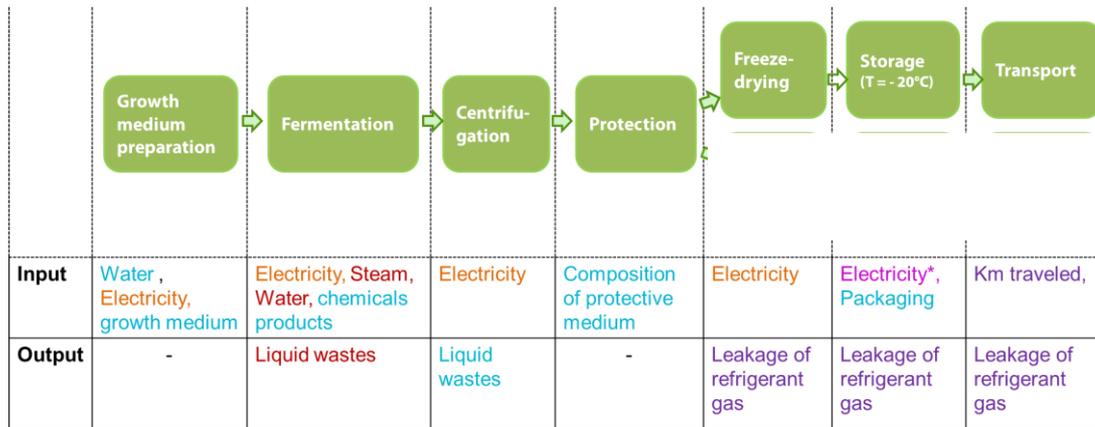


- ❖ Freeze-drying
  - Soft for the bacteria
  - Energy intensive: freezing + drying of the frozen product

**Functionality:  
acidification activity  
(CinAc®)**

# LCA OF FREEZE-DRIED BACTERIA

## DATA ACQUISITION



### Sensors used for data collection

- Wi-LEM® energy sensors (DISTRAME, France) for **electricity**
- Receiver Coronis ® for **water, steam and liquid wastes**

### Other sources

- Data collected during handling (**chemical products, water and liquid wastes**)
- Database (Simapro, Ademe)
- **Developed tool to estimate the electric consumption of cold storage supported by Intelligent Energy Europe**. The electric consumption of storage is reported to the stored volume.



# LCA OF FREEZE-DRIED BACTERIA

## METHODOLOGY

➤ **Functional Unit:** stabilization of 3 kg of protected bacteria

**Weighting with Physiologic state of the bacteria**

• **Specific activity**

$$t_{spe} = \frac{\text{Acidifying activity}}{\log(\text{viability})}$$

• **Weighting**

Weighted Impact = characterized impact value x Specific activity

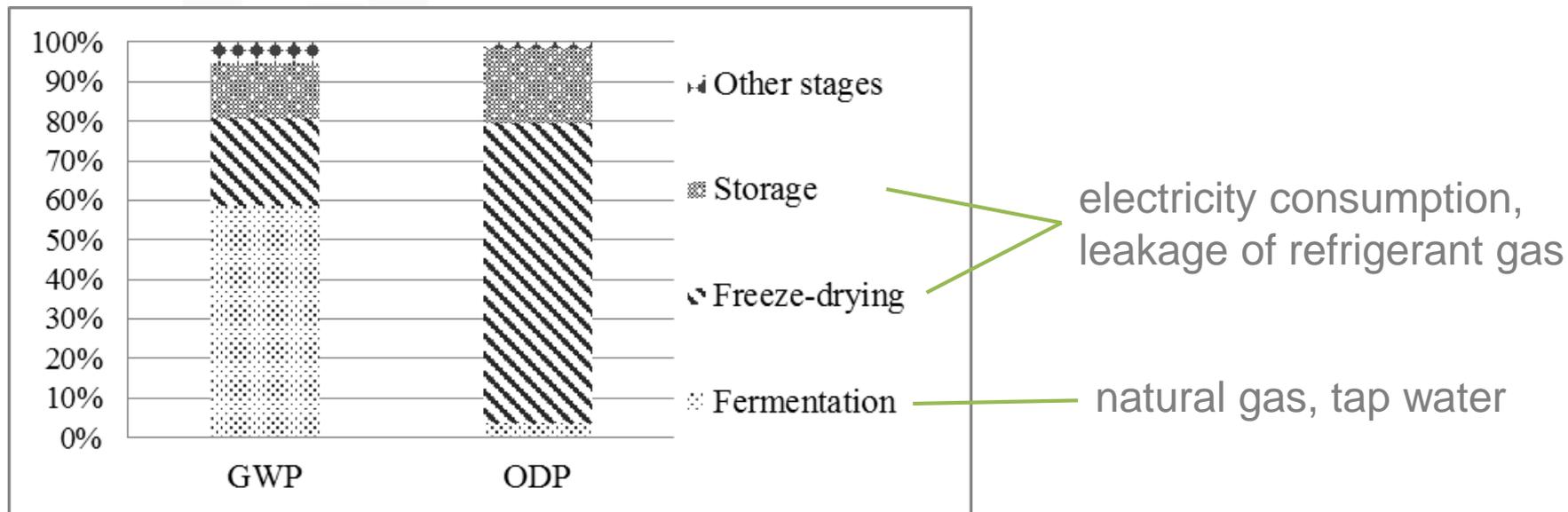
SimaPro 

ILCD 2011 method

# LCA OF FREEZE-DRIED BACTERIA

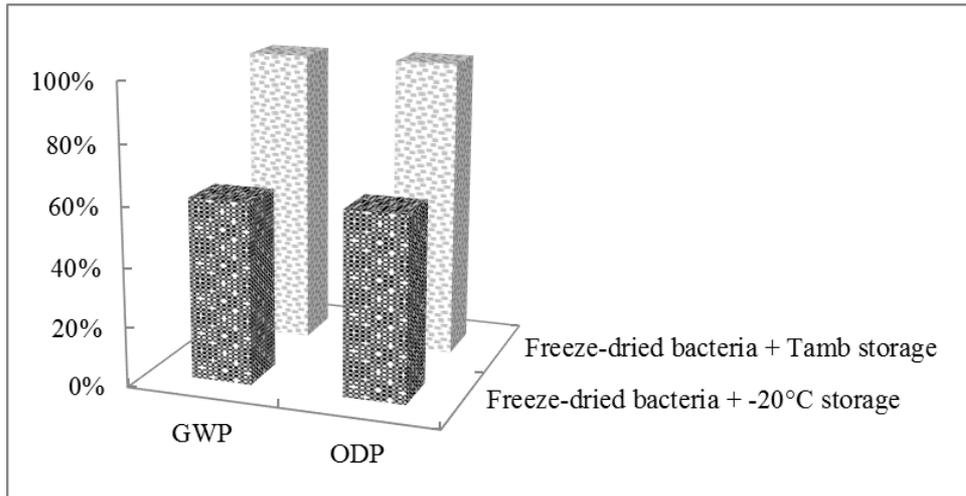
## RESULTS

-20 °C storage during 1 year



# REDUCE ENERGY CONSUMPTION: INCREASE OF STORAGE TEMPERATURE

LCA RESULTS storage during 3 months



If bacteria quality remained constant, raising the storage temperature would reduce environmental impacts of about 10 %

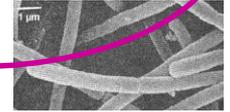
**EFFECT OF PRODUCT QUALITY**

Weighted Impact = characterized impact value x Specific activity

# REDUCE ENERGY CONSUMPTION: OPTIMIZATION OF FREEZE-DRYING

## Product parameters

Viability  
Acidifying activity  
Structure



LyoBeta special  
(Telstar, Terrassa, Spain)

## Process operating conditions

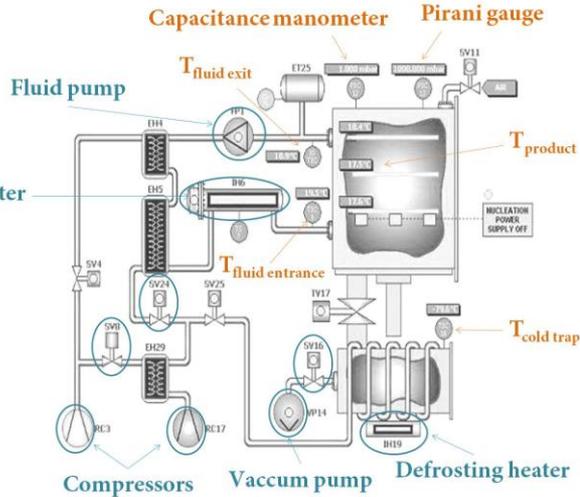
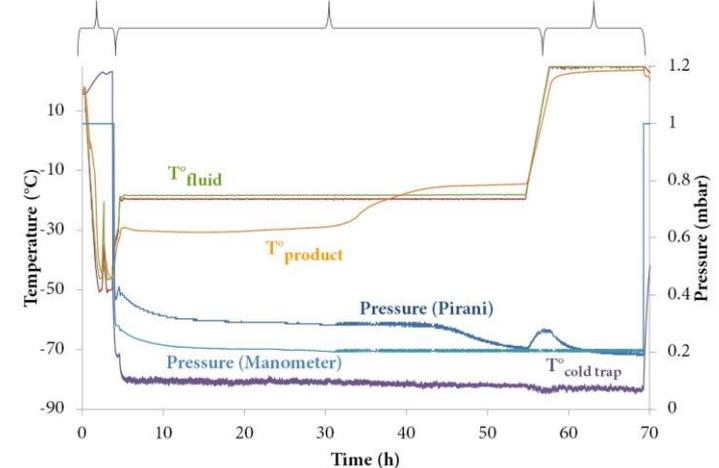
$T_{\text{fluid}}$ ,  $T_{\text{product}}$  and  $T_{\text{cold trap}}$

Pressure

Time

Mathematical model  
Linear relationship

Freezing (F)      Primary drying (DI)      Secondary drying (DII)  
-50°C              -20°C; 0.2 mbar      25°C; 0.2 mbar

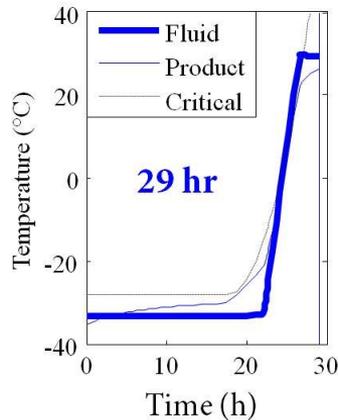


## Process apparent energy consumptions

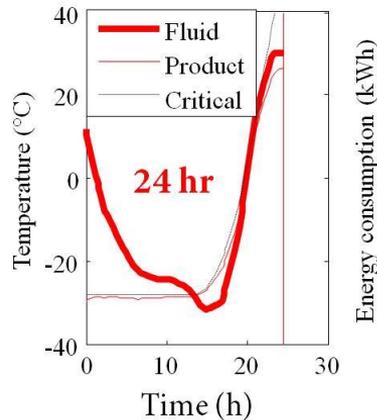
- › Main components + Fans dedicated to compressors
- › General supply

# REDUCE ENERGY CONSUMPTION: OPTIMIZATION OF FREEZE-DRYING

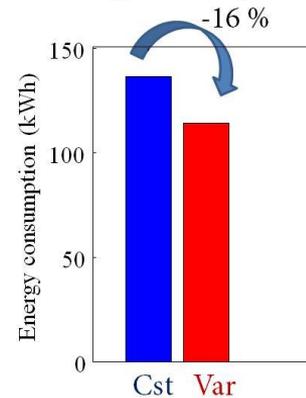
Basic cycle with constant fluid temperature



Optimal cycle with variable fluid temperature



Energy consumption decrease:

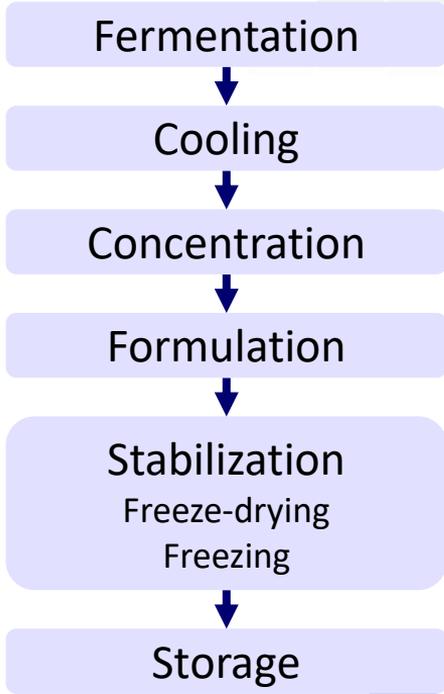


⇒ Fluid temperature fluctuation in primary drying saves energy by shortening cycle duration, while maintaining the product quality

*Pénicaud et al. 2014, 2016*

# STABILIZATION ALTERNATIVE

## STABILIZED LACTIC ACID BACTERIA



*Lactobacillus delbrueckii*  
*ssp. bulgaricus* strain CFL1

- ❖ Freeze-drying
  - Soft for the bacteria
  - Energy intensive: freezing + drying of the frozen product
- ❖ Alternative: Freezing
  - Need of frozen storage
  - **Is it really more eco-friendly than freeze-drying if we consider the whole life cycle?**

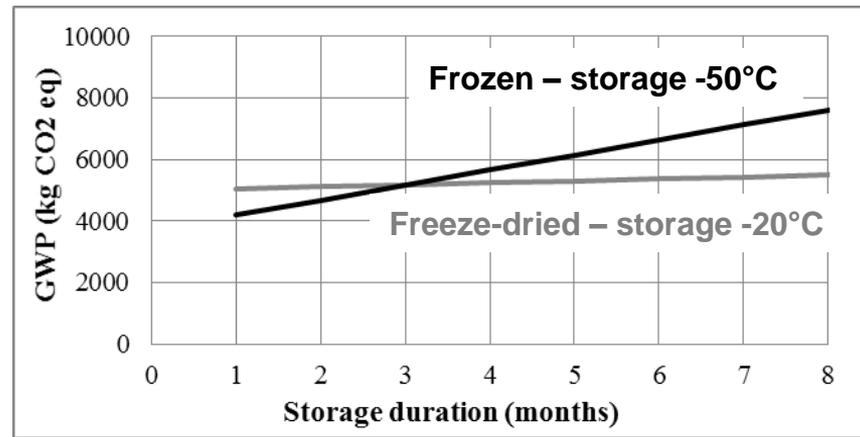
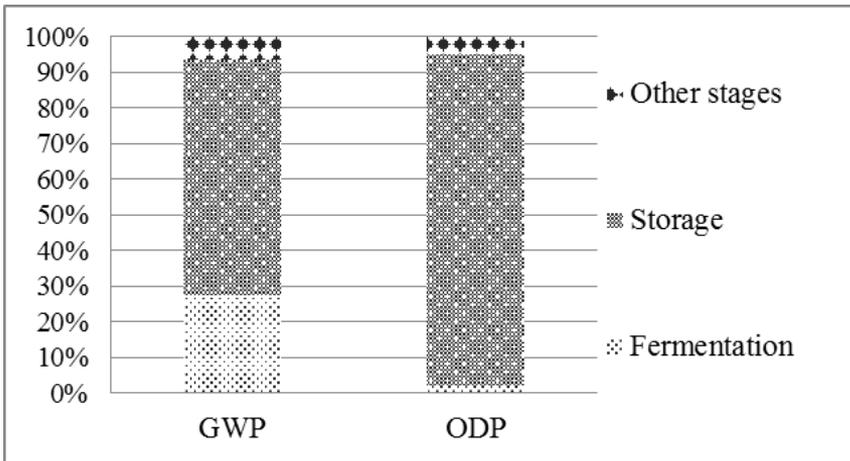


Functionality:  
acidification activity  
(CinAc®)

# LCA OF FROZEN VS FREEZE-DRIED BACTERIA

## RESULTS

Frozen, -50 °C storage during 1 year



Trend remains the same for all indicators  
BUT  
Depending on the indicator, the duration for which  $Impact_{frozen} = Impact_{freeze-dried}$  is different (from 2 to 56 months).

Monclus et al. 2015  
Pénicaud et al. 2016

# CONCLUSION

- ❖ Une prise en compte globale de l'environnement

**APPROCHE MULTI-CRITÈRES SUR L'ENSEMBLE DU CYCLE DE VIE DU PRODUIT**

- ❖ Intégration de la dimension environnementale dans les méthodes de conception

**AU MÊME TITRE QUE LA QUALITÉ**

- ❖ Utilisation de méthodes et d'outils d'évaluation

**ANALYSE DE CYCLE DE VIE**

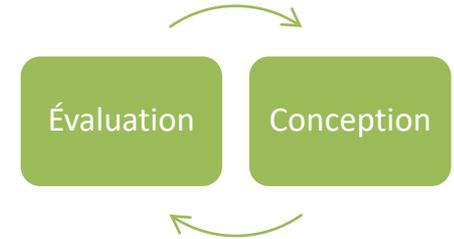
- ❖ Combinaison de stratégies de réduction des impacts potentiels

**IDENTIFICATION DES LEVIERS D'ACTION POSSIBLES**

- Amélioration / Re-conception de procédés
- Préserver la qualité des bactéries pour envisager des options nouvelles
- Nécessité de prise en compte simultanée produit/procédé/environnement

- ❖ Le dialogue et le partenariat

**PLURIDISCIPLINARITÉ**



# INTÉGRATION DES CONNAISSANCES - NUTRISENSAL



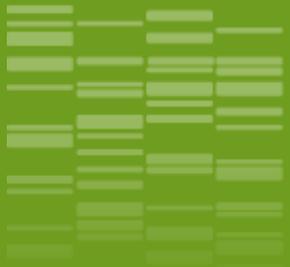
## Outil d'aide à la décision

- permettant de reformuler des aliments répondant à
- des recommandations nutritionnelles définies,
  - avec des qualités sensorielles acceptables
  - et réalisés en prenant en compte l'impact environnemental.

### Originalité de l'approche

Structuration et formalisation unifiée de la connaissance générée dans **différents projets** qui couvrent des **domaines complémentaires** avec des **objectifs différents** permettant leur **mise en relation**, leur **exploitation conjointe** et l'**identification de nouvelles connaissances**.

*UMR GMPA, UMR CSGA, UMR MIA, Plateforme PLASTIC*



# Cartographie multicritères du marché Français des pizzas

## Quelles recommandations pour construire une offre alimentaire « plus » saine et durable ?

GMMPA – Isabelle Souchon, Anne Saint-Eve, Caroline Pénicaud

GENIAL – Julien Delarue

ALISS – Louis-Georges Soler, Florence Stevenin

CSGA – Pascal Schlich – Anne-Laure Loiseau

# CARTOGRAPHIE MULTICRITÈRES DU JEU DE PIZZAS OQALI

données étiquetage des pizzas

## Nutrition

Valeurs nutritionnelles: teneurs en lipides, sel, protéines, glucides, fibres, AGS & densité énergétique

Deux indices nutritionnels: 5C & SENS

## Technologie

Indice de « processing »

## Environnement

Indices de « VegAn »: masse, protéines ou kcal d'origine animale/ masse, protéines ou kcal d'origine végétale

Ratio Gar/Pâte

## Economie

Prix  
Volumes de vente

387 Pizzas GMS

387 Pizzas GMS

387 Pizzas GMS

# GRANDE DIVERSITÉ DE PIZZAS



Analyse en Composante Principale représentant la diversité des 387 pizzas sur les 10 indicateurs nutritionnels, environnement et technologiques.

# CARTOGRAPHIE MULTICRITÈRES DU JEU DE PIZZAS OQALI

données étiquetage des pizzas

## Nutrition

Valeurs nutritionnelles: teneurs en lipides, sel, protéines, glucides, fibres, AGS & densité énergétique

Deux indices nutritionnels: 5C & SENS

387 Pizzas GMS

## Perceptions par les consommateurs

16 Pizzas représentatives

Propriétés sensorielles

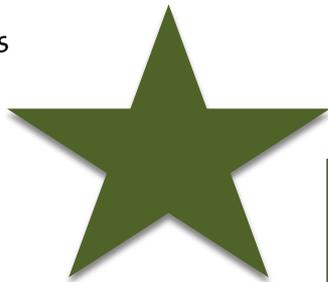
Appréciation

Dimensions objectives / subjectives

« naturalité »

(Deux panels (2x65) : restauration collective et couples à domicile)

GMPA-GENIAL / CSGA



## Technologie

Indice de « processing »

387 Pizzas GMS

## Environnement

Indices de « VegAn »: masse, protéines ou kcal d'origine animale/ masse, protéines ou kcal d'origine végétale

Ratio Gar/Pâte

Indicateurs d'impacts environnementaux: ACV des pizzas, bilans exergétiques.

387 Pizzas GMS

80 Pizzas (5/groupe)

## Economie

Prix  
Volumes de vente

387 Pizzas GMS

Collaboration avec SP Technical Research Institute of Sweden (spécialistes en ACV)



# COMPARAISON DES 16 CLASSES DE PIZZA

## Préférences



## ANOVA Classe 387 Pizzas + 80 pizzas pour Climate Change

S\_JF\_MDD\_3

F\_C\_MN\_1

S\_M\_PP\_4

F\_C\_MDD\_5

S\_JF\_MDD\_12

F\_F\_MN\_13

F\_L\_MDD\_14

F\_F\_MDD\_16

Classes	5C	densité énergétique	Cal animale/végétale	Garniture/Pâte	IDP	Efficacité exergétique	Climate Change
1	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Red
2	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red
3	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red
4	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red
5	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red
6	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red
7	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red
8	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red
9	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red
10	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red
11	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red
12	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red
13	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red
14	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red
15	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red
16	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red

- Liens complexes entre préférences et les indicateurs objectifs
- Des classes de pizzas semblent ressortir // vers des recommandations aux industriels pour des pizzas plus saines, plus durables et appréciées.

# CONCLUSIONS

- Grande diversité de pizzas
- Les pizzas légumes, jambon-fromage et margherita surgelées des marques de distributeurs seraient meilleures pour la santé et l'environnement, auraient une part de produits végétaux plus importante et seraient moins onéreuses que les pizzas fromage et charcuterie fraîches des marques nationales.
- Liens avec les préférences et perceptions des consommateurs sont complexes.

- ❖ Une prise en compte globale de l'environnement

**APPROCHE MULTI-CRITÈRES SUR L'ENSEMBLE DU CYCLE DE VIE DU PRODUIT**

- ❖ Intégration de la dimension environnementale dans les méthodes de conception

**AU MÊME TITRE QUE LA QUALITÉ**

- ❖ Utilisation de méthodes et d'outils d'évaluation

**ANALYSE DE CYCLE DE VIE ET AUTRES (NOMBREUX) INDICATEURS**

- ❖ Combinaison de stratégies de réduction des impacts potentiels

**IDENTIFICATION DE LEVIERS D'ACTION POSSIBLES**

- ❖ Le dialogue et le partenariat

**PLURIDISCIPLINARITÉ**

