



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

Séminaire IDEAS

Caroline Pénicaud

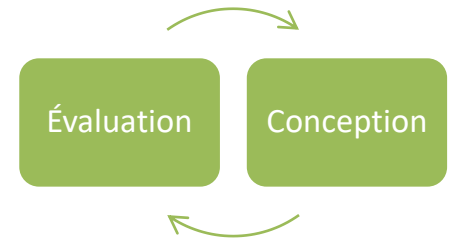
UMR 782 GMPA, INRA/AgroParisTech, Grignon

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



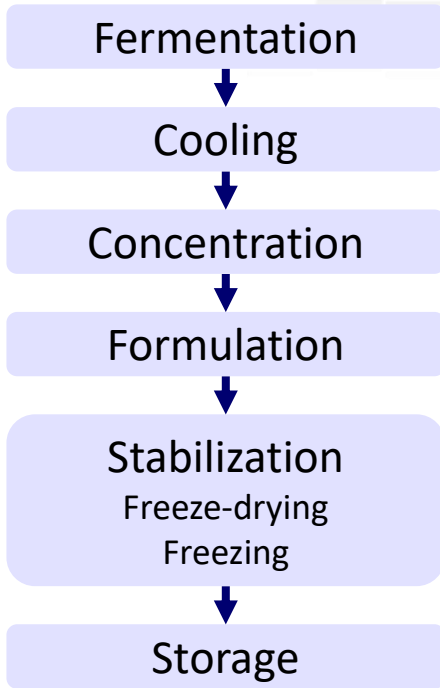


Eco-conception des bio-produits : exemple des bactéries lactiques stabilisées

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

INTRODUCTION

STABILIZED LACTIC ACID BACTERIA



Lactobacillus delbrueckii
ssp. bulgaricus strain CFL1

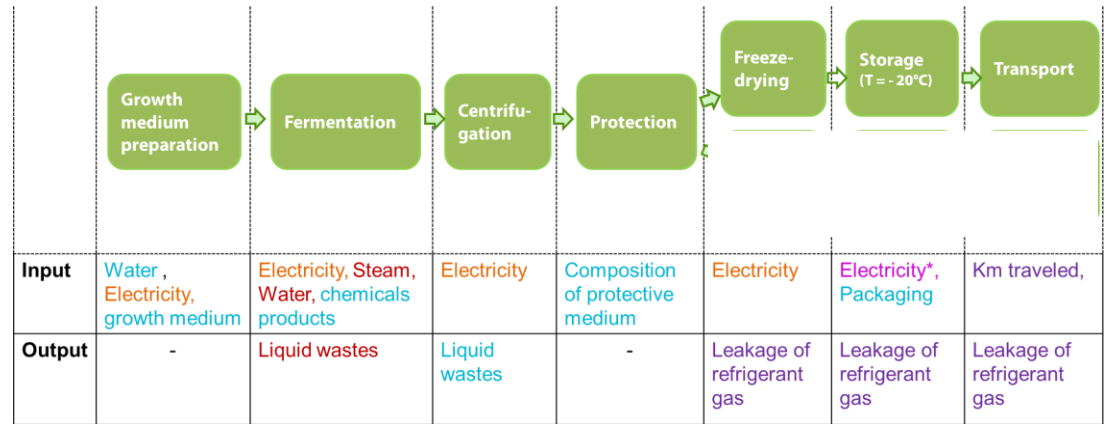
- ❖ Freeze-drying
 - Soft for the bacteria
 - Energy intensive: freezing + drying of the frozen product

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

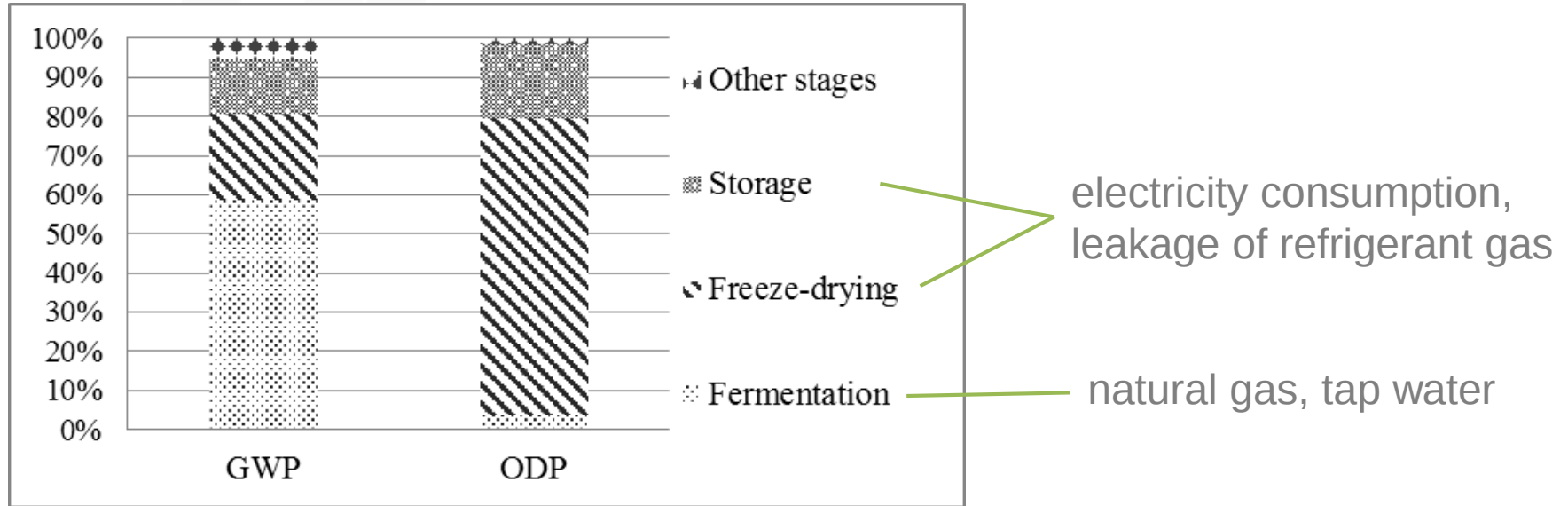
SimaPro 

ILCD 2011 method

LCA OF FREEZE-DRIED BACTERIA

RESULTS

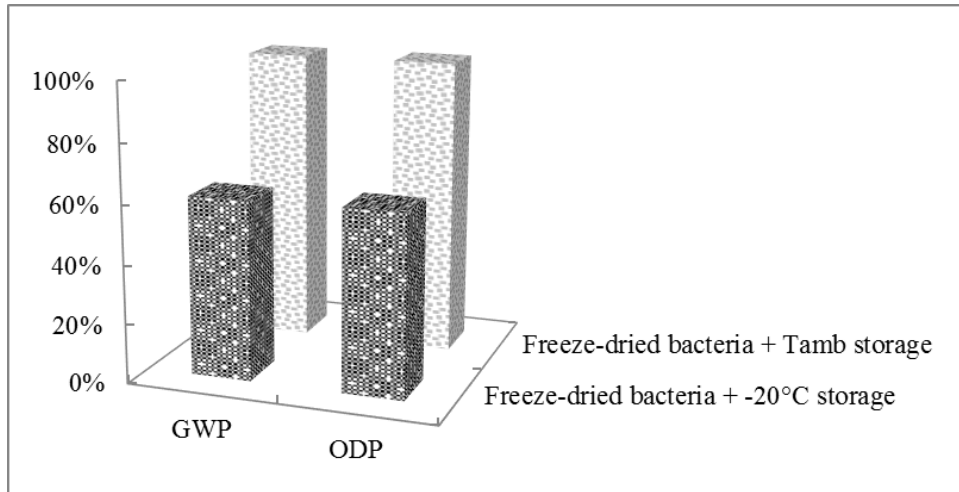
-20 °C storage during 1 year



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 %

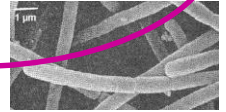
EFFECT OF PRODUCT QUALITY

Weighted Impact = characterized impact value x Specific activity

REDUCE ENERGY CONSUMPTION: OPTIMIZATION OF FREEZE-DRYING

Product parameters

Viability
Acidifying activity
Structure

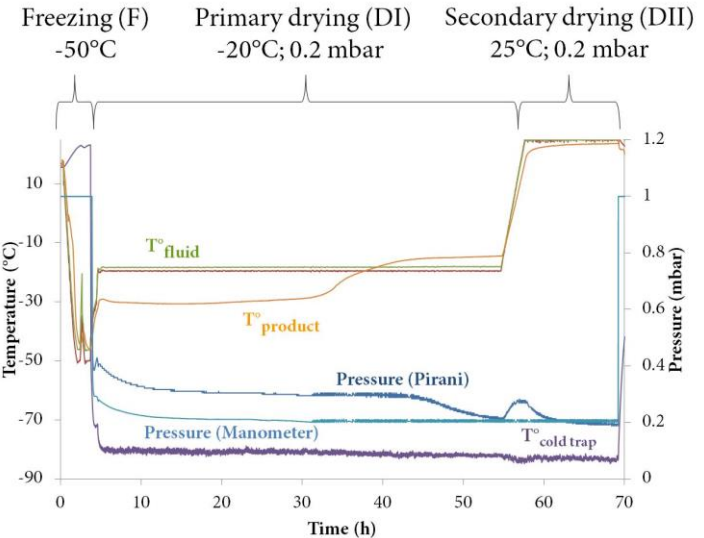


LyoBeta special
(Telstar, Terrassa, Spain)

Process operating conditions

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

Mathematical model
Linear relationship

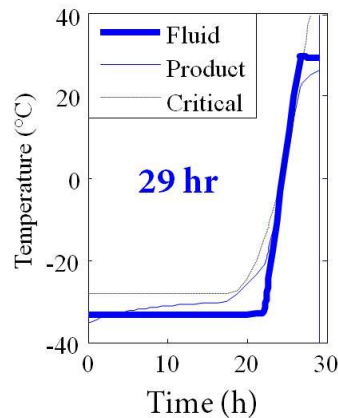


Process apparent energy consumptions

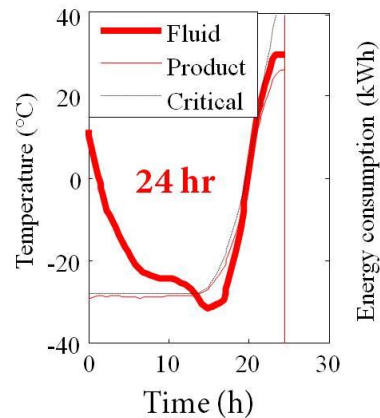
- › Main components + Fans dedicated to compressors
- › General supply

REDUCE ENERGY CONSUMPTION: OPTIMIZATION OF FREEZE-DRYING

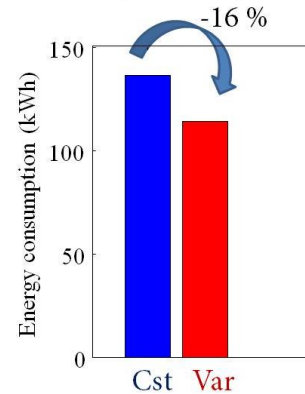
Basic cycle with constant
fluid temperature



Optimal cycle with variable
fluid temperature



Energy consumption decrease:

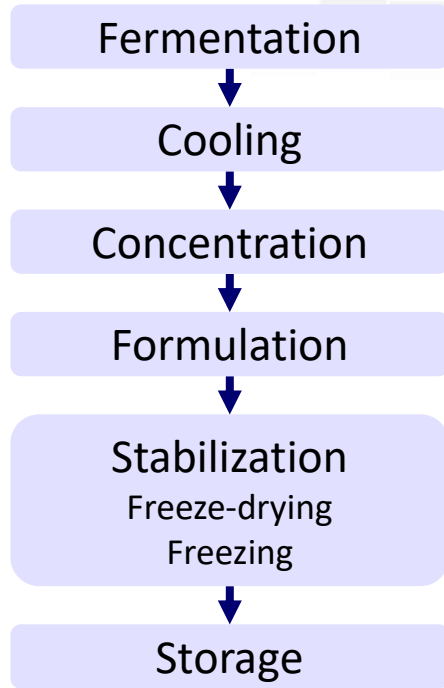


⇒ Fluid temperature fluctuation in primary drying saves energy by shortening cycle duration, while maintaining the product quality

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?**

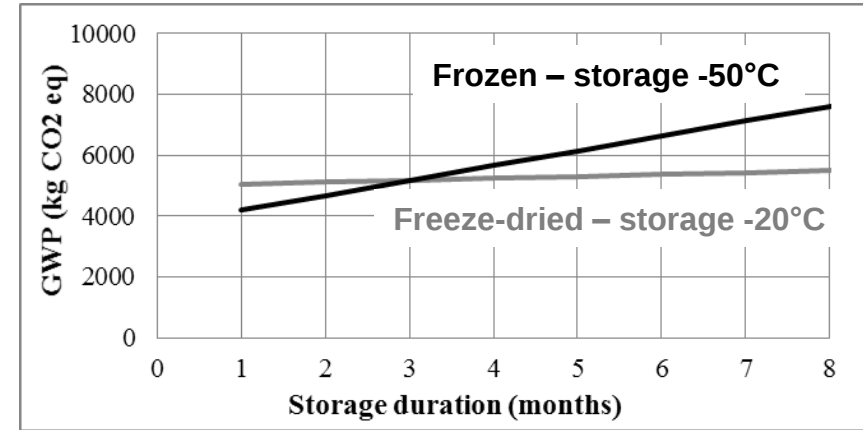
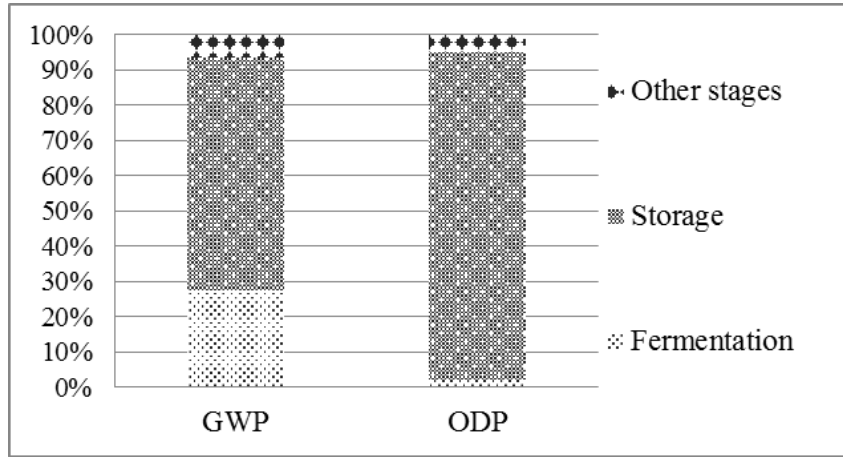
Functionality:
acidification activity
(CinAc®)



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 $\text{Impact}_{\text{frozen}} = \text{Impact}_{\text{freeze-dried}}$ 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

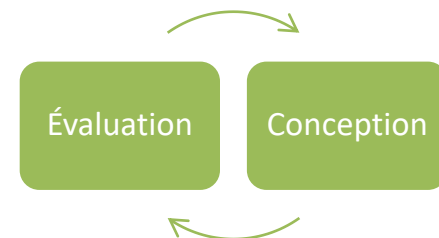
- ❖ Combinaison de stratégies de réduction des impacts potentiels

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

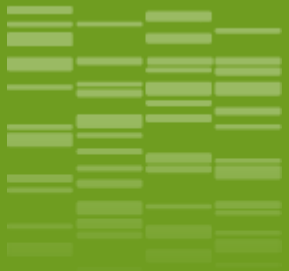
permettant de reformuler des aliments répondant à

- 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 ?

GMPA– 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

Perceptions par les consommateurs

Propriétés sensorielles

Appréciation

Dimensions objectives / subjectives

« naturalité »

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

GMPA-GENIAL/CSGA

16 Pizzas
représentatives



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)

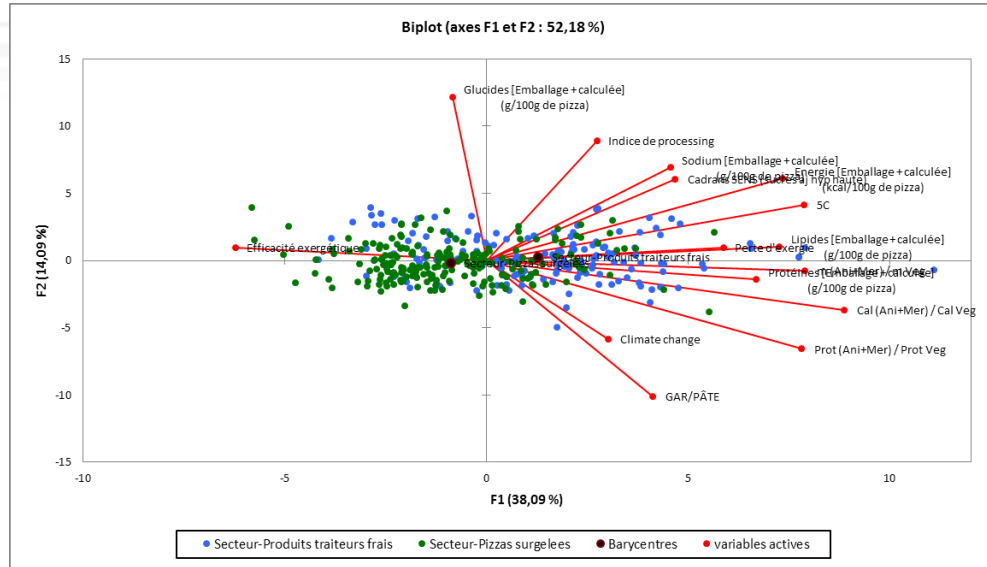
Economie

Prix
Volumes de vente

387 Pizzas GMS

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

ACP 80 PIZZAS



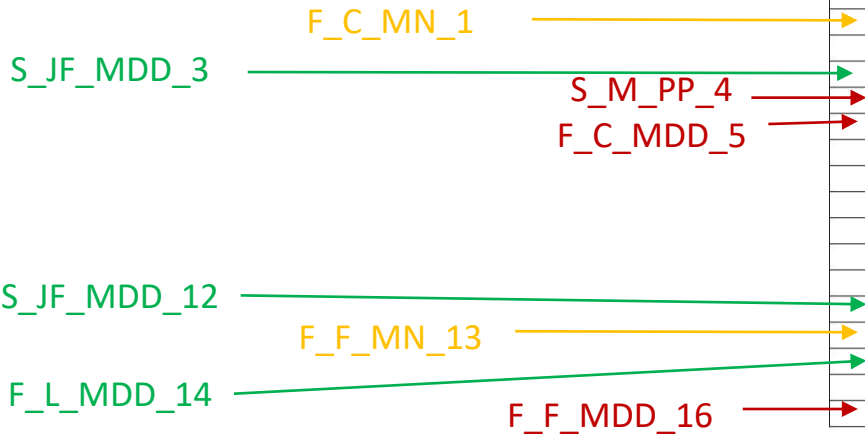
- Différenciation entre les pizzas Fraîches (rayon frais) et les pizzas surgelées.
- Les pizzas surgelées sont plus « durables » / part « animale » plus faible

COMPARAISON DES 16 CLASSES DE PIZZA

Préférences



ANOVA Classe 387 Pizzas + 80 pizzas pour Climate Change



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

- 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

