

# Microbes à l'origine des sirops d'érable acides et filants

**Journées acéricoles 2024**

Marie Filteau, microbiologiste  
Professeure en sciences des aliments  
Université Laval

Luc Lagacé, microbiologiste  
Chercheur et dir. de la R&D du Transfert  
Centre ACER



Québec  Canada 



UNIVERSITÉ  
LAVAL



INAF  
INSTITUT SUR LA  
NUTRITION ET LES  
ALIMENTS FONCTIONNELS

# Au menu



Généralités sur la contamination microbienne



Le microbiote naturel de l'écosystème acéricole



Sirop suri



Sirop filant



Facteurs de risque



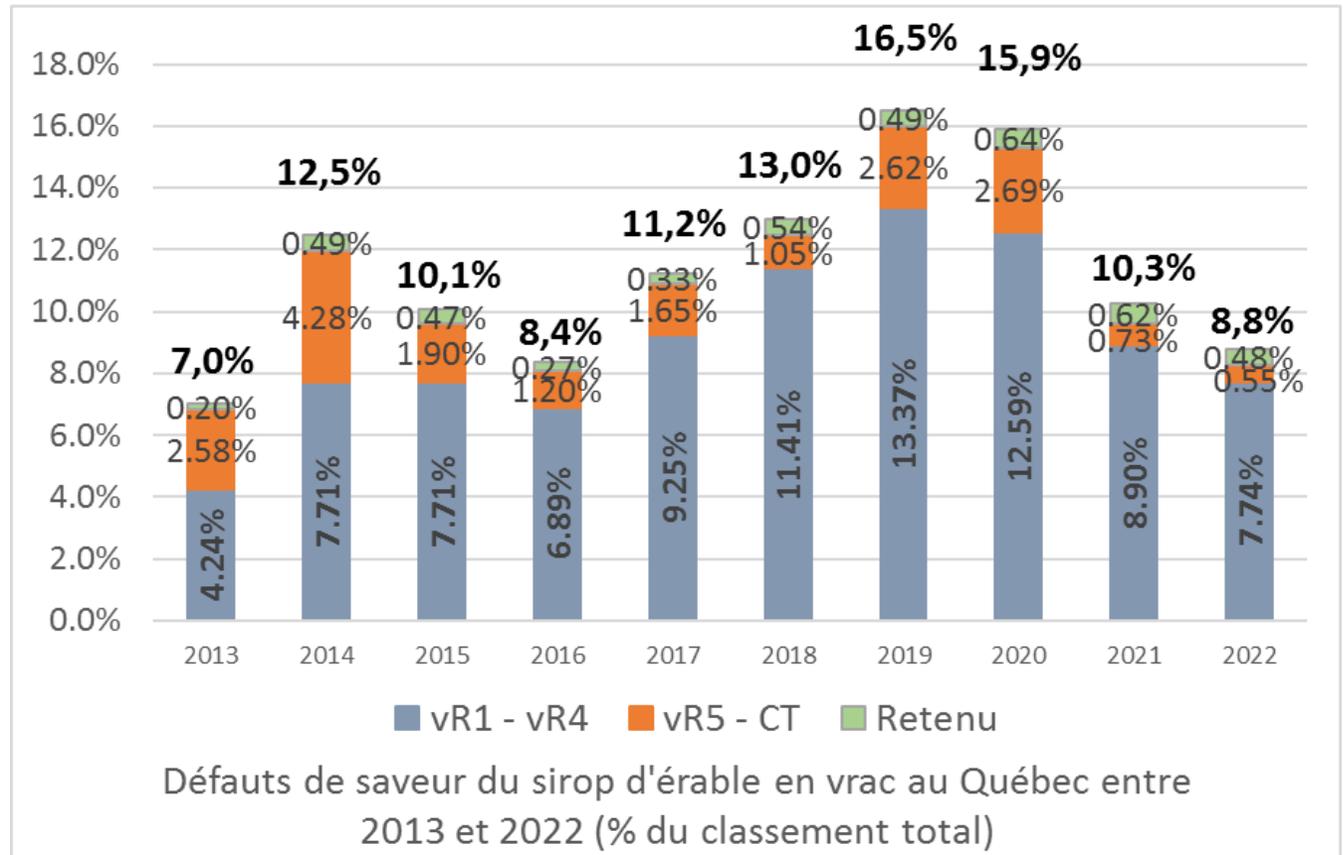
Travaux en cours et perspectives



# Problématique

La contamination microbienne de la sève est à l'origine de certaines caractéristiques indésirables dans le sirop :

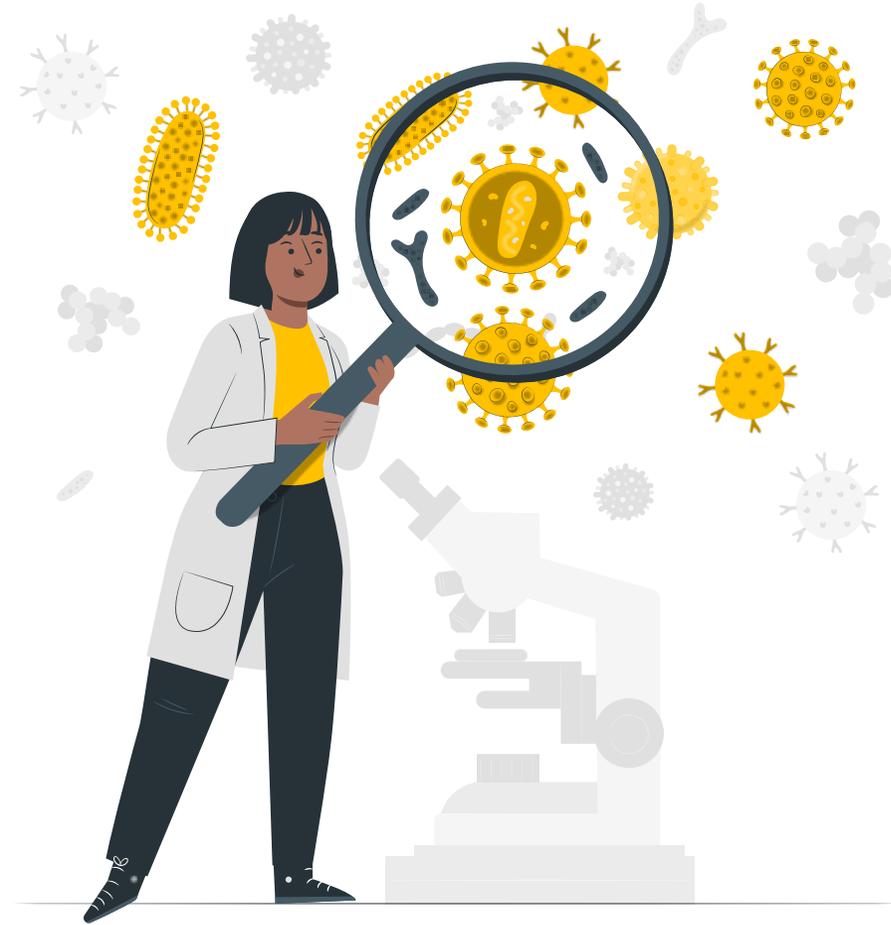
- Sirops vR4 comprenant les sirops suris
- Sirops CT6 - filants



Tiré de Statistiques acéricoles 2022 - PPAQ

# Généralités sur la contamination microbienne

Pourquoi s'intéresser aux micro-organismes?

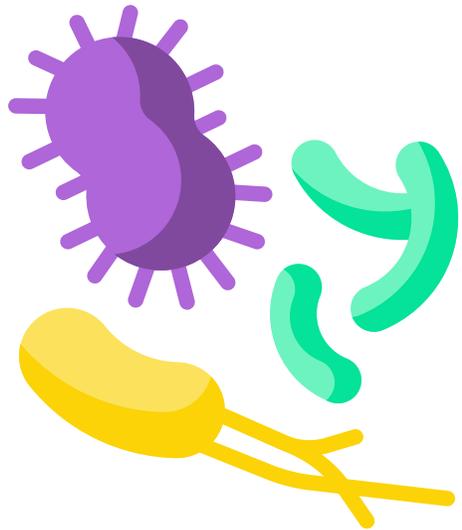




# Types de micro-organismes

## Bactéries

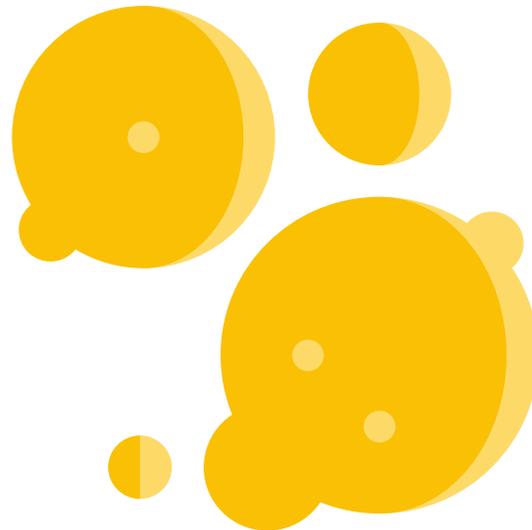
---



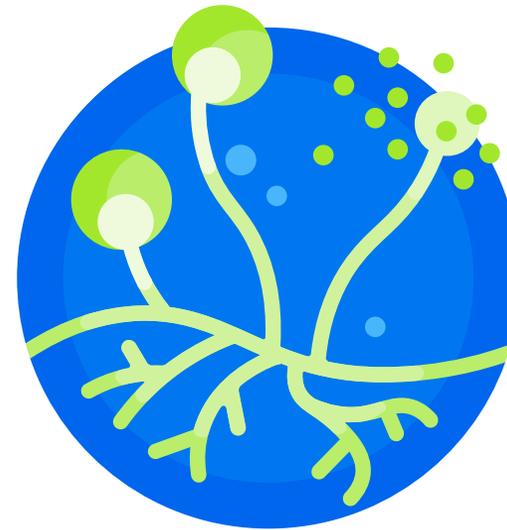
## Mycètes

---

### Levures



### Moisissures

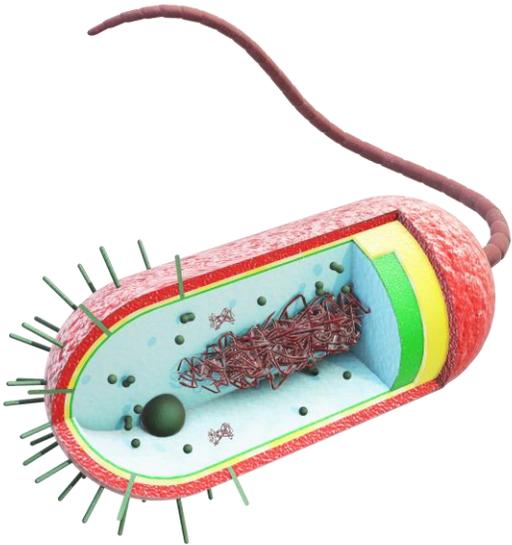


### Champignons



# Les bactéries et les levures

## Bactéries



---

Cellules primitives

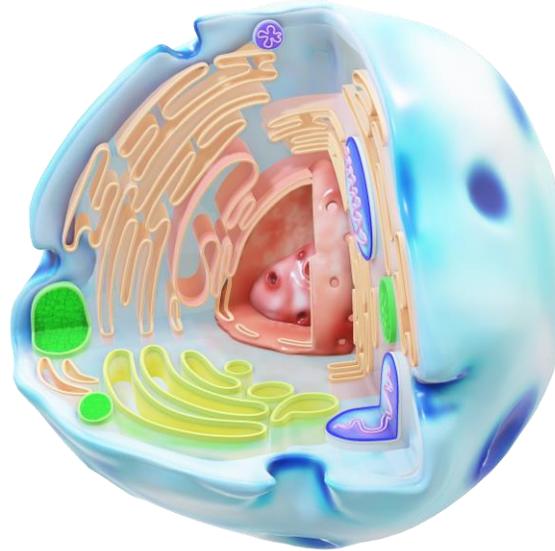
---

Divisions rapides

---

1 micron

## Levures



---

Cellules complexes

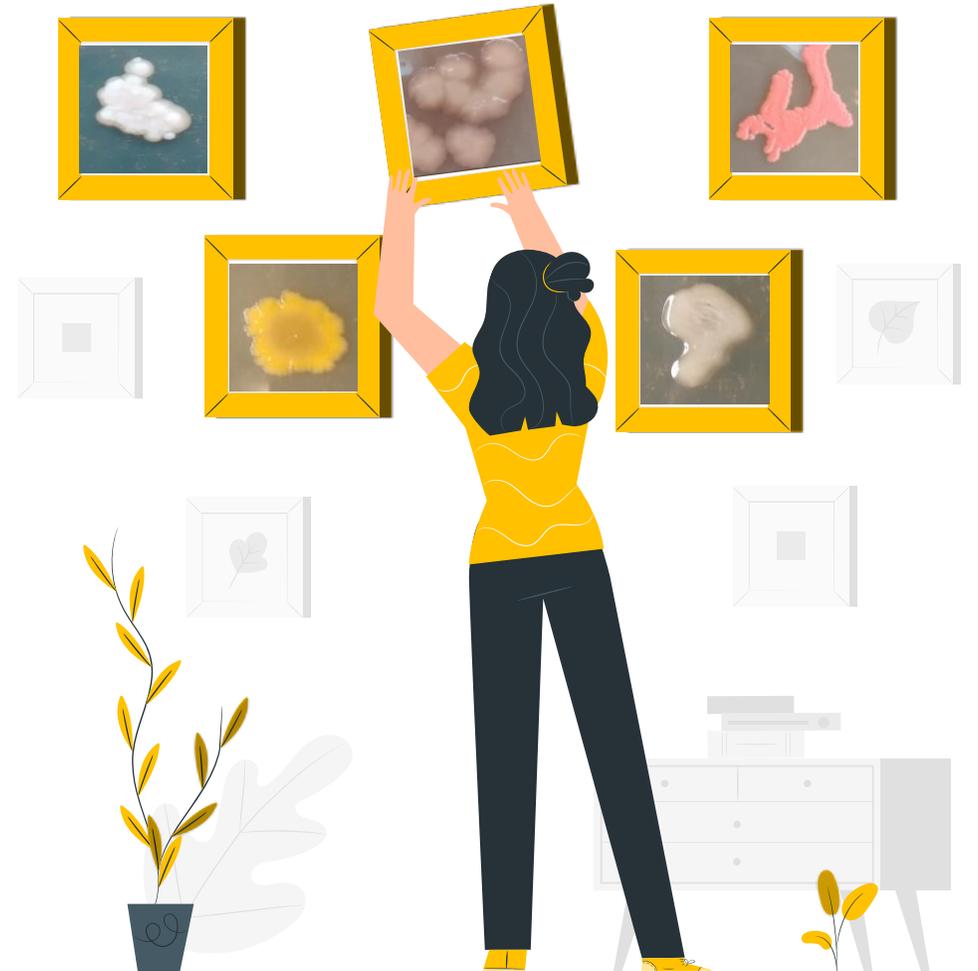
---

Bourgeonnement

---

10 microns

# La diversité microbienne



# La diversité microbienne

Genre



Espèces



*Pseudomonas fluorescens*

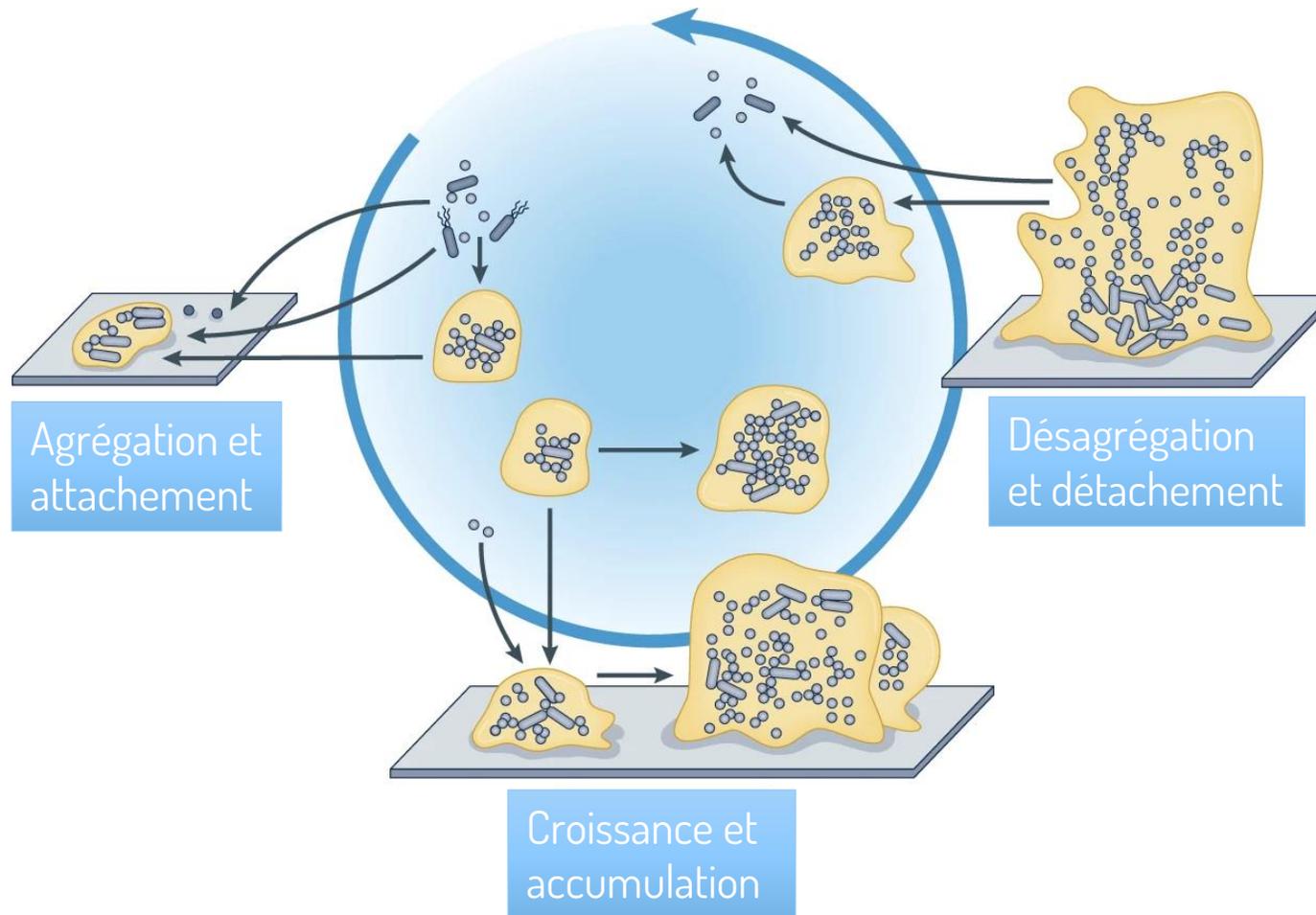


*Pseudomonas syringae*

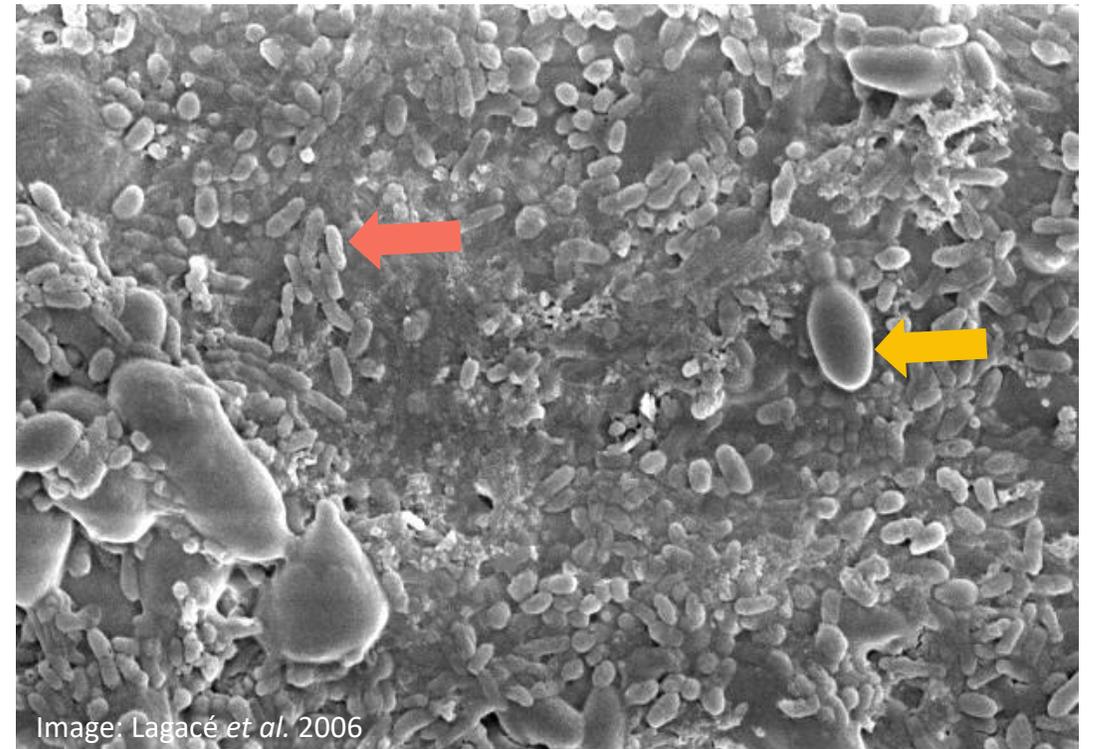
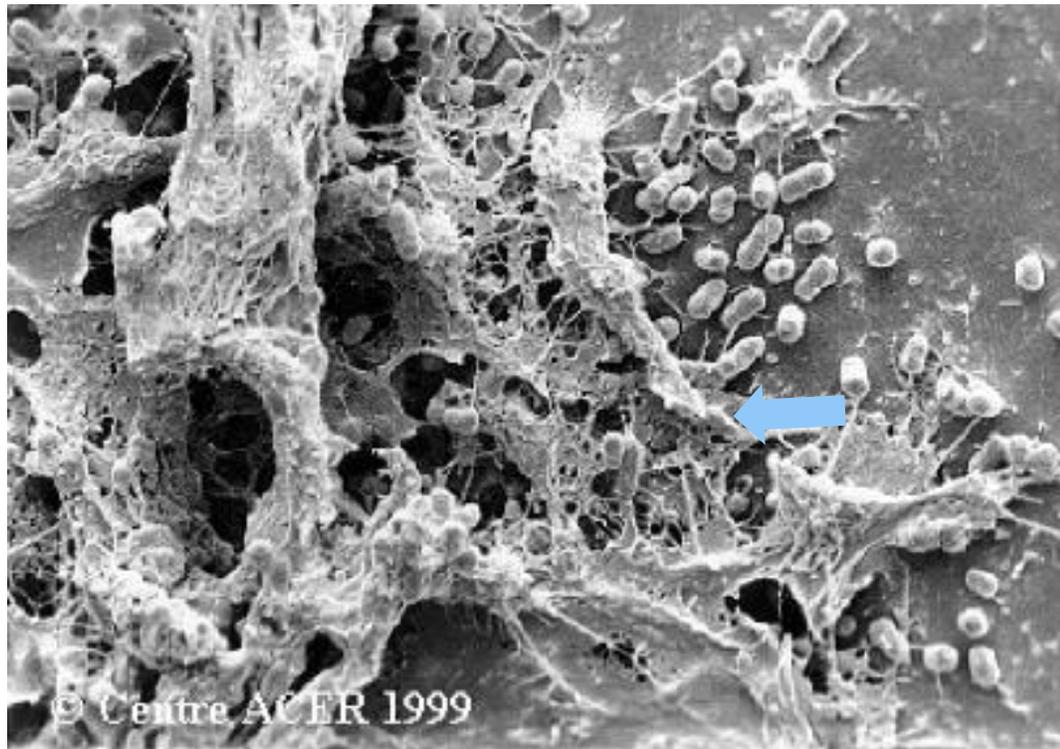


# Mode de vie des micro-organismes

## Biofilms



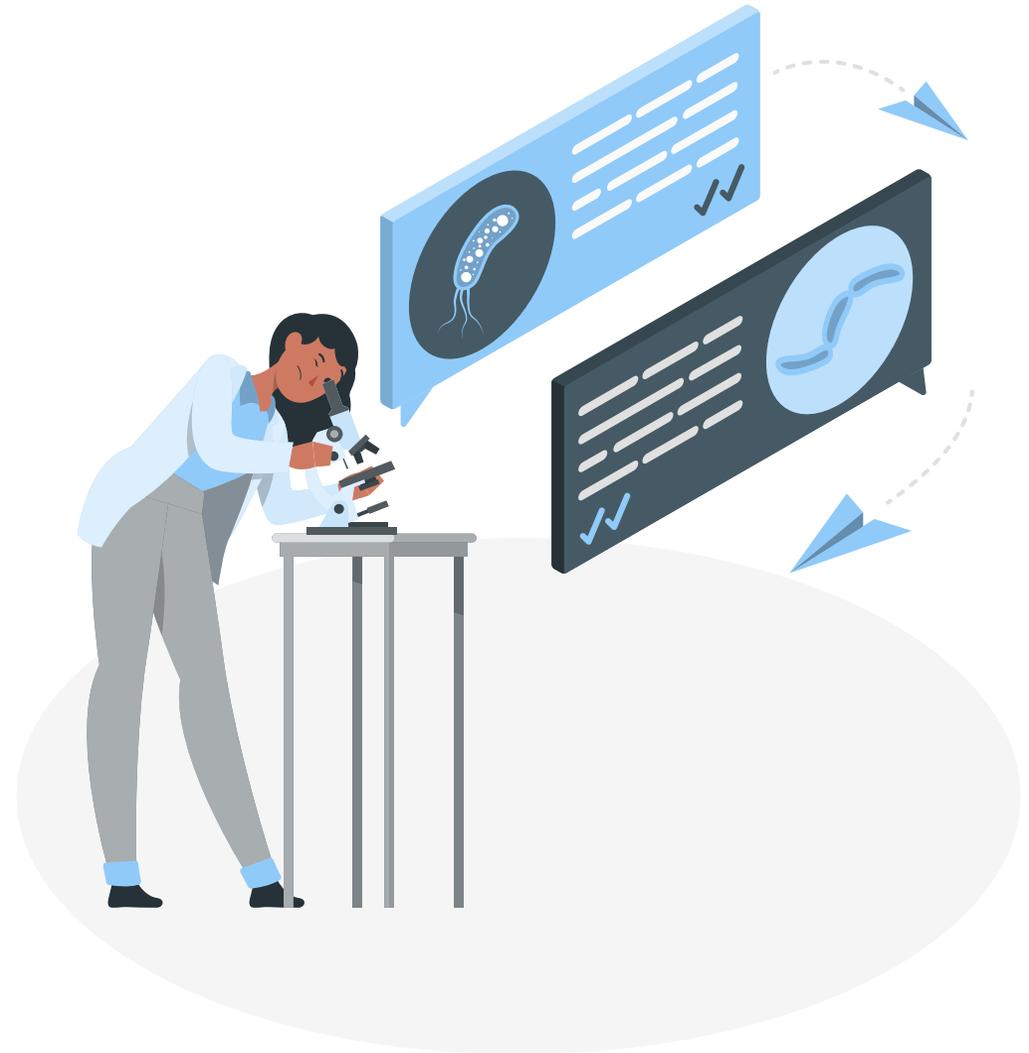
# Biofilm des tubulures de récolte de la sève



# Mode de vie des micro-organismes

## Interactions microbiennes

Les micro-organismes forment des réseaux sociaux



# Mode de vie des micro-organismes

## Interactions microbiennes

« Qui se ressemble s'assemble »

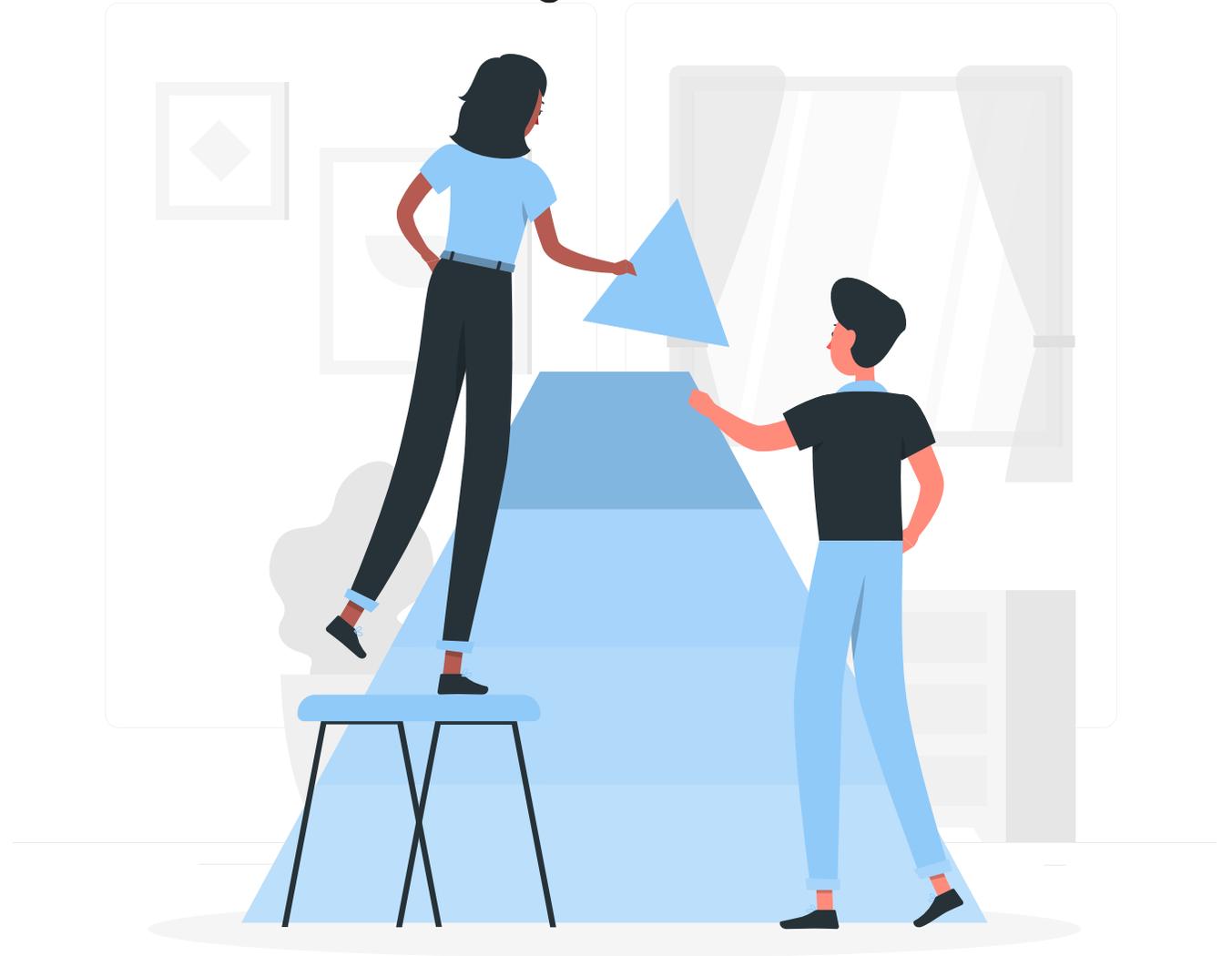
- Compétition



# Mode de vie des micro-organismes

## Interactions microbiennes

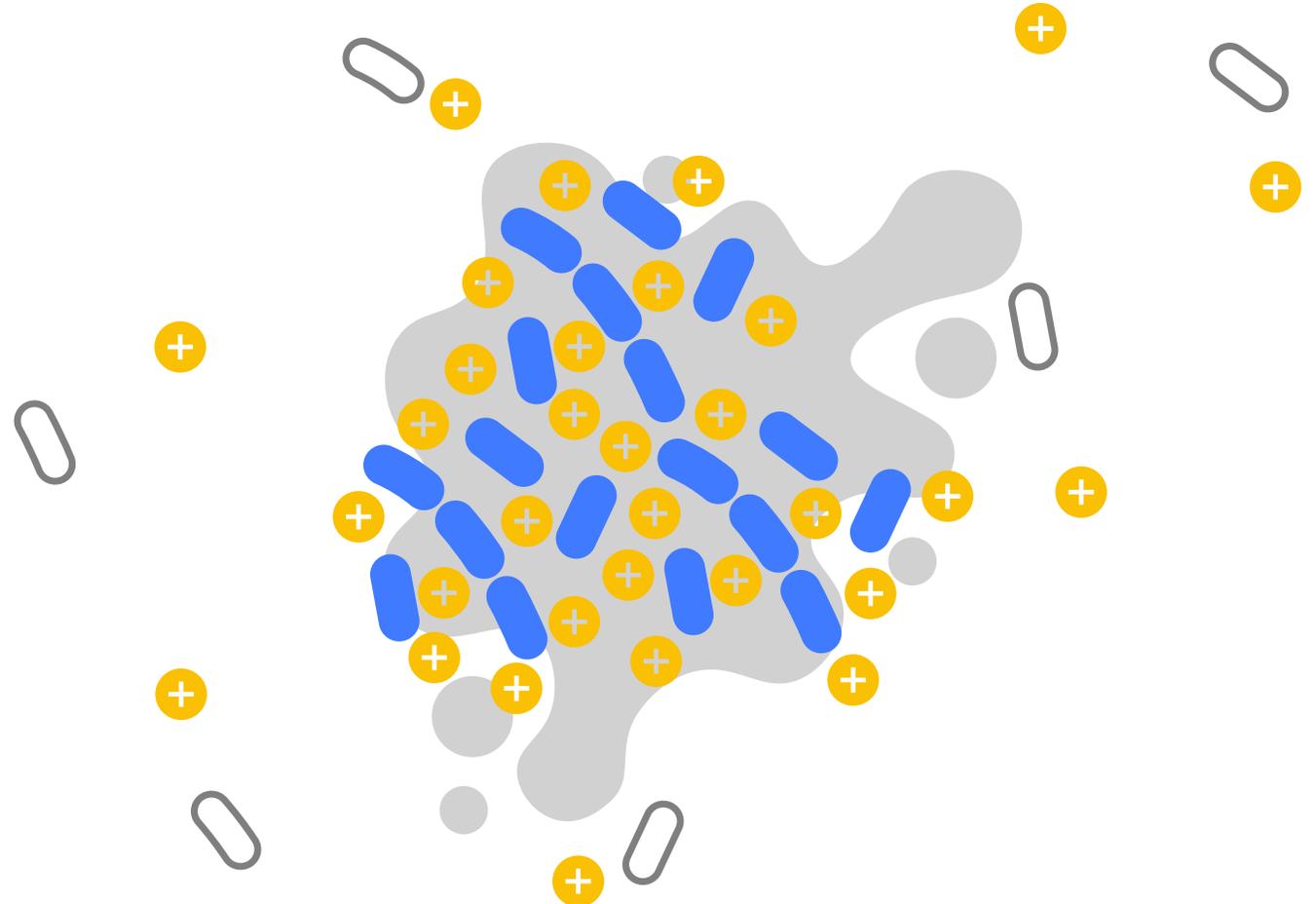
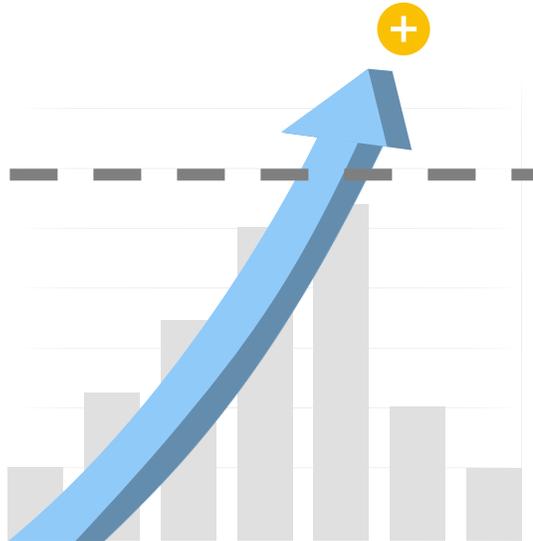
- « Les contraires s'attirent »
- Coopération



# Mode de vie des micro-organismes

## Quorum sensing

« Il y a du monde à la messe »





# Facteurs qui influencent la croissance microbienne

Intrinsèques : les propriétés de la sève

Extrinsèques : l'environnement de la sève

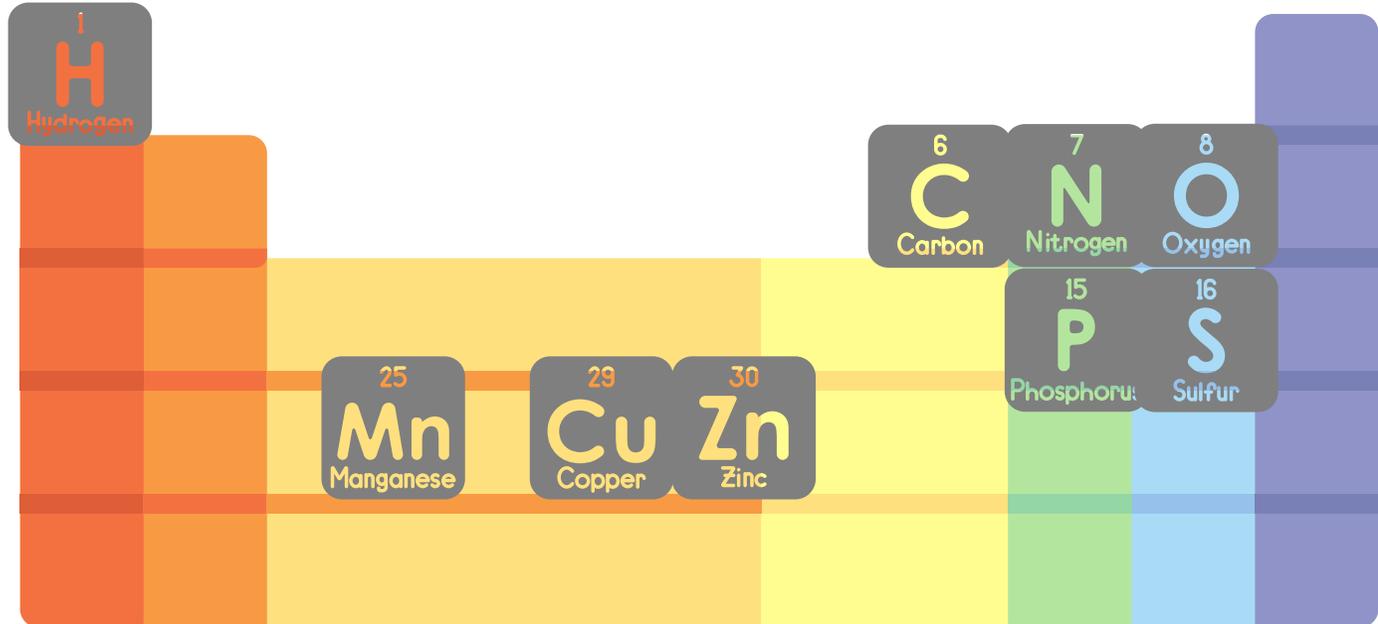
# Les nutriments

## Composition de la sève

### EAU D'ÉRABLE 100 ml

Valeur nutritive Nutrition Facts	
pour 100 ml Per 100 ml	
Calories 10	% valeur quotidienne* % Daily Value*
<b>Lipides / Fat</b> 0 g	0 %
saturés / Saturated 0 g	
+ trans / Trans 0 g	0 %
<b>Glucides / Carbohydate</b> 2 g	
Fibres / Fibre 0 g	0 %
Sucres / Sugars 2 g	2 %
<b>Protéines / Protein</b> 0 g	
<b>Cholestérol / Cholesterol</b> 0 mg	
<b>Sodium</b> 0 mg	0 %
Potassium 10 mg	0 %
Calcium 0 mg	0 %
Fer / Iron 0,3 mg	2 %
Zinc 0,1 mg	1 %
Cuivre / Copper 0,09 mg	10 %
Manganèse / Manganese 0,225 mg	10 %

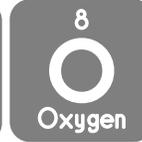
\* 5% ou moins c'est **peu**. 15% ou plus c'est **beaucoup**  
\* 5% or less is **a little**. 15% or more is **a lot**



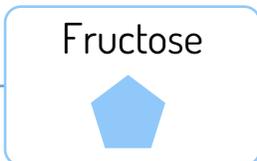
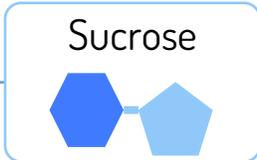
# Les nutriments



Eau



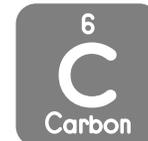
## Sucres



## Composés azotés



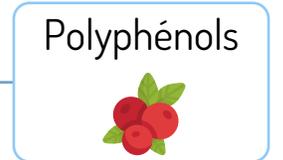
## Minéraux



## Acides

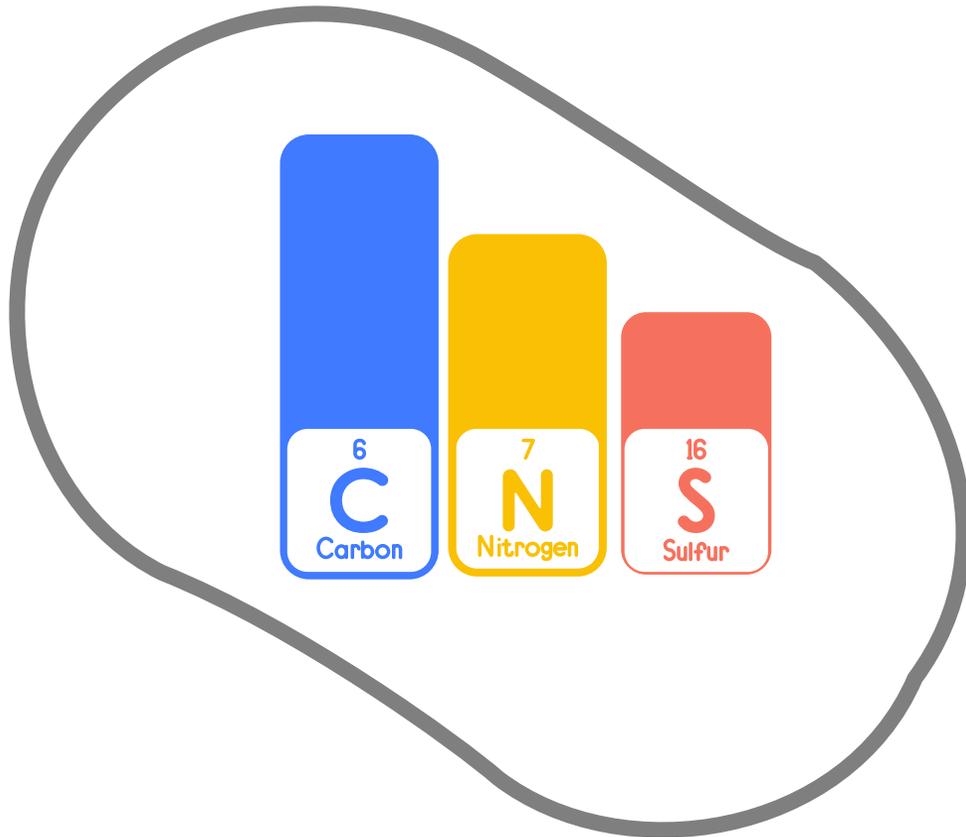


## Autres

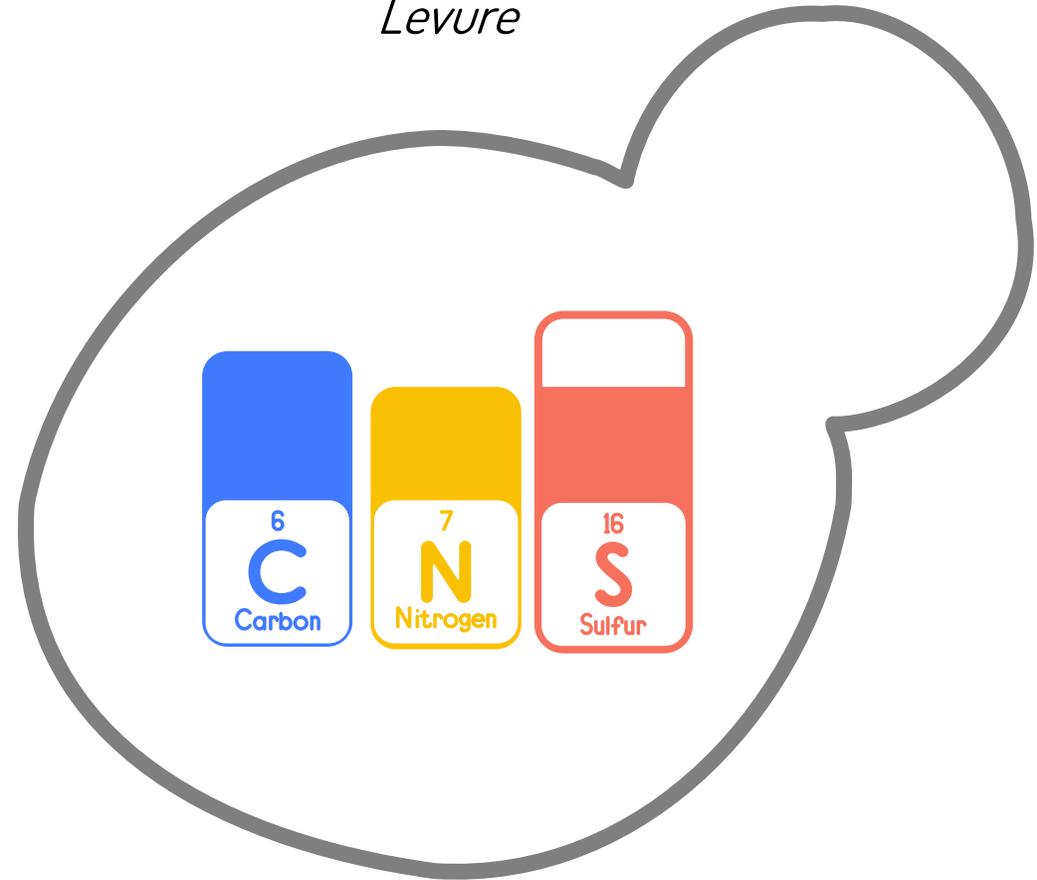


# Les nutriments limitants

*Pseudomonas*

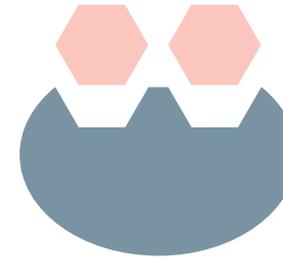


*Levure*

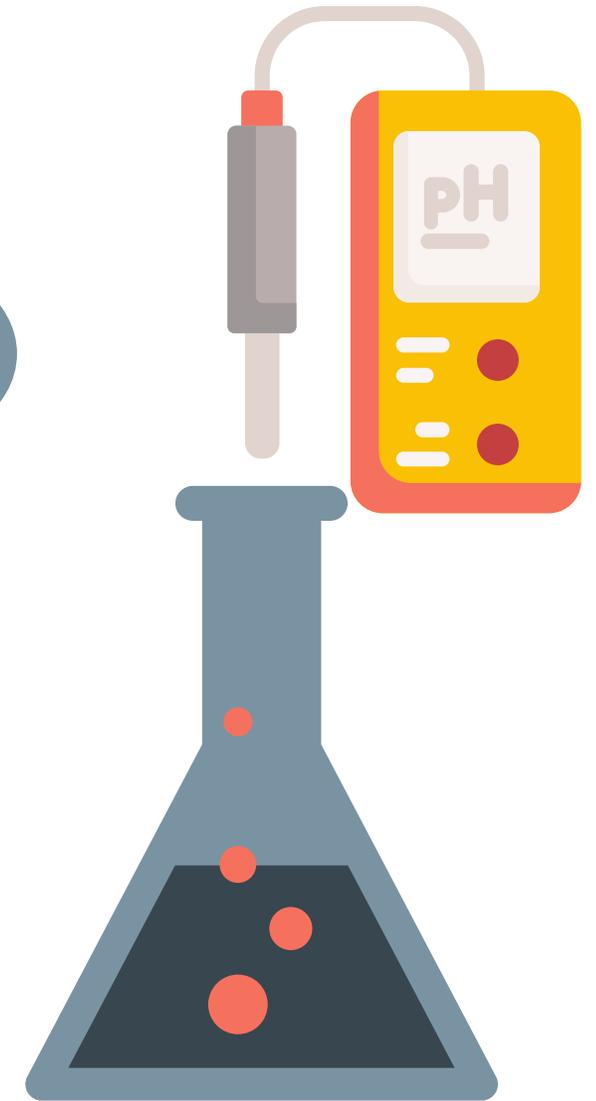
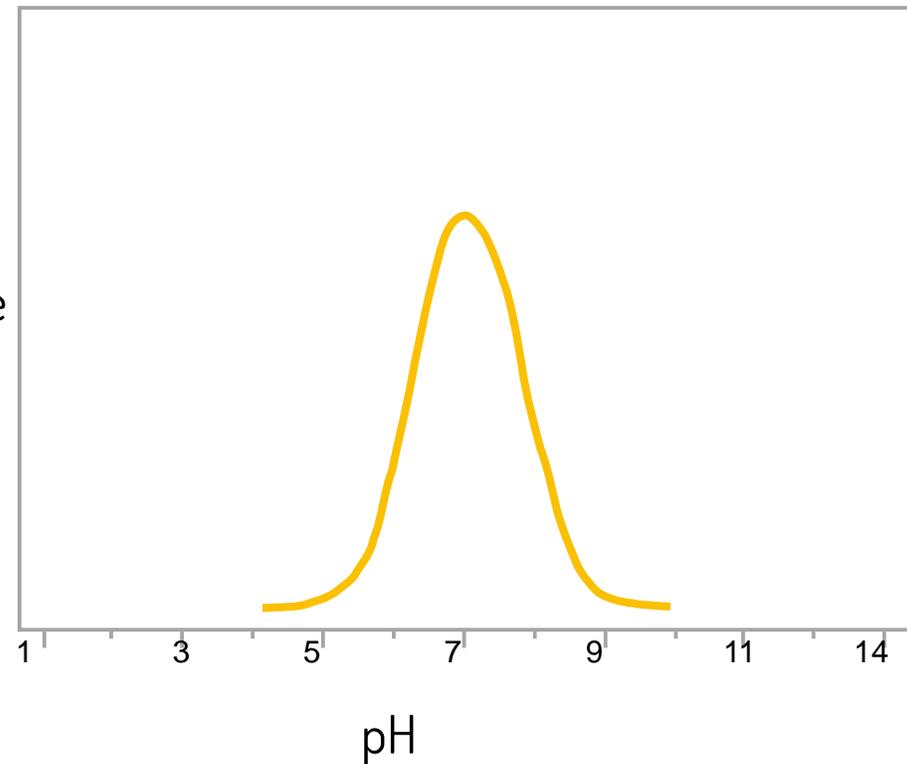


# Le pH

Le pH affecte le fonctionnement des enzymes



Vitesse de croissance



# L'oxygène



Aérobés

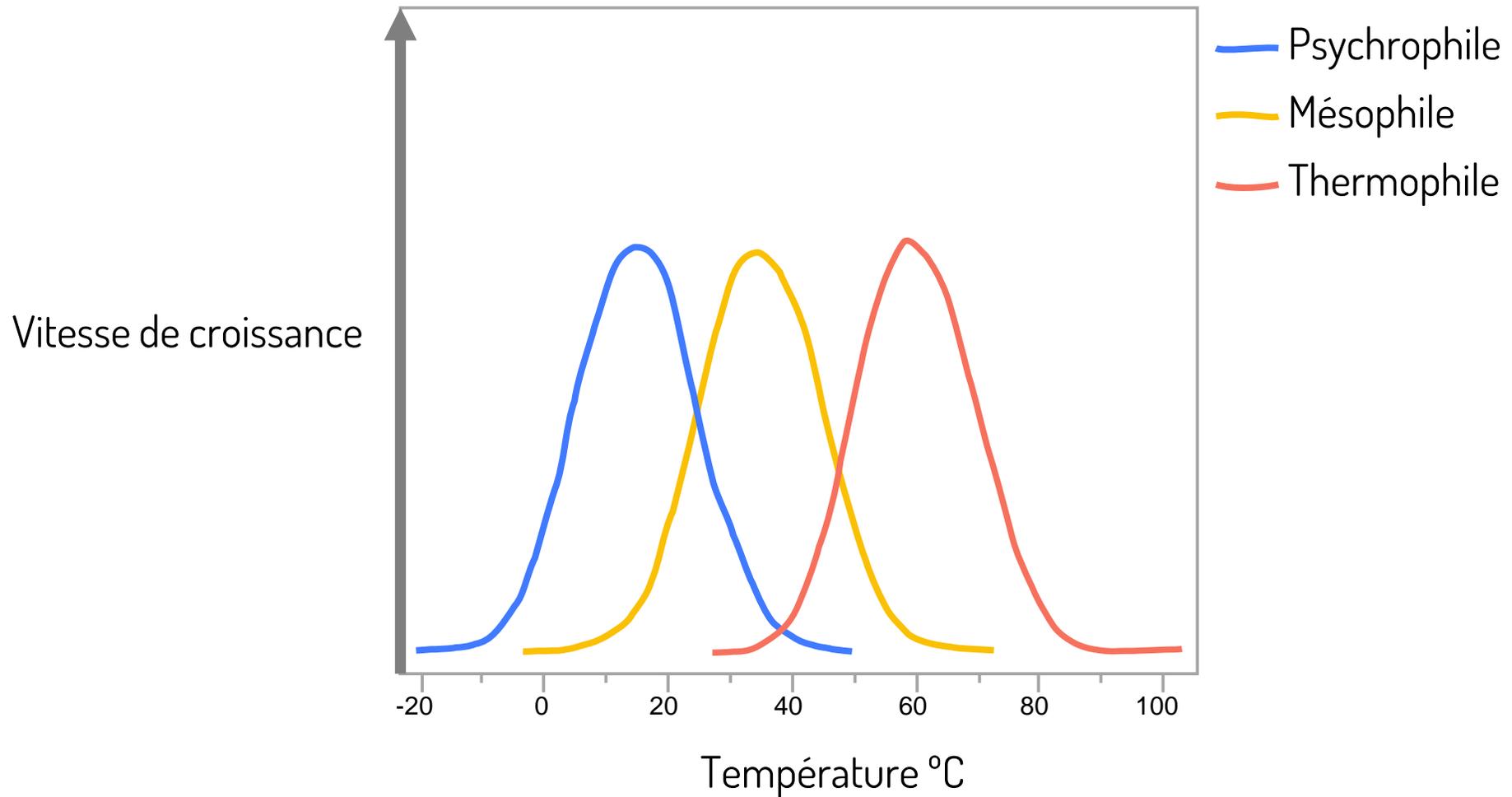


Anaérobés facultatifs



Anaérobés stricts

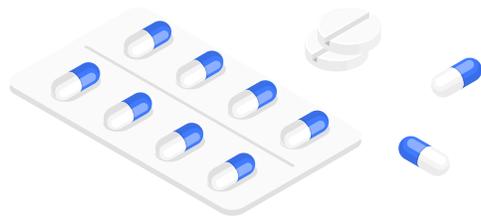
# La température



# Autres facteurs

## Inhibiteurs naturels

- Métabolites microbiens

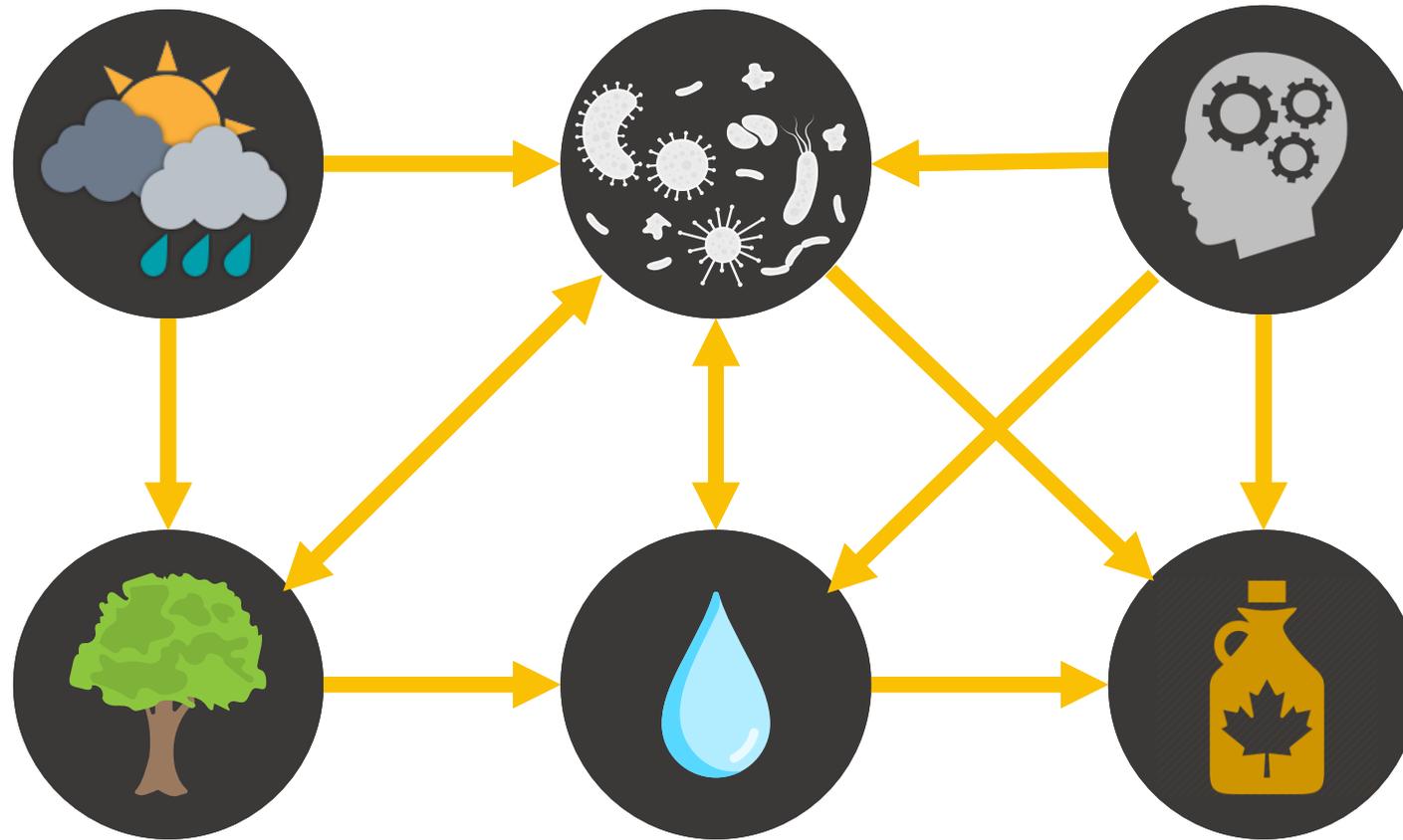




# Le microbiote naturel de l'écosystème acéricole



# Les micro-organismes au coeur du système acéricole

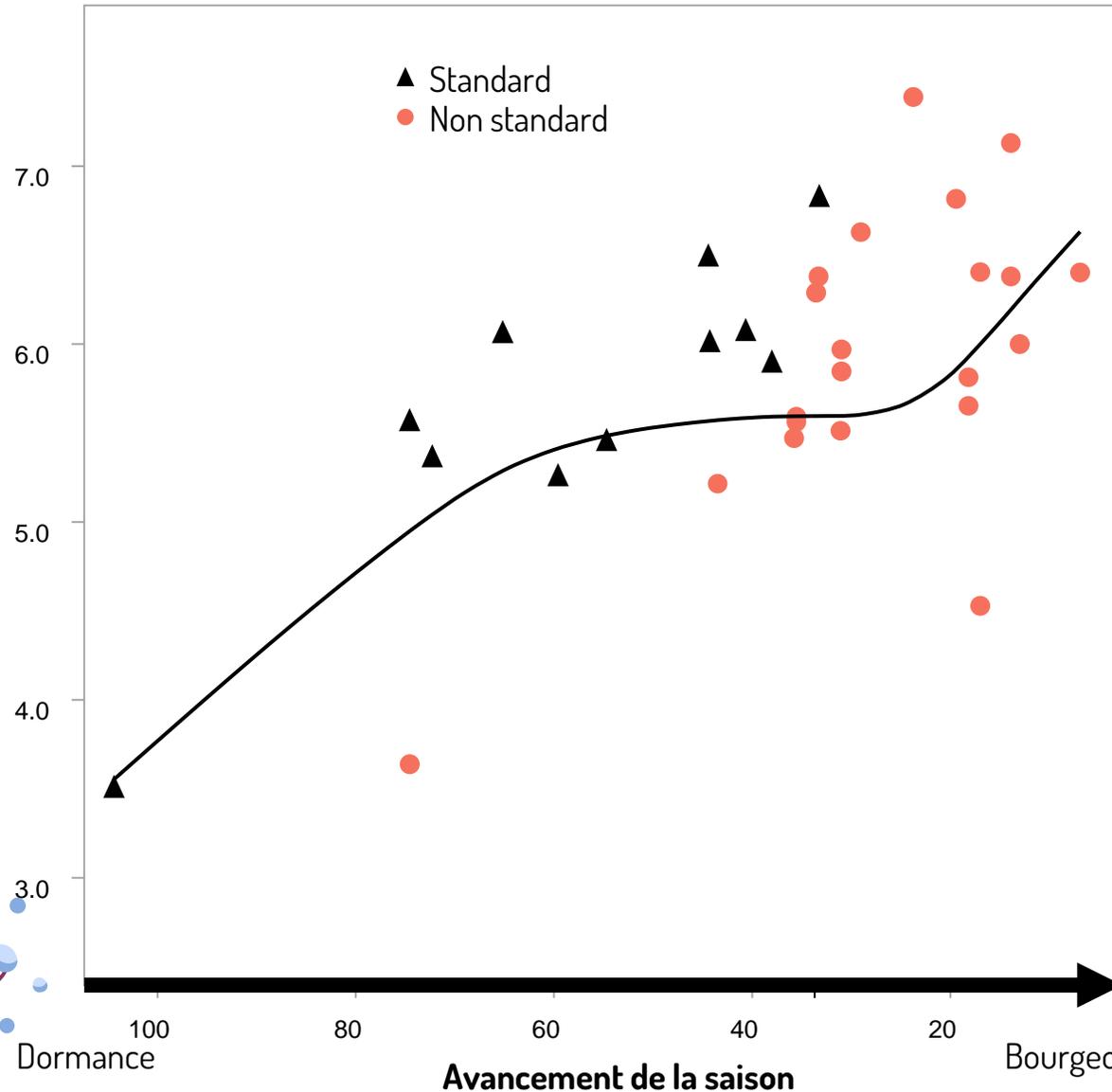
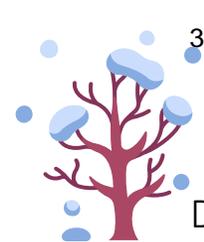


# Sources de contamination

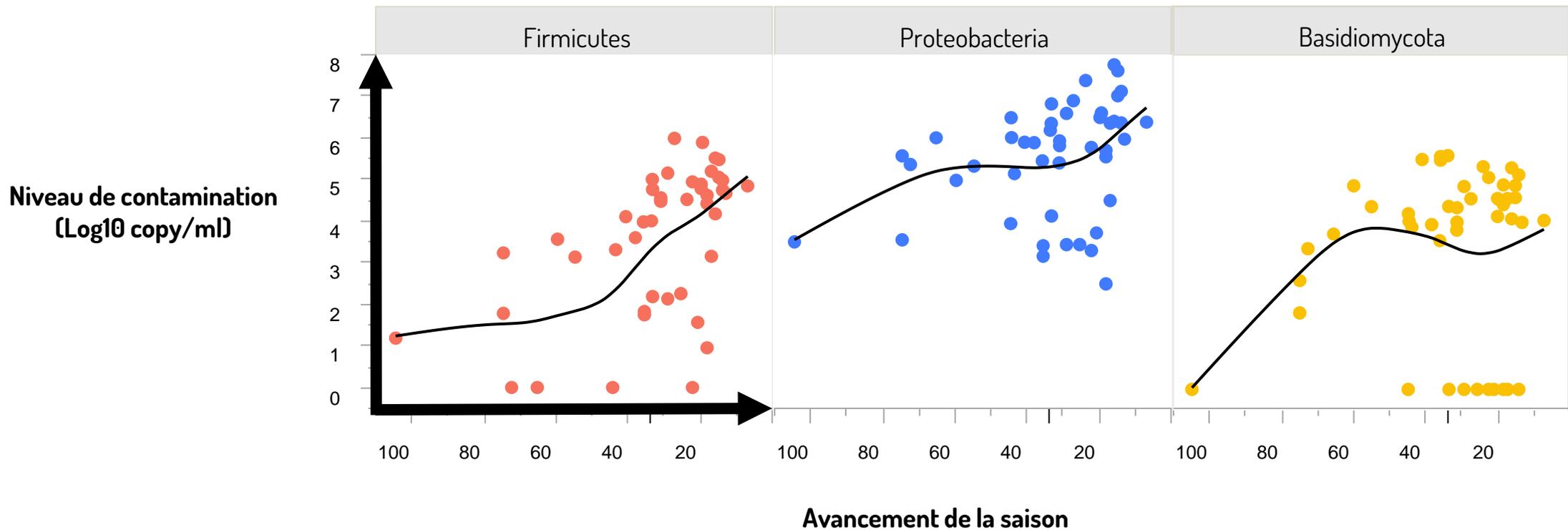


# La présence de micro-organismes dans la sève

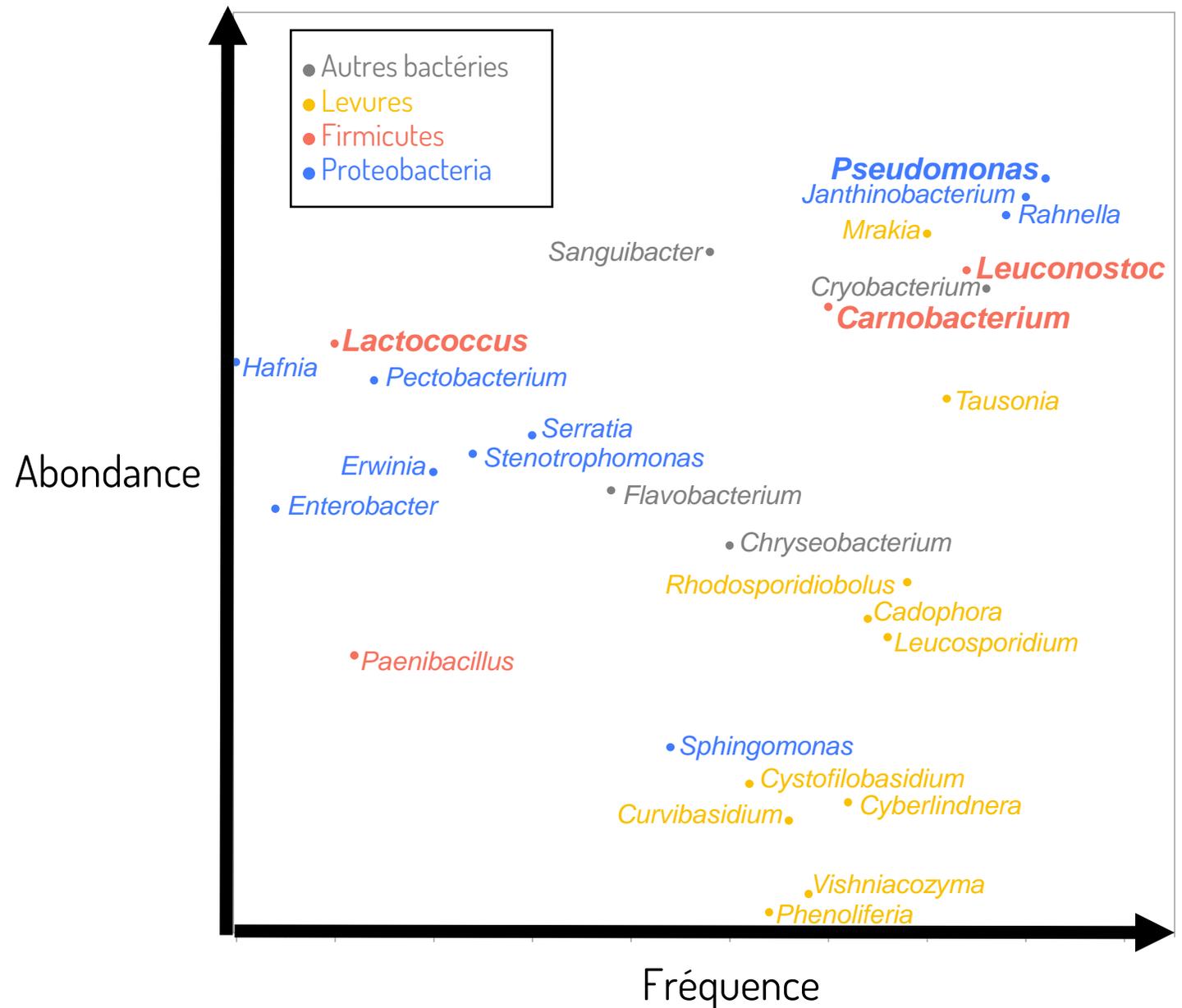
  
Niveau de contamination  
(Log<sub>10</sub> copies/ml)



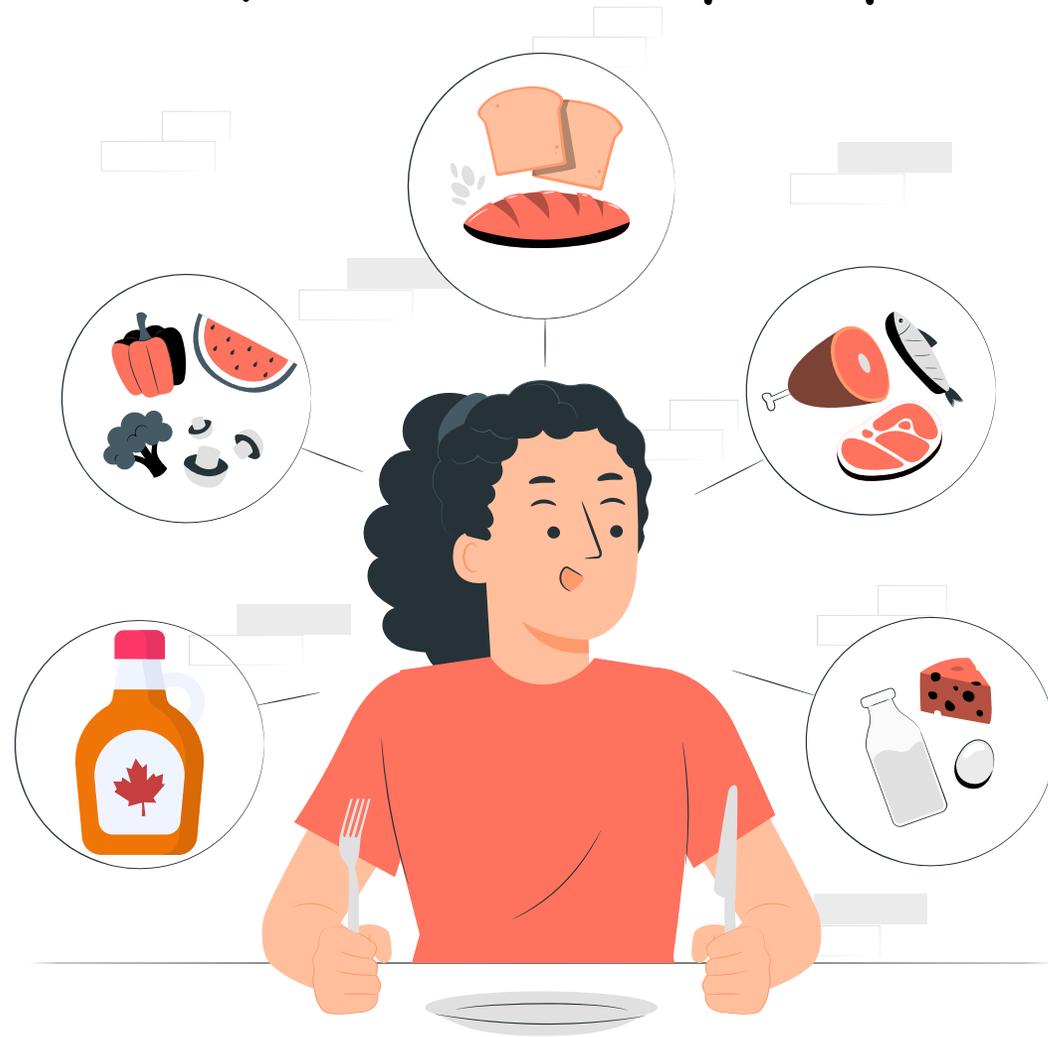
# Les facteurs en lien avec le réveil de dormance de l'érable influencent certains groupes bactériens



# Les principaux genres microbiens

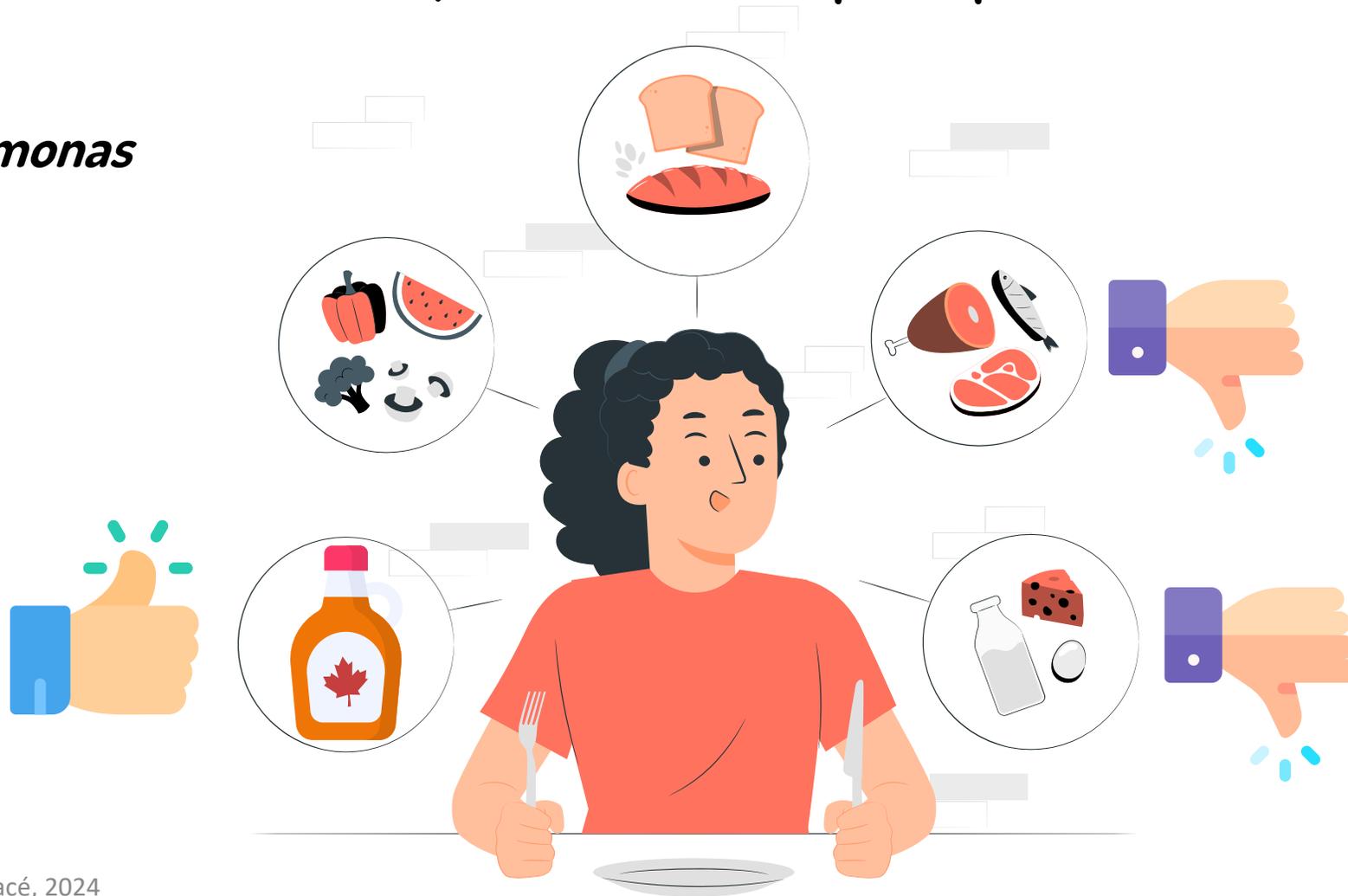


# Les bons et les mauvais micro-organismes : une question de perspective!



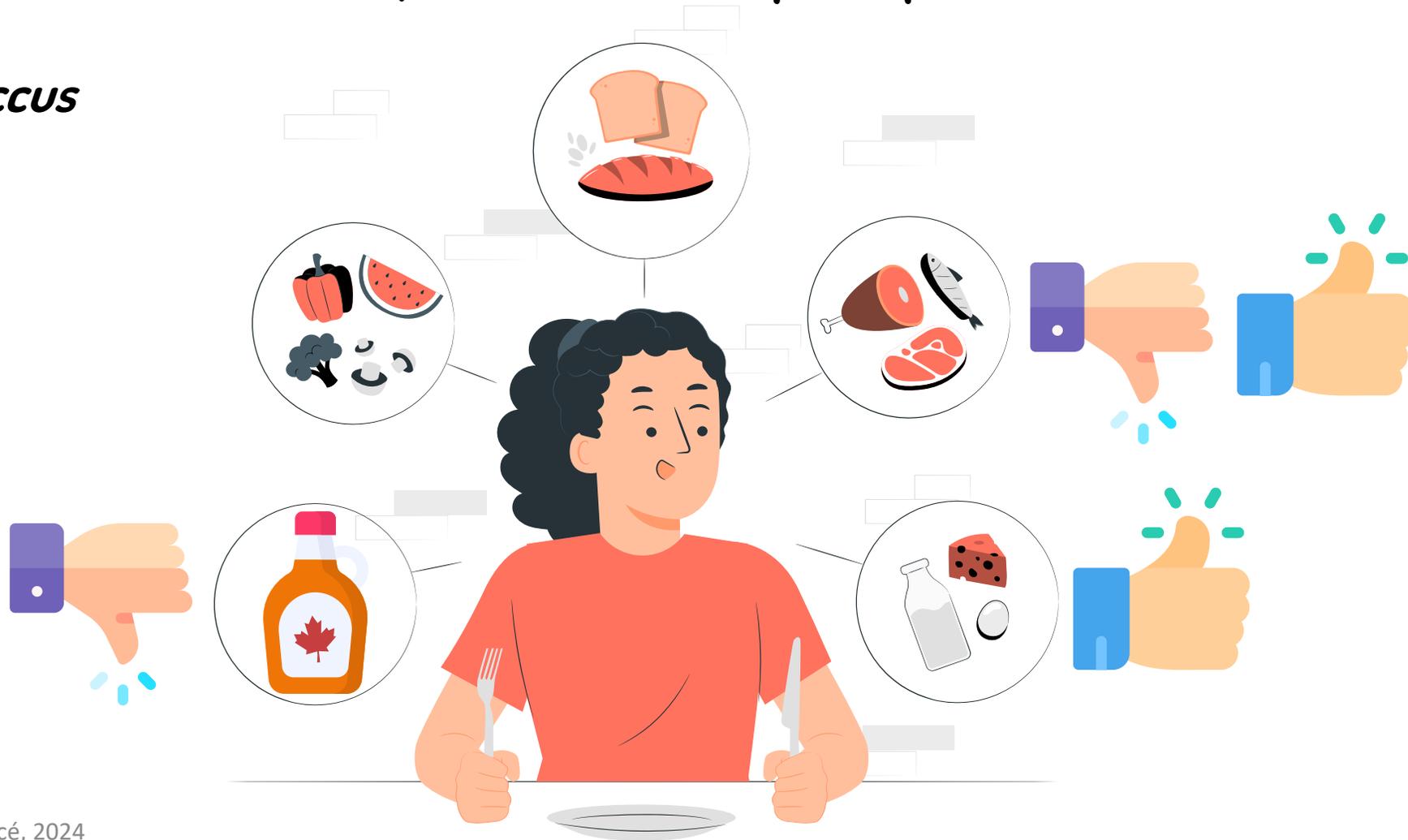
# Les bons et les mauvais micro-organismes : une question de perspective!

*Pseudomonas*



# Les bons et les mauvais micro-organismes : une question de perspective!

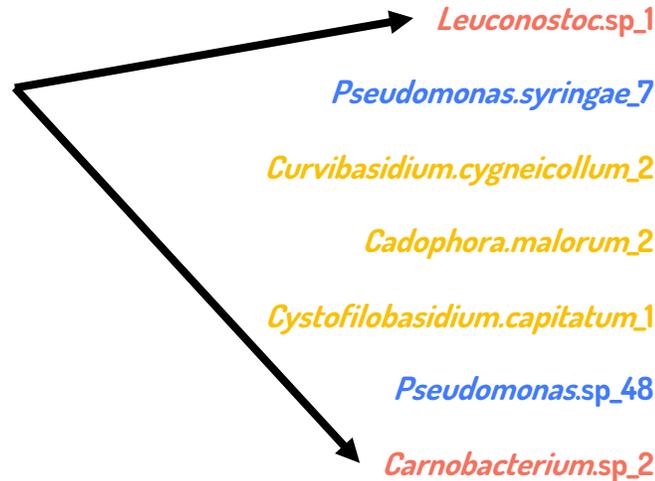
## *Lactococcus*



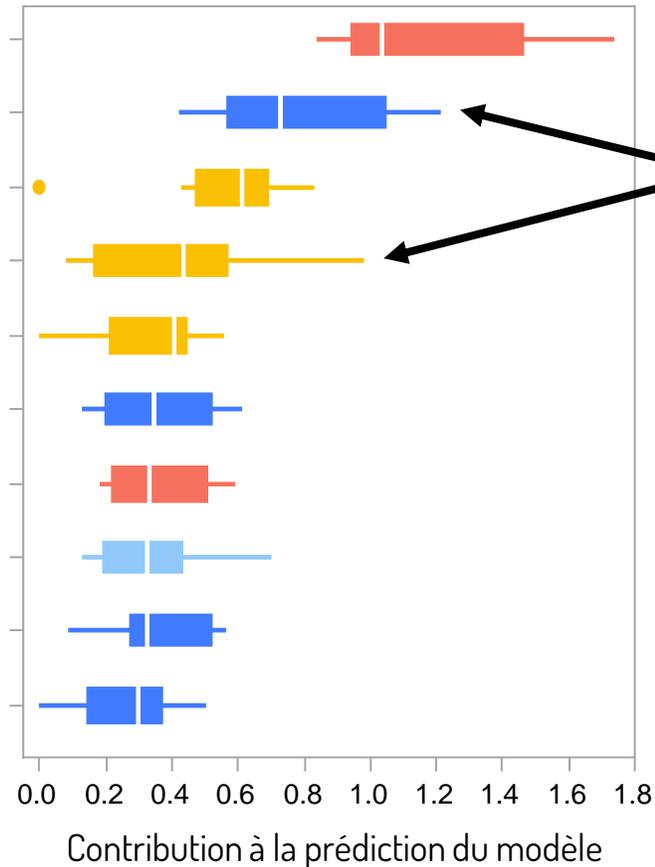
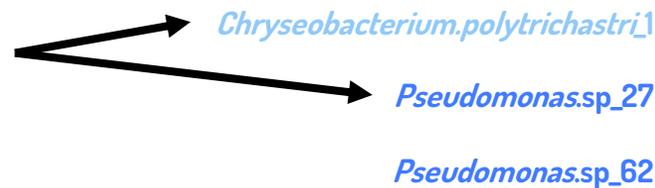
# Les micro-organismes associés à la qualité

## Les 10 meilleurs prédicteurs de conformité du sirop

2-3 fois plus abondantes dans les sirops non conformes



Associés aux bons sirops



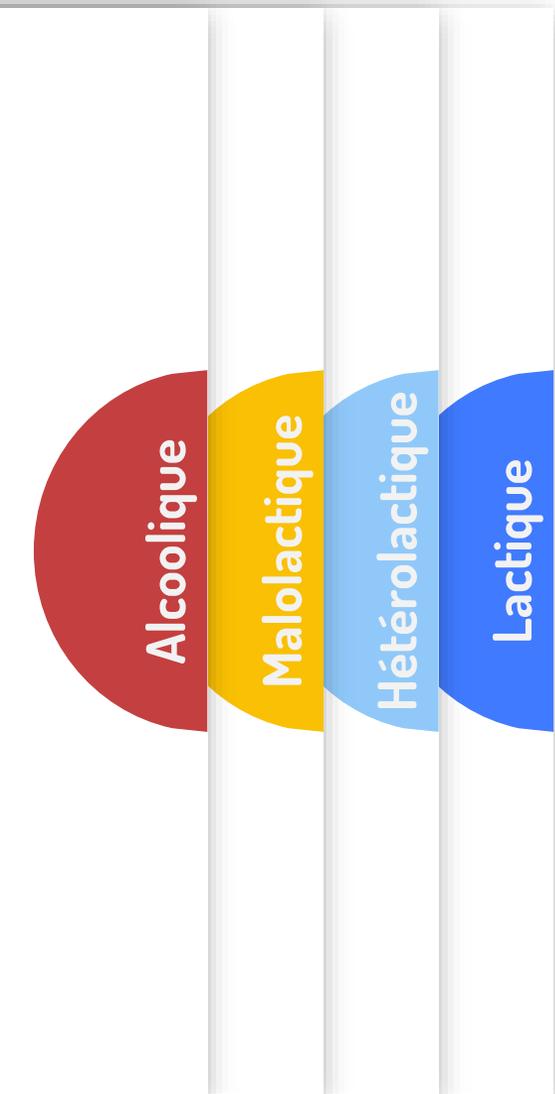
Pythopathogènes

- Autres bactéries
- Levures
- Firmicutes
- Proteobacteria

Qu'est-ce qui cause le sirop suri?



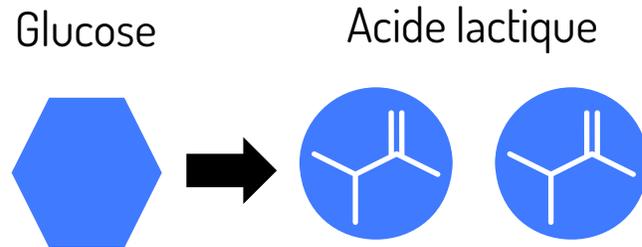
# Les types de fermentation



Processus métabolique qui libère de l'énergie

# Les types de fermentation

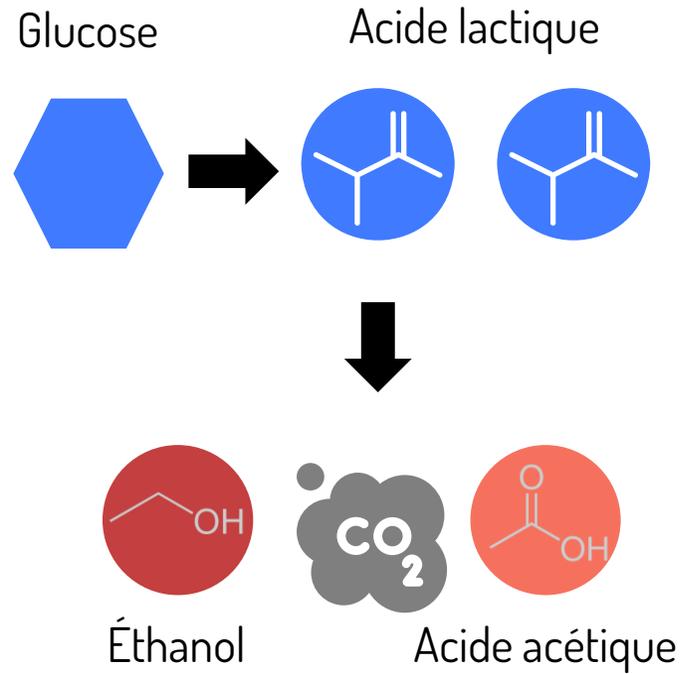
- Alcoolique
- Malolactique
- Hétérolactique



- Lactique

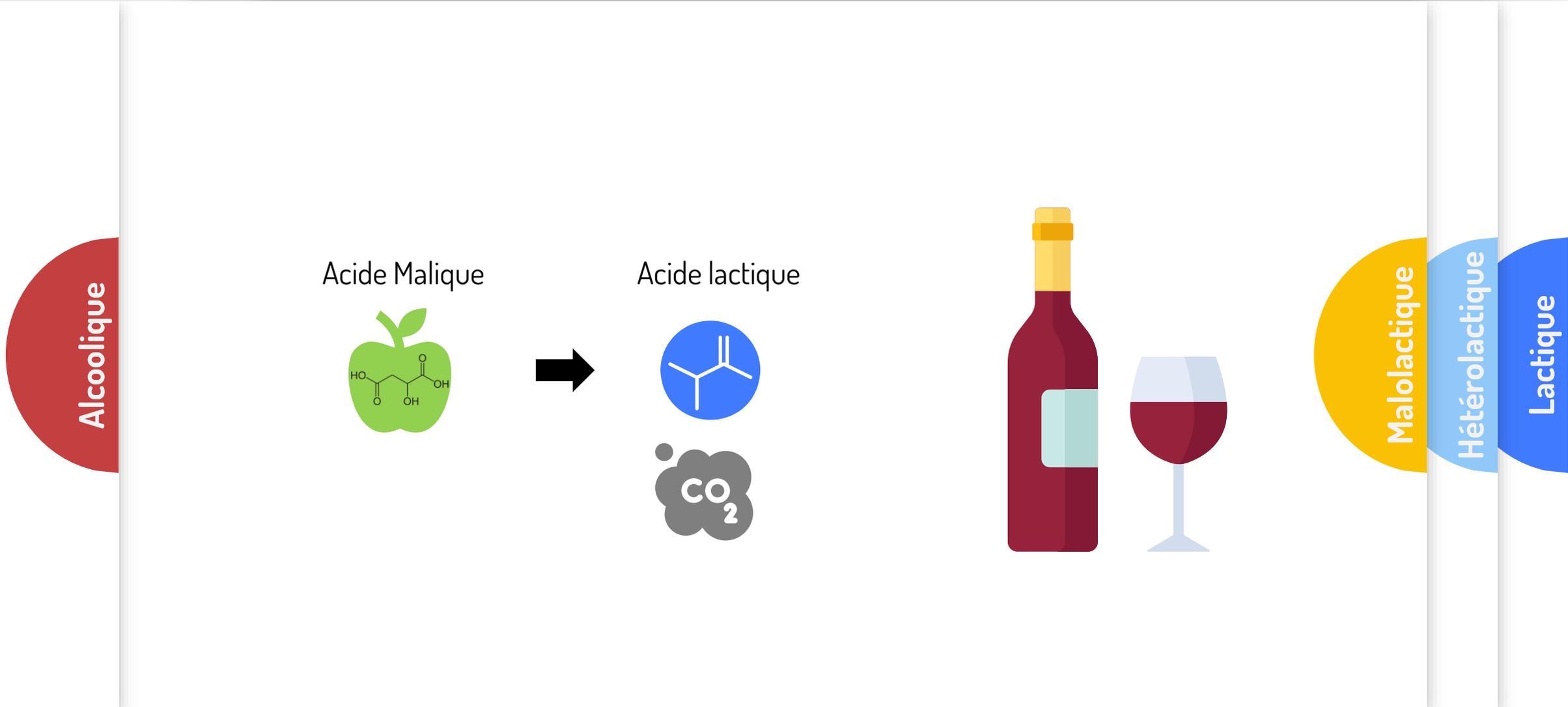
# Les types de fermentation

Alcoolique  
Malolactique

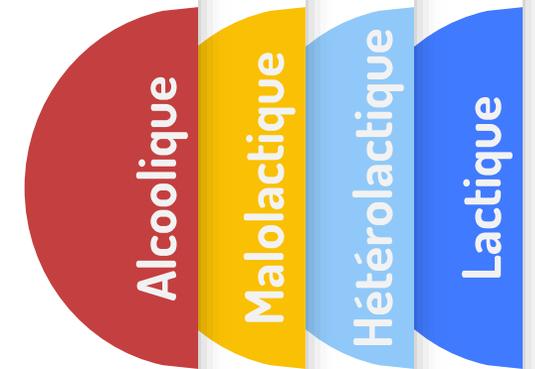
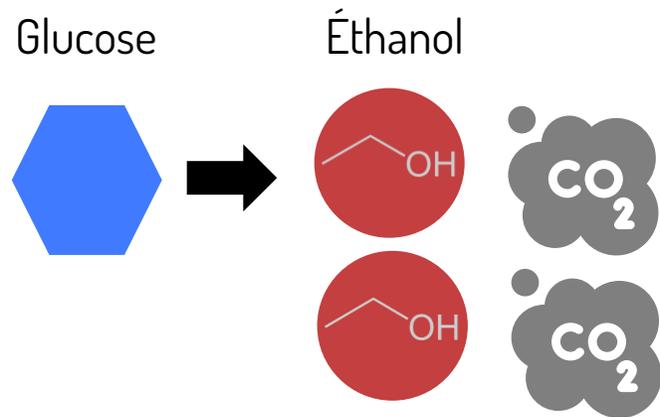


Hétérolactique  
Lactique

# Les types de fermentation



# Les types de fermentation

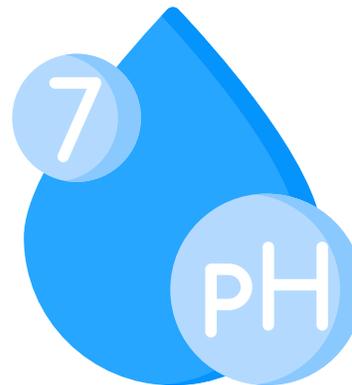


# Effet sur le pH

Les fermentations lactique et hétérolactique diminuent le pH



La fermentation malolactique augmente légèrement le pH

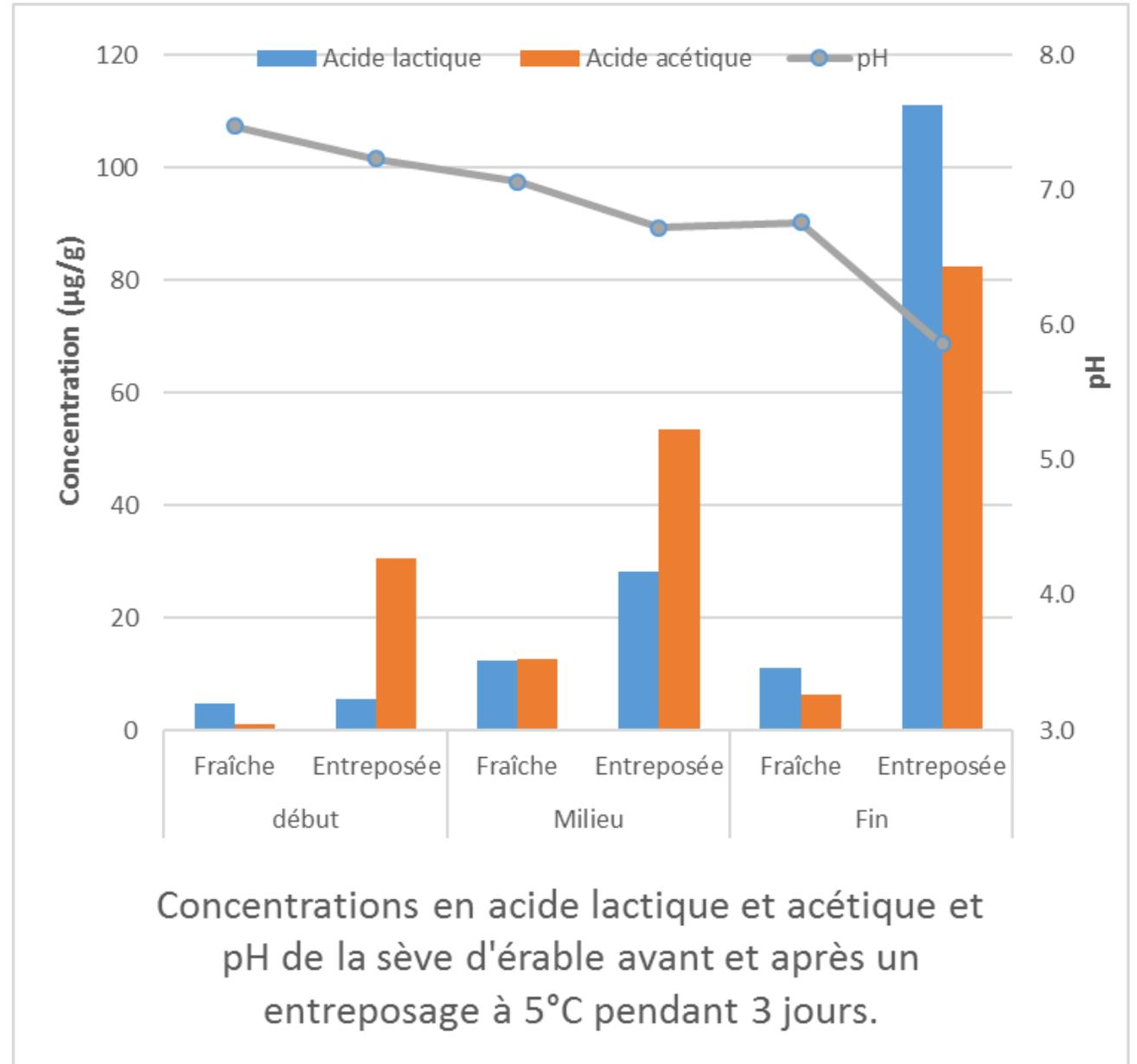


# Le sirop suri

Les micro-organismes produisent de l'acide lactique et acétique dans la sève lors de l'entreposage

La production d'acides est plus importante dans la sève de fin de saison

*Ce projet a été réalisé pour le bénéfice des Producteurs et productrices acéricoles du Québec et financé grâce au Programme d'innovation en agriculture (PIA) d'Agriculture et agro-alimentaire Canada*



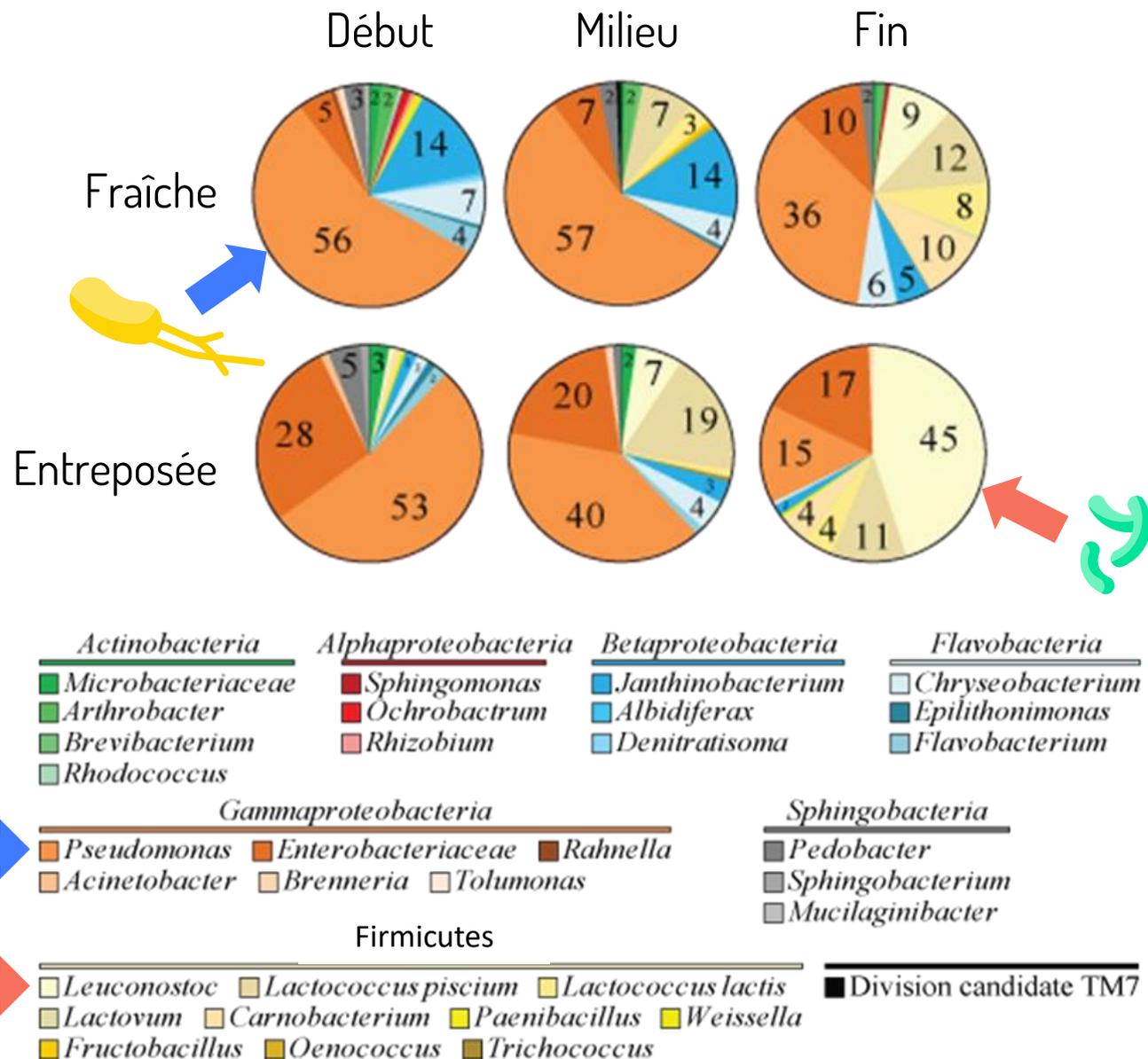
# Principales bactéries de la sève impliquées dans la fermentation

Bactérie lactique 	Fermentation lactique	Fermentation hétérolactique	Fermentation malolactique
<i>Lactococcus</i>	X		
<i>Carnobacterium</i>		X	
<i>Leuconostoc</i>		X	X

# Le sirop suri

L'entreposage de la sève provoque un changement dans les proportions de familles bactériennes

Les *Pseudomonas* cèdent la place aux bactéries lactiques (surtout en fin de saison)

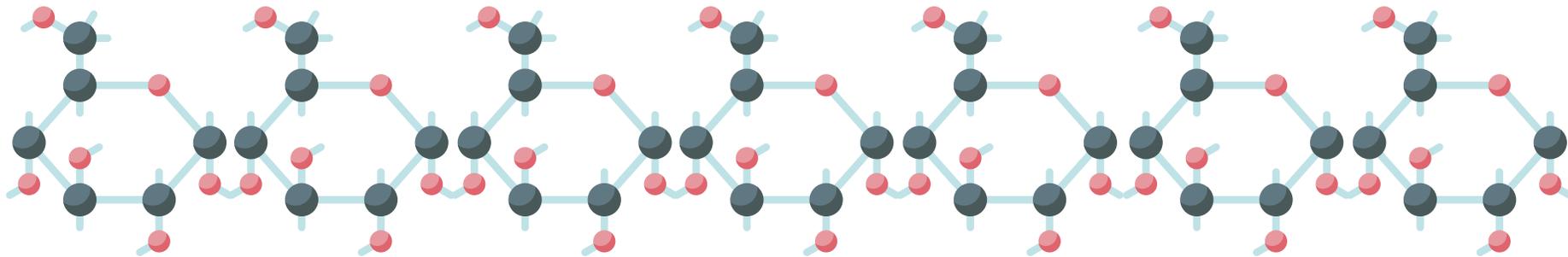
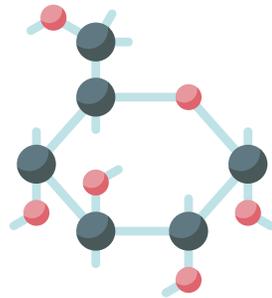
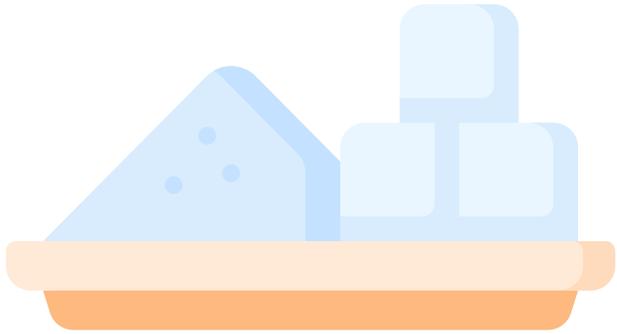


# Le sirop filant

Le problème se développe dans la sève et le concentré, mais se manifeste dans le sirop malgré le chauffage

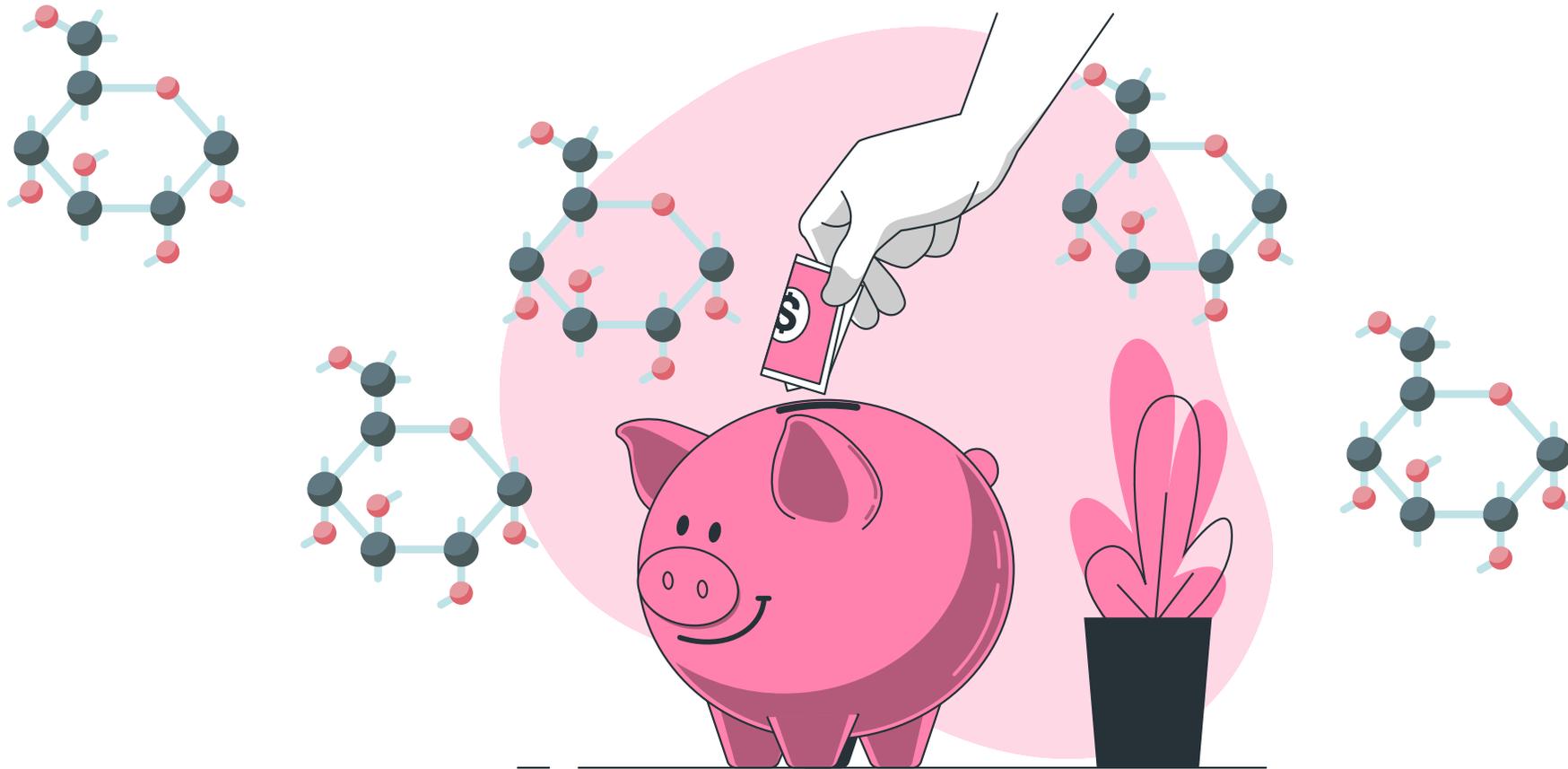


# Le sirop filant

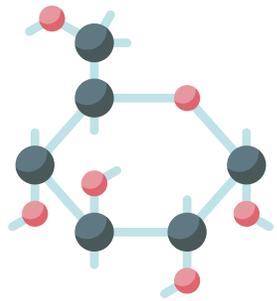


Polysaccharide

# Pourquoi les micro-organismes produisent-ils des polysaccharides?

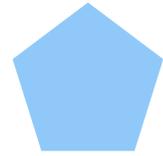


# Pourquoi les micro-organismes produisent-ils des polysaccharides?

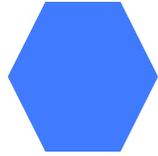


# Divers types de polysaccharides

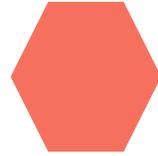
## Monosaccharides



Fructose



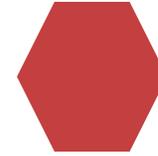
Glucose



Arabinose



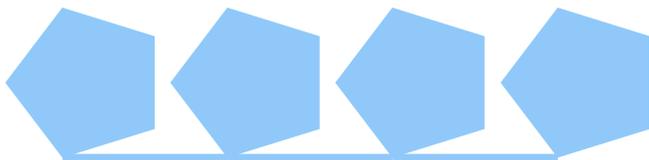
Galactose



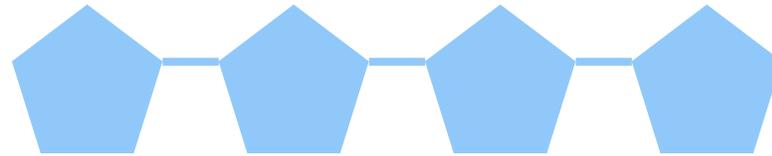
Rhamnose

---

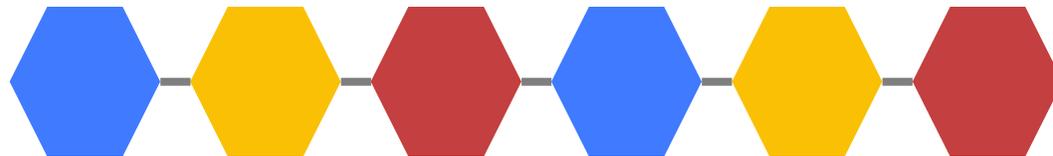
## Polysaccharides



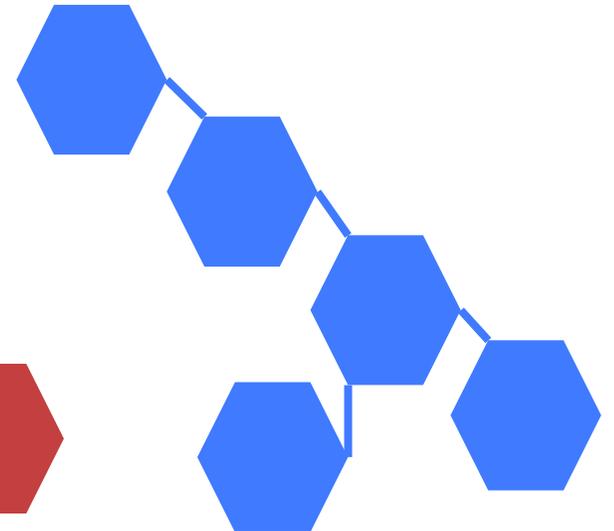
Inulin



Levan



Heteropolysaccharides



Dextran

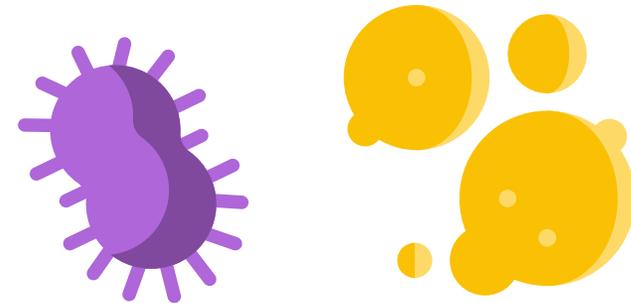
# Espèces impliquées

## Groupe des firmicutes

- Bactéries lactiques
- *Leuconostoc mesenteroides*
- Enterobacter



## Autres



# Facteurs qui influencent la production de polysaccharides

Différence entre les espèces

Interactions microbiennes

- La présence de levures peut stimuler la production par les bactéries lactiques

Sources de nutriments

- Sucrose vs glucose
- Ammonium vs acides aminés

Température

Oxygénation

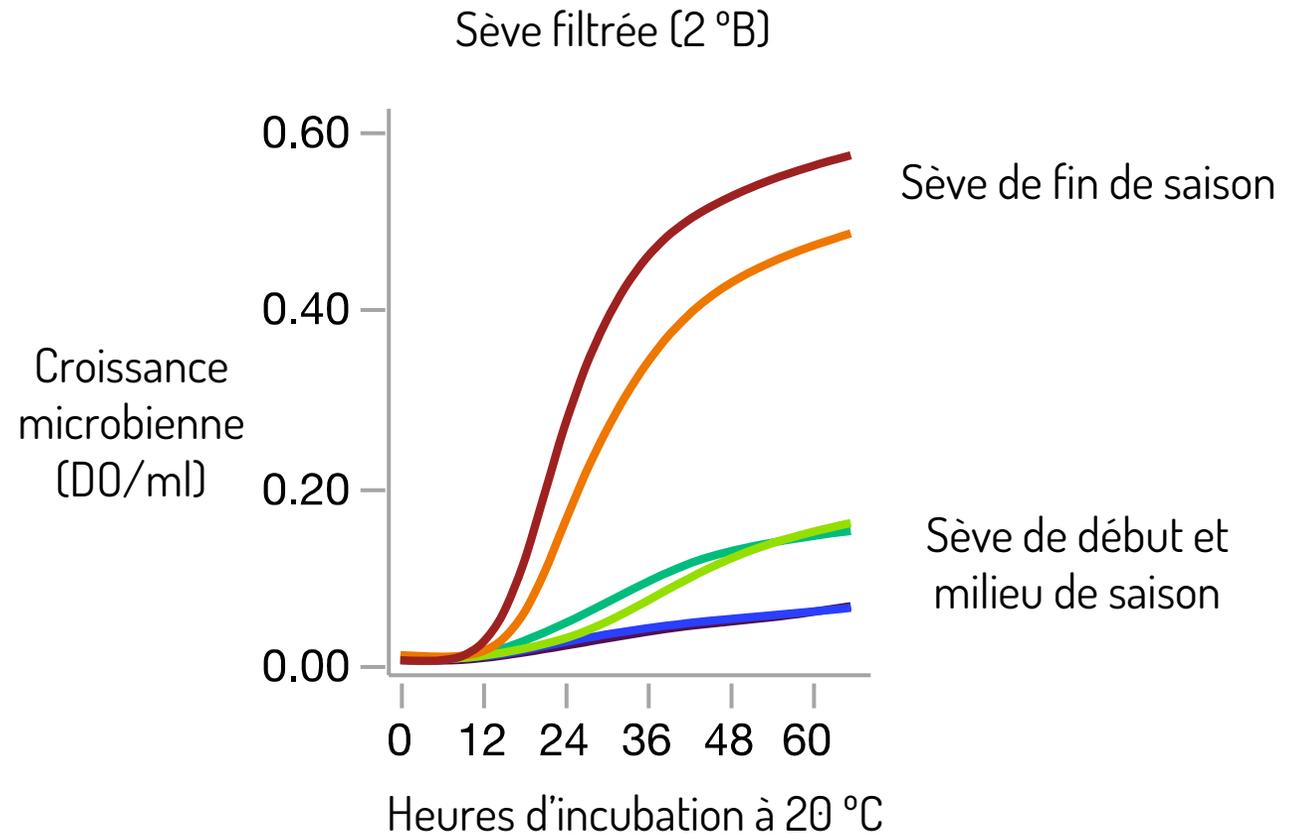
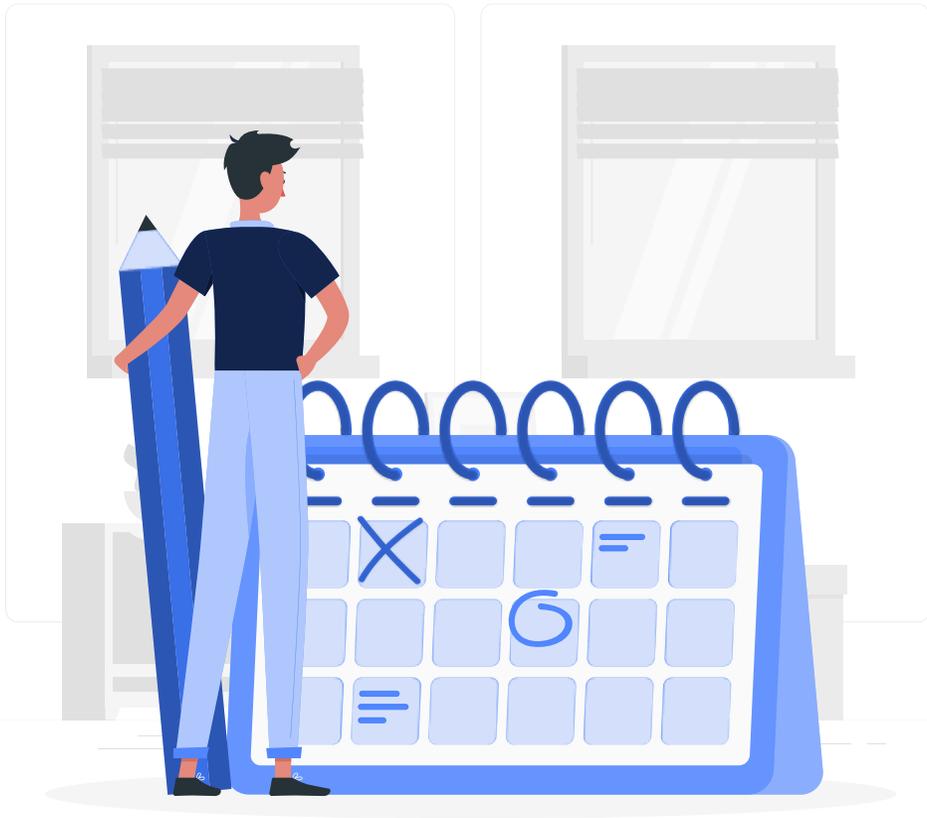
pH

# Facteurs de risque

Qu'est-ce qui favorise la  
fermentation et la production de  
polysaccharides?

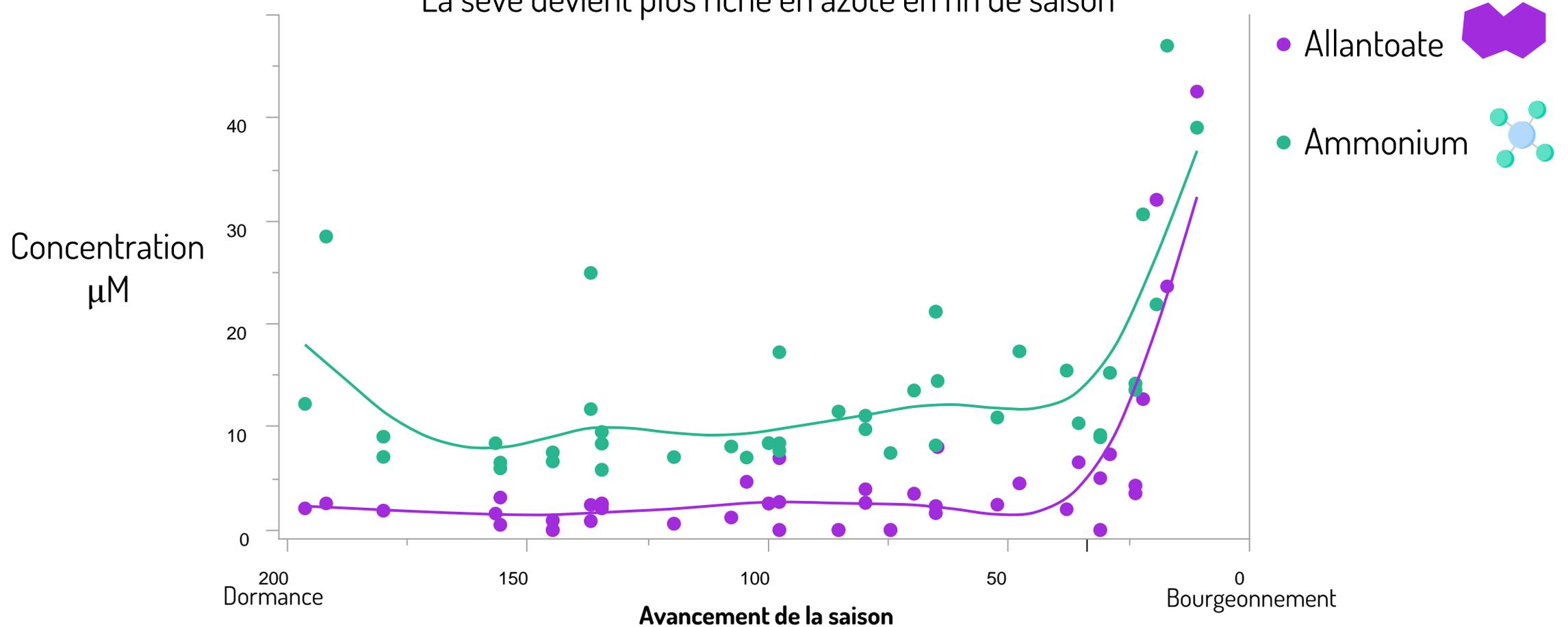


# Avancement de la saison



# Avancement de la saison

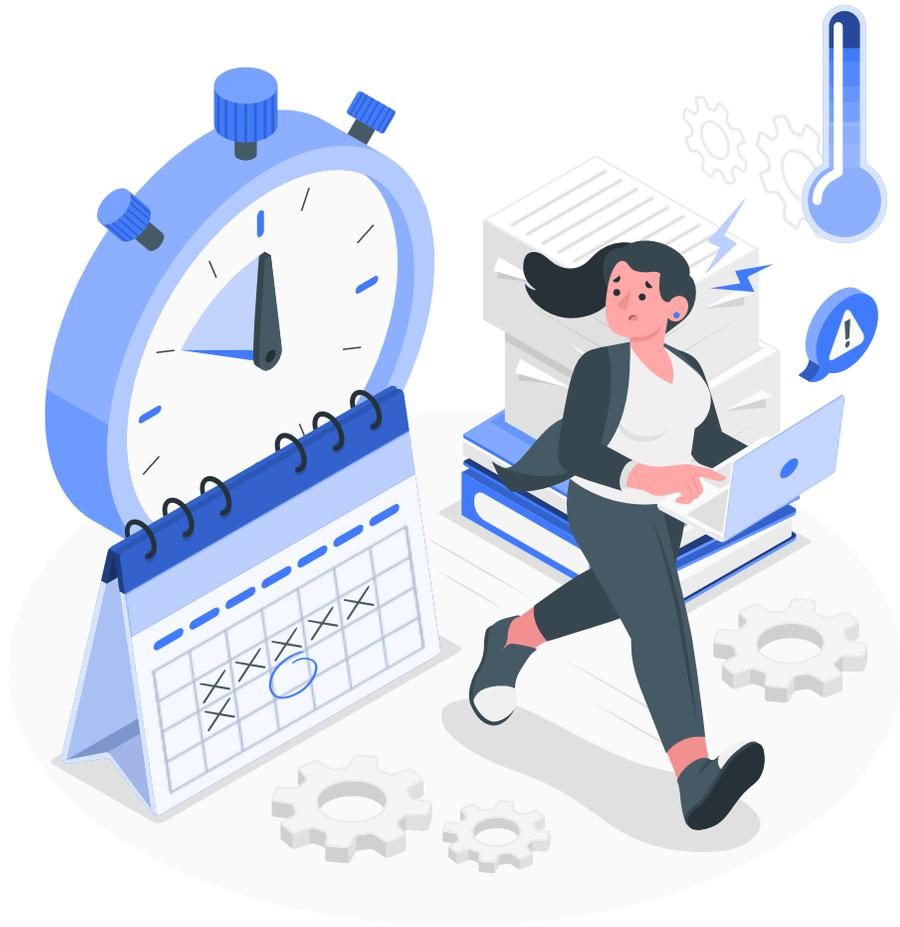
La sève devient plus riche en azote en fin de saison



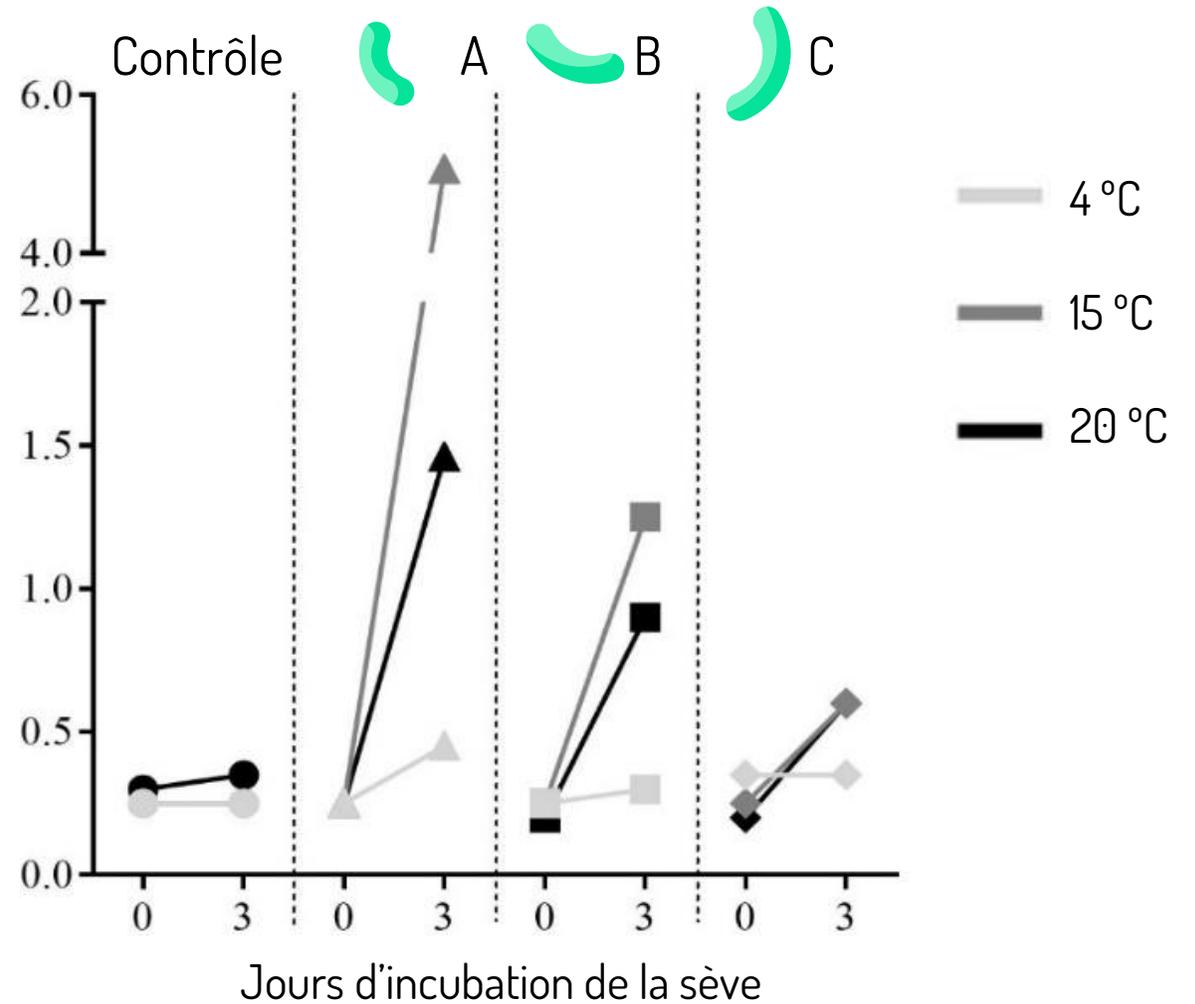
# Température et temps d'entreposage



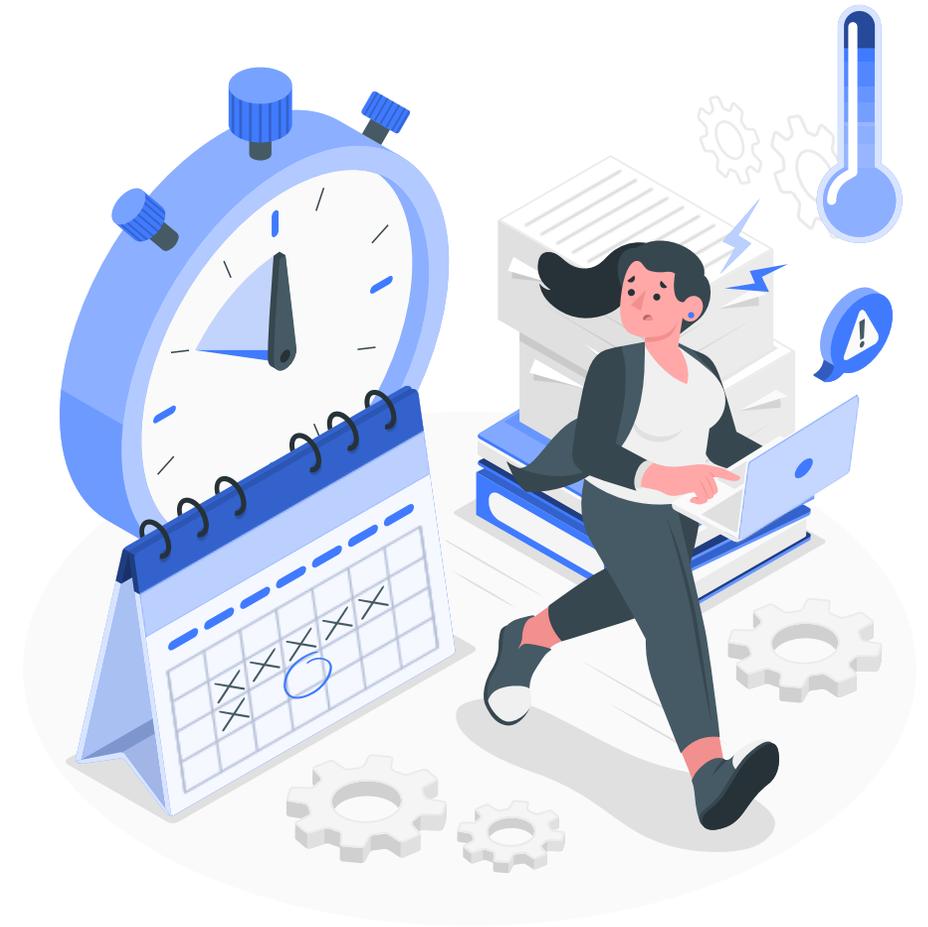
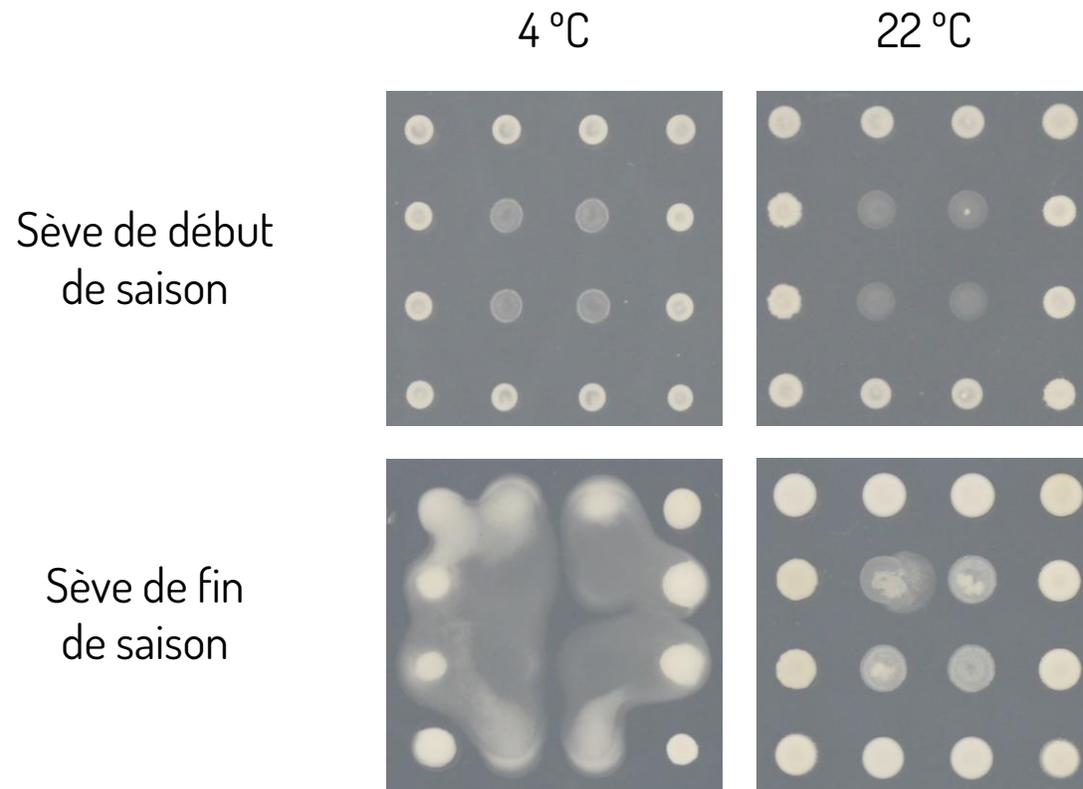
# Température et temps d'entreposage



Viscosité  
de la sève  
(cP)



# Température et temps d'entreposage



# Assainissement des équipements



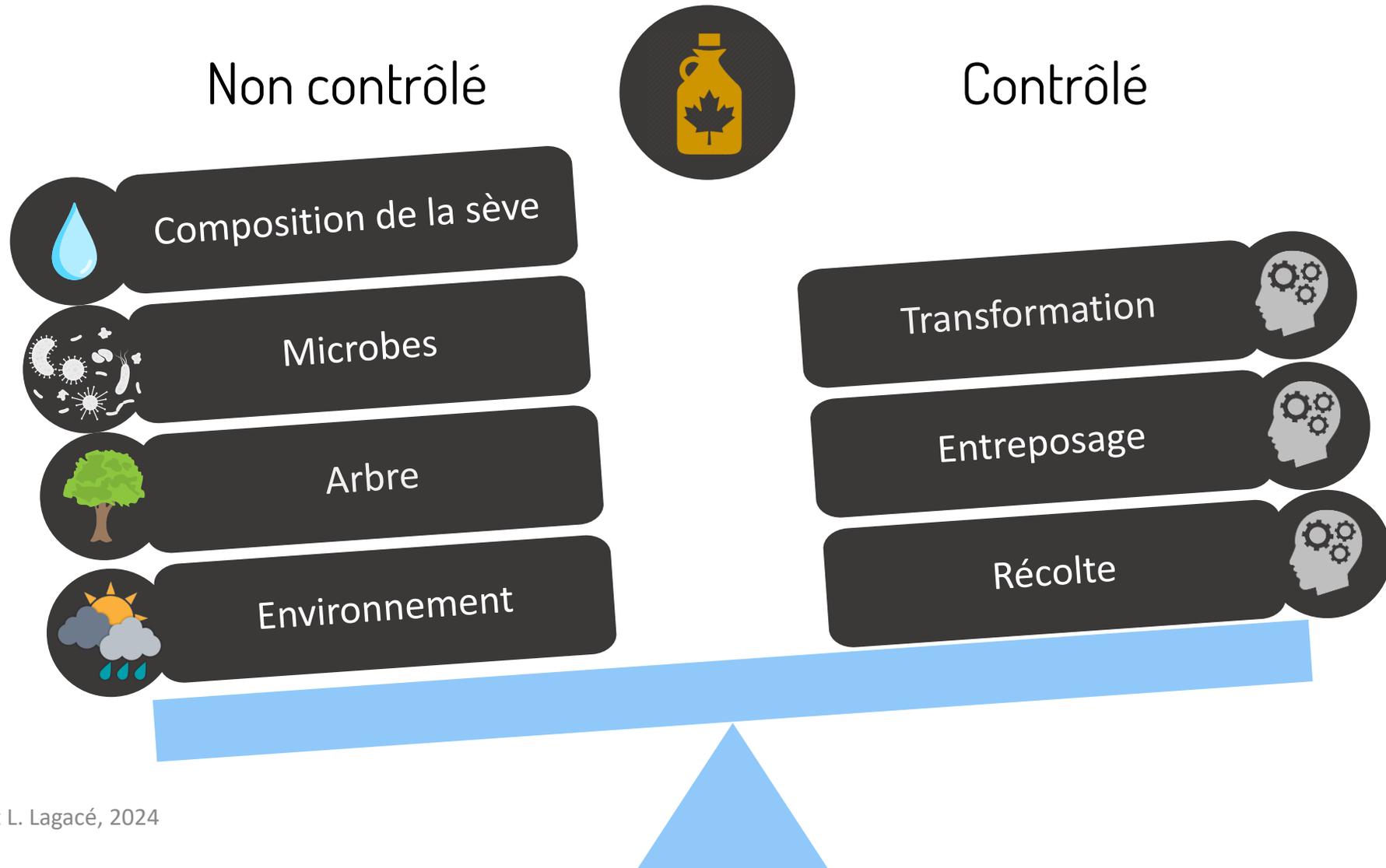
# Travaux en cours

Validation de l'innocuité du sirop filant

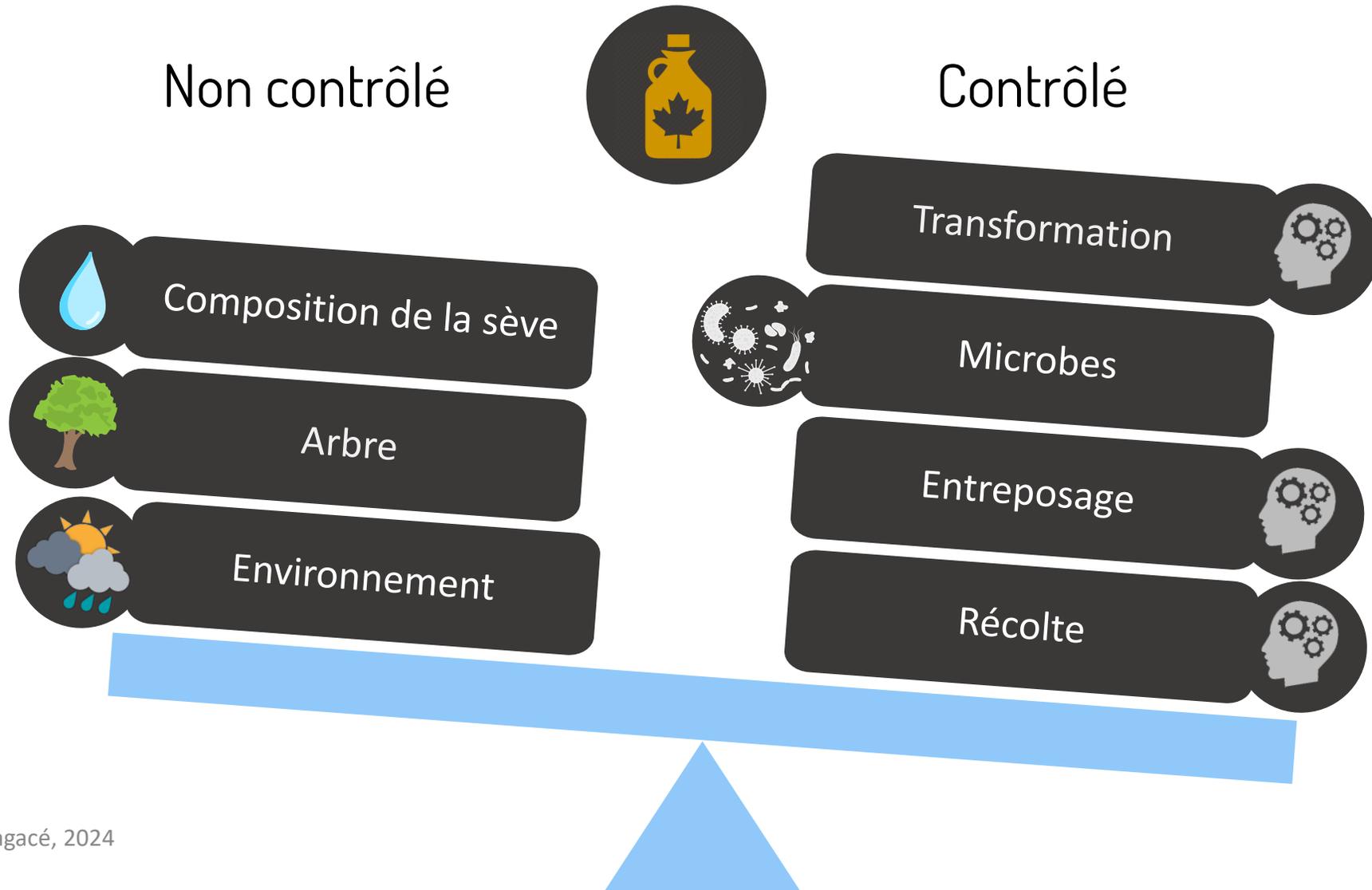
Caractérisation chimique des sirops Vr4



# Perspectives



# Perspectives



# Remerciements



PARTENARIAT  
CANADIEN pour  
l'AGRICULTURE

Canada Québec

Mitacs

Producteurs et productrices  
acéricoles du Québec

