



---

# **Comment les composants du vin ou du cidre influencent la durée de conservation en cannette**

---

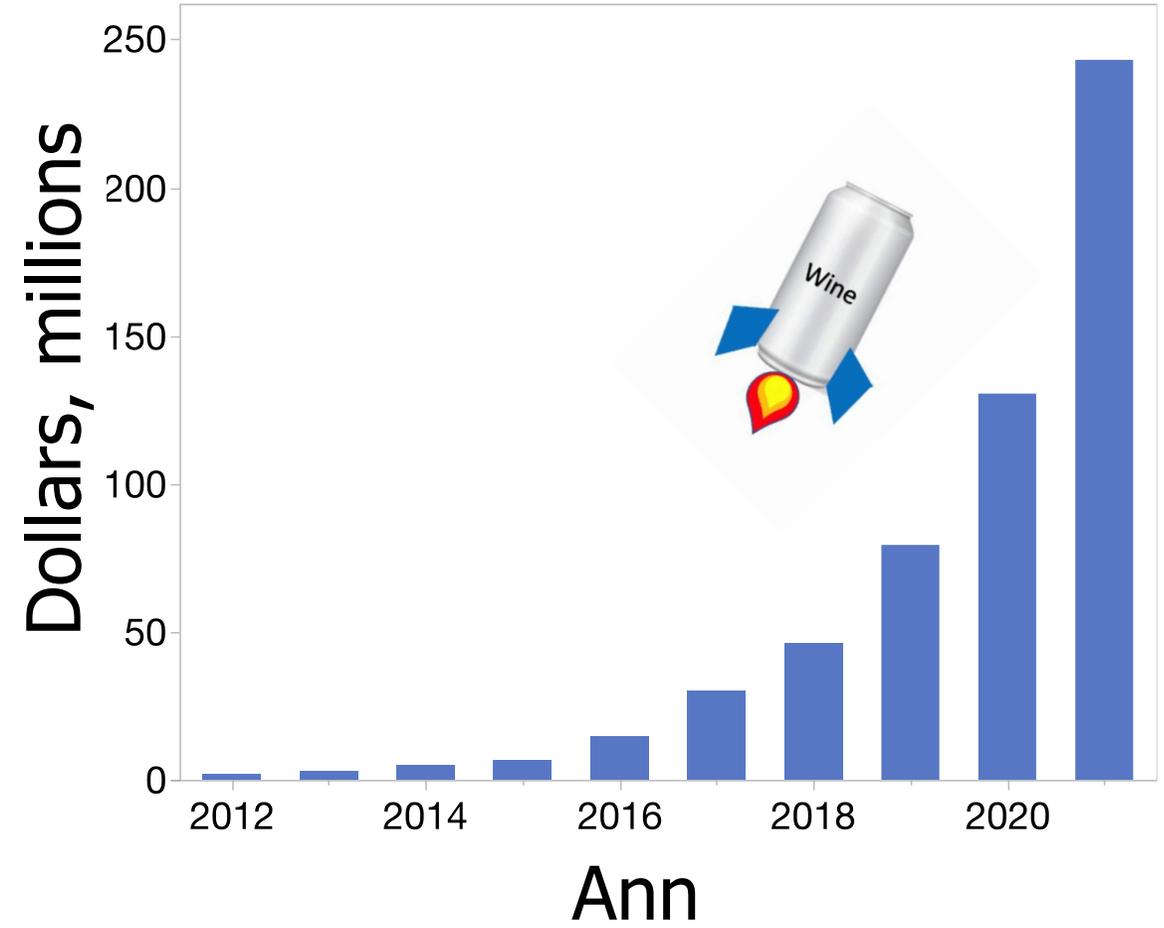
**Congrès cidres, vins et alcools d'ici 2024**

Austin Montgomery

# Vin en conserve - emballage tendance

- Le type d'emballage qui connaît la croissance la plus rapide

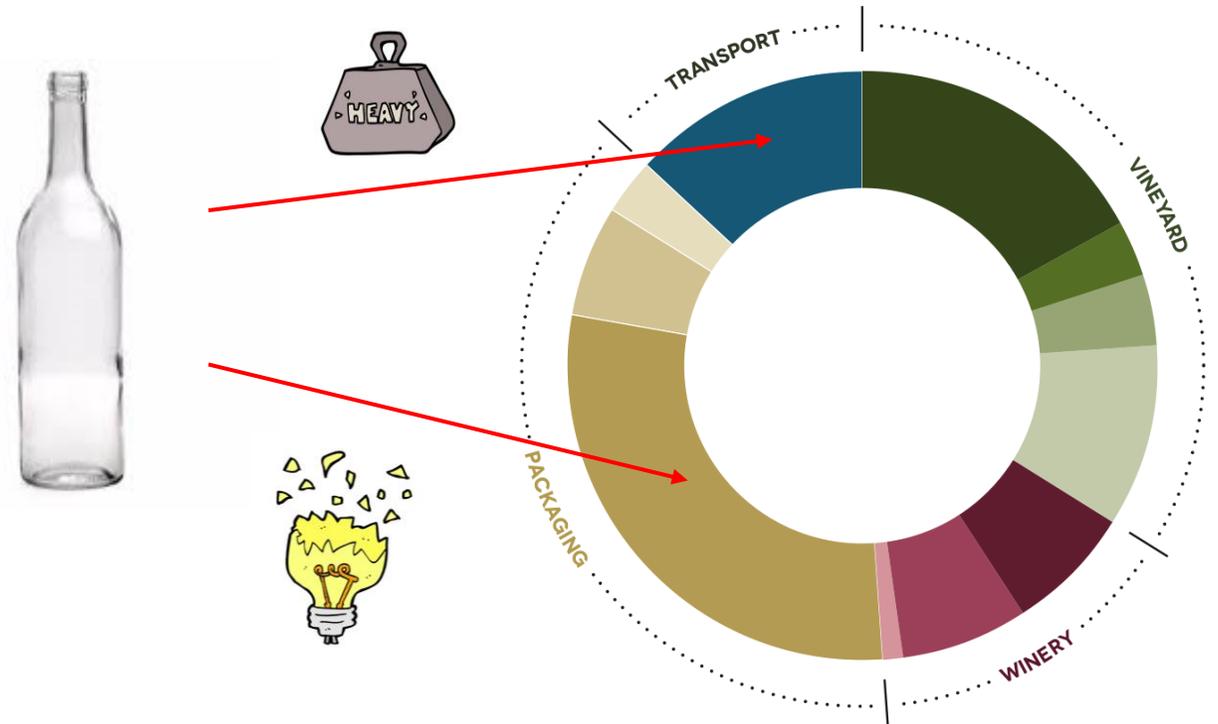
Bénéfices des vins en conserve aux États-Unis par année



# Vin en conserve - emballage tendance

- Le type d'emballage qui connaît la croissance la plus rapide
- Empreinte carbone plus faible

Impact relatif pour le carbone  
empreinte des vins



# Vin en conserve - emballage tendance

- Le type d'emballage qui connaît la croissance la plus rapide
- Empreinte carbone plus faible
- Emballage pratique



# Peut Problèmes spécifiques

## Problème

## Description

“Staling”

*Oxydation accélérée (en cas de présence d'air dans l'espace de tête ; ou suite à la **corrosion** et à la perte de l'étanchéité)*



# Peut Problèmes spécifiques

## Problème

## Description

“Staling”

*Oxydation accélérée (en cas de présence d'air dans l'espace de tête ; ou suite à la **corrosion** et à la perte de l'étanchéité)*



“Scalping”

*Absorption des substances odorantes par le **revêtement** polymérique (problème possible pour les arômes de houblon et les composés de cannabis).*



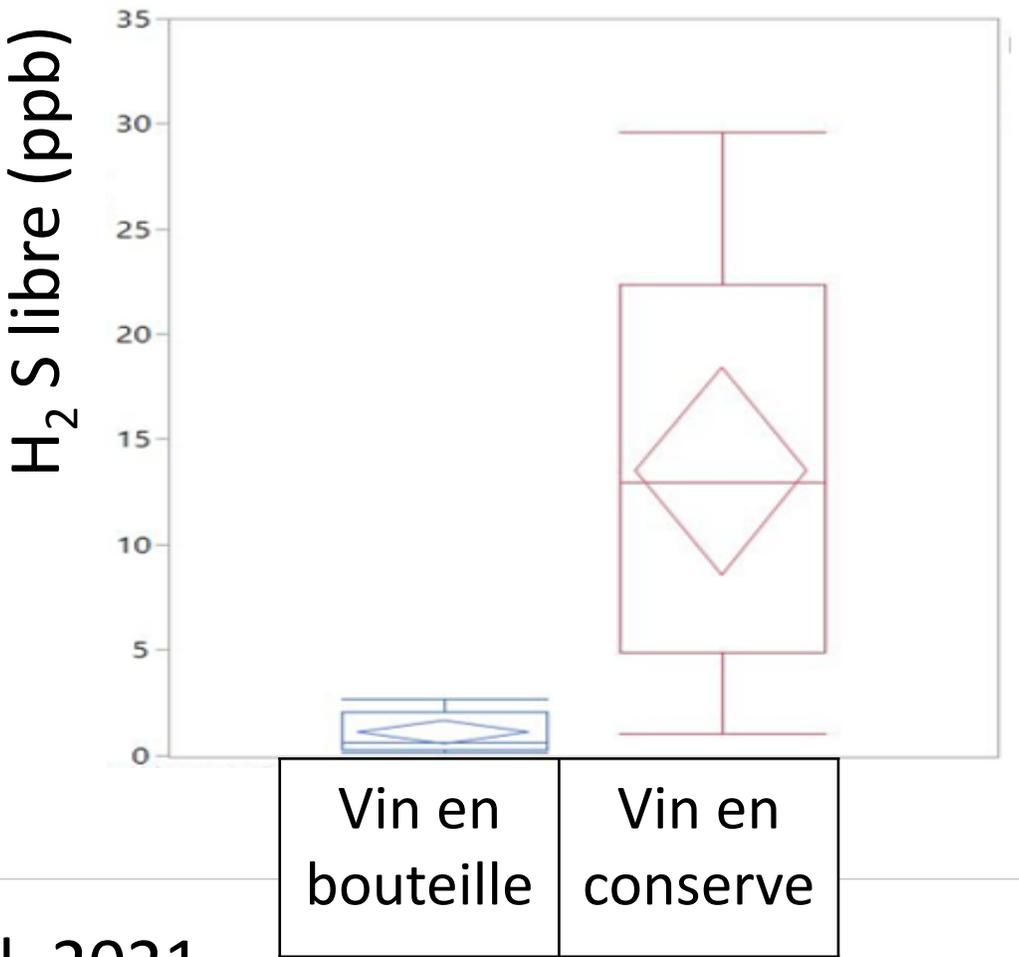
# Peut Problèmes spécifiques

Problème	Description
Staling	<i>Oxydation accélérée (en cas de présence d'air dans l'espace de tête ; ou suite à la <b>corrosion</b> et à la perte de l'étanchéité)</i>
Scalping	<i>Absorption des substances odorantes par le <b>revêtement</b> polymérique (problème possible pour les arômes de houblon et les composés de cannabis).</i>
"Tainting"	<i>Formation d'un trouble ou d'un mauvais goût sur l'aluminium ou d'autres composants à la suite d'une <b>corrosion</b></i>



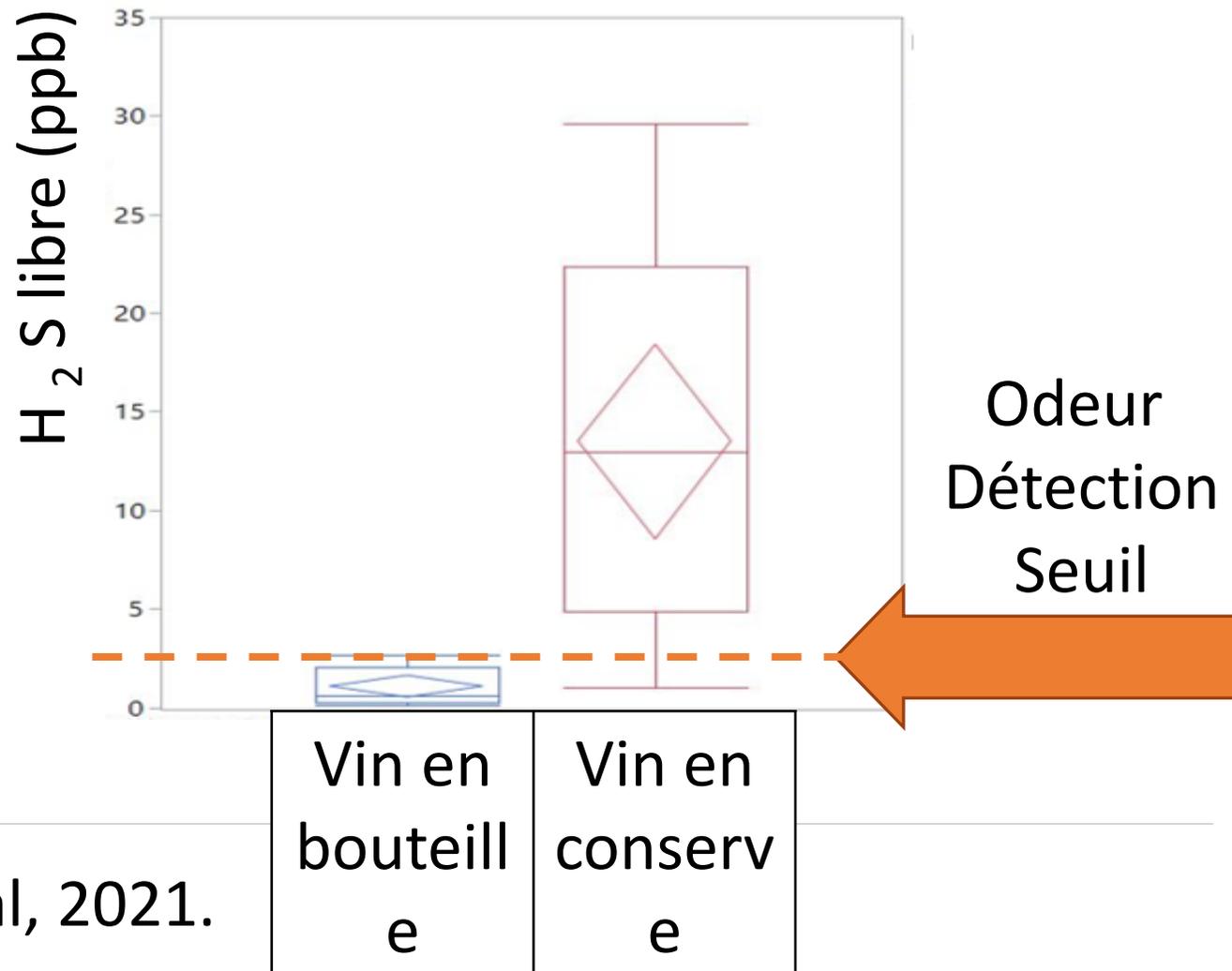
# Les vins en canette ont généralement une teneur en H<sub>2</sub> S plus élevée que les vins en bouteille.

- Moyenne H<sub>2</sub> S des vins en conserve (~13 ppb)



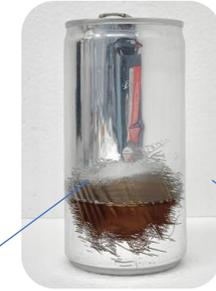
# Les vins en canette ont généralement une teneur en $H_2S$ plus élevée que les vins en bouteille.

- Moyenne  $H_2S$  des vins en conserve ( $\sim 13$  ppb)
- $H_2S$ : Seuil de détection de l'odeur : 1,6 ppb (Siebert et al.)

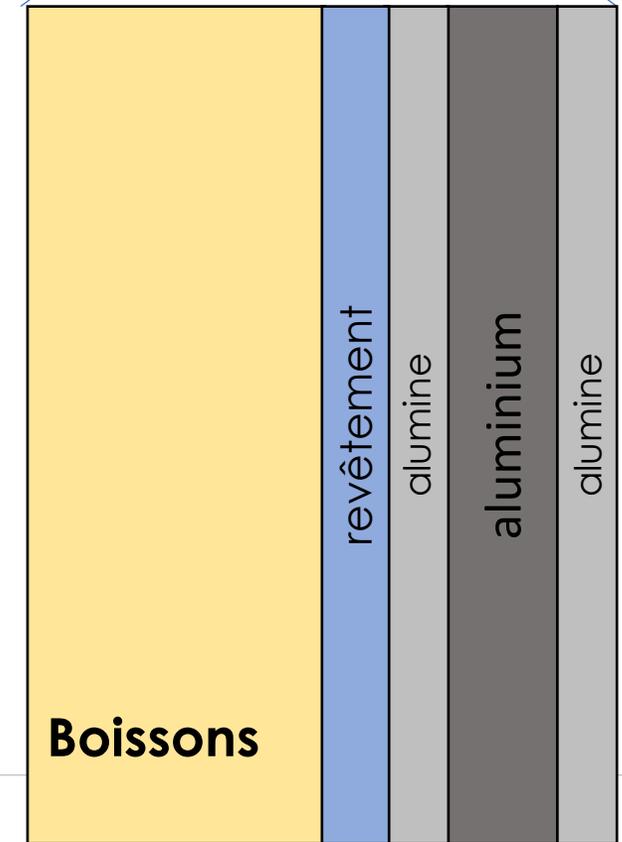


# Anatomie d'une canette

- Une canette est en fait une bouteille en plastique mince avec une coque en aluminium.
- Les liners typiques que nous avons étudiés :
  - BPA-époxy
  - Alternatives au BPA-NI
    - Acrylique
    - Polyester
    - BPF époxy
    - aTULC



\*zoom in\*



# Anatomie d'une canette

10

- Une canette est en fait une bouteille en plastique mince avec une coque en aluminium.



\*zoom in\*

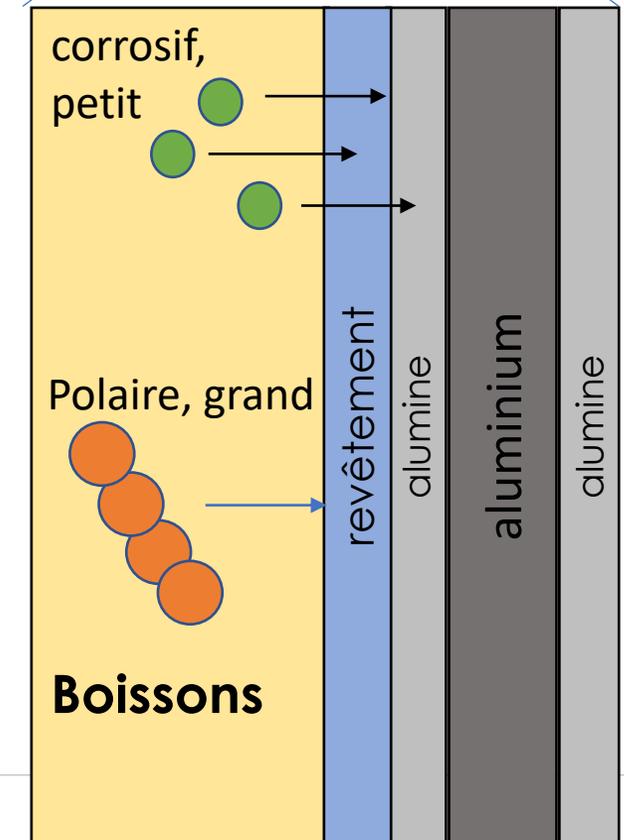
- Il y a deux endroits où il faut se concentrer sur la corrosion :

**1) Interactions entre la doublure et la boisson**

2) Aluminium x interactions avec les boissons

**"Quelle est la vitesse de diffusion d'un composé à travers le polymère ?**

**"Comment les composants des boissons influencent-ils la diffusion ?**



# Anatomie d'une canette

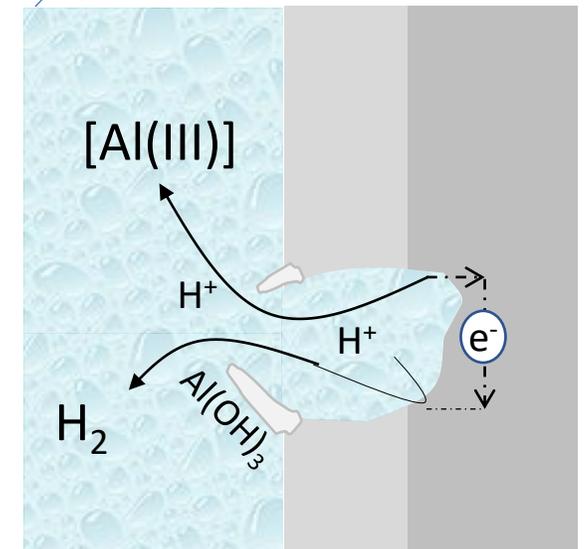
- Une canette est en fait une bouteille en plastique mince avec une coque en aluminium.
- Il y a deux endroits où il faut se concentrer sur la corrosion :
  - 1) Interactions entre la doublure et la boisson
  - 2) **Aluminium x interactions avec les boissons**

**"Quelle réaction se produit entre les composants d'une boisson et l'aluminium ?**

**"Que pouvons-nous mesurer pour quantifier cette réaction ?**



\*zoom in\*



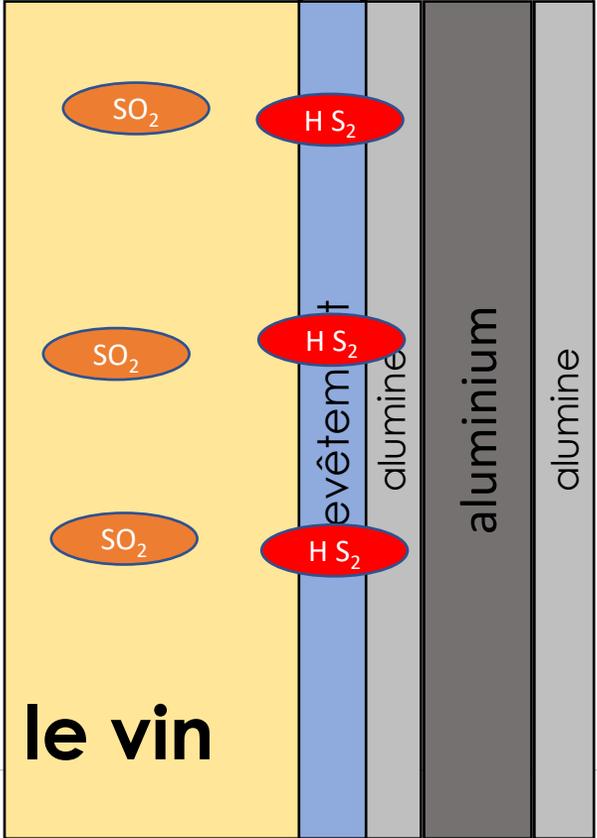
# formation H<sub>2</sub>S



Entreposage à  
20 ° C  
4-8 mois



\*zoom in\*



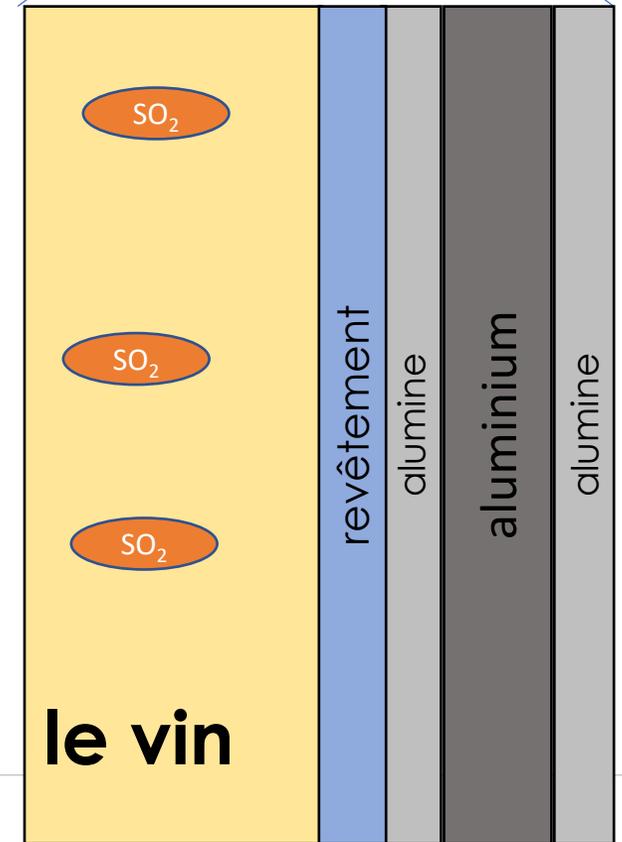
# H<sub>2</sub>S formation



Stocker à 20 °C  
4-8 mois



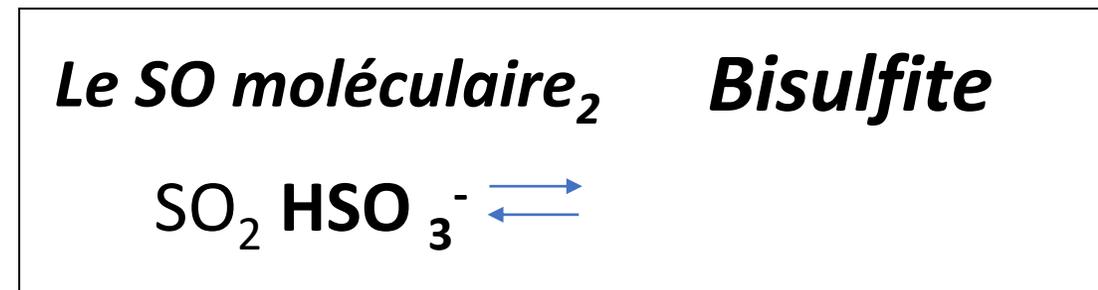
\*zoom in\*



Ou encore, le SO<sub>2</sub> facilite la réduction d'autres sources de soufre

# Examen du $\text{SO}_2$ dans le vin : libre ou moléculaire

" $\text{SO}_2$  libre" = moléculaire + bisulfite



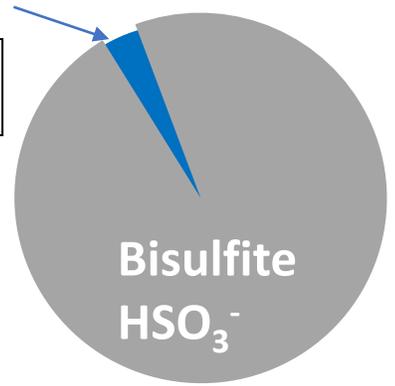
*Le taux dépend du pH*

**Le SO<sub>2</sub> moléculaire est un composant mineur du SO<sub>2</sub> libre, typiquement <5%.**

**Des proportions plus élevées de SO<sub>2</sub> moléculaire à un pH plus bas**

La proportion de SO moléculaire est plus faible que la proportion de SO<sub>2</sub>

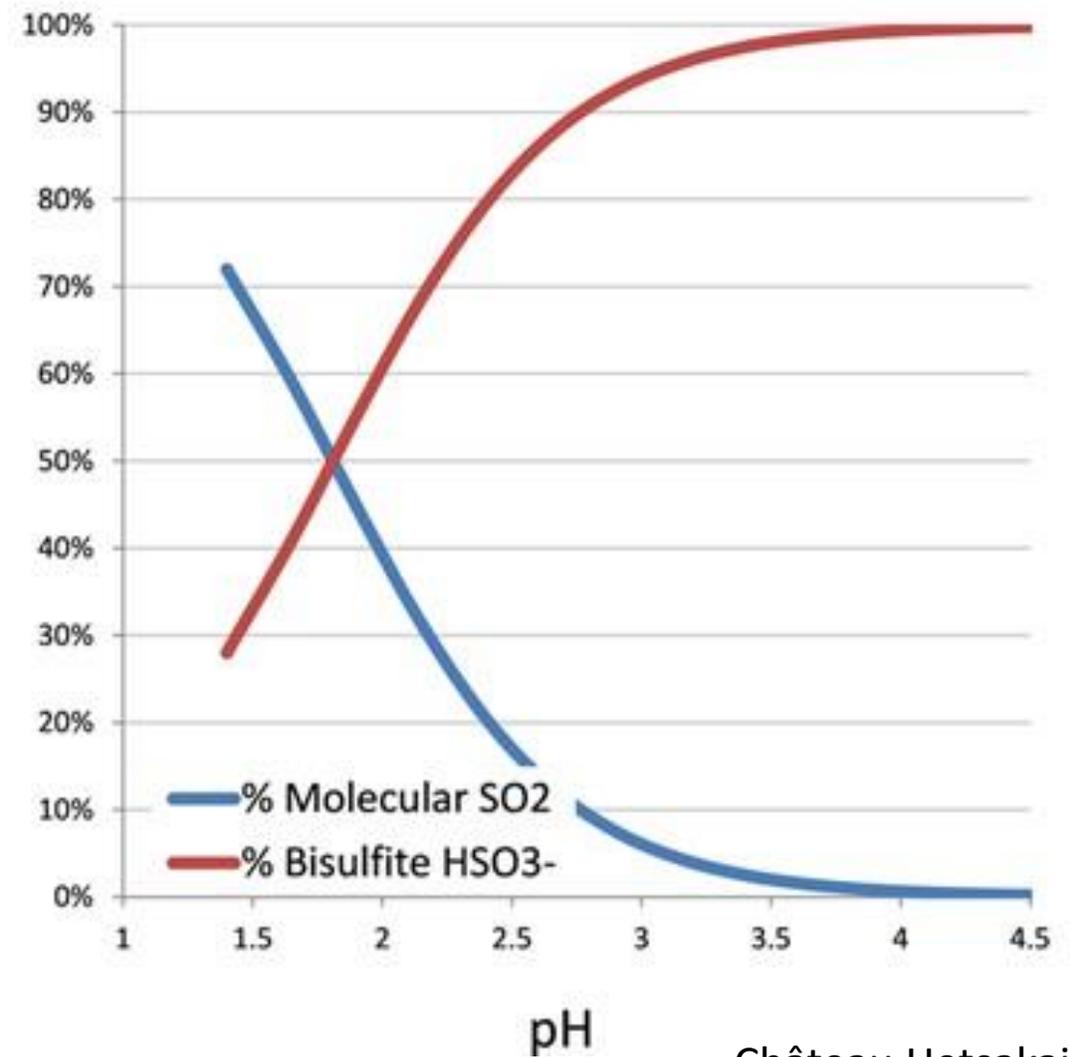
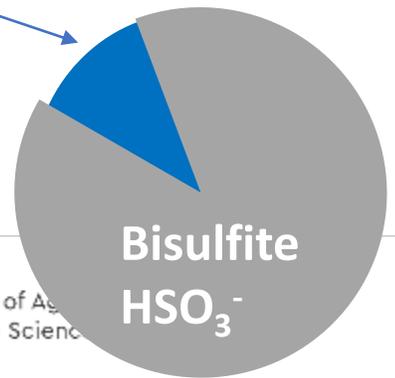
pH plus élevé = 3,4



Une proportion plus élevée de

SO<sub>2</sub>

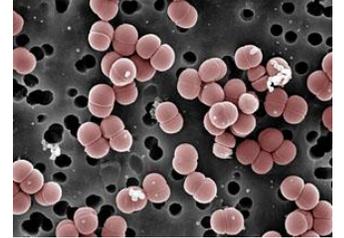
pH inférieur = 2,8



# Bilan : nous avons deux objectifs complémentaires avec le SO<sub>2</sub>

1) Le SO<sub>2</sub> moléculaire est un **antimicrobien**.

En général, on recommande **~0,6 mg/L de SO<sub>2</sub> moléculaire** pour prévenir la détérioration, et des quantités plus élevées pour les vins contenant du sucre résiduel.



À des concentrations plus élevées, il peut y avoir des préoccupations concernant les effets sensoriels

2) Le SO libre<sub>2</sub> (sous forme de bisulfite) est un **antioxydant**.

~30 mg/L de SO<sub>2</sub> **libre** est une recommandation courante pour les emballages en verre

Réagit avec les produits d'oxydation (p. ex. peroxyde d'hydrogène, quinones)

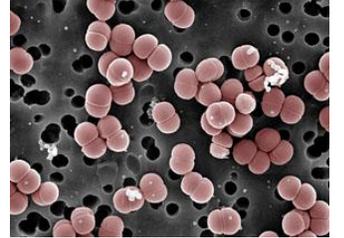
Typiquement, à **<10 mg/L de SO<sub>2</sub> libre**, des arômes oxydés apparaissent.



# SO<sub>2</sub> devrait être limité dans les canettes

1) Le SO<sub>2</sub> moléculaire est un **antimicrobien**.

-> **Actuellement, il n'y a pas de meilleure option pour la stabilité microbienne au même niveau de prix. Le HPP en vrac et la velcorine sont des options.**



2) Le SO<sub>2</sub> libre (sous forme de bisulfite) est un **antioxydant**.

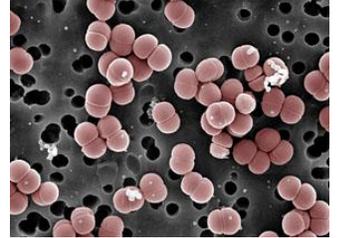
La fermeture hermétique des canettes élimine la nécessité de contrôler l'oxygène dans les vins en canettes.



# SO<sub>2</sub> devrait être limité dans les canettes

1) Le SO moléculaire<sub>2</sub> est un antimicrobien.

-> Actuellement, il n'y a pas de meilleure option pour la stabilité microbienne au même niveau de prix. Le HPP en vrac et la velcorine sont des options.



2) Le SO libre<sub>2</sub> (sous forme de bisulfite) est un **antioxydant**.

**Le joint hermétique des -> la canette élimine la nécessité de contrôler l'oxygène dans les vins en canette.**

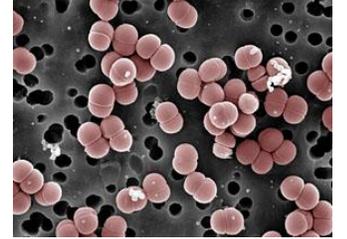


# Bilan : nous avons deux objectifs complémentaires avec le $\text{SO}_2$

1) Le  $\text{SO}_2$  moléculaire est un **antimicrobien**.

En général, on recommande  $\sim 0,6 \text{ mg/L}$  de  $\text{SO}_2$  moléculaire pour prévenir la détérioration, et des quantités plus élevées pour les vins contenant du sucre résiduel.

À des concentrations plus élevées, des préoccupations concernant les effets sensoriels



2) Le  $\text{SO}_2$  libre (sous forme de bisulfite) est un **antioxydant**.

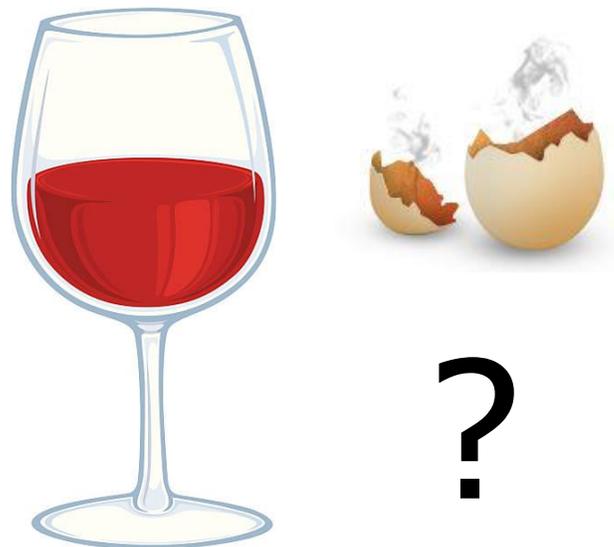
$\sim 30 \text{ mg/L}$  de  $\text{SO}_2$  libre est une recommandation courante pour les emballages en verre

Réagit avec les produits d'oxydation (p. ex. peroxyde d'hydrogène, quinones)

Typiquement, à  $< 10 \text{ mg/L}$  de  $\text{SO}_2$  libre, des arômes oxydés apparaissent.



# Quels sont les facteurs qui influencent la production de $H_2S$ ?



Certains composants du vin permettent-ils de prédire la production de  $H_2S$  ?



Comment le choix de la doublure affecte-t-il la production de  $H_2S$  après le stockage ?

# Design expérimental

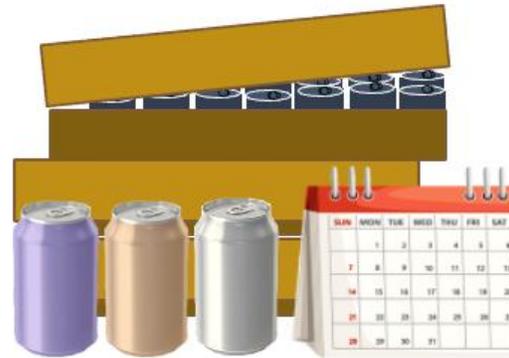
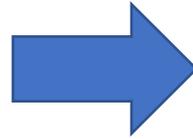


**10 vins  
(2 rosés, 2  
rouges, 6  
blancs)**

# Plan d'expérience



**10 vins  
(2 rosés, 2  
rouges, 6  
blancs)**



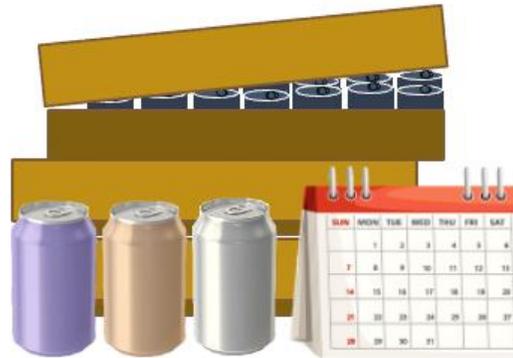
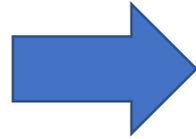
**En conserve avec .  
N = 3 doublures  
N = 4 moments dans le  
temps  
N = 3 répétitions**

# Design expérimental

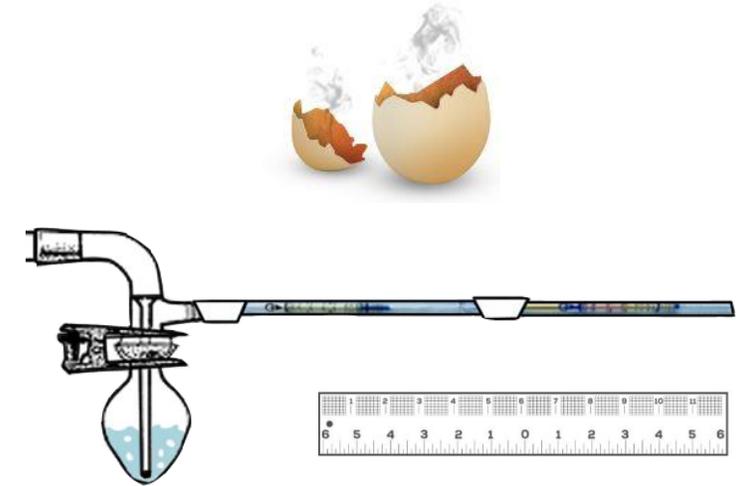
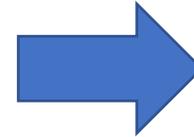
23



**10 vins  
(2 rosés, 2  
rouges, 6  
blancs)**



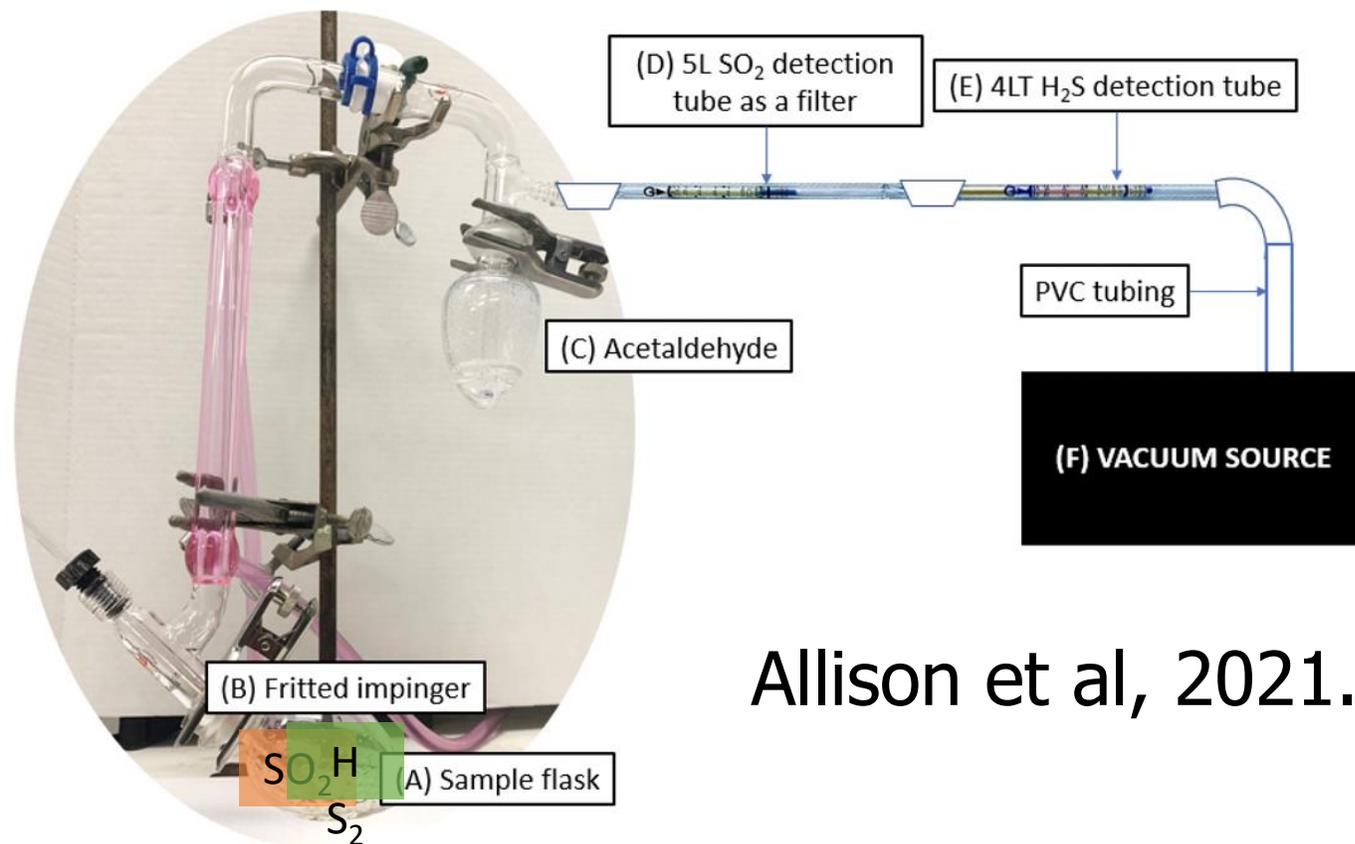
**En conserve avec .  
N = 3 doublures  
N = 4 moments dans le  
temps  
N = 3 répétitions**



**Mesure H<sub>2</sub>S  
Dégradation visible  
Mesure Al<sup>3+</sup>**

# Mesure H<sub>2</sub>S avec détection de gaz de gaz

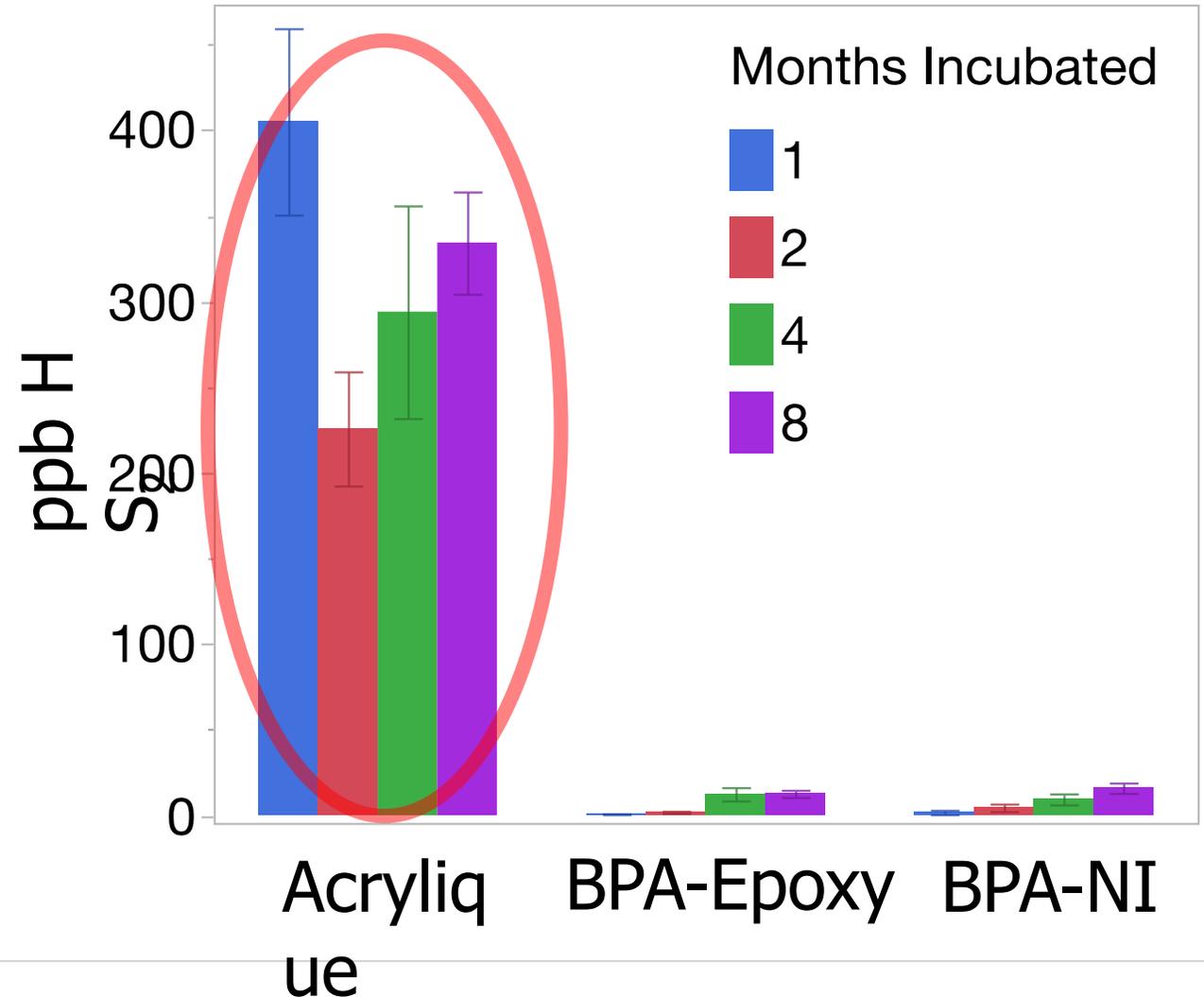
- Les chais peuvent adapter l'installation aeration-oxidation pour mesurer H<sub>2</sub>S < 10 minutes
- Excellente reproductibilité dans les solutions standard



Allison et al, 2021.

# Effet du type de revêtement - vieillissement à long terme

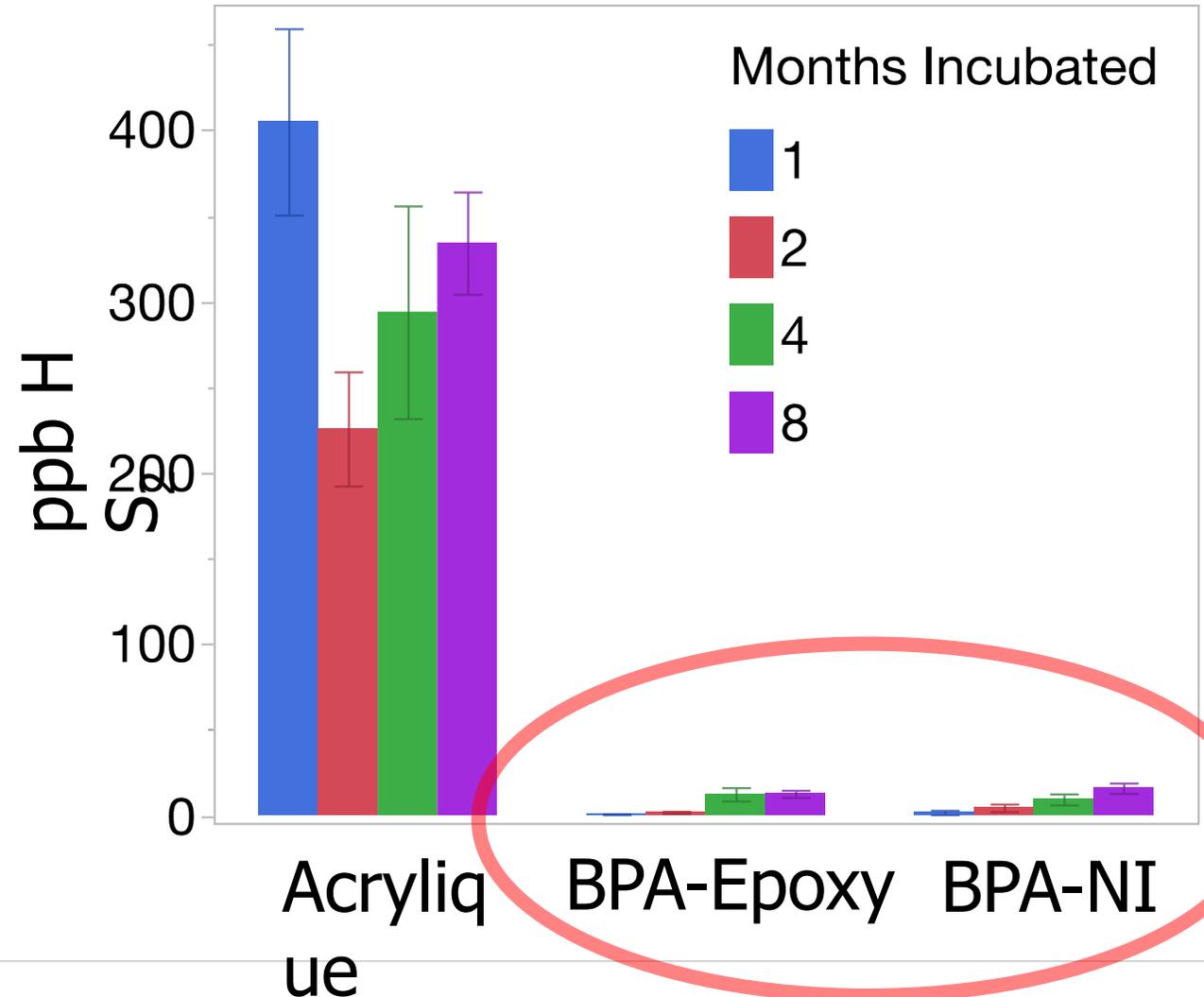
- L'acrylique n'est pas un revêtement approprié pour le vin.



N = 30, Barres d'erreur = Erreur standard

# Effet du type de revêtement - vieillissement à long terme

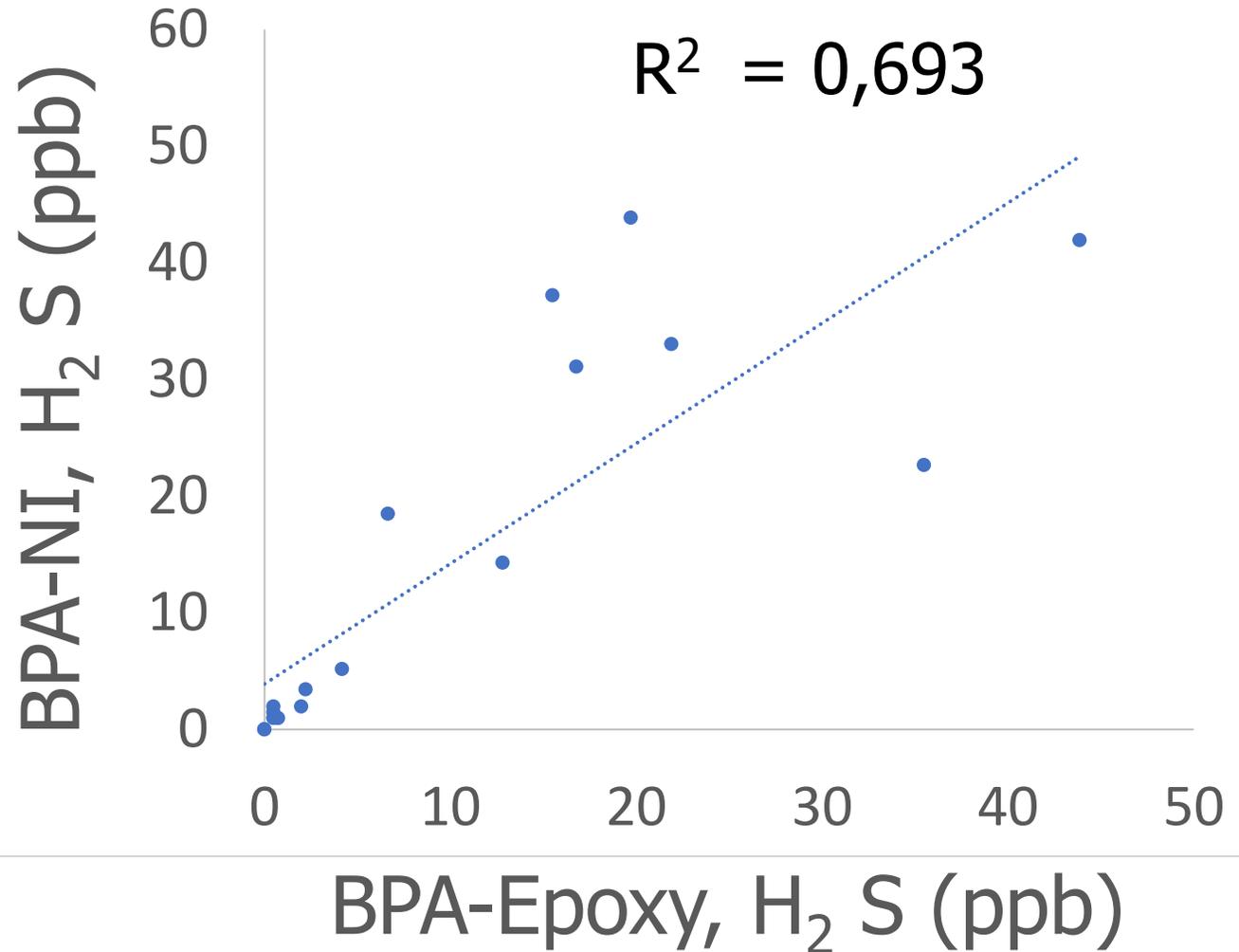
- L'acrylique n'est pas un revêtement approprié pour le vin.
- L'époxy BPA et le BPA-NI ont des performances comparables.



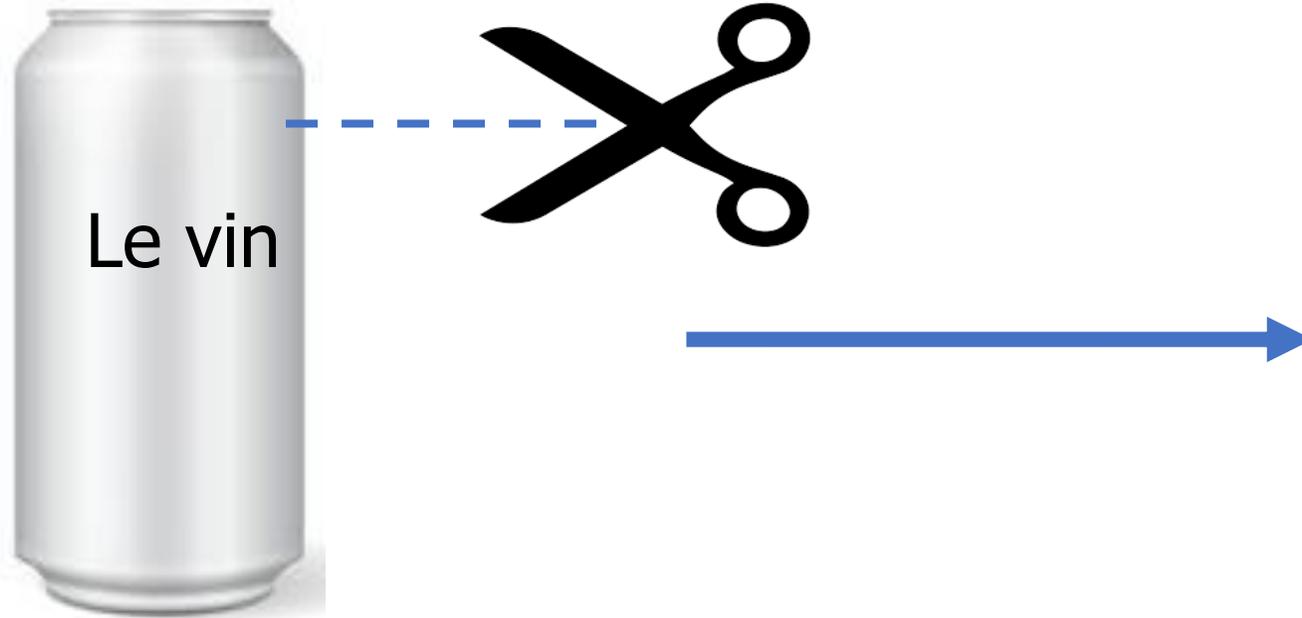
N = 30, Barres d'erreur = Erreur standard

# Effet du type de revêtement - vieillissement à long terme

- L'acrylique n'est pas un revêtement approprié pour le vin.
- L'époxy BPA et le BPA-NI ont des performances comparables.



# La dégradation visible est corrélée à la production de H<sub>2</sub>S



BPA/BPA-NI

Non H<sub>2</sub> S Production

# La dégradation visible est corrélée à la production de $H_2S$

- L'acrylique avait l'air... effrayant.



Acrylique  
Haut  $H_2S$   
Producteur



BPA/BPA-NI  
Non  $H_2S$  Production

# La dégradation visible est corrélée à la production de H<sub>2</sub>S

- L'acrylique a l'air... effrayant
- Le BPA/BPA-NI a présenté des cloques dans l'espace de tête + des dommages corporels.



BPA/BPA-NI

Haut H<sub>2</sub>S Producteur

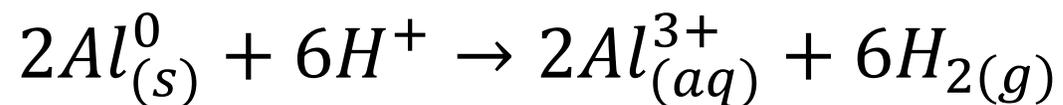


BPA/BPA-NI

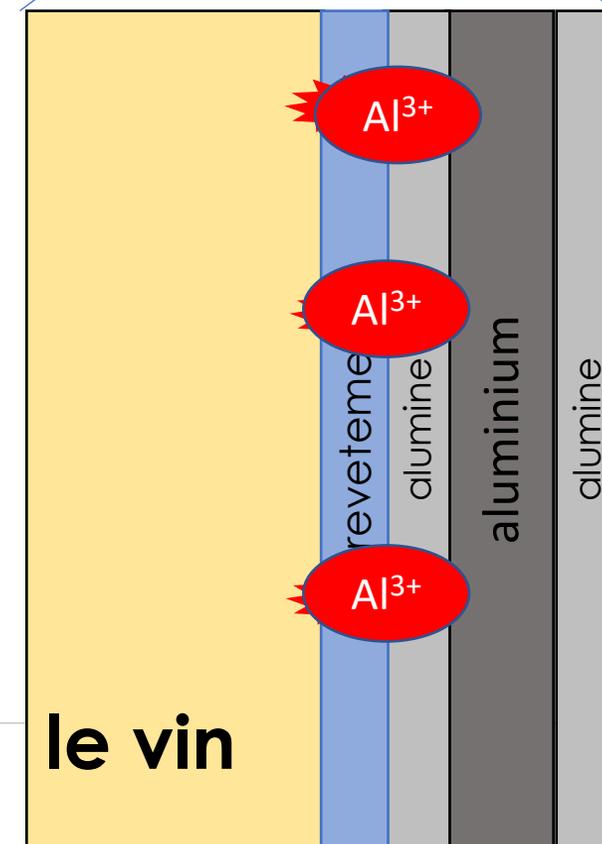
Non H<sub>2</sub>S Production

# Attente : Dégradation visuelle = Al dissous<sup>3+</sup>

- Les dommages visibles sur le revêtement doivent conduire à l'exposition de l'aluminium nu.
- Cela devrait permettre de dissoudre l'aluminium :

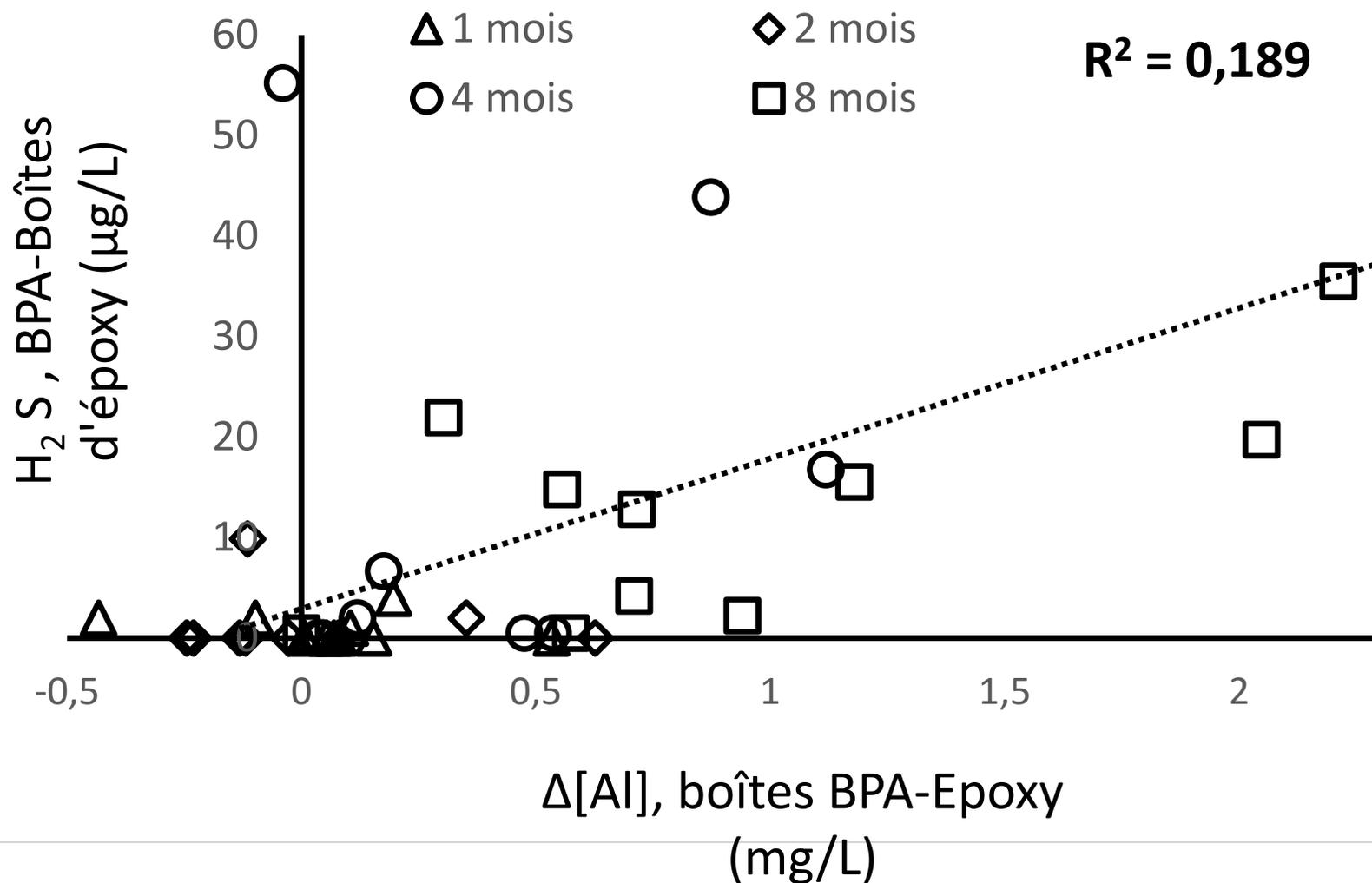


\*zoom in\*



# ... mais l' $\text{Al}^{3+}$ est mal corrélé à la production de $\text{H}_2\text{S}_2$

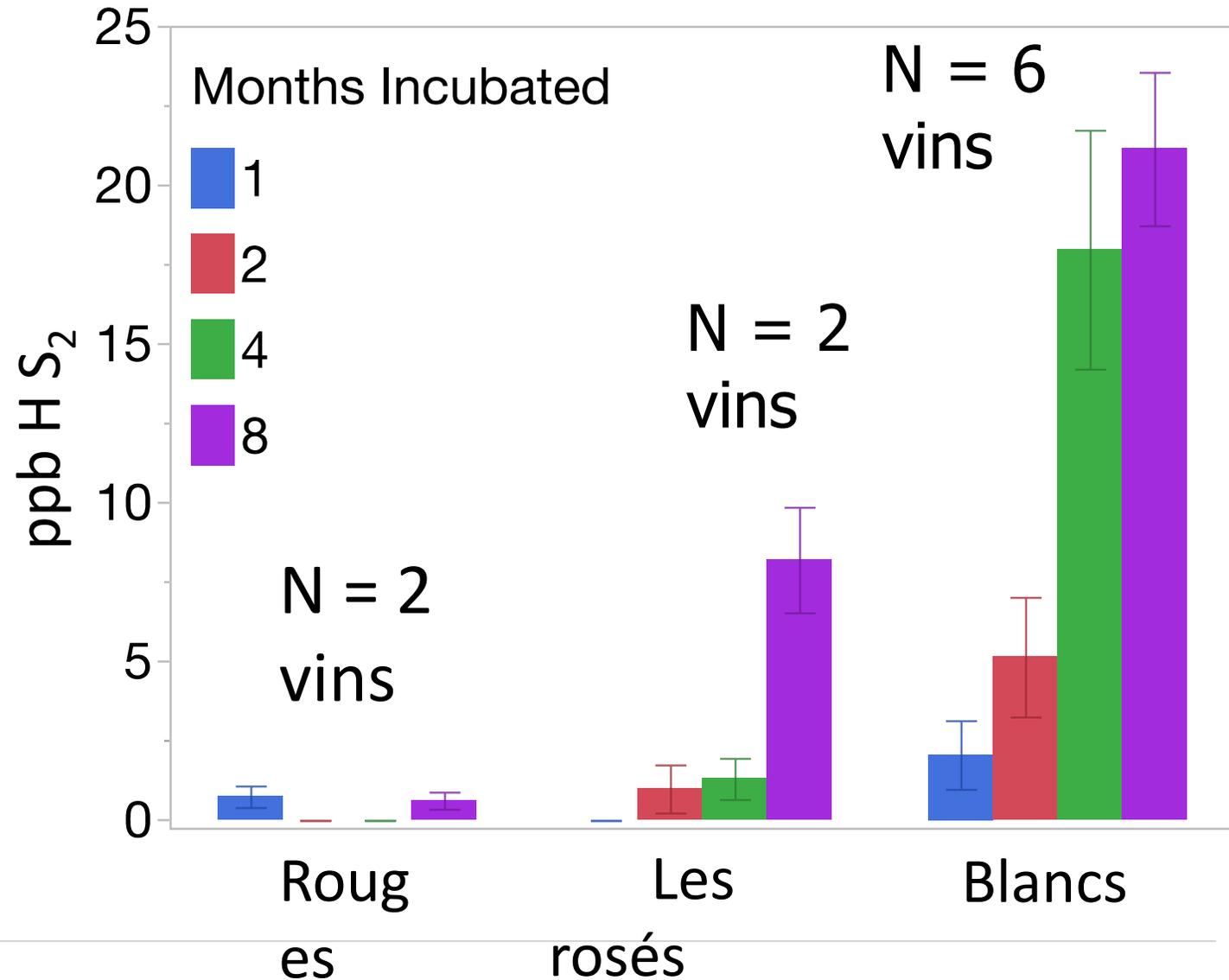
- $\text{Al}^{3+}$  négligeable jusqu'à un âge compris entre 4 et 8 mois.



# Effet du type de vin - vieillissement à long terme

- Une formation significative de  $H_2S$  peut se produire dès 4 mois.

Les échantillons d'acrylique sont exclus. Chaque point représente n=3 répétitions



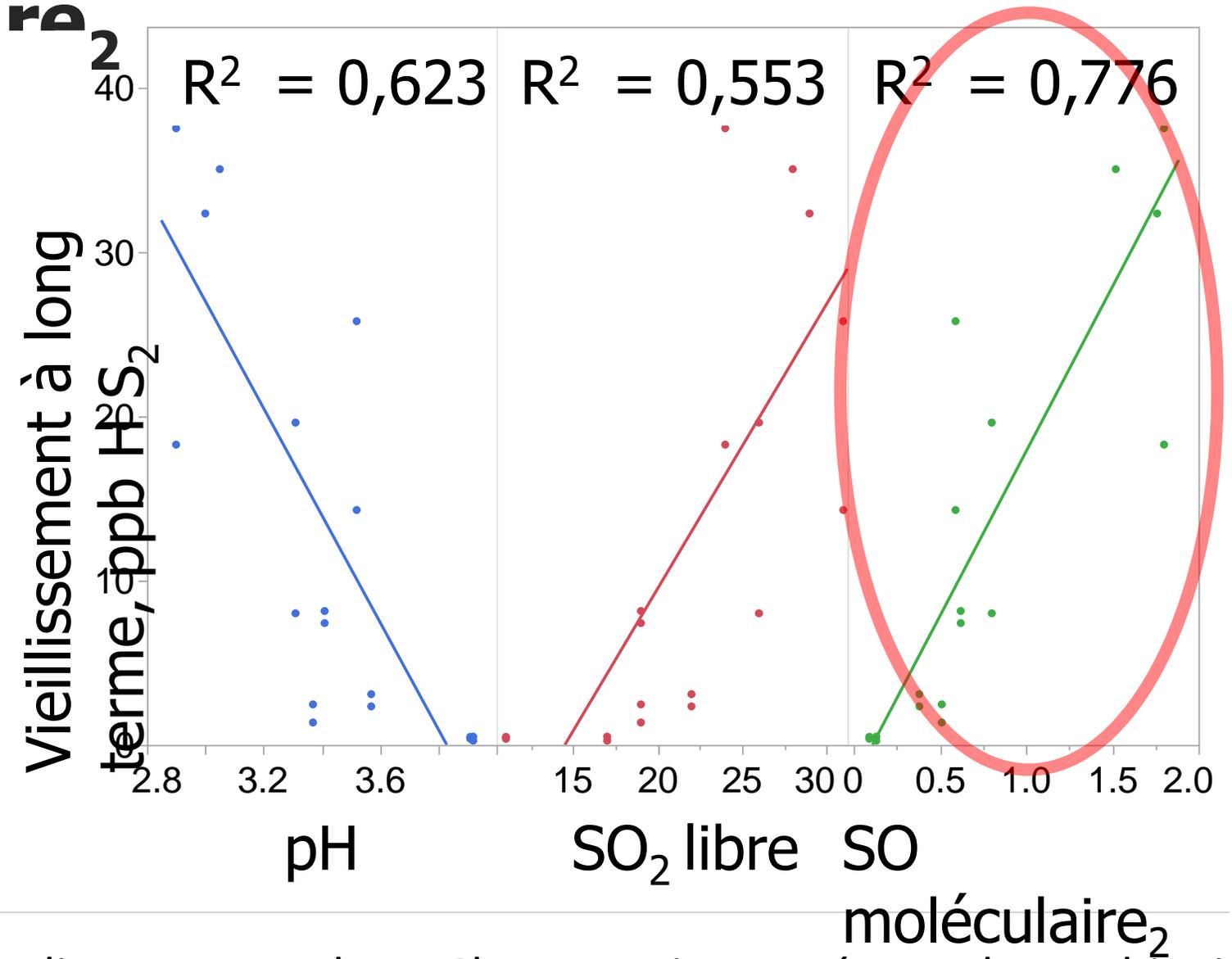
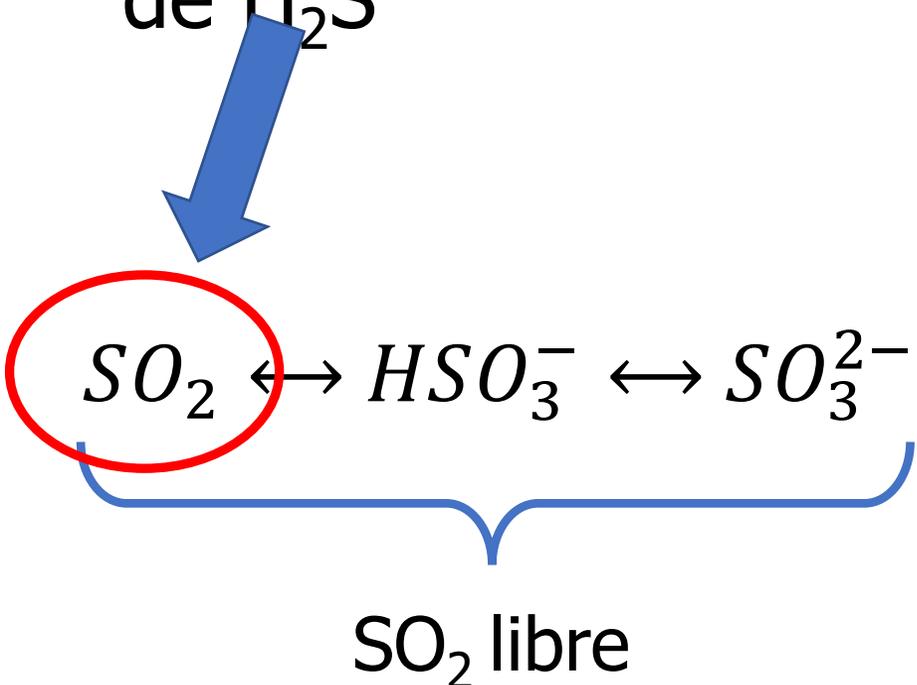
# Composition chimique des vins étudiés

- Les vins possédaient des caractéristiques chimiques typiques des vins de table avec ces gammes :

Gamme	pH	TA g/L	ABV v/v	SO <sub>2</sub> mg/L			Sucre g/L	Cu mg/L	Cl- mg/L
				Gratuit	Total	Mol.			
Faible	2.9	5.5	8.6	11	36	0.1	0.9	0.05	32.1
Haut	3.9	9.1	13.2	31	142	1.8	65.33	0.39	442

# Qu'est-ce qui prédit le mieux H<sub>2</sub>S ? SO<sub>2</sub> moléculaire

- SO<sub>2</sub> moléculaire = meilleur prédicteur de H<sub>2</sub>S

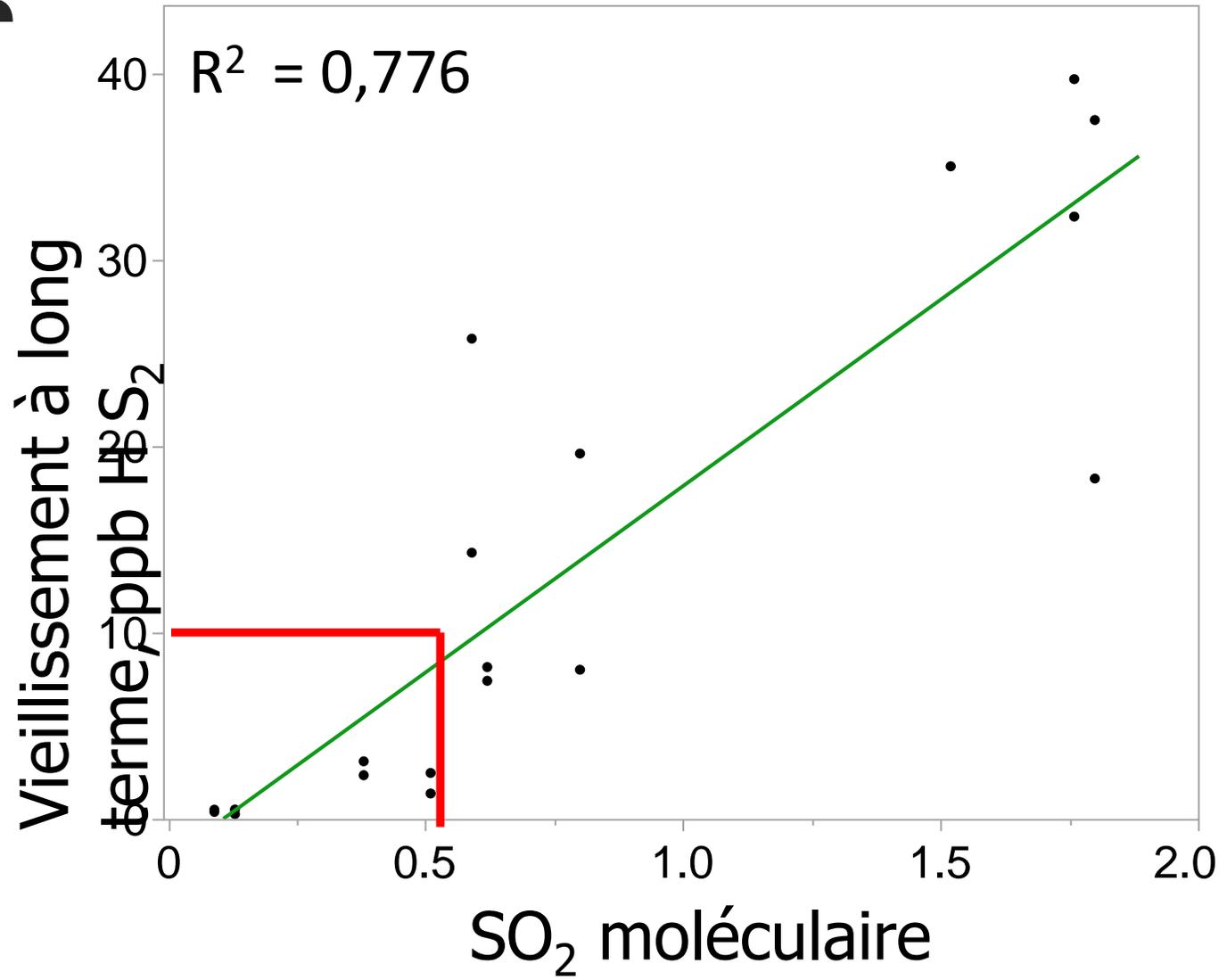


# Qu'est-ce qui prédit le mieux H<sub>2</sub>S ? SO<sub>2</sub> moléculaire

• SO<sub>2</sub> moléculaire = meilleur prédicteur de H<sub>2</sub>S

• ~ 0,5 ppm objectif SO<sub>2</sub> moléculaire

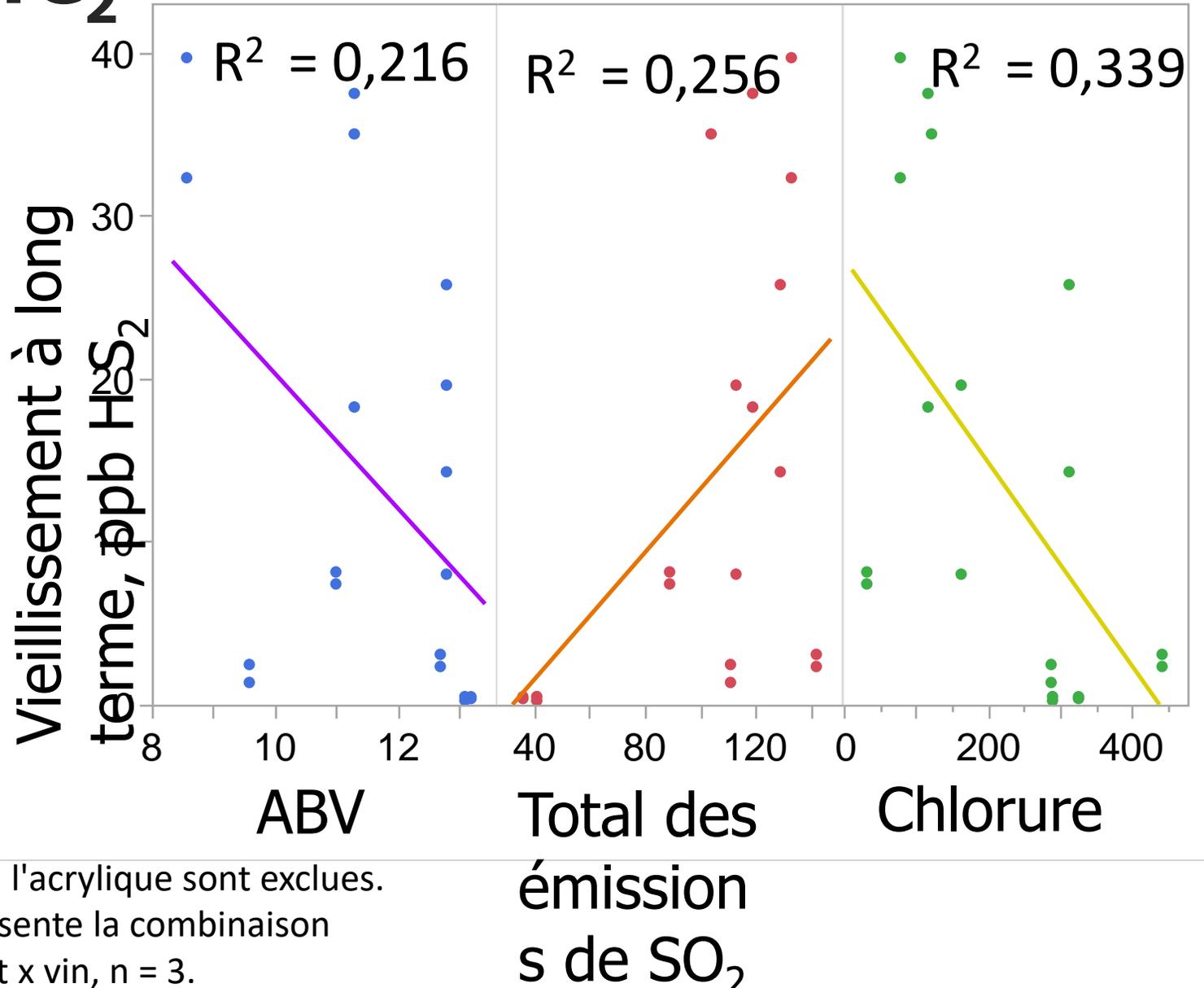
Les données relatives à l'acrylique sont exclues. Chaque point représente la combinaison revêtement x vin, n = 3.



# Qu'est-ce qui prédit le mieux $H_2S$ ? $SO_2$ moléculaire

\*Cu < 0,1 mg/L pour la plupart des

- $SO_2$  moléculaire = meilleur prédicteur de  $H_2S$
- ~ 0,5 ppm objectif  $SO_2$  moléculaire
- ABV, Total  $SO_2$ , Cl- non corrélés



Les données relatives à l'acrylique sont exclues.

Chaque point représente la combinaison revêtement x vin, n = 3.

# Les conditions de vieillissement accéléré peuvent-elles prédire la formation de H<sub>2</sub>S ?

?

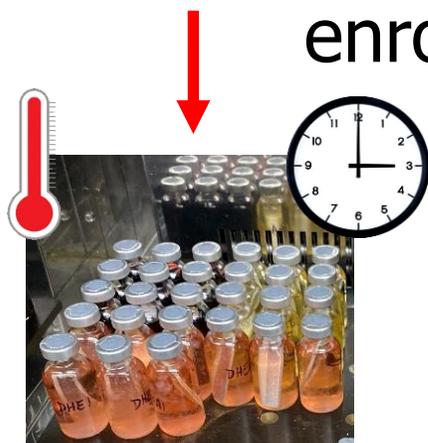


Les 10 mêmes vins

+



"Coupon enrobé"



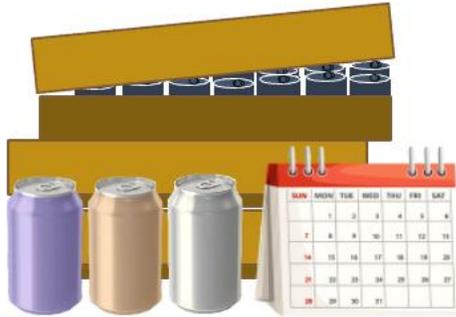
Stocker dans des flacons en verre de 27 ml à

50 ° C, < 14 d

## Avantages

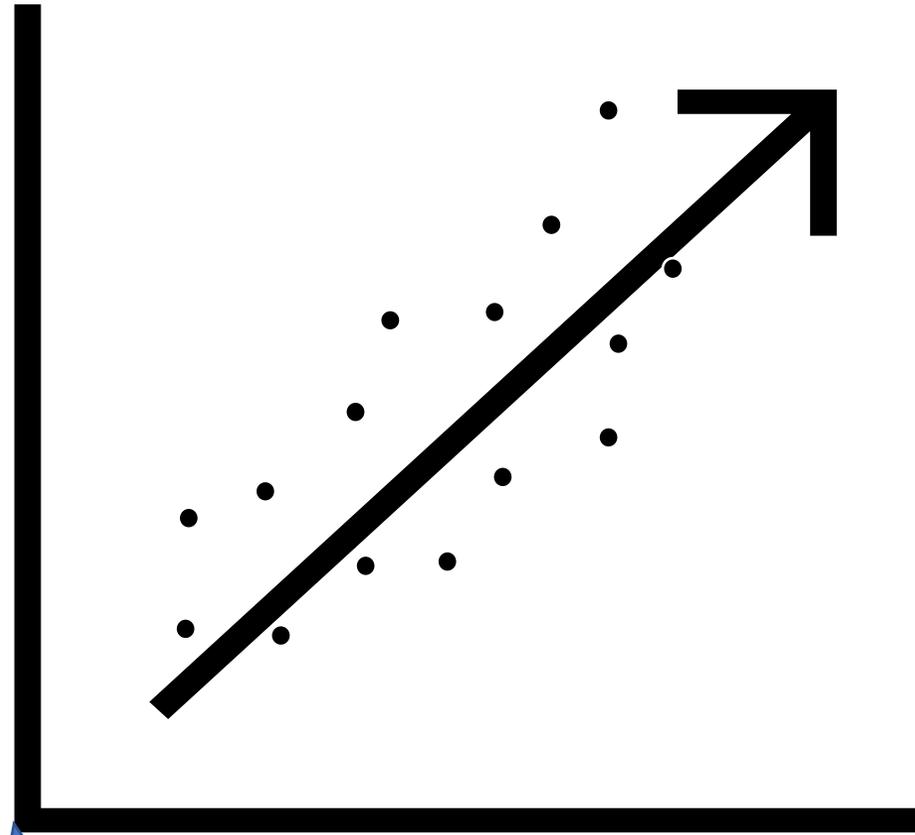
1. Augmenter le débit des échantillons
2. Economiser \$\$\$ sur le coût des matériaux
3. Mesurer facilement des systèmes modèles

# Comment valider le vieillissement accéléré ?

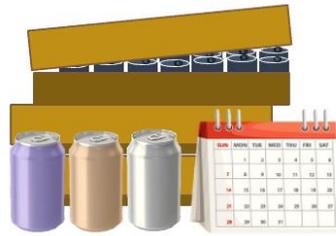


20 ° C, H<sub>2</sub> S (ppb)

50 ° C, H<sub>2</sub> S (ppb)



# 3 jours 50°C prédit bien la formation de H<sub>2</sub>S



20 ° C, H<sub>2</sub> S (ppb)

Moyenne

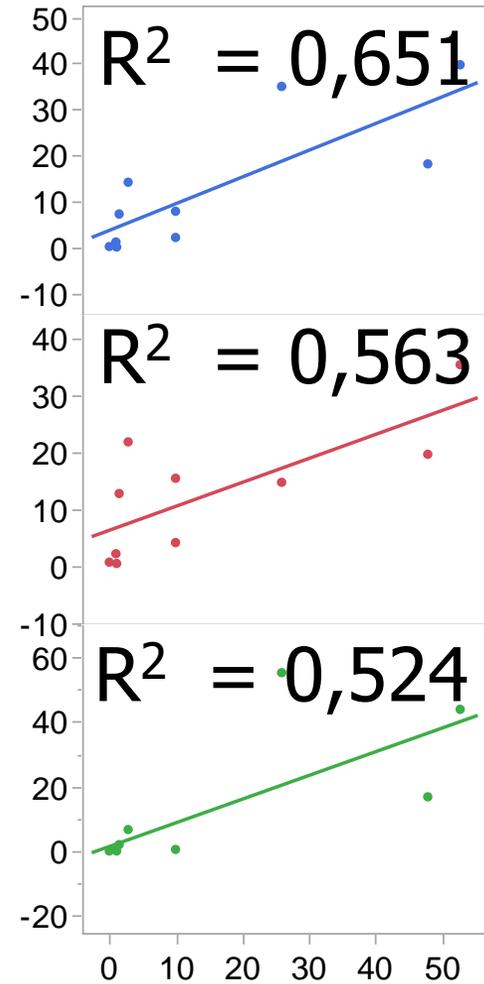
4/8

8

mois

4

mois

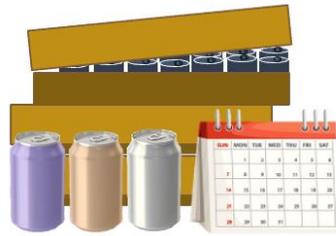


3 jours

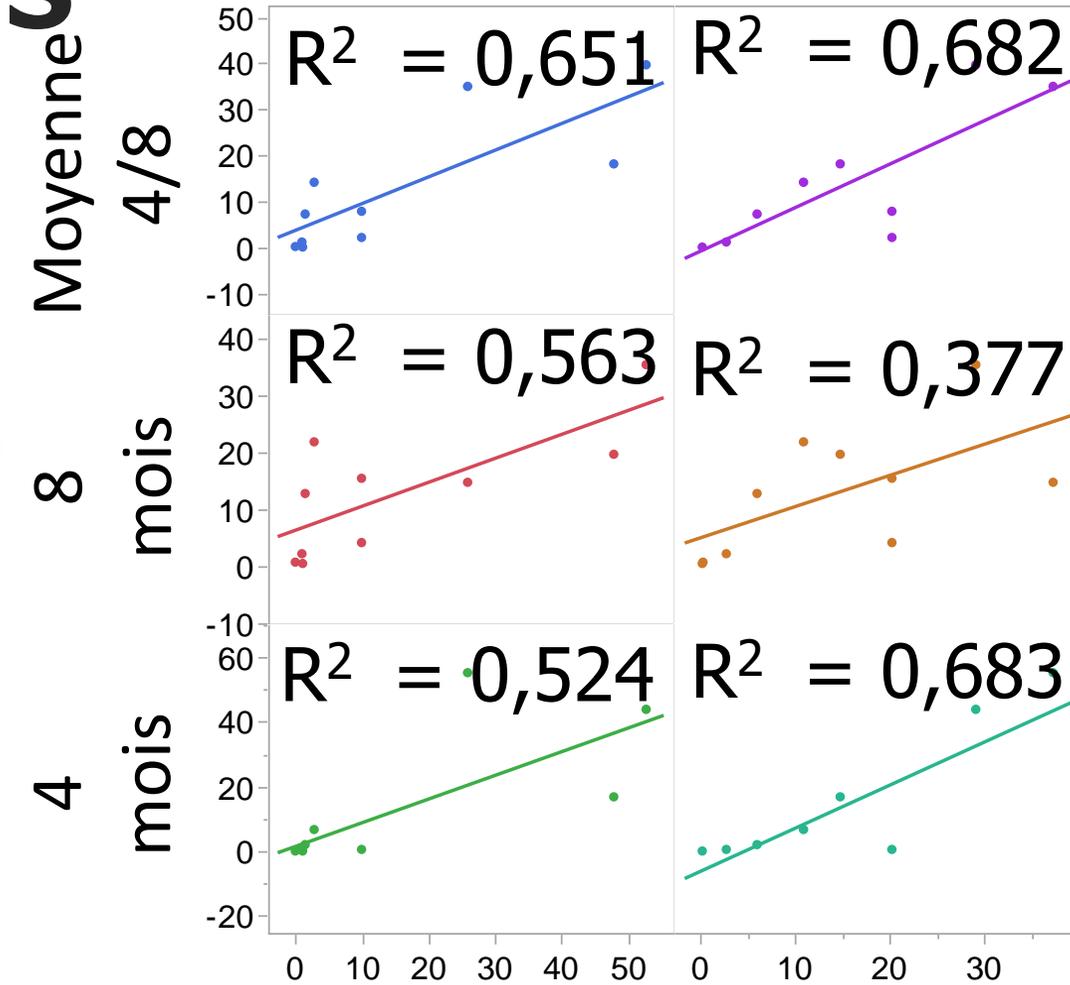


50 ° C, H<sub>2</sub> S (ppb)

# 14 jours prédit également bien la formation de H<sub>2</sub>S



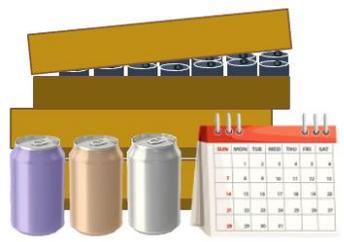
20 ° C, H<sub>2</sub>S (ppb)



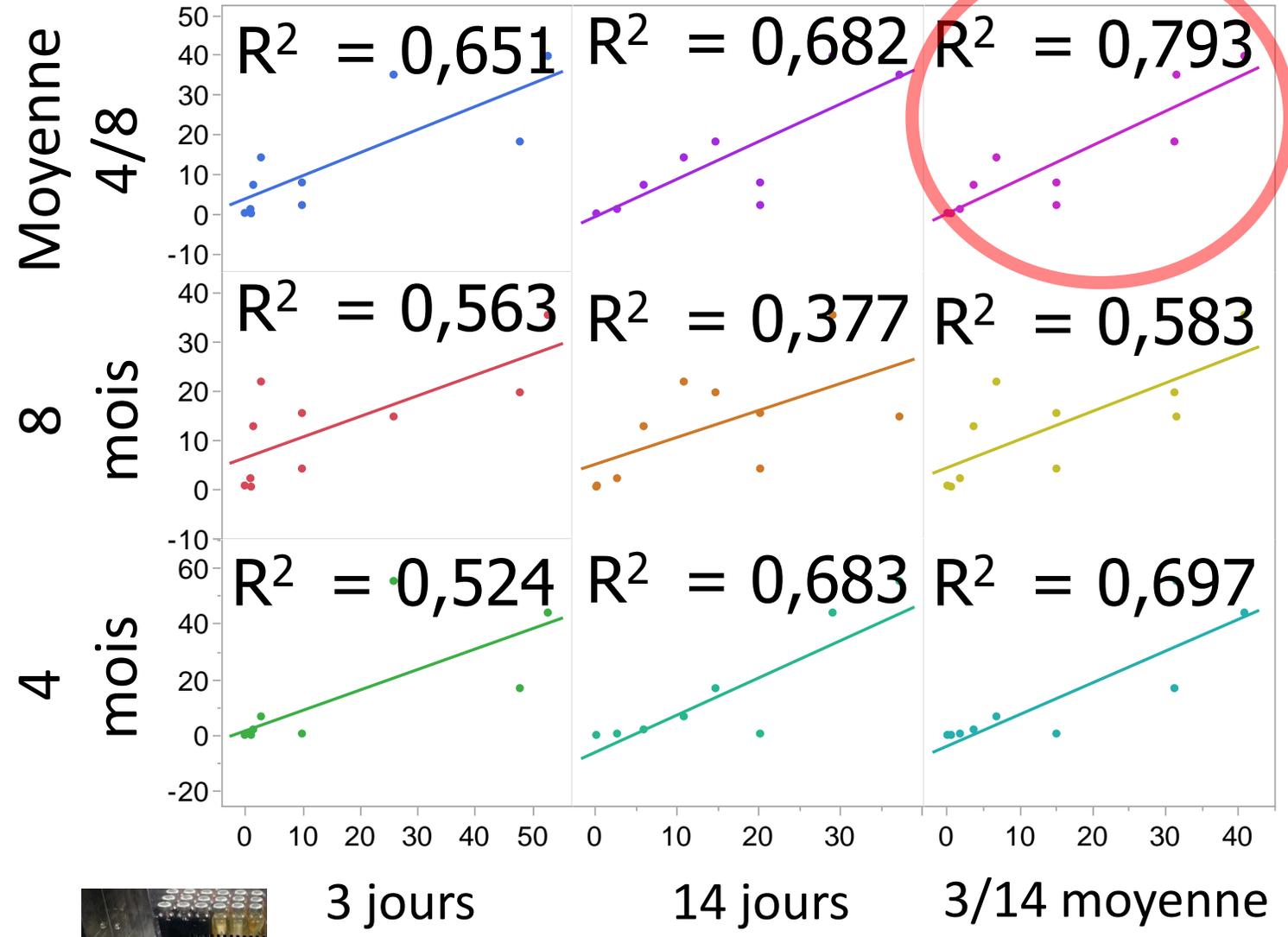
3 jours                      14 jours

50 ° C, H<sub>2</sub>S (ppb)

# Mais la moyenne de 3 et 14 d est le Meilleur prédicteur H<sub>2</sub> S



20 ° C, H<sub>2</sub> S (ppb)



50 ° C, H<sub>2</sub> S (ppb)

# Mise en œuvre du test de vieillissement accéléré

43



Maintenant que nous disposons d'un test valide, nous pouvons l'utiliser pour traiter des systèmes viticoles spécifiques !

# Mise en œuvre du test de vieillissement accéléré : rôle de l'éthanol



Vins sans alcool  
Rouge, Rosé, Blanc



Éthanol, SO<sub>2</sub>  
Acide tartrique



+ BPA-Epoxy  
Coupon

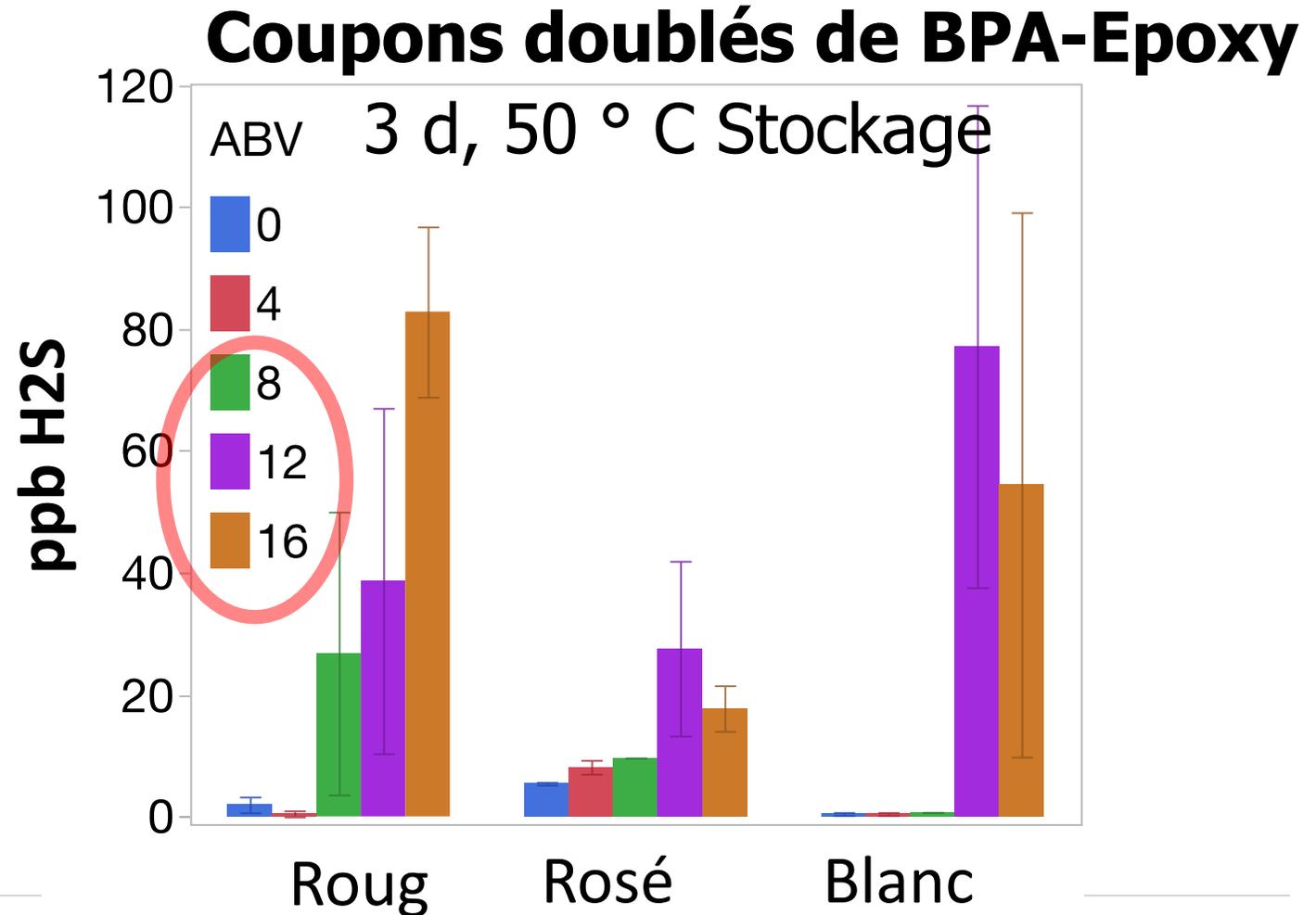


Défier les solutions  
spécifiques à la chimie du  
vin

pH	3
SO <sub>2</sub> gratuit <sub>2</sub>	50 ppm
EtOH	0, 4, 8, 12, 16 %

# Mise en œuvre du test de vieillissement accéléré : rôle de l'éthanol

- ~8% d'éthanol "seuil" pour observer la production de H<sub>2</sub>S
- L'éthanol a un faible effet sur la gamme des vins de table typiques.

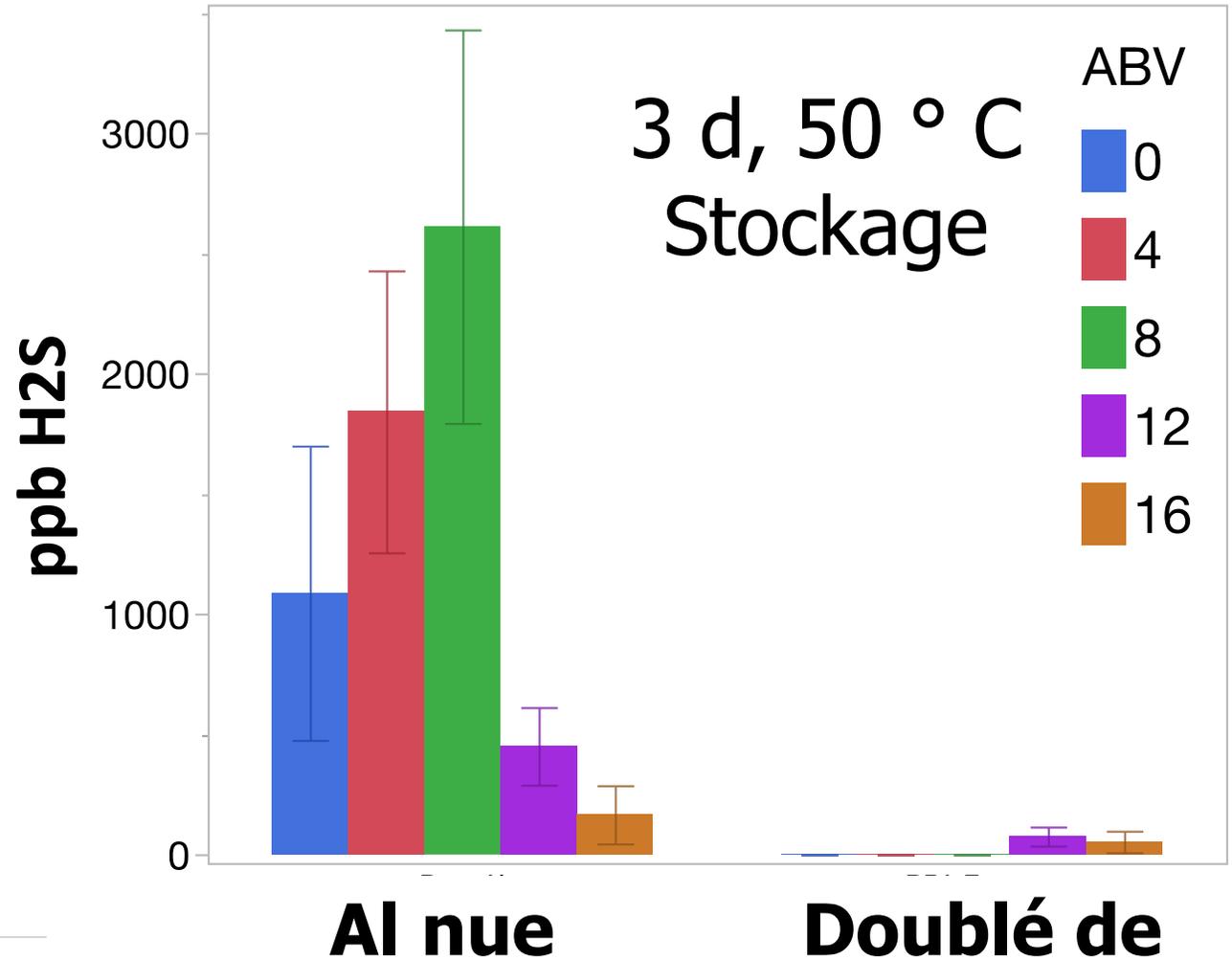


# Aluminium nu - Mauvais prédicteur de H<sub>2</sub>S

- L'aluminium nu présente l'effet inverse de l'ABV, avec un pic à 8 %.

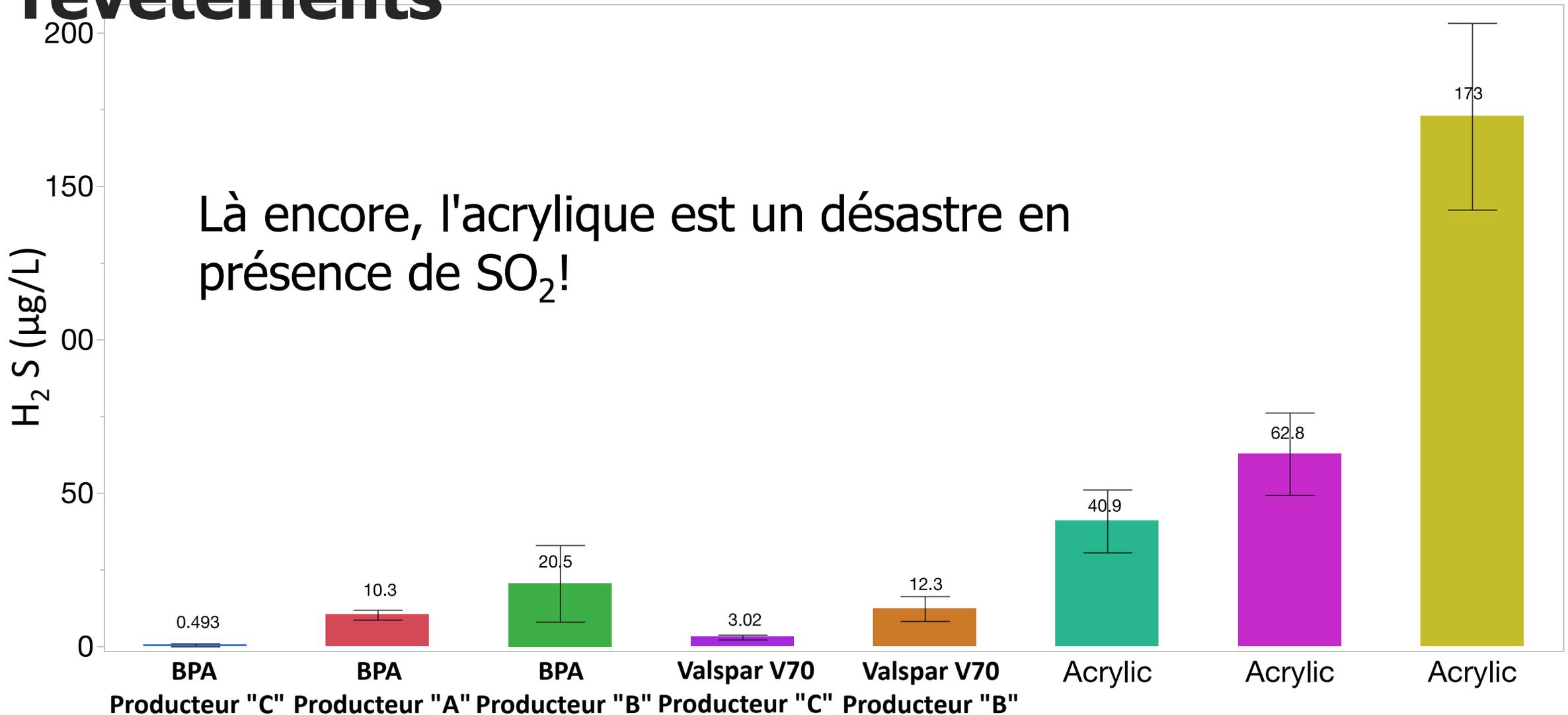
- N'utilisez pas l'aluminium nu comme mesure du potentiel H<sub>2</sub>S !

Vin blanc, pH 3, 50 ppm de SO libre<sub>2</sub>



N = 3 pour chaque barre, les barres d'erreur représentent

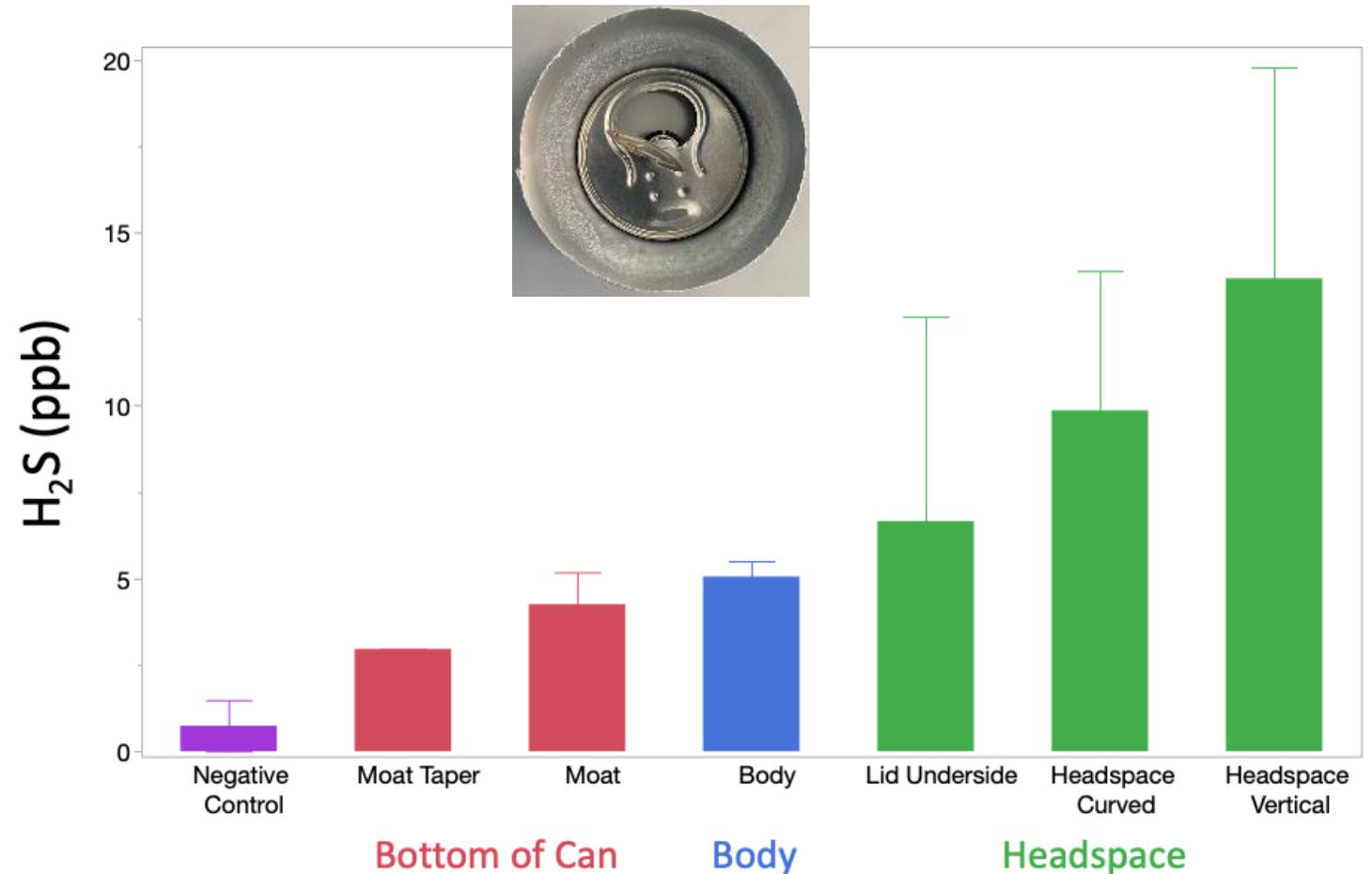
# Comparaison des performances de différents revêtements<sup>47</sup>



# Les tests accélérés permettent d'isoler certaines parties de la boîte de conserve.

48

- La corrosion la plus élevée et la plus variable se situe dans l'espace de tête !
- Il semble que les acides neutres et volatils soient en corrélation avec la corrosion.



# Les boîtes aTULC sont un nouveau revêtement prometteur

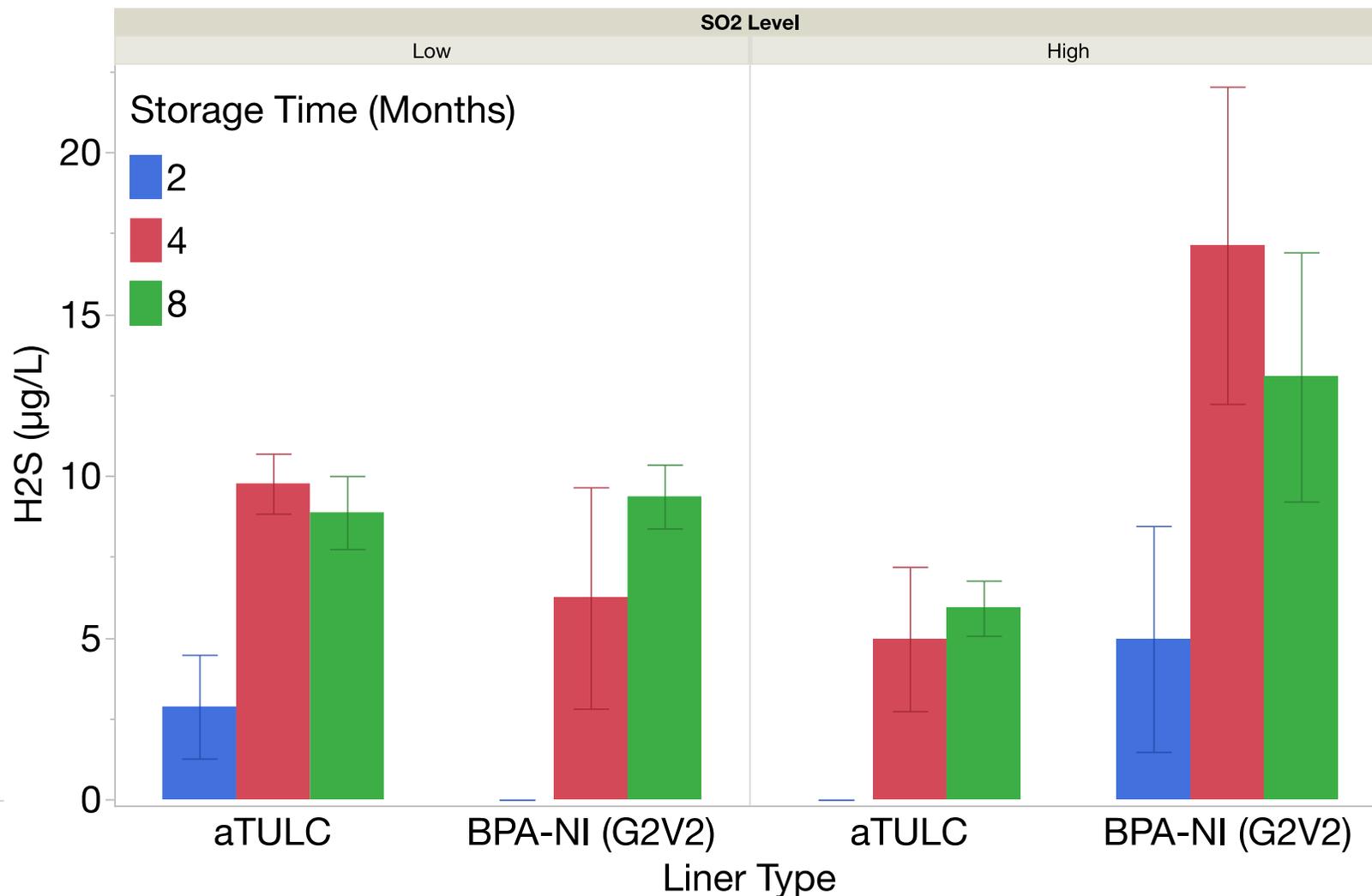


- Les boîtes aTULC sont fabriquées à partir d'aluminium très épais revêtu de PET.
  - Application plus homogène par rapport aux revêtements appliqués par pulvérisation.
  - Les données internes (American Canning) suggèrent un "scalping" minimal.

# Les données préliminaires suggèrent que l'aTULC est bon

50

- aTULC a obtenu de meilleurs résultats que G2V2 (BPA-NI) à 4 et 8 mois pour un vin à forte teneur en  $\text{SO}_2$
- D'autres essais sont nécessaires pour confirmer l'effet.



# Pour les vins / cidres

- Maintenir le SO moléculaire<sub>2</sub> en dessous de 0,5 mg/L.
  - Si le taux de sucre résiduel est élevé, il est possible d'opter pour le HPP en vrac et le velcorin.
- Dans la mesure du possible, évitez les doublures en acrylique - les performances du BPA et du BPA-NI sont comparables.
  - Contactez-moi si vous êtes intéressé par un protocole de vieillissement accéléré à tester.
- Les résultats préliminaires suggèrent que l'aTULC est "bon" !
  - D'autres essais doivent être menés

# Observations générales

- Lors des tests de durée de conservation, la marque et le type de revêtement sont importants !
  - L'aluminium nu ne doit en aucun cas être utilisé.
  - Revêtement du producteur A  $\neq$  Revêtement du producteur B, même s'il s'agit du même polymère
- Veillez à utiliser autant de répliques que possible - ces systèmes sont très variables... mais un mauvais échantillon peut ruiner toute une palette !
- Nous ne comprenons pas entièrement ce système ! Nous travaillons actuellement à la recherche de nouvelles mesures qui peuvent prédire la corrosion de manière plus complète que simplement  $\text{Al}^{3+}$  ou  $\text{H}_2\text{S}$ .

# Remerciements



Rachel B. Allison

rba55@cornell.edu



Matthew Sheehan

mjs743@cornell.edu



Gavin L. Sacks

gls9@cornell.edu



Julie M. Goddard

goddard@cornell.edu

- De nombreux collaborateurs industriels anonymes
- ASBC and Master Brewers
- New York State Wine and Grape Foundation

---

## Contact :

---

### **Austin Montgomery**

Université de Cornell

am3253@cornell.edu | 814.494.1005

### **Gavin Sacks (Conseiller de thèse)**

Université de Cornell

gls9@cornell.edu