



# Réduire les concentrations en H<sub>2</sub>S en air intérieur face aux épisodes d'algues sargasses : quelles solutions ?

**Frédéric THEVENET**<sup>1</sup>, Vincent GAUDION<sup>1</sup>, Thomas FAGNIEZ<sup>1</sup>, Marie VERRIELE<sup>1</sup>, Jean GUIMBERTEAU<sup>2</sup>,  
Carole BOULANGER<sup>2</sup>, Margaux MOUNSAMY<sup>3</sup>, Sabine CRUNAIRE<sup>1</sup>

(1) IMT Nord Europe, Université de Lille, CERI EE, F-59000 Lille, France

(2) MADININAIR, 31 Rue Professeur Garcin, Fort-de-France 97200, Martinique

(3) GWAD'AIR, Arnouville, Petit-Bourg, 97170 Guadeloupe

## *Partenaires du projet SARGEX*

**Gwad'Air**  
Surveillance de la qualité de l'air

**IMT Nord Europe**  
École Mines-Télécom  
IMT-Université de Lille

**Madininair**  
votre parten'air en Martinique

**Santé  
publique  
France**

**CHU de Martinique**

**ars**  
Agence Régionale de Santé  
Martinique

**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**  
Liberté  
Égalité  
Fraternité

**ars**  
Agence de Santé  
Établissements  
Saint-Martin  
Saint-Barthélemy

## *Projet soutenu par :*

**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**  
Liberté  
Égalité  
Fraternité

**ars**  
Agence Régionale de Santé  
Martinique

**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**  
Liberté  
Égalité  
Fraternité

**ADEME**  
AGENCE DE LA  
TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE

| Quel est le problème ?

# Quel est le problème ?

**Changements dans les apports en nutriments provenant des fleuves Amazone et Congo**



*Pérez, et al. (2022). BioEnergy Research..*

# Quel est le problème ?

Changements dans les apports en nutriments provenant des fleuves Amazone et Congo



Prolifération des algues SARGASSES

poussées vers de nouvelles zones, notamment les côtes des Antilles françaises.



Pérez, et al. (2022). BioEnergy Research..



# Quel est le problème ?

Changements dans les  
apports en nutriments  
provenant des fleuves  
Amazone et Congo



Prolifération des algues  
**SARGASSES**

poussées vers de nouvelles  
zones, notamment les côtes  
des Antilles françaises.



érez, et al. (2022). *BioEnergy Research*..

# Quel est l'impact ?



*Guadeloupe : Capesterre de Marie-Galante*



*Martinique: Four à chaud, Le Robert*



*Martinique: Saint François*

De grandes quantités de sargasses échouent annuellement sur les côtes de la Guadeloupe et de la Martinique, de façon massive et successive depuis 2011



## > | What 's the impact?

De grandes quantités de sargasses échouent annuellement sur les côtes de la Guadeloupe et de la Martinique, de façon massive et successive depuis 2011



*Au cours de leur décomposition : émissions massives  $\text{H}_2\text{S}$  et  $\text{NH}_3$*

*Nuisances olfactives*

*Risques pour la santé (exposition prolongée ou répétée)*

*Dommages aux surfaces métalliques et équipements électroniques*

## > | What 's the impact?

De grandes quantités de sargasses échouent annuellement sur les côtes de la Guadeloupe et de la Martinique, de façon massive et successive depuis 2011



*Au cours de leur décomposition : émissions massives  $\text{H}_2\text{S}$  et  $\text{NH}_3$*

*Nuisances olfactives*

*Risques pour la santé (exposition prolongée ou répétée)*

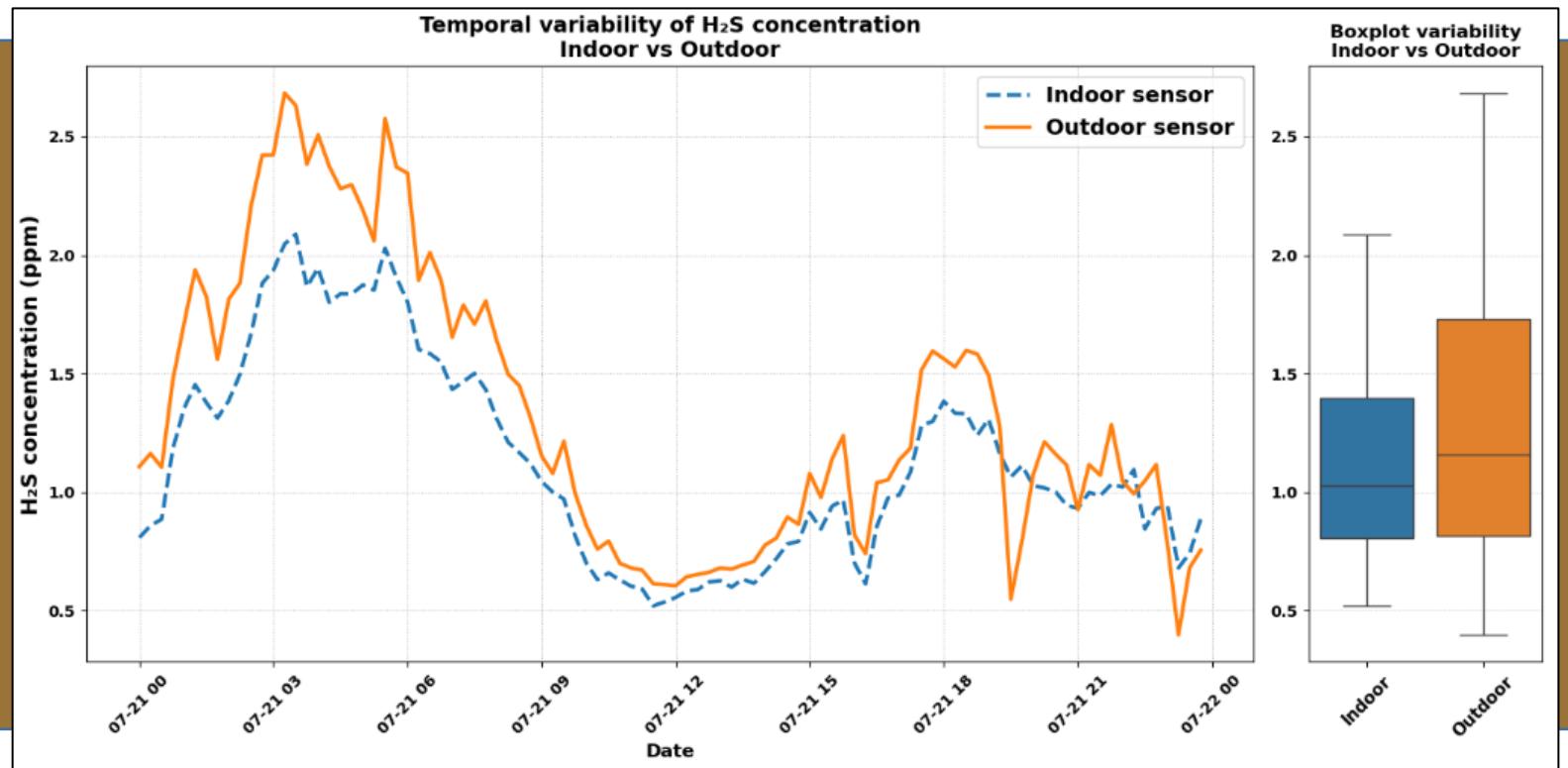
*Dommages aux surfaces métalliques et équipements électroniques*

Série chronologique de surveillance du  $\text{H}_2\text{S}$  sur 24 heures – en extérieur – à 20 m de la côte



# > | What 's the impact?

De grandes quantités de sargasses échouent annuellement sur les côtes de la Guadeloupe et de la Martinique, de façon massive et successive depuis 2011



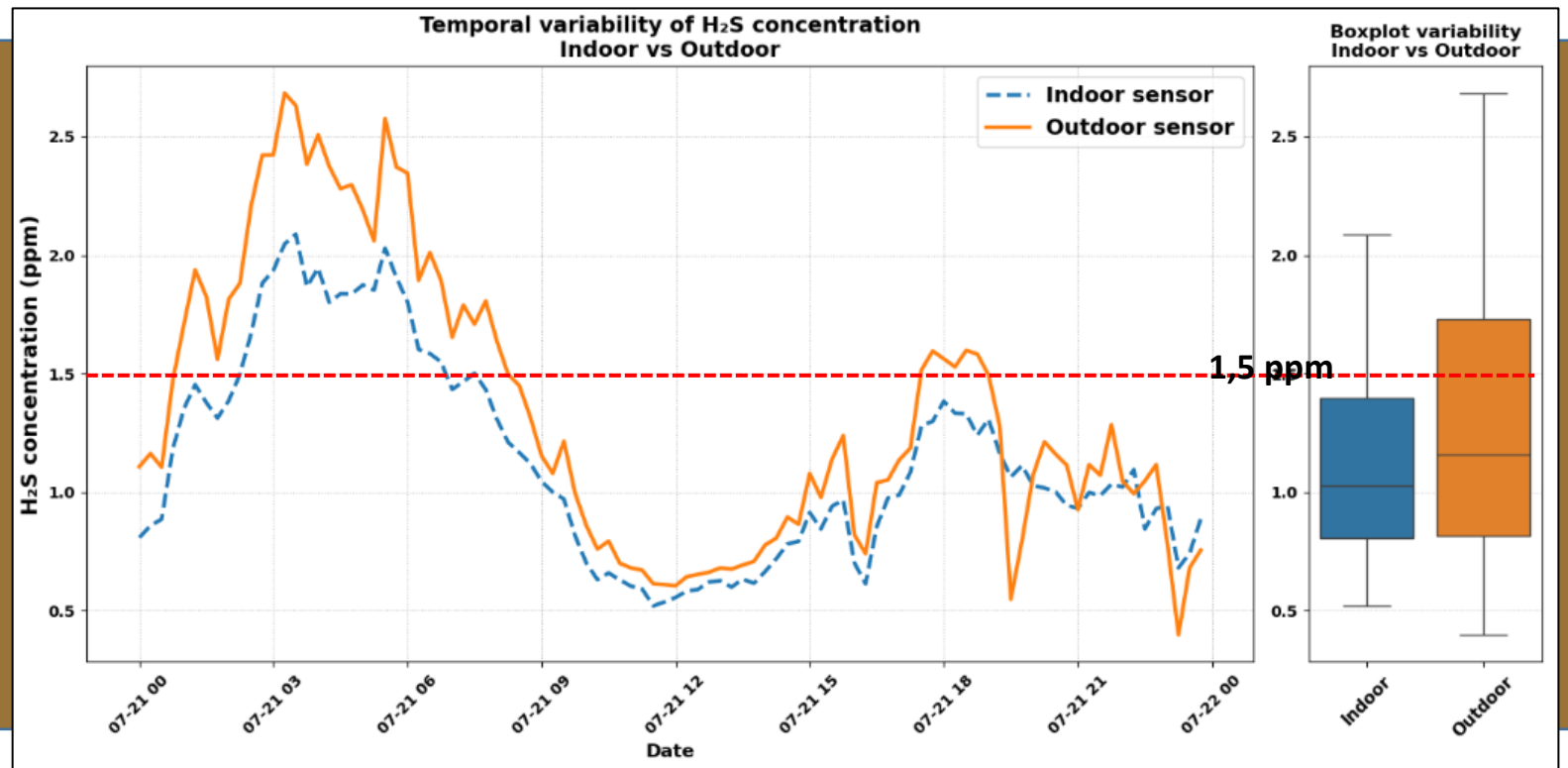
Série chronologique de surveillance du H<sub>2</sub>S sur 24 heures – int / ext – à 20 m de la côte

# > | What's the impact?

De grandes quantités de sargasses échouent annuellement sur les côtes de la Guadeloupe et de la Martinique, de façon massive et successive depuis 2011

**Seuil d'olfaction  $\approx 20$  ppb**  
*oeuf pourri* (Devos et al. 1996)

**Impact sanitaire modéré :**  
**(1h d'exposition)  $\approx 1,5$  ppm**  
(ARS, Martinique)



Série chronologique de surveillance du H<sub>2</sub>S sur 24 heures – int / ext – à 20 m de la côte

## Ce qui est mis en œuvre face au problème :

Que pouvons-nous faire pour aider la population à faire face à ce problème ?

- ➡ Plans nationaux de prévention
- ➡ Réseaux locaux de mesure
- ➡ Collecte régulière d'algues pour limiter l'impact + filets côtiers pour limiter l'échouement
- ➡ Projets de recherche visant à identifier les principaux facteurs à l'origine de cette pollution

**MAIS rien n'a été entrepris concernant l'exposition à l'intérieur alors que l'environnement intérieur est utilisé comme « refuge ».**

### ➔ La question clé du projet SARGEX :

**Quelles sont les stratégies et les recommandations à formuler auprès des pouvoirs publics et des populations pour réduire l'exposition à H<sub>2</sub>S dans des bâtiments typiques des Antilles ?**

# Ce qui est mis en œuvre face au problème :

Que pouvons-nous faire pour aider la population à faire face à ce problème ?

- ➡ Plans nationaux de prévention
- ➡ Réseaux locaux de mesure
- ➡ Collecte régulière d'algues pour limiter l'impact + filets côtiers pour limiter l'échouement
- ➡ Projets de recherche visant à identifier les principaux facteurs à l'origine de cette pollution

**MAIS rien n'a été entrepris concernant l'exposition à l'intérieur alors que l'environnement intérieur est utilisé comme « refuge ».**

## ➔ La question clé du projet SARGEX :

Quelles sont les stratégies et les recommandations à formuler auprès des pouvoirs publics et des populations pour réduire l'exposition à H<sub>2</sub>S dans des bâtiments typiques des Antilles ?

Ventilation naturelle | haute perméabilité | TRA élevé

vs.

[ climat tropical | source extérieure ]





**DEUX ACTIONS SONT EXPLORÉES**  
**dans le CADRE du PROJET SARGEX :**



*Guadeloupe : Capesterre de Marie-Galante*

## DEUX ACTIONS SONT EXPLOREES dans le CADRE du PROJET SARGEX :

**ACTION 1 :** accompagner les populations vers de meilleures pratiques de gestion des bâtiments en termes de ventilation, aération, gestion des ouvrants, climatisation, etc.

*>>> ressource par les campagnes de mesures sur site, et l'analyse des données, afin d'identifier des scénarios de gestion des ouvrants par les occupants*



Guadeloupe : Capesterre de Marie-Galante



## DEUX ACTIONS SONT EXPLOREES dans le CADRE du PROJET SARGEX :

**ACTION 1 :** accompagner les populations vers de meilleures pratiques de gestion des bâtiments en termes de ventilation, aération, gestion des ouvrants, climatisation, etc.

*>>> ressource par les campagnes de mesures sur site, et l'analyse des données, afin d'identifier des scénarios de gestion des ouvrants par les occupants*

**ACTION 2 :** accompagner les populations vers des choix éclairés de dispositifs de traitement d'air.

*>>> ressource par l'étude en pièces expérimentale échelle 1:1 des performances réelle d'une sélection d'épurateurs d'air intérieur face à  $H_2S$  en conditions réalistes.*





## DEUX ACTIONS SONT EXPLOREES dans le CADRE du PROJET SARGEX :

**ACTION 1 :** accompagner les populations vers de meilleures pratiques de gestion des bâtiments en termes de ventilation, aération, gestion des ouvrants, climatisation, etc.

*>>> ressource par les campagnes de mesures sur site, et l'analyse des données, afin d'identifier des scénarios de gestion des ouvrants par les occupants*

**ACTION 2 :** accompagner les populations vers des choix éclairés de dispositifs de traitement d'air.

*>>> ressource par l'étude en pièces expérimentale échelle 1:1 des performances réelle d'une sélection d'épurateurs d'air intérieur face à  $H_2S$  en conditions réalistes.*







# TRAITEMENT DE $\text{H}_2\text{S}$ DANS IRINA: COMMENT S'Y PRENDRE ?

**OBJECTIF : qualifier et comprendre les performances de différents épurateurs d'air intérieur, face à  $\text{H}_2\text{S}$ , en conditions réalistes.**

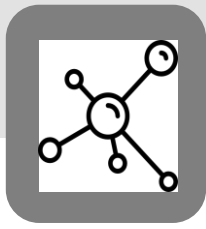


# TRAITEMENT DE $\text{H}_2\text{S}$ DANS IRINA: COMMENT S'Y PRENDRE ?

**OBJECTIF :** qualifier et comprendre les performances de différents épurateurs d'air intérieur, face à  $\text{H}_2\text{S}$ , en conditions réalistes.

**MOYEN :** pièce expérimentale IRINA 40 m<sup>3</sup>





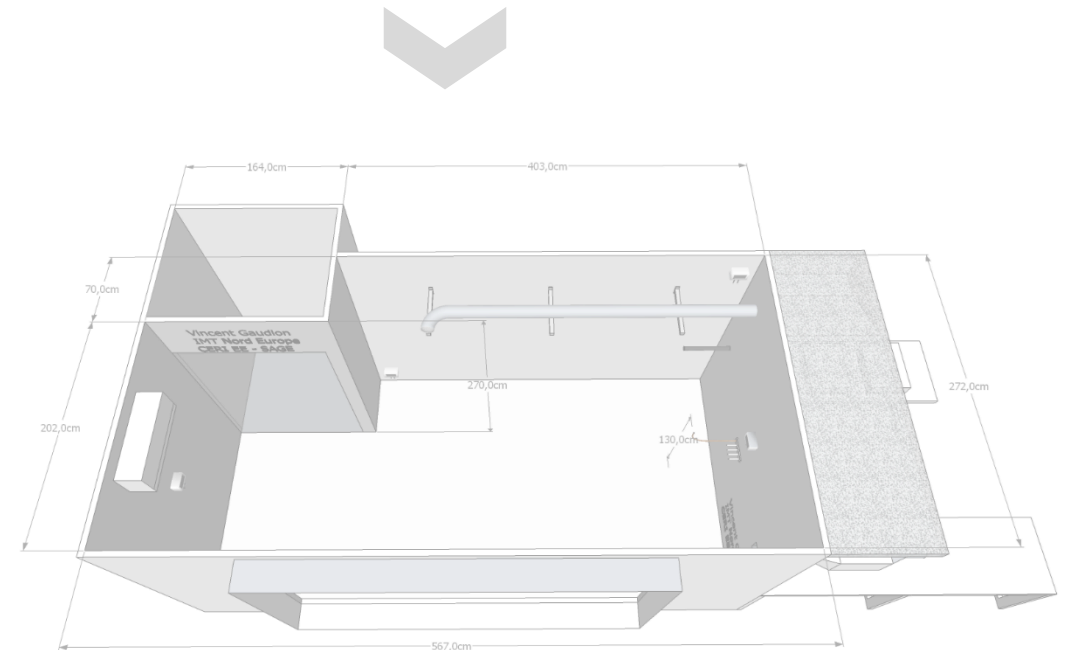
# TRAITEMENT DE $\text{H}_2\text{S}$ DANS IRINA: COMMENT S'Y PRENDRE ?

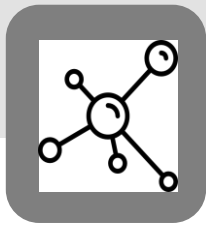
**OBJECTIF :** qualifier et comprendre les performances de différents épurateurs d'air intérieur, face à  $\text{H}_2\text{S}$ , en conditions réalistes.

**MOYEN :** pièce expérimentale IRINA 40 m<sup>3</sup>

**IRINA**  
*IRINA*

  
**IMT Nord Europe**  
École Mines-Télécom  
IMT-Université de Lille





# TRAITEMENT DE $\text{H}_2\text{S}$ DANS IRINA: COMMENT S'Y PRENDRE ?

**OBJECTIF :** qualifier et comprendre les performances de différents épurateurs d'air intérieur, face à  $\text{H}_2\text{S}$ , en conditions réalistes.

**MOYEN :** pièce expérimentale IRINA 40 m<sup>3</sup>

**IRINA**  
*UUIRI*

**IMT Nord Europe**  
École Mines-Télécom  
IMT-Université de Lille

**5 PROBLEMES TECHNIQUES à REGLER avant de COMMENCER :**

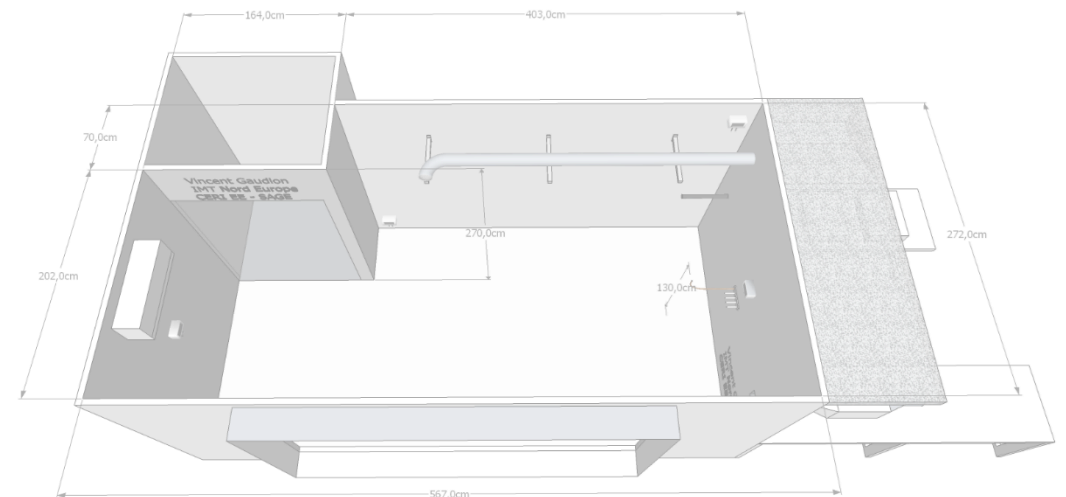
Comment générer de 100 à 500 ppb de  $\text{H}_2\text{S}$  dans IRINA ?

Comment recréer des conditions tropicales dans IRINA ?

Comment mesurer  $\text{H}_2\text{S}$  dans la pièce expérimentale ?

Quelle fraction de  $\text{H}_2\text{S}$  généré va être perdue sur les parois ?

Est-on capable de mesurer un abattement de  $\text{H}_2\text{S}$  ?







# TRAITEMENT DE $H_2S$ DANS IRINA: COMMENT S'Y PRENDRE ?

5 PROBLEMES TECHNIQUES à REGLER avant de COMMENCER :

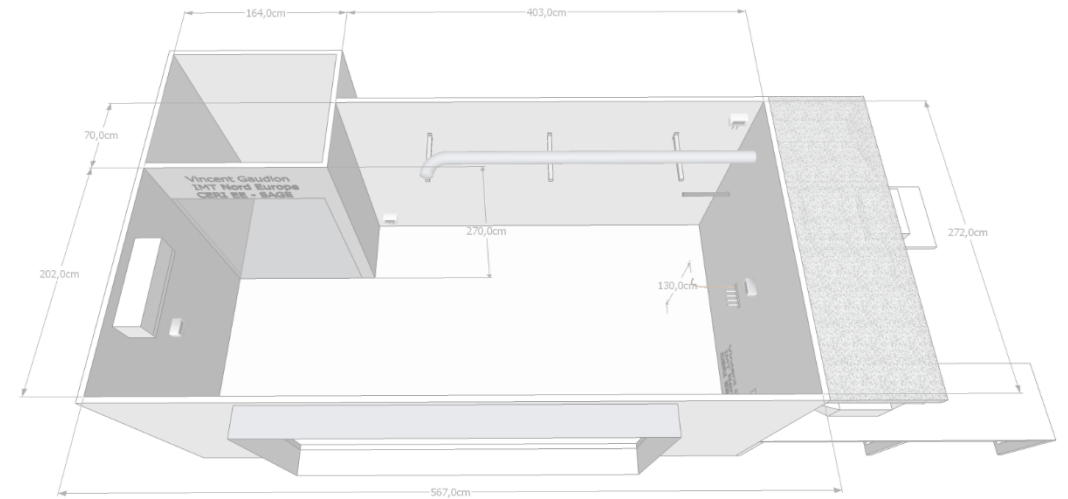
Comment générer de 100 à 500 ppb de  $H_2S$  dans IRINA ?

Comment recréer des conditions tropicales dans IRINA ?

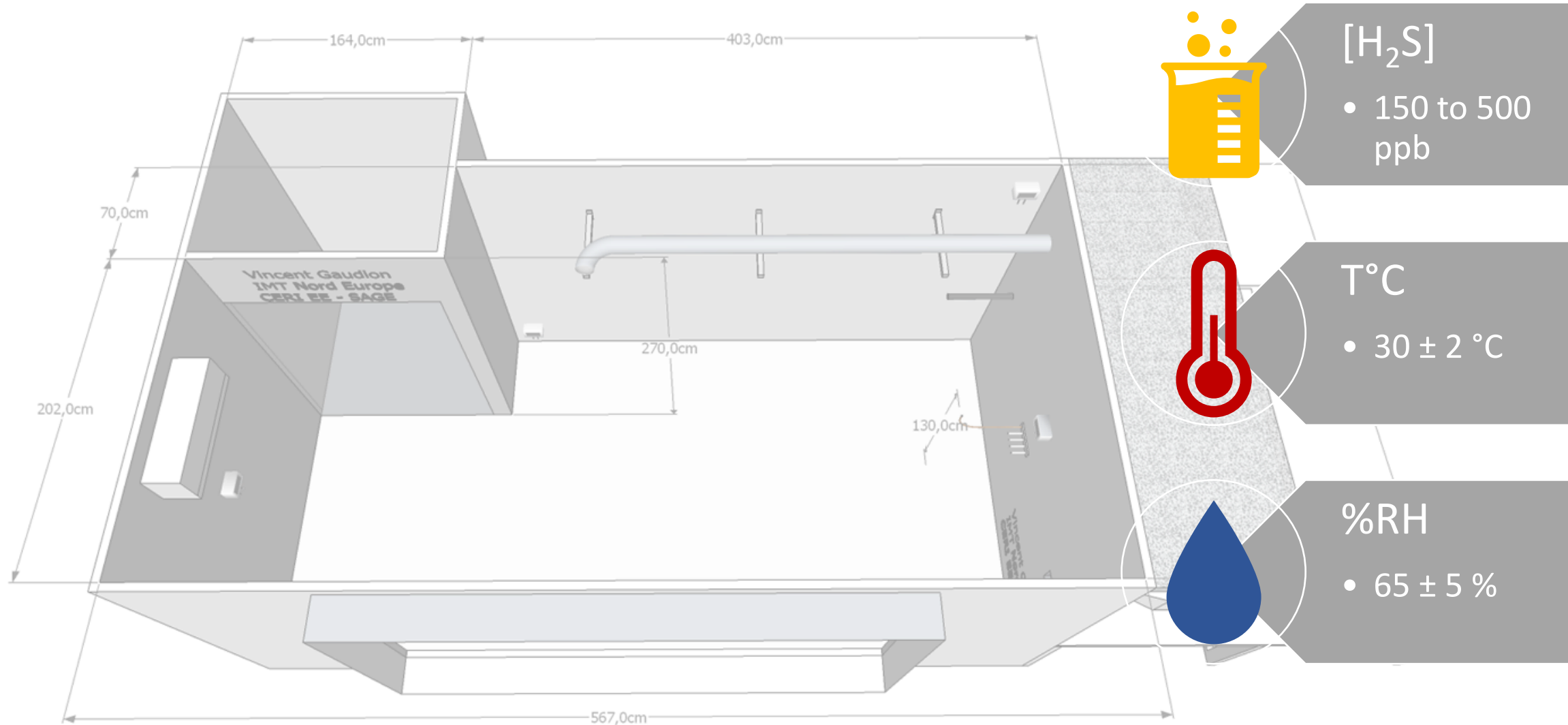
Comment mesurer  $H_2S$  dans la pièce expérimentale ?

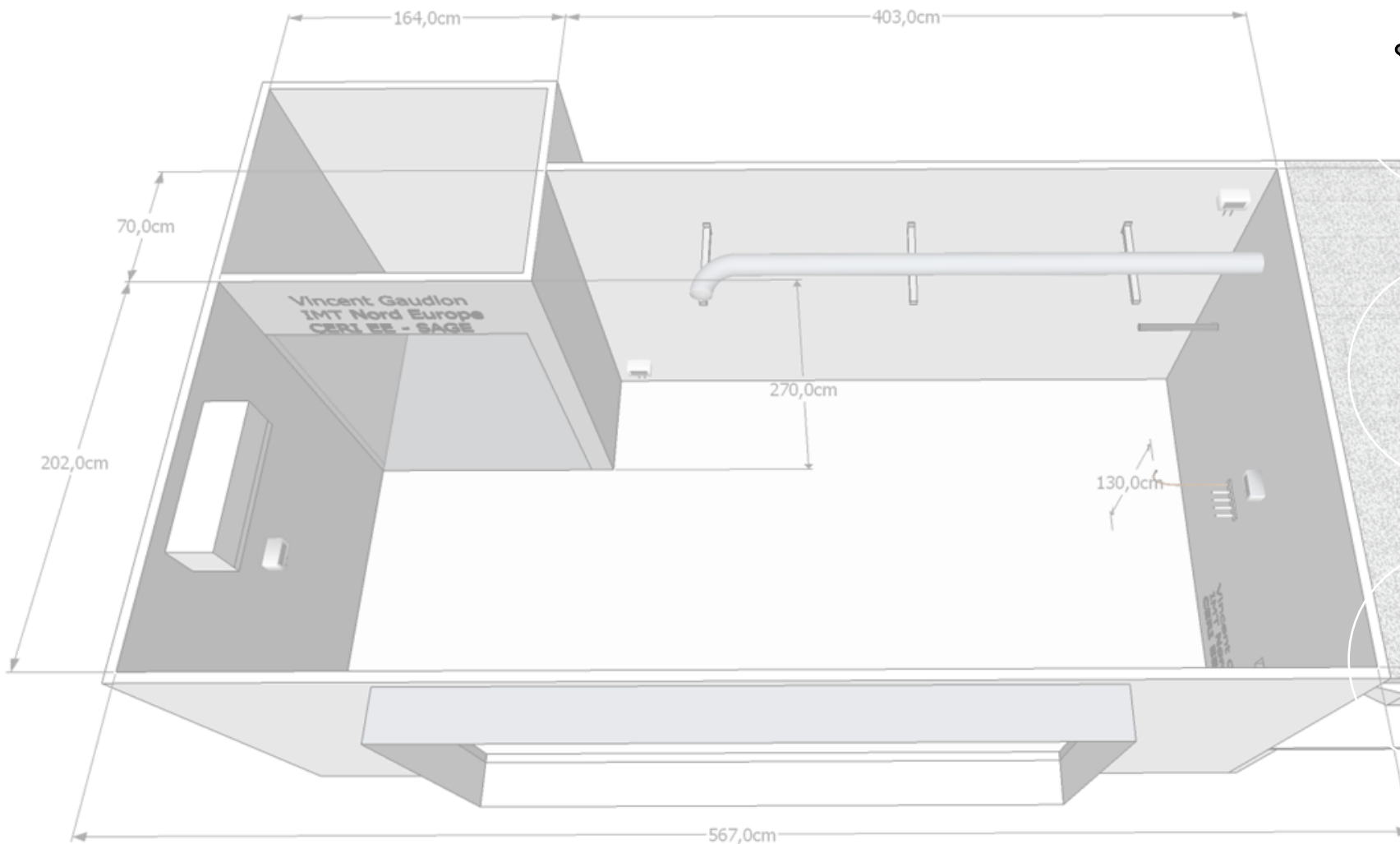
Quelle fraction de  $H_2S$  généré va être perdue sur les parois ?

Est-on capable de mesurer un abattement de  $H_2S$  ?



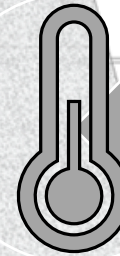
Volume de la pièce expérimentale :  $40 \text{ m}^3 + \text{TRA} = 0,4 \pm 0,1 \text{ h}^{-1}$





**[H<sub>2</sub>S]**

- 150 to 500 ppb



**T°C**

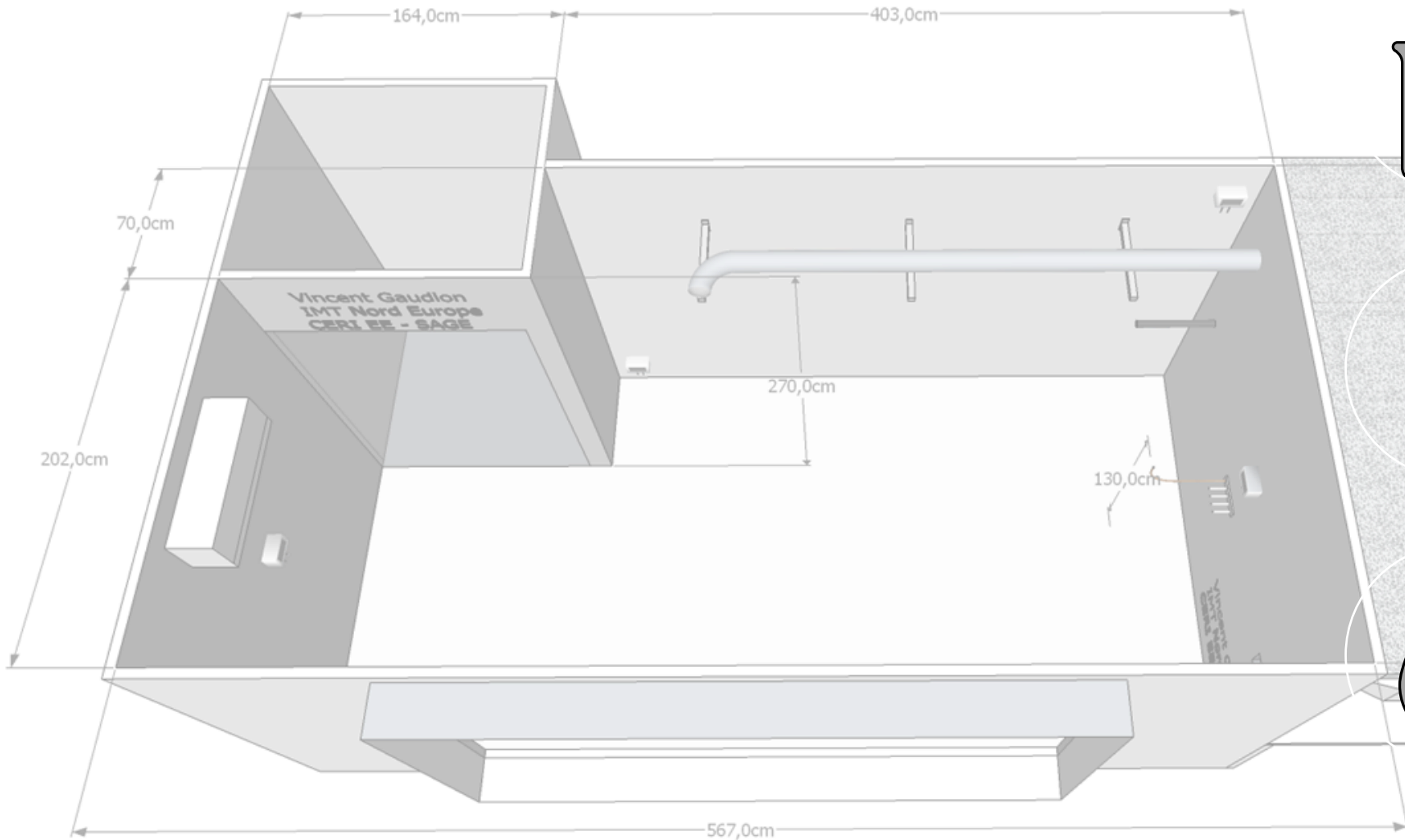
- 30 ± 2°C



**%RH**

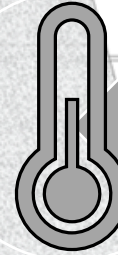
- 65 ± 5%RH

*H<sub>2</sub>S : génération*



[H<sub>2</sub>S]

- 150 to 500 ppb



T°C

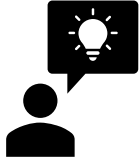
- 30 ± 2°C



%RH

- 65 ± 5%RH





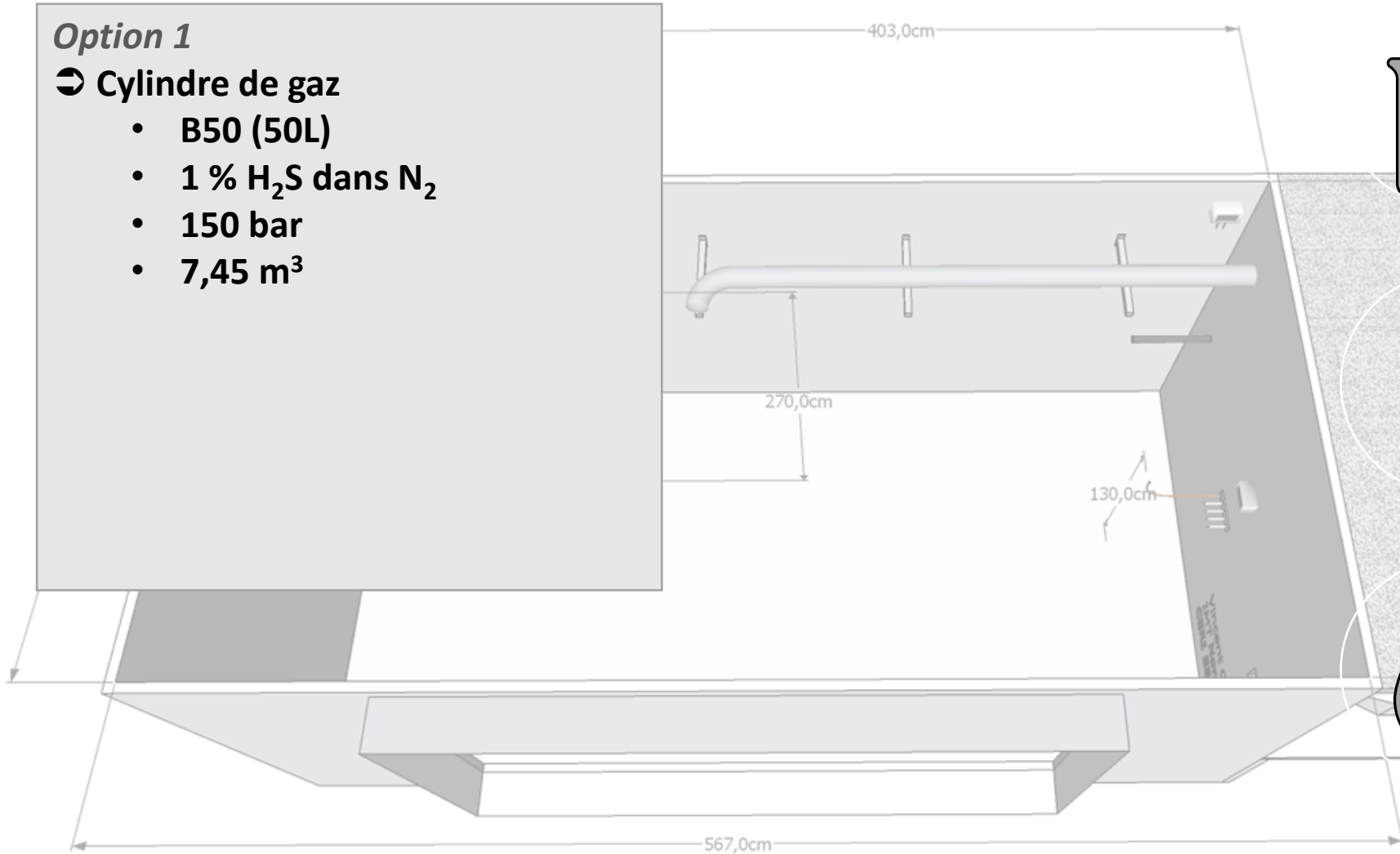
$H_2S$  : génération



## Option 1

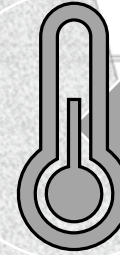
### ➔ Cylindre de gaz

- B50 (50L)
- 1 %  $H_2S$  dans  $N_2$
- 150 bar
- 7,45 m<sup>3</sup>



[ $H_2S$ ]

- 150 to 500 ppb



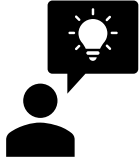
T°C

- 30 ± 2°C



%RH

- 65 ± 5%RH



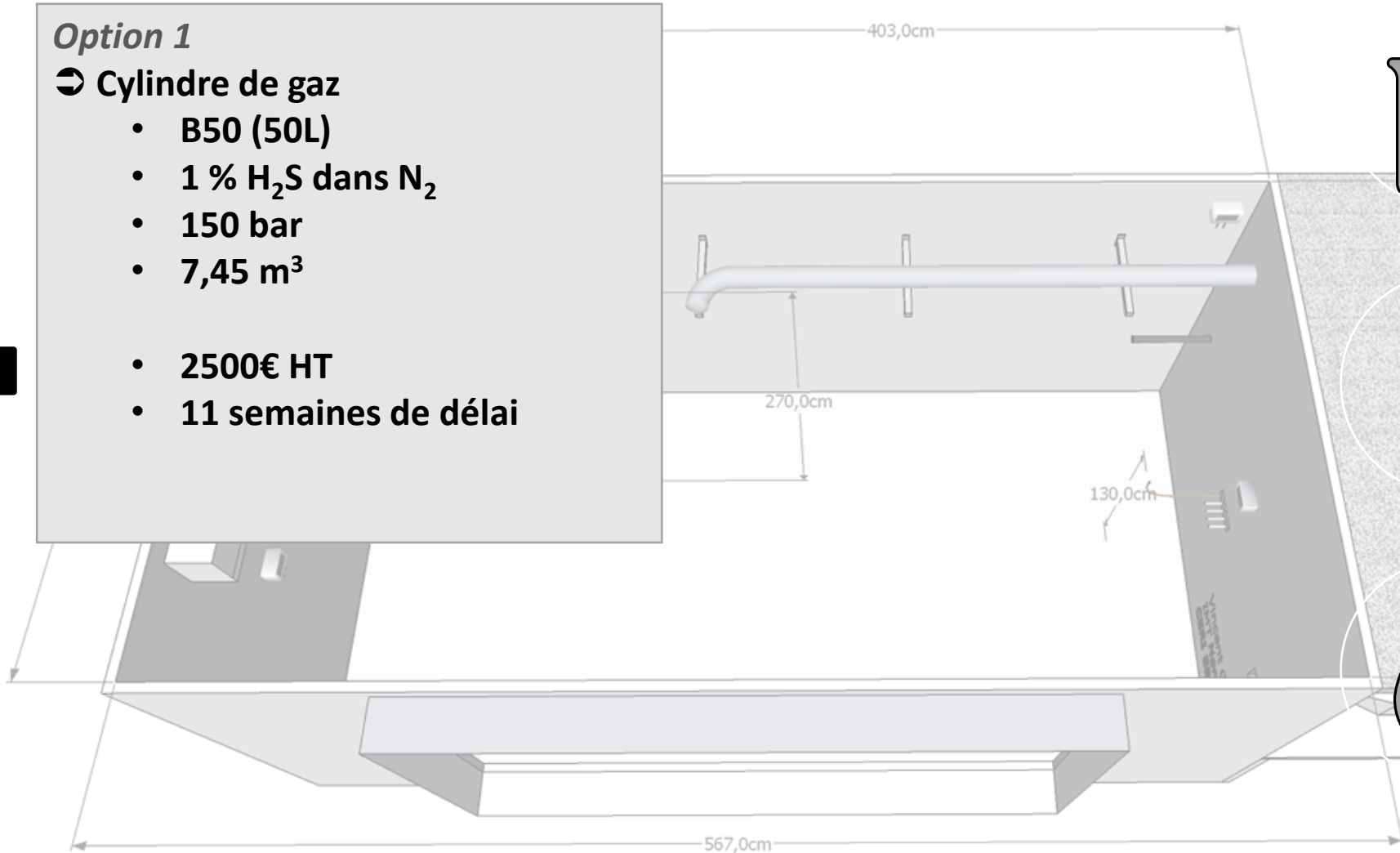
*H<sub>2</sub>S : génération*



## Option 1

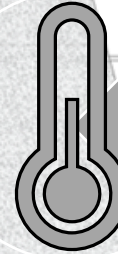
### ➔ Cylindre de gaz

- B50 (50L)
- 1 % H<sub>2</sub>S dans N<sub>2</sub>
- 150 bar
- 7,45 m<sup>3</sup>
- 2500€ HT
- 11 semaines de délai



[H<sub>2</sub>S]

- 150 to 500 ppb



T°C

- 30 ± 2°C



%RH

- 65 ± 5%RH

## $H_2S$ : génération



### Option 1

#### ➡ Cylindre de gaz

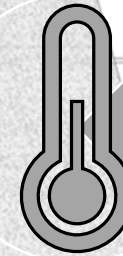
- B50 (50L)
- 1 %  $H_2S$  dans  $N_2$
- 150 bar
- 7,45 m<sup>3</sup>
- 2500€ HT
- 11 semaines de délai

### Option 2



[ $H_2S$ ]

- 150 to 500 ppb



T°C

- 30 ± 2°C



%RH

- 65 ± 5%RH

567,0cm

## $H_2S$ : génération



### Option 1

#### ➔ Cylindre de gaz

- B50 (50L)
- 1 %  $H_2S$  dans  $N_2$
- 150 bar
- 7,45 m<sup>3</sup>
- 2500€ HT
- 11 semaines de délai

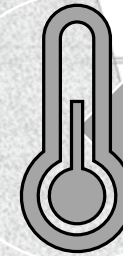
### Option 2

#### ➔ Synthèse in-situ par réaction



[ $H_2S$ ]

- 150 to 500 ppb



T°C

- 30 ± 2°C



%RH

- 65 ± 5%RH

567,0cm

## $H_2S$ : génération



### Option 1

#### ➔ Cylindre de gaz

- B50 (50L)
- 1 %  $H_2S$  dans  $N_2$
- 150 bar
- 7,45 m<sup>3</sup>
- 2500€ HT
- 11 semaines de délai

### Option 2

#### ➔ Synthèse in-situ par réaction

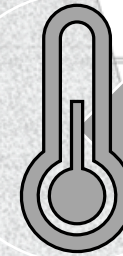


- $Q_{air} \approx 2 \text{ L.min}^{-1}$
- T réacteur : 200°C
- Piège à -10°C pour  $H_2SO_4$
- $FeS$  : 38,76 € - 250 g
- $H_2SO_4$  : 6,37 € - 1 L



[ $H_2S$ ]

- 150 to 500 ppb



T°C

- $30 \pm 2^\circ\text{C}$



%RH

- $65 \pm 5\%RH$

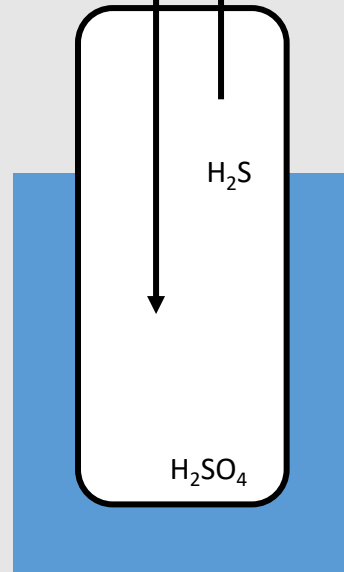
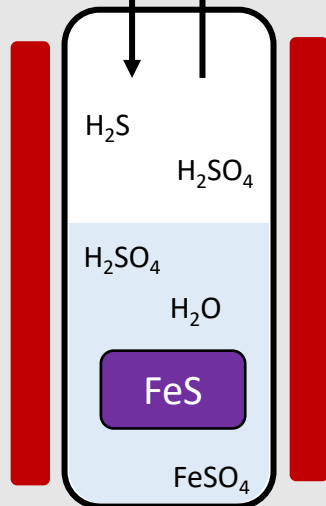
567,0cm





Air

IRINA



### Option 2

#### ➔ Synthèse in-situ par réaction

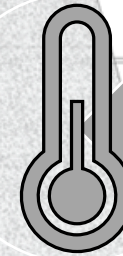


- $Q \text{ air} \approx 2 \text{ L.min}^{-1}$
- $T \text{ réacteur} : 200^\circ\text{C}$
- Piège à  $-10^\circ\text{C}$  pour  $H_2SO_4$
- $FeS : 38,76 \text{ €} - 250 \text{ g}$
- $H_2SO_4 : 6,37 \text{ €} - 1 \text{ L}$



$[H_2S]$

- 150 to 500 ppb



$T^\circ\text{C}$

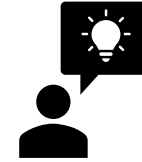
- $30 \pm 2^\circ\text{C}$



%RH

- $65 \pm 5\%RH$

## $H_2S$ : génération



### Option 2

#### ➔ Synthèse in-situ par réaction

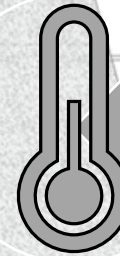


- $Q_{\text{air}} \approx 2 \text{ L.min}^{-1}$
- $T_{\text{réacteur}} : 200^\circ\text{C}$
- Piège à  $-10^\circ\text{C}$  pour  $H_2SO_4$
- $FeS : 38,76 \text{ €} - 250 \text{ g}$
- $H_2SO_4 : 6,37 \text{ €} - 1 \text{ L}$



$[H_2S]$

- 150 to 500 ppb



$T^\circ\text{C}$

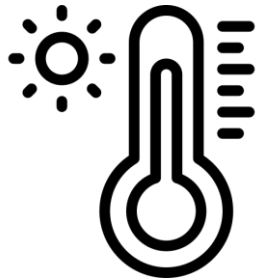
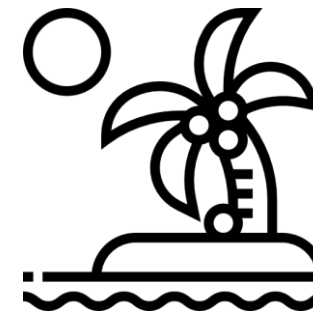
- $30 \pm 2^\circ\text{C}$



%RH

- $65 \pm 5\%RH$

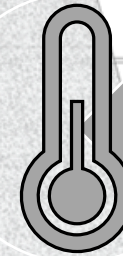
567,0cm



➔ La climatisation de la pièce expérimentale et adaptée !



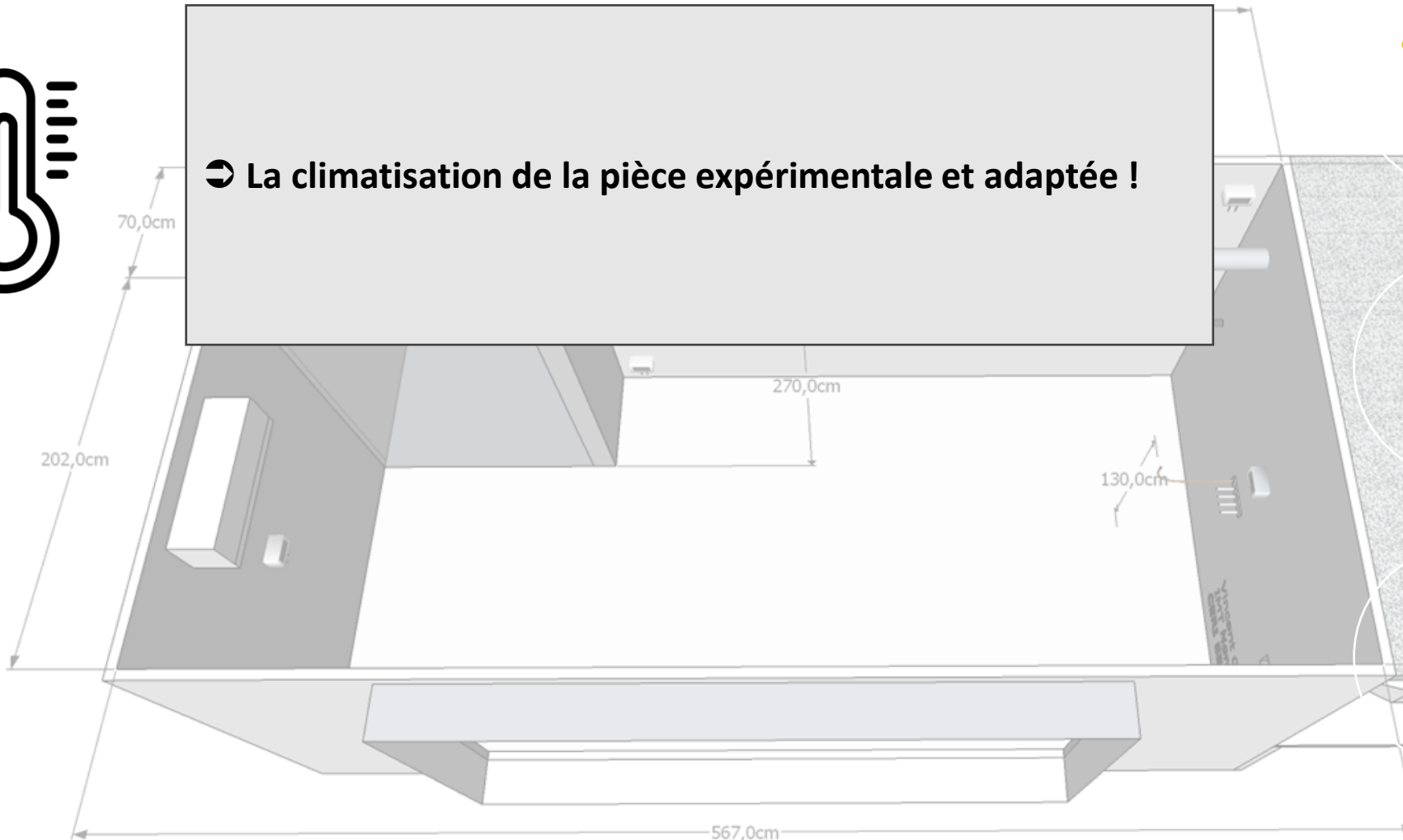
[H<sub>2</sub>S]  
• 150 to 500  
ppb



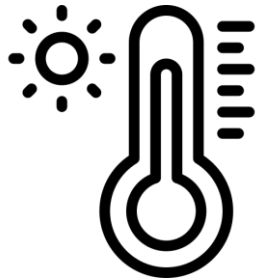
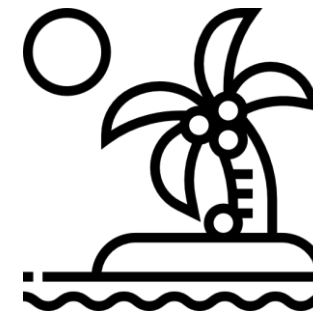
T°C  
• 30 ± 2°C



%RH  
• 65 ± 5%RH



Conditions « Antilles »



➔ La climatisation de la pièce expérimentale est adaptée !



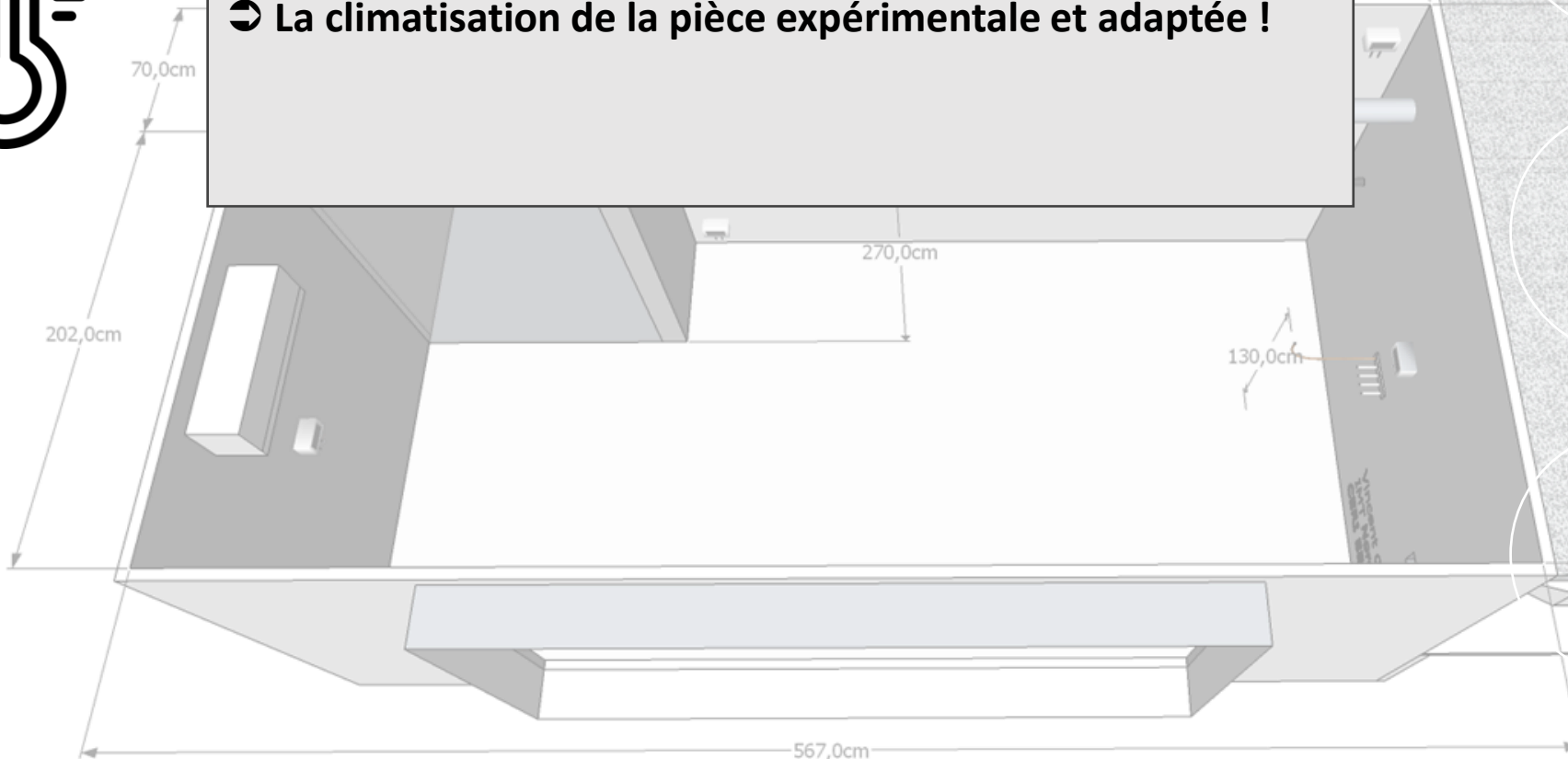
[H<sub>2</sub>S]  
• 150 to 500  
ppb

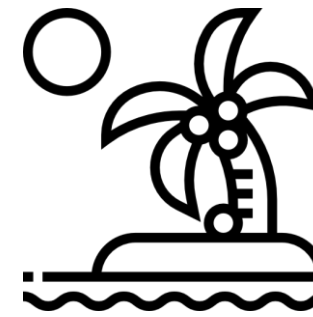


T°C  
• 30 ± 2°C

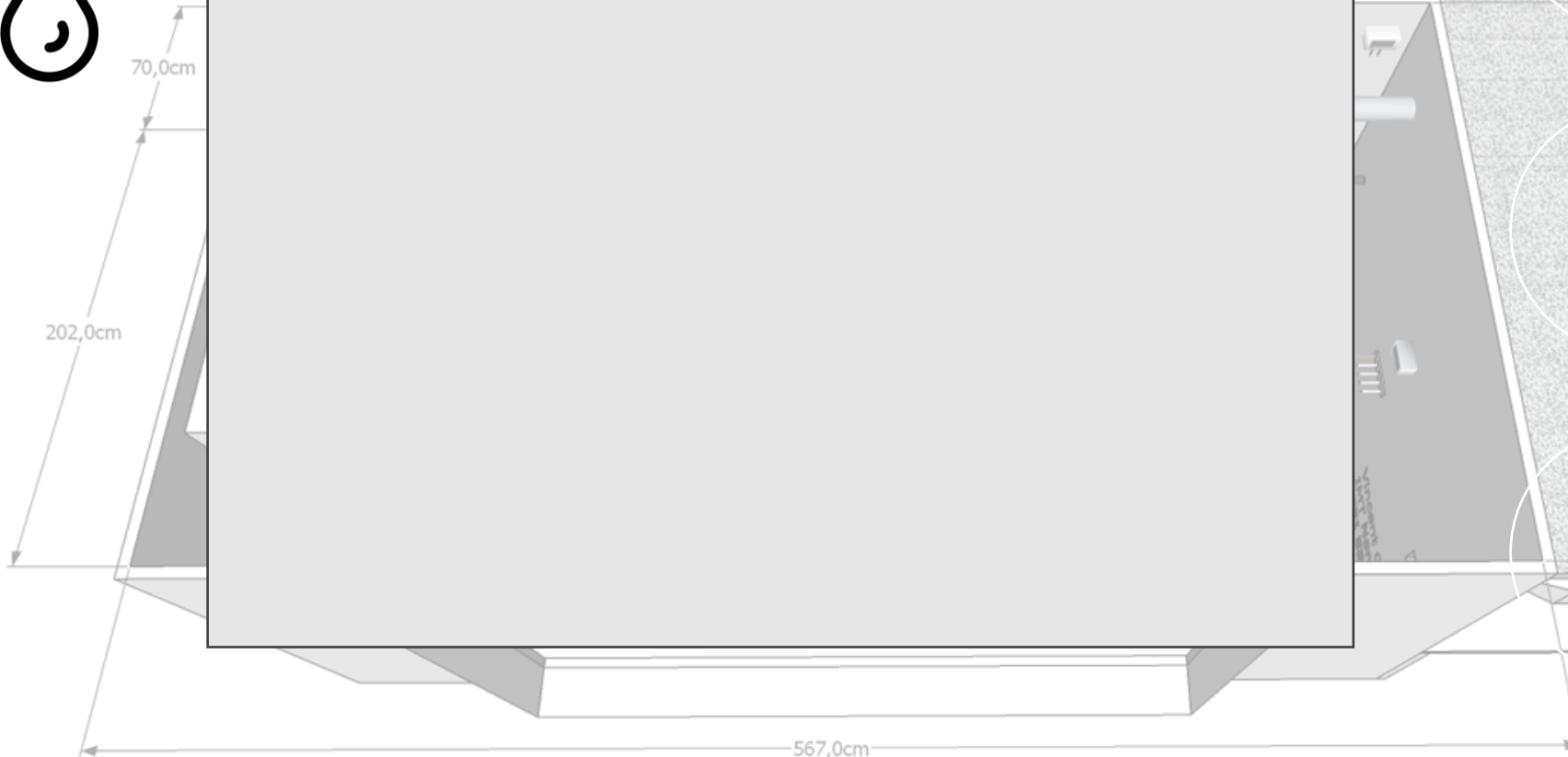


%RH  
• 65 ± 5%RH





➔ Pour l'humidité, il faut être plus créatif...



[H<sub>2</sub>S]

- 150 to 500 ppb



T°C

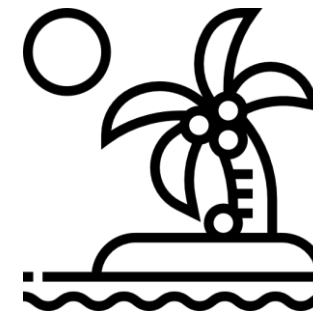
- 30 ± 2°C



%RH

- 65 ± 5%RH





➔ Pour l'humidité, il faut être plus créatif...

- Montée en humidité de la pièce à l'aide de linges mouillés pendant 2 jours :



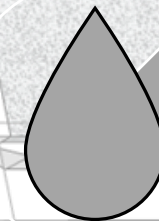
[H<sub>2</sub>S]

- 150 to 500 ppb



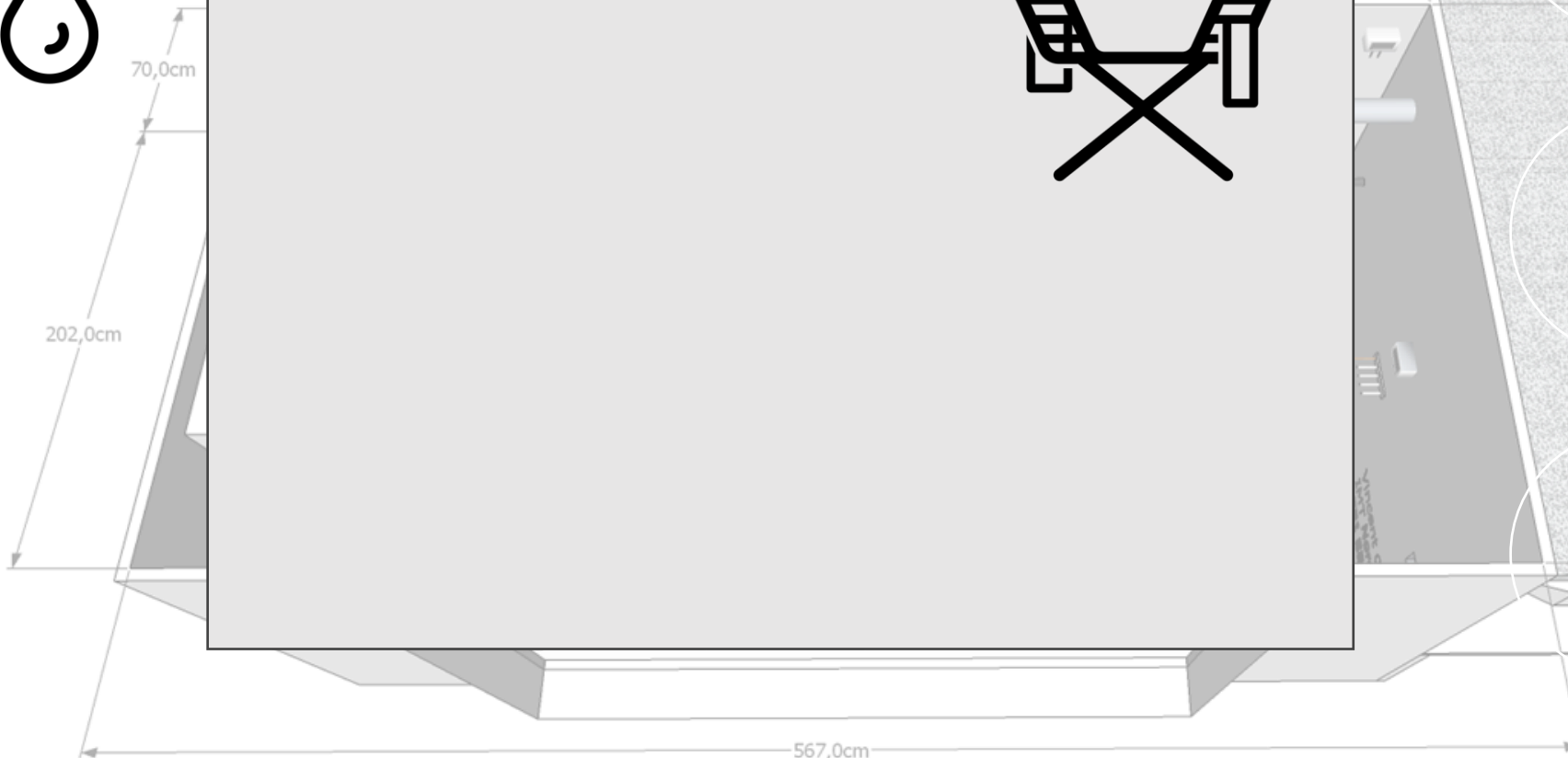
T°C

- 30 ± 2°C

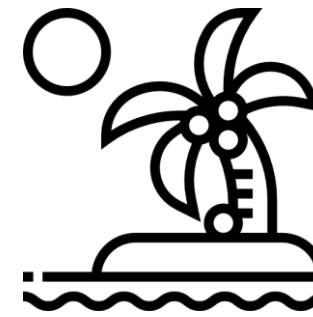


%RH

- 65 ± 5%RH



Conditions « Antilles »

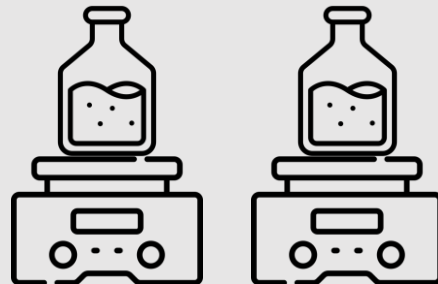


➔ Pour l'humidité, il faut être plus créatif...

- Montée en humidité de la pièce à l'aide de linges mouillés pendant 2 jours :



- Maintien du RH : 2 x 2 L.min<sup>1</sup> (bulleurs H<sub>2</sub>O à 100 °C)



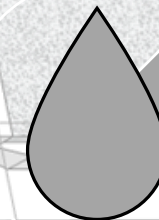
[H<sub>2</sub>S]

- 150 to 500 ppb



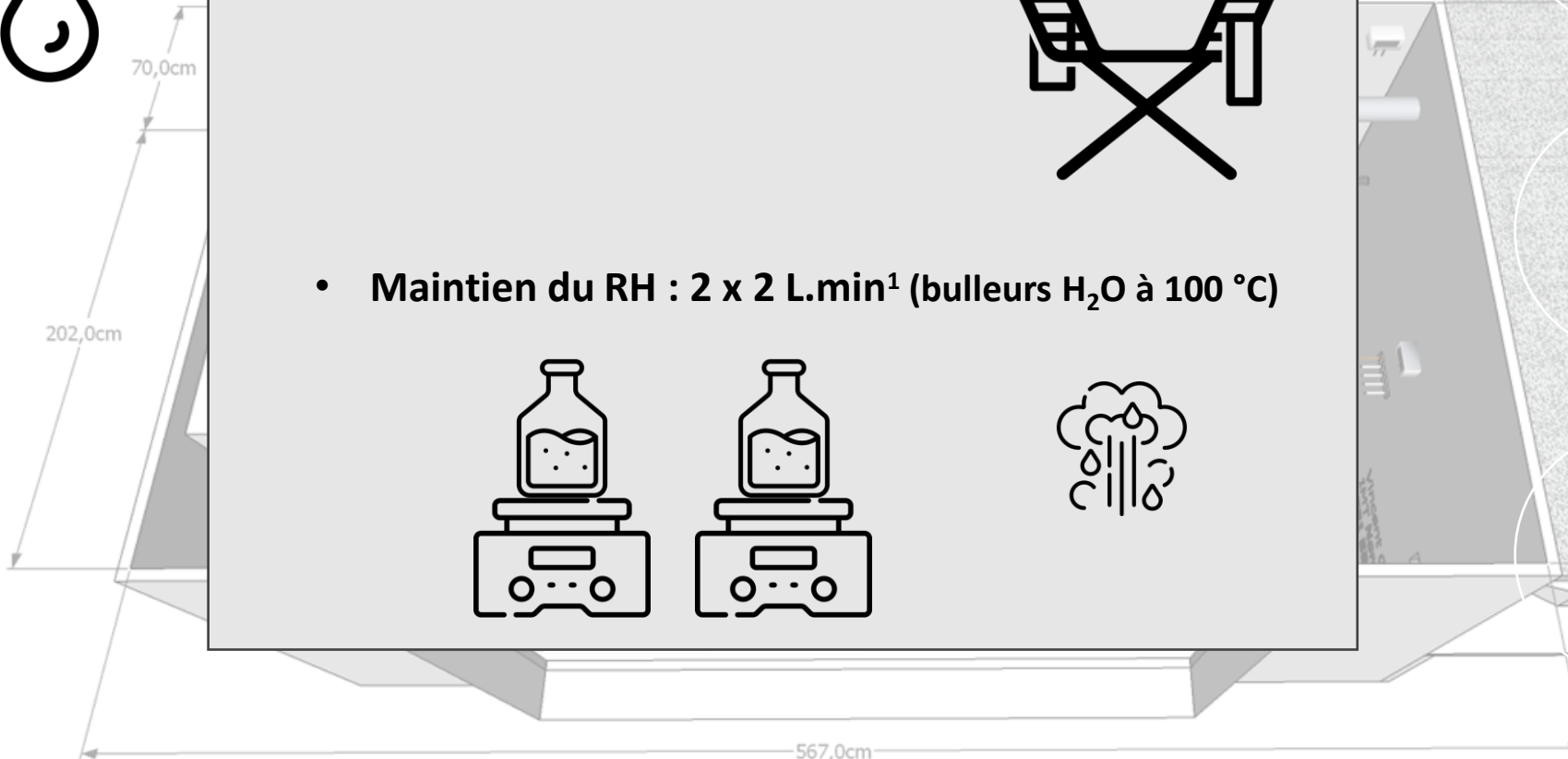
T°C

- 30 ± 2°C

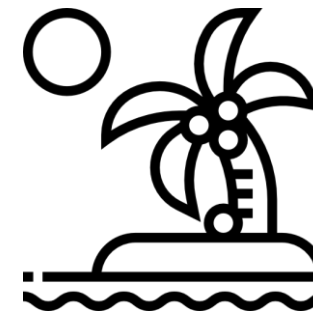


%RH

- 65 ± 5%RH



## Conditions « Antilles »



➔ Pour l'humidité, il faut être plus créatif...

- Montée en humidité de la pièce à l'aide de linges mouillés pendant 2 jours :



- Maintien du RH : 2 x 2 L.min<sup>1</sup> (bulleurs H<sub>2</sub>O à 100 °C)



[H<sub>2</sub>S]

- 150 to 500 ppb



T°C

- 30 ± 2°C



%RH

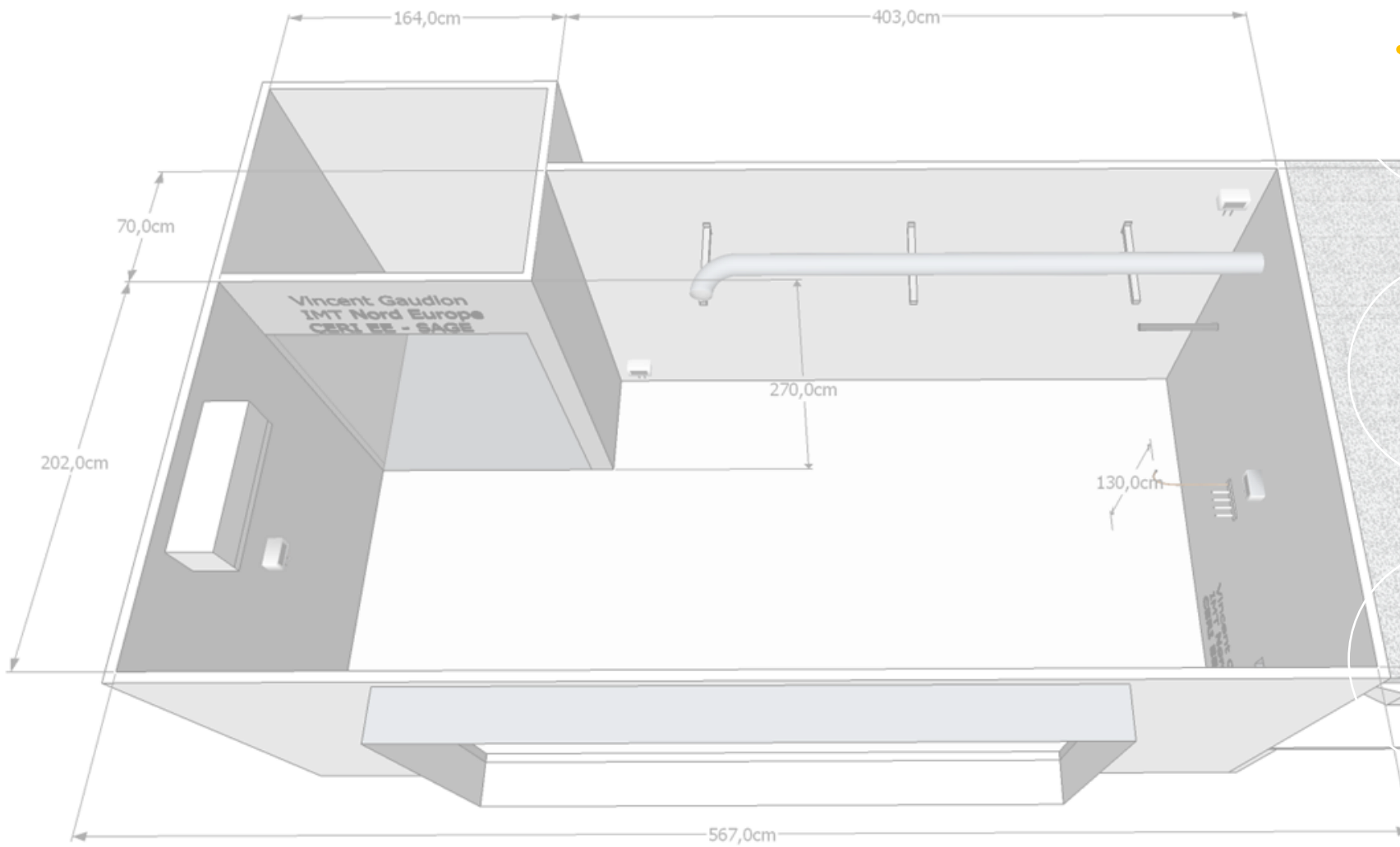
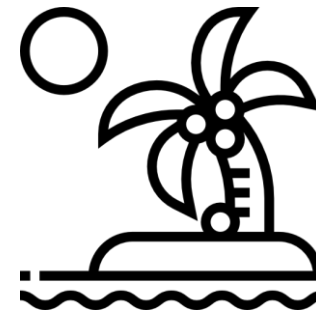
- 65 ± 5%RH

70,0cm

202,0cm

567,0cm

*Génération OK !*



**[H<sub>2</sub>S]**  
• 150 to 500 ppb



**T°C**  
• 30 ± 2°C



**%RH**  
• 65 ± 5%RH





# TRAITEMENT DE $\text{H}_2\text{S}$ DANS IRINA: COMMENT S'Y PRENDRE ?

## 5 PROBLEMES TECHNIQUES à REGLER avant de COMMENCER :

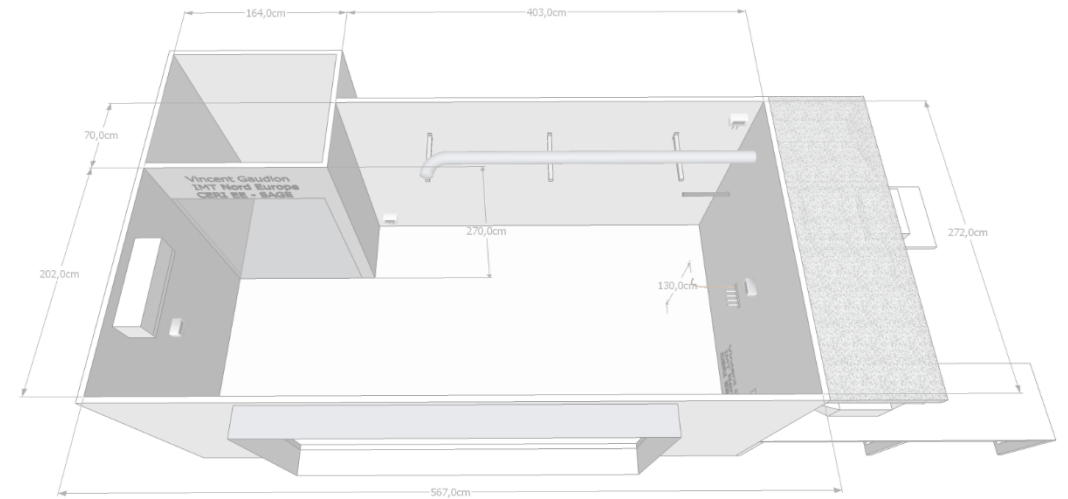
Comment générer de 100 à 500 ppb de  $\text{H}_2\text{S}$  dans IRINA ?

Comment recréer des conditions tropicales dans IRINA ?

Comment mesurer  $\text{H}_2\text{S}$  dans la pièce expérimentale ?

Quelle fraction de  $\text{H}_2\text{S}$  généré va être perdue sur les parois ?

Est-on capable de mesurer un abattement de  $\text{H}_2\text{S}$  ?





# TRAITEMENT DE $\text{H}_2\text{S}$ DANS IRINA: COMMENT S'Y PRENDRE ?

Comment générer de 100 à 500 ppb de  $\text{H}_2\text{S}$  dans IRINA ?

Comment recréer des conditions tropicales dans IRINA ?

Comment mesurer  $\text{H}_2\text{S}$  dans la pièce expérimentale ?

Quelle fraction de  $\text{H}_2\text{S}$  généré va être perdue sur les parois ?

Est-on capable de mesurer un abattement de  $\text{H}_2\text{S}$  ?

## Pièce expérimentale IRINA

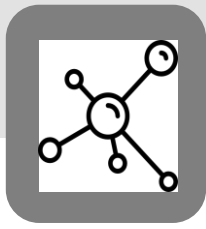
*In-situ*, sondes KIMO :  $^{\circ}\text{C}$  + %RH +  $\text{CO}_2$

*On-line*,

- Analyseur API T101  $\text{H}_2\text{S}$
- MiniWras : particules

+ **Capteurs** : POD 2 Ellona :  $\text{H}_2\text{S}$  +  $^{\circ}\text{C}$  (Cf. Madininair)





# TRAITEMENT DE $\text{H}_2\text{S}$ DANS IRINA: COMMENT S'Y PRENDRE ?

Comment générer de 100 à 500 ppb de  $\text{H}_2\text{S}$  dans IRINA ?

Comment recréer des conditions tropicales dans IRINA ?

Comment mesurer  $\text{H}_2\text{S}$  dans la pièce expérimentale ?

Quelle fraction de  $\text{H}_2\text{S}$  généré va être perdue sur les parois ?

Est-on capable de mesurer un abattement de  $\text{H}_2\text{S}$  ?

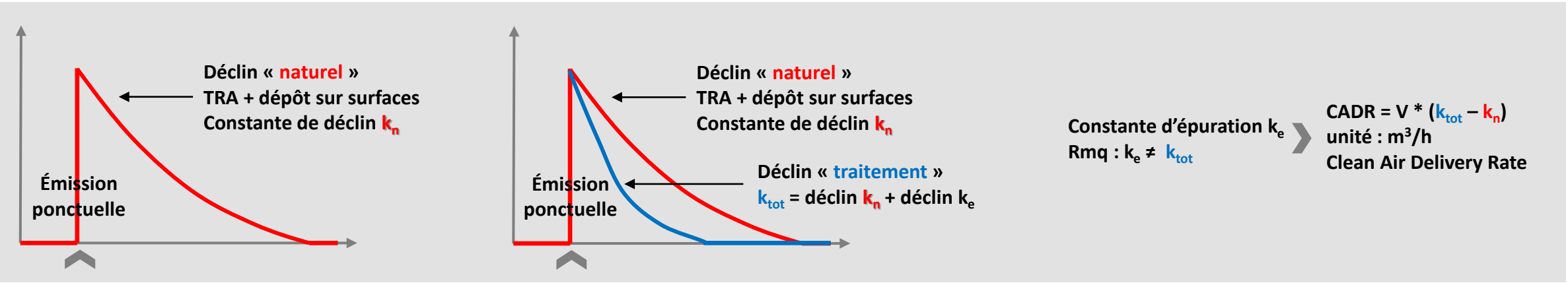


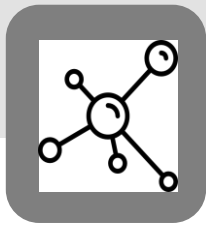
Quelle dynamique de polluants ?

Quel impact du système de traitement ?

Quels paramètres de performance ?

Source ponctuelle





# TRAITEMENT DE $\text{H}_2\text{S}$ DANS IRINA: COMMENT S'Y PRENDRE ?

Comment générer de 100 à 500 ppb de  $\text{H}_2\text{S}$  dans IRINA ?

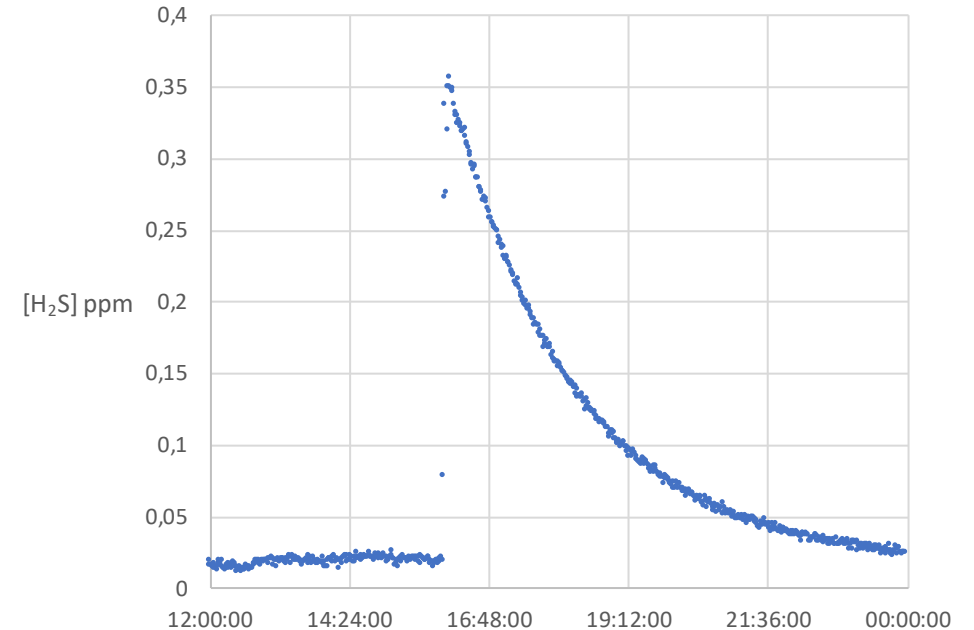
Comment recréer des conditions tropicales dans IRINA ?

Comment mesurer  $\text{H}_2\text{S}$  dans la pièce expérimentale ?

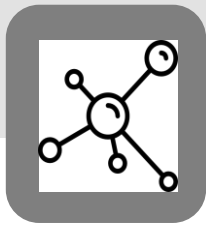
Quelle fraction de  $\text{H}_2\text{S}$  généré va être perdue sur les parois ?

Est-on capable de mesurer un abattement de  $\text{H}_2\text{S}$  ?

Profil typique d'injection de  $\text{H}_2\text{S}$  dans la pièce IRINA  
 $C_{\text{max}}$  # 350 ppb







# TRAITEMENT DE $\text{H}_2\text{S}$ DANS IRINA: COMMENT S'Y PRENDRE ?

Comment générer de 100 à 500 ppb de  $\text{H}_2\text{S}$  dans IRINA ?

Comment recréer des conditions tropicales dans IRINA ?

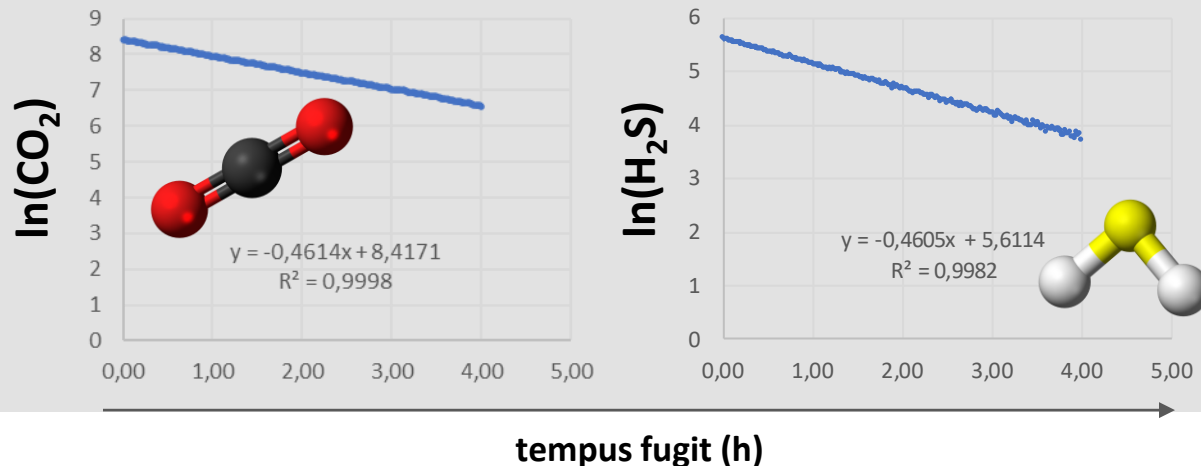
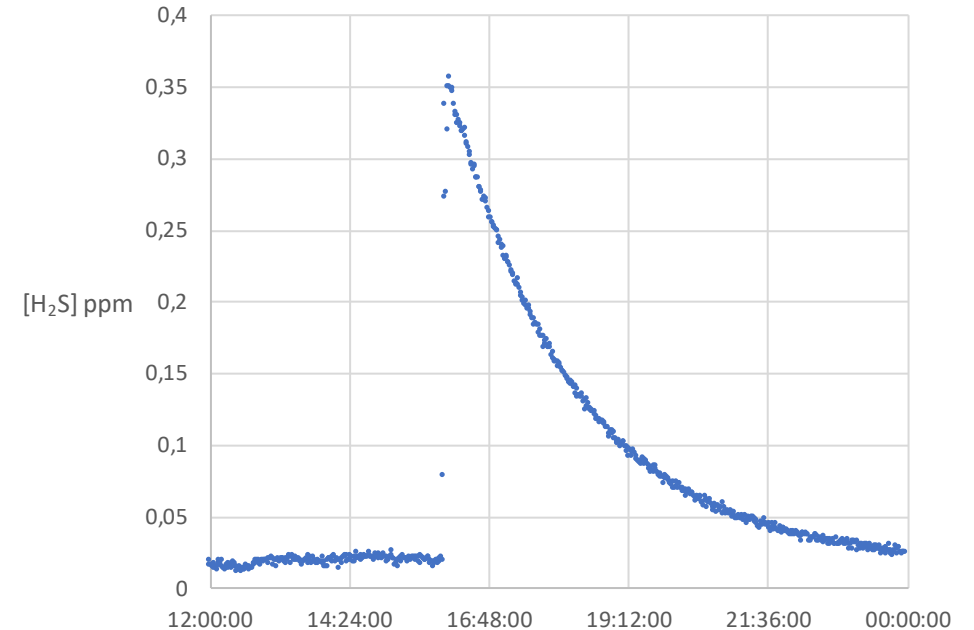
Comment mesurer  $\text{H}_2\text{S}$  dans la pièce expérimentale ?

Quelle fraction de  $\text{H}_2\text{S}$  généré va être perdue sur les parois ?

Est-on capable de mesurer un abattement de  $\text{H}_2\text{S}$  ?

Profil typique d'injection de  $\text{H}_2\text{S}$  dans la pièce IRINA

$C_{\max}$  # 350 ppb





# TRAITEMENT DE $\text{H}_2\text{S}$ DANS IRINA: COMMENT S'Y PRENDRE ?

Comment générer de 100 à 500 ppb de  $\text{H}_2\text{S}$  dans IRINA ?

Comment recréer des conditions tropicales dans IRINA ?

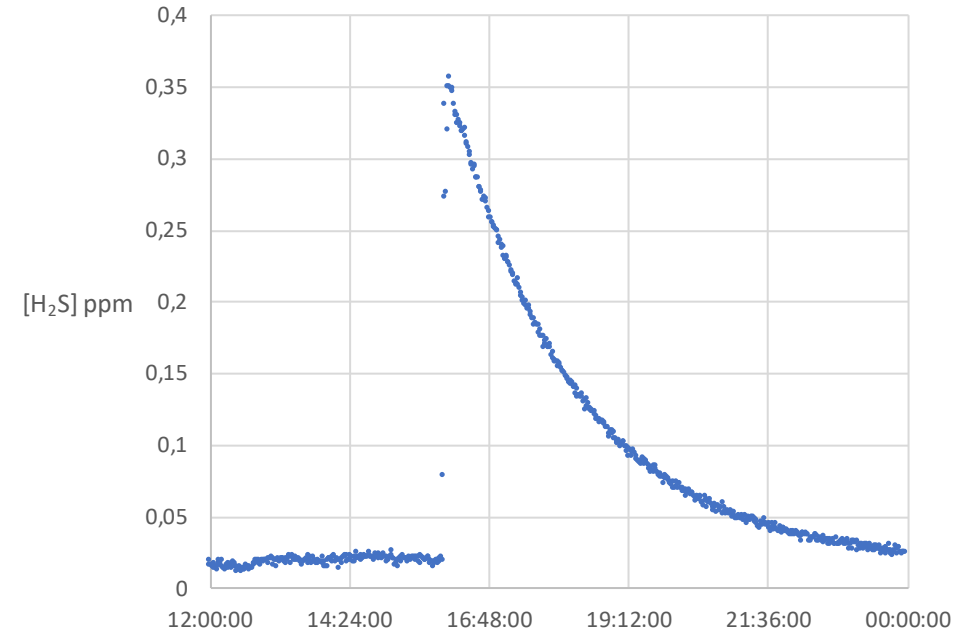
Comment mesurer  $\text{H}_2\text{S}$  dans la pièce expérimentale ?

Quelle fraction de  $\text{H}_2\text{S}$  généré va être perdue sur les parois ?

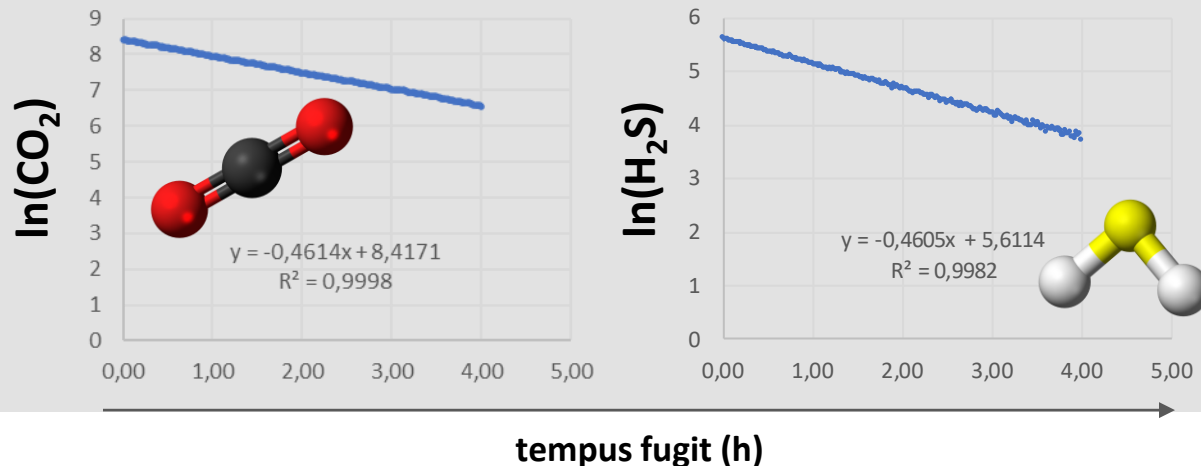
Est-on capable de mesurer un abattement de  $\text{H}_2\text{S}$  ?

Profil typique d'injection de  $\text{H}_2\text{S}$  dans la pièce IRINA

$C_{\max}$  # 350 ppb



$$k_{\text{CO}_2} = k_{\text{TRA}} = 0,46 \text{ h}^{-1} = k_{\text{H}_2\text{S}}$$





# TRAITEMENT DE $\text{H}_2\text{S}$ DANS IRINA: COMMENT S'Y PRENDRE ?

Comment générer de 100 à 500 ppb de  $\text{H}_2\text{S}$  dans IRINA ?

Comment recréer des conditions tropicales dans IRINA ?

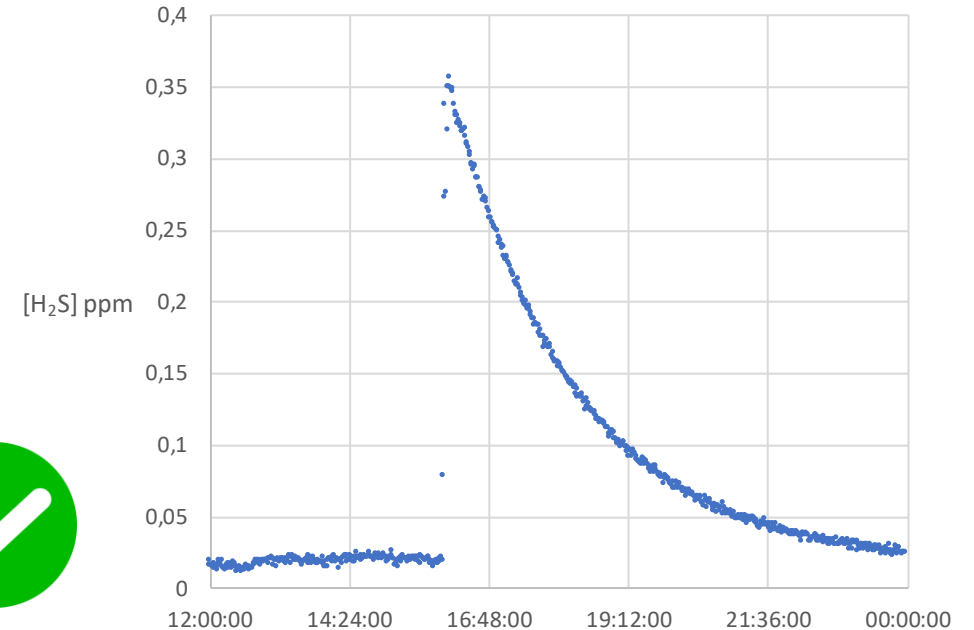
Comment mesurer  $\text{H}_2\text{S}$  dans la pièce expérimentale ?

Quelle fraction de  $\text{H}_2\text{S}$  généré va être perdue sur les parois ?

Est-on capable de mesurer un abattement de  $\text{H}_2\text{S}$  ?

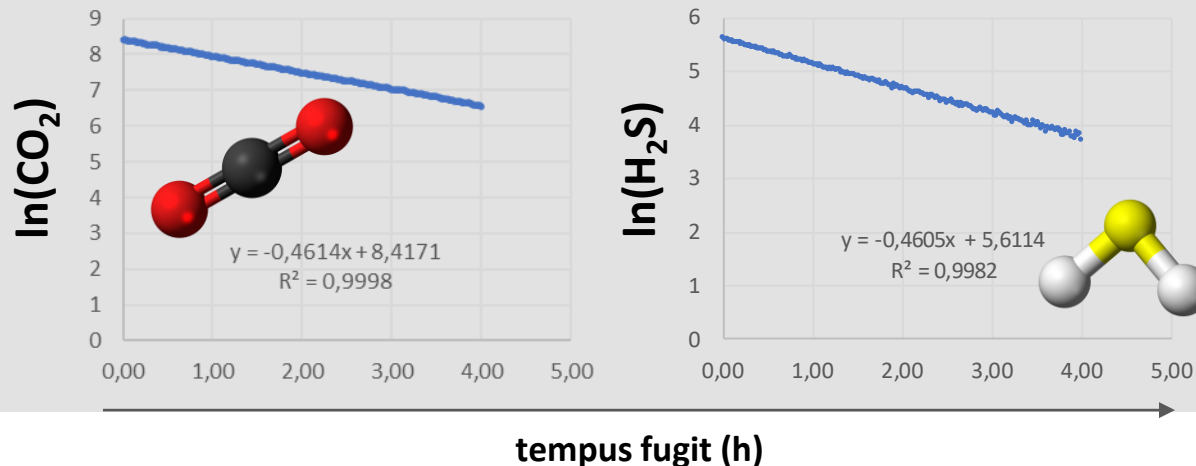
Profil typique d'injection de  $\text{H}_2\text{S}$  dans la pièce IRINA

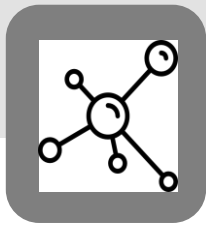
$C_{\max}$  # 350 ppb



$$k_{\text{CO}_2} = k_{\text{TRA}} = 0,46 \text{ h}^{-1} = k_{\text{H}_2\text{S}}$$

Aucun perte aux parois à prendre en compte pour  $\text{H}_2\text{S}$





# TRAITEMENT DE $\text{H}_2\text{S}$ DANS IRINA: COMMENT S'Y PRENDRE ?

Comment générer de 100 à 500 ppb de  $\text{H}_2\text{S}$  dans IRINA ?

Comment recréer des conditions tropicales dans IRINA ?

Comment mesurer  $\text{H}_2\text{S}$  dans la pièce expérimentale ?

Quelle fraction de  $\text{H}_2\text{S}$  généré va être perdue sur les parois ?

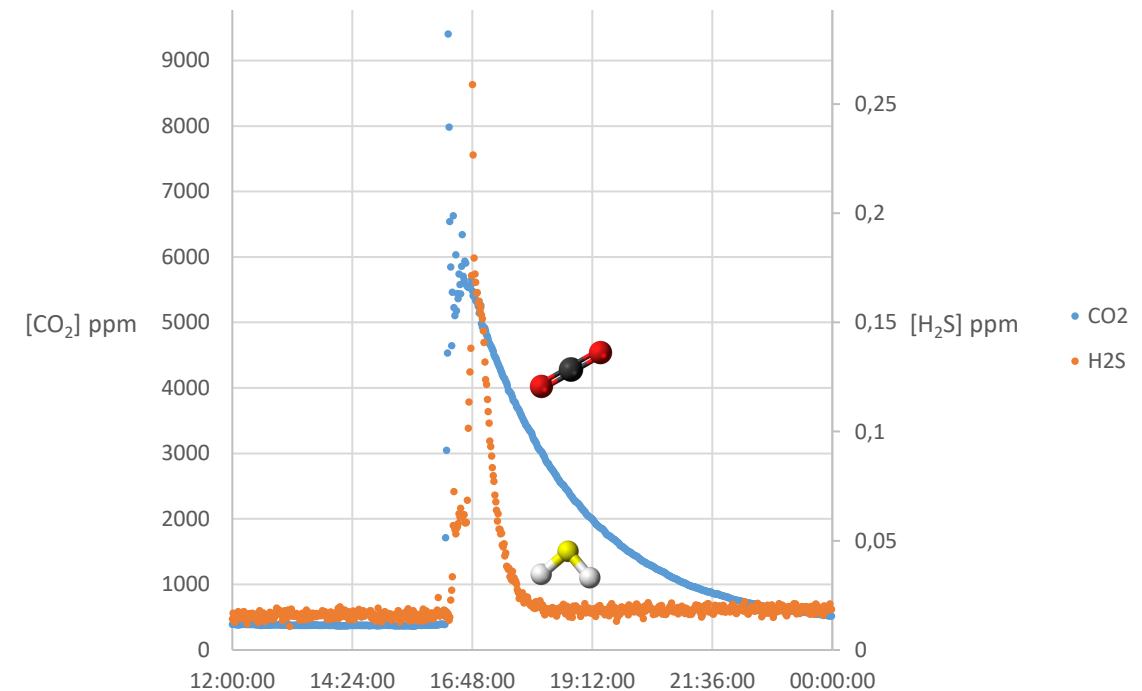
Est-on capable de mesurer un abattement de  $\text{H}_2\text{S}$  ?

Profil typique d'injection de  $\text{CO}_2$  dans la pièce IRINA

$C_{\text{max}}$  # ca. 6 000 ppm

Co-injecté avec  $\text{H}_2\text{S}$ , lui-même traité par l'épurateur ①

$C_{\text{max}}$  # 190 ppb





# TRAITEMENT DE $\text{H}_2\text{S}$ DANS IRINA: COMMENT S'Y PRENDRE ?

Comment générer de 100 à 500 ppb de  $\text{H}_2\text{S}$  dans IRINA ?

Comment recréer des conditions tropicales dans IRINA ?

Comment mesurer  $\text{H}_2\text{S}$  dans la pièce expérimentale ?

Quelle fraction de  $\text{H}_2\text{S}$  généré va être perdue sur les parois ?

Est-on capable de mesurer un abattement de  $\text{H}_2\text{S}$  ?

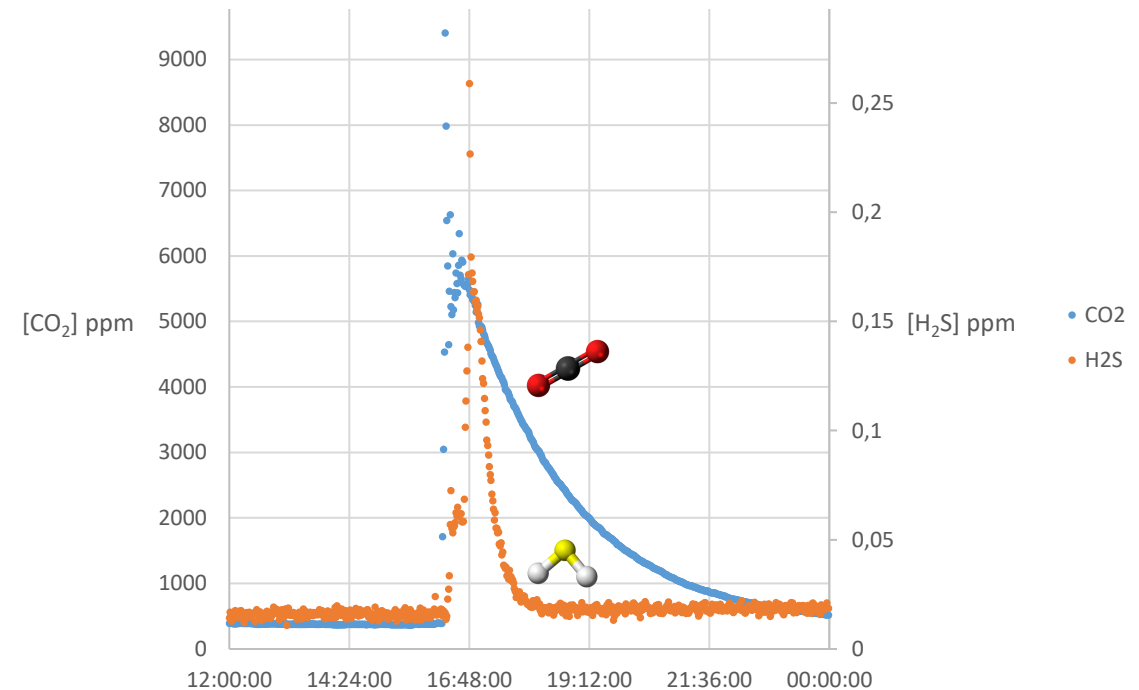
$$k_{\text{CO}_2} = k_{\text{TRA}} = 0,49 \text{ h}^{-1} \neq k_{\text{H}_2\text{S}} = 3,38 \text{ h}^{-1}$$

Profil typique d'injection de  $\text{CO}_2$  dans la pièce IRINA

$C_{\text{max}}$  # ca. 6 000 ppm

Co-injecté avec  $\text{H}_2\text{S}$ , lui-même traité par l'épurateur ①

$C_{\text{max}}$  # 190 ppb







# TRAITEMENT DE $\text{H}_2\text{S}$ DANS IRINA: COMMENT S'Y PRENDRE ?

Comment générer de 100 à 500 ppb de  $\text{H}_2\text{S}$  dans IRINA ?

Comment recréer des conditions tropicales dans IRINA ?

Comment mesurer  $\text{H}_2\text{S}$  dans la pièce expérimentale ?

Quelle fraction de  $\text{H}_2\text{S}$  généré va être perdue sur les parois ?

Est-on capable de mesurer un abattement de  $\text{H}_2\text{S}$  ?

$$k_{\text{CO}_2} = k_{\text{TRA}} = 0,49 \text{ h}^{-1} \neq k_{\text{H}_2\text{S}} = 3,38 \text{ h}^{-1}$$

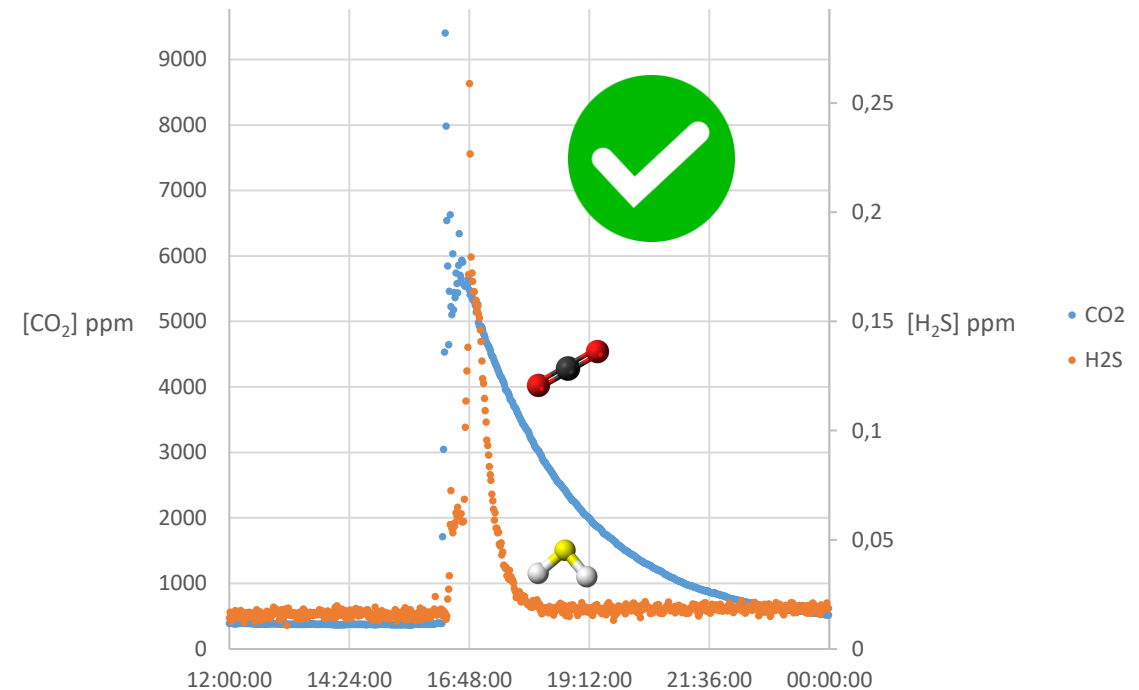
On peut tout à fait observer l'abattement de  $\text{H}_2\text{S}$  sur les profils de concentration,

Profil typique d'injection de  $\text{CO}_2$  dans la pièce IRINA

$C_{\text{max}}$  # ca. 6 000 ppm

Co-injecté avec  $\text{H}_2\text{S}$ , lui-même traité par l'épurateur ①

$C_{\text{max}}$  # 190 ppb





# TRAITEMENT DE $\text{H}_2\text{S}$ DANS IRINA: COMMENT S'Y PRENDRE ?

Comment générer de 100 à 500 ppb de  $\text{H}_2\text{S}$  dans IRINA ?

Comment recréer des conditions tropicales dans IRINA ?

Comment mesurer  $\text{H}_2\text{S}$  dans la pièce expérimentale ?

Quelle fraction de  $\text{H}_2\text{S}$  généré va être perdue sur les parois ?

Est-on capable de mesurer un abattement de  $\text{H}_2\text{S}$  ?

$$k_{\text{CO}_2} = k_{\text{TRA}} = 0,49 \text{ h}^{-1} \neq k_{\text{H}_2\text{S}} = 3,38 \text{ h}^{-1}$$

On peut tout à fait observer l'abattement de  $\text{H}_2\text{S}$  sur les profils de concentration,

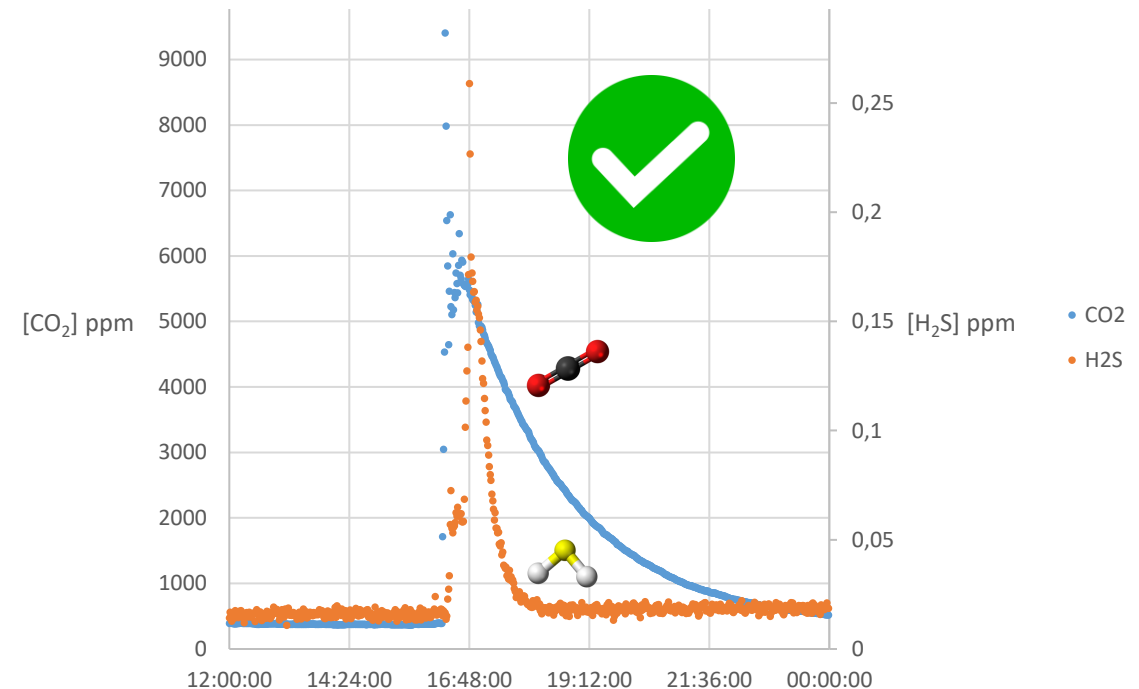
**MAIS...** qu'est ce qu'on fait de ces données ?

Profil typique d'injection de  $\text{CO}_2$  dans la pièce IRINA

$C_{\text{max}}$  # ca. 6 000 ppm

Co-injecté avec  $\text{H}_2\text{S}$ , lui-même traité par l'épurateur ①

$C_{\text{max}}$  # 190 ppb





# TRAITEMENT DE H<sub>2</sub>S DANS IRINA

## QUELS DISPOSITIFS DE TRAITEMENT SONT ÉTUDIÉS ?



### PHASE 1 | dispositifs éprouvés

T = 23 ± 1 °C RH = 40 ± 5 %



### PHASE 2 | dispositifs éprouvés

T = 30 ± 2 °C RH = 65 ± 10 %

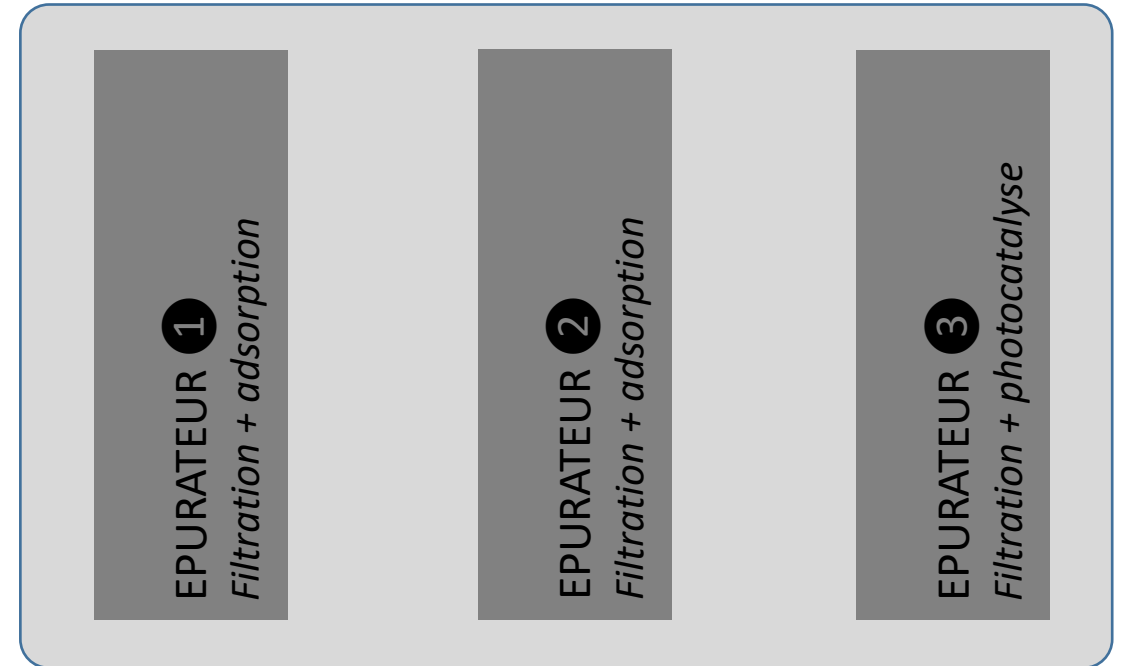


### PHASE 3 | dispositifs locaux

T = 23 ± 1 °C RH = 40 ± 5 %



T = 30 ± 2 °C RH = 65 ± 10 %



**DISPOSITIF EPROUVE** = dont les performances sont validées  
sur une diversité de COV

+

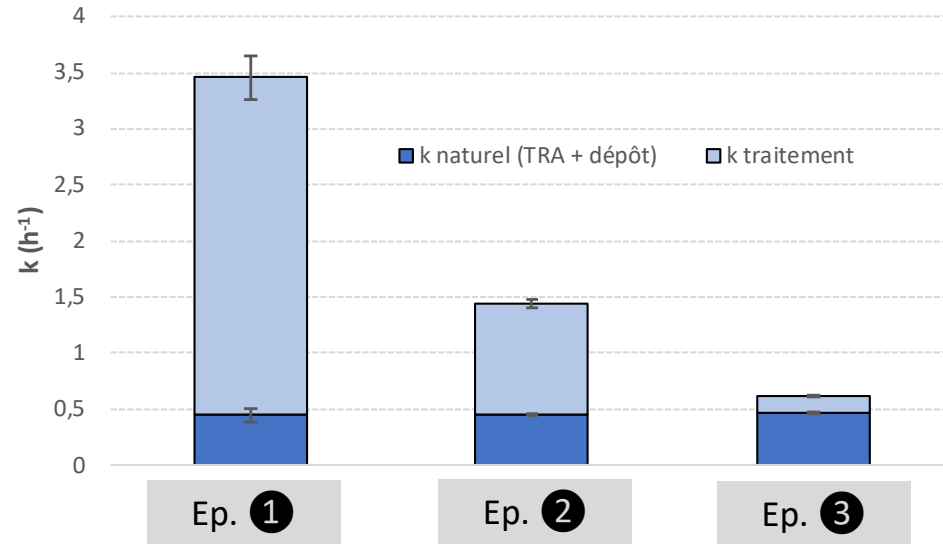
- représentativité sur le marché
- disponibilité et distribution commerciale large
- diversité de technologie de remédiation



# TRAITEMENT DE $\text{H}_2\text{S}$ DANS IRINA

## RÉSULTATS DES ESSAIS À $T = 23 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ $\text{RH} = 35 \pm 5 \%$

Taux de déclin ( $\text{h}^{-1}$ )



Épurateur ① offre les meilleures performances

Avec  $k_{\text{traitement}} \# 1 \text{ h}^{-1}$ , épurateur ② sera peu contributif dans des environnements avec un TRA élevé

Contribution non significative d'épurateur ③ sur déclin de  $\text{H}_2\text{S}$   
> *problématique liée à la photocatalyse ?*

EPURATEUR ①

*Filtration + adsorption*

EPURATEUR ②

*Filtration + adsorption*

EPURATEUR ③

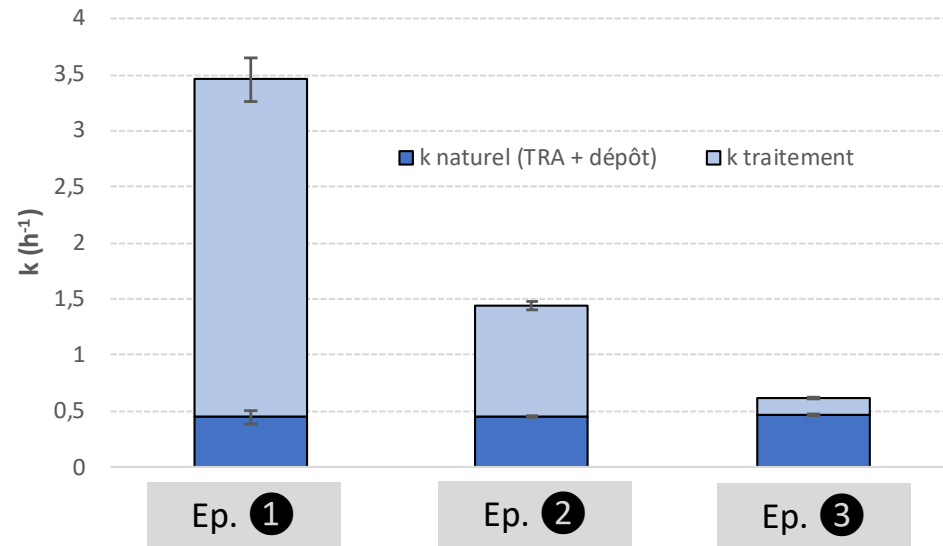
*Filtration + photocatalyse*



# TRAITEMENT DE $\text{H}_2\text{S}$ DANS IRINA

## RÉSULTATS DES ESSAIS À $T = 23 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ $\text{RH} = 35 \pm 5 \%$

Taux de déclin ( $\text{h}^{-1}$ )



Épurateur ① offre les meilleures performances

Avec  $k_{\text{traitement}} \# 1 \text{ h}^{-1}$ , épurateur ② sera peu contributif dans des environnements avec un TRA élevé

Contribution non significative d'épurateur ③ sur déclin de  $\text{H}_2\text{S}$   
> *problématique liée à la photocatalyse ?*

EPURATEUR ①

*Filtration + adsorption*

EPURATEUR ②

*Filtration + adsorption*

EPURATEUR ③

*Filtration + photocatalyse*

Intérêt des constantes de déclin en  $\text{h}^{-1}$

>>> comparaison possible avec les taux de renouvellement d'air



Dans le contexte des algues Sargasses, le renouvellement d'air n'est pas un atout mais la source du problème (source extérieure)

+ problématique du bâti à TRA très élevé !

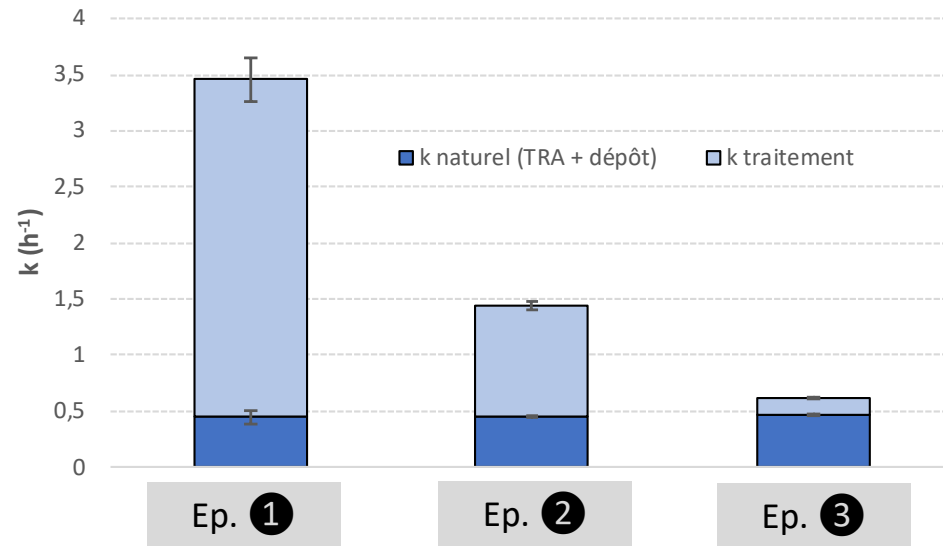




# TRAITEMENT DE $\text{H}_2\text{S}$ DANS IRINA

## RÉSULTATS DES ESSAIS À $T = 23 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ $\text{RH} = 35 \pm 5 \%$

Taux de déclin ( $\text{h}^{-1}$ )

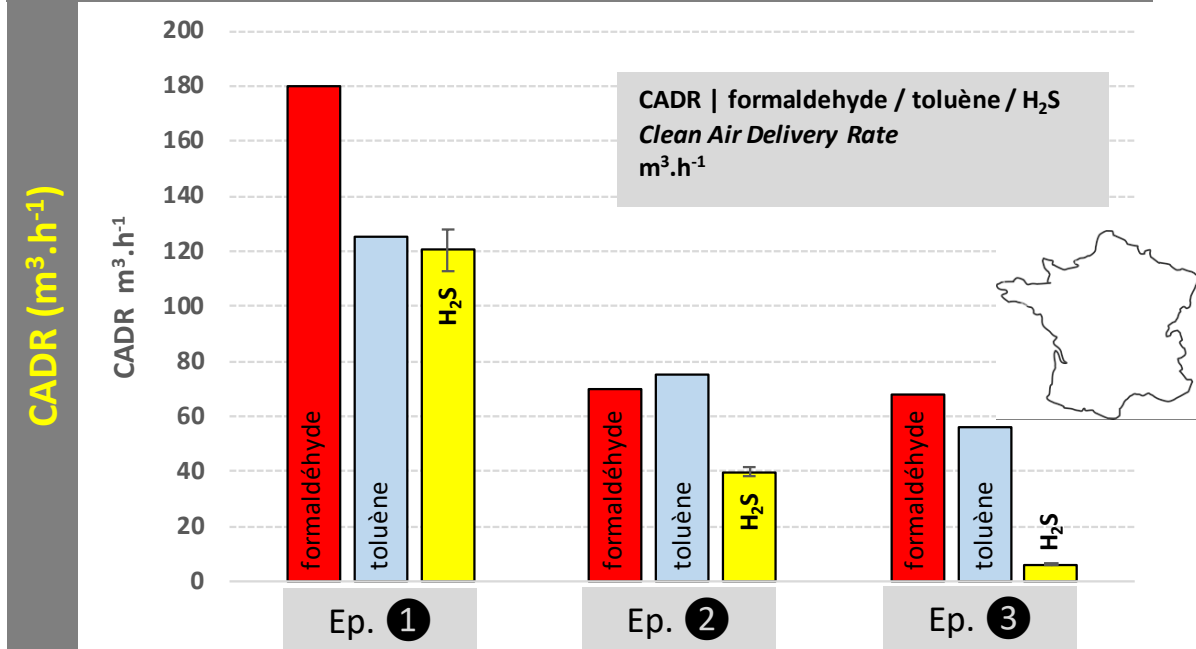


Epurateur ① offre les meilleures performances

Avec  $k_{\text{traitement}} \# 1 \text{ h}^{-1}$ , épurateur ② sera peu contributif dans des environnements avec un TRA élevé

Contribution non significative d'épurateur ③ sur déclin de  $\text{H}_2\text{S}$   
> *problématique liée à la photocatalyse ?*

Mise en perspective des performances :  $\text{H}_2\text{S}$  vs. COV

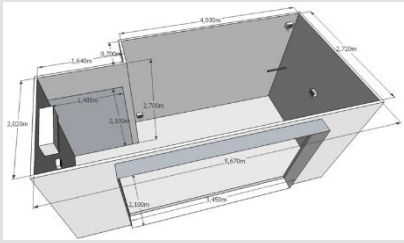


Les valeurs de  $k$  ( $\text{h}^{-1}$ ) permettent d'accéder aux CADR ( $\text{m}^3 \text{ h}^{-1}$ )

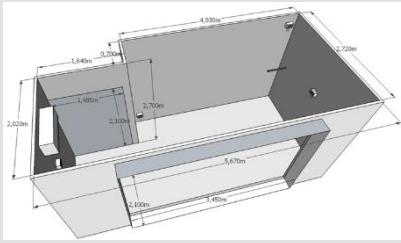
Epurateur ① : performance équivalentes toluène vs.  $\text{H}_2\text{S}$

Epurateur ② : performances moindre sur  $\text{H}_2\text{S}$  vs. COV

Epurateur ③ : action limitée  $\text{H}_2\text{S}$  vs. COV



### Epurateur ③ : action limitée H<sub>2</sub>S vs. COV

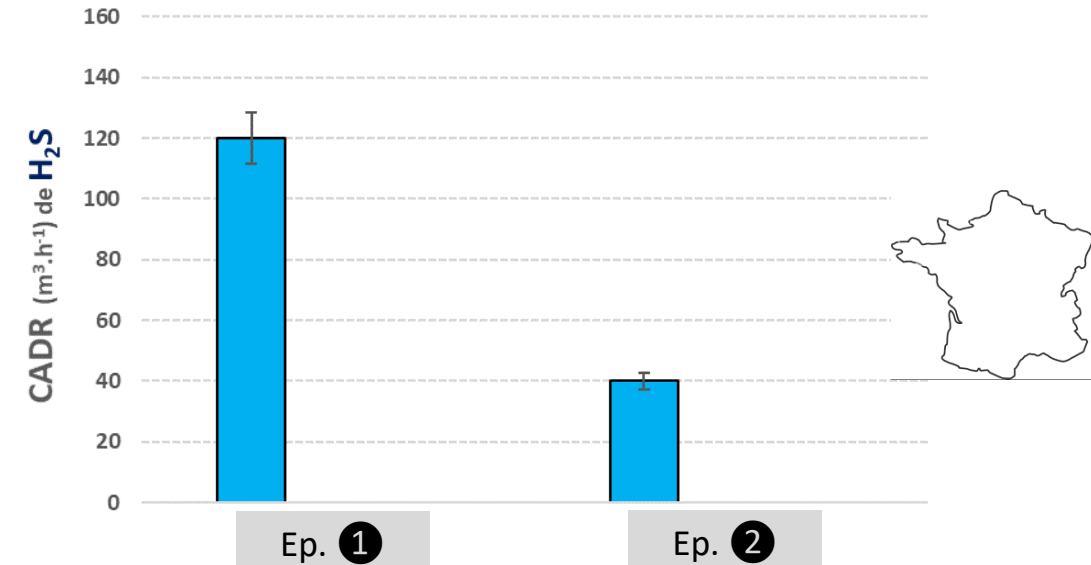


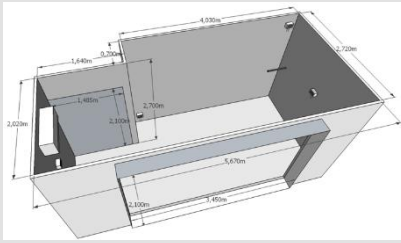
# TRAITEMENT DE $\text{H}_2\text{S}$ DANS IRINA

## RÉSULTATS DES ESSAIS : OBJECTIF ANTILLES !

Mise en perspective des performances : T & RH

CADR ( $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ )





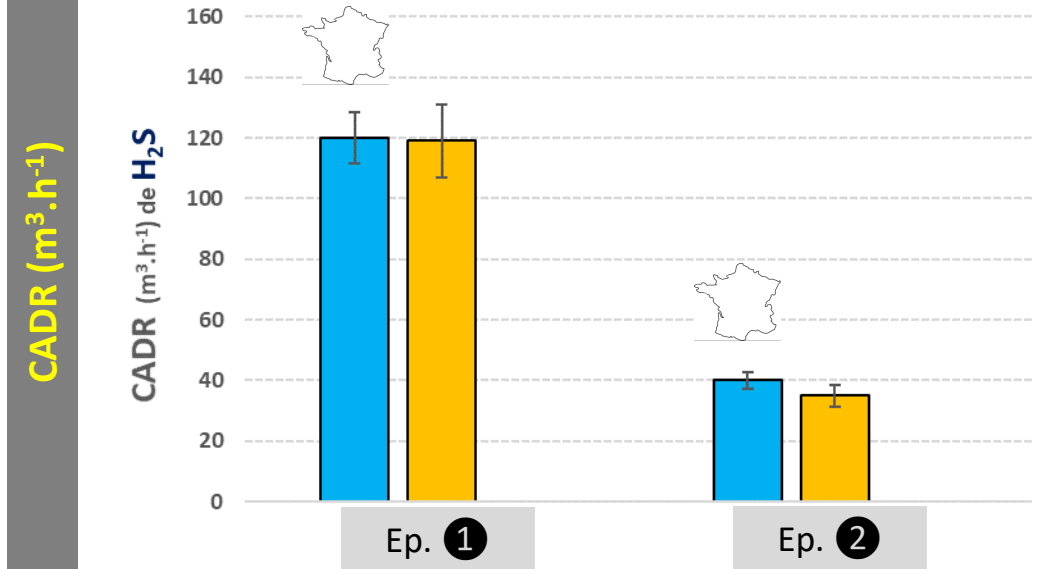
# TRAITEMENT DE $\text{H}_2\text{S}$ DANS IRINA

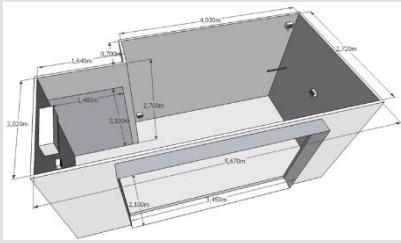
## RÉSULTATS DES ESSAIS : OBJECTIF ANTILLES !

Impact de  $T = 30 \pm 2^\circ\text{C}$

Aucune baisse des valeurs de CADR pour les deux dispositifs

Mise en perspective des performances : T & RH





# TRAITEMENT DE $\text{H}_2\text{S}$ DANS IRINA

## RÉSULTATS DES ESSAIS : OBJECTIF ANTILLES !

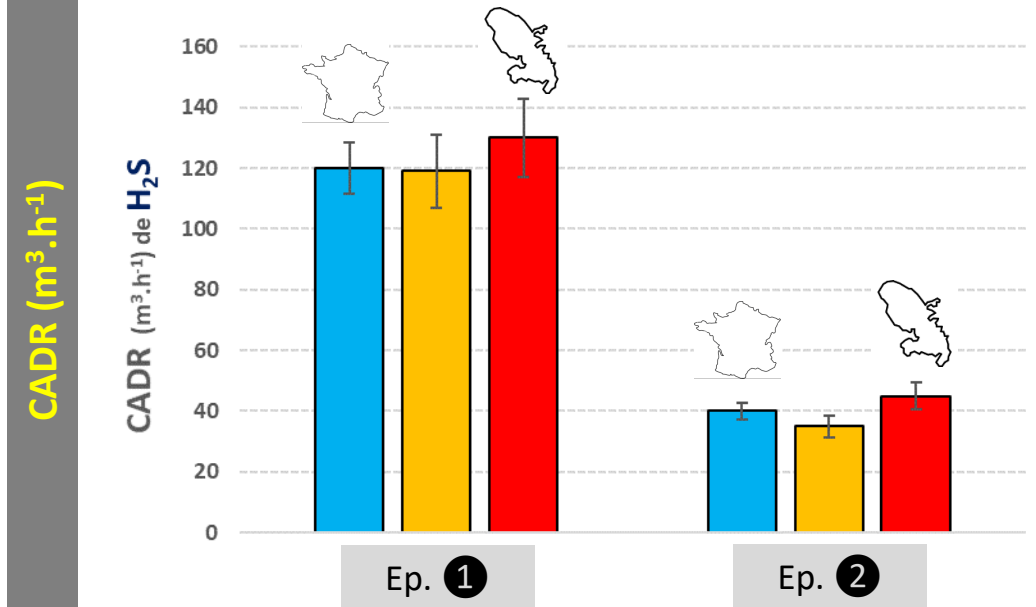
### Impact de $T = 30 \pm 2^\circ\text{C}$

Aucune baisse des valeurs de CADR pour les deux dispositifs

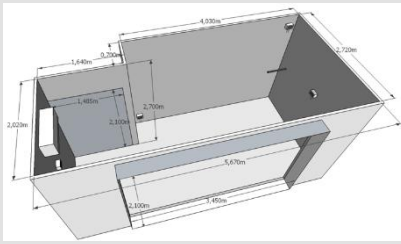
### Impact de $T = 30 \pm 2^\circ\text{C}$ & $\text{RH} = 65 \pm 10\%$

Aucune baisse des valeurs de CADR pour les deux dispositifs

### Mise en perspective des performances : T & RH







# TRAITEMENT DE $\text{H}_2\text{S}$ DANS IRINA

## RÉSULTATS DES ESSAIS : OBJECTIF ANTILLES !

### Impact de $T = 30 \pm 2^\circ\text{C}$

Aucune baisse des valeurs de CADR pour les deux dispositifs

### Impact de $T = 30 \pm 2^\circ\text{C}$ & $\text{RH} = 65 \pm 10\%$

Aucune baisse des valeurs de CADR pour les deux dispositifs

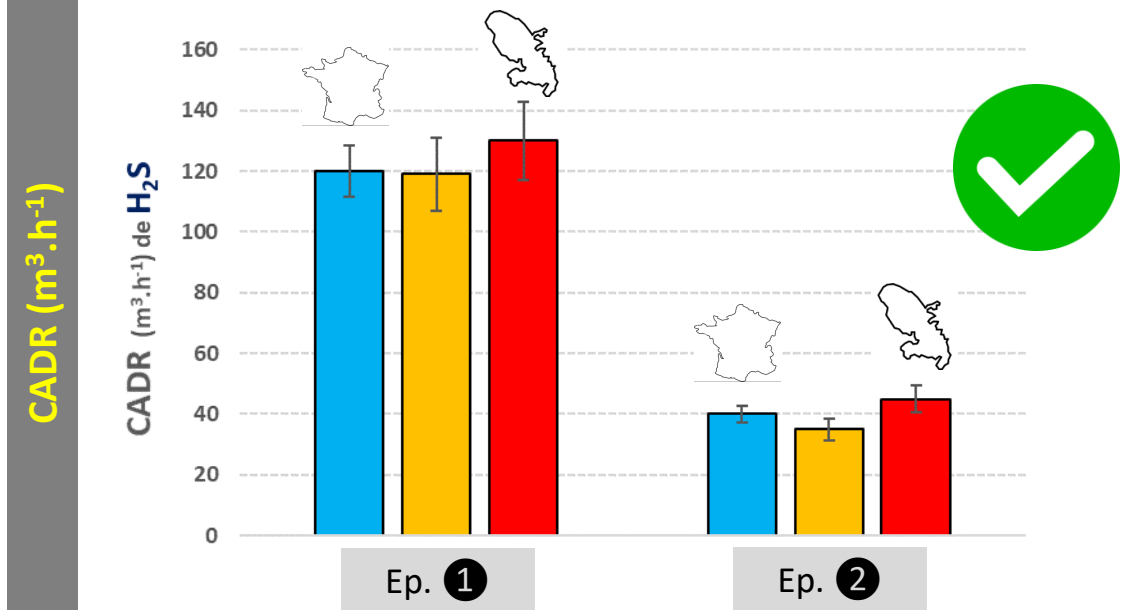
**CONCLUSIONS :** il y a des solutions identifiables qui peuvent atténuer la gêne et l'exposition

- Il y a des dispositifs présentant une efficacité significative pour l'abattement de  $\text{H}_2\text{S}$  en conditions air intérieur tropical

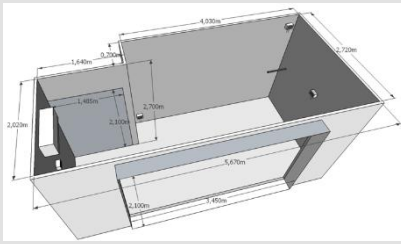
- Dans un contexte de bâti avec TRA très élevé (sup à  $3\text{ h}^{-1}$ ) le dispositif ① est à privilégier pour bénéficier d'un impact

- Inciter les occupants à traiter en priorité une pièce du logement avec un TRA et un volume plus faibles.

### Mise en perspective des performances : T & RH



Les dispositifs commerciaux ① et ② maintiennent leurs performances d'épuration dans des conditions T et RH élevées typiques des Antilles



# TRAITEMENT DE $H_2S$ DANS IRINA

## RÉSULTATS DES ESSAIS : OBJECTIF ANTILLES !

**CONCLUSIONS :** il y a des solutions identifiables qui peuvent atténuer le gène et l'exposition

- Il y a des dispositifs présentant une efficacité significative pour l'abattement de  $H_2S$  en conditions air intérieur tropical

- Dans un contexte de bâti avec TRA très élevé (sup à  $3 h^{-1}$ ) le dispositif ① est à privilégier pour bénéficier d'un impact

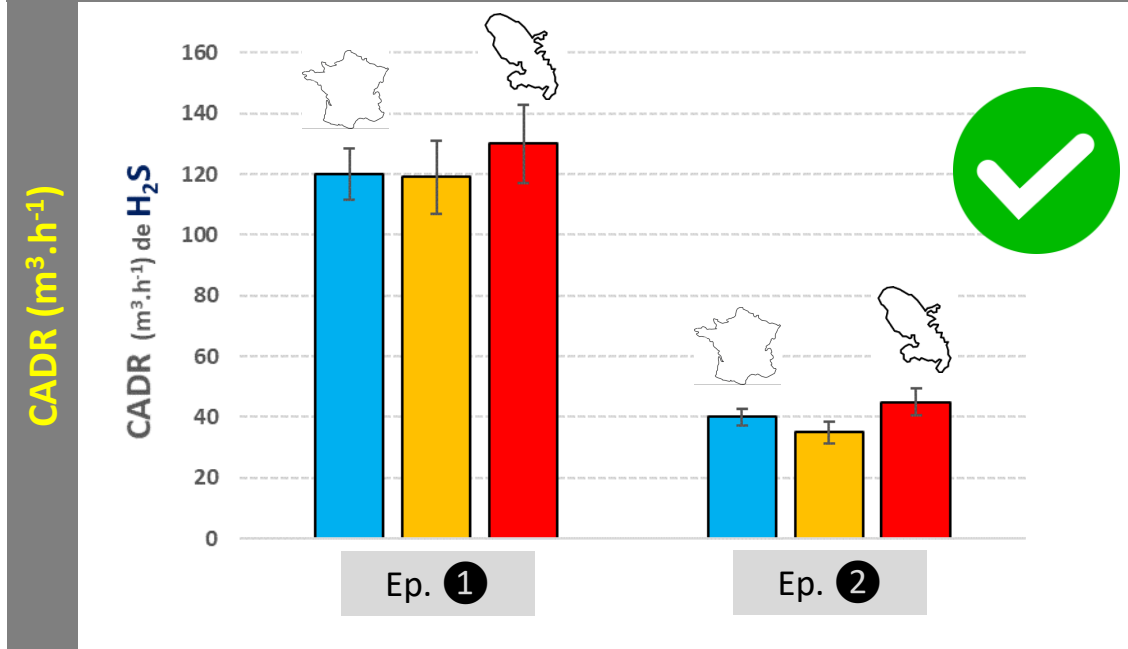
- Inciter les occupants à traiter en priorité une pièce du logement avec un TRA et un volume plus faibles.

### PHASE 3

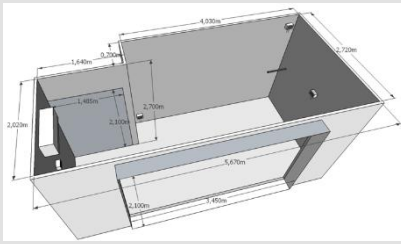
3 dispositifs sont ciblés :

- Dispositif ① : vieillissement 1 mois sur le terrain + qualification des performances vieilles dans IRINA  
>>> quelle durabilité des performances ?
- Dispositif dispo localement : filtration + adsorption
- Dispositif dispo localement : solubilisation dans  $H_2O$

### Mise en perspective des performances : T & RH



Les dispositifs commerciaux ① et ② maintiennent leurs performances d'épuration dans des conditions T et RH élevées typiques des Antilles



# TRAITEMENT DE $H_2S$ DANS IRINA

## RÉSULTATS DES ESSAIS : OBJECTIF ANTILLES !

**CONCLUSIONS :** il y a des solutions identifiables qui peuvent atténuer le gène et l'exposition

- Il y a des dispositifs présentant une efficacité significative pour l'abattement de  $H_2S$  en conditions air intérieur tropical

- Dans un contexte de bâti avec TRA très élevé (sup à  $3 h^{-1}$ ) le dispositif ① est à privilégier pour bénéficier d'un impact

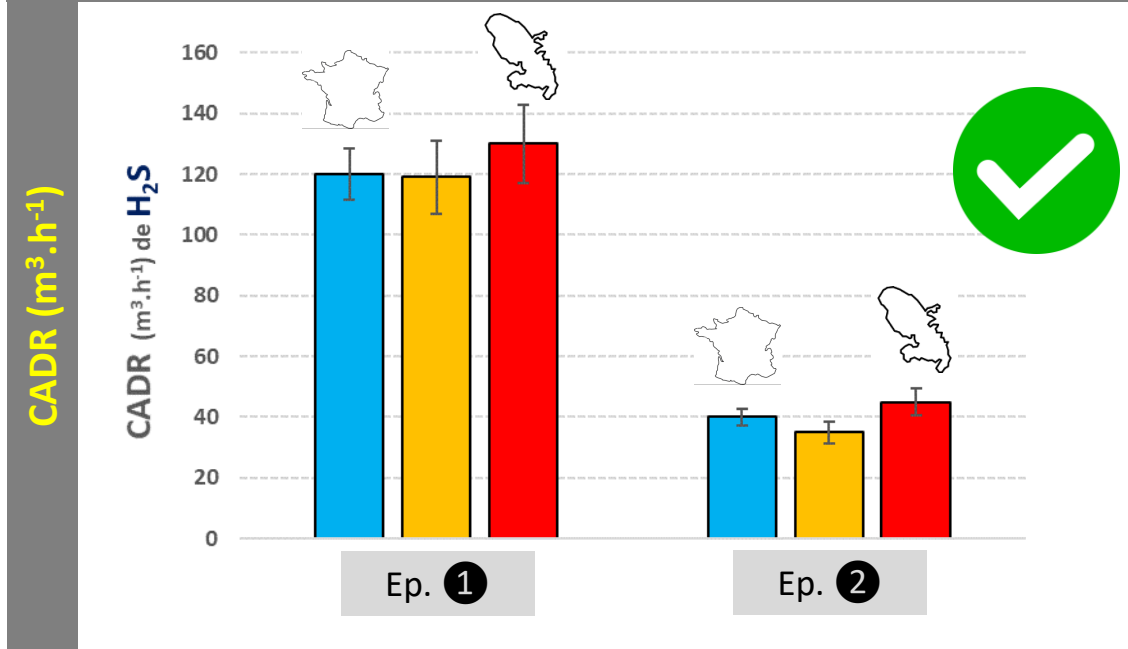
- Inciter les occupants à traiter en priorité une pièce du logement avec un TRA et un volume plus faibles.

### PHASE 3

3 dispositifs sont ciblés :

- Dispositif ① : vieillissement 1 mois sur le terrain + qualification des performances vieilles dans IRINA  
>>> quelle durabilité des performances ?
- Dispositif dispo localement : filtration + adsorption
- Dispositif dispo localement : solubilisation dans  $H_2O$

### Mise en perspective des performances : T & RH



Les dispositifs commerciaux ① et ② maintiennent leurs performances d'épuration dans des conditions T et RH élevées typiques des Antilles

**FINALITE :** recommandation de pratiques, de dispositifs/technologies