



**21<sup>ST</sup>**   
WORLD  
**STERILIZATION**  
CONGRESS

17 / 20 NOVEMBRE 2021  
**CICG, GENEVE, SUISSE**

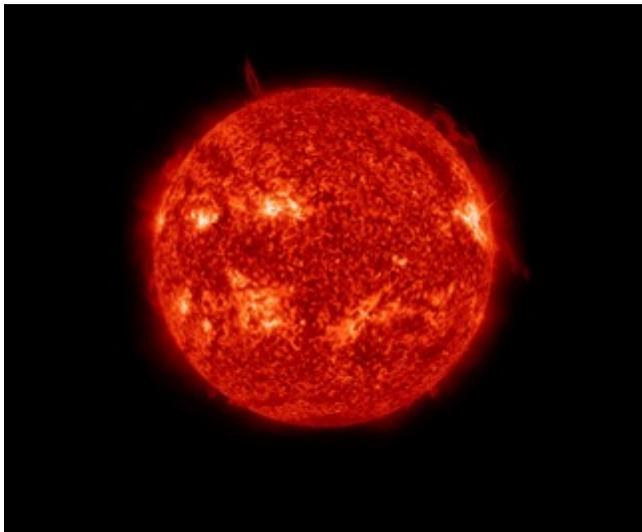
*ETUDES DE STÉRILISATION DU  
PLASMA :*  
*Le plasma comme agent de stérilisation  
unique*

Nom : João Henrique Campos de Souza

Affiliation : Agence brésilienne de  
vigilance sanitaire (Anvisa)

1. Qu'est-ce que le plasma ?
2. Comment peut-on produire du plasma ?
3. Paramètres importants de la production de plasma
4. La capacité biocide du plasma
5. La décharge à barrière diélectrique (DBD)
6. Notre appareil – la source de plasma
7. Caractéristiques de notre source de plasma
8. La méthode de validation microbiologique
9. Nombre de spores viables après l'exposition au plasma
10. Résultats préliminaires sur la compatibilité des matériaux d'emballage
11. Conclusions
12. Perspectives

- Un plasma est un gaz quasi-neutre de particules chargées et neutres (électrons libres, atomes et molécules) qui présente un comportement collectif.
- Pour être considéré comme un plasma, le système doit satisfaire certains critères.
- On l'appelle « le quatrième état de la matière ».
- La majeure partie de la matière de l'univers connu existe sous forme de plasma (étoiles, espace interstellaire, ondes de choc des explosions de supernovas,...).



- Les méthodes les plus courantes sont :
  - ✓ augmentation de la température d'une substance jusqu'à l'obtention d'une fraction d'ionisation raisonnablement élevée ;
  - ✓ photoionisation ; 
  - ✓ décharges électriques.

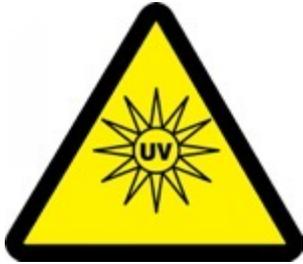
- Certains paramètres ont une influence directe sur la densité et la diversité des particules chargées et sur l'émission de rayonnements par le plasma :

Gaz précurseur(s)

Pression du gaz :

(pression atmosphérique) x décharges à basse pression)

Puissance appliquée sur la  
décharge



## Rayonnement UV :

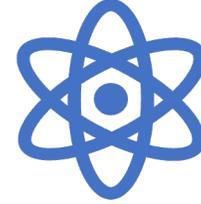
Prédominant sur les plasmas basse pression.

Les plasmas haute pression absorbent la majeure partie du rayonnement UV produit.



## Espèces réactives :

En particulier les composés à base d'oxygène, comme les oxydes, les peroxydes et les radicaux hydroxyles, ainsi que les espèces réactives azotées comme les NO<sub>x</sub>.

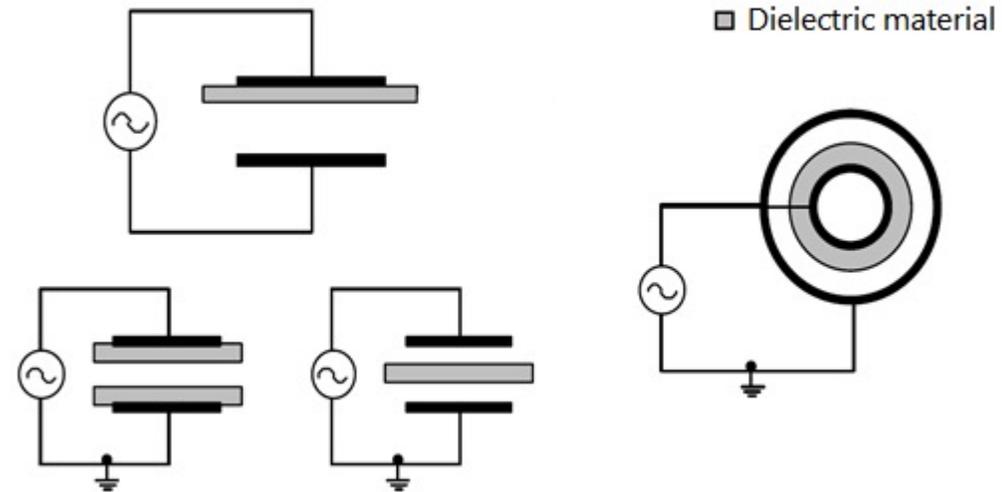


## Interaction avec des particules chargées :

Bombardement ionique et électronique des biofilms.

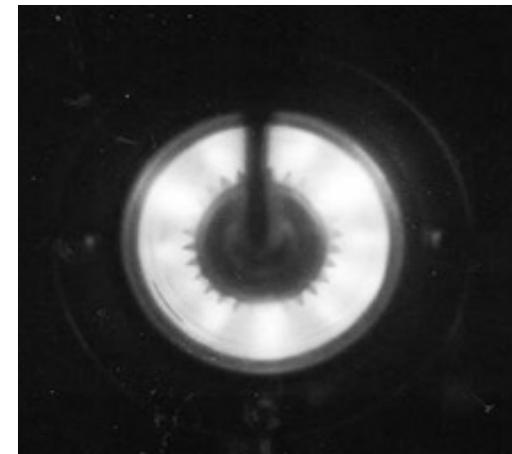
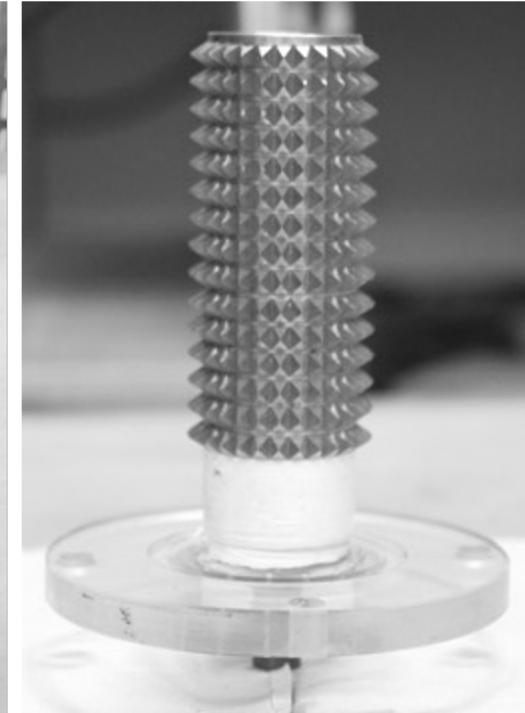
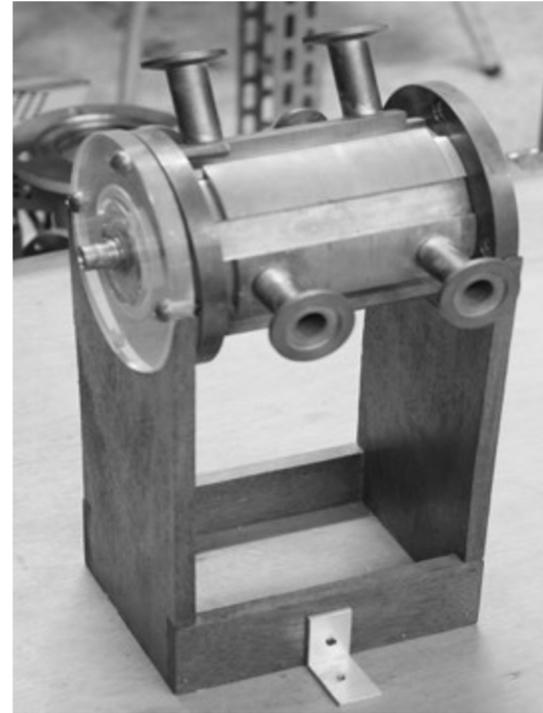
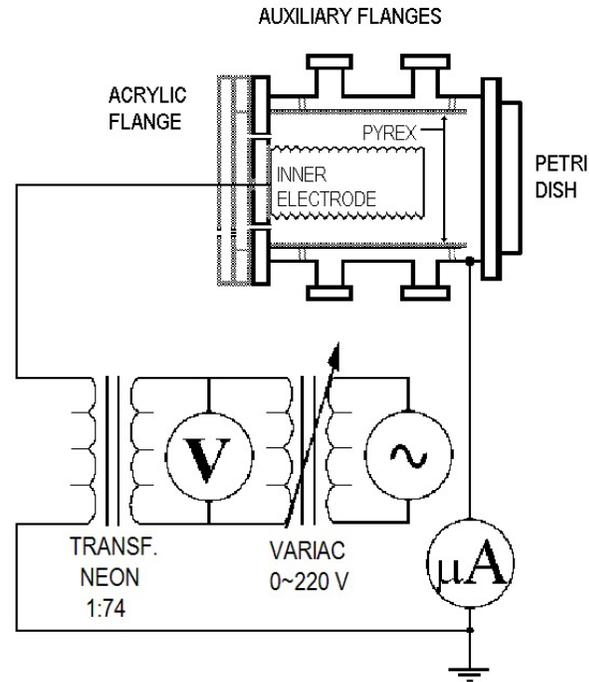
Perturbation électrique de la membrane cellulaire.

- La DBD se produit entre deux électrodes séparées par une ou plusieurs couches d'un matériau diélectrique et d'un gaz précurseur ;
- Similaire à la décharge produite entre des électrodes métalliques ;
- Une différence fondamentale : la DBD a besoin d'un champ électrique alternatif pour fonctionner ;
- Courant électrique limité, évitant la décharge par arc ou étincelle ;
- Le plasma reste "froid" ;
- En fonction des paramètres du plasma et des propriétés des couches diélectriques, on peut produire différents types de DBD, des décharges filamenteuses aux décharges complètement diffuses.



## Décharge à barrière diélectrique unique:

- Électrode interne : cylindre à pointes en acier inoxydable;
- Electrode externe : laiton revêtu de Pyrex<sup>®</sup>, avec une fenêtre pour les diagnostics;
- Régulateur de tension VARIAC;
- 1:74 transformateur de tension;
- Filtres HEPA.



**Décharge**

Décharge à barrière diélectrique unique

**Stabilité**

Décharge diffuse et stable dans le temps

**Puissance**

Faible consommation d'énergie : moins de 20W

**Courant électrique**

Faible courant électrique : moins de 1mA

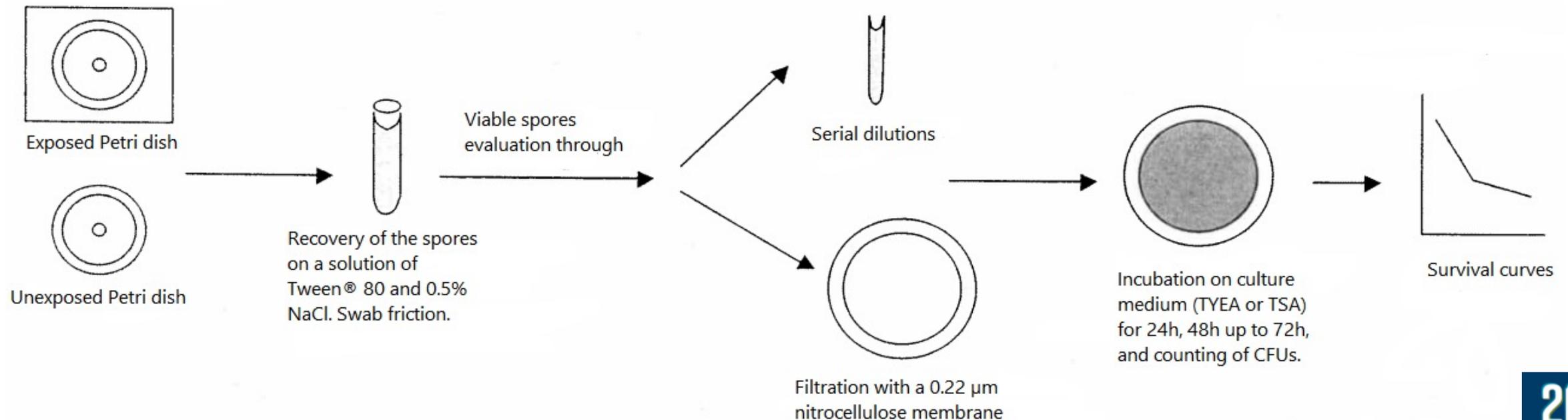
**Échange de chaleur**

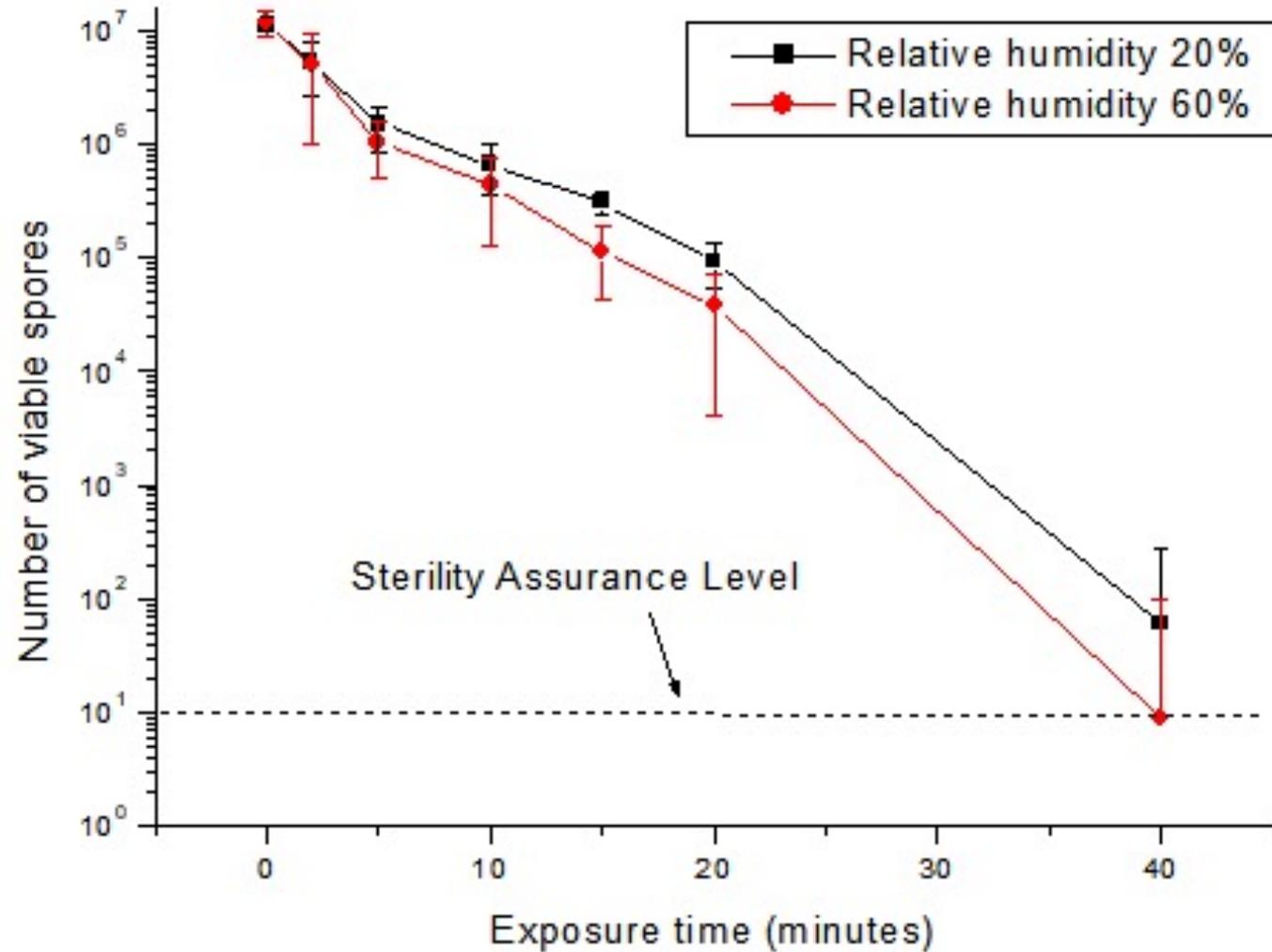
Le milieu environnant était suffisant pour  
l'échange de chaleur

**Température  
macroscopique**

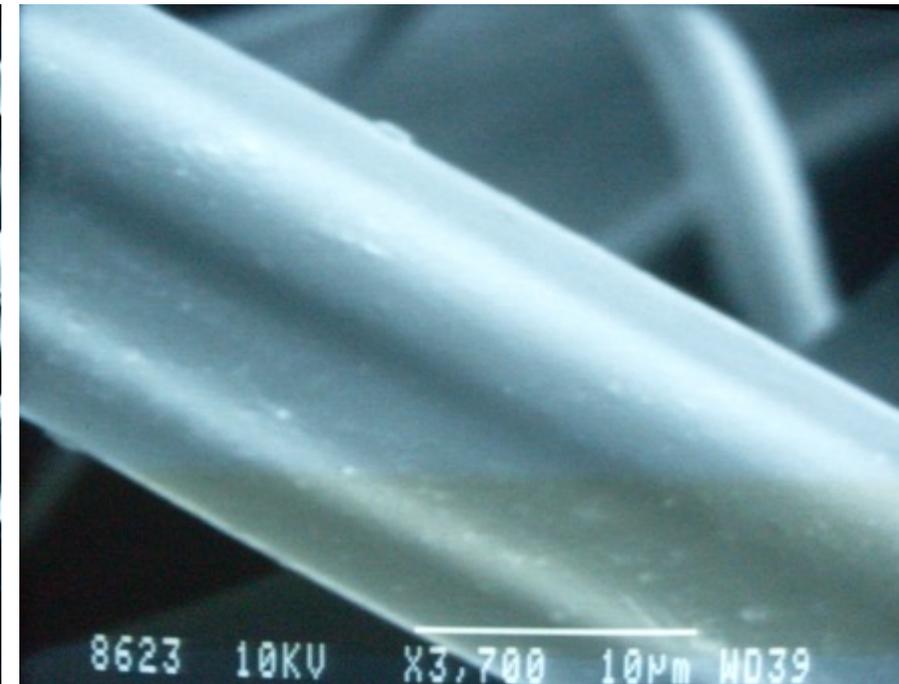
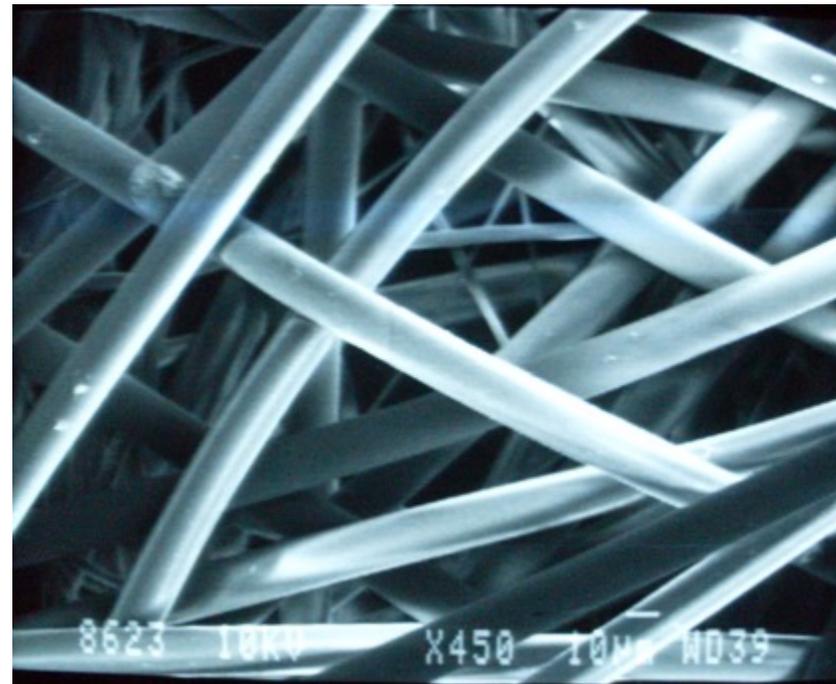
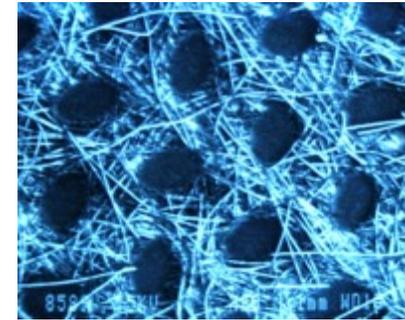
Moins de 50°C

- Indicateur biologique : boîtes de Pétri avec au moins  $10^7$  spores de *G. stearothermophilus* (ATCC 12977);
- Expositions au plasma pendant 2, 5, 10, 15, 20 et 40 minutes sous une humidité relative (HR) de l'air de 20 % et 60 % ;
- Evaluation des spores viables par la technique de la plaque de culture (5 boîtes de Petri pour chaque temps d'exposition et HR) et comptage en triplicata.





- Tissu non-tissé fixé sur des boîtes de Petri ;
- Exposition au plasma pendant 40 minutes ;
- Analyse au MEB.



- Nous avons développé avec succès une source de plasma à basse température pour les études de stérilisation, où le plasma est le seul agent de stérilisation.
- Nous avons éliminé  $10^7$  UFC de *G. stearothermophilus* après 40 minutes d'exposition.
- Nous avons associé ce résultat au positionnement des échantillons biologiques dans notre dispositif et à la faible puissance de notre système.
- Nous n'avons pas trouvé de contribution pertinente du rayonnement UV au processus biocide.
- Nous avons observé une influence importante de l'humidité relative de notre gaz précurseur sur la capacité microbicide du plasma, que nous avons associée aux changements dans la concentration des espèces réactives produites par la dissociation de la molécule d'eau dans le plasma, telles que les oxydes d'hydroxyle et autres, qui ont augmenté la capacité biocide du plasma.
- Nous n'avons pas identifié de changements pertinents sur la structure des tissus non-tissés exposés à notre décharge, probablement en raison du positionnement des échantillons dans notre dispositif et de la faible puissance de notre système.

- Expérience en cours ;
- Diagnostic par plasma pour quantifier les agents de stérilisation ;
- Optimisation des paramètres du plasma ;
- Compatibilité avec les matériaux et les équipements :  
évaluation de la fonctionnalité ;
- Mise à l'échelle de l'expérience ;
- Études coût-efficacité.



**UnB**



Université   
de Montréal

**Obrigado !**

**Merci !**

**Thank you !**

**iGracias !**

**Danke !**

**Grazie !**