

# Nouvelles technologies alternatives à la désinfection chimique Intérêts, limites, avenir

---

WorkShop EcoSec  
1<sup>er</sup> octobre 2015

**Souad CHRISTIEANS**  
**[Souad.christieans@adiv.fr](mailto:Souad.christieans@adiv.fr)**

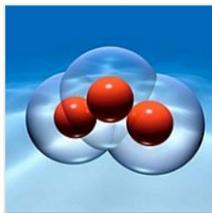
# Introduction

- IAA, le N&D fait partie des BPH - obligation réglementaire (Règlement CE 852/2005) – PMS - surfaces, équipements, outils,..
- Objectifs :
  - Garantir la sécurité sanitaire des denrées
  - Concourir à l'hygiène générale d'un établissement
  - Maintenir le matériel et l'environnement en bon état
  - Maitriser le niveau de contamination microbienne de l'environnement
- Les opérations de N&D : forte consommation en eau, énergie et en produits : *un impact environnemental négatif*
- Liste des biocides qui se réduit – émergence de techniques alternatives

# Technologies émergentes

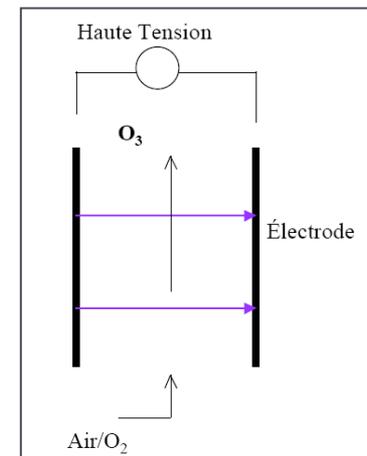
- **Basées sur des procédés physiques /chimiques:** économique, écologique
  - L'environnement (pas en contact direct avec l'aliment) : purification/traitement de l'air
  - L'eau/liquides,
  - les surfaces de travail
  - Les produits alimentaires
- **Diverses technologies :**
  - L'ozone - eau ozonée
  - Le plasma froid
  - Les techniques à base d'UV : la photocatalyse ou la technologie PHI (La Photo Hydro Ionisation)
  - La vapeur sèche saturée
  - .....

# L'ozone (O<sub>3</sub>)



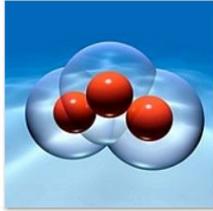
## • Définition/principe

- **Ozone** : gaz, composé de 3 atomes d'oxygène
- Créé par une décharge électrique qui transforme les molécules d'oxygène (O<sub>2</sub>) de l'air en ozone (O<sub>3</sub>) (rupture de la molécule d'O<sub>2</sub> et formation de 2 radicaux d'O puis combinaison  $O + O_2 \rightarrow O_3$ )
- Injecté dans un bain d'eau froide qui tourne en circuit fermé : **l'eau ozonée**



Générateurs d'ozones –  
fréquences variables

# L'ozone (O<sub>3</sub>)



- Oxydant puissant : détruit les bactéries, levures, moisissures, virus, parasites, odeurs,..
- Plus puissant que le chlore :
  - Ozone : action sur la membrane cellulaire et lyse
  - Chlore : action sur les enzymes et le transport des nutriments
- Propriété métabolique: confère un spectre antibactérien très large
- Molécule très instable : se décompose rapidement en oxygène après utilisation sans laisser de produits dérivés,
- Cycle de vie court (demi vie de ½ heure)

# L'ozone (O<sub>3</sub>)



- **Applications en IAA**

- Traitement d'ambiance/air (ateliers, salles blanches, chambres froides, étuves et séchoirs /fromageries et salaisons : lutte contre les moisissures sauvages) - ozoneurs
- Désinfection des contenants ( bouteilles, boites de conserves,..)
- Désinfection des emballages de cuisson - **Brevet ALPHA POCKET CLEAN**
- Traitement des eaux de rinçage
- Traitement des surfaces des équipements (eau ozonée)
- Eau ozonée : désactiver les microflores contaminantes des produits: viandes, volailles, le poisson, F&L et les aliments secs pendant la conservation et le transport.

# L'ozone (O<sub>3</sub>)

## Exemple d'application dans la filière viande

- **ALPHA POCKET CLEAN** : décontamination des emballages de cuisson avant tranchage - cas du jambon cuit
- En milieu industriel : désinfection par immersion dans un bain d'eau chaude avec des désinfectants chimiques (Peroxyde, alcalin chloré...)
- Brevet ALPHATECH : tunnel de désinfection à l'eau ozonée (vers les salles de tranchage)
- Avantages :
  - Pas de produits chimiques, Économie d'énergie et d'eau
  - Économie de temps
  - Préserve le température de 2/4°C du produit

La désinfection à l'eau ozonée : demande d'autorisation



# L'ozone (O<sub>3</sub>)

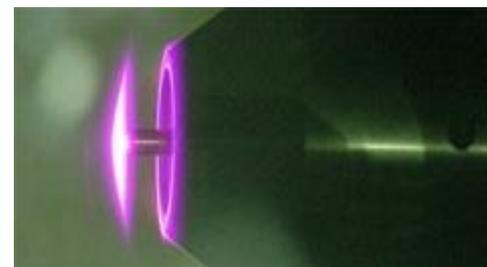
- **Intérêts:**

- Instable: formation d'O<sub>2</sub> après utilisation sans laisser de produits dérivés
- Large spectre d'action incluant parasites et virus
- Concentrations relativement faibles et des périodes de contact courtes
- Génération sur site (pas de stockage)

- **Limites**

- Efficacité dépendante de facteurs : temps d'exposition, T°C, le volume...
- Oxydation de certains ingrédients avec décoloration/ détérioration du goût de l'aliment
- Controversé d'un point de vue sécurité des opérateurs
- Présence humaine interdite lors du fonctionnement du procédé
- Effets nocifs: mal de tête, mal de gorge, irritation du nez ou des yeux (personnel réfractaire!) → seuil de toxicité: 0.05 ppm (0.05 mg/L).
- Instable, l'ozone ne peut être stocké (produit sur le lieu d'utilisation et dans des installations sécurisées).

# Le plasma froid



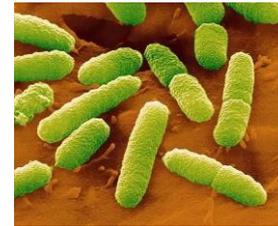
## • Définition et Principe

- Gaz partiellement ionisé = gaz électriquement énergisé.
- Au contact d'un champ électrique : éclat d'électrons de haute énergie (1 à 10eV) qui entrent en collision avec les molécules dominantes de l'air → radicaux hautement actifs.
- Les groupes Hydroxyle (HO•) et ozone (O<sub>3</sub>-) : capturent les agents bactériens, les privant de leur propre hydrogène.
- Destruction des microorganismes de l'air de manière irréversible (moisissures, bactéries, spores et virus), les odeurs et polluants de l'air.



## Le plasma froid

- Méthode issue du secteur de l'aérospatial, employée dans les **milieux hospitaliers** (plasma chaud pour stériliser les instruments chirurgicaux), **s'élargit à l'agroalimentaire : décontamination des légumes**
- « Le plasma froid élimine les EHEC »
  - Prototypes qui génèrent du plasma froid
  - 100aine de cultures EHEC pathogènes (O104 : H4) isolée de la vague épidémique
  - Réduction de 4 log en 15 secondes
  - Fruits et légumes « sûrs »
- Développement croissant dans d'autres **IAA**



## Le plasma froid

- **Systeme BAXX** appareil plafonnier breveté/commercialisé par « STALE » : appareils sont disponibles : 20aine d'installations en France.



-Technologie utilise le plasma froid pour créer des groupes d'Hydroxyle dispersés dans l'air, réaction avec l'hydrogène des microorganismes : destruction.

Le procédé BAXX : désinfection bactérienne de l'air et sur les surfaces

Installation dans : zones de stockage, décongélation, transformation et d'emballage.

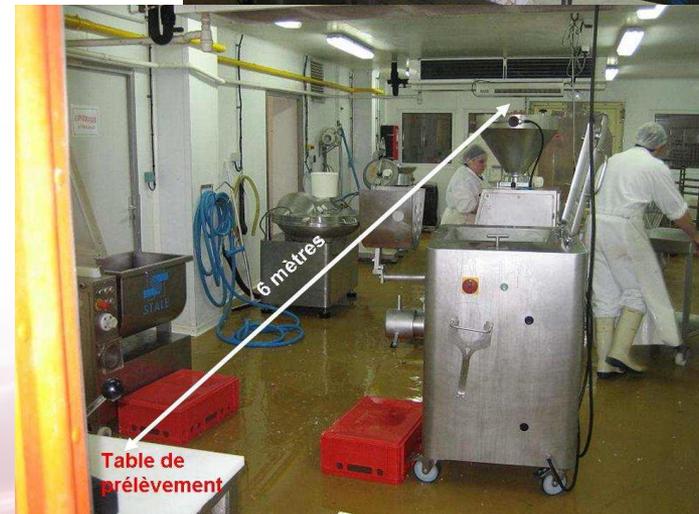
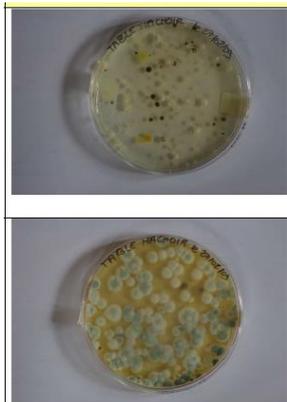


# Le plasma froid

3<sup>ÈME</sup> ET 4<sup>ÈME</sup>  
TRANSFORMATIONS

- Essais : atelier de transformation de produits carnés

- Installation au plafond
- Dispersion des groupes d'Hydroxyle dans l'air
- Prélèvements sur une table de travail, donnant sur les séchoirs



# *Le plasma froid*

- **LES AVANTAGES**

- Principe prometteur, semble efficace
- Après l'arrêt de la source énergétique, l'inactivation des cellules se poursuit.
- Fait l'objet de plusieurs projets de recherches (ANR et européen)

- **LES INCONVENIENTS**

- Procédé est encore en cours d'expérimentation (impact oxydatif)
- Coût ?
- Réglementation ?

# La photocatalyse

## • Définition et Principe

- **Photocatalyse** : processus électronique, surface d'un **catalyseur** (le dioxyde de titane – TiO<sub>2</sub>) - **rayonnement UV** (photon).

- Les particules polluantes sont adsorbées à la surface du catalyseur : oxydées

- Cassure des liaisons chimiques des polluants biologiques et COV : dégradation en H<sub>2</sub>O et CO<sub>2</sub>.

- Procédé : **décontamination/purification de l'air**

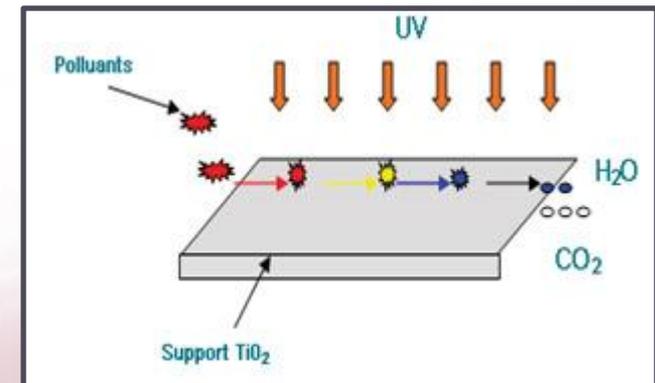
– UV-C + catalyseur semi-conducteur (oxyde de Titane)

↓ *Humidité de l'air*

– Radicaux réactifs et oxydants (OH°)

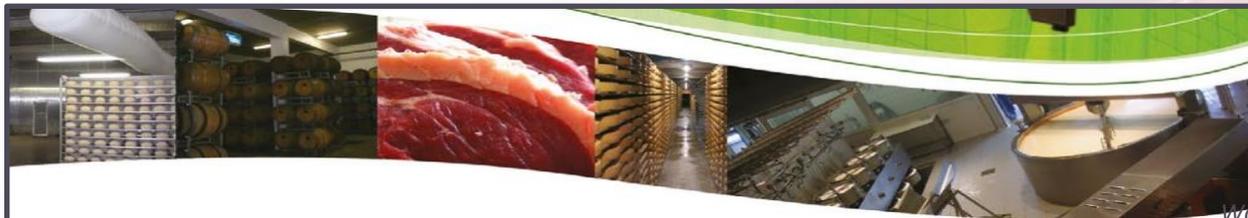
– Destruction ↓ des composés organiques adsorbés à la surface du catalyseur

↓  
CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O



# La photocatalyse

- Photoclean Quartz
- Brevet en partenariat avec le CNRS : *Compact AirPur* pour traiter des locaux industriels de 200 à 800 m<sup>3</sup> - zones de process ou de stockage
- L'air est aspiré et les polluants dégradés par les radicaux oxydants formés par l'action des UV sur le TiO<sub>2</sub>
- Abattement microbiologique et chimique de 95 à 97%
- Une 20 aine d'installations industrielles : laiterie, fromagerie, viandes, viennoiseries..... l'air des salles de fabrication, conditionnement, hâloirs, frigos de ressuage...
- Installation : sol ou plafond



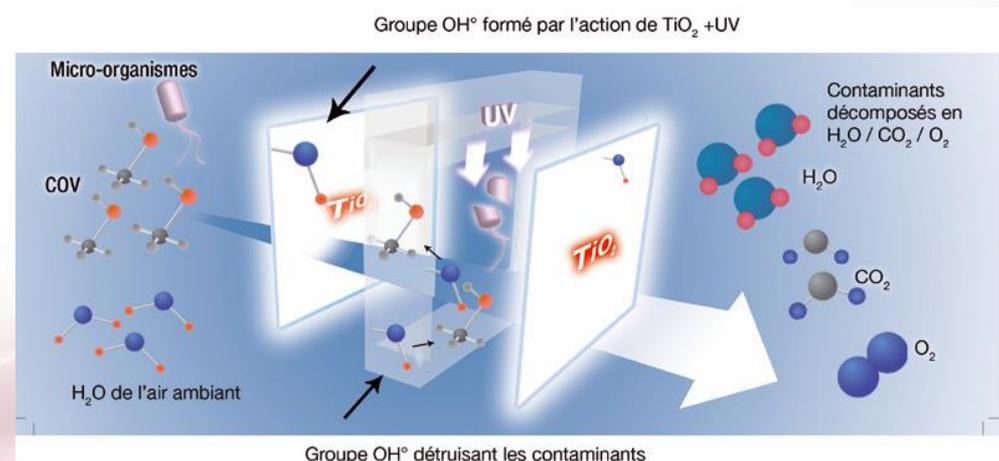
# La photocatalyse

- **Avantages**

- En plein essor dans les IAA, utilisée seule ou combinée avec la filtration
- Écologique comparé à la fumigation
- Conceptions sur mesure pour tenir compte de l'environnement de l'entreprise (T°, hygrométrie,..)
- La réduction (ou l'absence) de besoin d'air neuf prélevé à l'extérieur : diminuer l'utilisation des échangeurs thermiques, abaissant la consommation énergétique des installations

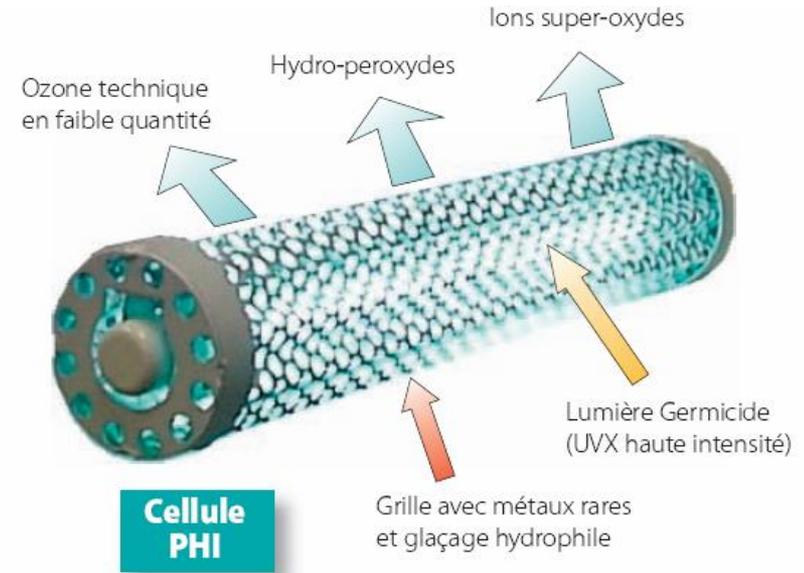
- **Inconvénients**

- Coût ?
- La valeur ajoutée/filtres HEPA



# La technique PHI (*PhotoHydroIonisation*)

- **Développée par société américaine RGF**
  - Leader mondial de technologies environnementales
  - Approuvé : FDA/USDA
  - Aria Fresca: seul distributeur en France
- **Principe:**
  - Rayonnement **lumineux** haute densité **UVX**
  - **Grille composée de métaux rares:**
    - Production d'**agents d'oxydation (ozone et peroxyde d'hydrogène)**
    - Repassent à l'état d'O<sub>2</sub> ou d'H<sub>2</sub>
  - Efficacité de 90% des bactéries et moisissures aéroportées
  - **Décontamination de l'air**



- A l'origine : le milieu médical (pas en Europe)
- **Applications:** Secteurs fromager/céréaliier/carné
- **Limites :**
  - pas d'applications concrètes !
  - manque de recul en France

# La vapeur sèche saturée



- **Définition/ Principe**

- Projection de vapeur d'eau, surchauffée sous forte pression.
- VSS (110°C) possède des propriétés dissolvantes et dégraissantes : N&D
  - Nettoyage : VSS devient agent tensio-actif (rupture des liaisons physico-chimiques qui retiennent les saletés et graisses collées sur les surfaces à nettoyer) – faible quantité d'eau
  - Désinfection : choc thermique
- IAA : N&D des outils et des surfaces : **tapis convoyeurs**

- **Applications :** Industries laitières, fromagères, des viandes, des légumes, conserves, plats cuisinés , surgelés, industries du poisson et dérivés...

- **Avantages:** 90% d'eau en moins, risque chimique limité, 40% de gain de temps (N&D en même temps)
- **Limites :**
  - coût d'investissement élevé
  - pas adaptée à tous les secteurs de IAA : les produits à protéines coagulées comme les produits carnés (complément d'une désinfection chimique)



# CONCLUSION

- Points/intérêts communs
  - **Applications diverses** : traitements des surfaces, l'air, liquides, produits
  - **Propriétés techniques**:
    - Fort pouvoir désinfectant sur une large gamme de microorganismes
    - Généré sur place, pas de stockage ou de transport
    - Simples d'installation & d'utilisation → fonctionnel - maintenance limitée
    - Économie d'énergie et d'eau
- Technologies prometteuses mais nécessitent des étapes de validation
- Débat reste ouvert pour la formation de résidus (la photocatalyse pourrait conduire à la formation de formaldéhyde)

## CONCLUSION

- Technologies peu utilisées par les entreprises « raisons : coût d'investissement, pas de recul, une réglementation floue, réticences.. »
- Difficile d'établir une ligne directrice par filière et de transférer les résultats de travaux effectués au sein de laboratoires vers les entreprises : les PME et TPE, moins renseignées
- La conception hygiénique peut s'avérer rentable pour les industriels de l'agroalimentaire

*Merci pour votre attention*