

**N A C R E**



**Traitements par faisceau  
d'électrons:  
développements récents**

**Francis MARTIN  
NACRE**

# Sommaire

Quelques bases

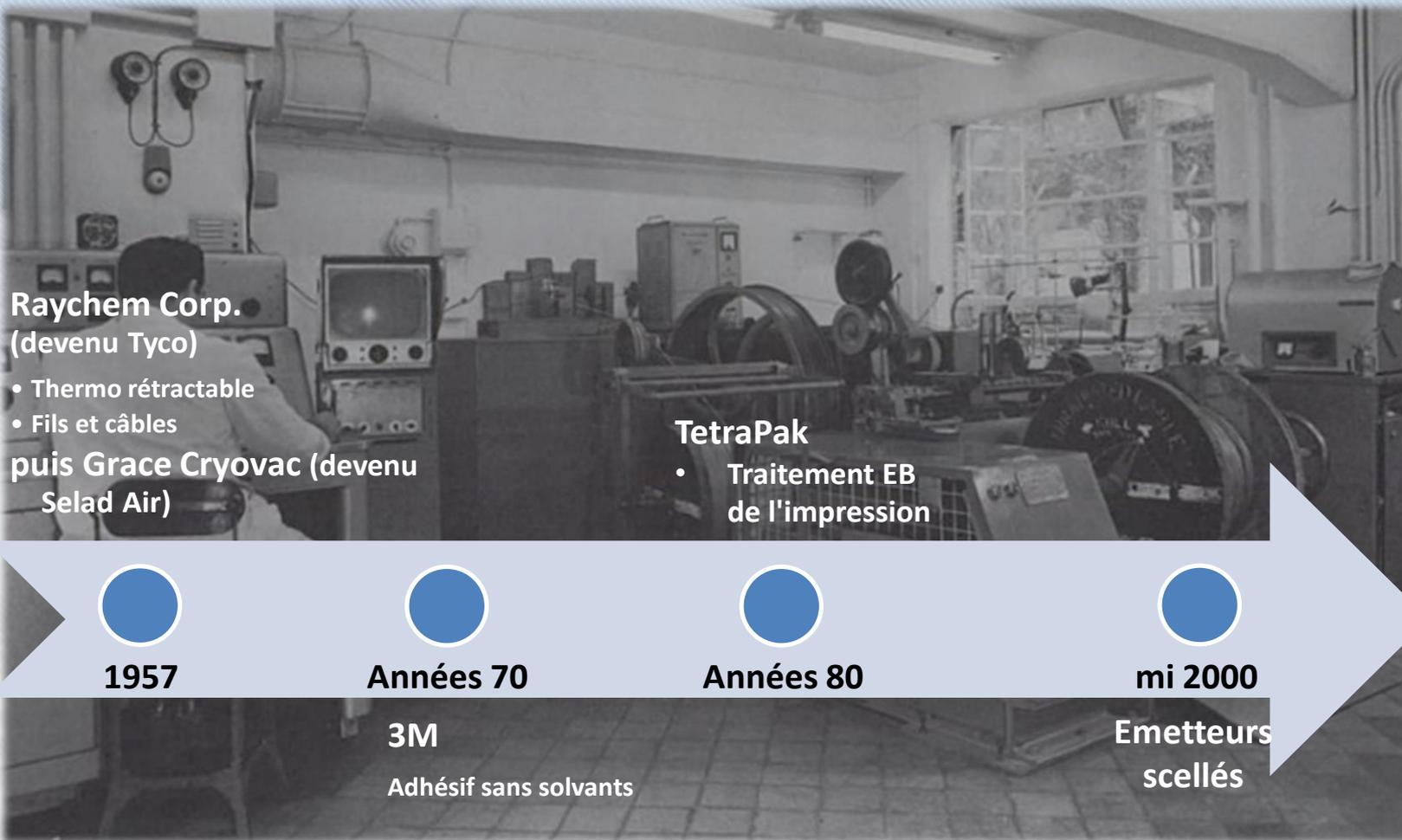
Machines basse énergie

Les applications actuelles

Récents développements

Le futur

# Un peu d'histoire



**Raychem Corp.**  
(devenu Tyco)

- Thermo rétractable
- Fils et câbles

puis **Grace Cryovac** (devenu  
Selad Air)

**TetraPak**

- Traitement EB  
de l'impression



**1957**



**Années 70**

**3M**

Adhésif sans solvants



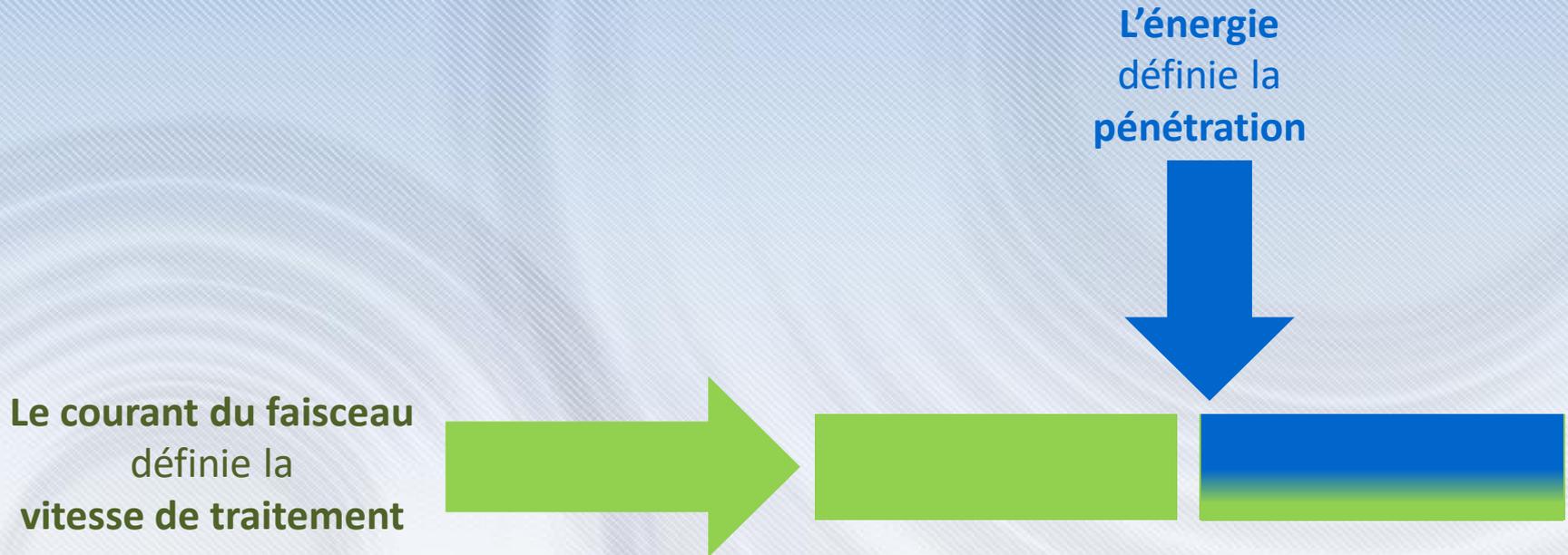
**Années 80**



**mi 2000**

Emetteurs  
scellés

# Traitement par faisceau d'électrons



**Courant = débit d'électrons**

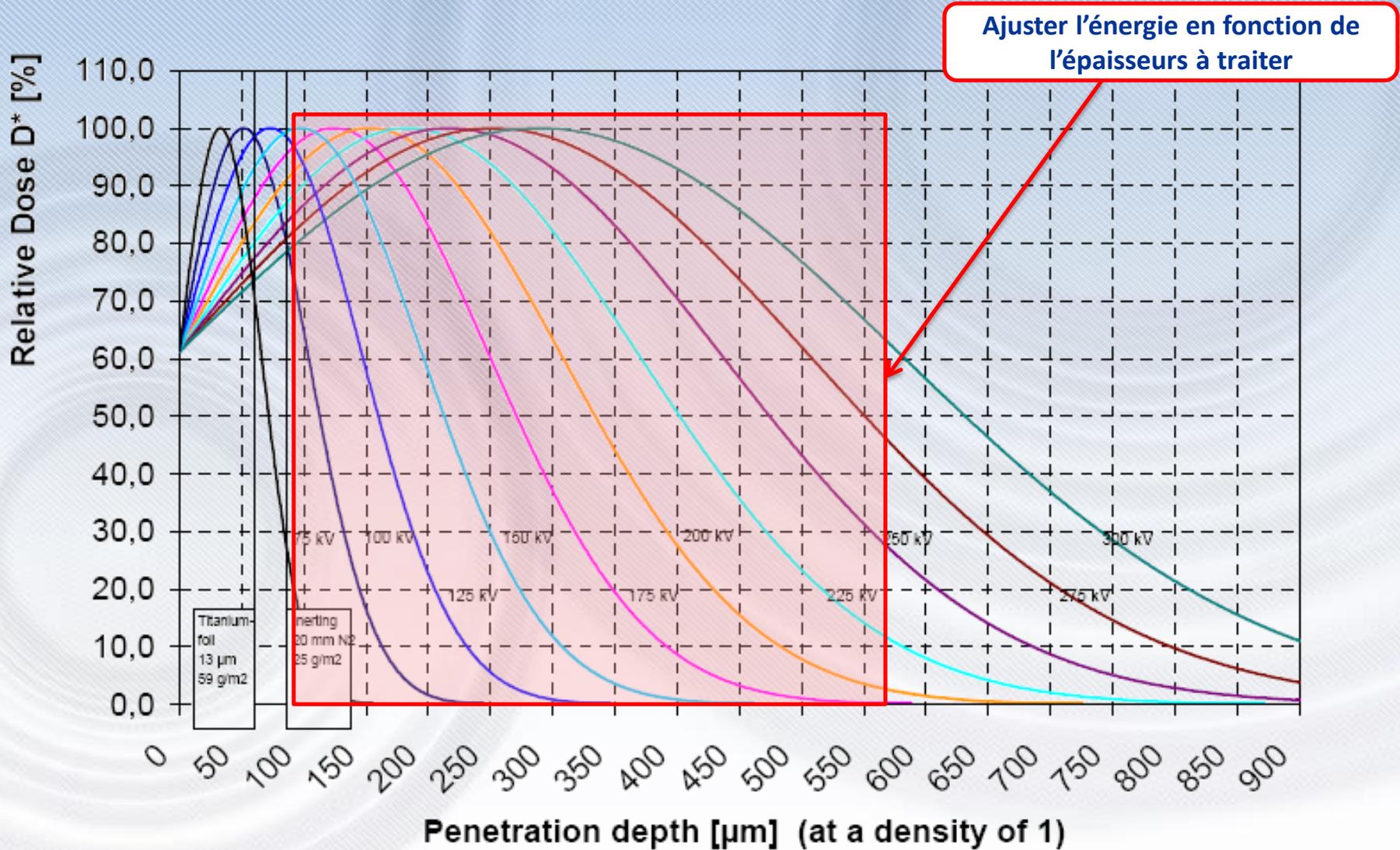
**≈ Dose ≈ Vitesse de traitement**

**Energie ≈ Pénétration**

$$P \text{ (kW)} = E \text{ (MV)} \times I \text{ (mA)}$$

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/ kg} = 1 \text{ W.s / kg} = (1 / 3600) \text{ kW.h/kg}$$

# Traitement par faisceau d'électrons



# Traitement par faisceau d'électrons

- Pénétration déterminé par épaisseur/densité des matériaux traités,
- Dose de traitement importante (+10kGy/s) ,
- Traitement rapide avec faible élévation de température,
- Zone de traitement parfaitement contrôlée,
- Faisceau dirigé et énergie ajustable électriquement,
- Processus paramétrable et contrôlable électriquement

$$\text{Dose} = k \cdot \text{Courant} / \text{Vitesse de défilement}$$

(à une énergie donnée)

# Sommaire

Quelques bases

Machines basse énergie

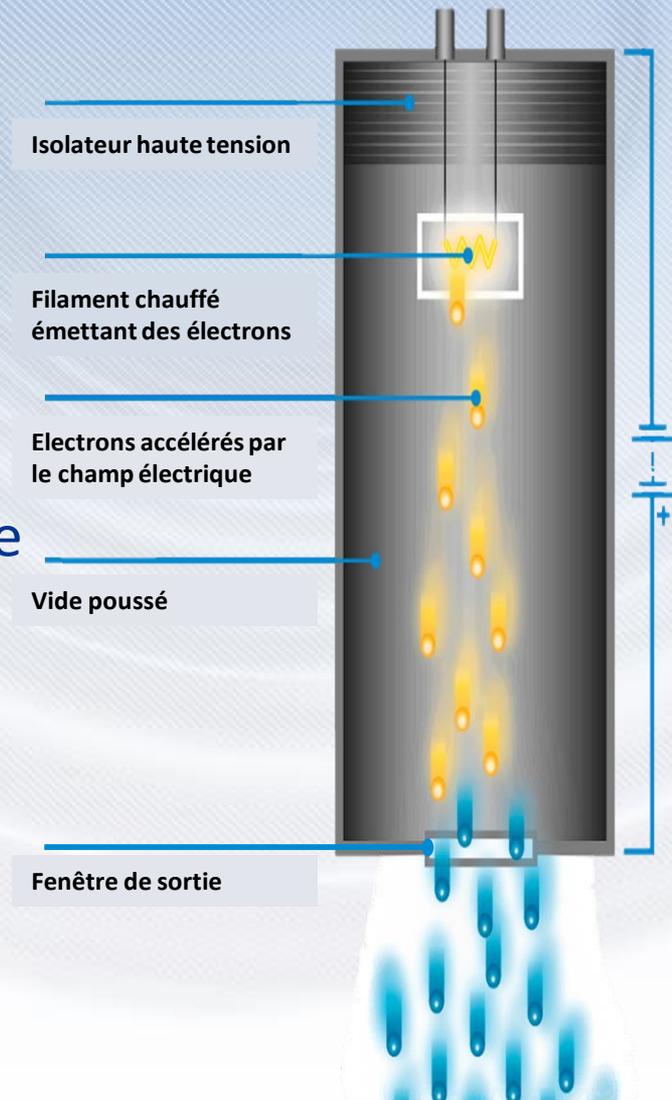
Les applications actuelles

Récents développements

Le futur

# Les machines

- Alimentation haute tension continue (jusqu'à 300kV), accélération en une seule étape, filaments simple ou multiples, souvent appelé "curtain beam"
- 2 types:
  - Compacte et de faible puissance (tube à vide scellé) environ 30mA max ( $\approx 3\ 000\ \text{kGy m/min}$ )
  - Machines industrielles jusqu'à quelques ampères ( $\approx 18\ 000\ \text{kGy m/min}$ )
- Rendement important ( $>80\%$ )
- Consommation d'azote à soigner

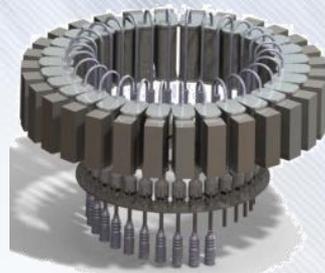


# Les fabricants

- Crosslinking AB
- Ebeam Technologies (Comet)  
Avec l'acquisition de PCT Engineered System (BroadBeam®)
- Energy Science Inc. (EZCure®)
- *Nissin High Voltage (Curetron®)*



# Quelques exemples



# Sommaire

Quelques bases

Machines basse énergie

Les applications actuelles

Récents développements

Le futur

# Applications courantes

Impression Flexo, Offset,...

Traitement des laques, revêtements, métal coating, bois, panneaux, papier décor, stratifiés...

Composites, mousses,...

Traitements alimentaires (salade, épices,...),

Décontamination (désinfection), remplissage aseptique; film d'emballage, containers (bouteilles, cannettes,...)

Adhésifs and PSA (ruban, post-it, film de protection temporaire),



# Applications courantes



Réticulation de polymères, prétraitement de granulés (pellet), fils & câbles, tubes,...



Applications environnementales, traitement de gaz, boue, sols contaminés, recyclage,...



Pharmaceutique (stérilisation, isolateurs,...)



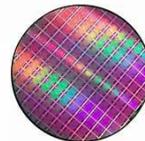
Implants, hydrogel, nanogel, greffage,



Fonctionnalisation de surfaces, membranes, polymères,...



Durcissement composants semi-conducteurs,...



# Sommaire

Quelques bases

Machines basse énergie

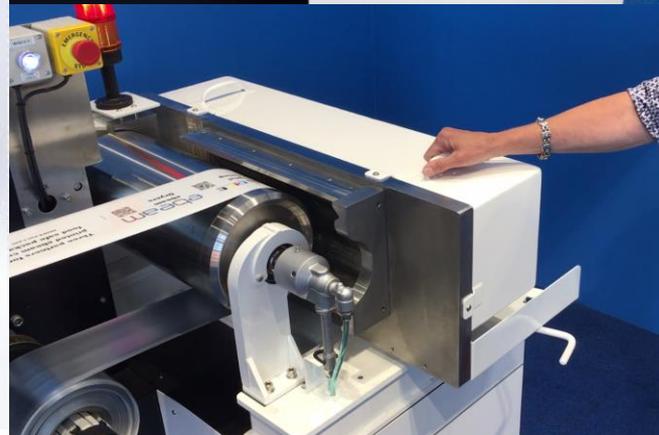
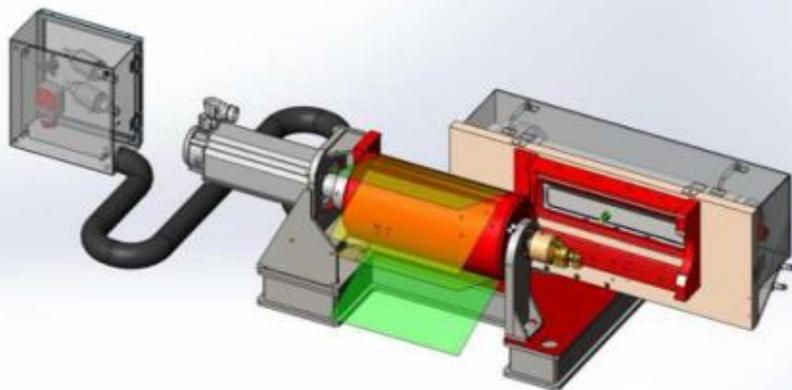
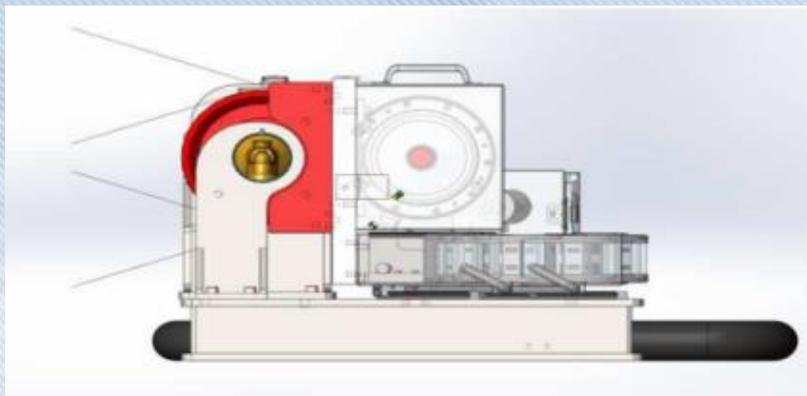
Les applications actuelles

Récents développements

Le futur

# Applications récentes

Encres digitales: Electron Inkjet Dryer



<https://www.youtube.com/watch?v=h4bD1weSDp8>

# Applications récentes



**CollinsInkjet**  
Inkjet Innovations for Industrial Applications



<https://www.youtube.com/watch?v=h4bD1weSDp8>



# Applications récentes

## Décontamination des semences



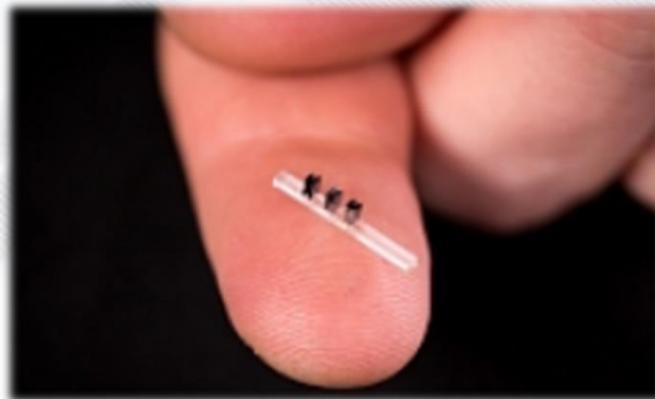
# Miniaturisation des sources EB

Emetteur "torch", stylo



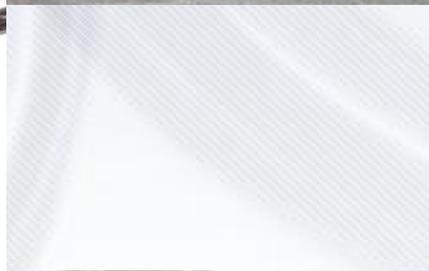
Accelerator on a Chip at SLAC

[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=39&v=kG1TUhYLAeM](https://www.youtube.com/watch?time_continue=39&v=kG1TUhYLAeM)



# Machines mobiles

Traitement des boues, gaz, effluents,... et maintenant des graines



# Machines mobiles

Plus exotique, à long terme...

Traitement d'asphalte lors de la dépose

Traitement direct de sol ou revêtement type "aspirateur"

(EP1974753A1 Portable EB sterilization device)

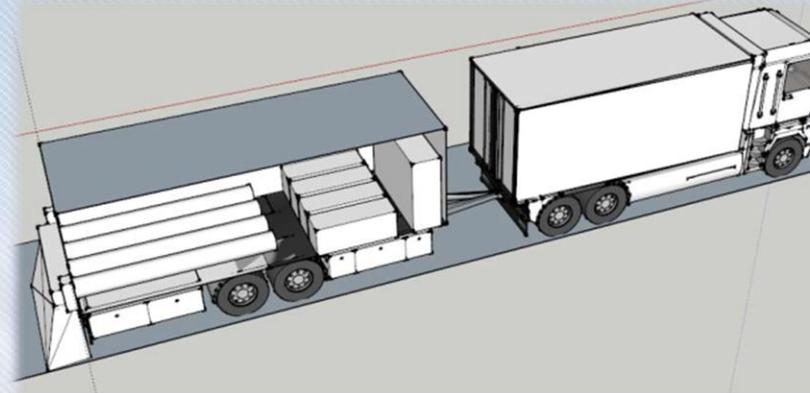
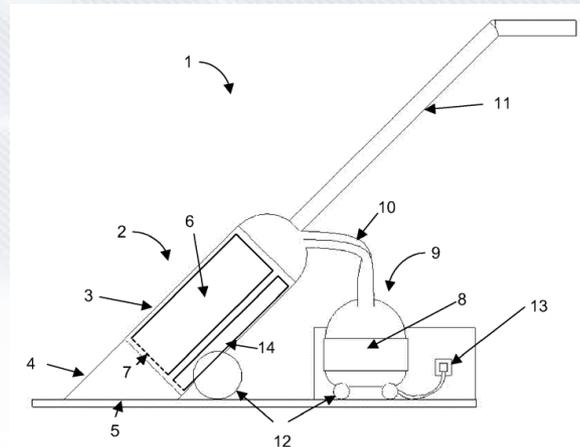
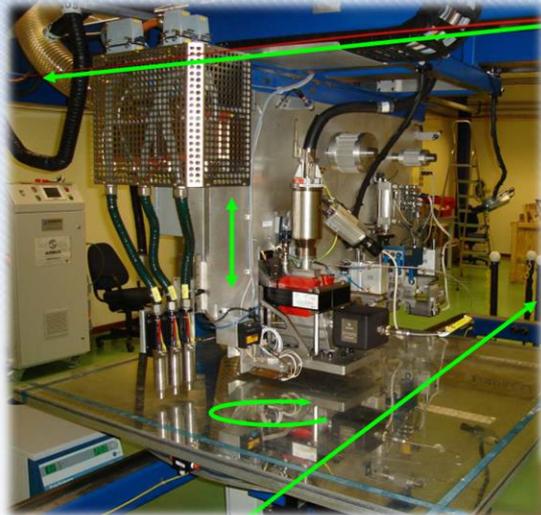


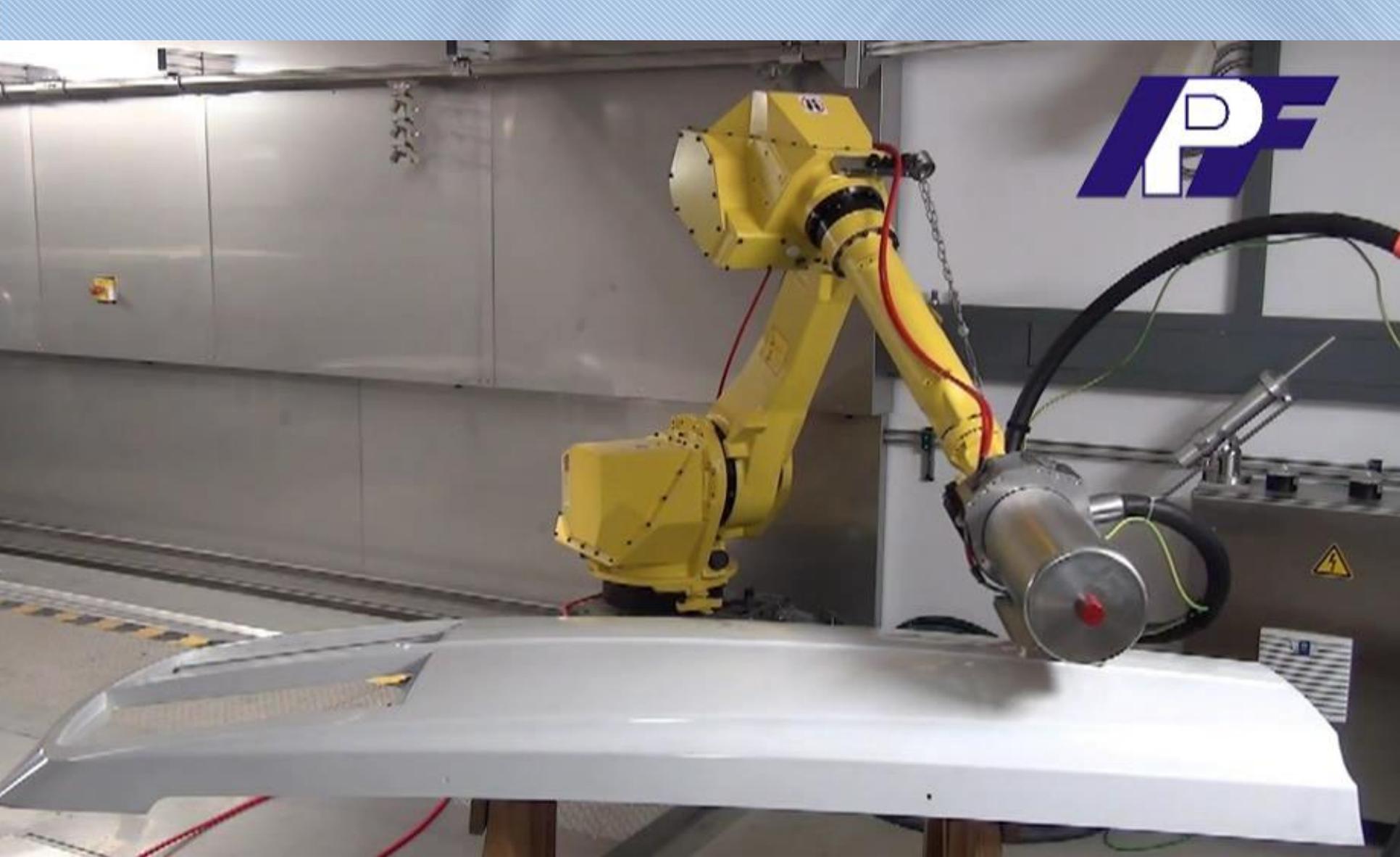
Figure 2-2 Illustration of a mobile, high-power electron accelerator to do reaction chemistry in roads.



# Robotique

## Application 3D





# Sommaire

Quelques bases

Machines basse énergie

Les applications actuelles

Récents développements

Le futur

# Avenir

## Défis



## Solutions



Adapter  
législations



# Les électrons au service de la planète

- S'affranchit de solvants, photo-initiateurs, additifs, conservateurs...
- Très économe en électricité (10% UV, 1% IR)
  - A noter par exemple les études en cours pour alimentation par panneaux solaires...
- Permet le prétraitement, le traitement et post-traitement (recyclage) de nombreux polymères, bio plastiques,...
- Utile pour le traitement et/ou a décontamination de l'air, de gaz, d'emballages, d'aliments,...
- Remplace de manière économe des procédés polluants, énergivore (séchage revêtements, stratifié,...),
- Compacte, intégrable facilement avec les progrès récents sur les émetteurs scellés pour un prix de plus en plus modeste.

A vous/nous tous de jouer donc ...

# Pour rester positif



## Perdez

# mais surtout utilisez les électrons !

Conseil en Irradiation Industrielle

[www.nacre.fr](http://www.nacre.fr)



[francis.martin@nacre.fr](mailto:francis.martin@nacre.fr)