



### c) Méthode des images

#### C 84 - Conducteurs électriques et magnétiques parfaits

\* Généralisation des conditions aux limites:

$$\begin{cases} \hat{n} \cdot (\vec{D}_1 - \vec{D}_2) = \rho_s \\ \hat{n} \cdot (\vec{B}_1 - \vec{B}_2) = 0 = \rho_{ms} \\ \hat{n} \times (\vec{H}_1 - \vec{H}_2) = \vec{J}_s \\ \hat{n} \times (\vec{E}_1 - \vec{E}_2) = 0 = -\vec{M}_s \end{cases}$$

#### Conducteurs électriques parfaits

\* CEP

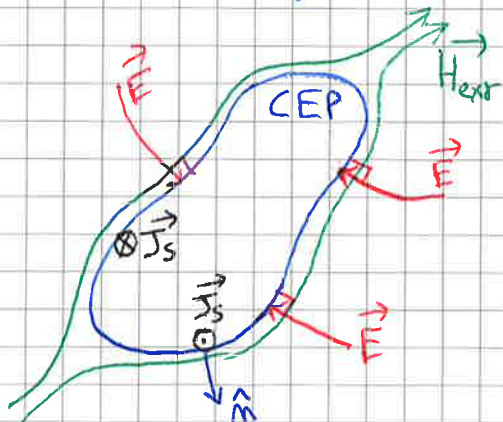
$$* \vec{J} = \sigma_e \vec{E} \text{ avec}$$

$$\sigma_e \rightarrow +\infty$$

$$\Rightarrow \vec{E}_{in} = \vec{0} = \vec{H}_{in} \text{ à l'intérieur}$$

$$* \hat{n} \times (\vec{E}_{ext} - \vec{E}_{in}) = -\vec{M}_s \equiv \vec{0}$$

$$\hat{n} \times (\vec{H}_{ext} - \vec{H}_{in}) = \vec{J}_s \neq \vec{0}$$



#### Conducteurs magnétiques parfaits

\* CMP

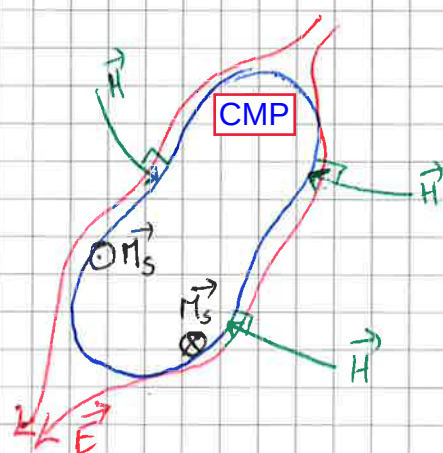
$$* \vec{M} = \sigma_m \vec{H} \text{ avec}$$

$$\sigma_m \rightarrow +\infty$$

$$\Rightarrow \vec{H}_{in} = \vec{0} = \vec{E}_{in} \text{ à l'intérieur}$$

$$* \hat{n} \times (\vec{H}_{ext} - \vec{H}_{in}) = \vec{J}_s \equiv \vec{0}$$

$$\hat{n} \times (\vec{E}_{ext} - \vec{E}_{in}) = -\vec{M}_s \neq \vec{0}$$

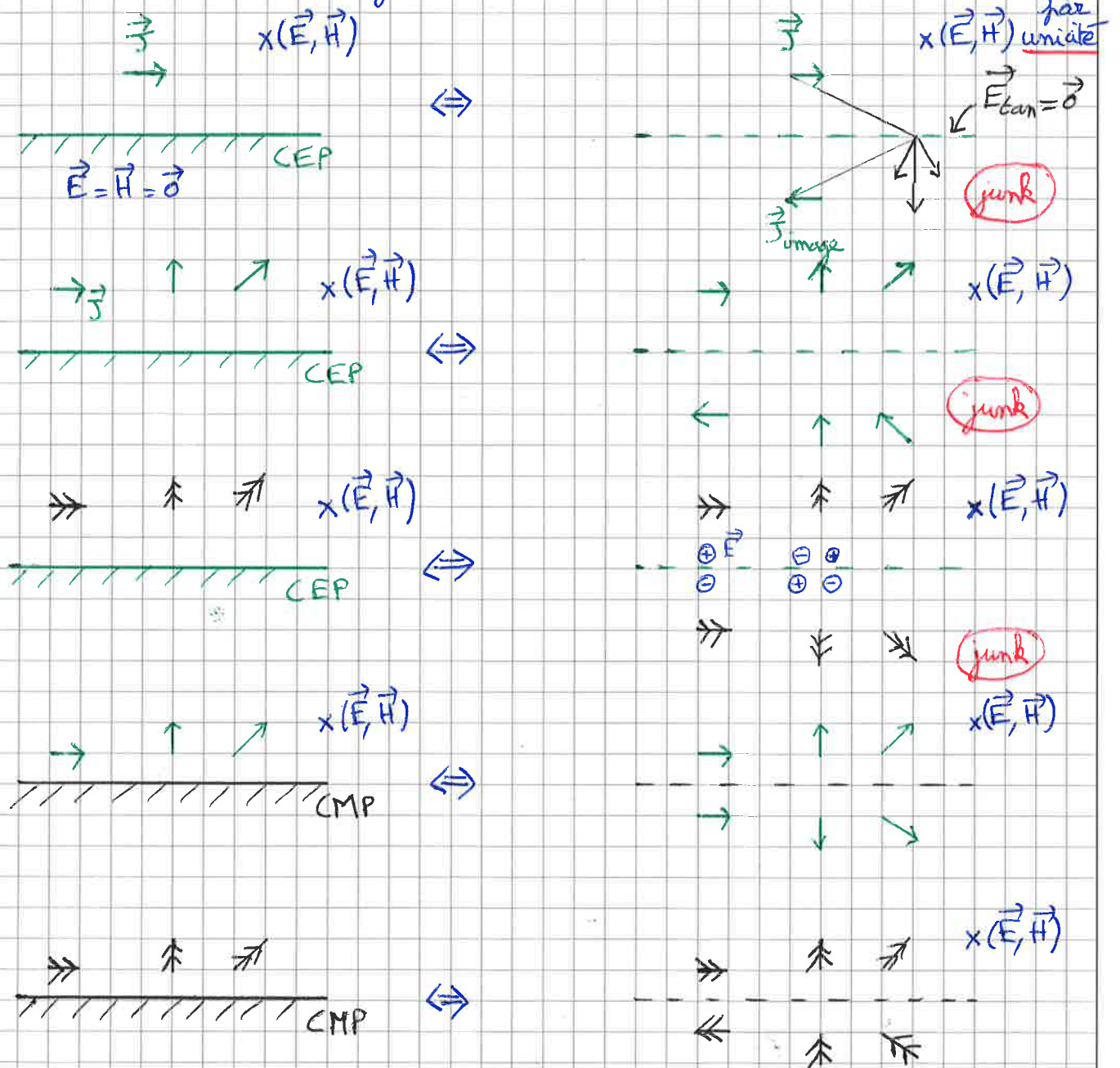


DUALITÉ



ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

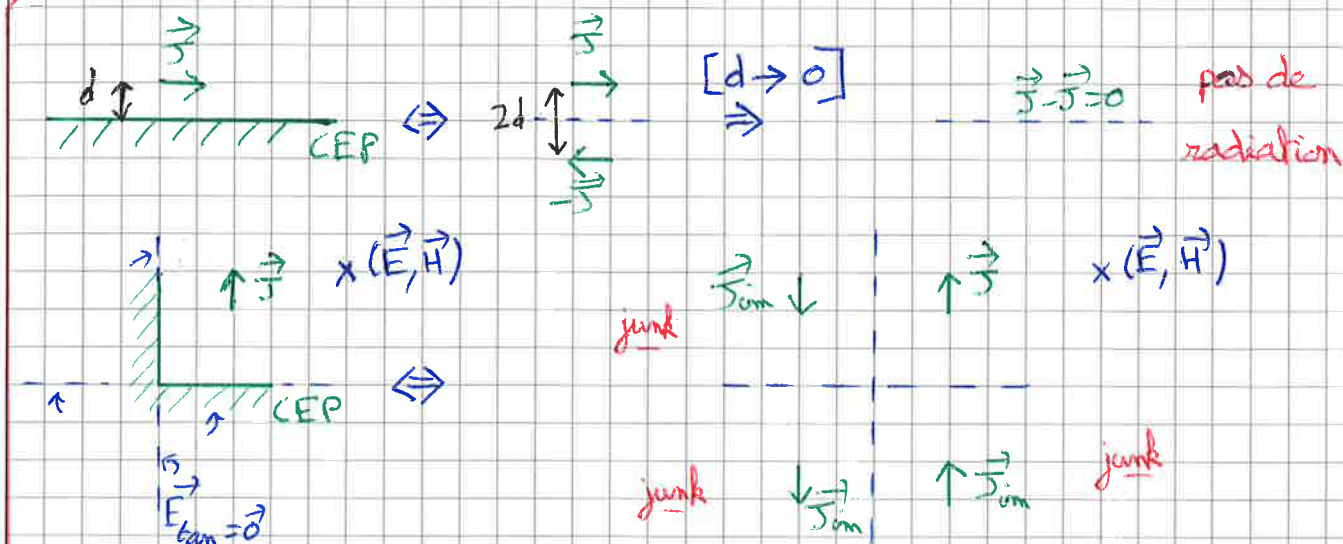
# C85 - Théorie des images





ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

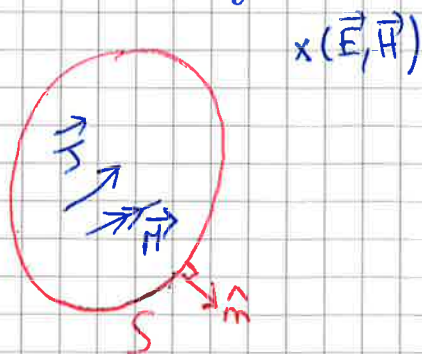
### C86 - Exemples



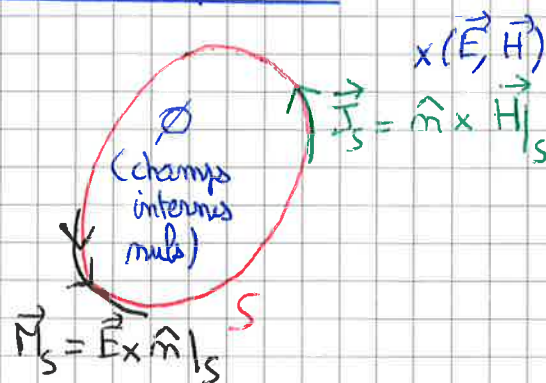
### d) Principe d'équivalence de Huygens

### C87 - Énoncé (Shelkumoff, 1936)

#### Problème d'origine



#### Problème équivalent



$\hat{n}$  pointe dans la région externe  
dans laquelle on veut calculer les champs  
(région d'équivalence)



ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

### C88 - Discussion

- (1) La surface de Huygens  $S$  peut être choisie arbitrairement (votre choix)
- (2) Le milieu et les sources dans la région d'équivalence doivent être les mêmes que dans le problème initial ( $\hat{c} \hat{v}$ )
- (3)  $\vec{J}_S$  et  $\vec{M}_S$  doivent être ajoutées sur  $S$  (sources secondaires)  
 (On peut vérifier les CL  $\vec{J}_S = \hat{m} \times (\vec{H}^{\text{out}} - \vec{H}^{\text{in}})$   
 $\vec{M}_S = -\hat{m} \times (\vec{E}^{\text{out}} - \vec{E}^{\text{in}})$ )
- (4) Théorème d'unicité :  $\vec{E}^{\text{tan}}$  et  $\vec{H}^{\text{tan}}$  sont les mêmes dans les 2 problèmes  $\Rightarrow (\vec{E}, \vec{H})$  sont les mêmes dans la région d'équivalence.
- (5) On peut choisir le milieu que l'on veut dans  $S$ . (votre choix)

### C89 - Généralisation

Recette :

- (1) Choisir  $S$
- (2)  $\vec{J}_S, \vec{M}_S$
- (3)  $\hat{c} \hat{v}$  à l'extérieur
- (4) Choisir milieu interne

pb d'origine

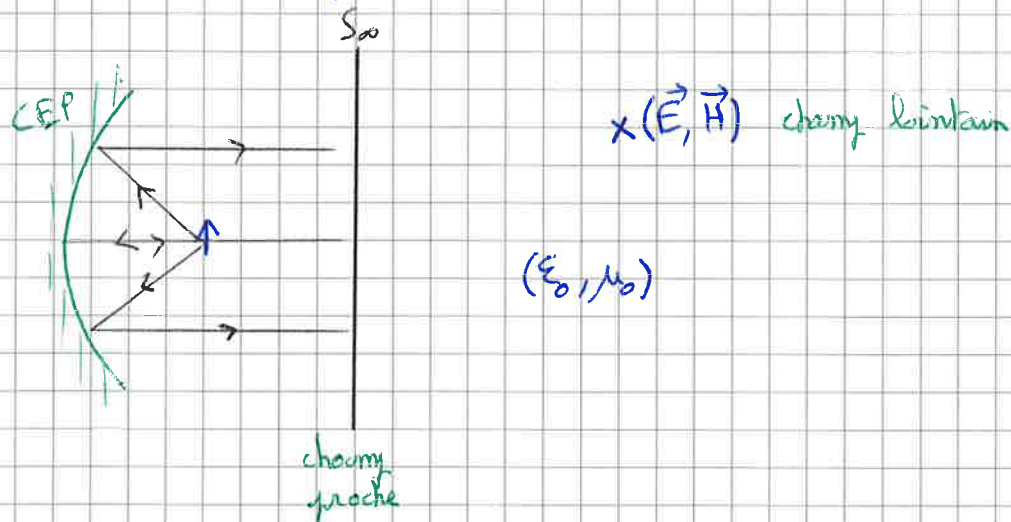


pb extérieur



pb intérieur



C90 - Antenne paraboliqueSolution 1

$\emptyset$   
 $(\epsilon_0, \mu_0)$

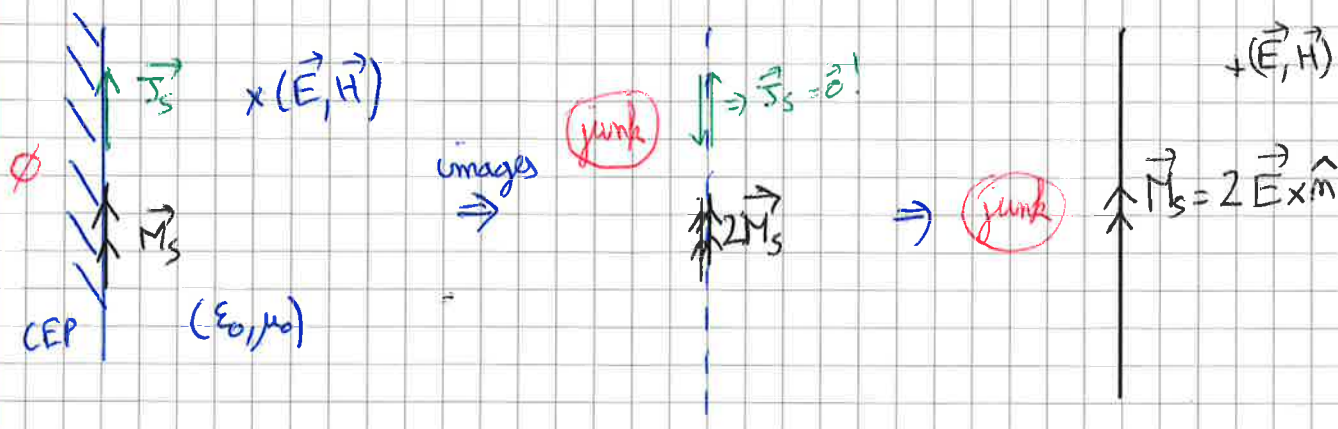
$$\vec{J}_s = \hat{n} \times \vec{H}$$

$$\vec{M}_s = \vec{E} \times \hat{n}$$

$$\hat{n}$$

→ mesure le champ proche avec une sonde

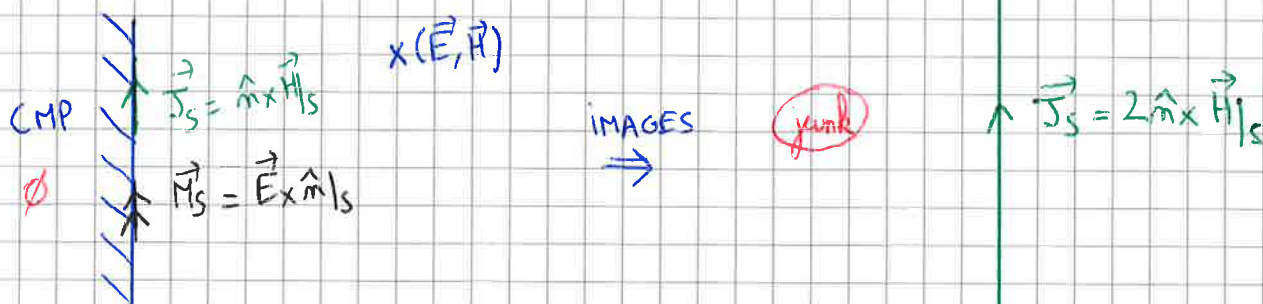
→ utilise Huygens et remplace la source de départ par  $\vec{J}_s$  et  $\vec{M}_s$  sur un plan → trouve localement le champ lointain

Solution 2 Remplir avec un CEP

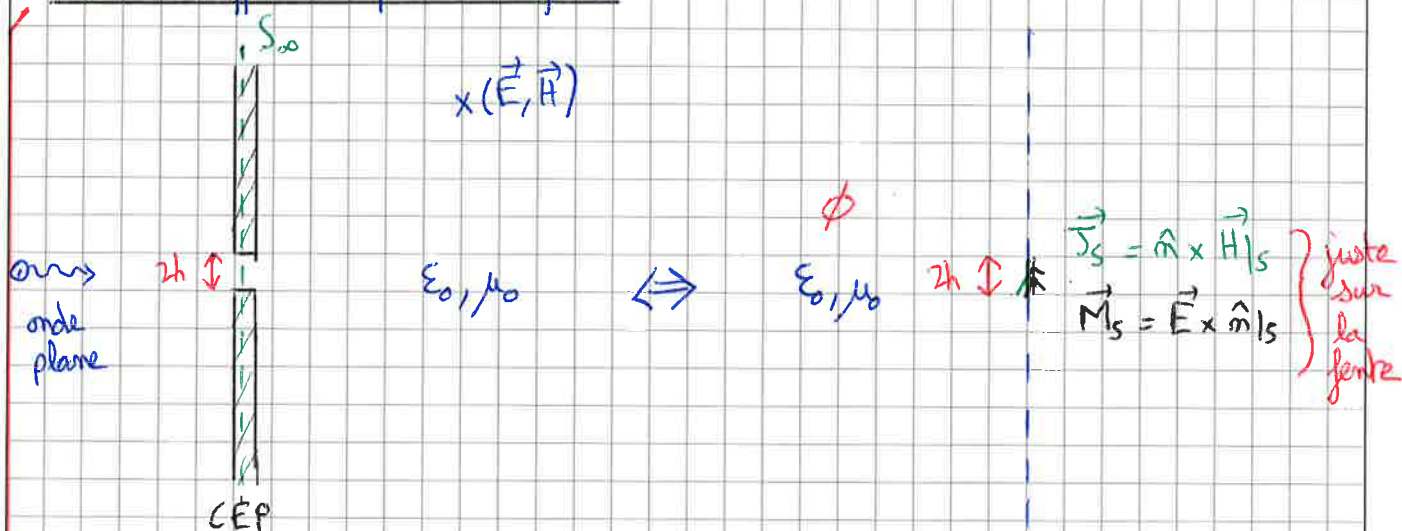


ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

### Solution 3 - Remplir avec un CMP



### C91 - Diffraction par une fente



On peut éliminer  $\vec{J}_s$  (ou  $\vec{M}_s$ ) en remplaçant avec un CEP (ou un CMP).  
Ici, choisissons le CEP pour l'exemple :

