

*Maria Ubero Gonzalez*

---

# Ondes électromagnétiques dans les milieux conducteurs

---

LP 29



---

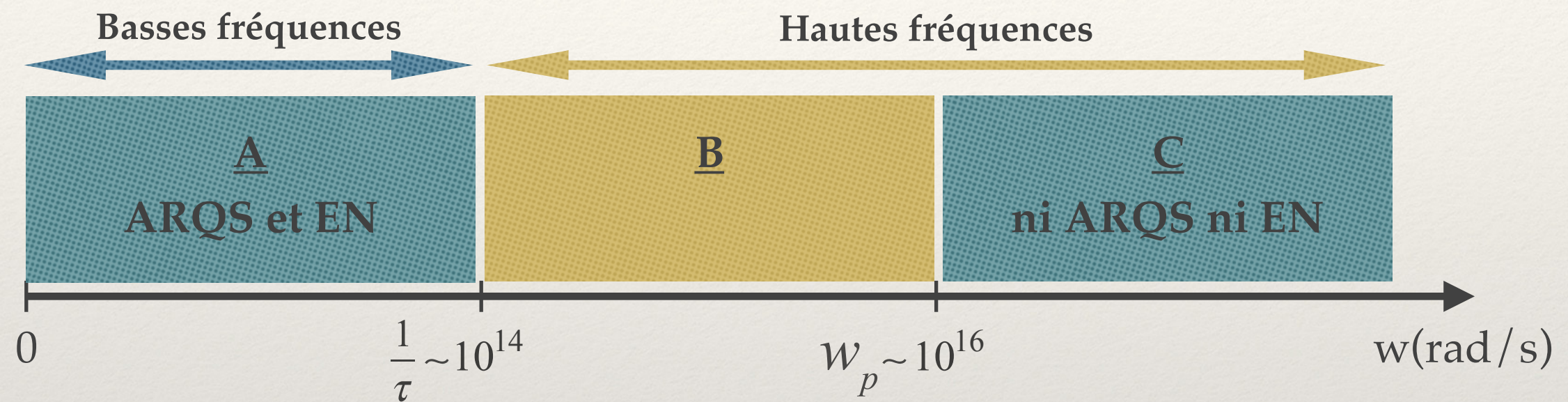
# Modèle de Drude

---

- ❖ Les électrons de conduction n'ont **aucune interaction** entre eux et peuvent être traités comme des particules **indépendantes**.
- ❖ Les électrons n'interagissent pas avec les ions du réseau, sauf au niveau des collisions.
- ❖ Les ions du réseau cristallin sont supposés **fixes**.



# Régimes du conducteur en fonction de la pulsation



1. **Régime A** : ARQS et hypothèse d'électroneutralité vérifiées.
2. **Régime B** : L'électroneutralité n'est pas vérifiée de sorte que l'éq de M.G ne peut pas être simplifiée. L'ARQS peut en théorie être proposée.
3. **Régime C** : Ni l'ARQS ni l'hypothèse d'électroneutralité sont vérifiées. Aucune simplification des équations de Maxwell n'est autorisée.



---

# Basses fréquences : Equations de Maxwell

---

Hypothèses : Electroneutralité et ARQS

**Maxwell-Gauss**

$$\text{div} \vec{E} \simeq 0$$

**Maxwell-Thomson**

$$\text{div} \vec{B} = 0$$

**Maxwell-Faraday**

$$\text{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

**Maxwell-Ampère**

$$\text{rot} \vec{B} \simeq \mu_0 \vec{j}_c$$



# Conductivité et épaisseur de peau

	Conductivité ( $10^6$ S/m)	Épaisseur de peau à 50Hz	Épaisseur de peau À 1MHz
Argent	62,1	9 mm	64 $\mu m$
Cuivre	58,7	9,2 mm	65 $\mu m$
Or	44,2	10,7 mm	76 $\mu m$
Aluminium	36,9	11,7 mm	83 $\mu m$



# Exemple : une feuille d'aluminium comme écran

Un téléphone enfermé dans une feuille d'aluminium recevra-t-il les appels ?

- ❖ Perméabilité magnétique du vide =  $1,26 \cdot 10^{-6} \text{ H/m}$
- ❖ Conductivité de l'aluminium =  $3,8 \cdot 10^7 \text{ S/m}$
- ❖ Épaisseur de la feuille =  $2,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$





---

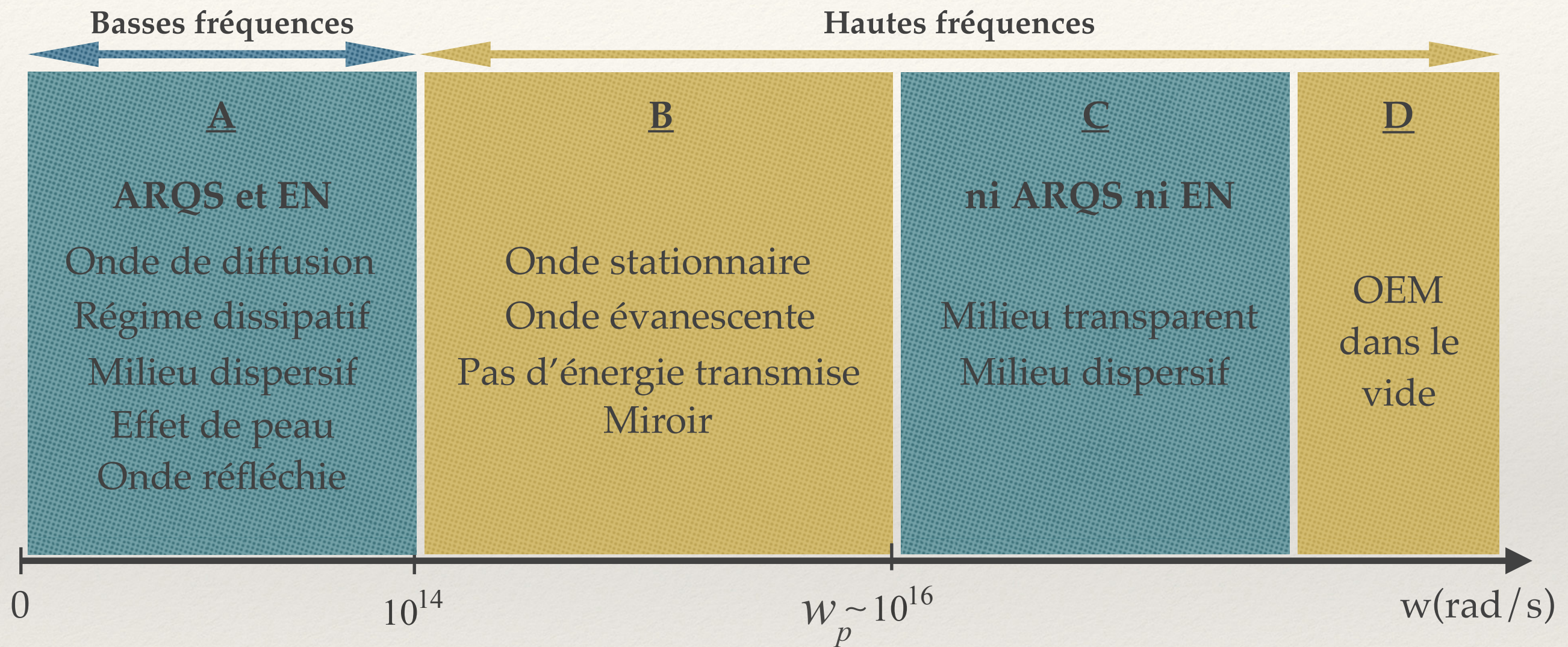
# Ionosphère

---

- ❖ Densité particulière des électrons :  $10^{10} - 10^{12}$  électrons par mètre cube.
- ❖ On trouve une fréquence de coupure :  $f_p \sim 10^7$  Hz



# Conclusion-résumé (exemple du cuivre)



1. **Régime A** : ARQS et hypothèse d'électroneutralité vérifiées.
2. **Régime B** : L'électroneutralité n'est pas vérifiée de sorte que l'éq de M.G ne peut pas être simplifiée. L'ARQS peut en théorie être proposée.
3. **Régime C** : Ni l'ARQS ni l'hypothèse d'électroneutralité sont vérifiées. Aucune simplification des équations de Maxwell n'est autorisée.