

# Les équations de Maxwell

- I. Formulation de l'électromagnétisme
  - A. Lois locales et lois intégrales
  - B. Rappels d'analyse vectorielle
- II. Équation locale de conservation de la charge
  - A. Cas unidimensionnel
  - B. Généralisation à 3D
- III. Équations de Maxwell
  - A. Équation de Maxwell-Gauss
  - B. Équation de Maxwell-Faraday
  - C. Équation de Maxwell-Thomson
  - D. Équation de Maxwell-Ampère
  - E. Bilan
  - F. Retour sur l'équation de conservation de la charge
  - G. Équation de propagation des champs  $E$  et  $B$  dans le vide

## Programme officiel

Notions et contenus	Capacités exigibles
<b>4.3. Équations de Maxwell.</b>	
Principe de la conservation de la charge : formulation locale.	Établir l'équation locale de la conservation de la charge dans le cas à une dimension cartésienne.
Équations de Maxwell : formulations locale et intégrale.	Citer, utiliser et interpréter les équations de Maxwell sous forme intégrale. Relier qualitativement le couplage spatiotemporel entre champ électrique et champ magnétique au phénomène de propagation.
Équations de propagation des champs dans une région vide de charges et de courants.	Établir les équations de propagation à partir des équations de Maxwell.
Cas des champs statiques : équations locales.	Établir les lois locales des champs statiques à partir des équations de Maxwell.

**Programme de colle  
TSI2  
Semaine 19  
Du 9 au 13 mars 2026**

## Listes des questions de cours :

---

1. Fournir la formule de Nernst
2. Calculer des nombres d'oxydation et équilibrer une réaction d'oxydo réduction
3. Fournir la relation entre l'enthalpie libre de réaction et les potentiels d'électrode
4. Décrire le fonctionnement d'une pile électrochimique
5. Exprimer la tension à vide d'une pile en fonction de l'enthalpie libre de réaction.
6. Savoir calculer la capacité d'une pile
7. Etude des diagrammes potentiels pH
8. Démontrer l'équation de conservation de la charge en 1D
9. Démontrer le théorème de Gauss et le théorème d'Ampère à partir des équations de Maxwell
10. Etablir les équations de propagation des champs à partir des équations de Maxwell

# Les équations de Maxwell

## I. Formulation de l'électromagnétisme

- A. Lois locales et lois intégrales
- B. Rappels d'analyse vectorielle

## II. Équation locale de conservation de la charge

- A. Cas unidimensionnel
- B. Généralisation à 3D

## III. Équations de Maxwell

- A. Équation de Maxwell-Gauss
- B. Équation de Maxwell-Faraday
- C. Équation de Maxwell-Thomson
- D. Équation de Maxwell-Ampère
- E. Bilan
- F. Retour sur l'équation de conservation de la charge
- G. Équation de propagation des champs  $E$  et  $B$  dans le vide

## Programme officiel

Notions et contenus	Capacités exigibles
<b>4.3. Équations de Maxwell.</b>	
Principe de la conservation de la charge : formulation locale.	Établir l'équation locale de la conservation de la charge dans le cas à une dimension cartésienne.
Équations de Maxwell : formulations locale et intégrale.	Citer, utiliser et interpréter les équations de Maxwell sous forme intégrale. Relier qualitativement le couplage spatiotemporel entre champ électrique et champ magnétique au phénomène de propagation.
Équations de propagation des champs dans une région vide de charges et de courants.	Établir les équations de propagation à partir des équations de Maxwell.
Cas des champs statiques : équations locales.	Établir les lois locales des champs statiques à partir des équations de Maxwell.

# Etude thermodynamique des réactions d'oxydo-réduction

- I. Relation entre enthalpie libre de réaction et potentiels des couples
  - A. Le nombre d'oxydation
  - B. Potentiel d'électrode - La formule de Nernst
  - C. La réaction d'oxydoréduction
  - D. Relation entre l'enthalpie libre de réaction et les potentiels
  - E. Relation entre l'enthalpie libre standard de réaction et les potentiels standards
- II. Approche thermodynamique du fonctionnement d'une pile électrochimique
  - A. Le travail électrique
  - B. La tension à vide
  - C. Fonctionnement d'une pile
- III. Les diagrammes potentiels pH
  - A. Analyse du diagramme potentiel pH du Fer
  - B. Identifier les différents domaines
  - C. Application à la stabilité des différents degrés d'oxydation d'un élément
  - D. Prévision des réactions redox
  - E. Diagramme E-pH de l'eau
  - F. Stabilité thermodynamique des espèces dans l'eau
  - G. Domaines passivation-corrosion-immunité dans diagramme potentiel PH
  - H. Analyse d'un diagramme potentiel pH fourni

## Extrait du programme de TSI1

Notions et contenus	Capacités exigibles
<b>4.6. Réactions d'oxydo-réduction</b> <b>Oxydants et réducteurs, réactions d'oxydo-réduction</b> Nombre d'oxydation. Exemples d'oxydants et de réducteurs minéraux usuels : nom, nature et formule des ions thiosulfate, permanganate, hypochlorite, du peroxyde d'hydrogène.	Relier la position d'un élément dans le tableau périodique et le caractère oxydant ou réducteur du corps simple correspondant. Prévoir les nombres d'oxydation extrêmes d'un élément à partir de sa position dans le tableau périodique. Identifier l'oxydant et le réducteur d'un couple.
Pile, tension à vide, potentiel d'électrode, formule de Nernst, électrodes de référence	Décrire le fonctionnement d'une pile à partir d'une mesure de tension à vide ou à partir des potentiels d'électrode. Déterminer la capacité électrique d'une pile.
Diagrammes de prédominance ou d'existence.	Utiliser les diagrammes de prédominance ou d'existence pour prévoir les espèces incompatibles ou la nature des espèces majoritaires.
Aspect thermodynamique des réactions d'oxydo-réduction. Dismutation et médiamutation.	Prévoir qualitativement ou quantitativement le caractère thermodynamiquement favorisé ou défavorisé d'une réaction d'oxydo-réduction à partir des potentiels standard des couples.  <b>Mettre en œuvre une réaction d'oxydo-réduction pour réaliser une analyse quantitative en solution aqueuse.</b>  <b>Réaliser une pile et étudier son fonctionnement.</b>

## Extrait du programme de TSI2

Notions et contenus	Capacités exigibles
<b>5.2 Étude thermodynamique des réactions d'oxydo-réduction.</b>	
Relation entre enthalpie libre de réaction et potentiels des couples mis en jeu dans une réaction d'oxydo-réduction.	Citer et exploiter la relation entre l'enthalpie libre de réaction et les potentiels des couples mis en jeu dans une réaction d'oxydo-réduction.
Relation entre enthalpie libre standard de réaction et potentiels standard des couples impliqués.	<p>Déterminer l'enthalpie libre standard d'une réaction d'oxydo-réduction à partir des potentiels standard des couples.</p> <p>Déterminer la valeur du potentiel standard d'un couple d'oxydo-réduction à partir de données thermodynamiques.</p>
Approche thermodynamique du fonctionnement d'une pile électrochimique.	<p>Établir l'inégalité reliant la variation d'enthalpie libre et le travail électrique.</p> <p>Relier la tension à vide d'une pile électrochimique et l'enthalpie libre de la réaction modélisant son fonctionnement.</p> <p>Décrire et expliquer le fonctionnement d'une pile électrochimique à partir de données sur sa constitution et de tables de potentiels standard.</p> <p><b>Déterminer une constante thermodynamique par l'étude de piles.</b></p>
Stockage et conversion d'énergie chimique.	<b>Etudier le fonctionnement d'une pile pour effectuer un bilan de matière.</b>
Notions et contenus	Capacités exigibles
<b>5.3. Diagrammes potentiel-pH.</b>	
Lecture et utilisation d'un diagramme potentiel-pH. Diagramme potentiel-pH de l'eau.	<p>Identifier les différents domaines d'un diagramme potentiel-pH fourni associés à des espèces chimiques données.</p> <p>Prévoir une dismutation ou mediamutation en fonction du pH du milieu.</p> <p>Prévoir le caractère thermodynamiquement favorisé ou non d'une transformation par superposition de diagrammes.</p> <p>Prévoir la stabilité thermodynamique des espèces dans l'eau.</p> <p>Exploiter des diagrammes potentiel-pH pour expliquer les phénomènes de corrosion, de passivation et d'immunité.</p> <p><b>Mettre en œuvre des réactions d'oxydoréduction en s'appuyant sur l'utilisation de diagrammes potentiel-pH.</b></p>