



BLAISE PASCAL  
PT 2018-2019

Programme des colles semaine 17 : du 21 au 25 janvier

# Électrostatique

## Déroulement de la colle

- ▷ Une question de cours parmi la liste ci-dessous ;
- ▷ Un exercice portant sur les thèmes indiqués ci-dessous.

## Au programme des questions de cours

*Encore plus que d'habitude, le travail sur ces questions de cours est autant un travail d'apprentissage qu'un travail de rigueur et de concision.*

- ▷ Déterminer par application du théorème de Gauss le champ électrostatique créé par un cylindre infini chargé uniformément en volume.
- ▷ Déterminer par application du théorème de Gauss le champ gravitationnel créé par une planète sphérique de masse volumique uniforme. L'exprimer en fonction de la masse de la planète.
- ▷ Déterminer par application du théorème de Gauss le champ électrostatique créé par un plan infini uniformément chargé en surface.
- ▷ Établir l'expression de la capacité d'un condensateur plan infini. On partira de l'expression du champ créé par un plan infini, que l'étudiant rappellera sans démonstration.
- ▷ Sur un exemple donné par l'interrogateur, construire le spectre d'un signal échantillonné connaissant le spectre du signal analogique et la fréquence d'échantillonnage.

## Au programme des exercices

### Chapitre 13 : Électronique numérique

*Extrait du programme officiel : partie 2 « Électronique », bloc 4 « Électronique numérique ».*

Le bloc 4 est exclusivement étudié de manière expérimentale et aborde la question du traitement numérique du signal dans le prolongement du programme de première année. Le professeur introduira les thèmes proposés au fur et à mesure des besoins et en relation avec les autres sujets d'étude. Le phénomène de repliement de spectre est expliqué qualitativement à l'aide d'une analogie stroboscopique, l'objectif étant de mettre en place la condition de Nyquist-Shannon et de réaliser convenablement une acquisition numérique en vue d'une analyse spectrale. Afin de mettre en évidence d'autres effets associés à l'échantillonnage, on réalise de manière comparative un filtre analogique passe-bas et un filtre numérique remplissant la même fonction, ce dernier étant réalisé à l'aide d'une feuille de calcul traitant l'acquisition numérique d'une entrée analogique, un CNA restituant ensuite une sortie analogique. On étudie expérimentalement l'influence de la fréquence d'échantillonnage.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Échantillonnage.	<b>Décrire le mouvement apparent d'un segment tournant observé avec un stroboscope.</b> <b>Expliquer l'influence de la fréquence d'échantillonnage.</b>
Condition de Nyquist-Shannon.	<b>Mettre en évidence le phénomène de repliement de spectre dû à l'échantillonnage lors de l'utilisation d'un oscilloscope numérique ou d'une carte d'acquisition.</b>

Notions et contenus	Capacités exigibles
Analyse spectrale numérique.	<b>Choisir les paramètres (durée, nombre d'échantillons, fréquence d'échantillonnage) d'une acquisition numérique afin de respecter la condition de Nyquist-Shannon.</b>
Filtrage numérique.	<b>Réaliser un filtrage numérique passe-bas d'une acquisition, et mettre en évidence la limitation introduite par l'échantillonnage.</b>

En gras, les points devant faire l'objet d'une approche expérimentale.

Extrait du programme officiel de PTSI : partie « Formation expérimentale ».

Notions et contenus	Capacités exigibles
Numérisation d'un signal.	<b>Déterminer le nombre de bits d'une conversion A/N et N/A.</b>
Analyse spectrale.	<b>Effectuer l'analyse spectrale d'un signal périodique à l'aide d'un oscilloscope numérique ou d'une carte d'acquisition.</b> <b>Choisir de façon cohérente la fréquence d'échantillonnage et la durée totale d'acquisition.</b>

En gras, les points devant faire l'objet d'une approche expérimentale.

## Chapitre 14 : Champ électrostatique

Extrait du programme officiel : partie 4 « Électromagnétisme », bloc 1 « Électrostatique ».

La notion de champ électrostatique a été introduite en classe de première S. Les notions abordées sont donc centrées sur les distributions de charges, le champ et le potentiel. L'accent est mis sur les propriétés intégrales du champ et sur le théorème de Gauss pour des situations présentant un haut degré de symétrie. Les analogies avec la gravitation sont centrées sur l'application du théorème de Gauss.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Loi de Coulomb. Champ électrostatique. Champ électrostatique créé par un ensemble de charges ponctuelles. Principe de superposition.	Exprimer le champ électrostatique créé par une distribution discrète de charges. Citer quelques ordres de grandeur de champs électrostatiques.
Distributions continues de charges : volumique, surfacique, linéique.	Décomposer une distribution en des distributions plus simples dans le but de calculer un champ électrostatique par superposition. Choisir un type de distribution continue adaptée à la situation modélisée. Justifier le choix d'une modélisation d'une distribution de charges par une distribution « infinie ». Évaluer la charge totale d'une distribution continue dans des situations à géométries simples.
Symétries et invariances du champ électrostatique.	Identifier les plans de symétrie et d'antisymétrie d'une distribution de charges. Identifier les invariances d'une distribution de charges. Exploiter les symétries et les invariances d'une distribution de charges pour caractériser le champ électrostatique créé.
Flux du champ électrostatique. Théorème de Gauss.	Reconnaître les situations pour lesquelles le champ électrostatique peut être calculé à l'aide du théorème de Gauss

Notions et contenus	Capacités exigibles
	Utiliser le théorème de Gauss pour déterminer le champ électrostatique créé par une distribution présentant un haut degré de symétrie.
Cas de la sphère, du cylindre infini et du plan infini.	Établir les expressions des champs électrostatiques créés en tout point de l'espace par une sphère uniformément chargée en volume, par un cylindre infini uniformément chargé en volume et par un plan infini uniformément chargé en surface.  Établir et exploiter le fait qu'à l'extérieur d'une distribution à symétrie sphérique, le champ électrostatique créé est le même que celui d'une charge ponctuelle concentrant la charge totale et placée au centre de la distribution.
Analogies avec la gravitation.	Utiliser le théorème de Gauss dans le cas de la gravitation.

En **gras**, les points devant faire l'objet d'une approche expérimentale.

## Chapitre 15 : Potentiel électrostatique

Extrait du programme officiel : partie 4 « Électromagnétisme », bloc 1 « Électrostatique ».

Les notions abordées sont centrées sur les distributions de charges, le champ et le potentiel. Pour le champ électrique et le potentiel, on se limite aux expressions explicites dans le cas de charges ponctuelles et sous forme intégrale dans le cas de distributions continues. Des capacités sur la lecture des lignes de champ et des surfaces équipotentielles sont développées. Le condensateur plan est introduit mais l'étude des conducteurs en équilibre électrostatique ne relève pas du programme. Une approche énergétique est conduite dans un cas simple : une charge ponctuelle placée dans un champ électrique extérieur.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Circulation du champ électrostatique. Notion de potentiel électrostatique.	Relier le champ électrostatique au potentiel.  Exprimer le potentiel créé par une distribution discrète de charges.  Calculer un champ électrostatique à partir du potentiel, l'expression de l'opérateur gradient étant fournie dans le cas des coordonnées sphériques et cylindriques.  Calculer une différence de potentiel par circulation du champ électrostatique dans les cas simples.
Étude du condensateur plan comme la superposition de deux distributions surfaciques, de charges opposées.	Établir l'expression de la capacité d'un condensateur plan dans le vide.
Lignes de champ, tubes de champ, surfaces équipotentielles.	Orienter les lignes de champ du champ électrostatique créé par une distribution de charges.  Représenter les surfaces équipotentielles connaissant les lignes de champ et inversement.  Associer les variations de l'intensité du champ électrostatique à la position relative des lignes de champ.  Vérifier qu'une carte de lignes de champ est compatible avec les symétries et les invariances d'une distribution.  <b>Approche numérique</b> : représenter des cartes de lignes de champ et d'équipotentielles.
Énergie potentielle électrostatique d'une charge placée dans un champ électrostatique extérieur.	Établir et exploiter l'expression de l'énergie potentielle d'une charge ponctuelle placée dans un champ électrostatique extérieur.

En **gras**, les points devant faire l'objet d'une approche expérimentale.

Extrait du programme officiel : partie 4 « Électromagnétisme », bloc 3 « Équations de Maxwell ».

Les équations locales des champs statiques sont introduites comme des cas particuliers des équations de Maxwell. Les lois locales de l'électrostatique relatives au potentiel constituent un support pertinent pour procéder à une approche numérique de la résolution d'une équation différentielle.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Équations de Maxwell : formulation locale et intégrale.	Écrire et interpréter les équations de Maxwell sous forme intégrale.
Cas des champs statiques : équations locales.	Établir les lois locales des champs statiques à partir des équations de Maxwell.
Équation de Poisson et de Laplace de l'électrostatique.	Établir les équations de Poisson et de Laplace de l'électrostatique. <b>Approche numérique</b> : mettre en œuvre une méthode de résolution numérique pour déterminer une solution à l'équation de Laplace, les conditions aux limites étant données.

En **gras**, les points devant faire l'objet d'une approche expérimentale.

### Révisions : mouvements des particules chargées et forces centrales

Tout le programme de PTSI, évidemment en lien avec les deux chapitres d'électrostatique.

---

### Et après ?

---

- ▷ Chapitre 16 : Magnétostatique ;
- ▷ Chapitre 17 : Électromagnétisme en régime variable ;
- ▷ De nouveau des révisions sur l'induction.
- ▷ Le concours blanc sera organisé entre le 4 et le 8 février, il n'y aura donc pas de colles.

Bon courage à tous,  
Étienne Thibierge.