

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

Arrêté du 19 août 2019 fixant l'organisation générale, la nature et le programme des épreuves des concours externe et interne pour l'accès au corps des ingénieurs du contrôle de la navigation aérienne

NOR : TREA1920930A

La ministre de la transition écologique et solidaire et le ministre de l'action et des comptes publics,

Vu le règlement (UE) 2015/340 de la Commission du 20 février 2015 déterminant les exigences techniques et les procédures administratives applicables aux licences et certificats de contrôleur de la circulation aérienne conformément au règlement (CE) n° 216/2008 ;

Vu la loi n° 83-634 du 13 juillet 1983 modifiée portant droits et obligations des fonctionnaires, ensemble la loi n° 84-16 du 11 janvier 1984 modifiée portant dispositions statutaires relatives à la fonction publique de l'Etat ;

Vu la loi n° 89-1007 du 31 décembre 1989 modifiée relative au corps des ingénieurs du contrôle de la navigation aérienne ;

Vu le décret n° 90-998 du 8 novembre 1990 modifié portant statut du corps des ingénieurs du contrôle de la navigation aérienne, notamment ses articles 4 et 6 ;

Vu le décret n° 2004-1105 du 19 octobre 2004 relatif à l'ouverture des procédures de recrutement dans la fonction publique de l'Etat ;

Vu le décret n° 2007-196 du 13 février 2007 relatif aux équivalences de diplômes requises pour se présenter aux concours d'accès aux corps et cadres d'emplois de la fonction publique ;

Vu le décret 2013-908 du 10 octobre 2013 relatif aux modalités de désignation des membres des jurys et des comités de sélection pour le recrutement et la promotion des fonctionnaires relevant de la fonction publique de l'Etat, de la fonction publique territoriale et de la fonction publique hospitalière ;

Vu le décret 2018-249 du 5 avril 2018 relatif à l'Ecole nationale de l'aviation civile,

Arrêtent :

TITRE 1^{er}

GÉNÉRALITÉS

Art. 1^{er}. – En application des dispositions fixées à l'article 14 du décret du 8 novembre 1990 modifié susvisé, l'organisation générale, la nature et le programme des épreuves des concours externe et interne d'accès au corps des ingénieurs du contrôle de la navigation aérienne sont fixés suivant les modalités ci-après.

Art. 2. – Les concours externe par filière et interne sont ouverts après avis conforme du ministre chargé de la fonction publique, dans les conditions fixées à l'article 2 du décret du 19 octobre 2004 susvisé.

Art. 3. – Les membres des jurys des concours externe et interne sont nommés par arrêté du ministre chargé de l'aviation civile.

Le jury du concours externe peut être commun au jury du concours interne.

Les membres des jurys sont désignés pour une période maximale de quatre ans. En cas d'impossibilité majeure de remplacer un membre à l'échéance de son mandat, le ministre peut prendre la décision de reconduire la période pour une année supplémentaire.

Chaque jury est présidé par un fonctionnaire en activité appartenant à un corps classé en catégorie A, ou par un agent contractuel de même niveau affecté ou ayant été affecté à la Direction générale de l'aviation civile, ou au Conseil général de l'environnement et du développement durable.

Les arrêtés nommant le jury désignent en tant que vice-président le ou les membres du jury remplaçant le président dans le cas où celui-ci se trouverait dans l'impossibilité d'assurer sa fonction.

Chaque jury comprend, en outre, plusieurs membres parmi les fonctionnaires de catégorie A, en activité ou agents contractuels appartenant, soit à la direction générale de l'aviation civile, soit à l'école nationale de l'aviation civile, soit à une autre administration.

Des correcteurs et examinateurs qualifiés peuvent être adjoints au jury. Ils peuvent participer aux délibérations avec voix consultative.

Les épreuves d'entretien avec le jury, prévues aux articles 11 *b* et 14 *a*, sont organisées, en fonction des effectifs, en groupes d'examineurs composés de deux agents de catégorie A au moins issus des corps de la direction générale de l'aviation civile.

Art. 4. – Le ministre chargé de l'aviation civile arrête, pour chaque concours la liste des candidats autorisés à concourir.

TITRE II

ORGANISATION GÉNÉRALE DES CONCOURS EXTERNE ET INTERNE

PREMIÈRE PARTIE

ORGANISATION DU CONCOURS EXTERNE

Art. 5. – A l'exception de l'épreuve d'entretien avec le jury fixée à l'article 11 alinéa *b*, les épreuves du concours externe de recrutement des élèves ingénieurs du contrôle de la navigation aérienne sont organisées par le service des concours communs des instituts nationaux polytechniques (CCINP) sous tutelle du ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche avec d'autres concours d'admission aux écoles d'ingénieurs.

Art. 6. – Le concours est organisé par filière. Les filières ouvertes sont au nombre de trois :

1. M.P. (mathématiques et physique)
2. P.C. (physique et chimie, option physique),
3. P.S.I. (physique et sciences de l'ingénieur).

Les programmes applicables aux épreuves de chaque filière sont ceux prévus pour la filière correspondante des classes préparatoires scientifiques aux grandes écoles mentionnées ci-dessus.

Le concours comporte des épreuves écrites d'admissibilité et des épreuves orales d'admission. Une partie de ces épreuves est commune à tous les candidats ; les autres épreuves sont déterminées en fonction de la filière choisie par le candidat lors de son inscription.

La notice qui chaque année fixe les modalités d'organisation des concours communs des instituts nationaux polytechniques vaut règlement du concours sous réserve des dispositions du présent arrêté.

CHAPITRE 1^{er}

ADMISSIBILITÉ

Art. 7. – Les candidats doivent subir les épreuves de la filière de leur choix organisées par le service des concours communs des instituts nationaux polytechniques (CCINP).

Quelle que soit la filière choisie, la langue vivante obligatoire (langue vivante A du concours CCINP) est l'anglais.

Les coefficients et notes éliminatoires des épreuves sont fixés comme suit :

CONCOURS FILIERES MP, PC, PSI					
EPREUVES D'ADMISSIBILITE					
MATIERES		COEFFICIENT			Note éliminatoire
		MP	PC	PSI	
ADMISSIBILITE Epreuves assurées par les CCINP	Français - Philosophie	2	2	2	<5
	Langue vivante étrangère A obligatoire : ANGLAIS	3	3	3	<8
	Mathématiques 1	2			<5
	Mathématiques		2	2	<5
	Physique	2	2		<5
	Physique – Chimie			2	<5
	Informatique ou Sciences industrielles (*)	3			<5
	Modélisation de systèmes physiques ou chimiques		3		<5
	Sciences Industrielles de l'ingénieur			3	<5
	Langue Vivante étrangère B facultative (**)	bonus	bonus	bonus	
(*) Le candidat fera le choix entre les deux épreuves sur le site internet des CCINP lors de son inscription au concours					
(**) Seuls les points au-dessus de 10 sont pris en compte dans le total des points pour l'admissibilité					
TOTAL Epreuves d'admissibilité		12	12	12	

Art. 8. – L'épreuve écrite facultative de langue vivante porte au choix du candidat sur les langues vivantes B proposées par les CCINP à l'exception de l'anglais.

L'organisation, la nature et les programmes de chaque épreuve sont consultables en ligne sur le site internet des concours communs des instituts nationaux polytechniques.

Art. 9. – Il est attribué à chaque épreuve une note de 0 à 20. Chaque note est multipliée par le coefficient prévu à l'article 7.

Toutefois, pour la matière facultative, seuls sont pris en compte les points excédant la note de 10 sur 20.

Art. 10. – A l'issue des épreuves d'admissibilité, le jury établit par ordre alphabétique, pour chacune des filières MP, PC et PSI, la liste des candidats autorisés à prendre part aux épreuves d'admission.

Nul ne peut être déclaré admissible s'il n'a participé à l'ensemble des épreuves écrites d'admissibilité et obtenu pour chaque épreuve une note au moins égale ou supérieure à la note éliminatoire.

Les candidats déclarés admissibles sont convoqués individuellement.

Le bénéfice de l'admissibilité ne peut être reporté d'une année sur l'autre.

CHAPITRE 2

ADMISSION

Art. 11. – Selon la filière choisie lors de l'inscription au concours, les candidats subissent les épreuves orales suivantes :

a) Epreuves organisées par les concours communs des instituts nationaux polytechniques :

- mathématiques, physique, anglais ;
- travaux d'initiative personnelle encadrée (TIPE) (épreuve commune avec d'autres banques d'épreuves).

L'organisation, la nature et les programmes de chaque épreuve sont consultables en ligne sur le site internet des concours communs des instituts nationaux polytechniques.

b) Epreuve d'entretien avec le jury organisé par l'Ecole nationale de l'aviation civile :

Cet entretien avec le jury d'une durée de 40 minutes, comporte deux parties :

- la première partie de l'entretien est fixée à 25 minutes au plus. Elle débute par le résumé, par le candidat, d'un court texte de portée générale relevant du domaine de l'aéronautique, fourni par le jury, d'une durée de 10 minutes au plus. Elle se poursuit par des questions du jury portant sur le sens et les idées principales du texte afin d'apprécier les qualités de compréhension, de raisonnement et d'expression du candidat.
- dans une seconde partie, le jury interroge le candidat sur son parcours, sur ses motivations et ses connaissances des missions dévolues au corps des ingénieurs du contrôle de la navigation aérienne afin d'évaluer son aptitude à exercer lesdites missions.

Pour cela, le jury utilise une grille d'évaluation dont le contenu est chaque année mis en ligne sur le site internet du ministère chargé de l'aviation civile.

Les coefficients et notes éliminatoires de chaque épreuve sont fixés dans le tableau suivant :

EPREUVES D'ADMISSION					
MATIERE		COEFFICIENT			Note éliminatoire
		MP	PC	PSI	
Epreuves assurées par les CCP	Mathématiques	2	2	2	<5
	Physique	2	2	2	<5
	Anglais	2	2	2	<12
(*)	Travaux d'Initiative Personnelle Encadrée	2	2	2	
(**)	Entretien devant un jury	3	3	3	<8
(*) Epreuve commune à plusieurs banques d'épreuves (CCINP, Mines, Centrale, ...)					
(**) Jury DGAC mais programmation assurée par CCINP					
TOTAL Epreuves d'admission		11	11	11	

A l'issue des épreuves orales d'admission, pour chacune des filières MP, PC et PSI, le jury établit, par ordre de mérite, la liste des candidats définitivement admis et la liste complémentaire.

Pour chaque filière, en cas d'égalité entre plusieurs candidats, la priorité est accordée à celui qui a obtenu la note la plus élevée à l'épreuve orale obligatoire « Entretien avec le jury ».

Nul ne peut être déclaré admis s'il n'a participé à l'ensemble des épreuves orales d'admission, obtenu un total de points au moins égal à 230 pour l'ensemble des épreuves, et obtenu pour chaque épreuve une note au moins égale à la note éliminatoire.

Art. 12. – Les candidats figurant sur les listes d'admission sont invités à rejoindre la formation selon la procédure commune d'intégration des écoles, utilisée par la banque d'épreuves concours communs des instituts nationaux polytechniques.

Les candidats figurant sur les listes complémentaires de chaque filière, sont invités selon la même procédure à rejoindre la formation en remplacement des candidats démissionnaires ou déclarés inaptes médicaux de la liste principale correspondante, dans l'ordre de classement sur la liste complémentaire.

La nomination en qualité d'élève ingénieur du contrôle de la navigation aérienne est subordonnée aux résultats favorables de l'examen médical organisé par la direction générale de l'aviation civile selon les conditions d'aptitude médicale fixées par le règlement UE du 20 février 2015 susvisé.

DEUXIÈME PARTIE

ORGANISATION DU CONCOURS INTERNE

Art. 13. – La nature des épreuves écrites et orales du concours interne, leur durée et les coefficients qui leur sont applicables sont fixés comme suit :

1. Nature des épreuves écrites d'admissibilité	Durée	Préparation	Coefficient	Note éliminatoire
1.1 Mathématiques	4 heures		2	<5
1.2 Physique	3 heures		2	<5
1.3 Français	3 heures		2	<5
1.4 Langue Vivante étrangère obligatoire : ANGLAIS	3 heures		3	<8
TOTAL Epreuves d'admissibilité			9	
2. Nature des épreuves orales d'admission	Durée	Préparation	Coefficient	Note éliminatoire
2.1 Entretien avec le jury	40 minutes	30 minutes	3	<8
2.2 Mathématiques	30 minutes	30 minutes	2	<5
2.3 Physique	30 minutes	30 minutes	2	<5
2.4 Anglais	15 minutes	20 minutes	2	<12
2.5 Epreuve orale de langue vivante facultative ou épreuve facultative de connaissance aéronautique au choix du candidat	15 minutes	20 minutes	Bonus	
TOTAL Epreuves d'admission			9	
Le programme de ces épreuves figure en annexes I et II au présent arrêté.				

Art. 14. – a) Epreuve d'entretien avec le jury :

Cet entretien avec le jury d'une durée de 40 minutes comporte deux parties :

- la première partie de l'entretien est fixée à 25 minutes au plus. Elle débute par le résumé, par le candidat, d'un court texte de portée générale relevant du domaine de l'aéronautique, fourni par le jury, d'une durée de 10 minutes au plus. Elle se poursuit par des questions du jury portant sur le sens et les idées principales du texte afin d'apprécier les qualités de compréhension, de raisonnement et d'expression du candidat.
- dans une seconde partie, le jury interroge le candidat sur son parcours, sur ses motivations et ses connaissances des missions dévolues au corps des ingénieurs du contrôle de la navigation aérienne afin d'évaluer son aptitude à exercer lesdites missions.

Pour cela, le jury utilise une grille d'évaluation dont le contenu est chaque année mis en ligne sur le site internet du ministère chargé de l'aviation civile.

b) L'épreuve orale de langue vivante facultative porte au choix des candidats sur les langues vivantes suivantes : allemand, espagnol ou italien. Les candidats font connaître leur choix lors de l'inscription.

Art. 15. – Il est attribué à chaque épreuve une note de 0 à 20. Chaque note est multipliée par le coefficient prévu à l'article 13 ci-dessus.

Toutefois, pour l'épreuve facultative, seuls sont pris en compte les points excédant la note de 10 sur 20.

Art. 16. – A l'issue des épreuves écrites et orales, le jury établit par ordre de mérite la liste des candidats définitivement admis ainsi, le cas échéant, qu'une liste complémentaire.

Nul ne peut être déclaré admis s'il n'a participé à l'ensemble des épreuves écrites et orales obligatoires, obtenu un total de points au moins égal à 180 pour l'ensemble des épreuves et obtenu une note égale ou supérieure à la note éliminatoire de chaque épreuve.

En cas d'égalité entre plusieurs candidats, la priorité est accordée à celui qui a obtenu la note la plus élevée à l'épreuve orale obligatoire « Entretien avec le jury ».

Art. 17. – La nomination en qualité d'ingénieur du contrôle de la navigation aérienne stagiaire est subordonnée aux résultats favorables de l'examen médical organisé par la direction générale de l'aviation civile selon les conditions d'aptitude médicale fixées par le règlement UE du 20 février 2015 susvisé.

Art. 18. – L'arrêté du 19 novembre 2014 modifié fixant le règlement, la nature et le programme des épreuves des concours externe et interne de recrutement des ingénieurs du contrôle de la navigation aérienne est abrogé.

Art. 19. – Le directeur général de l'aviation civile et le directeur général de l'École nationale de l'aviation civile, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le 19 août 2019.

*La ministre de la transition écologique
et solidaire,*

Pour la ministre et par délégation :

La sous-directrice des personnels,

C. TRANCHANT

*Le ministre de l'action
et des comptes publics,*

Pour le ministre et par délégation :

*La sous-directrice des compétences
et des parcours professionnels,*

C. LOMBARD

ANNEXES

ANNEXE I

PROGRAMME DU CONCOURS INTERNE DES INGÉNIEURS DU CONTRÔLE DE LA NAVIGATION AÉRIENNE

1. Epreuves écrites

1.1. Mathématiques :

Programme en vigueur dans les classes préparatoires de physique, chimie, sciences de l'ingénieur (PCSI) et physique, chimie (PC).

1.2. Physique :

Programme de 1^{re} année en vigueur dans les classes préparatoires de mathématiques, physique et sciences de l'ingénieur (MPSI) et une partie du programme de 2^{de} année selon le programme détaillé en annexe II.

1.3. Français :

L'épreuve de français consiste soit en la rédaction d'une composition sur un sujet d'ordre général, soit en une rédaction d'une note à partir de documents fournis aux candidats.

1.4. Langue vivante étrangère obligatoire : ANGLAIS

L'épreuve écrite d'anglais consiste en une série de questions qui permettent de s'assurer que le candidat dispose des connaissances nécessaires dans les domaines du vocabulaire et des structures de la langue pour s'exprimer correctement sur des sujets de la vie pratique ou de l'actualité générale.

2. Epreuves orales

2.1. Mathématiques :

Programme en vigueur dans les classes préparatoires de physique, chimie, sciences de l'ingénieur (PCSI) et PC.

2.2. Physique :

Programme de 1^{re} année en vigueur dans les classes préparatoires de mathématiques, physique et sciences de l'ingénieur (MPSI) et une partie du programme de 2^{de} année selon le programme détaillé en annexe II.

2.3. Anglais :

L'interrogation du candidat se fonde sur l'écoute de deux enregistrements authentiques, en langue anglaise, d'extraits de dialogues ou d'interviews traitant des sujets d'actualité générale.

Ces extraits sont chacun d'une durée d'environ deux minutes.

L'épreuve doit permettre de déterminer l'aptitude des candidats à s'exprimer correctement et à comprendre des documents sonores.

2.4. Epreuve orale facultative :

(Seuls sont pris en compte les points excédant la note de 10 sur 20)

Au choix du candidat :

2.4.1. Connaissances aéronautiques (coefficient 1).

Circulation aérienne :

- les règles de l'air : domaine d'application, règles générales, régimes IFR et VFR.

Services de la circulation aérienne :

- définition, divisions de l'espace aérien, service du contrôle de la circulation aérienne, service d'information et d'alerte ;
- procédures du service du contrôle d'aérodrome, du service du contrôle d'approche et du service du contrôle régional ;
- procédures de calage altimétrique ;
- procédures usuelles pour la préparation et l'exécution des vols, procédures d'attente et d'approche, procédures radar.

Navigation :

- notions de navigation : la sphère terrestre, dimensions, mouvement ;
- définition des termes suivants : axe des pôles, équateur, méridiens, parallèles, coordonnées géographiques, azimut, relèvement, les cartes, représentation de la surface de la Terre sur un plan, notions élémentaires sur le canevas de Mercator, échelles, navigation à l'estime, triangle de vitesse, ses éléments, le vent (vitesse et direction), la vitesse sol, construction du triangle des vitesses.

Météorologie :

- phénomènes météorologiques intéressant les aérodromes : vent au sol, relation entre le vent et la distribution de la pression, loi de Buys Ballot ;
- la pression atmosphérique, les calages altimétriques ;
- le brouillard : types de brouillard, mode de formation, givrage, danger pour l'aéronautique.

Notion d'aérodynamique et de technologie aéronautique :

- l'avion, éléments d'aérodynamique, portance, traînée, équation du vol en palier, en montée, en descente ;
- les gouvernes, dispositifs hypersustentateurs ;
- notions élémentaires sur les propulseurs et les instruments de bord.

2.4.2. Epreuve orale de langue vivante facultative

L'épreuve orale de langue vivante facultative consiste à partir d'un texte remis au candidat, en une conversation avec l'examinateur dans l'une des langues suivantes : allemand, espagnol ou italien.

ANNEXE II

PROGRAMME DE L'ÉPREUVE ÉCRITE DE PHYSIQUE (SECONDE ANNÉE)

NOTIONS ET CONTENUS	CAPACITÉS EXIGIBLES
1. Transfert thermique par conduction	
Formulation infinitésimale des principes de la thermodynamique pour une évolution monotherme.	Énoncer et exploiter les principes de la thermodynamique pour une transformation élémentaire. Utiliser avec rigueur les notations d et δ en leur attachant une signification.
Equation de la diffusion thermique.	Établir l'équation de diffusion vérifiée par la température, avec ou sans terme source. Analyser une équation de diffusion en ordre de grandeur pour relier des échelles caractéristiques spatiale et temporelle.
2. Champ électrique en régime stationnaire	
Potentiel scalaire électrique.	Relier l'existence du potentiel scalaire électrique au caractère irrotationnel de E . Exprimer une différence de potentiel comme une circulation du champ électrique.
Propriétés topographiques.	Associer l'évasement des tubes de champ à l'évolution de la norme de E en dehors des sources. Représenter les lignes de champ connaissant les surfaces équipotentielles et inversement. Évaluer le champ électrique à partir d'un réseau de surfaces équipotentielles.
Énergie potentielle électrique d'une charge ponctuelle dans un champ électrique extérieur.	Établir la relation $E_p = qV$. Appliquer la loi de l'énergie cinétique à une particule chargée dans un champ électrique.
Analogie entre champ électrique et champ gravitationnel.	Établir un tableau d'analogies entre les champs électrique et gravitationnel.
Flux du champ électrostatique. Théorème de Gauss. 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 énoncer 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. Utiliser le théorème de Gauss pour déterminer le champ électrostatique créé par une distribution présentant un haut degré de symétrie.

NOTIONS ET CONTENUS	CAPACITÉS EXIGIBLES
Etude du condensateur plan comme la superposition de deux distributions surfaciques, de charges opposées.	Etablir et citer l'expression de la capacité d'un condensateur plan dans le vide.
3. Magnétostatique	
Courant électrique. Vecteur densité de courant volumique. Distributions de courant électrique filiformes.	Déterminer l'intensité du courant électrique traversant une surface orientée.
Propriétés de flux et de circulation. Théorème d'Ampère. Applications au fil rectiligne "infini" de section non nulle et au solénoïde "infini".	Etablir les expressions de champs magnétostatiques créés en tout point de l'espace par un fil rectiligne "infini" de section non nulle, parcouru par des courants uniformément répartis en volume, par un solénoïde "infini" en admettant que le champ est nul à l'extérieur.
4. Equations de Maxwell	
Principe de la conservation de la charge : formulation locale.	Etablir l'équation locale de la conservation de la charge en coordonnées cartésiennes dans le cas à une dimension.
Equations de Maxwell : formulations locale et intégrale.	Associer l'équation de Maxwell-Faraday à la loi de Faraday. Citer, utiliser et interpréter les équations de Maxwell sous forme intégrale. Associer le couplage spatio-temporel entre champ électrique et champ magnétique au phénomène de propagation. Vérifier la cohérence des équations de Maxwell avec l'équation locale de la conservation de la charge.
5. Energie du champ électromagnétique	
Loi d'Ohm locale ; densité volumique de puissance Joule.	Analyser les aspects énergétiques dans le cas particulier d'un milieu ohmique.
Densité volumique d'énergie électromagnétique et vecteur de Poynting : bilan d'énergie.	Citer des ordres de grandeur de flux énergétiques moyens (flux solaire, laser,...). Utiliser le flux du vecteur de Poynting à travers une surface orientée pour évaluer la puissance rayonnée. Effectuer un bilan d'énergie sous forme locale et intégrale. Interpréter chaque terme de l'équation locale de Poynting, l'équation locale de Poynting étant fournie.
6. Propagation et rayonnement	
Onde plane dans l'espace vide de charge et de courant ; onde plane progressive et aspects énergétiques.	Citer les solutions de l'équation de d'Alembert à une dimension. Décrire la structure d'une onde plane et d'une onde plane progressive dans l'espace vide de charge et de courant.
Onde plane progressive monochromatique. Onde plane progressive monochromatique polarisée rectilignement.	Citer les domaines du spectre des ondes électromagnétiques et leur associer des applications. Reconnaître une onde polarisée rectilignement.
Propagation d'une onde plane transverse progressive monochromatique dans un plasma localement neutre et peu dense. Vitesse de phase, vitesse de groupe. Cas de l'ionosphère.	Utiliser la notation complexe et établir la relation de dispersion. Définir le phénomène de dispersion. Expliquer la notion de fréquence de coupure et citer son ordre de grandeur dans le cas de l'ionosphère. Décrire la propagation d'un paquet d'ondes dans un milieu linéaire dispersif par superposition d'ondes planes progressives monochromatiques. Calculer la vitesse de groupe à partir de la relation de dispersion. Associer la vitesse de groupe à la propagation de l'enveloppe du paquet d'ondes.
Propagation d'une onde électromagnétique dans un milieu ohmique en régime lentement variable. Effet de peau. Réflexion sous incidence normale d'une onde plane, progressive et monochromatique polarisée rectilignement sur un pan conducteur parfait. Onde stationnaire.	Etablir et interpréter l'expression de la grandeur caractéristique d'atténuation de l'onde électromagnétique dans un milieu ohmique. Etablir l'expression de l'onde réfléchie en exploitant les relations de passage fournies. Interpréter qualitativement la présence de courants localisés en surface.
7. Dynamique du point matériel : référentiels non galiléens	
Mouvement d'un référentiel par rapport à un autre dans les cas du mouvement de translation et du mouvement de rotation uniforme autour d'un axe fixe. Vecteur rotation d'un référentiel par rapport à un autre. Lois de composition des vitesses et des accélérations dans le cas d'une translation, et dans le cas d'une rotation uniforme autour d'un axe fixe : vitesse d'entraînement, accélérations d'entraînement et de Coriolis. Lois de la dynamique du point en référentiel galiléen dans le cas où le référentiel entraîné est en translation ou en rotation uniforme autour d'un axe fixe par rapport à un référentiel galiléen. Forces d'inertie. Caractère galiléen approché de quelques référentiels : référentiel de Copernic, référentiel. Géocentrique, référentiel terrestre.	Reconnaître et caractériser un mouvement de translation et un mouvement de rotation uniforme autour d'un axe fixe d'un référentiel par rapport à un autre. Exprimer le vecteur rotation d'un référentiel par rapport à un autre. Relier les dérivées d'un vecteur dans des référentiels différents par la formule de la dérivation composée. Citer et utiliser les expressions de la vitesse d'entraînement et des accélérations d'entraînement et de Coriolis. Exprimer les forces d'inerties, dans les seuls cas où le référentiel entraîné est en translation ou en rotation uniforme autour d'un axe fixe par rapport à un référentiel galiléen. Décrire et interpréter les effets des forces d'inertie dans des cas concrets : sens de la force d'inertie d'entraînement dans un mouvement de translation ; caractère centrifuge de la force d'inertie d'entraînement dans le cas où le référentiel est en rotation uniforme autour d'un axe fixe par rapport à un référentiel galiléen. Utiliser les lois de la dynamique en référentiel non galiléen dans les seuls cas où le référentiel entraîné est en translation, ou en rotation uniforme autour d'un axe fixe par rapport à un référentiel galiléen. Citer quelques manifestations du caractère non galiléen du référentiel terrestre.

NOTIONS ET CONTENUS	CAPACITÉS EXIGIBLES
	Estimer, en ordre de grandeur, la contribution de la force d'inertie de Coriolis dans un problème de dynamique terrestre.
8. Complément de mécanique du solide : lois du frottement solide	
Lois de Coulomb du frottement de glissement dans le seul cas d'un solide en translation. Aspect énergétique.	Utiliser les lois de Coulomb dans les trois situations : équilibre, mise en mouvement, freinage. Formuler une hypothèse (quant au glissement ou non) et la valider. Effectuer un bilan énergétique. Effectuer une mesure d'un coefficient de frottement.