

Direction générale de l'aviation civile

Paris, le 28 novembre 2016

Secrétariat général

Sous-direction des personnels

Bureau de la gestion des personnels et du recrutement

Division Recrutement

Référence : N° 161925/SG/SDP1

Affaire suivie par : Nadia KANOR

nadia.kanor@aviation-civile.gouv.fr

Tél : 01 58 09 49 57 - Fax : 01 58 09 48 42

CONCOURS INTERNE
pour le recrutement
INGENIEURS DU CONTROLE DE
LA NAVIGATION AERIENNE
Année 2017

PERSONNELS CONCERNES :

Fonctionnaires et agents contractuels du ministère chargé des transports en fonctions depuis quatre ans au moins dans ce ministère au 1^{er} janvier de l'année du concours.

Agents des collectivités territoriales en fonctions dans un service de l'aviation civile et justifiant de quatre années d'ancienneté dans un tel service au 1^{er} janvier de l'année du concours.

Les candidats doivent être âgés de moins de 30 ans au 1^{er} janvier de l'année du concours.

NOMBRE DE POSTES : à définir

CENTRES D'EXAMEN : **Écrit :** Ajaccio, Bordeaux, Brest, Caen, Clermont-Ferrand, Dijon, Grenoble, Lille, Lyon, Marseille, Montpellier, Nantes, Nice, Paris, Reims, Rouen, Strasbourg, Toulouse, Tours et DOM / TOM.

Oral : Toulouse

DATE DES EPREUVES : **Écrit :** 12, 13 et 14 avril 2017

Oral : du 29 mai au 01 juin 2017

DATE LIMITE D'INSCRIPTION : **16 janvier 2017**

ENVOI DES CANDIDATURES : Toute demande de participation à cet examen s'effectuera désormais en ligne, en se connectant sur le lien :

<https://enqueteur.developpement-durable.gouv.fr/index.php?sid=83816&lang=fr>

La date limite d'inscription est fixée au **16 janvier 2017 (23h59, heure de Paris)** terme de rigueur.

Cette demande d'inscription doit être **obligatoirement accompagnée de l'état des services ainsi que la fiche « choix des épreuves, du centre d'examen et du centre médical »** qui se présentent désormais sous la forme de formulaires dynamiques Word. L'état des services devra être dûment **complété et signé** par votre service du personnel.

Vous les enverrez ensuite scannés par mail à la boîte fonctionnelle :

concours-techniques-sg-sdp@aviation-civile.gouv.fr,

pour le **16 janvier 2017** terme de rigueur

Vous devez **joindre, lors de la constitution de votre dossier d'inscription, tous les justificatifs nécessaires**, en cas de demande de réduction de la durée des services ou concernant le dispositif sur la limite d'âge (voir pages 3 et 4).

Les dossiers de candidatures incomplets et/ou qui parviendront après cette date ne seront pas pris en considération.

Les convocations aux épreuves écrites et orales sont adressées par le Département « Admissions et Vie des Campus » de l'Ecole nationale de l'aviation civile.

I - Le corps des ICNA

1°) Présentation du corps

Le corps des ingénieurs du contrôle de la navigation aérienne, est classé dans la catégorie A.

Les ingénieurs du contrôle de la navigation aérienne :

a) assurent les services de la circulation aérienne :

1°) soit dans les organismes de contrôle de la circulation aérienne classés dans les groupes A à E figurant sur un arrêté du ministre chargé de l'aviation civile lorsqu'ils détiennent la licence de contrôleur de la circulation aérienne mentionnée à l'article R.135-1 du code de l'aviation civile ;

2°) soit dans les organismes chargés de l'organisation et de la gestion du trafic aérien et dans les détachements civils de coordination ;

3°) soit dans les organismes classés dans les groupes F et G figurant sur l'arrêté mentionné au 1°, lorsqu'ils y exerçaient leurs fonctions au moment où l'organisme a été classé dans l'un de ces groupes et qu'ils détiennent la licence mentionnée au 1°.

b) peuvent être chargés de fonctions d'encadrement, d'instruction, d'enseignement, d'étude, de recherche ou de direction de service ou de partie de service dans les organismes prévus ci-dessus, dans les autres directions et services de la direction générale de l'aviation civile et à l'Ecole nationale de l'aviation civile.

Ce corps comprend les 4 grades suivants dans l'ordre hiérarchique croissant :

- ingénieur de classe normale (10 échelons) ;
- ingénieur principal (9 échelons) ;
- ingénieur divisionnaire (10 échelons) ;
- ingénieur en chef (7 échelons).



2°) Réglementation en vigueur

Loi n° 89-1007 du 31.12.1989 (J.O. du 2.01.1990) modifiée relative au corps des ingénieurs du contrôle de la navigation aérienne ;

Décret n° 90-998 du 8.11.1990 (J.O. du 10.11.1990) modifié portant statut du corps des ingénieurs du contrôle de la navigation aérienne ;

Arrêté du 16 mai 2008 (J.O du 11.06.2008) relatif aux conditions médicales particulières exigées pour l'exercice de fonctions de contrôle dans le cadre de la licence communautaire de contrôleur de la circulation aérienne.

Arrêté du 19 novembre 2014 (J.O du 28.11.2014) fixant le règlement, 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.

II - Conditions d'inscription

1°) Notion de services exigés :

Le calcul des services exigés se fait :

- pour les agents titulaires : à compter du jour de la nomination en tant qu'élève ou de stagiaire ;
- pour les agents contractuels : à la date de l'engagement provisoire.

LA DUREE DU SERVICE MILITAIRE OBLIGATOIRE OU DU SERVICE NATIONAL ACTIF EFFECTIVEMENT ACCOMPLI VIENT, LE CAS ECHEANT, EN DEDUCTION DE LA DUREE DES SERVICES EXIGES.

2°) Conditions diverses

- Nul ne peut être admis à se présenter plus de trois fois aux épreuves de ce concours.**
- Limite d'âge pour se présenter à ce concours**

Les candidats à ce concours doivent être **âgés de moins de trente ans au 1^{er} janvier de l'année du concours.**

- Dispositions particulières relatives à la limite d'âge**

Les limites d'âge peuvent être reculées :

- d'une durée égale au temps passé dans le service national actif accompli dans l'une des formes suivantes : service militaire, service de défense, service de l'aide technique et service de la coopération (article L. 64 du Code du Service National) ;
- d'un an par enfant à charge ;
- d'un an par enfant qui, n'étant plus à charge, a été élevé au moins pendant neuf ans avant d'avoir atteint son 16^{ème} anniversaire ;
- d'un an par personne à charge ouvrant droit aux allocations prévues pour les personnes handicapées ;
- les candidats n'ayant plus la qualité de travailleur handicapé peuvent bénéficier d'un recul de la limite d'âge égal à la durée des traitements et soins qu'ils ont eu à subir en cette qualité. Cette durée ne peut excéder cinq ans.
- les candidats n'ayant plus la qualité de sportif de haut niveau peuvent bénéficier d'un recul de la limite d'âge égal à la durée de leur inscription sur la liste mentionnée au premier alinéa de l'article L.221-2. Cette durée ne peut excéder cinq ans.

Les limites d'âge sont supprimées :

- pour les mères et pères de trois enfants et plus et aux personnes élevant seules un ou plusieurs enfants (art. 8 de la loi 75-3 du 3 janvier 1975 modifié par l'art. 1^{er} de la loi n° 2005-843 du 26 juillet 2005) ;



- pour les candidats dont la qualité de travailleur handicapé a été reconnue par la Commission des Droits et de l'Autonomie des Personnes Handicapées (CDAPH) et dont le handicap a été déclaré par cette même commission compatible avec l'exercice des fonctions (art. 27 de la loi du 11 janvier 1984).
- pour les sportifs de haut niveau figurant sur la liste mentionnée au premier alinéa de l'article L221-2 du code des sports.

d) Engagement de service

Au moment de leur admission à l'Ecole nationale de l'aviation civile, les candidats reçus aux épreuves du concours s'engagent à suivre la totalité de leur formation dans les conditions fixées par le statut et à servir l'Etat pendant 7 ans, à compter de leur titularisation dans le corps des ingénieurs du contrôle de la navigation aérienne.

e) Aptitude physique

Outre les conditions générales d'aptitude physique exigées par le statut général des fonctionnaires (article 5-5 de la loi n° 83-634 du 13 juillet 1983), les candidats devront remplir les conditions médicales particulières reprises par l'arrêté du 16.05.2008 (JO du 11.06.2008).

L'attention des candidats est attirée sur le caractère impératif de ces conditions d'aptitude physique.

III - Modalités et déroulement des épreuves

Le concours est ouvert par arrêté du ministre chargé de l'aviation civile. Cet arrêté est publié au Journal officiel de la République française.

Le ministre chargé de l'aviation civile fixe par arrêté la composition du jury et la liste des candidats autorisés à concourir.

1°) Nature des épreuves

La nature des épreuves, leur durée et les coefficients qui leur sont applicables sont fixés comme suit :



NATURE DES EPREUVES	DUREE	PREPARATION	COEFFICIENT
ADMISSIBILITE			
1 - <u>Epreuves écrites obligatoires</u>			
1.1 – Mathématiques*	4 heures		2
1.2 – Physique*	4 heures		2
1.3 - Français	4 heures		2
1.4 – Anglais*	2 heures		3
2 - <u>Epreuve écrite obligatoire à option</u> (choix d'une seule épreuve)			
2.1 – Mathématiques*	4 heures		3
ou 2.2 – Physique*	4 heures		3
ou 2.3 - Sciences industrielles pour l'ingénieur*	4 heures		3
3 - <u>Epreuve écrite facultative</u> (choix d'une seule épreuve)			
3.1 - Connaissances aéronautiques*	1 heure		1
ou 3.2 - Langue vivante	1 heure		1
ou 3.3 – Informatique*	1 heure		1
ADMISSION			
4 - <u>Epreuves orales obligatoires</u>			
4.1- Mathématiques	30 minutes	30 minutes	2
4.2 - Physique	30 minutes	30 minutes	2
4.3 - Français	30 minutes	30 minutes	2
4.4 - Anglais	15 minutes	20 minutes	2

*Epreuves pouvant être sous forme de questionnaires à choix multiple
Le programme de ces épreuves figure en annexe I et II.

2°) Déroulement des épreuves

Lors de l'inscription, les candidats font connaître leur choix parmi les épreuves écrites obligatoires à option et les épreuves écrites facultatives.

Les candidats ne peuvent choisir qu'une seule épreuve parmi les épreuves écrites obligatoires à option.

L'épreuve écrite facultative de langue vivante porte au choix du candidat sur les langues vivantes suivantes : allemand, espagnol ou italien.

Il est attribué à chaque épreuve une note de 0 à 20. Chaque note est multipliée par le coefficient prévu ci-dessus.

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

A l'issue des épreuves écrites d'admissibilité, le jury établit par ordre alphabétique la liste des candidats autorisés à prendre part aux épreuves orales d'admission.

Nul ne peut être déclaré admissible s'il n'a participé à l'ensemble des épreuves écrites d'admissibilité et obtenu à l'épreuve d'anglais une note au moins égale à 8 sur 20 et aux autres épreuves écrites une note au moins égale à 5 sur 20.

Les candidats déclarés admissibles sont convoqués individuellement.



A l'issue des épreuves orales d'admission, le jury établit, par ordre de mérite la liste des candidats définitivement admis. Il peut établir une liste complémentaire.

Nul ne peut être déclaré admis s'il n'a participé à l'ensemble des épreuves orales obligatoires d'admission et obtenu un total de points au moins égal à 200 pour l'ensemble des épreuves ainsi qu'une note au moins égale à 12 sur 20 à l'épreuve orale d'anglais, une note au moins égale à 8 sur 20 à l'épreuve orale de français et une note au moins égale à 5 sur 20 aux épreuves orales de mathématiques et physique .

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 n°4.4.

IV - Formation initiale

Les candidats admis aux épreuves du concours, doivent satisfaire à des conditions médicales particulières reprises par l'arrêté du 16.05.2008 (JO du 11.06.2008).

Les conditions d'aptitude physique sont vérifiées :

- a) lors de l'admission
- b) en cours de formation initiale :

- un premier examen avant la première affectation dans un organisme de contrôle ;
- un deuxième examen avant la fin de la scolarité qui vaut pour la titularisation.

Les candidats reçus au concours sont nommés élèves ingénieurs du contrôle de la navigation aérienne par arrêté du ministre chargé de l'aviation civile.

Ils sont appelés à suivre une formation initiale de trois ans à l'Ecole nationale de l'aviation civile et dans les services de la navigation aérienne, comportant une période d'enseignement théorique dont la durée ne peut être inférieure à douze mois et des stages d'une durée maximum de dix huit mois dans les services d'exploitation de la navigation aérienne. A titre exceptionnel, ils peuvent être autorisés à accomplir un complément de scolarité ou un complément de stage d'une durée d'un an au maximum sans que la durée totale de la formation puisse excéder quatre ans. Les modalités de la formation initiale sont fixées par arrêté du ministre chargé de l'aviation civile.

A la fin de leur formation initiale, les stagiaires sont soit titularisés dans les conditions prévues à l'article 18 du décret n° 90-998 du 08.11.1990 modifié (JO du 10.11.1990), soit réintégré dans leurs anciens corps, cadre d'emplois ou emploi d'origine.

V - Résultats

Les résultats sont mis en ligne sur :

- **Le portail DGAC**

http://portail-dgac.aviation-civile.gouv.fr/portal/server.pt/community/ucm_sg/2537

- **Internet**

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Resultats-des-concours-et-examens.html>

et à Météo France.

Pour le ministre et par délégation
Le Chef du bureau de la gestion des personnels et du recrutement,

Valérie SAUVAGEOT



ANNEXE I

PROGRAMME DU CONCOURS INTERNE DES INGENIEURS DU CONTROLE DE LA NAVIGATION AERIENNE

ADMISSIBILITE

1 - EPREUVES ECRITES OBLIGATOIRES

1.1 - Mathématiques : (durée : 4 heures, coefficient : 2)

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

1.2 - Physique : (durée : 4 heures, coefficient : 2)

Programme de 1^{ère} année en vigueur dans les classes préparatoires de mathématiques, physique et sciences de l'ingénieur (MPSI) et programme de 2^{nde} année (cf. programme détaillée en annexe II)

1.3 - Français : (durée : 4 heures, coefficient : 2)

L'épreuve écrite de composition française consiste en la rédaction par le (ou la) candidat(e) d'un résumé et d'un commentaire à partir d'une citation de texte. Elle doit essentiellement permettre d'apprécier son aptitude à exposer des idées d'une manière claire et logique dans un français correct.

1.4 - Anglais : (durée : 2 heures, coefficient : 3)

L'épreuve écrite d'anglais consiste en une série de questions qui permettent de s'assurer que le (ou la) candidat(e) 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 - EPREUVE ECRITE OBLIGATOIRE A OPTIONS

LE CANDIDAT DOIT OBLIGATOIREMENT CHOISIR
L'UNE DES EPREUVES ENUMEREES CI-DESSOUS

2.1 - Mathématiques : (durée : 4 heures, coefficient : 3)

Programme en vigueur dans les classes préparatoires de mathématiques, physique et sciences de l'ingénieur (MPSI) et mathématiques, physique (MP).



2.2 - **Physique** : (durée : 4 heures, coefficient : 3)

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

2.3 - **Sciences industrielles pour l'ingénieur** : (durée : 4 heures, coefficient : 3)

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

3 - EPREUVE ECRITE FACULTATIVE

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

AU CHOIX DU CANDIDAT

3.1 - **Connaissances aéronautiques** : (durée : 1 heure, 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, azimuth, 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.

3.2 - **Langue vivante** : (durée : 1 heure, coefficient : 1)

L'épreuve écrite facultative de langue vivante doit permettre de juger de l'étendue du vocabulaire et des connaissances grammaticales du (ou de la) candidat(e) ainsi que la facilité avec laquelle il (ou elle) peut traduire un texte.



Cette épreuve peut comporter une version sur un sujet non technique, quelques lignes de thème, ou la rédaction d'un court exposé dans l'une des langues suivantes : Allemand, Espagnol ou Italien.

3.3 - **Informatique** : (durée : 1 heure, coefficient : 1)

Programmes en vigueur dans les classes préparatoires scientifiques de 1^{ère} et 2^{nde} année.



4 - EPREUVES ORALES OBLIGATOIRES

4.1 - **Mathématiques** (durée : 30 minutes, préparation : 30 minutes, coefficient : 2)

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

4.2 - **Physique** (durée : 30 minutes, préparation : 30 minutes, coefficient : 2)

Programme de 1^{ère} année en vigueur dans les classes de préparatoires de mathématiques, physique et sciences de l'ingénieur (MPSI) et programme de 2^{nde} année (cf. programme détaillée en annexe 2)

4.3 - **Français** (durée : 30 minutes, préparation : 30 minutes, coefficient : 2)

L'épreuve orale de français se présente sous la forme d'un commentaire et d'une analyse de texte de portée générale.

L'épreuve doit permettre d'évaluer la prestation orale du candidat.

4.4 - **Anglais** (durée : 15 minutes, préparation : 20 minutes, coefficient : 2)

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.



ANNEXE II

Programme de Physique (seconde année)

Notions et contenus	Capacités exigibles
1. Transfert thermique par conduction	
Formulation infinitésimale des principes de la thermodynamique Premier principe : $dU + dE_c = \delta W + \delta Q$ Deuxième principe : $dS = \delta S_e + \delta S_c$ avec $\delta S_e = \frac{\delta Q}{T_o}$ 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.
Équation 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 équipotentiellles et inversement. Évaluer le champ électrique à partir d'un réseau de surfaces équipotentiellles.
Énergie potentielle électrique d'une charge ponctuelle dans un champ électrique extérieur.	Établir la relation $Ep = qV$. 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.
Étude du condensateur plan comme la superposition de deux distributions surfaciques, de charges opposées.	Établir 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 »	Établir 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.

Notions et contenus	Capacités exigibles
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.	Établir et interpréter l'expression de la grandeur caractéristique d'atténuation de l'onde électromagnétique dans un milieu ohmique. Établir l'expression de l'onde réfléchie en exploitant les relations de passage fournies Interpréter qualitativement la présence de courants localisés en surface.



Notions et contenus	Capacités exigibles
7. Dynamique du point matériel : référentiels non galiléens	
<p>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.</p> <p>Vecteur rotation d'un référentiel par rapport à un autre.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Caractère galiléen approché de quelques référentiels : référentiel de Copernic, référentiel géocentrique, référentiel terrestre.</p>	<p>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.</p> <p>Exprimer le vecteur rotation d'un référentiel par rapport à un autre.</p> <p>Relier les dérivées d'un vecteur dans des référentiels différents par la formule de la dérivation composée.</p> <p>Citer et utiliser les expressions de la vitesse d'entraînement et des accélérations d'entraînement et de Coriolis.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Citer quelques manifestations du caractère non galiléen du référentiel terrestre.</p> <p>Estimer, en ordre de grandeur, la contribution de la force d'inertie de Coriolis dans un problème de dynamique terrestre.</p>
8. Complément de mécanique du solide : lois du frottement solide	
<p>Lois de Coulomb du frottement de glissement dans le seul cas d'un solide en translation.</p> <p>Aspect énergétique.</p>	<p>Utiliser les lois de Coulomb dans les trois situations : équilibre, mise en mouvement, freinage.</p> <p>Formuler une hypothèse (quant au glissement ou non) et la valider.</p> <p>Effectuer un bilan énergétique.</p> <p>Effectuer une mesure d'un coefficient de frottement.</p>

