

**Tableau du programme en vue de l'admission à l'EPNER**  
**(Référence : Note DGA01119006164/DT/EV/Is/EPNER du 26/03/2019)**

Durée :	3h	3h	3h	3h	1h	1h30	1h00
	PEXA PEXH	PEA PEH	INE	ENE	MNE	CAER	PAER
<b>1 - Mathématiques appliquées</b>							
<b>Algèbre</b>							
Arithmétique des nombres entiers naturels et relatifs, rationnels (fractions), réels (y compris racines carrées; cubiques)	X	X	X	X	X	X	X
Arithmétique des nombres complexes, des polynômes de degré quelconque à une seule indéterminée (division : application à l'automatique)	X	X	X	X			
Nombres complexes (appliqués à la représentation des racines dans le plan complexe, pour l'automatique) : formules d'Euler et de Moivre	X	X	X	X			
Calcul exponentiel (puissances, entières et fractionnaires), logarithmique (Néperien et décimal) et représentations graphiques associées (semi-log, log-log)	X	X	X	X			
Résolution d'équations et de systèmes d'équations linéaires du premier degré à coefficients constants, résolution par changements de variables	X	X	X	X	X	X	X
Résolution d'équations linéaires du second degré à coefficients constants	X	X	X	X			
Equations différentielles du premier et deuxième ordre : nature et comportement des solutions types (résolutions non demandées, application à la description temporelle de phénomènes physiques)	X	X	X	X			
<b>Analyse</b>							
Calcul infinitésimal : différentielles et dérivées exactes et partielles (application aux coefficients aérodynamiques et à l'étude de fonctions)	X	X	X	X			
Intégrales (appliquées aux calculs de volumes et moments d'inertie), intégrations par parties	X	X	X	X			
Statistiques appliquées au traitement de données/signaux (Mode, moyennes arithmétique, géométrique et quadratique RMS, variance, écart-type)	X	X	X	X			
Théorème de l'échantillonnage ( <i>Shannon</i> ), notion d'Analyse Harmonique de signaux périodiques (notion de mode, de fréquences fondamentales et harmoniques, énergie et puissance de signal)	X		X				
Probabilités appliquées à la fiabilité et à la sûreté de fonctionnement (multiplication ou addition des probabilités individuelles, probabilité d'un évènement contraire, ...)	X	X	X	X			
Produits scalaires et vectoriel : application aux calculs du travail mécanique (énergie : scalaire), de la quantité de mouvement (grandeur vectorielle)	X	X	X	X			

	PEXA PEXH	PEA PEH	INE	ENE	MNE	CAER	PAER
<b>Géométrie</b>							
Trigonométrie usuelle : angles remarquables (opposés; +/- $\pi$ ; +/- $\pi/2$ ) en rapport avec les fonctions SIN, COS et TAN, relations usuelles par les carrés (addition et multiplication non demandées)	X	X	X	X	X	X	X
Théorèmes de Pythagore (généralisé ou " loi des cosinus " ), de Thalès	X	X	X	X	X	X	X
Angles d'Euler, projections et changements de repères; calculs de périmètres, aires, volumes et moments d'inertie de formes primitives (cercle, disque, sphère, anneaux, cylindres, parallélépipèdes, etc.)	X	X	X	X			
Coniques pour l'étude mécanique des systèmes à deux corps (cercle, paraboles, ellipses et hyperboles)	X	X	X	X			
Coniques pour l'étude mécanique des systèmes à deux corps (cercle, paraboles seulement)					X		
<b>2 - Physique</b>							
<b>2.1 - Généralités</b>							
Unités du système légal au sens de l'arrêté 61-501 (mètre-kilogramme -seconde-ampère-Kelvin-mole-candéla)	X	X	X	X	X	X	X
Conversions d'unités usuelles (livre-force et livre-poids, gallon américain, livres par pouces carrés (PSI) et par pieds carrés (PSF), millimètres de mercure, degrés Fahrenheit) dans le système légal	X	X	X	X	X	X	X
Equations aux dimensions	X	X	X	X	X	X	X
<b>2.1 - Mécanique Newtonienne</b>							
Forces conservatives et non conservatives	X	X	X	X	X	X	X
Moment d'un force en un point ; changement du point d'expression du Moment	X	X	X	X	X	X	X
Quantité de mouvement et moment cinétique dans un référentiel donné	X	X	X	X	X		
Travail et énergies associées dans un référentiel donné (en translation, en rotation)	X	X	X	X	X		
Puissance	X	X	X	X	X	X	X
Lois de conservation des énergies, de la quantité de mouvement et du moment cinétique (application aux solides rigides et déformables)	X	X	X	X	X		
Notion de torseur (forces et moments) de forces appliquées	X		X				
Statique : notions d'équilibre, puis de stabilité de cet équilibre des forces et moments	X	X	X	X	X	X	X
Barycentre (application à la masse et au centrage des avions)	X	X	X	X	X	X	X
Cinématique du point et du solide indéformable, composition des mouvements	X	X	X	X	X	X	X

	PEXA PEXH	PEA PEH	INE	ENE	MNE	CAER	PAER
--	--------------	------------	-----	-----	-----	------	------

Dynamique Newtonienne en translation et en rotation (masses constantes et masses variables)	X	X	X	X			
Dynamique Newtonienne en translation et en rotation (masses constantes)					X	X	X
Changement de repères, Galiléen à Galiléen et non Galiléen, composition des accélérations (absolue, relative, entraînement et Coriolis ou complémentaire) et traduction en forces d'inertie apparentes.	X	X	X	X			
<b>2.2 - Thermodynamique appliquée à la mécanique des fluides et des solides</b>							
<b>1er principe</b>							
Enoncé	X	X	X	X	X	X	X
Notion de système thermodynamique, de travail et de chaleur	X	X	X	X	X	X	X
Notion d'états, de grandeurs (intensives vs extensives)	X	X	X	X	X	X	X
Température, Pression (potentiel chimique non étudié à l'EPNER)	X	X	X	X	X	X	X
Equation d'états des gaz parfait $p = \rho r T$ ( $p$ en Pa, $\rho$ en $\text{kg/m}^3$ , $T$ en K et $r = C_p - C_v = 287 \text{ J/kg/K}$ et $\gamma = C_p / C_v = 1,4$ pour l'air)	X	X	X	X	X	X	X
<b>2eme principe</b>							
Enoncés	X	X	X	X			
Source chaude, source froide et rendement de Carnot (calculs sur l'entropie non demandés)	X	X	X	X			
Transformations remarquables : isotherme, isochore, adiabatique, isentropique (adiabatique + réversible : $pV^\gamma = \text{cst}$ ) et leur représentation dans le diagramme de Clapeyron (P-V)	X	X	X	X	X		
Principaux cycles thermodynamiques réalisés en aéropulsion : pistons 2-temps et 4-temps (Otto/Beau-de-Rochas, Diesel), Turbomoteur (Brayton) et représentation P-V associée	X	X	X	X	X		
<b>Hydrostatique appliquée aux circuits hydrauliques ou pneumatiques</b>							
Relation générale entre profondeur/altitude et pression (relation de Laplace), fluides compressibles et incompressibles	X	X	X	X	X	X	
Notion et calculs de pertes de charge	X	X	X	X	X		
<b>Mécanique des fluides</b>							
Fluide incompressible : théorème de (Daniel) Bernoulli	X	X	X	X			
Fluides incompressibles : formule de Toricelli	X	X	X	X			
Notions d'écoulements laminaires et turbulents, de couches limites associées	X	X	X	X			
Equation de continuité (conservation du débit massique) en relation avec les notions de volume de contrôle et de ligne de courant pour des systèmes ouverts (application au calcul de force appliquée sur un coude ou une plaque)	X		X				
	<b>PEXA PEXH</b>	<b>PEA PEH</b>	<b>INE</b>	<b>ENE</b>	<b>MNE</b>	<b>CAER</b>	<b>PAER</b>
<b>2.3 - Aérodynamique, Aérostatique et Principes du vol</b>							

Issu du paragraphe 2 du programme du BIA et CAEA sur les parties concernées (Niveau CAEA (2 ou 3) exigé pour les pilotes, MNE et INE. Niveau BIA (1 ou 2) pour les ENE, CAER et PAER).

BIA : <http://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr/sti/files/textes/formations-tout-niveau-brevet-dinitiation-aeronautique-bia/5950-bia-programme.pdf>

CAEA: [http://cache.media.education.gouv.fr/file/11/36/0/ensel0691\\_annexe\\_398360.pdf](http://cache.media.education.gouv.fr/file/11/36/0/ensel0691_annexe_398360.pdf)

<b>2.3.1 La sustentation et l'aile - notions préliminaires</b>							
Ecoulement incompressible de l'air sur un profil et relation à la pression (Théorème de Daniel Bernoulli)	X	X	X	X	X	X	X
Caractérisation des forces aérodynamiques et projection : portance, traînée	X	X	X	X	X	X	X
Paramètres influençant les forces aérodynamiques : expression algébrique	X	X	X	X	X	X	X
Etude de la polaire (incidence, finesse, décrochages), influence du nombre de Mach	X	X	X	X	X	X	X
Caractéristiques d'une voilure (géométrie, position, dispositifs hyper et hypo sustentateurs et d'aérofreinage)	X	X	X	X	X	X	X
Relation assiette - pente - incidence	X	X	X	X	X	X	X
Equilibre, stabilité et maniabilité de l'aéronef	X	X	X	X	X	X	X
<b>2.3.2 Etude du vol stabilisé</b>							
<b>Vol plané</b>							
Caractérisation du poids	X	X	X	X	X	X	X
équilibre des forces	X	X	X	X	X	X	X
<b>Vol motorisé</b>							
Traction, propulsion	X	X	X	X	X	X	X
Ligne droite en palier	X	X	X	X	X	X	X
Virage coordonné (à dérapage nul) en palier (facteur de charge, accélération centripète et force apparente centrifuge)	X	X	X	X	X		
Montée et descente	X	X	X	X	X		
<b>2.3.3 L'aérostation</b>							
Principes généraux de sustentation (force d'Archimède)	X	X	X	X	X		
Ballons à air chaud	X	X	X	X	X		
Ballons gonflés au gaz	X	X	X	X	X		

	PEXA PEXH	PEA PEH	INE	ENE	MNE	CAER	PAER
<b>2.3.4 Le vol spatial</b>							

Principes généraux de la mécanique spatiale	X	X	X	X	X		
Trajectoires de lancement : descriptions cinématiques de trajectoires paraboliques (problème à deux corps, en chute libre ou continuellement accélérées)	X	X	X	X	X		
Mise en orbite : équilibre des forces apparentes en repère local et description du mouvement (elliptique) dans un repère planéto-centrique	X	X	X	X	X		
Vols orbital et spatial. Conservation de la quantité de mouvement et du mouvement cinétique lors de collisions inélastiques, conservation de l'énergie cinétique de translation et de rotation lors de collisions parfaitement élastiques	X	X	X	X	X		
<b>2.4 - Automatique et traitement du signal</b>							
Notions et relations entre période, fréquence, amortissement, pulsation propre (non amortie) et amortie.	X	X	X	X	X		
Notion de système amorti/périodique, amorti/pseudo-périodique (sous-critique), aperiodique critique et aperiodique (suramorti). Notion d'amortissement total et de taux d'amortissement.	X	X	X	X	X		
Réponse et représentation temporelle et fréquentielle (diagramme de Bode) d'un système à une entrée sinusoïdale de fréquence variable : notions de gain en amplitude, de phase/déphasage, de fréquence de coupure, de bande passante	X		X				
Système du second ordre et stabilité fréquentielle : notions de résonance/atténuation, marge de gain et de phase (sur le diagramme de Bode). Notion de mode(s)	X		X				
Travail sur les fonctions de transfert (systèmes continus : variable de Laplace), systèmes du premier, du deuxième ordre, et de degrés supérieurs factorisables	X		X				
Notions de pôles et de zéros : représentation dans le plan complexe, en relation aux fréquences amorties/non amorties et amortissement total/taux d'amortissement	X		X				
Relations entre entrées/sorties et représentations sous forme de schémas blocs (synoptiques)	X		X				
Notion de boucle ouverte et boucle fermée (Feedback, FeedForward), expression dans la variable de Laplace	X	X	X	X			