

Programme de colles - Classe MPSI 2021-2022

Optique :

- **Bases de l'optique géométrique :**
 - Présentation : la lumière et les différentes sources de lumière (spectres...), approximation de l'optique géométrique, notion de rayon lumineux, indice d'un milieu, trajet des rayons lumineux dans un milieu homogène et isotrope (cas des mirages aussi).
 - Lois de Snell-Descartes : définitions, lois, limite de ces lois, cas de la réflexion totale (applications), loi du retour inverse de la lumière.
 - Applications de ces lois : prisme « évoqué », fibre à saut d'indice.
- **Formation des images en optique :**
 - Généralités : exemples d'objets, modèle de la source ponctuelle monochromatique, notion d'objet et d'image, virtualité et réalité d'une image.
 - Stigmatisme et conditions de Gauss : stigmatisme rigoureux, exemples d'instrument d'optique pour lesquels il y a stigmatisme rigoureux, aplanétisme, les aberrations géométriques, stigmatisme approché et conditions de Gauss, application à un cas simple : le miroir plan.
- **Lentilles minces en optique gaussienne :**
 - Modèle de la lentille mince.
 - Foyers et plans focaux pour une lentille mince.
 - Constructions géométriques : méthode, exemples de construction.
 - Relations de conjugaison et grandissement transversal : formules de Newton et de Descartes, application à la projection d'une image sur un écran.
 - Application aux doublets de lentilles : association de plusieurs lentilles, exemples des systèmes afocaux (lunette astronomique et lunette de Galilée, élargisseur de faisceau).
- **Modèles de quelques dispositifs optiques :**
 - L'œil : description et modélisation, plage d'accommodation, défauts, limite de résolution angulaire.
 - L'appareil photographique : description et modélisation, profondeur de champ (définition et construction géométrique), comparaison d'images produites par un appareil photographique : influence de la focale, de la durée d'exposition, du diaphragme sur la formation de l'image.
 - La fibre à saut d'indice : cône d'acceptance et dispersion intermodale.

Electricité :

- **Généralités sur les dipôles ainsi que sur les circuits électriques**
 - Généralités sur les circuits électriques : présentation, définitions générales
 - Lois générales dans le cadre de l'ARQS
 - Le dipôle électrocinétique : définition, conventions récepteur/générateur, puissance, caractéristique d'un dipôle linéaire ou non, source de tension idéale, source de courant idéale, résistor, pile (générateur de Thévenin), point de fonctionnement.
 - Association de dipôles : résistors, sources idéales.
- **Réseaux linéaires en régime permanent continu**
 - Utilisation des lois de Kirchhoff : méthode dans des cas se ramenant à un système de 2 équations à 2 inconnues au maximum, application.
 - Méthodes dérivant des lois de Kirchhoff : loi de Pouillet, diviseur de tension, diviseur de courant, application.
- **Circuits linéaires du 1^{er} ordre : régime transitoire**

- Généralités sur les condensateurs et les bobines : présentation, relation intensité-tension, règles d'association, conservation de la charge dans les condensateurs.
 - Exemple du circuit RC soumis à un échelon de tension : présentation/acquisition, mise en équation, résolution, tracé de $u(t)$, portrait de phase, obtention de $u_R(t)$, aspect énergétique.
 - Exemple du circuit RC en régime libre (mise en équation, résolution, tracé).
 - Etablissement du courant dans un circuit RL (mise en équation, résolution, tracé).
 - Généralisation à tout système : notion de système, ordre, réponse temporelle, conditions initiales et continuité (application et méthode), équation différentielle pour un système du 1^{er} ordre (forme normalisée, stabilité, conservation de l'équation homogène).
 - Capacité numérique sur la méthode d'Euler : principe de la méthode utilisée pour résoudre une équation différentielle linéaire du 1^{er} ordre, simulation de la réponse du circuit RC à un échelon de tension à l'aide d'Excel puis de Python.
- **Oscillateur harmonique – exemple en électricité et en mécanique :**
 - Exemple en électricité, le circuit LC : présentation, étude, notion d'oscillateur harmonique, résolution de l'équation différentielle, étude énergétique.
 - Exemple en mécanique, le pendule horizontal : force de rappel élastique dans le cas général, mise en équation, résolution avec deux origines des x différentes, analyse du mouvement, aspect énergétique - notion de valeur moyenne, application au cas d'un pendule sur un plan incliné.
- **Oscillateur amorti – exemple en électricité et en mécanique :**
 - Le circuit RLC série : réponse à un échelon de tension : présentation, mise en équation.
 - Oscillateur mécanique amorti par frottement fluide : frottement fluide, dispositif et mise en équation.
 - Analogies électro-mécaniques : analogies, généralisation à un système physique du 2nd ordre.
 - Résolution de l'équation différentielle : polynôme caractéristique, résolution en électricité dans le cas du régime aperiodique, critique et pseudo-périodique.
 - Comparaison des trois régimes : simulations, durée pratique du régime transitoire, aspect énergétique.
 - Cas du régime libre.
- **Régime sinusoïdal forcé**
 - Généralités sur les signaux sinusoïdaux ; représentation de ces signaux.
 - Grandeurs instantanées
 - Représentation de Fresnel (*même si ce n'est pas au programme*), exemples
 - Utilisation de grandeurs complexes (notion d'amplitude complexe)
 - Etudes de circuits en régime sinusoïdal forcé : influence du régime transitoire, lois de Kirchhoff, impédances et admittances complexes, exemples d'impédances.
 - Outils plus spécifiques : générateur de Thévenin, loi de Pouillet, diviseur de tension, diviseur de courant, applications.
 - Résonance : généralité du phénomène, résonance en intensité dans le RLC série, analogie mécanique (résonance en vitesse), résonance en tension aux bornes de C, analogie mécanique (résonance en amplitude).
- **Fonctions de transfert et filtrage**
 - Fonction de transfert d'un quadripôle linéaire : quadripôle linéaire, fonction de transfert, modes de calculs de la fonction de transfert, influence du reste du circuit sur la fonction de transfert d'un quadripôle (résistances d'entrée et de sortie en régime continu).
 - Diagramme de Bode : gain et décibel, représentation de Bode, filtrage.
 - Etude de fonctions de transfert : méthodes, tracés asymptotiques, exemples-types, exemples de filtres : RC, intégrateur, CR, dérivateur, passe-bande d'ordre 2.
 - Réponse d'un filtre à un signal : conséquence de la linéarité du système, contenu spectral d'un signal, exemple puis généralisation, actions d'un filtre sur un signal (étude de simulations effectuées sur un logiciel).

Propagation d'un signal :

- Introduction aux ondes :
 - Qu'est-ce qu'un signal : définition, exemples avec des gammes de fréquences associées.
 - Approche sur la notion d'onde : exemples, définition d'une onde.
 - Modèle de l'onde progressive unidimensionnelle : direction de propagation et de déplacement d'un point de la matière vibrante, célérité, modèle, retard temporel, écriture d'une onde progressive et régressive, application.
 - Modèle de l'onde progressive sinusoïdale : propriétés, vitesse de phase, déphasage entre les vibrations en 2 points de l'espace.
 - Milieux dispersifs ou non : définition, exemples.
- Interférences entre 2 ondes :
 - Présentation du phénomène à travers 3 expériences : cuve à ondes, ondes sonores et ondes lumineuses (trous d'Young), conclusion et généralité du phénomène.
 - Théorie des interférences : sommation de 2 signaux, représentation de Fresnel afin d'obtenir la formule de Fresnel qui doit être rappelée, notion de différence de marche, conditions d'interférences constructives et destructives, description du champ d'interférences.
 - Etablissement de la différence de chemin optique dans le cas des trous d'Young ; lien avec l'interfrange.

Mécanique :

- Cinématique du point matériel
 - Généralités : notions d'observateur, d'échelle de temps, de repère d'espace, de référentiel, rappels mathématiques, application à la projection de vecteurs dans différentes bases ; bases de projection : bases cartésienne, polaire, cylindrique et sphérique.
 - Dérivation d'une fonction vectorielle : règles générales, applications aux vecteurs de la base polaire.
 - Vitesse d'un point : définition, expression de $\vec{v}$ dans une base cartésienne liée au référentiel d'étude : 2 méthodes avec la dérivation et à partir du déplacement élémentaire $d\vec{OM}$; idem dans les bases polaire et cylindrique.
 - Accélération d'un point : définition, caractère accéléré ou ralenti d'un mouvement, expression de $\vec{a}$ dans une base cartésienne, polaire et cylindrique.
 - Applications : mouvement rectiligne, mouvement à vecteur accélération constant, mouvement circulaire, accélération et courbure de la trajectoire, repère de Frénet.
- Dynamique newtonienne
 - Les forces – Généralités : définition et propriétés
 - Principe des actions réciproques
 - Exemples de forces : poussée d'Archimède, réaction du support, tension d'un fil, forces de frottements fluides, forces newtoniennes (électrostatique, gravitationnelle, modèle du champ de pesanteur à proximité de la Terre)
 - Quantité de mouvement : système fermé, centre d'inertie, quantité de mouvement d'un point et d'un système à 2 points.
 - 1^{ère} et 2^{nde} loi de Newton : point isolé ou pseudo-isolé, principe d'inertie, référentiel galiléen, énoncé de la RFD.
 - Applications : méthode de résolution d'un exercice de mécanique, mouvement dans le champ de pesanteur uniforme, le pendule simple, influence de la résistance de l'air : cas de la chute libre (force en $-\alpha \vec{v}$ et en $-\beta v \vec{v}$) et cas d'un tir (force en $-\alpha \vec{v}$ et en $-\beta v \vec{v}$) : simulations numériques faites sur Python.
 - Capacité numérique 6 en lien avec le pendule simple : résolution numérique d'une équation différentielle non-linéaire du 2nd ordre sur Python grâce à la fonction « odeint ».

- **Aspect énergétique du point matériel**
 - Notion de puissance et de travail d'une force : généralités et exemples.
 - Théorèmes de l'énergie et de la puissance cinétiques : énoncé, quand et comment utiliser ces théorèmes ; applications à la chute libre puis au pendule simple.
 - L'énergie potentielle : notion de force conservative, notion de gradient, lien entre E_p et la force, détermination du sens et de l'intensité de la force déduits du graphe de E_p (exemple), exemples d'expression de E_p : $E_{p\text{pesanteur}}$, $E_{p\text{élastique}}$, $E_{p\text{gravitationnelle}}$ et $E_{p\text{électrostatique}}$.
 - Notion d'équilibre et de stabilité d'un équilibre.
 - Energie mécaniques et théorème : définition, théorème de l'énergie mécanique et de la puissance mécanique.
 - Mouvement conservatif : conservation de l'énergie mécanique, utilisation de la représentation graphique de l'énergie potentielle pour déterminer si le mouvement est libre ou lié (exemple du pendule simple).
 - Etude des petits mouvements autour d'une position d'équilibre stable : approche, méthode, approximation parabolique, retour sur le pendule simple.
- **Mouvement d'une particule chargée dans $\vec{E}$ et $\vec{B}$ uniformes et stationnaires**
 - Force de Lorentz : expression, rappels sur le produit vectoriel, composantes électrique et magnétique de cette force, ordres de grandeur, puissance nulle de la composante magnétique.
 - Particule chargée dans $\vec{E}$: rôle accélérateur de $\vec{E}$ – bilan d'énergie (exemple), exemple de mouvement dans un champ $\vec{E}$.
 - Particule chargée dans $\vec{B}$ dans le cas où la vitesse initiale est perpendiculaire à $\vec{B}$: 2 méthodes
 - avec l'hypothèse de départ que la trajectoire est circulaire.
 - démonstration (plus conséquente) que la trajectoire est circulaire.
 - Actions simultanées de $\vec{E}$ et $\vec{B}$: cas où ils sont parallèles ; cas où ils sont croisés.
 - Application au cyclotron.
- **Théorème du moment cinétique :**
 - Moment d'une force par rapport à un point, par rapport à un axe orienté ; « bras de levier » ; couple de force.
 - Moment cinétique par rapport à un point, par rapport à un axe orienté.
 - Théorème du moment cinétique en un point ou par rapport à un axe fixe.
 - Application au pendule simple ; cas de conservation du moment cinétique.
- **Mouvements dans un champ de forces centrales conservatives :**
 - Forces centrales conservatives de la forme $\vec{F} = F(r)\vec{e}_r$, forces attractives et répulsives, fonction énergie potentielle associée, exemple des forces électrostatique et de gravitation.
 - Lois générales de conservation (conservation du moment cinétique et loi des aires, conservation de l'énergie mécanique), utilisation d'une énergie potentielle effective pour se ramener à l'étude d'un problème à un degré de liberté, étude de la nature des trajectoires (états libres ou liés) par un raisonnement graphique effectué sur l'énergie potentielle effective.
 - Capacité numérique 7 : obtention grâce à Python des trajectoires d'un point matériel soumis à un champ de force centrale conservatif : application concrète au problème de Kepler (obtention des différentes coniques pour différentes vitesses de lancer d'un satellite terrestre).
 - Problème de Kepler : présentation succincte des coniques (notions de a , b , p et e doivent être connus), équation polaire des coniques, nature des trajectoires (admise, justifiée au cours de la capacité numérique).
 - Lois de Kepler : énoncés
 - Etude particulière de la trajectoire circulaire : caractéristiques de la trajectoire, vitesse et énergie mécanique, satellite géostationnaire, 1^{ère} vitesse cosmique.
 - Etude particulière de la trajectoire elliptique : caractéristiques de la trajectoire, vitesse et énergie mécanique, 3^e loi de Kepler (admise).
 - Etude particulière de la trajectoire parabolique : caractéristiques, vitesse de libération et 2nde vitesse cosmique.

- Brèves notions concernant les branches d'hyperbole.
- **Eléments de physique du solide :**
 - Cinématique du solide.
 - Théorème du moment cinétique pour un solide en rotation autour d'un axe fixe : moment d'inertie d'un solide, interprétation de ce moment d'inertie, expressions de moments d'inertie et théorème d'Huygens (doivent être rappelés dans l'énoncé), cas où la somme des moments par rapport à l'axe de rotation est nulle.
 - Applications : méthodes, cas du pendule pesant, analogie avec le pendule simple, pendule de torsion.
 - Capacité numérique 8 : visualisation grâce à Python du non-isochronisme des oscillations du pendule pesant (ainsi que du pendule simple...).
 - Energétique du solide : énergie cinétique (rotation et translation) et potentielle ; puissance d'une force (rotation et translation), théorèmes énergétiques ; retour sur le pendule pesant : obtention de l'équation du mouvement avec un théorème énergétique.

Thermodynamique :

- **Système thermodynamique monophasé à l'équilibre**
 - Echelles microscopique et macroscopique : Les états de la matière, les échelles.
 - Vitesse quadratique moyenne, lien avec la température cinétique.
 - Système thermodynamique et variables d'état : Notion de système, variables d'état d'un système.
 - Equilibre thermodynamique : Notion d'équilibre, exemple.
 - Exemples d'équations d'état : Définition, équation d'état du gaz parfait (exemples de calculs, validité du modèle...).
 - Energie interne et capacité thermique à volume constant : Définition, capacité thermique à volume constant, cas du gaz parfait, cas d'une phase condensée.
- **Corps pur diphasé à l'équilibre**
 - Généralités : Définitions, transitions de phase
 - Diagrammes dans le cas général : Etude de la surface caractéristique, diagramme d'état du corps pur, diagramme de Clapeyron : étude du domaine « liquide-vapeur ».
 - Diagrammes dans le cas de l'eau : Surface caractéristique, diagramme d'état du corps pur, diagramme de Clapeyron, diagramme $P_{vs} = f(T)$.
 - Chaleurs latentes de changement de phase : Définition et propriétés, énergie massique de changement d'état (chaleur latente), capacité thermique d'un corps, la calorimétrie (applications et exemples de calculs).
 - Caractéristiques d'un système diphasé liquide-vapeur : Titre massique - théorème des moments, conséquences sur les fonctions d'état.
 - Problématique du stockage des fluides
- **Transformation thermodynamique subie par un système : définitions**
 - Transformations subies par un système : différentes transformations (vocabulaire), premier type de classification (vocabulaire), notion de quasi-staticité, d'irréversibilité et de réversibilité.
 - Echange d'énergie d'un système au cours d'une transformation par transfert thermique : transfert thermique, transformation adiabatique, notion de source thermique « idéale ».
 - Echange d'énergie d'un système au cours d'une transformation par travail : le travail, travail des forces de pression (au cours d'une transfo mécaniquement réversible ou non, cas de l'intégration), exemples.

Premier principe de la thermodynamique

- Le 1^{er} principe : notion d'énergie totale, énoncé pour un système fermé, utilisation pratique du 1^{er} principe, principe d'équivalence, applications à des transformations subies par le gaz parfait.

- La fonction enthalpie : définition, capacité thermique à pression constante, transformation monobare subie par un fluide quelconque, cas du gaz parfait, cas d'une phase condensée, enthalpie associée à une transition de phase (cas du système liquide –vapeur).
- Application aux détente : détente de Joule Gay-Lussac, détente de Joule Thomson évoquée - le 1^{er} principe pour un système en écoulement n'étant plus au programme-).
- Applications du 1^{er} principe aux gaz parfaits : définition de γ , relations de Mayer, relation de Laplace (démonstration faite, mais non exigible).

Second principe de la thermodynamique

- Le 2nd principe : manifestations du 2nd principe, énoncé, entropie d'échange et de création, entropie et désordre (présentation de $S = k_B \ln(\Omega)$), 3^e principe de la thermo.
- Expressions de ΔS : **fournies pour le gaz parfait et dans le cas d'une phase condensée seulement**, retour sur la relation de Laplace, variation d'entropie du thermostat, cas d'une transition de phase, applications.

Machines thermiques (en système fermé)

- Généralités : grandeurs caractéristiques (notion de rendement et d'efficacité, puissance)
- Les machines thermiques : machines monothermes, machines dithermes (rendement d'un moteur ditherme, théorème de Carnot – efficacité d'un réfrigérateur – efficacité d'une PAC), systèmes polythermes.
- Exemples de cycles : cycle de Carnot, ex du cycle de Beau de Rochas (ordres de grandeurs), principe de la cogénération.

Induction :

- Présentation et actions du champ magnétique sur un circuit
 - Origine du champ magnétique
 - Ordres de grandeur de champs magnétiques usuels
 - Topographie de B : invariances et symétries, comportement de B vis-à-vis des plans de symétrie et d'anti-symétrie, étude de quelques spectres (aimant, spire, solénoïde).
 - Moment magnétique
 - Actions d'un champ magnétique sur un circuit : la force de Laplace, résultante des forces et moment résultant de Laplace sur un circuit fermé, effet moteur d'un champ tournant.
- Lois de l'induction
 - Flux d'un champ magnétique à travers une surface s'appuyant sur un contour fermé plan : approche, notion de flux élémentaire, cas plus fréquent où le champ est uniforme au niveau du circuit.
 - Variation du flux : mise en évidence expérimentale, loi de Lenz (exemples), f.é.m d'induction (modélisation électrique, convention sur e et i , loi de Faraday).
- Circuit fixe dans B qui dépend du temps
 - Auto-induction : flux propre, exemple de calcul de L , techniques de mesures de L , description du phénomène d'auto-induction, étude énergétique.
 - Induction mutuelle : couplage magnétique, exemple concret, schémas électriques équivalents dans le cas général, aspect énergétique.
 - Application au transformateur.
- Circuit mobile dans B stationnaire
 - Principe de l'induction de Lorentz : Hypothèses et principe.
 - Conversion de puissance mécanique en puissance électrique : Rail de Laplace générateur : aspect électrique, aspect mécanique, aspect énergétique, freinage par induction, principe de l'alternateur : modélisation, aspect électrique, aspect mécanique.
 - Conversion de puissance électrique en puissance mécanique : Rail de Laplace moteur (dispositif, aspect électrique, aspect mécanique, aspect énergétique), Haut-parleur

Introduction au monde quantique :

- **Insuffisances de la mécanique classique**
- **Dualité onde-corpuscule**
 - De la nécessité d'introduire le photon : effet photoélectrique, caractéristiques du photon, onde EM et photon (généralisation, relation de De Broglie, interférences atomiques).
 - Notion de fonction d'onde et de probabilités : Généralités, probabilité de présence, retour sur une expérience d'interférences quantiques.
- **Inégalité spatiale d'Heisenberg :**
 - Rappels sur la diffraction de la lumière, analogies entre la lumière et la matière, Principe d'incertitude d'Heisenberg
 - Quantification de l'énergie : modèle de Bohr, limites du modèle

Chimie :

- **Etats physiques et transformations de la matière**
 - Etats de la matière, notion de phase
 - Différents types de transformations
- **Transformation chimique**
 - Système physico-chimique : système, constituants, variables d'un système, paramètres de composition : corps purs et mélanges, fraction molaire, pression partielle
 - Transformation chimique : équation de réaction, avancement
 - Evolution d'un système lors d'une transformation chimique, état d'équilibre : constante d'équilibre, quotient de réaction, activités, conditions d'équilibre, critère d'évolution.
 - Détermination de l'état d'un système, siège d'une transformation, modélisée par une réaction à partir des conditions initiales et de la valeur de K° en utilisant une méthode dichotomique sur Python.
- **Cinétique chimique**
 - Vitesses en cinétique chimique : définitions (vitesse de formation, de disparition, spécifique), utilité de la notion de vitesse de formation et de disparition.
 - Influence des concentrations sur la vitesse - ordre d'une réaction : définition, exemples.
 - Influence de la température sur la vitesse de réaction : loi d'Arrhénius, détermination pratique de l'énergie d'activation, temps de demi-réaction.
 - Etude de quelques réactions d'ordre simple : Réaction du type $A \rightarrow \text{Produits}$: $q = 0, 1, 2$.
 - Recherche des ordres d'une réaction : dimension de k dans une réaction simple $A \rightarrow P$, méthodes pour une réaction à un seul réactif $A \rightarrow P$ (différentielle, intégrale, méthode des temps de $\frac{1}{2}$ réaction), méthodes pour une réaction à deux réactifs (dégénérescence de l'ordre, proportions initiales stoechiométriques, utilisation des vitesses initiales).
 - Méthodes utilisées pour le suivi d'une réaction : méthodes chimiques, méthodes physiques, exemples classiques (spectrophotométrie d'absorption, suivi d'une réaction par mesure de la pression).
- **Chapitre de rappels de 2^{nde} sur la structure électronique des atomes et la classification périodique**
 - Brefs rappels de 2^{nde} sur l'atome : le noyau, l'élément chimique
 - Brefs rappels de 2^{nde} sur la structure électronique des atomes en lien avec la classification périodique des éléments : les 18 premiers éléments à connaître, règle de remplissage des couches et sous-couches
 - Brefs rappels sur l'écriture de la structure électronique des 18 premiers éléments (2^{nde}).

- La classification périodique des éléments : rappels.
- Métaux et non-métaux.
- **Structure des molécules et des ions - liens avec les propriétés physiques**
 - Première approche de la liaison chimique : le modèle de Lewis : schémas, règle de l'octet, application à la représentation de molécules, déduction de la géométrie de ces molécules/ions dans des cas simples.
 - Liaisons covalentes, polarité et lien avec la géométrie des entités chimiques : taille d'un atome, longueur de liaison, énergie de liaison, électronégativité, liaison polarisée, moment dipolaire d'un édifice polyatomique.
 - Forces intermoléculaires : interactions de Van der Waals, la liaison hydrogène.
 - Solvants moléculaires : principe général pour le choix d'un solvant, classification des solvants, l'eau.
- **Réactions acide-base :**
 - Réactions acido-basiques : couple acide-base, réaction acido-basique, force des acides et des bases, domaines de prédominance, méthode de la réaction prépondérante, calculs élémentaires de pH.
 - Réactions de précipitation : solubilité dans l'eau pure, condition de précipitation, équilibre de précipitation et produit de solubilité, domaine d'existence d'un précipité.
- **Equilibres d'oxydo-réduction :**
 - Rappels sur les réactions redox et sur la notion de couple redox, nombres d'oxydation.
 - Piles électrochimiques (exemples de piles), potentiel d'électrode, formule de Nernst, classement des oxydants et des réducteurs sur une échelle de potentiels standards, détermination d'un potentiel standard d'un couple à partir de ceux de couples connus.
 - Prévision des réactions d'oxydo-réduction (expression de la constante d'équilibre en fonction des potentiels standards, sens d'une réaction), domaines de prédominance et facteurs d'influence des réactions d'oxydo-réduction (pH et précipitation), dismutation d'une espèce instable.
 - Diagrammes $E = f(\text{pH})$: principe de construction et conventions, exemple du fer, du chlore (dismutation du dichlore en fonction du pH) et de l'eau, superposition des diagrammes d'un élément donné avec celui de l'eau.
- **Cristallographie :**
 - L'état solide : les différents états de la matière, le modèle du cristal parfait, classification des solides
 - Notions de cristallographie : les différents états de la matière, définitions sur le cristal, les réseaux de Bravais, masse volumique d'un solide cristallisé, compacité, coordinence.
 - Les cristaux métalliques : assemblage compact de sphères identiques, arrangement cubique faces centrées, assemblages pseudo-compacts de sphères identiques, sites octaédriques et tétraédriques dans la maille CFC.
 - Les cristaux ioniques : structure du type CsCl, structure du type NaCl, structure du type ZnS (blende).
 - Les cristaux covalents : le graphite, le diamant, propriétés électriques des 2 structures.
 - Les cristaux moléculaires : exemple de la glace