

classes préparatoires
aux grandes écoles
scientifiques

technologie et mathématiques
supérieures

technologie et mathématiques
spéciales

TB'

collection

horaires, objectifs,
programmes, instructions

direction des lycées

**classes préparatoires
aux grandes écoles
scientifiques**

**technologie et mathématiques
supérieures**

**technologie et mathématiques
spéciales**

TB'

1978

centre national de documentation pédagogique

SOMMAIRE

| | Pages |
|---|-------|
| HORAIRES | 7 |
| PROGRAMME ET COMMENTAIRES | |
| Technologie | 11 |
| Sciences physiques | 14 |
| Sciences biologiques et de la terre | 25 |
| Mathématiques | 45 |
| Français | 53 |
| Langue vivante | 53 |
| Géographie | 53 |

REUNION UNIVERSITAIRE

CLERGUE UNIVERSITAIRE ET COLLEGE
DE LA REUNION UNIVERSITAIRE

HORAIRES

TEXTES OFFICIELS

Arrêté du 14 décembre 1977
B.O. n° 11 du 16 mars 1978, p. 868

| MATIERES | Classe de TB' supérieure | Classe de TB' spéciale |
|--|--------------------------|------------------------|
| Technologie..... | 7 h (3 + 4) | 7 h (3 + 4) |
| Sciences physiques..... | 7 h (5 + 2) | 7 h (5 + 2) |
| Sciences biologiques et de la terre..... | 8 h (5 + 3) | 8 h (5 + 3) |
| Mathématiques..... | 8 h (5 + 3) | 8 h (5 + 3) |
| Français..... | 2 h (1 + 1) | 2 h (1 + 1) |
| Langue vivante..... | 2 h | 2 h |
| Géographie..... | 1 h (3/4 + 1/4) | 1 h (3/4 + 1/4) |
| TOTAL..... | 35 h | 35 h |
| Education physique et sportive..... | 2 h | 2 h |
| TOTAL..... | 37 h | 37 h |

**PROGRAMME
ET COMMENTAIRES**

TEXTES OFFICIELS

Arrêté du 14 décembre 1977

B.O. n°11 du 16 mars 1978, p. 868

3M2AHTIUPH
2381ATVOMNOK 73

TECHNOLOGIE

Le contenu de l'option technologique doit tenir compte des connaissances et du savoir-faire acquis antérieurement au cours de la préparation du baccalauréat de technicien sciences biologiques, option biochimie F7 ou option biologie F7 bis.

La valorisation de la formation technologique reçue et son intégration à l'enseignement scientifique général ne doivent pas se traduire par une liste précise et limitative de manipulations. Des possibilités de variations, d'adaptations et d'innovations sont nécessaires.

L'enseignement comporte une partie pratique importante portant sur la biochimie et sur divers domaines de la biologie. Cette approche concrète ne doit pas pour autant exclure :

L'étude des principes des méthodes utilisées et des techniques de mesure mises en œuvre, en liaison en particulier avec les enseignements des sciences physiques ;

L'interprétation et l'exploitation des résultats qui ne seront pas uniquement quantitatives mais devront déboucher sur des aspects plus fondamentaux, également en liaison avec les autres disciplines.

Cet enseignement plus abstrait et plus synthétique, intégrant une partie théorique, est lié aux finalités recherchées.

PROPOSITION DE REPARTITION DES ENSEIGNEMENTS

Première année : 30 semaines : cours 90 heures, travaux pratiques 120 heures.

Deuxième année : 25 semaines : cours 75 heures , travaux pratiques 100 heures.

I - ENSEIGNEMENT THEORIQUE

| DISCIPLINES | Première année | Deuxième année |
|---------------------------------|----------------|----------------|
| Techniques biochimiques..... | 40 h | 30 h |
| Techniques biologiques..... | 40 h | 30 h |
| Travaux dirigés, exercices..... | 10 h | 15 h |

II - TRAVAUX PRATIQUES

| DISCIPLINES | Première année | Deuxième année |
|-----------------------------|----------------|----------------|
| Techniques biochimiques | 60 h | 52 h |
| Techniques biologiques..... | 60 h | 48 h |

CONTENU

Les élèves bacheliers techniciens possédant une certaine maîtrise des principes et de la réalisation des techniques fondamentales et d'une façon plus générale de la connaissance des manipulations de laboratoire, ces enseignements de base ne sont pas individualisés. Ils seront rappelés et utilisés lors de la réalisation des manipulations du programme.

I - TECHNOLOGIE ET TECHNIQUES BIOCHIMIQUES

Applications de l'analyse instrumentale et des méthodes de fractionnement :
A l'étude des structures et des propriétés de composés biochimiques ;
A l'enzymologie : enzymologie fondamentale et cinétique enzymatique.

Analyses enzymatiques.

I - 1 Méthodes

Méthodes chromatographiques : colonne, papier, couches minces, phase gazeuse.

Gel-filtration.

Méthodes électrophorétiques : électrophorèse et immunoélectrophorèse.

Méthodes électrochimiques : potentiométriques (pH métrie, oxydoréduction : précipitation) et conductimétriques .

Courbes de titrage. Détermination des points équivalents.

Méthodes optiques :

Réfractométrie. ~~Polarimétrie~~ ;

Colorimétrie et spectrophotométrie : visible, ultra-violet et infra-rouge ;

Fluorimétrie ;

Photométrie de flamme ;

Absorption atomique.

Méthode automatisée.

+ centrifugation.

I - 2 Applications

Caractérisation et dosage d'éléments ou de groupements fonctionnels constitutifs d'une substance biochimique.

Détermination de masse molaire.

Fractionnement, identification et dosage de constituants biochimiques libres ou liés dans une structure plus complexe.

Spécificité enzymatique. Caractéristiques cinétiques (vitesse initiale; vitesse maximum, K_N).

Influence d'effecteurs sur la cinétique enzymatique .

Etude d'un coenzyme (NAD^+) : préparation, étude spectrophotométrique et fluorimétrique.

Dosage d'un substrat et détermination d'une activité enzymatique :

Préparation d'un enzyme.

II - TECHNOLOGIE ET TECHNIQUES BIOLOGIQUES

II - 1 Techniques microscopiques (24 h)

Observation vitale, états frais. Confection des frottis et préparation des coupes histologiques. Techniques de coloration. Fluorescence.

Applications à l'observation de structures cellulaires et tissulaires.

Numérations. Applications au sang et aux bactéries aérobies.

II - 2 Techniques microbiologiques (48 h)

Isolements bactériens, pureté d'une souche.

Techniques de dénombrement et croissance bactérienne. Influence de certains paramètres et applications (dosage microbiologique, recherche et titrage d'un antibiotique, etc.).

Méthodes d'étude du métabolisme bactérien et applications :

Etude du métabolisme énergétique, types respiratoires ;

Etude pratique des métabolismes glucidiques et protidiques ;

Etude d'une respiration cellulaire et d'une fermentation.

II - 3 Techniques physiologiques (36 h)

Manipulation d'animaux de laboratoire. Entretien.

Dissection et préparation d'organes.

Administration de produits et prélèvements.

Méthodes de stimulation et d'enregistrement. Matériel utilisé et techniques : organes en place et organes isolés.

Applications à l'étude de quelques mécanismes physiologiques.

SCIENCES PHYSIQUES

Le programme figurant dans les paragraphes suivants ne préjuge en rien de la méthode d'exposition qui sera utilisée. Il constitue seulement la somme des connaissances qui devront être acquises.

Les parties de programme précédées d'un astérisque (*) ne donneront pas lieu à des problèmes spécifiques à l'épreuve écrite de sciences physiques.

| PROGRAMME | COMMENTAIRE |
|--|---|
| A) PHYSIQUE | |
| * Mécanique | |
| <p>1. Mécanique du point :</p> <p>Espace et temps d'un observateur.</p> <p>Repères d'espace et de temps. Composition des mouvements : vitesse et accélération dans les deux seuls cas suivants le mouvement d'entraînement est un mouvement de translation ou un mouvement de rotation autour d'un axe fixe.</p> <p>Repères galiléens, quantité de mouvement, principe fondamental de la dynamique.</p> <p>Moment cinétique, théorème du moment cinétique.</p> <p>Travail et puissance d'une force appliquée à un point matériel. Théorème de l'énergie cinétique.</p> <p>Notion de champs de forces, de potentiel et d'énergie potentielle.</p> <p>Oscillateur harmonique non amorti.</p> <p>2. Mécanique classique des systèmes :</p> <p>Centre d'inertie d'un système matériel.</p> | <p>L'enseignement de la mécanique sera dispensé en vue de ses applications aux autres parties du programme.</p> |

Torseur cinétique d'un système matériel, application au solide indéformable.

Forces et couples extérieurs et intérieurs à un système matériel. Forces de liaison.

Principe fondamental de la dynamique. travail d'un système de force.

Théorème de l'énergie cinétique.

Mouvement du centre d'inertie. Mouvement d'un solide en translation ou en rotation autour d'un axe fixe.

Thermodynamique

L'ordre du programme n'est pas impératif. On illustrera les diverses notions en s'appuyant sur les gaz parfaits, les systèmes diphasés et les systèmes chimiques.

1. Définition de l'état d'un système :

Variables d'état ; paramètres extensifs ; paramètres intensifs ($p, T, \text{concentration} \dots$).

L'équation d'état, coefficients thermoélastiques.

2. Premier principe ou principe de la conservation de l'énergie. Travail des forces extérieures. Energie interne, quantité de chaleur, coefficients calorimétriques. Energie cinétique. Enthalpie.

Application à la thermochimie. Chaleurs de réaction à volume et à pression constants. Relation entre ces grandeurs. Loi de Kirchhoff.

3. Second principe ou principe d'évolution. Entropie, Exemples simples de phénomènes réversibles et irréversibles. Energie libre. Enthalpie libre.

Utilisation des fonctions thermodynamiques pour déterminer les conditions d'équilibre d'un système.

4. Le corps pur :

Potentiel chimique d'un solide, liquide ou gaz. Equilibre d'un corps pur sous plusieurs phases. Chaleur latente de changement d'état : relation de Clapeyron.

Le professeur se bornera à montrer sur l'exemple de la pression et du volume ce que sont deux variables conjuguées. D'autres exemples pourront être présentés à partir des systèmes mécaniques ou électriques.

On fera figurer dans l'énoncé du premier principe l'énergie cinétique au même titre que les autres termes. On donnera le principe des mesures calorimétriques sans aller jusqu'à la métrologie. On décrira l'expérience de Joule et son résultat pour un gaz parfait.

On définira les chaleurs de réaction par $(\Delta U)_V$ et $(\Delta H)_P$.

On fera ressortir que l'entropie et la température forment un couple de variables conjuguées.

On étudiera les transformations adiabatiques réversibles des gaz parfaits.

Les diagrammes de polymorphisme n'ont pas à être connus.

5. Théorie cinétique des gaz parfaits :
Gaz monoatomique. Equipartition de l'énergie ; calcul de la pression.

* Répartition maxwellienne des vitesses ; la loi de Boltzmann. Calcul des fonctions d'états.

Gaz diatomique.

Mélange des gaz parfaits.

6. L'équilibre chimique :

Paramètres indépendants. Règle des phases : variance.

Etat standard.

Grandeurs thermodynamiques standard.

Variations de l'énergie interne, de l'enthalpie, de l'enthalpie libre dans une réaction chimique.

Loi dite d'« action des masses » ; calcul de la constante d'équilibre, formule de Van'Thoff. Déplacement de l'équilibre.

La loi de Boltzmann peut être posée à priori. On donnera d'autres exemples d'application de cette loi comme l'atmosphère isotherme.

On se limitera à l'étude du déplacement de l'équilibre par action de pression à température constante ; par action à température à pression constante ; par addition d'un constituant actif ou d'un corps inerte à température et pression constantes ou à température et volume constants.

Electricité

ELECTROSTATIQUE :

1. Interaction électrostatique entre charges électriques ponctuelles : loi de Coulomb. Champ électrique, potentiel électrique d'une charge ponctuelle.

2. Cas d'une distribution de charges ; relation champ potentiel - flux électrique ; théorème de Gauss.

3. Cas du dipôle électrique, potentiel et champs créés par un dipôle. Energie potentielle et forces subies par un dipôle dans un champ électrique uniforme.

Conducteurs en équilibre. Condensateur plan : capacité, énergie.

ELECTROMAGNETISME :

1. Interaction électromagnétique entre charges en mouvement. Champ magnétique B créé par une charge ponctuelle en mouvement, par un élément de courant : loi de Biot et Savart.

On basera l'exposé sur l'aspect microscopique : existence de particules chargées déjà introduites en chimie. On expliquera sur cette base la conservation de la charge électrique, l'électrisation et les propriétés des conducteurs.

L'ordre du programme n'étant pas impératif, il est conseillé d'introduire B par son effet qui figure plus loin dans le programme. On admettra que le champ magnétique est à flux conservatif. On

| PROGRAMME | COMMENTAIRE |
|---|--|
| <p>2. Application : champ d'un fil rectiligne infini, champ en un point de l'axe d'une bobine circulaire plate, en un point de l'axe d'un solénoïde. Notion de boucle de courant. Champ magnétique créé par un dipôle. Moment magnétique.</p> <p>3. Théorème d'Ampère.</p> <p>4. Force subie par une charge en mouvement dans des champs électriques et magnétiques : force de Lorentz. Mouvement de la particule dans le cas d'un champ uniforme et stationnaire. Force subie par un élément de courant, loi de Laplace.</p> <p>5. Forces subies par un circuit plan placé dans un champ uniforme et stationnaire, et énergie électromagnétique de ce circuit. Cas d'un dipôle magnétique.</p> <p>6. Travail des forces électromagnétiques. Théorème de Maxwell.</p> <p>7. Induction électromagnétique. Etude expérimentale. Force électromotrice induite dans un circuit linéaire fermé.</p> <p>8. Auto-induction. Inductance propre d'un circuit.</p> <p>ELECTROCINETIQUE :</p> <p>Réseaux en régime continu et en régime variable ; Loi d'Ohm généralisée ; lois de Kirchhoff ; Générateurs de tension et générateurs de courants ; Notion de dipôle passif. Théorème de Thevenin ;</p> <p>*Courants sinusoïdaux monophasés . Impédance. (Utilisation de la construction de Fresnel et des grandeurs complexes).</p> | <p>remarquera que la notion de conducteur filiforme ne peut décrire tous les phénomènes relatifs à un conducteur réel.</p> <p>Le champ magnétique créé par un dipôle magnétique sera posé a priori.</p> <p>Le théorème d'Ampère sera énoncé sans démonstration.</p> <p>On ne soulèvera pas de difficultés à propos de la définition de l'inductance propre</p> |

Optique

Les lois de la réflexion et de la réfraction, les lentilles minces sont supposées connues.

1. Nature d'un rayon lumineux.
Nature ondulatoire : nombre d'ondes, vecteur d'onde, structure de l'onde plane électromagnétique.

On rappellera les expériences d'interférences et d'effet photoélectrique.

| PROGRAMME | COMMENTAIRE |
|---|--|
| <p>Nature corpusculaire : énergie et quantité de mouvement d'un photon de fréquence ν : étendue de spectre des rayonnements électromagnétiques.</p> <p>2. Polarisation d'un rayon lumineux mono-chromatique.</p> <p>Polarisation rectiligne par réflexion et biréfringence naturelle. Loi de Brewster. Loi de Malus.</p> <p>Polarisation rotatoire.</p> <p>Interprétation de Fresnel. Loi de Biot. Etude expérimentale du polarimètre de Laurent.</p> <p>Origine moléculaire et cristalline.</p> <p>3. Analyse d'un spectre lumineux. Dispersion d'un faisceau parallèle polychromatique : prisme et réseau. Pouvoir de résolution.</p> <p>Spectre d'émission, spectre d'absorption d'une substance. Loi de Beer-Lambert.</p> <p>*4. Photométrie.</p> <p>Grandeurs énergétiques.</p> | <p>On se limitera à donner quelques exemples de molécules chirales en mettant en évidence l'effet de l'asymétrie du milieu.</p> <p>On donnera des notions très sommaires sur le pouvoir de résolution, une étude systématique de la diffraction ne figurant pas au programme.</p> <p>On se bornera à des notions simples sur l'origine des phénomènes d'émission et d'absorption d'une substance à l'aide des niveaux d'énergie atomiques ou moléculaires.</p> |

B) CHIMIE

Chimie générale

Les notions relevant de la mécanique quantique ne figurent pas au programme.

Structure de l'atome

1. Atomes et noyaux.

Proton, électron, neutron, le noyau. Nombre de charge, nombre de masse, spin et moment magnétique.

Isotopes stables et instables, abondance relative : l'hydrogène, l'azote, le carbone.

| PROGRAMME | COMMENTAIRE |
|--|---|
| <p>Définition de la mole, échelle des masses atomiques .</p> <p>La radio-activité : radio-activité naturelle et artificielle. Loi de la désintégration radio-active, période radio-active. Principe des mesures.</p> <p>Unité de mesure : le curie.</p> <p>2. Electrons.</p> <p>L'électron dans le champ d'un noyau : les nombres quantiques : n, l, m, s.</p> <p>Les niveaux d'énergie : spectre de l'atome d'hydrogène modèle hydrogénoïde et effet d'écran.</p> <p>3. Classification périodique.</p> <p>Principe de Pauli : construction du tableau.</p> <p>Energie d'ionisation et affinité électronique.</p> | <p>On se bornera à donner les divers types d'émissions et de captures (α, β, δ, neutrons).</p> <p>Principes des appareils : compteurs par ionisation, par scintillation, et autoradiographie.</p> <p>L'atome de Bohr sera pris comme exemple et l'on introduira la relation : $\Delta E = hv$.</p> <p>On présentera la classification sous sa forme développée.</p> <p>Le signe de ces deux grandeurs sera défini selon les conventions usuelles pour les réactions de capture d'un électron.</p> $\begin{array}{l} A^+ + e^- \quad A^0 \\ \dot{A}^0 + e^- \quad A^- \end{array}$ |

Edifice chimique

1. La liaison.

Etude théorique : modèle de liaison ionique pure, rayon ionique, énergie réticulaire ; modèle de liaison covalente pure, : liaison σ et π .

Résultats expérimentaux : longueur, constante de force, énergie, moment dipolaire.

2. Etude comparée de la structure de quelques molécules.

Molécules diatomiques : N_2, O_2 .

Molécules polyatomiques :

Environnement tétraédrique : CH_4, NH_4^+ ,

C_2H_6 structure tétraédrique ; NH_3, PH_3

On se bornera au calcul par un cycle de Born Haber.

On mettra en évidence l'importance de la symétrie du nuage électronique.

On illustrera les limites de validité des deux modèles de liaison : on montrera le caractère relatif de la notion d'électro-négativité.

On se rapportera aux résultats expérimentaux pour construire une représentation des liaisons formées par un atome.

On mettra en évidence le rôle des doublets pour expliquer la structure.

structure pyramidale ; H_2O , H_2S , structure angulaire ;

Environnement trigonal plan : C_2H_4 , H_2CO ;

Environnement digonal linéaire : C_2H_2 , HCN .

Molécules à liaisons délocalisées : SO_2 , SO_3 , butadiène, acroléine, benzène, pyridine, furanne, tiophène, pyrrole, aniline, phénol.

3. Complexes.

Mise en évidence expérimentale. Etude de la liaison : rôle du métal et des atomes ou molécules des ligands. Représentation d'un environnement octaédrique de l'atome central : configuration électronique.

4. Isomérisie et propriétés de symétrie des molécules.

Divers isomères et propriétés physiques, molécules à structures rigides ; isomérisie cis-trans ; isomérisie cyclanique.

Molécules asymétriques.

Notion de chiralité : configuration absolue d'un atome (rectus, sinister) séries D et L.

5. Autres liaisons.

Liaison hydrogène ; mise en évidence expérimentale ; importance.

Liaison à grande distance : moment dipolaire et polarisabilité des molécules.

6. Structure de quelques solides.

Structure ionique : $NaCl$.

Structure moléculaire : I_2 , Co_2 .

Structure de la glace.

Structure en chaîne : polyphosphates, polyamides.

On soulignera le caractère artificiel des formules à liaisons localisées, on définira ce que l'on entend par énergie de résonance.

On prendra comme exemple les complexes du fer : hydrates ferreux, hème.

La liaison de coordination n'étant pas une nouvelle sorte de liaison on pourra se limiter aux liaisons de type σ .

On étudiera essentiellement des molécules à 1 ou 2 atomes asymétriques ; on donnera également quelques exemples pris dans les complexes, les spiranes et les structures en hélice.

On insistera sur le rôle de cette liaison dans les structures en chimie minérale et en biologie.

On étudiera qualitativement l'influence de ces deux paramètres sur la solubilité et la volatilité des substances.

On précisera la coordinance de chaque atome, dans l'étude des structures.

On se limitera à quelques exemples.

Structure plane : graphite.
 Structure lamellaire : mica.
 Structure tridimensionnelle : diamant,
 quartz α .

Cinétique chimique

1. Vitesse de réaction.

Notion de vitesse de réaction ; étude expérimentale sur quelques exemples. Facteurs influençant la vitesse d'une réaction homogène.

Concentration : exemples de réactions avec ordre et de réactions sans ordre. Méthodes de détermination de l'ordre ;

Température. Loi d'Arrhénius ;

Catalyseur.

Facteurs influençant la vitesse d'une réaction hétérogène.

2. Notions de mécanisme.

Intermédiaires réactionnels. Décomposition d'une réaction en actes élémentaires. Acte élémentaire : molécularité : collisions et complexes, activité. Etape déterminant la vitesse. Exemples de réactions par stades. Réactions en chaîne (initiation, propagation ; rupture).

3. Catalyse.

Caractéristiques des actions catalytiques.

Catalyse homogène.

Catalyse hétérogène : phénomène d'absorption : étude du mécanisme d'une réaction.

*Catalyse enzymatique ; constante de Michaelis.

On se limitera à quelques notions succinctes.

On se limitera à des notions sommaires. Ces notions seront appliquées à l'étude des mécanismes SN_1 et SN_2 .

On donnera un exemple de catalyse acido-basique et un exemple de catalyse d'oxydo-réduction.

On ne développera pas l'aspect quantitatif du phénomène.

Sur un ou deux exemples simples, on dégagera quelques idées générales.

Solutions

Solvants. Solvation. Ionisation en solution.

On utilisera obligatoirement la formulation de Brønsted.

| PROGRAMME | COMMENTAIRE |
|--|--|
| <p>Electrolytes. Définition du pK. Effet nivelant du solvant. pH des solutions aqueuses.</p> <p>Réactions d'oxydo-réduction.</p> <p>Potentiel d'oxydo-réduction. Etablissement de la formule de Nernst. Principe de construction d'un diagramme pH-potentiel.</p> <p>Principe du pH-mètre.</p> <p>Divers exemples de courbes de titrage (acido-basique ou oxydo-réducteur). Effet tampon.</p> <p>Constante de stabilité d'un complexe.</p> <p>Produit de solubilité.</p> | <p>Dans la suite de ce chapitre, on se bornera à l'étude des solutions aqueuses.</p> <p>On ne décrira ni les phénomènes de membrane ni ceux intervenant dans le fonctionnement de l'électrode de verre.</p> <p>On choisira un exemple.</p> |

Chimie organique

L'étude de chaque fonction sera fondée sur les résultats expérimentaux. On utilisera ces résultats pour introduire les effets électroniques et les principaux types de mécanismes de réaction.

Sauf indication particulière, on ne traitera que les composés mono-fonctionnels à squelette aliphatique saturé. L'étude des préparations est hors du programme, mais on insistera sur les réactions pouvant être utilisées pour passer d'une fonction à une autre. Les propriétés physiques seront, dans la mesure du possible, reliées à la structure électronique de la molécule.

1. Hydrocarbures.

Etude des squelettes carbonés :

A liaisons simples : alcanes, craquage des pétroles ;

Avec une liaison multiple : alcène, alcyne ;

Avec deux liaisons doubles conjuguées : butadiène ;

Avec un cycle aromatique : benzène, toluène.

2. Dérivés monosubstitués à liaisons simples.

Dérivés monohalogénés des alcanes. Passage aux organomagnésiens.

Notion des substitutions radicalaires en chaîne.

Notion d'addition électrophile.

On illustrera la délocalisation par un exemple d'addition 1 - 4.

Notion de substitution électrophile en prenant comme exemple la nitration du benzène.

Notion de substitution nucléophile (on n'insistera pas sur les effets de solvant).

Notion d'élimination.

Les réactions des organomagnésiens

PROGRAMME**COMMENTAIRE**

Dérivés hydroxylés : alcools, phénol.

Dérivés aminés : amines primaires, secondaires et tertiaires ; comparaison des ionisations de la monoéthylamine et de l'aniline.

3. Dérivés à liaisons multiples.

Dérivés carbonylés : aldéhydes, cétones. Equilibre cétoénolique.

Dérivés carboxylés : acides, passage de l'acide aux fonctions trivalentes dérivées : chlorure d'acide, anhydride d'acide, ester, amide, nitrile.

*4. Applications à la biochimie.

Réaction d'oxydo-réduction des diphenols en quinones.

Le glucose : on se limitera aux configurations et aux conformations de ce composé et aux réactions d'oxydo-réduction au niveau du carbone-1.

L'alanine. Existence de la liaison peptidique.

Décarboxylation de l'acide pyruvique.

seront signalées au cours de l'étude des fonctions du programme.

On comparera l'ionisation des fonctions alcool et phénol à celle des thiols.

Notion d'addition nucléophile suivie ou non de déshydratation.

Notion de tautomérie (on pourra l'appliquer aux bases puriques et pyrimidiques),

L'étude de ces fonctions est hors du programme.

On se limitera aux para et ortho-dihydrobenzènes.

La synthèse industrielle des peptides n'est pas au programme.

A la fin de cette partie du cours, les effets électroniques (effet inducteur, inductif et mésomère) mis en évidence au cours de l'étude des principaux points du programme ci-dessus seront récapitulés.

Chimie minérale

L'enseignement de la chimie minérale doit être essentiellement considéré comme une illustration du cours de chimie générale. Il ne doit pas être donné en vue de la chimie analytique mais il devra signaler l'importance biologique ou industrielle des corps étudiés.

1. Réactions d'oxydo-réduction :

Oxygène ;

Hydrogène ;

Chlore, brome, iode ;

| PROGRAMME | COMMENTAIRE |
|---|---|
| <p>Eau ; Fer, cuivre.</p> <p>2. Réactions acido-basiques en solvant aqueux : HCL, H₂SO₄, H₃PO₄, CO₂, NH₃.</p> <p>3. Réactions de formation de complexes: Hydrates, ammoniacates ; Ammino-complexes du cuivre ; Fer - carbonyles.</p> <p>4. Equilibres chimiques : $\text{SO}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_3$ $\text{C} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons 2 \text{CO}$ CO. + oxydes de fer. H₂</p> <p>5. Chimie industrielle : synthèse de l'ammoniac, de l'acide nitrique (par oxydation catalytique de l'ammoniac), de l'urée.</p> | <p>En chimie industrielle, on donnera le principe et le schéma des réacteurs sans aller aux détails technologiques.</p> |

SCIENCES BIOLOGIQUES ET DE LA TERRE

PREMIERE PARTIE : PROGRAMME

I. BIOCHIMIE ET BIOLOGIE CELLULAIRE

PREMIERE ANNEE

A. Biochimie

1. *Les constituants chimiques des systèmes vivants :*

Définition des principaux constituants chimiques : éléments minéraux, eau, glucides, lipides, protéines, acides nucléiques.

2. *Enzymologie :*

La catalyse enzymatique : spécificité, cinétique des réactions enzymatiques, notion d'effecteur.

3. *Chimie de l'hérédité :*

a) Protéines et gènes. La correspondance entre gènes et protéines sera mise en évidence par l'étude de mutants auxotrophes. Le gène, unité de fonction.

b) Les acides nucléiques, support de l'information génétique.

1. Mise en évidence : transformation bactérienne et cycle viral.

2. Réplication de l'A.D.N.

3. La mutation.

c) L'expression de l'information génétique : biosynthèse des protéines.

d) Régulation des mécanismes d'expression génétique. A propos d'un exemple, on étudiera la régulation de l'activité des gènes et des protéines (induction, répression, rétro-inhibition).

4. *Les grandes voies du métabolisme énergétique :*

Glycolyse, cycle de Krebs, chaîne respiratoire, photosynthèse.

B. La cellule : structure, fonctionnement et reproduction

1. *L'organisation cellulaire :*

Structure, ultrastructure et fonction des organites cytoplasmiques fondamentaux : membrane plasmique, ribosomes, reticulum endoplasmique, appareil

de Golgi, mitochondries, plastes, centriole et dérivés centriolaires, paroi des végétaux.

2. Le noyau et la division cellulaire :

Le noyau interphasique. La mitose (description de l'orthomitose : il ne sera pas question des différents types d'orthomitoses).

C. La reproduction sexuée et ses conséquences

Cycle de reproduction, méiose, fécondation (l'analyse expérimentale de la fécondation n'est pas au programme.).

Le rôle génétique de la méiose : la ségrégation des gènes, liaison entre les gènes, crossing-over (ces notions devront être établies d'après les résultats de l'étude expérimentale d'organismes haploïdes permettant l'analyse de tétrades) ; notion de recombinaison intra-génique. Cas des organismes diploïdes.

TRAVAUX PRATIQUES

On a prévu 18 heures de travaux pratiques qui porteront sur les points suivants :

Etude de la cellule vivante et fixée. Observation de documents photographiques de microscopie électronique ;

Observations relatives aux échanges de la cellule avec le milieu, plasmolyse, turgescence ;

Observations relatives à la division cellulaire ;

Observations relatives à la gamétogénèse, la méiose, les gamètes, la fécondation.

II. BIOLOGIE VEGETALE

PREMIERE ANNEE

A. L'appareil végétatif des angiospermes

1. Organisation de l'appareil végétatif :

a) La racine :

Morphologie externe (1) ;

Anatomie (1) ;

Méristème et mise en place des tissus ;

Ramifications (1) ;

(1) Ce renvoi indique que la question doit être traitée en travaux pratiques.

b) La tige feuillée :
Morphologie externe (1) ;
Anatomie (1) ;
Méristème et mise en place des tissus ;
Ramifications (1).

c) Adaptation de l'appareil végétatif au milieu aquatique (1).

2. Croissance et développement de l'appareil végétatif :

a) Découverte de l'auxine :

Nature chimique ;

Lieu de formation et migration dans la plante ;

Rôles physiologiques : grandissement cellulaire, multiplication cellulaire, différenciation .

b) Les tropismes : phototropisme.

3. Multiplication végétative naturelle.

B. La reproduction sexuée des angiospermes

a) Introduction : transformation du méristème végétatif en méristème floral.

b) Organisation de la fleur.

c) Pollinisation et fécondation.

d) La graine :

Formation ;

Organisation (1).

e) Le fruit :

Formation ;

Différents types de fruits (1).

f) La germination :

Conditions de germination ;

Phénomènes morphologiques de la germination (1).

DEUXIEME ANNEE

C. Quelques grands groupes végétaux

1. Les thallophytes :

A partir des exemples suivants qui feront l'objet d'une étude précise :

Algues : ulve, spirogyre, fucus ;

Champignons : mildiou de la vigne, pézize, coprin.

(1) Ce renvoi indique que la question doit être traitée en travaux pratiques.

a) On mettra en évidence la diversité de ces thallophytes, en ce qui concerne plus spécialement :

- Les types d'organisation ;
- Les modes de vie ;
- Les modalités de la fécondation ;
- La constitution des sporocystes et des spores ;
- Les cycles de développement.

b) On comparera les thallophytes et les archégoniates à ces divers égards.

c) On établira les grandes lignes d'une classification des thallophytes.

2. Les archégoniates :

a) Les bryophytes :

Organisation d'une mousse. Cycle de développement.

b) Les ptéridophytes :

Les fougères : organisation et cycle de développement d'une fougère terrestre. Comparaison avec l'organisation et le cycle de développement des prêles et des selaginelles.

c) Les gymnospermes :

Un cycas et la notion de préphanérogame, un pin.

d) Les angiospermes :

Rappel du cycle de développement des angiospermes.

e) Etude comparative des cycles de développement des archégoniates :

Grandes lignes de l'évolution et de la reproduction chez les archégoniates.

D. L'intégration trophique des végétaux dans la biosphère

Besoins alimentaires des végétaux : autotrophie et hétérotrophie pour le carbone et l'azote.

La fonction photosynthétique dans la biosphère. Cycle du carbone.

TRAVAUX PRATIQUES

Morphologie externe et anatomie des angiospermes :

Morphologie externe des principaux organes végétatifs : racine ; tige feuillée ; ramifications ;

Les différents tissus végétaux ;

Formations primaires et secondaires de la racine et de la tige ; structure du limbe foliaire ;

Dissections florales ; diagrammes floraux ;

Examen de préparation de coupes d'ovaires et d'anthere ;

Examen et dissection de graines avec et sans albumen ;

Examen de différents types de fruits ;

Examen de graines en voie de germination.

Initiation à l'usage d'une flore :

A partir de spécimens, aussi complets que possible, de plantes cultivées ou sauvages, le candidat sera initié à l'usage d'une flore élémentaire. L'étude devra comporter l'examen de l'ensemble des organes végétatifs et des organes reproducteurs.

Excursions :

Au cours de plusieurs excursions, quelques groupements végétaux bien caractérisés seront présentés aux candidats, ainsi que les conditions écologiques qui les caractérisent. Les excursions feront l'objet de comptes rendus dans les cahiers de travaux pratiques.

Organisation de divers groupes de végétaux :

Examen de thalles fructifiés de fucus et de spirogyre. Examen de thalles d'ulve ;

Examen du carpophore d'une agaricale et préparation de basides ;

Examen d'une pézize et préparation des asques ;

Etude d'un pied de mousse : corbeilles à archégonies et anthéridies.

Sporogones ;

Etude d'une fougère : pied fructifié de polypode ; structure d'un rhizome de fougère terrestre. Etude de prothalle d'une fougère terrestre ;

Etude de rameaux fertiles de pin (♂ et ♀) ; structure d'une tige de conifère ; structure d'une aiguille de pin.

III. BIOLOGIE ANIMALE ET ZOOLOGIE

PREMIERE ANNEE

A. Etude de quelques types d'invertébrés

1. Les protozoaires :

Un cilié : la paramécie ;

Un sporozoaire : le plasmodium ;

Diversité des modes de vie, des modes de reproduction et des cycles de développement.

2. Les annélides :

Etude de la nereis. Notion de métamérie.

3. Les mollusques :

Caractères généraux d'après trois types vus aux travaux pratiques (gastéropodes, lamellibranches et céphalopodes). Comparaison des modes de vie de ces trois représentants.

4. Les arthropodes :

Etude d'un insecte. Son adaptation à la vie terrestre ;

Reproduction, développement postembryonnaire (jeunes, larves, nymphes, mues et métamorphoses chez les insectes) ;
Caractères généraux des arthropodes.

DEUXIEME ANNEE

B. Etude des vertébrés

1. *Anatomie et biologie comparées des cinq principaux groupes de vertébrés* (poissons, amphibiens, reptiles ; oiseaux et mammifères).

On ne traitera que des organes suivants :

- a) Squelette zonal : adaptation aux divers modes de locomotion.
- b) Appareil respiratoire et appareil circulatoire sanguin.
- c) Appareil uro-génital,

2. *Développement des vertébrés :*

- a) Développement embryonnaire de la grenouille.

Notion de centre organisateur et d'induction.

- b) Le développement postembryonnaire et la métamorphose des amphibiens.

- c) Les annexes embryonnaires chez les oiseaux.

- d) La placentation chez les mammifères euthériens. Formation et rôle du placenta.

TRAVAUX PRATIQUES

A. Les invertébrés

1. *Les protozoaires :*

Observations portant sur les protozoaires d'une infusion de l'eau d'une mare ;

Démonstrations relatives à la paramécie, au plasmodium.

2. *Les annélides :*

Morphologie externe de la néreis ;

Dissection d'une annélide.

3. *Les mollusques :*

Etude pratique de l'escargot. Coquille ; morphologie externe ; dissection.

Etude pratique d'un lamelibranche. Coquille ; organisation interne visible sans dissection ;

Observation de divers types de lamelibranches marins et d'eaux douces ; adaptation aux modes de vie ;

Etude pratique d'un céphalopode. Morphologie externe ; cavité alléale ; coquille.

4. *Les arthropodes :*

Etude pratique (limitée à la morphologie externe) de chacun des ordres suivants : orthoptères, rynchotes, coléoptères, hyménoptères, lépidoptères, diptères (ailes, appareils buccaux, formes larvaires, intérêt pour la classification).

Présentation d'odonates, de névroptères et de quelques espèces courantes de chacun des ordres cités.

Présentation de quelques autres types d'arthropodes.

B. Les vertébrés

1. *La denture :*

Adaptation aux divers régimes alimentaires chez les mammifères.

2. *Les ceintures et les membres :*

Adaptations aux divers modes de locomotion chez les vertébrés.

3. *Etude morphologique externe et dissection d'un mammifère.*

4. *Etude morphologique externe et dissection d'un poisson.*

5. *Etude morphologique externe et dissection d'un amphibien.*

IV. PHYSIOLOGIE ANIMALE

DEUXIEME ANNEE

Les notions élémentaires d'anatomie et d'histologie nécessaires à la compréhension des phénomènes physiologiques sont données sous la forme jugée la plus utile. Elles ne pourront faire l'objet d'aucune question tant à l'écrit qu'à l'oral.

A. Le sang

Les *hématies* et l'hémoglobine, les *leucocytes*, les *thrombocytes*.

Le *plasma sanguin* : composition, caractères, rôles.

La *coagulation du sang*.

Les groupes sanguins fondamentaux chez l'homme.

B. La circulation sanguine

La *mécanique cardiaque* : cardiographie *interne* : électrocardiographie.

La *révolution cardiaque*.

L'*automatisme cardiaque* : mise en évidence et rôle du tissu nodal chez les mammifères.

Action des nerfs centrifuges sur le *rythme cardiaque*. Déclenchement par voie réflexe.

La *pression artérielle* : définition, régulation ; on étudiera à ce propos l'influence des facteurs vasculaires et cardiaques.

C. La respiration

La *mécanique respiratoire* : la ventilation pulmonaire.

Régulation des mouvements respiratoires.

Echanges gazeux au niveau des poumons et des tissus. Intensité des échanges et quotient respiratoire.

Transports des gaz respiratoires par le sang.

D. L'excrétion

L'*urine* : caractère et composition. Origine des principaux constituants. Comparaison avec le plasma sanguin.

E. Glandes endocrines et hormones

Fonctions de la *thyroïde* et du *pancréas* endocrine.

Structure et fonction de l'*hypophyse* (un seul exemple de stimuline : la thyrostimuline).

F. Un exemple de régulation

La régulation de la *glycémie* : notion d'*homéostasie*.

TRAVAUX PRATIQUES

1. *Histologie* :

Des tissus épithélial, conjonctif, cartilagineux et osseux ;

Du tissu sanguin ;

Des tissus musculaires lisses et striés ;

De la trachée et du poumon ;

Du foie, du pancréas, de la thyroïde et du rein.

2. *Démonstrations relatives à la circulation* :

(Cardiographie ou automatisme cardiaque).

A. Roches magmatiques

Etude d'une roche grenue, d'une roche microlitique et de leurs minéraux.
Principes de la classification minéralogique des roches magmatiques.
Modes de gisement et origine des roches magmatiques.

B. Roches sédimentaires et stratigraphie

a) Etude d'un exemple de roche calcaire, d'un exemple de roche argileuse, d'un exemple de roche siliceuse.

Origine des formations géologiques sédimentaires.

b) Fondements et méthodes de la stratigraphie :

Principe de superposition ; chronologie relative, principe de la chronologie absolue ; transgression, régression, cycle sédimentaire, continuité, discontinuité ou lacune, concordance, discordance ; faciès lithologique, faciès paléontologique ; reconstitutions paléogéographiques ;

Etude d'une carte géologique de bassin sédimentaire et d'une carte montrant une transgression.

C. Roches métamorphiques

Etude d'un exemple de métamorphisme de contact et d'un exemple de métamorphisme régional.

Les roches métamorphiques rencontrées dans ces deux exemples.

Les facteurs du métamorphisme.

D. Géologie structurale

Etude de deux cartes avec failles et plis. Les formes tectoniques élémentaires.

Liens entre paysage, nature des roches et tectonique.

E. Structure du globe terrestre

La structure du globe terrestre. Croûte continentale et croûte océanique.
La théorie des plaques.

DEUXIEME PARTIE : COMMENTAIRES

Le commentaire qui suit comporte des indications horaires calculées sur la base de 30 semaines en 1^{re} année et 25 en 2^e année, à raison de 9 h par semaine, dont une séance de T.P. de 3 h. Ce total se répartit de la façon suivante :

| DISCIPLINES | Total (heures) | Cours (heures) | Travaux pratiques | |
|--------------------------|----------------|----------------|-------------------|-----------|
| | | | (heures) | (séances) |
| Biologie cellulaire..... | 93 | 75 | 18 | 6 |
| Biologie végétale..... | 125 | 59 | 66 | 22 |
| Biologie animale..... | 151 | 97 | 54 | 18 |
| Géologie..... | 44 | 26 | 18 | 6 |
| Compositions..... | 18 | 18 | 0 | 0 |
| Excursions..... | 9 | 0 | 9 | 3 |
| TOTAL..... | 440 | 275 | 165 | 55 |

Cette répartition correspond aux horaires donnés dans le texte ci-après. Il s'agit, bien entendu, de chiffres indicatifs.

I. BIOCHIMIE ET BIOLOGIE CELLULAIRE

Le programme de biologie cellulaire des classes préparatoires aux grandes écoles se rapproche du programme de biologie du premier cycle des universités. L'étude de la structure et du fonctionnement des molécules constituant les organismes démontre la remarquable unité chimique du monde vivant masquée par la grande diversité morphologique ; en conséquence, il apparaît logique de commencer ce cours par des notions fondamentales de biochimie.

A. Biochimie

1. Les constituants chimiques des systèmes vivants (9 heures)

On insistera sur la structure des protéines et des acides nucléiques ; les informations concernant lipides et glucides devront être limitées à l'exposé de la structure et des propriétés essentielles de ces constituants.

2. Enzymologie (6 heures)

L'interprétation des relations entre la vitesse initiale des réactions enzymatiques et les concentrations en enzyme et substrat est approfondie ; elle

aboutit au calcul de la constante de Michaelis dont on fait ressortir la signification.

On étudiera le rôle des principaux types d'effecteurs : inhibiteurs, activateurs (activation par les ions en particulier) coenzymes, on se limitera à un ou deux exemples ; l'allostérie sera traitée à un niveau élémentaire en se limitant aux principes qualitatifs ; la seule théorie quantitative étudiée sera celle de l'inhibition compétitive.

3. Chimie de l'hérédité

a) Protéines et gènes (2 heures)

On soulignera l'intérêt des mutants auxotrophes pour l'établissement des voies métaboliques (au concours, d'éventuelles questions à ce sujet ne pourront être posées que sous forme d'exercices ne demandant aucune connaissance relative à une voie métabolique particulière). Le test de complémentation sera traité de préférence à l'aide d'exemples empruntés aux champignons.

b) Les acides nucléiques, support de l'information génétique

1. Mise en évidence (2 heures)

Transformation bactérienne et cycle viral (cycle lytique uniquement) ne seront pas envisagés pour eux-mêmes, mais en tant que moyens de mise en évidence de la nature du matériel héréditaire.

2. Réplication de l'A.D.N. (2 heures)

On soulignera le fait que la structure et le mécanisme de duplication du chromosome bactérien ne sont pas transposables de façon évidente au cas des eucaryotes.

3. La mutation (1 heure)

La mutation sera définie comme tout événement entraînant une altération de la séquence normale des bases. On ne cherchera pas à expliquer les modes d'action des différents mutagènes ; on se bornera à donner un exemple de mécanisme biochimique conduisant à la substitution d'une paire de bases ; on soulignera le fait que le seul effet des mutagènes est d'augmenter la probabilité des accidents.

c) L'expression de l'information génétique (5 heures)

La correspondance structurale entre A.D.N. et fibre polypeptidique conduit à la notion de code génétique. On montrera comment les rôles respectifs de l'A.D.N. messenger, des ribosomes et des A.R.N. de transfert ont été mis en évidence.

d) Régulation des mécanismes d'expression génétiques (2 heures)

Ce paragraphe sera traité à partir d'exemples à un niveau élémentaire ; en ce qui concerne l'induction et la répression, on se limitera aux systèmes de contrôle négatif.

4. Les grandes voies du métabolisme énergétique (7 heures)

Insister principalement sur les couplages énergétiques ; on n'indiquera que les grands traits du métabolisme en se limitant aux informations nécessaires à la compréhension des transferts d'énergie.

En ce qui concerne la photosynthèse, le mécanisme d'utilisation de l'énergie lumineuse ne sera abordé que très sommairement ; on montrera les rôles respectifs des chlorophylles et du ribulose 1,5 diphosphate ; sans faire l'analyse des réactions chimiques intermédiaires, on indiquera l'existence d'un cycle dont l'effet global est de fournir du glucose tout en régénérant le ribulose 1,5 diphosphate.

Au concours, il ne pourra être posé de questions que sur le rôle de ces processus, la description des réactions intermédiaires devant alors être fournie.

B. La cellule

1. L'organisation cellulaire (12 heures)

L'étude des échanges d'eau sera faite en travaux pratiques ; on insistera principalement sur la notion de transport-actif.

2. Le noyau et la division cellulaire (3 heures).

C. La reproduction sexuée et ses conséquences (24 heures)

L'exposé des conséquences génétiques de la méiose devra être illustré par des exemples numériques et faire l'objet de problèmes (ségrégation indépendante, liaison, carte factorielle, hérédité liée au sexe).

A propos de la ségrégation des gènes, on soulignera l'existence de 2 cas d'indépendance ; loci situés sur les chromosomes différents ou loci très éloignés sur le même chromosome. On insistera sur les conditions d'exactitude des distances génétiques déduites des pourcentages de recombinaison observés ; l'existence de l'interférence sera signalée, mais les calculs de coefficients de coïncidence sont hors programme.

La mise en évidence de la recombinaison intragénique et le test de recombinaison seront exposés à l'aide d'exemples empruntés aux champignons.

N.B. : 1) Il est recommandé de consacrer, pour tous les chapitres s'y prêtant et dans tous les cas où cela est possible, une partie des horaires indiqués à des résolutions d'exercices (enzymologie, chimie et hérédité, génétique méiotique) ou à des analyses de documents.

2) Au concours, pour toutes les questions impliquant l'exposé d'expériences, on ne pourra exiger que les principes expérimentaux.

II. BIOLOGIE VEGETALE

Le programme de biologie végétale poursuit deux objectifs essentiels :

Le premier est de familiariser concrètement l'élève avec la plante ; d'où l'importance des travaux pratiques, qui ne doivent pas être conçus comme une illustration faisant suite à un cours, mais, au contraire, comme le point de départ d'une réflexion.

Le second est d'utiliser le végétal, souvent plus simple et plus accessible que l'animal, pour montrer la réalité du fait écologique.

COURS

A. Appareil végétatif des angiospermes (10 heures)

L'horaire prévu est relativement réduit dans la mesure où l'étude de l'organisation de l'appareil végétatif sera faite essentiellement au cours des travaux pratiques, à partir desquels sera introduit le chapitre traitant de la croissance et du développement.

A propos de ce chapitre, on pourra montrer, à titre d'exemple, comment a évolué la pensée scientifique relativement à la question de l'auxine et comment se sont développées les techniques expérimentales. Les expériences mentionnées fourniront l'occasion d'une étude rigoureuse des conditions de l'expérimentation. En conclusion, on indiquera que l'existence de l'auxine ne résoud pas entièrement les problèmes posés et on évoquera de façon succincte les difficultés d'interprétation et les voies des recherches en cours afin d'éveiller la curiosité scientifique des candidats à propos de la physiologie végétale, dont la place est réduite dans le programme.

L'étude des tropismes illustrera le chapitre précédent en décrivant l'influence de certains facteurs externes sur la croissance.

B. La reproduction sexuée des angiospermes (2 heures)

Il s'agit d'indiquer comment se présente, sur les plans morphologique et anatomique, le passage de l'état végétatif à l'état sexué (l'aspect physiologique n'est pas au programme), puis d'étudier le rôle biologique de la fleur, enfin, après avoir analysé les transformations de la fleur en fruit et de l'ovule en graine, de préciser les modalités de la germination. Les études morphologiques seront faites pour l'essentiel en travaux pratiques avec un double objectif : d'une part mettre en relief le plan fondamental de constitution de la fleur et celui de la graine et, d'autre part, à l'aide d'un nombre réduit d'exemples, montrer la diversité des variations qui se modulent autour de ce plan fondamental, en indiquant d'un mot leur intérêt systématique.

C. Quelques grands groupes végétaux (31 heures)

1. Les thallophytes :

L'étude des exemples qui figurent au programme doit permettre d'illustrer de façon concrète quelques définitions nécessaires à une compréhension d'ensemble des thallophytes, tout en donnant les notions simples mais précises nécessaires à une étude comparée du groupe.

On n'omettra pas de faire remarquer, *en incidente*, que ces exemples ne sont qu'un échantillonnage incomplet et que la diversité des thallophytes est plus grande que celle que le programme permet effectivement de mettre en évidence.

On ne négligera pas de montrer l'apport de l'étude des thallophytes aux connaissances biologiques et physiologiques générales en discutant des conditions d'utilisation des thallophytes comme matériel expérimental.

L'étude *des modes de vie* des thallophytes illustrera en particulier les notions d'autotrophie et d'hétérotrophie et celles des conditions saprophytique, parasitaire ou symbiosique au cours de la vie du végétal.

En ce qui concerne les cycles de développement, on envisagera l'*alternance morphologique* de générations et l'*alternance cytologique* de phases (individus à N ou 2 N chromosomes). Les notions d'homothallisme et d'hétérothallisme seront spécialement mises en lumière lors de l'étude d'une pézize et d'un coprin.

2. Les archégoniates :

L'étude des principaux groupes (y compris le rappel des notions acquises en 1^{re} année relativement aux angiospermes) sera menée essentiellement en vue d'une étude comparative des cycles de développement des archégoniates destinée à retracer les grandes lignes de l'évolution de la reproduction dans ce groupe.

Ici encore l'étude morphologique des types qui figurent au programme sera basée sur les observations faites en travaux pratiques.

Il va de soi qu'en dehors des faits biologiques relatifs à la reproduction, il conviendra de mentionner quelques aspects de la biologie générale des types étudiés, particulièrement en ce qui concerne leurs rapports avec le milieu.

D. L'intégration trophique des végétaux dans la biosphère (6 heures)

Les besoins alimentaires des végétaux seront dégagés à partir de la comparaison des substances nutritives nécessaires à la croissance et au développement d'une plante verte et d'un champignon. Les cultures d'organes ou de tissus isolés permettront la mise en évidence des relations nutritionnelles existant au sein d'une plante ; la notion d'auxotrophie, définie en biologie cellulaire, sera illustrée à ce propos.

Les mécanismes biochimiques de la photosynthèse ayant été exposés en biologie cellulaire, on envisagera le phénomène au niveau d'un végétal, d'un ensemble de végétaux (terrestres ou marins) et de la biosphère. On étudiera les échanges gazeux et l'influence du milieu sur l'efficacité de cette fonction.

Du point de vue énergétique, on montrera l'importance de la photosynthèse (intégration d'énergie lumineuse) dans la biosphère, ce qui conduira à l'examen du cycle des composés carbonés.

En conclusion, on évoquera, dans une perspective écologique, l'influence des modes de nutrition sur la répartition des végétaux et les relations entre « producteurs » et « consommateurs » dans une population d'êtres vivants.

TRAVAUX PRATIQUES

La part faite aux travaux pratiques a été renforcée dans la mesure du possible afin que l'enseignement de biologie végétale repose sur des bases aussi concrètes que possible.

Bien que cet enseignement ne comporte pas de montages expérimentaux, il convient de rappeler que l'exposé d'expériences, lors des cours, devra faire l'objet dans tous les cas d'une analyse précise des conditions expérimentales et ne pas se limiter à l'exposé des résultats obtenus. Mieux vaut ne citer qu'un petit nombre d'expériences mais étudier très soigneusement les conditions de leur réalisation et la valeur des données qu'elles apportent.

Répartition proposée

Première année :

| | |
|---|---------------|
| Cytologie, histologie, morphologie des angiospermes | 6 séances |
| Fleurs..... | 3 séances |
| Graine..... | 1 séance |
| Fruits..... | 1 séance |
| Usage de la flore et dissections florales..... | 3 séances |
| Total..... | 14 séances |
| | de 3 h (42 h) |

Deuxième année :

| | |
|--|---------------|
| Thallophytes..... | 3 séances |
| Bryophytes..... | 1 séance |
| Ptéridophytes..... | 1 séance |
| Gymnospermes..... | 1 séance |
| Usage de la flore et dissections florales..... | 2 séances |
| Total | 8 séances |
| | de 3 h (24 h) |

Les candidats doivent pouvoir identifier aisément les différents tissus dans une coupe préparée à l'avance ou sur une photographie.

En ce qui concerne l'anatomie, on s'en tiendra à des notions très générales (différence des structures primaires des tiges et des racines, mais uniformisation des structures secondaires) ; les cas particuliers seront laissés de côté ; on ne mentionnera que la possible existence de phloème interne sans aucune intention de diagnose systématique.

Les études de fleurs et de semences seront le support concret de l'étude morphologique qui figure au programme.

L'initiation à l'usage d'une flore élémentaire des plantes supérieures se fera à partir de spécimens aussi complets que possible de plantes cultivées ou sauvages. L'étude devra comporter l'examen de l'ensemble des organes végétatifs et des organes reproducteurs.

Dans la mesure du possible on s'efforcera, au cours de chacune des séances, d'utiliser des plantes appartenant à des milieux différents ; ceux-ci seront ensuite examinés sur le terrain lors des excursions.

Par ailleurs les candidats seront invités, de la façon la plus pressante, à se servir de leur flore au cours des sorties sur le terrain qu'ils peuvent faire pendant leurs congés scolaires.

Il est précisé, à ce sujet, que les **19** séances prévues pour les travaux pratiques de biologie végétale ne comprennent pas les excursions (voir tableau de répartition générale des horaires).

III. BIOLOGIE ANIMALE ET ZOOLOGIE

Il ne s'agit pas de décrire en détail l'organisation des divers types retenus mais de montrer, des formes primitives aux plus évoluées, la complexité croissante des structures. Telle ou telle de ces particularités sera soulignée à propos de l'étude de chaque groupe. On soulignera par exemple la complexité des structures ou des processus de reproduction, la spécialisation des moyens de locomotion ou des régimes alimentaires en rapport avec la diversité des habitats et des modes de vie.

D'une façon générale, on consacra moins de temps à l'étude morphologique ou anatomique, qui relève surtout des T.P., qu'à l'étude de la biologie des groupes et des problèmes généraux qu'elle pose.

1. *Les protozoaires* (6 heures)

On évitera l'excès de détails dans la description des deux types choisis.

Le troisième alinéa doit permettre de montrer d'autres modes de vie que ceux de la paramécie et du plamodium en se limitant à un petit nombre d'exemples.

On présentera la notion d'acéolomates à partir d'exemples (spongiaires, cnidaires, plathelminthes...) (2 heures).

2. *Les annélides* (5 heures)

L'étude de la larve *trochophore* et de son développement doit permettre d'illustrer l'apparition du *coelome* et de la *métamérie*.

L'étude morphologique de la néreis et la dissection d'une annélide étant faites en T.P., le cours permettra d'insister sur la biologie.

3. *Les mollusques* (7 heures)

Il semble inutile de reprendre en cours l'étude descriptive faite aux Travaux pratiques sauf pour les organes qui ont un intérêt biologique et n'ont pu être observés (système nerveux et organes des sens, branchies et leur irrigation...).

4. *Les arthropodes* (15 heures)

Le chapitre des arthropodes ne concerne que les insectes sauf en ce qui concerne les caractères généraux.

Le second alinéa ne doit pas être seulement une étude descriptive et physiologique mais surtout une étude biologique (régimes et habitats des jeunes et des larves, diapause...).

5. *Les vertébrés* (35 heures)

Leur étude aura pour but de souligner les rapports entre l'anatomie et les modes de vie (adaptations à la vie aquatique et à la vie aérienne).

On pourra établir un lien entre l'étude des organes et celle de leurs fonctions (voir cours de physiologie animale).

L'appareil circulatoire lymphatique n'est pas au programme.

L'étude du développement embryonnaire de la grenouille sera appuyée sur la description de techniques et d'expériences.

On se bornera aux caractères fondamentaux des annexes embryonnaires des oiseaux sans étude particulière d'aucun exemple.

On ne s'attachera pas à souligner la diversité des types de placenta dans les différents groupes de mammifères.

TRAVAUX PRATIQUES

Les manipulations précédées du signe \$ ne peuvent faire l'objet d'épreuves pratiques ou d'application lors des concours.

Première année. - 10 séances pour l'étude des invertébrés :

Protozoaires : 2 séances ;

Annélides : 1 séance ;

insectes : 3 séances ;
Arthropodes : 4 séances ;

Deuxième année.- 8 séances.

A. Anatomie comparée des vertébrés : 5 séances :

Denture : 1 séance,
Ceintures et membres : 1 séance,
Dissection d'un mammifère : 1 séance,
Dissection d'un poisson : 1 séance,
Dissection d'un amphibien : 1 séance.

B. Physiologie animale : 3 séances.

IV. PHYSIOLOGIE ANIMALE

1. Sang (4 heures)

Dans la coagulation du sang, on se bornera à l'étude simplifiée des principaux facteurs intervenant dans son mécanisme.

On se limitera aux groupes sanguins du système A B O (le facteur Rhésus n'est pas au programme).

2. La circulation sanguine (7 heures)

La cardiographie externe n'est pas au programme.

En ce qui concerne l'électrocardiographie on s'interdira tout développement sur l'interprétation des électrocardiogrammes.

On donnera les valeurs classiques de la pression artérielle et leurs variations, mais les instruments de mesure ne sont pas au programme.

3. La respiration (6 heures)

La nomenclature des muscles respiratoires n'est pas au programme.

Ni les méthodes, ni les appareils de mesure de l'intensité respiratoire ne sont au programme.

Les termes d'effet Bohr, d'effet Haldane, de phénomène Hamburger ne seront pas utilisés.

4. L'excrétion (2 heures)

Les mécanismes de la formation de l'urine ne sont pas au programme.

La comparaison entre plasma et urine permettra de dégager les rôles de l'excrétion urinaire.

5. Glandes endocrines et hormones (6 heures)

6. Un exemple de régulation (2 heures)

Cf. commentaires de biologie animale et zoologie.

V. GEOLOGIE

Le programme de géologie doit permettre de conserver à l'étude des parties traitées un niveau comparable à celui atteint dans l'étude des autres disciplines.

L'acquis correspondant aux chapitres conservés doit suffire pour apporter aux candidats l'essentiel des méthodes et des attitudes caractéristiques de la géologie, et, en même temps, les connaissances nécessaires pour pouvoir assimiler ultérieurement au besoin par eux-mêmes, les résultats des disciplines géologiques non abordées.

Les travaux pratiques seront consacrés à l'examen des roches étudiées et à l'étude de cartes géologiques, avec établissement de coupes géologiques. Ils seront étroitement associés au cours : il n'y a pas de répartition impérative entre cours et travaux pratiques ; le professeur concevra une progression aussi cohérente que possible.

A. Roches magmatiques

Les notions de minéralogie seront limitées aux caractères macroscopiques des minéraux rencontrés dans les deux exemples de roches étudiés (densité, dureté, clivage).

On se limitera aux grandes lignes d'une classification minéralogique, sans étude des minéraux non précédemment rencontrés.

B. Roches sédimentaires et stratigraphie

a) L'étude des roches sédimentaires choisies et de leurs gisements visera essentiellement à mettre en place les différents processus présidant à leur genèse.

b) L'initiation à la lecture des cartes géologiques permettra de donner un support concret à la présentation des notions générales de stratigraphie. Celles-ci seront ainsi données à partir d'exemples empruntés à l'histoire géologique de la France dont quelques-uns des très grands traits pourront ainsi être mis en place.

L'étude des cartes géologiques permettra de préciser certains de ces épisodes. Ces cartes seront replacées dans leur région à l'aide de la carte au millionième. L'établissement de coupes géologiques sera considéré non pas comme un but en soi, mais comme un moyen de comprendre l'ensemble de la carte et la succession des phénomènes qu'elle décrit.

En ce qui concerne la chronologie absolue, on se contentera de donner le principe des techniques géochronologiques chimiques (isotopes radioactifs) en envisageant seulement deux exemples, l'un permettant la datation de formations récentes, l'autre convenant pour des formations anciennes.

C. Roches métamorphiques

Les formations métamorphiques étudiées seront situées sur les cartes correspondantes. On se limitera aux roches métamorphiques rencontrées dans l'étude des exemples choisis, sans étude détaillée des minéraux les constituant.

D. Géologie structurale

L'initiation à la lecture des cartes géologiques doit permettre la reconnaissance sur celles-ci des formes tectoniques élémentaires. On se limitera aux failles et aux plis.

E. Structure du globe terrestre

Les données essentielles de la gravimétrie, de la sismologie, du paléomagnétisme, seront utilisées pour établir un modèle simple de la structure du globe terrestre. L'exposé des grands traits de la théorie des plaques montrera comment celle-ci permet, dans une large synthèse, d'intégrer les divers phénomènes géologiques rencontrés.

Ce chapitre ne peut, à lui seul, faire l'objet d'une interrogation.

MATHEMATIQUES

PREMIERE ANNEE

I. COMPLEMENTS ET REVISIONS D'ALGEBRE ET GEOMETRIE

1. En vue de la statistique et des probabilités : ensemble des parties d'un ensemble ; applications d'un ensemble fini dans un ensemble fini ; cas des applications injectives, leur dénombrement.

Parties à p éléments d'un ensemble fini ; leur dénombrement ; formule du binôme.

2. Vecteurs d'un plan vectoriel rapporté à une base. Condition pour que deux vecteurs donnés par leurs coordonnées soient indépendants.

Equation d'une droite d'un plan affine rapporté à un repère cartésien ; étude d'équations et d'inéquations du premier degré à deux inconnues ; système de deux équations du premier degré à deux inconnues.

Barycentres.

Produit scalaire dans le plan euclidien ; applications géométriques. Dans l'espace de dimension trois, produit scalaire et norme euclidienne. Produit vectoriel (on admettra toutes ses propriétés).

3. Rappels sur les fonctions trigonométriques. Coordonnées polaires.

4. Fonctions polynomiales ; fonctions rationnelles.

Nombres complexes ; forme algébrique ; forme trigonométrique.

II. ALGEBRE LINEAIRE

1. Espaces vectoriels et applications linéaires

a) Définition et exemples d'espaces vectoriels. Famille libre ; générateurs. Applications linéaires ; image, noyau. Endomorphismes.

b) Pour les espaces ayant un nombre fini de générateurs : bases ; dimension ; sous-espaces vectoriels supplémentaires ; rang d'une application linéaire.

2. Matrices

Matrice d'une application linéaire d'un espace vectoriel E dans un

espace vectoriel F , E et F étant, chacun, rapporté à une base ; rang d'une matrice. Opérations sur les matrices.

Algèbre des matrices carrées d'ordre n . Matrices de changement de base.

3. Equations linéaires

Définition ; rang du système ; système de Cramer.

Résolution de systèmes numériques ; application au calcul de l'inverse d'une matrice carrée régulière.

III. CALCUL DIFFERENTIEL

1. Inventaire (sans démonstration) des propriétés de \mathbb{R} : c'est un corps commutatif ordonné ; toute partie non vide majorée admet un plus petit majorant (borne supérieure) ; tout intervalle de \mathbb{R} contenant plus d'un point contient un nombre rationnel.

2. Fonctions numériques d'une variable réelle, continuité

Continuité « en un point » ; continuité sur un intervalle ; somme, produit, quotient de fonctions continues ; continuité de la fonction composée de deux fonctions continues (sans démonstration).

On admettra sans démonstration le théorème suivant : « Si une fonction est continue sur un intervalle, l'image, par la fonction, de cet intervalle est un intervalle ». Application à une fonction continue et strictement monotone sur un intervalle ; existence de la fonction réciproque ; monotonie et continuité de cette fonction réciproque (on admettra la continuité).

3. Fonctions numériques d'une variable réelle, limites

Limite d'une fonction lorsque la variable réelle tend vers un nombre réel donné, tend vers $+\infty$ ou vers $-\infty$. Unicité.

Cas particulier des suites.

Limite d'une somme, d'un produit, d'un quotient (sans démonstrations).

Exercices de recherche de limites (on pourra, à cette occasion et sur des exemples, introduire des développements limités très simples).

4. Fonctions numériques d'une variable réelle ; dérivation

Fonction linéaire tangente en un point à une fonction donnée ; notation différentielle ; dérivée en un point.

Fonction dérivée ; dérivée d'une somme, d'un produit, d'un quotient de fonctions dérivables. Interprétation géométrique de la dérivée (repère cartésien) ; équation de la tangente. Définition des dérivées successives.

Dérivée en un point de la composée de deux fonctions dérivables.

Dérivée en un point de la réciproque d'une fonction dérivable et strictement monotone.

On admettra sans démonstration, que si une fonction numérique est dérivable sur un intervalle et si sa dérivée est positive ou nulle, elle est croissante au sens large sur cet intervalle.

Comparaison de deux fonctions ayant même fonction dérivée sur un intervalle.

Etude du sens de variation d'une fonction dérivable à l'aide de sa dérivée.
Représentation graphique.

5. Fonctions vectorielles d'une variable réelle

Application d'une partie de \mathbb{R} dans un espace euclidien de dimension finie. Continuité en un point ; limite.

Dérivée en un point ; si l'espace vectoriel est rapporté à une base, coordonnées, dans cette base, de la dérivée ; fonction dérivée.

Dérivée d'une somme de fonctions vectorielles dérivables, du produit d'une fonction vectorielle dérivable par une fonction numérique dérivable ; dérivée du produit scalaire de deux fonctions vectorielles dérivables.

Application à la recherche de tangentes ; exemples.

6. Exercices de constructions de courbes données paramétriquement (on ne s'attardera pas sur les points singuliers).

IV. CALCUL INTEGRAL

1. Définition des sommes de Riemann d'une fonction numérique de variable réelle sur un intervalle fermé borné. Existence de l'intégrale pour une fonction monotone ; notation $\int_a^b f(t) dt$; premières propriétés. On admettra que ces propriétés s'étendent à des fonctions continues ou monotones par morceaux.

Moyenne d'une telle fonction sur un intervalle fermé borné. Lien avec la dérivation en des points où la fonction est continue.

Primitives ; ensemble des primitives ; égalité $\int_a^b f(t) dt = F(b) - F(a)$.

f étant continue sur $[a, b]$ et admettant F pour primitive.

Calcul des primitives ; intégration par parties.

2. On énoncera, sans démonstration, les propriétés des aires dont l'existence est admise ici (additivité, unité d'aire...).

Application du calcul intégral à l'évaluation de l'aire de la partie de $\mathbb{R} \times \mathbb{R}$ définie par $a \leq x \leq b$ $0 \leq y \leq f(x)$, f étant une fonction positive, monotone par morceaux, puis une fonction positive continue.

Extension à $b < a$ et à une fonction négative.

3. Applications physiques : intensité et quantité d'électricité, puissance et énergie...

Valeur efficace d'un phénomène périodique.

4. Définition et calculs d'intégrales doubles.

V. EXEMPLES DE FONCTIONS D'UNE VARIABLE REELLE

1. Fonctions $x \rightarrow x^n$ ($n \in \mathbb{Z}$) ; dérivées, primitives.
2. Fonctions $x \rightarrow x^r$ ($r \in \mathbb{Q}$; $x > 0$) ; dérivées, primitives.
3. Suites arithmétiques et géométriques. Somme des n premiers termes.
4. Fonctions circulaires ; dérivées et primitives.
5. Fonction logarithme népérien (notation Log) : $\text{Log } x = \int_1^x \frac{dt}{t}$; ($x > 0$)

Limite, quand la variable positive x tend vers l'infini de $\text{Log } x$ et de $\frac{\text{Log } x}{x}$. Limite, quand x tend vers zéro, de $x \text{Log } x$. Représentation graphique.

6. Fonction exponentielle (notation exp).
Propriétés ; dérivées ; représentation graphique ; nombre e ; Notation e^x
limite de $\frac{e^x}{x}$ quand x tend vers $+\infty$.

7. Autres fonctions logarithmiques et exponentielles. Relations entre les fonctions exponentielles et logarithmiques de base a et celles de base e . Usage de la règle à calculs.

Notation e^{x+iy} pour désigner $e^x (\cos y + i \sin y)$; dérivée de la fonction $x \rightarrow e^{rx}$, r désignant une constante complexe,

8. Recherche des fonctions numériques, une ou deux fois dérivables vérifiant les relations :

- a) $y' = ay$, a étant une constante réelle ;
- b) $ay'' + by' + cy = 0$, a, b, c , étant trois constantes réelles avec $a \neq 0$. (On admettra que les solutions forment un espace vectoriel réel de dimension deux) ;
- c) $ay'' + by' + cy = f(x)$, f étant un polynôme, ou une exponentielle, ou un polynôme trigonométrique.

9. Usage de tables. Pratique de l'interpolation linéaire.

VI. STATISTIQUE ET PROBABILITES

1. Eléments de statistique descriptive.

Présentation de résultats expérimentaux.

Nombre de répétitions et fréquence d'un résultat.

Histogramme des fréquences cumulées dans le cas de résultats totalement ordonnés.

Valeurs caractéristiques dans le cas de résultats réels ; moyenne, médiane, mode, variance, étendue.

2. Modèle mathématique associé à une épreuve.

Notion d'épreuve : ensemble Ω des résultats de l'épreuve (cet ensemble sera toujours supposé fini).

Définition des événements comme sous-ensembles de l'ensemble Ω ; événements élémentaires (sous-ensembles contenant un seul élément de Ω).
Interprétation des relations et opérations classiques sur les ensembles (inclusion, complémentaire, union et intersection).

Système complet d'événements.

3. Loi de probabilité sur un ensemble fini.

Définition d'une loi de probabilité par la donnée des probabilités des événements élémentaires ; théorème des probabilités totales. Cas particuliers d'événements élémentaires équiprobables.

Définition et interprétation de la probabilité conditionnelle ; formule des probabilités composées ; indépendance des deux événements et de deux systèmes complets d'événements.

Echantillonnage équiprobable avec et sans répétitions dans une population finie ; loi binomiale et loi hypergéométrique.

DEUXIEME ANNEE

NOTA.- Le programme ci-dessous est à la fois le programme de seconde année et la liste des connaissances sur lesquelles porteront les épreuves des concours. Le professeur de mathématiques est libre du mode de présentation des différentes questions, en particulier de l'ordre qu'il adopte.

I. NOMBRES COMPLEXES. FONCTIONS POLYNOMIALES ET RATIONNELLES

Etude du corps C des nombres complexes écrits sous la forme $a + bi$.
Forme trigonométrique ; notation e^{ix} .

Fonctions polynomiales à coefficients dans C : divisions suivant les puissances croissantes et suivant les puissances décroissantes ; énoncé du théorème de d'Alembert ; factorisation.

Fonctions rationnelles à coefficients dans C : partie entière et décomposition en éléments simples de première espèce.

II. CALCUL DIFFERENTIEL

1. Fonctions numériques d'une variable réelle :

Continuité, limites : différentielle et dérivée.

Théorème des accroissements finis ; formule de Taylor-Lagrange.

Formule de Taylor-Young ; développements limités,

Construction de la représentation graphique d'une fonction : tangente, concavité, branches infinies.

Fonctions usuelles.

2. Fonctions d'une variable réelle à valeurs dans \mathbb{R}^n ou \mathbb{C} . Continuité, dérivabilité, formule de Taylor-Young.

3. Fonctions numériques de plusieurs variables réelles :

Continuité, différentielle, dérivées partielles.

Définition des dérivées d'ordre supérieur (on admettra l'interversion des dérivations).

III. CALCUL INTEGRAL

1. Intégrale simple :

Forme linéaire positive sur l'espace vectoriel (a, b) des fonctions continues sur l'intervalle fermé borné $[a, b]$; inégalité de Schwarz.

Intégrale de Riemann ; différence des valeurs d'une primitive en a et b ; valeur approchée par la méthode des trapèzes ; changement de variables et intégration par parties. Relation de Chasles.

Définition de l'intégrale de Riemann d'une fonction continue sauf en un nombre fini de points. Exercices simples de calculs d'intégrales : fractions rationnelles, fonctions rationnelles de e^x ou e^{ix} , fonction du type $x^n e^{(a+ib)x}$.

Exemples d'intégrales par rapport à une mesure à support fini.

2. Définition de l'intégrale d'une fonction continue sur un intervalle ouvert (seulement dans le cas de la convergence absolue).

3. Calcul des intégrales doubles en coordonnées cartésiennes ; intégrale transformée par un passage en coordonnées polaires.

4. Equations différentielles :

Equation du premier ordre à variables séparées.

Résultats généraux sur les équations linéaires ; étude :

Des équations linéaires d'ordre un ;

Des équations linéaires d'ordre deux à coefficients constants ;

De systèmes d'équations linéaires à coefficients constants.

IV. SERIES

1. Séries à termes positifs ; séries absolument convergentes ; commutativité et associativité généralisées (sans démonstration).

2. Séries entières :

Disques de convergence ; déviation terme à terme dans le disque de convergence (sans démonstration).

Développements de Taylor-Lagrange : e^x , $\cos x$, $\sin x$, $\frac{1}{1-x}$, fractions rationnelles.

Développement de $(1+x)^x$.

V. ALGÈBRE LINÉAIRE

1. Espaces vectoriels et applications linéaires :

a) Définition et exemples d'espaces vectoriels.

Familles libres ; générateurs.

Applications linéaires ; image ; noyau.

b) Pour les espaces ayant un nombre fini de générateurs : bases ; dimensions ; sous-espaces vectoriels supplémentaires ; rang d'une application linéaire.

2. Matrices :

Matrice d'une application linéaire ; rang d'une matrice.

Opérations sur les matrices.

Algèbre des matrices carrées d'ordre n .

Matrice de changement de base ; matrices carrées semblables.

3. Système d'équations affines :

Définition ; rang d'un système ; système de Cramer.

Résolution de systèmes numériques d'équations affines ; calcul de l'inverse d'une matrice carrée régulière.

4. Endomorphisme d'un espace vectoriel de dimension finie :

Valeurs propres ; vecteurs propres associés ; indépendance de vecteurs propres associés à des valeurs propres distinctes.

Extension de ces résultats aux matrices carrées d'ordre n : réduction à la forme diagonale d'une matrice ayant n valeurs propres distinctes.

VI. PROBABILITES

1. Définitions et théorèmes généraux :

Epreuve, ensemble Ω des résultats de l'épreuve, identification de l'ensemble des événements à $\mathcal{F}(\Omega)$.

Construction d'une loi de probabilité sur un ensemble Ω , dans le cas où Ω est fini ou dénombrable ; axiomatique générale.

Probabilité conditionnelle ; formule des probabilités composées ; théorème de Bayes.

Événements indépendants.

2. Variables aléatoires discrètes :

Loi d'une aléatoire discrète à valeurs dans \mathbb{R} ; espérance, variance.

Loi binomiale, loi hypergéométrique, loi de Poisson.

Loi d'une aléatoire discrète à valeurs dans \mathbb{R}^n ; lois marginales ; lois conditionnelles.

Indépendance de n aléatoires discrètes.

Somme de deux variables aléatoires à valeurs entières positives ; application à deux aléatoires de Poisson indépendantes.

3. variables à valeurs dans \mathbb{R}^n .

a) Variables aléatoires réelles.

Fonction de répartition d'une aléatoire réelle.

Loi définie par une densité ; espérance, variance.

Loi uniforme, loi normale, loi Γ .

b) Variables aléatoires à valeurs dans \mathbb{R}^2 dont la loi est définie par une densité.

Densités marginales et densités conditionnelles.

Indépendance de deux aléatoires réelles.

Loi normale d'un couple (X, Y) d'aléatoires réelles (loi conditionnelle, lois marginales, lois d'une combinaison linéaire de X et Y).

c) Variables aléatoires à valeurs dans \mathbb{R}^n dont la loi est définie par une densité.

Indépendance de n aléatoires réelles.

Loi de la somme de deux aléatoires réelles ayant une loi conjointe normale, de n aléatoires réelles normales indépendantes.

Loi de la somme des carrés d'aléatoires normales réduites indépendantes ; loi de χ^2 .

4. Moments d'une aléatoire réelle ou d'un couple d'aléatoires réelles :

Espérance d'une aléatoire réelle et d'une fonction donnée d'une aléatoire réelle ; espérance de la somme d'aléatoires réelles, du produit d'aléatoires réelles indépendantes.

Variance ; covariance ; variance de la somme de variables aléatoires réelles.

Inégalité de Bienaymé-Tchebicheff.

Coefficient de corrélation linéaire ; cas particulier d'un couple d'aléatoires réelles ayant une loi normale.

5. Lois limites :

Loi faible des grands nombres.

Convergence de la loi hypergéométrique vers la loi binomiale et de la loi binomiale vers la loi de Poisson.

Convergence de la loi binomiale vers la loi normale (sans démonstration).

**Les publications de l'É.N.P.-M.
sont diffusées par les services de vente des
CENTRES RÉGIONAUX DE DOCUMENTATION PÉDAGOGIQUE
et des
Centres départementaux et locaux de documentation pédagogique**

| | |
|----------------------------------|---|
| AIX-MARSEILLE | 55,57, rue Sylvabelle, 13291 Marseille Cedex 2. Tél.: (91) 37-72-29 |
| Avignon | 8, rue Frédéric-Mistral, 84000 Avignon. Tél.: (90) 86-49-12 |
| Digne | Collège Maria-Borrelly, 5, place des Cordeliers, 04000 Digne. Tél.: (92) 31-05-87 |
| Gap | 14, avenue Maréchal-Foch, 05000 Gap. Tél.: (92) 51-36-84 |
| Saint-Denis de la Réunion | 10, rue Jean-Chatel, 97489 Saint-Denis de la Réunion. Tél.: (10) 21-35-97 |
| AMIENS | 45, rue Saint-Leu, 1, rue Baudelocque, B.P. 348 G, 80026 Amiens Cedex. Tél.: (22) 92-07-08 |
| Beauvais | 22, avenue Victor-Hugo, B.P. 321, 60030 Beauvais Cedex. Tél.: (4) 44-25-30 |
| Lez | Ecole normale, avenue de la République, 02000 Lez. Tél.: (23) 23-25-02 |
| ARTILLES-GUYANE | |
| FORT-DE-FRANCE | Ecole normale, B.P. 677, 97282 Fort-de-France. Tél.: (19-33-13) 71-85-86 |
| Cayenne | Boulevard de la République, B.P. 752, 97305 Cayenne. Tél.: (19-33-13) 31-24-90 |
| Fort-de-France | Ecole normale mixte de la Martinique, Pointe des Nègres, route du Phare, B.P. 529, 97206 Fort-de-France Cedex. Tél.: (19-33-13) 71-44-04 et 72-25-98 |
| Pointe-à-Pître | Cité scolaire de Baimbridge, B.P. 378, 97162 Pointe-à-Pître. Tél.: (19-33-13) 82-09-56 |
| BESANCON | 11 rue de la Convention, B.P. 1153, 25003 Besançon Cedex. Tél.: (81) 83-41-33 |
| Lons-le-Saunier | 2, rue Georges-Trouillot, Ecole normale, B.P. 324, 39015 Lons-le-Saunier. Tél.: (84) 24-26-25 |
| BORDEAUX | 75, cours d'Alsace-Lorraine, 33075 Bordeaux Cedex. Tél.: (56) 44-12-92 |
| Agen | 156, avenue Jean-Jaurès, 47000 Agen. Tél.: (58) 68-65-86 |
| Mont-de-Marsan | Ecole du Peyrouat, B.P. 401, 40012 Mont-de-Marsan. Tél.: (58) 75-43-11 |
| Pau | 3, avenue Niot, B.P. 299, 64016 Pau Cedex. Tél.: (59) 30-23-18 |
| Périgueux | Ecole normale mixte, 39, rue Paul-Mazy, 24000 Périgueux. Tél.: (53) 08-11-63 |
| CREEN | 21, rue du Moulin-au-Roy, 14034 Caen Cedex. Tél.: (31) 93-08-60 |
| Alençon | Cité administrative, place Bonet, 61013 Alençon. Tél.: (43) 26-86-80 (poste 314) |
| Saint-Lô | Ecole Jules-Ferry, rue des 2 ^{es} et 3 ^{es} divisions, 50000 Saint-Lô. Tél.: (33) 57-52-34 |
| CLERMONT-FERRAND | 15, rue d'Ambroise, 63037 Clermont-Ferrand Cedex. Tél.: (73) 92-41-91 |
| Aurillac | 100, rue de l'Égalité, 15000 Aurillac. Tél.: (71) 48-60-26 |
| Le Puy | 2, rue Mouton-Duvernert, B.P. 132, 43012 Le Puy Cedex. Tél.: (72) 09-26-82 |
| Moulins | 2, rue Pape-Carpentier, 03000 Moulins. Tél.: (70) 44-05-91 |
| Montluçon | (C.L.D.P.), 29, avenue Jules-Ferry, 03100 Montluçon. Tél.: (70) 05-14-25 |
| CORSE | 8, cours Général-Leclerc, B.P. 836, 20192 Ajaccio Cedex. Tél.: (95) 21-70-68 |
| Bastia | Collège Giraud, 11, boulevard Giraud, 20200 Bastia. Tél.: (95) 31-17-92 |
| CRÉTEIL | Collège Louis-Issaurat, quartier du Palais, 94000 Créteil. Tél.: (1) 207-86-35 |
| DIJON | Campus universitaire de Montmuzard, boulevard Gabriel, B.P. 490, 21013 Dijon Cedex. Tél.: (80) 65-46-34 |
| Mâcon | Maison de l'Éducation, 22, rue de l'Héritain, 71000 Mâcon. Tél.: (85) 39-71-77 |
| Nevers | 1 bis, rue Charles-Roy, 58000 Nevers. Tél.: (86) 61-65-90 |
| Auxerre | Ecole normale d'instituteurs, 25, avenue Pasteur, 89000 Auxerre. Tél.: (86) 52-57-14 |
| GRENOBLE | 11, avenue du Général-Champoin, 38031 Grenoble Cedex. Tél.: (78) 87-77-61 |
| Anncy | 84, avenue de France, 74000 Anncy. Tél.: (50) 23-79-36 |
| Chambéry | 289, rue Marcoz, 73018 Chambéry Cedex. Tél.: (79) 34-11-40 |
| Privas | Rue de la Recluse, B.P. 713, 07007 Privas Cedex. Tél.: (75) 54-04-15 |
| Valence | 36, avenue de l'École normale, B.P. 21-10, 26021 Valence Cedex. Tél.: (75) 44-55-85 |
| LILLE | 3, rue Jean-Bart, B.P. 3399, 59018 Lille Cedex. Tél.: (20) 57-78-02 |
| Arras | 39, rue aux Ours, 62022 Arras. Tél. (21) 21-60-10 |
| Dunkerque | (C.L.D.P.), Groupe scolaire Kléber, boulevard du 8 mai 1945, 59240 Dunkerque. Tél.: (20) 69-38-72 |
| Valenciennes | (C.L.D.P.), 6 rue Jehan-de-Liège, 59326 Valenciennes Cedex. Tél.: (20) 30-08-70 |
| LIMOGES | 23, avenue Alexis-Carrel, 87036 Limoges. Tél.: (55) 01-32-50 |
| Tulle | Rue Sylvain-Combes, B.P. 214, 19012 Tulle Cedex. Tél.: (55) 26-32-88 |
| Bourg-en-Bresse | 47-49, rue Philippe-de-Lassalle, 69316 Lyon Cedex 1. Tél.: (78) 29-97-75 |
| LYON | 6, rue Jules-Ferry, 01000 Bourg-en-Bresse. Tél.: (74) 21-31-36 |
| Saint-Etienne | 16, rue Marcellin-Albarot, 42000 Saint-Etienne. Tél.: (77) 25-20-91 |
| MONTPELLIER | Allée de la Citadelle, 34054 Montpellier Cedex. Tél.: (67) 72-25-30 |
| Carcassonne | 55, avenue du Docteur-Henri-Gout, 11012 Carcassonne. Tél.: (68) 47-05-02 |
| Mende | Avenue du Père-Coudrin, 48005 Mende. Tél.: (66) 65-10-32 |
| Nîmes | 10, Grand'Rue, 30000 Nîmes. Tél.: (66) 67-85-19 |
| Pérpignan | Place Jean-Moulin, 66020 Perpignan Cedex. Tél.: (68) 50-76-80 |
| NANCY | 99, rue de Metz, 54000 Nancy. Tél.: (28) 35-07-79 |
| Epinal | Rue de l'École-normale 88025 Epinal Cedex. Tél.: (29) 35-06-42 |
| NANTES | Chemin de l'Herbergement, B.P. 1001, 44036 Nantes Cedex. Tél.: (40) 74-85-19, 74-85-20 et 74-85-21 |
| Angers | 14, rue de la Juiverie, 49000 Angers. Tél.: (41) 66-91-31 et 66-99-82 |
| Laval | 25, rue de Mailladerie, 53000 Laval. Tél.: (43) 90-26-08 |
| Le Mans | 31, rue des Maillets, 72000 Le Mans. Tél.: (43) 85-43-70 |
| NICE | 117, rue de France, B.P. 227, 06001 Nice Cedex. Tél.: (93) 87-63-30 |
| ORLÉANS-TOURS | 55, rue Notre-Dame-de-la-Rocourance, B.P. 2219, 45012 Orléans Cedex. Tél.: (38) 62-23-90 |
| Bourges | 9, rue Edgar-Brandy, 18000 Bourges. Tél.: (36) 24-54-91 |
| Chartres | 1, rue du 14-Juillet, 28000 Chartres. Tél.: (37) 21-69-88 |
| Tours | 1, rue Gutenberg, 37000 Tours. Tél.: (47) 05-42-94 |
| PARIS | 37-39 rue Jacob, 75006 Paris. Tél.: (1) 260-37-01 |
| | Pour toutes commandes, SEVPEN: 13, rue du Four, 75006 Paris. Tél.: (1) 634-54-80 |
| POITIERS | 6, rue Sainte-Catherine, 86034 Poitiers. Tél.: (49) 41-34-83 |
| Angoulême | 1, rue Vauban, 16017 Angoulême Cedex. Tél.: (45) 92-16-60 |
| La Rochelle | Rue de Jéricho prolongée, 17028 La Rochelle Cedex. Tél.: (46) 34-13-82 et 34-04-05 |
| Niort | 47, rue Camille-Desmoulins, 79009 Niort Cedex. Tél.: (49) 24-82-85 |
| REIMS | 47, rue Simon, P.P. 367, 51063 Reims Cedex. Tél.: (26) 47-94-25 |
| Châlons-sur-Marne | Rue Calmette (école H. Dunant), 51000 Châlons-sur-Marne. Tél.: (26) 64-62-96 |
| Charleville-Mézières | 18, rue Voltaire, B.P. 427, 08109 Charleville-Mézières. Tél.: (24) 57-51-58 et 57-41-76 |
| Chaumont | Ecole Rottiers, 20, rue Hauser, 52000 Chaumont. Tél.: (25) 03-12-85 |
| Troyes | Adresse postale: Inspection académique de l'Aube, services pédagogiques, 10025 Troyes Cedex Implantation: École Michelet, 10, rue Saint-Martin-ès-Aires, 10000 Troyes. Tél.: (25) 72-28-00 |
| RENNES | 92, rue d'Antrain, B.P. 158, 35003 Rennes Cedex. Tél.: (99) 36-05-76 et 36-10-15 |
| Brest | 108, rue Jean-Jaurès, 29283 Brest Cedex. Tél.: (98) 80-42-11 |
| Quimper | 2, place de La-Tour-d'Auvergne, 29000 Quimper. Tél.: (98) 95-26-05 |
| Saint-Brieuc | 30, rue de Brizeux, 22000 Saint-Brieuc. Tél.: (96) 33-60-04 |
| Vannes | 6, avenue de Latre-de-Tassigny, B.P. 1110, 56008 Vannes. Tél.: (97) 54-27-20 |
| ROUEN | Adresse postale: 3038 X, 76041 Rouen Cedex Implantation: 2, rue du Docteur-Fleury, 76130 Mont-Saint-Aignan. Tél.: (35) 74-16-85 |
| Rouen | (C.D.P. de la Seine-Maritime), 2, rue du Docteur-Fleury, 76130 Mont-Saint-Aignan. Tél.: (35) 74-16-85 |
| Evreux | 43, rue Saint-Germain, 27000 Evreux. Tél.: (32) 39-00-91 |
| STRASBOURG | 5, quai Zorn, B.P. 279-R7, 67007 Strasbourg Cedex. Tél.: (88) 35-46-13, 35-46-14 et 35-46-15 |
| Colmar | Ecole normale, 12, rue Messimy, 68025 Colmar. Tél.: (89) 23-30-51 |
| TOULOUSE | 3, rue Roquelaine, 31059 Toulouse Cedex. Tél.: (61) 62-54-54 |
| Albi | 3, rue du Général-Giraud, 81013 Albi Cedex. Tél.: (63) 54-26-97 |
| Auch | Centre administratif, rue Boissy-d'Anglas, 32007 Auch Cedex. Tél.: (62) 05-24-89 (postes 535 et 536) |
| Cahors | Cité Bessières, rue de la Barre, 46010 Cahors Cedex. Tél.: (65) 35-16-87 |
| Foix | 31 bis, avenue du Général-de-Gaulle, 09008 Foix Cedex. Tél.: (61) 65-08-48 |
| Montauban | 65, avenue de Beausoleil, B.P. 151, 82013 Montauban Cedex. Tél.: (63) 03-51-18 |
| Rodez | Ecole normale d'instituteurs, 12, rue Sarrus, 12000 Rodez. Tél.: (65) 69-13-33 |
| Tarbes | 5, rue Georges-Magnac, B.P. 205, 65013 Tarbes Cedex. Tél.: (62) 93-07-18 |
| VERSAILLES | 41, rue du Route, 92200 Neuilly-sur-Seine. Tél.: (1) 745-53-53 |
| Evry | 110, Agora, 91000 Evry. Tél.: (1) 877-83-50 |

brochure n° 6088



CADD