



# Programmes des épreuves des concours externes de recrutement des personnels techniques de recherche et de formation

## BAP B – Sciences chimiques et Sciences des matériaux

### B2 RECRUTEMENT DES TECHNICIENS DE RECHERCHE ET DE FORMATION DE CLASSE SUPÉRIEURE

#### B2.1 Technicien-ne en chimie et sciences physiques de classe supérieure [B4X41]

Dans l'exercice de son métier en EPLE ou dans un établissement d'enseignement supérieur, le technicien déploie des compétences scientifiques et techniques, des compétences organisationnelles et sociales, des compétences d'autonomie et de communication. Ces compétences sont décrites dans le répertoire des métiers de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche consultable sur le site du ministère (code fiche ESR08).

La teneur des compétences scientifiques et techniques pré-requises, s'accorde avec les contenus des programmes d'enseignement de niveau IV (arrêté du 8 janvier 2010 paru au JO du 2 février 2010, pour le BAC, décrivant les référentiels de « mathématiques, sciences physiques et chimiques »). Les fiches du répertoire national de certification professionnelle (RNCP) explicitent également les compétences afférentes au niveau de certification requis.

### Connaissances scientifiques

#### A – Physique

##### 1. Electricité et magnétisme

- 1.1. Electrostatique, champ électrique
- 1.2. Electrocinétique, résistance d'un conducteur ohmique
- 1.3. Transport ionique sous l'effet d'un champ électrique
- 1.4. Magnétisme, champ magnétique, applications à la spectrométrie de masse et à la RMN

##### 2. Mécanique des fluides

- 2.1. Diffusion passive et active
- 2.2. Viscosité, résistance hydraulique
- 2.3. Pression osmotique

##### 3. Optique et propagation des ondes

- 3.1. Onde plane, longueur d'onde, fréquence
- 3.2. Les différents types de radiations électromagnétiques
- 3.3. Propagation de la lumière, lois de la réflexion et de la réfraction, formation d'images, lentilles minces dans l'approximation de Gauss
- 3.4. Intensité lumineuse, loi de Beer Lambert
- 3.5. Pouvoir rotatoire, loi de Biot

##### 4. Thermodynamique

- 4.1. Pression et température
- 4.2. Vide et cryogénie, application à la lyophilisation

##### 5. Notions générales de mesures

- 5.1. Unités SI et unités usuelles
- 5.2. Incertitudes sur les mesures



# Programmes des épreuves des concours externes de recrutement des personnels techniques de recherche et de formation

## BAP B – Sciences chimiques et Sciences des matériaux

### B – Chimie

#### 1. Structure de la matière

##### 1.1. Atome et classification périodique

- Structure de l'atome
- Isotopie
- Radioactivité : naturelle et artificielle, familles radioactives
- Niveau d'énergie des électrons dans l'atome
- Classification périodique, évolution des propriétés, électronégativité, métaux, non métaux

##### 1.2. Liaison chimique

- Liaison covalente, modèle de Lewis, acide et base de Lewis
- Polarité, polarisabilité
- Interactions faibles de Van der Waals, ponts salins, conséquences sur les propriétés physiques
- Liaison de coordination, complexes, stabilité des complexes

##### 1.3. Interaction solvant-soluté

- Propriétés physiques de l'eau solvant
- Pouvoir ionisant, dissociant du solvant, énergie de mise en solution des cristaux ioniques
- Interactions hydrophiles et hydrophobes : micelles et bicouches lipidiques

#### 2. Equilibres chimiques

##### 2.1. Définitions : avancement de réaction à l'équilibre, constante d'équilibre et loi d'action des masses

##### 2.2. Effet de la température et de la pression sur les équilibres chimiques

##### 2.3. Application aux équilibres en solution aqueuse

- Equilibres acido-basiques
- Définition des acides et des bases de Brønstedt, coefficients de dissociation d'un acide et effet de la dilution, forces comparées des acides et des bases, détermination de pH simples, pKa
- Solution tampon et pouvoir tampon
- Dosages acido-basiques, indicateurs colorés acido-basiques
- Equilibres rédox
- Définition des oxydants et des réducteurs
- Pile électrochimique, potentiel d'oxydoréduction, expression de Nernst, influence du pH
- Dosages rédox

#### 3. Cinétique chimique

##### 3.1. Vitesse d'une réaction chimique : définition, différence entre vitesse instantanée et vitesse moyenne, influence des concentrations, de la température, évolution de la vitesse au cours du temps, détermination des vitesses

##### 3.2. Catalyse

- Définition
- Différents types : homogène, hétérogène, enzymatique

#### 4. Chimie organique

##### 4.1. Concepts généraux

- Nomenclature.
- Structure des molécules organiques.
- Isomérie: isomérie de position, de constitution, isomérie optique, énantiomérie, diastéréoisomérie.
- Les grandes catégories de réaction (substitution, élimination, addition, transposition, radicalaire, électrolytique).
- Les effets électroniques.
- Aspect stéréochimique des réactions.
- Les solvants.



# Programmes des épreuves des concours externes de recrutement des personnels techniques de recherche et de formation

## BAP B – Sciences chimiques et Sciences des matériaux

### 4.2. Étude des principales fonctions

- Les hydrocarbures: alcanes, alcènes, alcynes : origine principale, combustion, substitution radicalaire sur les alcanes, additions électrophiles sur les alcènes et les alcynes, hydrogénation des alcynes et alcènes, autres réactions de liaisons multiples.
- Les hydrocarbures aromatiques: définition, nomenclature, structure et réactivité du benzène ; substitutions électrophiles sur le benzène.
- Les dérivés halogénés des alcanes: définitions, propriétés, structure, réactivité, substitutions nucléophiles, éliminations, préparation des organométalliques.
- Les alcools et phénols: définitions, nomenclature, structure, réactivité, propriétés acido-basiques, estérification, oxydation.
- Les amines aliphatiques et aromatiques: définition, nomenclature, structure, réactivité.
- Les composés carbonylés (aldéhydes et cétones) : définition, nomenclature, structure, réactivité.
- Les acides carboxyliques et dérivés: définition, nomenclature, structure, réactivité.
- Les organométalliques

### 4.3. Techniques de séparation

- Cristallisation - recristallisation.
- Distillation.
- Chromatographie
- Extraction (liquide/liquide; liquide/solide).

### 4.4. Méthodes de synthèse

- Halogénéation des alcènes et des alcynes.
- Oxydation des alcools.
- Réduction et hydrogénation.
- Élimination: déshydratation et déshydrohalogénéation.
- Estérification, hydrolyse, saponification.
- Réaction d'addition.
- Substitutions en série aliphatique.
- Substitutions en série aromatique.
- Condensation en milieu alcalin.
- Mesure d'un point de fusion, d'un indice de réfraction

### 4.5. Méthodes spectroscopiques : Application des différentes techniques spectroscopiques à la détermination des structures

- Spectroscopie IR: techniques de préparation des échantillons ; tracé de spectres ; identification des groupes caractéristiques.
- Spectroscopie UV - Visible: tracé des spectres ; application à l'identification de composés et à leur dosage.
- Spectroscopie de RMN: exploitation de spectres de RMN du proton et du  $^{13}\text{C}$ ; couplages AX et AMX.

### 4.6. Méthodes chromatographiques

- Chromatographie sur colonne.
- Chromatographie sur couche mince.
- Chromatographie en phase gazeuse.
- Chromatographie liquide haute performance.

### 4.7. Polymères

- Réaction de polymérisation.
- Réaction de polycondensation.
- Polymères naturels.

### 4.8. Maîtrise des appareils

- Verrerie et instrument usuel de laboratoire.
- Réacteurs, réfrigérants à reflux, ampoules de coulées isobares, ampoules à brome, sondes de température, thermomètres digitaux, moyens de chauffage et d'agitation, supports élévateurs, pinces, noix, barres de montage, flacons laveurs, tubes de garde, entonnoirs, cristallisoirs, éprouvettes, etc.

### 4.9. La chimie verte

- Analyse qualitative environnementale : réaction "propre", choix des réactifs, choix du solvant, traitement des sous-produits, coût énergétique d'une synthèse, toxicité, économie d'atomes, catalyseur



# Programmes des épreuves des concours externes de recrutement des personnels techniques de recherche et de formation

## BAP B – Sciences chimiques et Sciences des matériaux

### C – Biochimie

#### 1. Structures

- 1.1. Les différents types de monomères biologiques : acide aminé, monosaccharide, nucléotide
- 1.2. Liaison peptidique, structures primaire, secondaire, tertiaire, quaternaire des protéines, feuillet, hélice, élaboration de la liaison peptidique
- 1.3. Liaison osidique, stéréochimie, effet anomère, élaboration de la liaison osidique
- 1.4. Acides nucléiques, structures de l'ARN et de l'ADN, synthèse des acides nucléiques
- 1.5. Lipides et stéroïdes

#### 2. Réactivité

- 2.1. Hydrolyse des macromolécules biologiques
- 2.2. Principales méthodes de séquençage en vue de déterminer la structure primaire

#### 3. Notion simple de cinétique enzymatique.

- 3.1. Modèle de Michaélis
- 3.2. Effet d'allostérie

### Compétences techniques

#### A - Techniques d'analyse et de caractérisation - Techniques de synthèse - Connaissance des appareils

##### 1. Dosages

- 1.1. Dosages acido-basiques: utilisation des indicateurs colorés, pHmétrie, conductimétrie.
- 1.2. Dosages par précipitation: gravimétrie, volumétrie (ex : méthode de Mohr), potentiométrie, conductimétrie.
- 1.3. Dosages par complexation: dosage direct, dosage en retour.
- 1.4. Dosages d'oxydo-réduction: utilisation des indicateurs colorés, potentiométrie, manganimétrie, iodométrie, cérimétrie, chromimétrie.
- 1.5. Dosages par spectrophotométrie d'absorption moléculaire : tracé de spectres d'absorption, méthode de la gamme d'étalonnage.

##### 2. Techniques de séparation

- 2.1. Cristallisation - recristallisation.
- 2.2. Distillation.
- 2.3. Chromatographie.
- 2.4. Extraction (liquide/liquide; liquide/solide).
- 2.5. Lyophilisation, centrifugation sous vide, évaporation sous courant d'azote
- 2.6. Centrifugation
- 2.7. Dialyse
- 2.8. Exclusion stérique

##### 3. Méthodes d'analyses : application à l'identification de composés et à leur dosage

- 3.1. Présentation des différents types d'interaction matière- rayonnement.
- 3.2. Spectroscopies atomiques: émission, absorption (flamme, four).
- 3.3. Spectroscopies moléculaires (pour chaque technique, théorie simplifiée et exploitation de spectres) : ultraviolet, visible, infrarouge,
- 3.4. Application des techniques spectroscopiques à la détermination des structures.
  - spectrométrie de masse : pics "parents" ;
  - fragmentations simples ; identification des isotopes,
  - spectroscopie IR : techniques de préparation des échantillons ; tracé de spectres ; identification des groupes caractéristiques,
  - spectroscopie de RMN : exploitation de spectres de RMN du proton et du  $^{13}\text{C}$ ; couplages AX et AMX,
  - spectroscopie UV, visible : tracé des spectres.



# Programmes des épreuves des concours externes de recrutement des personnels techniques de recherche et de formation

## BAP B – Sciences chimiques et Sciences des matériaux

### 4. Méthodes d'analyse chromatographiques et électrophorétiques

- 4.1. Grandeurs relatives à ces techniques
- 4.2. Chromatographie en phase gazeuse (étude qualitative et quantitative, programmation de température, colonnes garnies, capillaires)
- 4.3. Chromatographie en phase liquide haute performance (partage, exclusion, adsorption, ionique).
- 4.4. Électrophorèse et électrophorèse capillaire
- 4.5. Notions d'étalonnage : étalonnage interne, externe, méthode des ajouts dosés
- 4.6. Dérivatisations des molécules

### 5. Méthodes d'analyses électrochimiques

- 5.1. Conductimétrie
- 5.2. Courbes d'intensité - potentiel - loi de Fick
- 5.3. Polarographie et méthodes dérivées
- 5.4. Ampérométrie, potentiométrie, voltampérométrie
- 5.5. Coulométrie

### 6. Couplage des méthodes analytiques

Exemples : analyse des engrais, eaux, ciments, détergents, alliages, bains industriels.

### 7. Maîtrise du matériel

- 7.1. Verrerie et instruments usuels de laboratoire
- 7.2. Matériel d'analyse en électrochimie: pH-mètre ; multi voltmètre, ionomètre ; conductimétrie ; dispositifs pour : polarographie, pour potentiométrie à courant imposé, pour ampérométrie, pour électrogravimétrie; différents types d'électrodes.
- 7.3. Domaine de la spectrophotométrie: spectrophotomètre d'absorption atomique, d'absorption moléculaire
- 7.4. UV- visible, photomètre de flamme  
Séparation : distillation, entraînement à la vapeur, recristallisation, extraction liquide-liquide
- 7.5. Lyophilisation

## B - Sécurité au laboratoire

### 1. Normes de sécurité électrique, chimique, mécanique, thermique, biologique

- 1.1. Repérage: symboles, couleurs, signaux. Règles de manutention.
- 1.2. Sécurité scientifique : risques d'erreurs accidentelles ; manutention et flaconnage ; étiquetage des produits ; tenue d'un cahier de laboratoire

### 2. Prévention contre les accidents (incendie, explosion, intoxication)

- 2.1. Équipement conforme des lieux de travail et de stockage (ventilation, vitre, armoire, etc.)
- 2.2. Utilisation conforme du matériel électrique, mécanique, thermique. Utilisation des appareils et vêtements de protection
- 2.3. Classification des produits toxiques et dangereux (volatil, inflammable, etc.)
- 2.4. Protection des personnes : EPI, EPC
- 2.5. Gestion des déchets
- 2.6. Gestion des bouteilles de gaz et mise en sécurité
- 2.7. Règles d'utilisation et élimination des solvants, adjuvants, gaz comprimés.

### 3. Gestion des stocks

- 3.1. Accès aux ressources pour commandes
- 3.2. Étiquetage des produits
- 3.3. Tenue d'un cahier de bord pour gestion des stocks



# Programmes des épreuves des concours externes de recrutement des personnels techniques de recherche et de formation

## BAP B – Sciences chimiques et Sciences des matériaux

### 4. Conduite à tenir en cas d'accident

- 4.1. Gestes de premiers secours (extincteur, etc.)
- 4.2. Recours aux services d'urgence
- 4.3. Procédures et consignes relatives aux circulations, incendies, émanation, accidents, risques exceptionnels. Protection de l'environnement: norme de rejet des effluents, traitement des fumées, traitement de l'eau...

### C – Maintenance des matériels

#### 1. Matériel de physique :

- 1.1. Circuits imprimés, petit matériel électrique (dipôles passifs, générateurs GBF, voltmètre, ampèremètre...), oscilloscope
- 1.2. Moteurs électriques, rotors, électroaimant
- 1.3. Petit matériel pour expérience d'électrostatique, cage de Faraday
- 1.4. Banc d'optique, sources de lumière (naturelle, laser, lampes spectrales...) lentilles minces, microscope optique, microscope électronique, spectroscopes à prisme et à réseau, matériel pour diffraction et interférences, Michelson, matériel pour polarisation de la lumière, polarimètre de Laurent, mesure de l'intensité lumineuse
- 1.5. Balances, manomètres, baromètres, thermomètres, osmomètre, viscosimètre, calorimètres, machines thermiques, pompes
- 1.6. Table à coussin d'air, dispositif pour étude des oscillations d'un ressort, d'un pendule, d'une membrane, matériel pour étude de la chute libre

#### 2. Matériel de chimie

- 2.1. Entretien de la verrerie pour analyse et synthèse : verrerie simple, instruments usuels de laboratoire, balance mono plateau, pipettes jaugée, graduée, simple, burette graduée, fiole jaugée, colonne à reflux, colonne à distiller, différents types de réacteurs, ampoule de coulée isobare, ampoule à décanter
- 2.2. Entretien du matériel lié à la température et à la pression : thermomètres, matériel de chauffage et d'agitation, thermostat, matériel pour montage (supports, coudes, pinces, colliers ...), matériel pour vide et froid (cryogénie, filtration sous vide), banc Köffler
- 2.3. Entretien du matériel électrique et associé, de mesure et d'analyse : réfractomètre, électrodes, pHmètre, voltmètre, ampèremètre, conductimètre et cellule de conductimétrie, appareils pour spectroscopies, montage potentiostatique, polarographie.

### Compétences associées

#### A - Mathématiques et usage des TIC : Technologies de l'information et de la communication

##### 1. Fonctions et analyses numériques, équations de base, probabilités, statistiques en mathématiques

##### 2. TIC

- 2.1. Usage de traitement de texte, de saisie et de calcul simple
- 2.2. Logiciels bureautiques et Internet : Niveau du Brevet Informatique et Internet au Collège (B2I-Collège)
- 2.3. Utilisation d'une messagerie électronique.
- 2.4. Recherche de ressources sur fichier informatique ou intranet (sécurité, protocoles, schémas...)
- 2.5. Tenue d'un fichier de bord (commandes...)

#### B - Communication – Langues

Anglais – Bon niveau A2 du cadre européen commun de référence pour les langues. Extraction d'une information d'un texte court et simple issu de documents professionnels courants

#### C - Hygiène - Sécurité - Qualité – Environnement : HSQE

1. Pictogrammes (symboles graphiques) utilisés en signalisation de santé et sécurité sur les lieux de travail
2. Equipements de Protection Individuelle (E.P.I.) et de Protection Collective (E.P.C.) de son domaine d'activité
3. Bonnes Pratiques de Laboratoire
4. Tenue du cahier de laboratoire.