



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

BAP B – Sciences chimiques et Sciences des matériaux

B1 RECRUTEMENT DES ASSISTANTS-TES INGENIEURS-ES DE RECHERCHE ET DE FORMATION

B1. 1 Assistant-e ingénieur-e en analyse chimique [B3A41]

Dans l'exercice de son métier en EPLE ou dans un établissement d'enseignement supérieur, l'assistant ingénieur 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 III (arrêté du 8 janvier 2010 paru au JO du 2 février 2010, pour le DUT/BTS ou équivalent, 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 - Chimie

1. Chimie générale

1.1. La structure de la matière

- Notions sur les constituants de l'atome: électron, noyau, nombres de masse et de charge, nucléide, élément, isotope, masse atomique relative
- Modèle quantique de l'atome: mise en évidence de la quantification de l'énergie des atomes (spectre de raies), onde associée à une particule, nombres quantiques

1.2. Classification périodique des éléments à partir du modèle quantique de l'atome

- Connaissance de la classification actuelle
- Périodicité des propriétés atomiques: énergie d'ionisation, affinité électronique, notion de pouvoir polarisant et de polarisabilité

1.3. La liaison chimique

- Liaison covalente
- Détermination des constantes de force, longueurs, énergies de liaison, la géométrie et les propriétés magnétiques des molécules

1.4. L'état solide

- Présentation de l'état cristallin: réseaux, nœuds, maille, motif, coordinence, compacité
- Édifices métalliques
- Édifices ioniques: description des différents types de structures : CsCl, NaCl, ZnS
- Les édifices covalents et moléculaires: carbone (diamant, graphite), cristaux moléculaires

1.5. Thermodynamique chimique

- Le gaz parfait
- Premier principe: travail, chaleur, bilan thermique, enthalpie, énergie interne
- Deuxième principe: entropie, enthalpie et énergies libres
- Équilibres de phases: corps purs (Clapeyron, diagramme d'État, règle des phases), système binaire (liquide - vapeur, liquide - solide, liquide - liquide)
- Équilibres physico-chimiques: loi d'action de masse, variation des constantes d'équilibre avec les variables thermodynamiques, règle des phases



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

BAP B – Sciences chimiques et Sciences des matériaux

1.6. Cinétique chimique

- Définition générale de la vitesse d'une réaction chimique dans le cas d'un réacteur fermé de composition uniforme : vitesse de disparition et de formation, vitesse globale de réaction
- Cinétique formelle
- Détermination des ordres
- Influence de la température - énergie d'activation
- Influence des concentrations sur la vitesse d'une réaction ; ordre de réaction ; méthodes expérimentales de détermination

1.7. Réactions en solution aqueuse

- L'eau, Électrolyte fort, électrolyte faible; autoprotolyse de l'eau ; produit ionique ; Réaction acide –base, Définition des acides et des bases, Calcul du pH des solutions aqueuses ; Solutions tampon. ; Indicateurs colorés.
- Réaction de précipitation ; Solubilité et produit de solubilité ; Condition de précipitation ; Effet d'ion commun ; Influence du pH sur la solubilité ; Stabilité des complexes ; Complexe et précipitation ; Complexe et pH.
- Réactions d'oxydo – réduction ; Couple Redox: définition, potentiel redox standard, formule de Nernst ; Prévission qualitative et quantitative des réactions ; Oxydo - réduction et pH ; Oxydo - réduction et complexation ; Oxydo - réduction et précipitation.

1. Chimie inorganique

2.1. Etude de différentes molécules : l'oxygène, le chlore, l'ammoniac, l'acide sulfurique

- Étude des oxydes: classification structurale, évolution du caractère acido - basique, stabilité et réduction.
- Étude du chlore en solution aqueuse: exploitation du diagramme de potentiel pH.
- Ammoniac liquide: propriétés acido-basiques du solvant, propriétés oxydo réductrices
- Propriétés oxydantes de l'acide sulfurique

2.2. Généralités sur les métaux: les grands principes de la métallurgie

- Méthodes chimiques
- Méthodes électrochimiques
- Affinage

2.3. Réactions classiques en chimie inorganique

- Réactions solides/solides
- Réaction solide/gaz
- Réaction à haute température
- Purification par sublimation
- Électrolyse

2.4. Maîtrise des méthodes de caractérisation et d'analyse des solides

- Diffraction de RX: caractérisation à partir d'un diagramme de poudre à l'aide du fichier JCPDS.
- Analyse thermique différentielle et analyse calorimétrique différentielle : étude d'un mélange binaire, d'une transition vitreuse, d'une réaction de décomposition, d'une transition cristallographique
- Analyse thermogravimétrique, déshydratation, décomposition, adsorption
- Logiciels de modélisation cristallographique

3. Chimie organique

3.1. Détermination d'une formule brute :

Exploitation des résultats de la microanalyse élémentaire limitée à C, H, O, N, S et halogènes, la masse molaire étant fournie.

3.2. L'atome de carbone et ses liaisons :

Description géométrique des liaisons dans la molécule, représentations développées et semi développées.

3.3. Isomérie

- Isomérie structurale: représentation graphique des molécules, principes introductifs à la stéréochimie.
- Analyse conformationnelle: cas des chaînes saturées simples et du cyclohexane.
- Isomérie configurationnelle: chiralité, activité optique, énantiomérie et diastéréoisomérie.



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

BAP B – Sciences chimiques et Sciences des matériaux

3.4. Réactivité en chimie organique

- Effets électroniques dans les liaisons
- Tautomérie et ses conséquences
- Intermédiaires réactionnels
- Acido-basité de Brønsted et de Lewis
- Nucléophilie, électrophilie
- Notion de mécanisme réactionnel

3.5 Définition des solvants: polaires, apolaires, protiques, aprotiques, notions simples de lipophilie, hydrophilie, amphiphilie, effets toxologiques de la famille des solvants

3.6. 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

4. Chimie analytique

4.1. Dosages

- Dosages acido-basiques: utilisation des indicateurs colorés, pHmétrie, conductimétrie.
- Dosages par précipitation: gravimétrie, volumétrie (ex : méthode de Mohr), potentiométrie, conductimétrie.
- Dosages par complexation: dosage direct, dosage en retour.
- Dosages d'oxydo-réduction: utilisation des indicateurs colorés, potentiométrie, manganimétrie, iodométrie, cérimétrie, chromimétrie.
- Dosages par spectrophotométrie d'absorption moléculaire : tracé de spectres d'absorption, méthode de la gamme d'étalonnage.
- Analyse quantitative fonctionnelle: indice d'hydroxyle, d'acide, de saponification – dosage des insaturations - dosage de l'azote, des halogènes et du soufre.
- Dosages enzymatiques, cinétique enzymatique.

4.2. Techniques de séparation

- Cristallisation - recristallisation
- Distillation
- Chromatographie
- Extraction (liquide/liquide; liquide/solide)
- Entraînement à la vapeur
- Sublimation
- Lyophilisation, centrifugation sous vide, évaporation sous courant d'azote
- Centrifugation
- Dialyse
- Exclusion stérique

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

- Présentation des différents types d'interaction matière- rayonnement
- Spectroscopies atomiques: émission, absorption (flamme, four)
- Spectroscopies moléculaires (pour chaque technique, théorie simplifiée et exploitation de spectres) : ultraviolet, visible, infrarouge, résonance magnétique nucléaire, masse, fluorescence.

4.4. 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}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

4.5. Méthodes d'analyse chromatographiques et électrophorétiques

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

4.6. Méthodes d'analyses électrochimiques

- Conductimétrie et coulométrie
- Courbes d'intensité - potentiel - loi de Fick
- Polarographie et méthodes dérivées
- Ampérométrie, potentiométrie, voltampérométrie
- Coulométrie

4.7. Couplage des méthodes analytiques

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

4.8. Maîtrise du matériel

- Verrerie et instruments usuels de laboratoire
- 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
- Domaine de la spectrophotométrie: spectrophotomètre d'absorption atomique, d'absorption moléculaire
- UV- visible, photomètre de flamme

B - 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, caractérisation par dichroïsme circulaire de la structure secondaire
- 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



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

BAP B – Sciences chimiques et Sciences des matériaux

Connaissances techniques :

A - Connaissance et maintenance des matériels de laboratoire

1. Connaissance de la verrerie et matériel usuels de laboratoire.

- 1.1. 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.
- 1.2. 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.
- 1.3. Matériel d'analyse en spectrophotométrie: spectrophotomètre d'absorption atomique, d'absorption moléculaire, photomètre de flamme
- 1.4. Balances, manomètres, baromètres, thermomètres, pompes.

2. Entretien de la verrerie et matériel usuels de laboratoire

- 2.1. Verrerie pour analyse et synthèse ; 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. Matériel lié à la température et à la pression : thermomètres, matériel de chauffage et d'agitation, thermostat,
- 2.3. Matériel pour montage (supports, coudes, pinces, colliers ...), matériel pour vide et froid (cryogénie, filtration sous vide), banc Köffler
- 2.4. Matériel de mesure et d'analyse : réfractomètre, électrodes, pH-mètre

3. Maîtrise du matériel d'analyse

- 3.1. 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.
- 3.2. Domaine de la spectrophotométrie: spectrophotomètre d'absorption atomique, d'absorption moléculaire
- 3.3. UV- visible, photomètre de flamme.
- 3.4. Séparation : distillation, entraînement à la vapeur, recristallisation, extraction liquide-liquide
- 3.5. Lyophilisation

B - Contrôle qualité

1. Notions sur les bonnes pratiques de laboratoire (BPL)
2. Notion sur les normes ISO
3. Méthodes statistiques
4. Applications, échantillonnage

C - 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.



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

BAP B – Sciences chimiques et Sciences des matériaux

3. Gestion des stocks

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

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...

Compétences associées :

A - Aspects scientifiques

1. Mathématiques :

Fonctions et analyses numériques, équations de base, probabilités, statistiques en mathématiques. Nombres complexes, trigonométrie. Vecteurs du plan et de l'espace, produit scalaire et vectoriel, systèmes de coordonnées, Fonctions usuelles d'une variable réelle, limites, dérivation. Fonctions de plusieurs variables, dérivées partielles, différentielle. Equations différentielles du premier et second ordre

2. Usage des TIC : Technologies de l'information et de la communication

- 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 (C2I-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...)

3. Dessin technique

- 3.1. Règles et convention de représentation graphique
- 3.2. Cotation et tolérances

4. Métrologie

- 4.1. Vocabulaire international de la métrologie
- 4.2. Détermination des incertitudes de mesure selon les normes en vigueur

B - Communication – Langues

Anglais – Niveau B1 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.