



PC

## CONCOURS COMMUN INP RAPPORT DE L'ÉPREUVE DE TP DE CHIMIE

Un protocole sanitaire strict a été mis en place par les CCINP sur le centre d'examen :

- avant l'appel, accueil et installation au fil de l'eau, des candidats dans différentes salles ;
- distribution de masques dès l'accueil à l'entrée du centre d'examen, aussi bien pour les candidats que pour les examinateurs. Forte incitation au port du masque par l'ensemble des acteurs du concours (candidats, examinateurs et vacataires) ;
- mise à disposition de gel hydroalcoolique pour les candidats dès leur entrée dans le centre d'examen ;
- mise à disposition pour chaque candidat d'une boîte plastique pour le rangement de leurs effets personnels ;
- distanciations physiques ;
- désinfection des boîtes de rangement ainsi que des espaces de travail des candidats entre deux séances de TP.

Ce protocole n'a pas semblé perturber les candidats, déjà habitués à le respecter dans leur lycée d'origine. Nous tenons à les remercier tout particulièrement pour avoir suivi ces contraintes et contribuer ainsi au bon déroulement des épreuves de travaux pratiques dans le respect des gestes barrières.

### CONSIGNES GÉNÉRALES

L'épreuve de Travaux Pratiques de Chimie porte sur les contenus disciplinaires des deux années de CPGE en chimie.

Pour effectuer l'épreuve de TP de chimie dans de bonnes conditions, les candidats doivent impérativement se présenter munis d'une **blouse en coton** longue, d'une paire de **lunettes de sécurité**, d'un stylo, d'un crayon de papier, d'une gomme et d'une règle. Une calculatrice est également mise à la disposition des candidats. L'accès des salles de Travaux Pratiques de Chimie est réglementé et impose une tenue vestimentaire adaptée : **le port de pantalon long et de chaussures fermées est obligatoire.**

**Tout manquement à ces règles peut conduire à une interdiction d'accès aux salles de Travaux Pratiques.**

Durant l'épreuve, les copies nécessaires pour la rédaction du rapport et les feuilles de brouillon sont fournies aux candidats. Il est rappelé que **les téléphones portables et tout matériel connecté sont formellement interdits.** Le candidat est accueilli par un examinateur à qui il présente sa convocation et sa pièce d'identité. Un numéro de manipulation lui est alors attribué et il est conduit dans la salle où se déroulera l'épreuve.

Chaque examinateur a la charge de 4 candidats.

# CHIMIE GÉNÉRALE

## 1/ DÉROULEMENT DE L'ÉPREUVE 2022

Avant le début de l'épreuve, l'examineur rappelle les consignes de sécurité et donne des indications sur son déroulement.

Lors de l'épreuve, l'évaluation porte sur :

- la conception d'un dispositif expérimental et la mise en place d'un protocole,
- la manipulation à partir d'un protocole expérimental donné,
- l'exploitation des mesures expérimentales,
- la communication et la rédaction d'un compte-rendu.

L'épreuve de Travaux Pratiques est composée de deux parties.

**La première partie de l'épreuve** (durée de 40 minutes) a pour objectif d'amener le candidat à proposer un dispositif et un protocole pour effectuer le travail demandé. Pour aiguiller le candidat, une série de questions en lien avec le TP lui est posée. Ce questionnaire lui permet de choisir le matériel et les produits chimiques (indicateurs colorés, titrant...) nécessaires pour manipuler. Pour l'aider dans ses choix, des documents lui sont fournis. Le candidat est autorisé à se rendre sur sa paillasse pour mettre en place le dispositif. En fin de première période, le candidat doit rendre un rapport écrit contenant la description du dispositif expérimental, le protocole expérimental et les réponses aux diverses questions posées.

Durant cette première partie, le candidat ne sera pas amené à manipuler de produits chimiques.

**Au début de la seconde période de l'épreuve** (durée de 2h20), un sujet contenant un protocole expérimental détaillé est distribué au candidat. Avant de commencer, l'examineur donne oralement un certain nombre de consignes. Dans cette partie de l'épreuve, il est demandé au candidat de suivre scrupuleusement l'énoncé. Tout d'abord, le candidat doit réaliser le montage à l'aide du matériel mis à sa disposition ou bien se familiariser avec les appareils de laboratoire en s'aidant des notices explicatives. Durant toute l'épreuve, l'examineur observe le travail du candidat, la mise en place du dispositif, le choix du matériel, sa manière de manipuler et le soin qu'il y apporte. À la fin du sujet, une série de questions permet au candidat d'exploiter ses résultats expérimentaux. Une discussion de quelques minutes entre le candidat et l'examineur sur les expériences effectuées est également prévue.

À la fin de l'épreuve, le candidat doit restituer un rapport écrit dans lequel sont présentés les résultats expérimentaux, les simulations ainsi que les réponses au questionnaire. Le candidat doit également nettoyer sa paillasse et sa verrerie et démonter le dispositif.

## 2/ REMARQUES SPÉCIFIQUES SUR L'ÉPREUVE 2022

Des remarques d'ordre général et identiques aux années passées peuvent être formulées afin d'améliorer la préparation des futurs candidats :

- il est impératif de lire attentivement chacune des parties dans son intégralité avant de commencer les expériences ou de répondre aux questions ;
- certaines questions sont indépendantes les unes des autres, il est donc possible de toutes les traiter ;
- tenir compte des consignes données par l'examineur ;
- soigner la présentation des copies.

## **Capacité à concevoir et réaliser un montage** **(Compétences : s'approprier, être autonome et réaliser)**

La **capacité à concevoir et réaliser un montage** est principalement évaluée lors de la première partie de l'épreuve. Un questionnaire de 40 minutes amenant les étudiants à réfléchir au développement d'une méthode expérimentale (dispositif expérimental et protocole) pour répondre à une problématique donnée est proposé.

Les candidats, en complète autonomie, rencontrent de nombreuses difficultés. Ils exploitent très rarement les documents mis à leur disposition pour choisir un titrant ou bien un indicateur coloré. La notion d'étalonnage pose des problèmes à de nombreux candidats. Les réponses aux questions posées sont trop souvent concises. Les dispositifs expérimentaux utilisés sont assez bien connus et posent peu de problèmes. Cependant, les dispositifs sont rarement mis en place sur leur paillasse dans le temps qui leur est imparti.

Les candidats rencontrent des difficultés à rédiger un protocole détaillé et clair et à justifier le matériel utilisé. Les réponses aux questions relatives à la sécurité et aux précautions à prendre lors des manipulations sont très souvent superficielles.

## **Manipulation à partir d'un protocole expérimental donné** **(Compétences : autonomie et réaliser)**

Une épreuve pratique de 2h20 est proposée en deuxième partie d'épreuve, guidée par un protocole préétabli et faisant l'objet d'un compte-rendu écrit, d'une interrogation orale et de manipulations dont le soin est évalué.

Une partie des candidats manque encore d'assurance dans la pratique expérimentale et pose facilement des questions qui relèvent d'une connaissance de base des règles de bonnes pratiques en laboratoire.

L'autonomie des candidats est évaluée lors de la mise en place du dispositif expérimental. Les candidats sont généralement à l'aise dans cette partie et suivent minutieusement le protocole. Pour la réalisation du montage, quelques erreurs sont constatées (fixation du montage, oubli de barreau magnétique...). Les dispositifs expérimentaux rencontrés en thermochimie, volumétrie et spectrophotométrie sont bien maîtrisés. On observe plus de difficultés en potentiométrie.

L'ensemble des expériences demandées est effectué par les candidats. Cependant, la notion de précision est mal maîtrisée et les pénalise fortement.

**La volumétrie** est dans l'ensemble assez bien maîtrisée par les candidats. On observe des maladroresses récurrentes lors de la manipulation de la verrerie. À titre d'exemple, la burette est trop rarement rincée avant utilisation. Peu de candidats vérifient l'absence de bulles d'air dans la pointe de la burette, ce qui est pourtant une source d'erreur flagrante. Lors de la préparation d'une solution par dissolution d'un solide, certains candidats ne prennent pas le soin d'homogénéiser et utilisent le liquide obtenu alors que le solide introduit n'est pas encore totalement dissous. À noter également que parfois les indications concernant l'emploi d'un indicateur coloré ne sont pas respectées et plus rarement, certains oublient même d'utiliser l'indicateur. Les dosages sont effectués rapidement et peu de candidats pensent à les répéter pour valider leurs résultats. Ceci conduit à des écarts importants entre les mesures expérimentales effectuées et celles attendues.

L'utilisation des électrodes pose parfois des problèmes. En effet, les candidats rencontrent des difficultés à choisir les électrodes adaptées à une mesure électrochimique. L'étalonnage du pH-mètre n'est pas toujours effectué par les candidats malgré la présence des solutions tampons sur la paillasse. Pour le dosage en pH-métrie, les candidats rencontrent des difficultés à justifier le nombre de sauts attendus lors d'un dosage à partir des données expérimentales.

Pour les TP portant sur les réactions de complexation, très peu de candidats sont capables de comprendre les réactions mises en jeu lors des dosages complexométriques en présence d'indicateur coloré même lorsque toutes les informations utiles au raisonnement sont fournies.

Quelques candidats ont tendance à confondre complexation et précipitation. Les dosages en oxydo-réduction sont assez bien compris dans l'ensemble.

Quelques lacunes subsistent sur l'identification des électrodes et la compréhension du fonctionnement de ces électrodes (pH, cellule conductimétrique, redox).

**Spectrophotométrie UV-Vis** : les candidats prennent en main rapidement les spectrophotomètres UV-Visible grâce aux notices simplifiées. En ce qui concerne l'étalonnage d'un spectrophotomètre, il y a une confusion qui revient très souvent entre la réalisation d'un blanc pour s'affranchir des effets de la matrice et la réalisation d'un étalonnage qui consiste à déterminer la relation entre l'absorbance et la concentration qui s'obtient en mesurant l'absorbance de solutions dont la concentration est connue. Les erreurs rencontrées sont principalement liées à la préparation des solutions étalons. **En cinétique**, les candidats ne rencontrent pas de difficultés majeures. Ils doivent cependant être attentifs à ne pas préparer leurs mélanges réactionnels à l'avance, mais seulement au moment où ils démarrent les mesures d'absorbance en fonction du temps. Quelques candidats ont tendance à arrêter le dosage alors que l'équivalence (le virage) n'est pas atteinte.

La partie **chromatographie sur couche mince** est bien traitée. Certains candidats n'entourent pas les tâches lors de la révélation de leur plaque et la ligne de front est souvent oubliée.

### **Analyser et valider les résultats**

Cette partie est généralement mal traitée. En effet, les réponses sont superficielles et les candidats utilisent très souvent un vocabulaire inapproprié. L'analyse des résultats est très souvent incomplète et pourrait être largement améliorée.

En volumétrie, on retrouve encore de nombreuses erreurs sur les calculs de concentration. Les candidats ont beaucoup de difficultés à traiter un dosage indirect.

En conductimétrie, les candidats arrivent à déterminer un point équivalent sur une courbe mais très peu semblent capables d'exploiter correctement le volume équivalent car ils n'ont pas écrit la réaction de dosage correctement ou bien ils n'écrivent pas la bonne relation à l'équivalence. De nombreux candidats rencontrent des difficultés à exploiter les mesures d'un dosage en retour. Les résultats associés étaient évidemment incohérents. Les candidats ont compris le principe du dosage acido-basique et les résultats sont presque toujours cohérents (mais pas précis). Les analyses de diagrammes E-pH sont en général correctes. En revanche, très peu de candidats sont parvenus à écrire une relation correcte entre les nombres de moles alors que les équations bilan nécessaires étaient fournies.

En cinétique, les candidats montrent des difficultés à mettre en équation et à intégrer les lois de vitesse et des erreurs récurrentes apparaissent concernant l'utilisation des coefficients stœchiométriques dans l'expression des lois de vitesse ou des bilans de matière. Peu d'étudiants vont jusqu'à l'exploitation et la mise en forme de leurs données expérimentales. Trop d'erreurs persistent dans le choix de la représentation graphique et donc du modèle testé nécessaire pour estimer les constantes de vitesse et les ordres réactionnels.

Les candidats maîtrisent bien les logiciels proposés (Regressi, Excel, Scilab) pour présenter, interpréter ou anticiper des résultats expérimentaux. Cependant, les figures imprimées sont très souvent incomplètes (pas de titre, pas d'unités...) et le choix de l'échelle n'est pas judicieux.

### **Capacité pour les candidats à faire une restitution écrite ou orale de leur travail de TP**

#### **Restitution orale :**

La majorité des candidats est capable d'expliquer l'objectif du TP et le principe des techniques qu'ils utilisent. On constate une grande hétérogénéité du niveau des candidats. Certains se sont parfaitement appropriés le sujet alors que d'autres ont des difficultés à expliquer la démarche utilisée.

### **Restitution écrite :**

Les comptes-rendus sont peu détaillés et souvent très peu soignés. Les résultats expérimentaux sont rarement mis en valeur et ne sont encadrés que trop rarement. Certains candidats oublient même de présenter les résultats expérimentaux. Beaucoup de copies présentent des tableaux de valeurs tracés à main levée alors que des outils informatiques sont mis à disposition. On peut déplorer un manque de rigueur (oubli des unités, précision exagérée vu les conditions de mesures...). Les démonstrations sont trop succinctes et les étapes intermédiaires sont souvent absentes.

### **Hygiène et sécurité**

Les règles d'hygiène et de sécurité données en début de séance par les examinateurs sont généralement respectées. Les candidats oublient parfois les consignes concernant la gestion des déchets (conteneurs spéciaux pour les gants, le papier souillé, aucun produit chimique ne doit être jeté à l'évier, etc....). Les candidats doivent **impérativement enlever leurs gants souillés avant de manipuler les ordinateurs** ou calculatrices ou de rédiger leur rapport.

# CHIMIE ORGANIQUE

## 1/ CONSIGNES GÉNÉRALES ET DÉROULEMENT DE L'ÉPREUVE

L'évaluation de l'épreuve de TP de chimie organique porte sur la conception d'un dispositif expérimental et la mise en place d'un protocole, la manipulation à partir d'un protocole expérimental donné, l'exploitation des analyses expérimentales, la communication et la rédaction d'un compte-rendu.

Avant que l'épreuve ne débute, l'examineur donne des explications sur le déroulement de l'épreuve et rappelle les consignes de sécurité.

Le déroulé de l'épreuve de Travaux Pratiques est le suivant : après le rappel des consignes de sécurité, lecture et analyse des documents fournis, conception d'un montage à partir du matériel mis à disposition sur la paillasse, mise en œuvre de la réaction, isolement du produit, identification du produit. Puis le candidat rend un rapport écrit qui présentera sa réaction en concluant et en répondant à quelques questions posées.

## 2/ REMARQUES SPÉCIFIQUES SUR L'ÉPREUVE 2022

Des remarques d'ordre général et identiques encore une fois aux années passées peuvent être formulées afin d'améliorer la préparation des futurs candidats :

- il est impératif de lire attentivement chacune des parties dans son intégralité avant de commencer les expériences ou de répondre aux questions ;
- tenir compte des consignes données par l'examineur ;
- soigner la présentation des copies.

### **Capacité à concevoir et réaliser un montage**

D'une façon générale les montages réalisés par les candidats sont globalement bien mis en œuvre. Cependant, il est constaté qu'il subsiste toujours une difficulté à savoir quand mettre un thermomètre pour surveiller la température : certains candidats mettent un thermomètre pour un reflux, d'autres l'oublient pour chauffer une réaction. De plus, les contrôles de température ne sont pas toujours rigoureux (addition des réactifs souvent trop rapide).

D'autres erreurs peuvent être également constatées ou des remarques faites. Les candidats oublient souvent de mettre un réfrigérant pour une réaction exothermique sous prétexte qu'il y a un bain de glace.

Ou encore la protection du montage de l'humidité extérieure semble présenter parfois des difficultés (le rôle de la garde et surtout la façon dont une garde fonctionne ne sont pas toujours compris, le nom même pose problème, les candidats ont souvent du mal à expliquer qu'il s'agit d'une garde à chlorure de calcium). Les candidats oublient parfois malgré la présence de cette garde, de s'assurer que le montage ne permet pas l'accès à l'air dans le milieu réactionnel par une autre entrée.

Autre erreur récurrente est le mauvais dimensionnement du ballon car les candidats n'ont pas lu le mode opératoire jusqu'au bout. Ils se privent d'un usage optimum des éléments mis à disposition dans la suite du TP (certains éléments ayant été déjà utilisés) tout en ne maximisant pas les possibilités d'obtenir un rendement correct.

Pire encore, certains candidats réalisent des montages totalement fermés (volume contraint avec un chauffage !).

## **Capacité à mettre en œuvre une réaction**

Pour ce qui est de la mise en œuvre de la réaction il y a souvent une erreur sur la séquence d'addition des produits (qui est donc réalisée de façon aléatoire et qui n'est donc pas bien pensée). En effet, certains candidats additionnent 2 réactifs solides l'un sur l'autre sans en diluer un avant, ce qui peut engendrer de vrais risques d'élévation de température. Pour les mêmes raisons, l'absence d'agitation lors d'addition ou le fait de tout mettre dans un bécher avant de le transférer dans le ballon (réalisant finalement la réaction en dehors du ballon sans aucun élément de sécurité adapté comme un réfrigérant, un élévateur, etc.), au bout du bras ! témoignent d'une non-compréhension de la sécurité à apporter pour la réalisation des réactions chimiques.

De plus, souvent les candidats ne savent pas sélectionner une température adéquate pour leur chauffage au reflux. Ils prennent souvent la température de fusion du substrat ou du produit au lieu de la température d'ébullition du solvant.

Il est également constaté pour certains candidats une perte de temps à cette étape souvent due à une précision trop grande dans le prélèvement des solvants (souvent à la pipette graduée). Certains mesurent des volumes dans une éprouvette tenue à la main en l'air. Par ailleurs, certains candidats oublient l'usage de l'entonnoir adapté (solide ou liquide) pour introduire les produits, parfois même il faut insister pour qu'ils portent des gants à cet instant précis.

Enfin, on pourrait s'attendre à ce que dans certains cas le candidat propose de suivre la cinétique de la réaction par CCM, ce qui est rarement le cas.

## **Capacité à isoler un produit**

Le niveau est très hétérogène.

Globalement les candidats ne maîtrisent pas la recristallisation aussi bien expérimentalement que d'un point de vue théorique. La notion de quantité de solvant nécessaire, de température à laquelle il faut porter le mélange n'est pas bien comprise. Il y a souvent une confusion entre la dissolution du solide et sa température de fusion. Les rendements de recristallisation sont souvent faibles. Parfois, les candidats n'ont aucune notion sur le sujet.

Pour ce qui est des extractions liquide/liquide, les candidats inversent souvent la phase organique et la phase aqueuse. Certains candidats ne savent pas effectuer certaines opérations classiques comme sécher une phase organique par exemple. On remarque également un usage approximatif du Büchner.

## **Capacité à identifier un produit**

Principalement les deux techniques qui posent le plus de problème sont la détermination du point de fusion et l'analyse par chromatographie sur couche mince (CCM). L'utilisation du banc Köfler est maîtrisée dans l'ensemble. Attention cependant, souvent trop de produit mis sur le banc et/ou l'utilisation d'un produit pas suffisamment sec est constaté.

Les erreurs les plus constatées pour la CCM sont l'oubli du tracé du front de solvant et le non-repérage des taches après révélation aux UV (entourées au crayon à papier), de même la dilution préalable des produits n'est pas toujours réalisée. Certains candidats ne connaissent pas les principes qui régissent la technique de la CCM.

## **Capacité pour les candidats à faire une restitution écrite ou orale de leur travail de TP**

### **Restitution écrite :**

Les candidats font beaucoup d'erreurs sur les calculs nécessaires pour remplir le tableau d'engagement (erreur de puissance et d'unité). Il est aussi étonnant de voir qu'un nombre trop élevé de candidats ne sait pas écrire la formule brute d'une molécule représentée en écriture topologique et ainsi calculer correctement la masse molaire correspondante. Cette année de façon surprenante beaucoup d'erreurs d'additions simples ont été relevées.

Le rapport est souvent incomplet avec beaucoup de manques et des informations inutiles (ex : j'ai mis des gants pour injecter le produit X.). Des manques importants sont constatés comme sur le rendement (calcul et conclusion), les analyses (CCM & banc Köfler) : ils sont trop souvent manquants ou incomplets. Il est encore difficile aux candidats de faire la différence entre une description de la manipulation réalisée et une analyse des résultats.

Nous remarquons aussi des rapports construits sans conclusion ! Et de manière générale, quand il y a des conclusions qui sont formulées elles sont souvent incomplètes. En effet, les rapports qui présentent à la fois un rendement et une conclusion adaptée ne sont pas majoritaires.

#### **Restitution orale :**

La plupart de candidats arrive à s'exprimer correctement lors de l'interrogation orale pendant l'épreuve. Les réponses données sont assez correctes même si la majeure partie des candidats ne comprend pas bien la raison pour laquelle ils font certaines opérations.

### **3/ AUTRES REMARQUES**

L'hygiène et la sécurité ont été bien respectées par les candidats : cependant, dans certains cas, le port de lunettes est non respecté et/ou les gants ne sont pas mis lors de l'addition des produits ou de l'isolement. De plus, certains candidats se « grattent » les visage ou se touchent les cheveux avec les gants... malgré les remarques des examinateurs.

Parfois les élévateurs ne sont pas à la bonne hauteur ou il y a une mauvaise utilisation des pinces et même pour certains candidats l'addition est réalisée dans le ballon tenu à la main (à bout de bras) ou posé directement sur la plaque chauffante sans être fixé par une pince.

Le niveau des candidats, assez hétéroclite, laisse à penser qu'il y a des candidats qui ont l'habitude de faire des TP alors que d'autres n'ont peut-être jamais fait de TP de chimie organique.

Surtout pour les candidats qui n'arrivent pas à valider les différents critères de notation, ce sont toujours les mêmes faiblesses qui sont constatées. Elles peuvent se résumer par un manque de compréhension de ce qu'ils font et des phénomènes mis en jeu.

### **CONCLUSION GÉNÉRALE - PERSPECTIVES 2023**

L'épreuve de Travaux Pratiques de chimie de la session 2023 continuera à évaluer les capacités du candidat à utiliser ses compétences face à un travail expérimental inconnu, dans un temps imparti. Les candidats devront, à l'aide de leurs connaissances en chimie, s'appropriier la manipulation proposée. Ils devront aussi faire preuve d'autonomie et d'initiatives pour être capable de proposer un dispositif expérimental permettant de réaliser soit la synthèse demandée en mettant en œuvre toutes les opérations conduisant à l'obtention du produit final, soit des mesures de bonne qualité. **La réussite à cette épreuve est intimement liée à une bonne maîtrise des techniques expérimentales et à la compréhension de leur principe.** L'informatique reste un outil intégré, dans la mesure du possible, aux épreuves proposées. Il ne doit pas être négligé car nécessaire dans certains cas pour le traitement de données ou pour la validation des résultats expérimentaux.

Rappelons encore une fois que la réussite à l'épreuve pratique de chimie est inexorablement liée à un travail régulier et constant pendant les deux années de formation.

Nous souhaitons beaucoup de réussite aux futurs candidats qui, nous l'espérons, tireront profit de ces remarques.