

Version professeur

Physique-chimie – Seconde Bac Pro**Livret d'activités****Chapitre 1****Sécurité en laboratoire et en atelier**

Édition : 19 septembre 2026 – Naïm Azzouz

Méthode — Mode d'emploi

Chaque activité part d'une situation réelle et de ses documents. Lire la situation, répondre aux questions dans l'ordre, puis revenir à la **problématique** : c'est elle qu'il faut avoir résolue à la fin. Les repères APP, ANA, REA, VAL et COM indiquent la démarche travaillée par la question. Les corrections et la conduite de séance suivent chaque activité dans cette version.

Repères et ordre de travail

Capacité et intitulé complet	Exercices	Pages
A1 – Lire une étiquette pour se protéger C1, C3, C2, C8	30 min	2
A2 – Choisir les EPI selon les postes de travail C2, C4, C9	30 min	4
A3 – La sécurité électrique : ce qui est dangereux C5	35 min	7
A4 – Le bruit et l'audition au quotidien C9	30 min	9
A5 – Trier les déchets de l'atelier C8, C3	30 min	11

Les durées sont indicatives et n'ont pas été mesurées en classe. A1 est une activité de **découverte** : elle peut être menée avant le cours. Les étiquettes, fiches et tarifs présentés sont des **documents d'entraînement**.

A1 – Lire une étiquette pour se protéger

Activité de découverte – 30 min – capacités C1, C3, C2 et C8.

Rappel de cours — Objectifs

Découvrir comment lire une étiquette de produit chimique : pictogrammes, phrases H et phrases P. Identifier les dangers d'un produit, choisir les EPI adaptés et connaître les bons réflexes en cas d'incident.

Énoncé — Situation professionnelle

Vous êtes apprenti dans un atelier de menuiserie. L'atelier vient de recevoir une livraison de produits de traitement du bois. Avant de les ranger et de les utiliser, le chef d'atelier vous demande de lire l'étiquette de chaque produit pour identifier les dangers et préparer les équipements de protection nécessaires.

Document 1 — Étiquette du produit à étudier

Vernis polyuréthane — finition bois

WOODPROTECT VP-400 — bidon de 5 L — fabricant ChimiBois SAS



Mention d'avertissement : ATTENTION

Phrases de danger (H)

- **H226** — Liquide et vapeurs inflammables.
- **H319** — Provoque une sévère irritation des yeux.
- **H336** — Peut provoquer somnolence ou vertiges.
- **H411** — Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.

Phrases de précaution (P)

- **P210** — Tenir à l'écart de la chaleur, des surfaces chaudes, des étincelles, des flammes nues et de toute autre source d'ignition. Ne pas fumer.
- **P261** — Éviter de respirer les vapeurs.
- **P280** — Porter des gants de protection, des lunettes de protection et des vêtements de protection.
- **P305+P351+P338** — En cas de contact avec les yeux : rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si présentes. Continuer à rincer.
- **P501** — Éliminer le contenu dans un centre de collecte des déchets dangereux.

Méthode — Problématique

Comment lire une étiquette de produit chimique pour identifier les risques et choisir les équipements de protection adaptés ?

Question 1 (APP) — Observer l'étiquette. **a.** Combien de pictogrammes de danger y figurent ? **b.** Pour chacun, donner son nom et décrire le risque qu'il signale.

Question 2 (APP) — Les phrases de danger commencent par H. **a.** Que signifie cette lettre ? **b.** Relever la phrase H qui concerne les yeux, et la recopier en entier. **c.** Relever celle qui concerne l'environnement.

Question 3 (APP) — Les phrases de précaution commencent par P. **a.** Que signifie cette lettre ? **b.** Relever la phrase P qui précise quoi faire en cas de contact avec les yeux. **c.** Selon P210, quelles sources faut-il éloigner du produit ?

Question 4 (ANA) — Relier chaque pictogramme à la ou aux phrases H qui lui correspondent.

Pictogramme	Phrase(s) H associée(s)
Inflammable	_____
Nocif, irritant	_____
Danger pour l'environnement	_____

Question 5 (ANA) — Près du poste de vernissage se trouvent : une **ponceuse électrique branchée**, un **radiateur soufflant** et un **établi couvert de sciure**. **a.** En s'appuyant sur les phrases H et P, expliquer pourquoi chacun présente un risque. **b.** Quelle mesure simple réduirait le risque lié au radiateur ?

Question 6 (REA) — L'armoire de l'atelier contient : casque antibruit, gants de protection chimique, lunettes de protection, blouse, masque respiratoire à filtre organique, bouchons d'oreilles, lunettes anti-laser, chaussures de sécurité. **a.** En s'appuyant sur les phrases P, sélectionner les EPI indispensables pour manipuler ce vernis, et justifier chaque choix. **b.** Quel EPI supplémentaire, non demandé par l'étiquette, reste recommandé dans un atelier de menuiserie ? Pourquoi ?

Question 7 (REA) — Pendant l'application, un apprenti reçoit une projection dans l'œil droit ; il ne portait pas ses lunettes. **a.** Quelle phrase P indique la conduite à tenir ? **b.** Décrire les gestes dans l'ordre. **c.** La phrase P demande de retirer les lentilles *pendant* le rinçage, sans l'interrompre. Pourquoi ne pas attendre de les avoir retirées pour commencer à rincer ? Et pourquoi faut-il quand même les retirer ?

Question 8 (VAL) — Après le vernissage, il reste du vernis dans un pot, des chiffons imbibés et un carton d'emballage propre. **a.** Que dit la phrase P501 sur l'élimination du vernis restant ? **b.** Indiquer la filière de chacun des trois déchets. **c.** Pourquoi ne jamais verser le vernis restant dans l'évier ?

Question 9 (VAL) — Un collègue s'apprête à utiliser le vernis. Il porte des gants ménagers en latex fin et a ouvert la fenêtre ; il n'a ni lunettes ni masque, et le radiateur soufflant est allumé à deux mètres. **a.** Identifier les trois erreurs les plus graves. **b.** Pour chacune, citer la phrase H ou P qui justifie la correction.

Question 10 (COM) — Rédiger, en trois à cinq phrases, un mémo de sécurité à afficher au-dessus du poste de vernissage. Il doit rappeler les dangers du vernis (avec le nom des pictogrammes), les EPI obligatoires et les gestes interdits.

Correction — Activité A1

Q1. a. Trois pictogrammes. **b.** *Flamme* — **inflammable** : le produit s'enflamme facilement au contact d'une source de chaleur ou d'une flamme. *Point d'exclamation* — **nocif ou irritant** : irritations des yeux, de la peau ou des voies respiratoires, et effets sur la santé (somnolence, vertiges). *Poisson et arbre morts* — **danger pour l'environnement** : toxique pour les organismes aquatiques.

Q2. a. H pour *Hazard*, danger en anglais : ces phrases décrivent la *nature* du danger. **b.** H319 — « Provoque une sévère irritation des yeux. » **c.** H411 — « Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme. »

Q3. a. P pour *Precaution* : ces phrases indiquent les mesures à prendre. **b.** P305+P351+P338. **c.** La chaleur, les surfaces chaudes, les étincelles, les flammes nues et toute autre source d'ignition ; et il ne faut pas fumer.

Q4. Inflammable → **H226**. Nocif, irritant → **H319 et H336** — deux phrases pour un seul pictogramme. Danger pour l'environnement → **H411**.

Raisonnement à faire dire : chaque pictogramme couvre une *catégorie* de danger ; les phrases H disent lesquels précisément, et il peut y en avoir plusieurs.

Q5. a. *Ponceuse branchée* : son moteur peut produire des étincelles, or le vernis est inflammable (H226) et P210 impose d'éloigner toute source d'ignition. *Radiateur soufflant* : c'est une surface chaude qui brasse de l'air ; les vapeurs inflammables peuvent s'enflammer à son contact (P210 vise explicitement la chaleur et les surfaces chaudes). *Sciure sur l'établi* : elle est elle-même très inflammable et, en fines particules, elle brûle très vite. **b.** Éteindre le radiateur et l'éloigner de la zone avant de commencer ; travailler dans un local ventilé ou en cabine.

Q6. a. D'après P280 (gants, lunettes, vêtements de protection) et P261 (éviter de respirer les vapeurs)

: *gants de protection chimique* — contact avec un produit irritant ; *lunettes de protection* — H319 annonce une sévère irritation des yeux ; *blouse* — protection de la peau et des vêtements ; *masque à filtre organique* — vapeurs qui provoquent somnolence et vertiges (H336). **b.** Les *chaussures de sécurité* : l'étiquette ne les demande pas, mais elles sont nécessaires dans tout atelier de menuiserie, à cause des chutes de planches et d'outils.

À *écarter et pourquoi* : casque antibruit et bouchons — il n'y a pas de risque sonore au vernissage ; lunettes anti-laser — il n'y a pas de laser.

Q7. a. P305+P351+P338. **b. 1.** Rincer immédiatement à l'eau, plusieurs minutes, paupières ouvertes. **2.** Retirer les lentilles de contact si c'est facile, *sans interrompre* le rinçage. **3.** Continuer à rincer. **4.** Consulter un médecin si l'irritation persiste. **c.** *Pourquoi ne pas attendre* : tant que le produit n'est pas dilué et évacué, il continue d'attaquer la cornée ; chaque seconde passée à retirer une lentille est une seconde d'agression en plus. *Pourquoi les retirer quand même* : la lentille piège le produit contre la cornée et empêche l'eau d'atteindre toute la surface de l'œil.

Q8. a. P501 impose d'éliminer le contenu dans un centre de collecte des déchets dangereux : ni poubelle, ni évier. **b.** Vernis restant → **collecte DDS** (bidon solvants). Chiffons imbibés → **collecte DDS** (matériau souillé). Carton propre → **poubelle ordinaire** ou benne carton. **c.** H411 indique un produit toxique pour les organismes aquatiques : versé à l'évier, il gagne les eaux usées puis les cours d'eau. C'est de plus interdit.

Q9. Les trois erreurs les plus graves. **1.** *Pas de lunettes* — H319 annonce une sévère irritation des yeux et P280 impose des lunettes. **2.** *Pas de masque* — H336 (sommolence, vertiges) et P261 (éviter de respirer les vapeurs) ; ouvrir une fenêtre ne remplace pas un masque à filtre organique. **3.** *Radiateur soufflant allumé à deux mètres* — H226 et P210 ; il doit être éteint et éloigné.

Quatrième point, moins grave : les gants ménagers en latex fin se dégradent rapidement au contact des solvants ; des gants nitrile certifiés conviendraient mieux.

Q10. Exemple attendu, en trois à cinq phrases : « Le vernis utilisé est inflammable, irritant et dangereux pour l'environnement. Avant toute utilisation, porter gants chimiques, lunettes, blouse et masque à filtre organique. Il est interdit de fumer et d'approcher une source de chaleur ou une machine produisant des étincelles. En cas de projection dans les yeux, rincer immédiatement à l'eau plusieurs minutes. Le vernis usé et les chiffons souillés vont au bidon de déchets dangereux, jamais à l'évier. »

Critères : les trois thèmes doivent apparaître — dangers nommés, EPI obligatoires, gestes interdits — dans un texte court et lisible de loin.

Conduite de séance : activité de découverte, menée avant le cours. Les questions 1 à 3 se font en autonomie sur le document. La question 4 est le premier vrai raisonnement : elle fait comprendre qu'un pictogramme peut porter plusieurs phrases H. Les questions 5 et 9 sont les plus formatrices : elles demandent de relier une observation d'atelier à une ligne précise de l'étiquette. Prévoir de reprendre collectivement la question 7c, souvent bâclée.

A2 – Choisir les EPI selon les postes de travail

Situation professionnelle – 30 min – capacités C2, C4 et C9.

Rappel de cours — Objectifs

Associer une opération de travail à ses risques, puis à des EPI précis. Comprendre la hiérarchie des protections : supprimer le risque, protéger collectivement, puis équiper individuellement. Vérifier la conformité d'un poste.

Énoncé — Situation professionnelle

Théo, élève de seconde, effectue son premier stage dans un atelier de menuiserie. Le chef d'équipe lui fait visiter les postes. Avant chaque poste, il lui demande quels EPI sont nécessaires. Théo doit apprendre à reconnaître les risques, puis à choisir la bonne protection.

Énoncé — Document 1 — Les EPI disponibles dans l'atelier

EPI	Contre quoi il protège
Vêtements de travail	Éclats, copeaux, salissures. Coton de préférence, jamais de synthétique près d'une flamme
Lunettes de protection	Projections de copeaux, de sciure ou de produit chimique
Masque FFP2 / FFP3	Poussières fines : FFP2 arrête 94 % des particules, FFP3 en arrête 99 %
Masque à cartouche (filtre A)	Vapeurs de solvants : vernis, lasures, colles. Cartouche à remplacer périodiquement
Protection auditive	Bruit des machines : scies, raboteuses, défonceuses
Gants en cuir	Coupures et échardes lors de la manutention de planches
Gants nitrile	Produits chimiques : imperméables aux solvants
Chaussures de sécurité	Chute d'objets (coque), perforation (semelle), glissade

Énoncé — Document 2 — Les cinq postes visités

Poste	Niveau sonore	Ce qu'on y fait, ce qu'il s'y passe
1 — Débit	95 dB(A)	Découpe de planches à la scie radiale et à la scie à format. Projection de copeaux et de sciure, pièces lourdes à manipuler
2 — Ponçage	78 dB(A)	Lissage des surfaces à la ponceuse orbitale. Empoussièrément élevé, poussière de bois très fine. Aspiration intégrée à la ponceuse
3 — Vernissage	65 dB(A)	Application de vernis ou de lasure au pistolet, en cabine ventilée. Vapeurs de solvants présentes
4 — Encollage	60 dB(A)	Application de colle vinylique, presses et serre-joints. Produit non classé dangereux
5 — Manutention	50 dB(A)	Déplacement de paquets de planches au transpalette. Chute d'objets, coupures, piqûres

Méthode — Problématique

À chaque poste de l'atelier, comment identifier les risques et choisir précisément les équipements nécessaires pour travailler en sécurité ?

Question 1 (APP) — **a.** Que signifie le sigle EPI ? **b.** Donner deux raisons pour lesquelles le port d'un EPI peut être *obligatoire*, et non simplement recommandé. **c.** Citer quatre EPI du document 1 et la partie du corps que chacun protège.

Question 2 (ANA) — Pour chacun des cinq postes, identifier les deux ou trois risques principaux.

Question 3 (REA) — Compléter le tableau des EPI obligatoires à chaque poste. Écrire **oui** ou un tiret dans chaque case.

Poste	Prot. auditive	Lunettes	Masque FFP2	Masque cartouche	Gants	Chaussures
1 — Débit						
2 — Ponçage						
3 — Vernissage						
4 — Encollage						
5 — Manutention						

Question 4 (ANA) — Le cours donne deux valeurs d'action pour le bruit : 80 et 85 dB(A) en $L_{EX,8h}$. **a.** À quels postes le niveau relevé dépasse-t-il la seconde valeur d'action ? **b.** Une augmentation de 10 dB correspond à une intensité sonore multipliée par 10. Qu'en conclure sur le poste 1, à 95 dB(A), par rapport au seuil de 85 ? **c.** La règle d'équivalence dit que chaque **+3 dB** divise par 2 la durée d'exposition acceptable. En partant de 8 h à 85 dB(A), estimer la durée acceptable à 95 dB(A).

Question 5 (ANA) — La poussière de bois est classée **cancérogène avéré pour l'homme**, en particulier celle de hêtre et de chêne. **a.** Quel poste en produit le plus ? Quels EPI y sont nécessaires ? **b.** Quelle protection *collective* doit équiper la ponceuse ou le local ? **c.** Pourquoi la protection collective doit-elle être privilégiée par rapport à l'EPI ?

Question 6 (VAL) — Le chef d'équipe envoie Théo au poste de vernissage en lui disant : « *Tu peux y aller, c'est juste cinq minutes.* » Théo a-t-il raison d'accepter sans EPI ? Donner deux arguments pour rester en sécurité, même pour cinq minutes.

Question 7 (COM) — Rédiger, en quatre ou cinq lignes, l'affiche du poste 1 : niveau sonore, EPI obligatoires, et vérifications à faire avant de mettre la machine en marche.

Correction — Activité A2

Q1. a. Équipement de Protection Individuelle. **b.** Le port est obligatoire quand le risque *ne peut pas* être supprimé ni suffisamment réduit par une protection collective, et quand la réglementation du travail l'impose pour l'opération concernée. **c.** Par exemple : protection auditive → oreilles ; masque FFP2 → voies respiratoires ; lunettes → yeux ; chaussures de sécurité → pieds ; gants → mains ; vêtements de travail → corps.

Q2. Poste 1, débit : bruit à 95 dB(A), projection de copeaux dans les yeux, coupure aux mains, chute de planche sur les pieds. **Poste 2, ponçage :** inhalation de poussière de bois très fine, projection dans les yeux, vibrations. **Poste 3, vernissage :** inhalation de vapeurs de solvants, contact du produit avec la peau, risque d'incendie lié aux vapeurs inflammables. **Poste 4, encollage :** salissures, contact cutané mineur — peu de risques sérieux. **Poste 5, manutention :** chute d'objets sur les pieds, coupures et échardes aux mains, troubles liés aux postures et aux charges.

Q3.

Poste	Prot. aud.	Lunettes	FFP2	Cartouche	Gants	Chauss.
1 — Débit	oui	oui	oui	—	cuir*	oui
2 — Ponçage	—	oui	oui	—	—	oui
3 — Vernissage	—	oui	—	oui	nitrile	oui
4 — Encollage	—	conseillé	—	—	conseillé	oui
5 — Manutention	—	—	—	—	cuir	oui

* *Gants en cuir pour la manutention des planches, retirés pendant la coupe :* près d'une lame en rotation, un gant peut être happé. C'est le point le plus important du tableau, et celui qui surprend le plus les

élèves.

Q4. a. Seul le **poste 1** (95 dB(A)) dépasse la seconde valeur d'action de 85 dB(A) : la protection auditive y est obligatoire. Le poste 2, à 78 dB(A), approche la première valeur d'action de 80 sans l'atteindre. **b.** $95 - 85 = 10$ dB, soit une intensité sonore **dix fois** plus grande qu'au seuil. Le risque augmente donc très vite avec quelques décibels. **c.** On applique la règle des +3 dB : $85 \rightarrow 8$ h ; $88 \rightarrow 4$ h ; $91 \rightarrow 2$ h ; $94 \rightarrow 1$ h ; $97 \rightarrow 30$ min. À 95 dB(A), la durée acceptable est donc d'environ **45 minutes**.

Précision à apporter : les niveaux du document 2 sont des niveaux *au poste* ; les valeurs d'action portent sur le niveau *moyen de la journée*. Un élève qui ne fait que 20 minutes de débit n'est pas exposé comme un ouvrier qui y passe la journée — mais il subit aussi le bruit des autres postes.

Q5. a. Le **poste 2**. EPI : masque FFP2 au minimum, FFP3 pour des bois exotiques, et lunettes de protection. **b.** L'**aspiration** : celle intégrée à la ponceuse, et l'aspiration générale du local avec filtration. Sans elle, la poussière reste en suspension et contamine tout l'atelier. **c.** Parce qu'elle protège *tout le monde* en même temps, y compris les personnes des postes voisins et celles qui ne portent pas de masque. L'EPI ne protège que celui qui le porte, et seulement s'il le porte correctement. C'est pourquoi l'ordre est : supprimer le risque, puis protéger collectivement, puis équiper individuellement.

Q6. Théo doit refuser et mettre ses EPI. Deux arguments suffisent. *Premier* : le risque chimique ne dépend pas seulement de la durée, mais aussi de la *concentration* ; dans une cabine juste après pulvérisation, la concentration de vapeurs est maximale — cinq minutes y valent bien plus que cinq minutes ailleurs. *Second* : les expositions courtes se *cumulent* ; répétées, elles produisent maux de tête, somnolence, et à terme des atteintes durables. On peut ajouter : le port des EPI est une obligation qui ne connaît pas de dérogation « pour cinq minutes ».

Q7. Exemple attendu : « *Poste 1 — Débit. Niveau sonore 95 dB(A) : protection auditive obligatoire. EPI : protection auditive, lunettes, masque FFP2, chaussures de sécurité ; gants en cuir pour la manutention uniquement, jamais pendant la coupe. Avant de mettre en marche : vérifier que le capot de protection est en place, que l'arrêt d'urgence est accessible, que l'aspiration fonctionne et que personne ne se trouve dans la zone de projection.* »

Conduite de séance : le tableau de la question 3 est le cœur de l'activité ; le remplir poste par poste, en demandant systématiquement *contre quoi* chaque case protège. La question 4c fait intervenir un calcul en cascade : la faire au tableau si la classe est fragile. La question 6 se prête à un court débat : laisser deux ou trois élèves défendre le « c'est juste cinq minutes » avant de conclure.

A3 – La sécurité électrique : ce qui est dangereux

Situation professionnelle – 35 min – capacité C5.

Rappel de cours — Objectifs

Comprendre que c'est l'**intensité** qui traverse le corps, et non la tension seule, qui est dangereuse. Relier intensité, tension et résistance du corps par $I = U/R$. Connaître le rôle du disjoncteur différentiel 30 mA et de la mise à la terre.

Énoncé — Situation

On entend souvent que « *ce n'est pas le volt qui tue, mais l'ampère* ». Il s'agit de comprendre pourquoi un appareil électrique près d'une baignoire est mortel, alors qu'une clôture électrique de pré, sous plusieurs milliers de volts, ne l'est pas.

Énoncé — Document — Effets d'un courant alternatif de 50 Hz sur le corps

Intensité	Effet sur une personne
0,5 mA	Seuil de perception : on sent le courant
10 mA	Contraction musculaire : on ne peut plus lâcher prise
30 mA	Difficultés respiratoires — c'est le seuil du différentiel
50 mA	Fibrillation cardiaque : mortelle sans intervention rapide

Le courant qui traverse une personne vaut $I = \frac{U}{R_{\text{corps}}}$. La résistance du corps dépend de l'état de la peau : environ **3 000 Ω** peau sèche, **1 000 Ω** peau humide.

Méthode — Problématique

Qu'est-ce qui rend un courant dangereux, et comment l'installation électrique nous protège-t-elle ?

Question 1 (APP) — Une personne à la peau sèche ($R = 3\,000\ \Omega$) entre en contact avec une pièce sous 230 V. Calculer l'intensité du courant qui la traverse, en milliampères. Situer ce résultat dans le tableau.

Question 2 (ANA) — Reprendre le calcul avec une peau humide ($R = 1\,000\ \Omega$), toujours sous 230 V. **a.** Que devient l'intensité ? **b.** Expliquer, à l'aide de la relation $I = U/R$, pourquoi l'eau aggrave le danger.

Question 3 (APP) — Expliquer la phrase « *ce n'est pas le volt qui tue, mais l'ampère* » en s'appuyant sur les deux calculs précédents.

Question 4 (ANA) — L'installation est protégée par un différentiel 30 mA. Dans la situation de la question 2, se déclenche-t-il ? Justifier par une comparaison, et préciser en combien de temps il agit.

Question 5 (VAL) — Pourquoi le seuil du différentiel est-il fixé à 30 mA, et non à 100 mA ? Répondre en s'appuyant sur le tableau des effets.

Question 6 (APP) — Quelle est la différence entre un **contact direct** (toucher un fil sous tension) et un **contact indirect** (toucher la carcasse métallique d'un appareil) ?

Question 7 (ANA) — À quoi sert la mise à la terre, le fil vert-jaune, associée au différentiel ? Que se passerait-il si elle était absente ?

Question 8 (VAL) — Sous une très basse tension de 12 V, peau sèche ($R = 3\,000\ \Omega$), calculer l'intensité. Pourquoi parle-t-on de « très basse tension de sécurité » ?

Question 9 (COM) — Rédiger un court message de prévention : pourquoi ne jamais utiliser un appareil électrique près de l'eau, et ce qui nous protège à la maison.

Correction — Activité A3

Q1. $I = \frac{U}{R} = \frac{230}{3\,000} \approx 0,077\ \text{A} = \mathbf{77\ \text{mA}}$. Dans le tableau, cette valeur est bien *au-dessus* du seuil de fibrillation cardiaque (50 mA) : le contact est potentiellement mortel, alors même que la peau est sèche.

Q2. a. $I = \frac{230}{1\,000} = 0,23\ \text{A} = \mathbf{230\ \text{mA}}$, soit **trois fois plus**. **b.** Dans $I = U/R$, la tension ne change pas, mais la résistance est divisée par 3. Comme R est au *dénominateur*, diviser R revient à multiplier I . L'eau et la transpiration abaissent la résistance de la peau : le même contact devient beaucoup plus dangereux.

Q3. Ce qui produit les effets sur le corps — contraction, difficultés respiratoires, fibrillation — c'est l'**intensité** qui le traverse, pas la tension elle-même. La tension n'est dangereuse que parce qu'elle crée ce courant. Les deux calculs le montrent : la tension est identique (230 V), et pourtant le courant passe de 77 à 230 mA selon l'état de la peau. C'est le courant qui a changé, donc c'est lui qui décide.

Q4. Oui. On compare le courant de fuite à la sensibilité : $230\ \text{mA} > 30\ \text{mA}$. Le seuil est largement dépassé, donc le différentiel coupe le circuit en **quelques dizaines de millisecondes** — moins de 40 ms. La coupure intervient avant que le courant n'ait eu le temps de provoquer une fibrillation.

Q5. Parce que 30 mA se situe *en dessous* du seuil de fibrillation cardiaque, qui est d'environ 50 mA. Un différentiel réglé à 100 mA ne couperait qu'après que le courant a dépassé la valeur mortelle : il protégerait l'installation, pas la personne. Le seuil de 30 mA est choisi pour agir *avant* le danger vital.

Q6. *Contact direct* : on touche une partie qui est **normalement** sous tension — un conducteur dénudé, une borne. *Contact indirect* : on touche une masse métallique qui **ne devrait pas** être sous tension — la carcasse d'une machine — et qui l'est devenue à cause d'un défaut d'isolement. Le second est plus sournois : rien ne signale le danger, l'objet a l'air normal.

Q7. La mise à la terre offre au courant de défaut un **chemin vers le sol**, par le fil vert-jaune, de préférence au corps d'une personne. Ce courant qui part à la terre crée justement le déséquilibre que le différentiel détecte : la terre *provoque* la coupure.

Sans mise à la terre, la carcasse reste sous tension sans qu'aucun courant ne circule ; le différentiel ne détecte rien. Le défaut ne se révèle qu'au moment où *quelqu'un* touche la machine et devient lui-même le chemin vers le sol. Terre et différentiel forment donc un couple : l'un offre le chemin, l'autre coupe.

Q8. $I = \frac{12}{3\,000} = 0,004\text{ A} = \mathbf{4\text{ mA}}$. Cette valeur est sous le seuil de non-lâcher (10 mA) et très loin du seuil mortel. On parle de **très basse tension de sécurité** parce qu'une tension inférieure à 50 V ne peut pas, même dans des conditions défavorables, faire passer dans le corps un courant dangereux. C'est pourquoi on l'emploie là où le risque est élevé : éclairage de salle de bain, piscines, éclairage portatif de chantier.

Q9. Exemple attendu : « *Près de l'eau, la peau humide oppose une faible résistance au courant. Sous 230 V, le courant qui traverserait le corps dépasse largement le seuil mortel de 50 mA. C'est pourquoi on n'utilise jamais un appareil électrique près d'une baignoire ou d'un évier. À la maison, le disjoncteur différentiel 30 mA et la prise de terre coupent le courant en quelques dizaines de millisecondes en cas de fuite : ils ne suppriment pas le danger, ils l'arrêtent avant qu'il ne devienne mortel.* »

Conduite de séance : la relation $I = U/R$ est le seul outil de calcul de l'activité ; elle appartient au chapitre 3, mais elle est ici *fournie* et sert de moyen, pas d'objectif. Le moment fort est la question 2 : faire remarquer que la tension n'a pas bougé. La question 7 est la plus difficile ; l'aborder par le cas « sans terre », qui frappe. Une simulation est disponible sur le site (*Sécurité électrique : le courant et le corps*) ; elle permet de faire varier U et R et d'activer le différentiel.

A4 – Le bruit et l'audition au quotidien

Vie quotidienne – 30 min – capacité C9.

Rappel de cours — Objectifs

Lire et comparer des niveaux sonores exprimés en décibels. Situer les seuils de danger et de douleur. Comprendre que la durée d'écoute compte autant que le niveau.

Énoncé — Situation

Inès, 16 ans, écoute beaucoup de musique avec des écouteurs intra-auriculaires dans le bus, va parfois en concert le week-end et joue le soir. Depuis quelque temps, elle entend des sifflements dans les oreilles après ses soirées. Elle se demande si ses habitudes peuvent abîmer son audition.

Énoncé — Document 1 — Quelques niveaux sonores du quotidien

Situation	Bibliothèque	Conversation	Bus	Écouteurs à fond	Concert	Feu d'artifice
Niveau	35 dB	60 dB	80 dB	100 dB	110 dB	120 dB

Valeurs indicatives, arrondies, d'après l'échelle de l'Organisation mondiale de la santé et de Santé publique France. Seuil de danger en exposition prolongée : **85 dB**. Seuil de douleur : **120 dB**.

Énoncé — Document 2 — Durée d'écoute quotidienne sans danger

Niveau sonore	Durée d'écoute maximale conseillée
80 dB	environ 40 heures par semaine
85 dB	environ 8 heures par jour
95 dB	environ 45 minutes par jour
100 dB	environ 15 minutes par jour
110 dB	moins de 2 minutes par jour

Source : Organisation mondiale de la santé, campagne « Make Listening Safe », et Santé publique France (2023).

Méthode — Problématique

Les habitudes d'écoute d'Inès mettent-elles son audition en danger, et comment continuer à écouter de la musique sans abîmer ses oreilles ?

Question 1 (APP) — Dans quelle unité mesure-t-on le niveau sonore ? D'après le document 1, quel est le niveau d'une conversation, et celui d'un concert ?

Question 2 (APP) — Indiquer la valeur du seuil de danger en exposition prolongée, et celle du seuil de douleur.

Question 3 (REA) — Inès écoute ses écouteurs à fond, soit environ 100 dB. Calculer de combien de décibels ce niveau dépasse le seuil de danger.

Question 4 (REA) — D'après le document 2, quelle est la durée d'écoute maximale conseillée à 100 dB ? Et à 110 dB, le niveau d'un concert ?

Question 5 (ANA) — Inès écoute en réalité à 100 dB pendant tout son trajet en bus, soit environ 30 minutes par jour. Comparer à la durée maximale conseillée et conclure.

Question 6 (ANA) — Inès entend des sifflements après ses soirées. Sachant que les lésions de l'audition sont irréversibles, expliquer pourquoi ce signe doit l'alerter.

Question 7 (VAL) — Pour le concert, à 110 dB, Inès porte des bouchons qui atténuent le bruit de 25 dB.

a. Calculer le niveau reçu par son oreille. **b.** Ce niveau est-il en dessous du seuil de danger ? **c.** Peut-on en conclure qu'elle ne risque plus rien ?

Question 8 (COM) — Rédiger, en trois ou quatre phrases, un message à Inès pour lui conseiller comment continuer à écouter de la musique sans abîmer ses oreilles.

Correction — Activité A4

Q1. Le niveau sonore se mesure en **décibels (dB)**. Une conversation est à environ 60 dB, un concert à environ 110 dB.

Q2. Seuil de danger en exposition prolongée : **85 dB**. Seuil de douleur : **120 dB**. Au-delà de 130 dB, une lésion peut survenir dès la première seconde.

Q3. $100 - 85 = 15$ **dB**. Le niveau des écouteurs à fond dépasse le seuil de danger de 15 dB.

Q4. À 100 dB : environ **15 minutes** par jour. À 110 dB : **moins de 2 minutes** par jour. Plus le son est fort, plus la durée acceptable est courte — et elle chute très vite.

Q5. Inès écoute 30 minutes, soit **deux fois** la durée maximale conseillée de 15 minutes. Elle dépasse donc nettement ce que son oreille peut encaisser sans dommage. Et comme c'est un trajet quotidien, l'exposition se répète tous les jours : ce n'est pas un excès isolé, c'est une habitude.

Q6. Les sifflements après une exposition forte ne sont pas une simple fatigue : ils montrent que les cellules sensorielles de l'oreille interne ont été *agressées*. Or ces cellules ne se régénèrent pas : chaque épisode laisse une part de dégâts définitifs. Les premières fois, l'audition semble revenir — c'est ce qui trompe. À force de répétitions, les sifflements peuvent devenir permanents (acouphènes) et s'accompagner d'une perte d'audition irréversible.

Q7. a. $110 - 25 = 85$ **dB**. **b.** Non : le niveau reçu est ramené *exactement au* seuil de danger, pas en

dessous. **c.** Non, on ne peut pas conclure qu'elle ne risque plus rien, pour deux raisons. À 85 dB, la durée acceptable est d'environ 8 h, ce qui couvre un concert — mais l'atténuation *réelle* des bouchons est inférieure à l'atténuation annoncée, surtout s'ils sont mal insérés ; on retire en général quelques décibels de marge. Et le bénéfice disparaît dès qu'elle les retire pour parler. La protection est très utile, elle ne dispense pas de s'éloigner des enceintes et de faire des pauses au calme.

Q8. Exemple attendu : « *Pour protéger tes oreilles, baisse le volume de tes écouteurs — vise environ la moitié du maximum — et fais des pauses pendant le trajet. En concert, mets des bouchons : ils enlèvent environ 25 dB et ramènent le son à un niveau bien plus sûr, surtout si tu t'éloignes des enceintes. Et écoute le signal de tes oreilles : des sifflements après une soirée veulent dire qu'elles ont été trop sollicitées, et ces dégâts-là ne se réparent pas.* »

Conduite de séance : activité de vie quotidienne, qui prépare et prolonge le §8 du cours. Les calculs sont volontairement simples — une soustraction — pour laisser la place au raisonnement. Le moment décisif est la question 7c : beaucoup d'élèves s'arrêtent au résultat 85 et concluent « c'est bon ». Faire remarquer que le calcul tombe *pile* sur le seuil, et qu'un résultat pile sur une limite n'est jamais une marge de sécurité.

Lien avec l'atelier : rapprocher ce travail des 102 dB(A) de la scie à format, traités au cours. Le geste est le même ; seul le contexte change.

A5 – Trier les déchets de l'atelier

Situation professionnelle – 30 min – capacités C8 et C3.

Rappel de cours — Objectifs

Associer chaque déchet d'atelier à sa filière de tri. Comprendre ce qui rend un déchet dangereux. Calculer un coût d'élimination et mesurer ce que coûte une erreur de tri.

Énoncé — Situation professionnelle

La responsable hygiène, sécurité et environnement d'un atelier de menuiserie fait le tour des bacs de tri en fin de journée. Les apprentis ont jeté leurs déchets sans toujours respecter le tri. Avant l'enlèvement par le prestataire, elle doit vérifier que chaque déchet est dans le bon bac : certains sont strictement réglementés.

Énoncé — Document 1 — Les cinq bacs de l'atelier et leur tarif d'enlèvement

Bac	Ce qu'il reçoit	Coût
Bleu — bois propre	Copeaux, sciure, chutes de bois massif non traité, palettes	30 €/t
Jaune — recyclables	Cartons, papiers, emballages plastiques <i>propres</i> , métaux	40 €/t
Vert — bois traité	Bois imprégné, MDF, contreplaqué, panneaux mélaminés	120 €/t
Noir — ordures résiduelles	Ce qui ne peut être trié ailleurs : restes de repas, papiers souillés. Jamais de produit dangereux	180 €/t
Rouge — déchets dangereux	Pots de vernis, chiffons solvants, restes de colle, aérosols, tubes fluorescents, batteries	650 €/t

Énoncé — Document 2 — Les déchets de la journée

Déchet	Quantité	Déchet	Quantité
1. Sciure de chêne	15 kg	6. Tube fluorescent grillé	0,2 kg
2. Pots de vernis usagés (3)	0,8 kg	7. Restes du déjeuner	0,3 kg
3. Chutes de panneau MDF	8 kg	8. Aérosol vide de lubrifiant	0,2 kg
4. Chiffons imprégnés de vernis	1,5 kg	9. Chutes de chêne brut	20 kg
5. Cartons d'emballage	4 kg	10. Bouteille plastique vide	0,1 kg

Méthode — Problématique

Comment organiser le tri des dix déchets de la journée pour respecter la réglementation, et combien cela coûte-t-il réellement ?

Question 1 (APP) — **a.** Pourquoi ne peut-on pas jeter un pot de vernis vide dans le bac jaune, avec les autres emballages métalliques ? **b.** Pourquoi le MDF et le mélaminé ne peuvent-ils pas aller avec le bois propre ?

Question 2 (REA) — Pour chacun des dix déchets du document 2, indiquer le bac de destination.

Question 3 (ANA) — Calculer la masse totale de déchets de la journée, bac par bac.

Bac	Numéros des déchets	Masse (kg)
Bleu	_____	
Jaune	_____	
Vert	_____	
Noir	_____	
Rouge	_____	

Question 4 (REA) — Les tarifs sont donnés en euros par **tonne** ; les masses sont en kilogrammes. Rappel : 1 t = 1 000 kg, donc 35 kg = 0,035 t. Calculer le coût d'enlèvement de chaque bac, puis le coût total de la journée.

Question 5 (ANA) — Les déchets dangereux ne représentent qu'une petite part de la masse totale, mais une grande part du coût. **a.** Expliquer pourquoi. **b.** Un apprenti jette par erreur le chiffon imprégné de vernis (1,5 kg) dans le bac bleu, qui contient déjà une tonne de bois propre. Calculer le coût d'enlèvement de ce bac avant et après l'erreur, et conclure.

Question 6 (VAL) — La fiche de données de sécurité du vernis indique, en section 9 : « *point d'éclair* : 28 °C ». **a.** Que signifie cette information ? **b.** Pourquoi un chiffon imprégné de vernis, laissé en tas, présente-t-il un risque d'incendie *sans* flamme extérieure ? **c.** Comment stocker ces chiffons en attendant l'enlèvement ?

Correction — Activité A5

Q1. a. Parce que le pot n'est pas un simple emballage métallique : il contient encore des *résidus* de vernis — solvants et résines — qui en font un déchet dangereux. Un emballage souillé suit la filière de ce qu'il a contenu. **b.** Parce que le MDF et le mélaminé contiennent des *colles à base de résines*. Ces colles interdisent le recyclage en panneaux comme la valorisation en biomasse : ces déchets partent en incinération avec récupération d'énergie, dans une filière séparée et plus chère.

Q2. 1. Sciure de chêne → **bleu**. 2. Pots de vernis → **rouge**. 3. Chutes de MDF → **vert**. 4. Chiffons imprégnés → **rouge**. 5. Cartons → **jaune**. 6. Tube fluorescent → **rouge** (filière des équipements électriques). 7. Restes du déjeuner → **noir**. 8. Aérosol vide → **rouge** (résidu inflammable et gaz

sous pression). 9. Chutes de chêne brut → **bleu**. 10. Bouteille plastique → **jaune**.

Q3.

Bac	Déchets	Masse
Bleu	1 et 9	$15 + 20 = \mathbf{35 \text{ kg}}$
Jaune	5 et 10	$4 + 0,1 = \mathbf{4,1 \text{ kg}}$
Vert	3	8 kg
Noir	7	0,3 kg
Rouge	2, 4, 6 et 8	$0,8 + 1,5 + 0,2 + 0,2 = \mathbf{2,7 \text{ kg}}$

Total de la journée : $35 + 4,1 + 8 + 0,3 + 2,7 = \mathbf{50,1 \text{ kg}}$.

Q4.

Bac	Masse (t)	Tarif	Coût
Bleu	0,035	30 €/t	$0,035 \times 30 = \mathbf{1,05 \text{ €}}$
Jaune	0,0041	40 €/t	$0,0041 \times 40 \approx \mathbf{0,16 \text{ €}}$
Vert	0,008	120 €/t	$0,008 \times 120 = \mathbf{0,96 \text{ €}}$
Noir	0,0003	180 €/t	$0,0003 \times 180 \approx \mathbf{0,05 \text{ €}}$
Rouge	0,0027	650 €/t	$0,0027 \times 650 \approx \mathbf{1,76 \text{ €}}$

Coût total de la journée : environ **3,98 €**, arrondi à **4 €**.

Q5. a. Les déchets dangereux représentent 2,7 kg sur 50,1 kg, soit environ **5 %** de la masse, mais 1,76 € sur 3,98 €, soit environ **44 %** du coût. La raison est le tarif : 650 €/t contre 30 €/t pour le bois propre, soit **plus de vingt fois plus cher**. Ce tarif paie un traitement spécialisé — incinération à haute température, traitement des fumées, prestataire agréé.

b. Avant l'erreur : 1 t de bois propre à 30 €/t = **30 €**. **Après** : le chiffon solvanté contamine toute la benne, qui ne peut plus être recyclée et doit être reclassée en déchet dangereux. Son enlèvement coûte alors environ 1,0015 t à 650 €/t, soit **environ 650 €**. Le surcoût est d'environ **620 €** pour un seul chiffon de 1,5 kg. À cela s'ajoute le risque d'auto-inflammation dans la benne.

Q6. a. Le **point d'éclair** est la température à partir de laquelle le liquide dégage assez de vapeurs pour qu'elles s'enflamment en présence d'une étincelle ou d'une flamme. À 28 °C, ce seuil est atteint dans un atelier chauffé, ou au soleil. **b.** Le solvant du chiffon s'oxyde lentement au contact de l'air, et cette réaction dégage de la chaleur. Dans un chiffon tassé en boule ou empilé, la chaleur ne s'évacue pas : la température monte peu à peu jusqu'à ce que les vapeurs s'enflamment *sans* qu'aucune flamme extérieure n'intervienne. C'est une cause classique d'incendie nocturne dans les ateliers de finition. **c.** Dans un **réipient métallique fermé** — pas en plastique, qui fond — muni d'un couvercle qui se referme seul, placé dans un local aéré et à l'écart de toute source de chaleur, étiqueté et daté, et vidé régulièrement plutôt qu'accumulé pendant des semaines.

Conduite de séance : l'activité mêle une tâche de tri et un calcul de proportionnalité avec conversion kg → t. Cette conversion est le principal obstacle : la faire au tableau sur la première ligne. La question 5b est le moment qui marque : un chiffon de 1,5 kg qui coûte 620 € de plus se retient mieux qu'une consigne. La question 6b est la seule vraiment scientifique du livret sur ce thème — prendre le temps de la mener, l'idée d'une réaction qui s'échauffe toute seule n'est pas intuitive.