

Livret d'automatismes

Seconde TNE

Métiers des transitions numérique et énergétique

Livret élève

15 rituels associés aux 15 dossiers de co-intervention

Une séance toutes les deux semaines

Calculs courts – Grandeurs – Énergie – Hydraulique

3 questions prioritaires + 1 question facultative

8 minutes au départ, puis progressivement 6 minutes

Nom : _____

Classe : _____

Mode d'emploi

Un livret à part. Ces rituels complètent les livrets ordinaires de mathématiques et de physique-chimie. Chaque fiche CI prépare le dossier de co-intervention portant le même numéro.

1. Distribuer la fiche à l'entrée en classe, **avant le dossier associé**. Les 15 numéros désignent les séances prévues, pas les semaines civiles. Le rythme est d'une séance toutes les deux semaines, à adapter au calendrier réel.
2. Prévoir **8 minutes pour CI-01 à CI-03**, puis 7 minutes pour CI-04 à CI-06. Viser ensuite 6 minutes pour les trois questions prioritaires ; conserver 8 minutes pour CI-09 et CI-12, plus nouvelles. Ajouter 2 à 3 minutes de correction.
3. Faire d'abord les **questions 1 à 3**. La quatrième, « Si j'ai terminé », est facultative. Les données utiles sont répétées lorsque cela évite qu'une erreur bloque toute la fiche.
4. Suivre la consigne de calculatrice de chaque fiche : **autorisée pour CI-09, CI-10 et CI-12**, sans calculatrice pour les autres. Aucun matériel expérimental n'est nécessaire.
5. Les premières séances servent de **diagnostic sans note**. Corriger avec le même rituel : réponse, méthode rapide, erreur fréquente, règle à retenir. La case d'autoévaluation n'est pas une note.

Deux types d'apprentissage.

Les conversions, pourcentages, calculs numériques, applications de formules et lectures graphiques entretiennent les automatismes mathématiques de seconde.

Les relations de thermique, de PAC, de pression ou de pertes de charge sont des **apports professionnels fournis**. Elles ne sont pas supposées connues par cœur au titre du programme de physique-chimie de seconde. Lire les données avant de commencer.

Les rappels de calcul sont ciblés ; les relations professionnelles nouvelles restent disponibles. Les modèles simplifiés servent à calculer, pas à dimensionner, régler ou certifier une installation réelle.

Impression : une fiche par page. CI-01 se trouve page 4 de ce PDF. Les corrigés sont dans un livret distinct. Le sommaire est cliquable.

Sommaire thématique

Un rituel par dossier, dans l'ordre du parcours prévu.

Le numéro CI est aussi le numéro du dossier associé. Les fiches restent indépendantes du calendrier ; ne pas déplacer une fiche sans son dossier.

Fiche dossier	/ Automatisme en contexte	Page
Enveloppe et besoins du bâtiment		
CI-01	Isolation : épaisseur et résistance	4
CI-02	Déperditions : de la puissance à l'énergie	5
CI-03	Consommation : ramener à un mètre carré	6
Air et installations électriques		
CI-04	Ventilation : volume et débit	7
CI-05	Électricité : puissance, énergie et coût	8
Production et transferts d'énergie		
CI-06	Photovoltaïque : puissance et production	9
CI-07	Pompe à chaleur : partager les énergies	10
CI-08	Climatisation : additionner les apports	11
CI-09	Eau chaude : calculer l'énergie nécessaire	12
CI-10	Chauffage : calculer des émissions	13
Hydraulique et circulation		
CI-11	Vidange : calculer un débit moyen	14
CI-12	Pertes de charge : débit et pression	15
CI-13	Circulateur : lire le point de fonctionnement	16
CI-14	Circulation : chiffrer un écart	17
Mesure et régulation		
CI-15	Capteur : passer du signal à la température	18

Le calcul reste le fil conducteur. Une même notion revient dans plusieurs contextes : l'énergie en CI-02, 05, 07, 09, 10 et 13 ; les pourcentages en CI-02, 03, 06, 13 et 14 ; les débits en CI-04 et CI-11 à 14.

CO-INTERVENTION**FICHE CI-01****Isolation : épaisseur et résistance**

Dossier associé : 01 – Isolation du logement

Nom : _____

Date : _____

Sans calculatrice

8 min + correction

Objectif : convertir une longueur et remplacer les lettres dans une formule.Un installateur compare deux épaisseurs d'un même isolant. On prend $\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$.**Relations et données utiles** $R = \frac{e}{\lambda}$, avec e en m et R en $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$. Pour des couches superposées : $R_{\text{total}} = R_1 + R_2$.**Rappel express** : pour passer des cm aux m, diviser par 100.

1. Convertir 14 cm en mètres.

2. Calculer R pour une couche d'épaisseur $e = 0,14 \text{ m}$.

3. Deux couches ont des résistances $R_1 = 4$ et $R_2 = 0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$. Calculer R_{total} .

4. **Si j'ai terminé.** Avec le même isolant, calculer R pour $e = 0,28 \text{ m}$.

Après correction : une règle ou une erreur à retenir☐ À revoir ☐ En cours d'acquisition ☐ Acquis

CO-INTERVENTION**FICHE CI-02****Déperditions : de la puissance à l'énergie**

Dossier associé : 02 – Déperditions et économies

Nom : _____

Date : _____

Sans calculatrice

8 min + correction

Objectif : calculer un écart de température, une puissance puis une énergie.Pour une paroi : $U = 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ et $S = 20 \text{ m}^2$. À l'intérieur, il fait 19°C ; dehors, -1°C .**Relations et données utiles** $\Delta T = T_{\text{intérieur}} - T_{\text{extérieur}}$; $\Phi = U \times S \times \Delta T$ en W. Un écart de 1°C vaut 1 K. $E = P \times t$: avec P en kW et t en h, E est en kWh. $1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$.

1. Calculer l'écart de température
- ΔT
- , en K.

2. Calculer
- Φ
- avec
- $\Delta T = 20 \text{ K}$
- .

3. Une puissance constante de 200 W correspond à 0,2 kW. Calculer l'énergie perdue en 5 h.

- 4.
- Si j'ai terminé.**
- Une amélioration fait passer la puissance perdue de 400 à 200 W. Calculer la diminution en pourcentage.

Après correction : une règle ou une erreur à retenir
☐ À revoir ☐ En cours d'acquisition ☐ Acquis

CO-INTERVENTION**FICHE CI-03****Consommation : ramener à un mètre carré**

Dossier associé : 03 – DPE et étiquette énergétique

Nom : _____

Date : _____

Sans calculatrice

8 min + correction

Objectif : calculer un quotient et un pourcentage de baisse.

Un document d'exercice donne une énergie annuelle conventionnelle $E = 12\,000 \text{ kWh}_{\text{EP}}$ pour une surface $S = 80 \text{ m}^2$. EP signifie « énergie primaire ».

Relations et données utilesIndice $C = E \div S$, en $\text{kWh}_{\text{EP}}/(\text{m}^2 \cdot \text{an})$. $1 \text{ MWh} = 1\,000 \text{ kWh}$.

Rappel express : baisse en % = $\frac{\text{valeur initiale} - \text{valeur finale}}{\text{valeur initiale}} \times 100$.

1. Convertir $12\,000 \text{ kWh}_{\text{EP}}$ en MWh_{EP} .

2. Calculer l'indice C pour $E = 12\,000 \text{ kWh}_{\text{EP}}$ et $S = 80 \text{ m}^2$.

3. À surface identique, l'énergie passe de $12\,000$ à $9\,600 \text{ kWh}_{\text{EP}}$ par an. Calculer la baisse en pourcentage.

4. **Si j'ai terminé.** Calculer le nouvel indice pour $9\,600 \text{ kWh}_{\text{EP}}$ par an et 80 m^2 .

Après correction : une règle ou une erreur à retenir

☐ À revoir ☐ En cours d'acquisition ☐ Acquis

CO-INTERVENTION
Ventilation : volume et débit**FICHE CI-04**

Dossier associé : 04 – Ventilation et VMC

Nom : _____

Date : _____

Sans calculatrice

7 min + correction

Objectif : calculer un volume puis utiliser un débit volumique.

Un local a une surface au sol de 40 m^2 et une hauteur de $2,5 \text{ m}$. Le débit d'air est supposé constant : $Q_v = 50 \text{ m}^3/\text{h}$.

Relations et données utilesVolume du local : $V = S \times h$. Volume d'air extrait : $V_{\text{extrait}} = Q_v \times t$ (avec t en h).Taux de renouvellement : $\tau = Q_v \div V$, en h^{-1} .

1. Convertir $0,5 \text{ h}$ en minutes.

2. Calculer le volume du local.

3. Calculer le volume d'air extrait en 2 h à $50 \text{ m}^3/\text{h}$.

4. **Si j'ai terminé.** Pour un volume de local de 100 m^3 , calculer τ avec $Q_v = 50 \text{ m}^3/\text{h}$.

Après correction : une règle ou une erreur à retenir☐ À revoir ☐ En cours d'acquisition ☐ Acquis

CO-INTERVENTION**FICHE CI-05****Électricité : puissance, énergie et coût**

Dossier associé : 05 – Électricité et puissance

Nom : _____

Date : _____

Sans calculatrice

7 min + correction

Objectif : convertir une puissance et calculer une énergie consommée.

On étudie des radiateurs électriques résistifs sur document. Le tarif d'exercice est de 0,25 euro par kWh, hors abonnement.

Relations et données utilesPour un récepteur **résistif** : $P = U \times I$ (P en W, U en V, I en A). $E = P \times t$ (P en kW, t en h, E en kWh). Coût = $E \times$ prix du kWh.

1. Convertir 1 500 W en kW.

2. Un premier radiateur est alimenté sous 230 V et traversé par 5 A. Calculer sa puissance.

3. Un autre radiateur fonctionne sans interruption à 1,5 kW pendant 2 h. Calculer son énergie consommée.

4. **Si j'ai terminé.** Calculer le coût de 3 kWh au tarif d'exercice.

Après correction : une règle ou une erreur à retenir☐ À revoir ☐ En cours d'acquisition ☐ Acquis

CO-INTERVENTION
Photovoltaïque : puissance et production**FICHE CI-06**

Dossier associé : 06 – Énergies renouvelables

Nom : _____

Date : _____

Sans calculatrice

7 min + correction

Objectif : multiplier une puissance unitaire et calculer une proportion.

Une installation comporte 6 panneaux de 400 Wc chacun.

Productible d'exercice : 1 000 kWh/(kWc · an). Wc désigne le watt-crête, puissance mesurée dans des conditions de référence.

Relations et données utiles

$$P_c = n \times P_{\text{panneau}} ; 1 \text{ kWc} = 1\,000 \text{ Wc}.$$

$$\text{Production annuelle } E = P_c \times \text{productible, avec } P_c \text{ en kWc. Part en } \% = \frac{\text{partie}}{\text{total}} \times 100.$$

1. Convertir 800 Wc en kWc.

2. Calculer la puissance crête totale des 6 panneaux, en Wc.

3. Avec une puissance crête totale de 2,4 kWc, calculer la production annuelle prévue par le modèle.

4. **Si j'ai terminé.** La production annuelle est de 2 400 kWh pour une consommation annuelle de 6 000 kWh. Calculer le rapport production/consommation en pourcentage.

Après correction : une règle ou une erreur à retenir☐ À revoir ☐ En cours d'acquisition ☐ Acquis

CO-INTERVENTION**FICHE CI-07****Pompe à chaleur : partager les énergies**

Dossier associé : 07 – Climatisation et pompe à chaleur

Nom : _____

Date : _____

Sans calculatrice

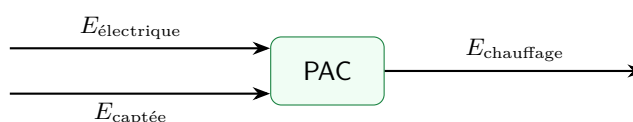
6 min + correction

Objectif : utiliser un coefficient et compléter un bilan d'énergie.

Une pompe à chaleur (PAC) fonctionne en chauffage avec un COP supposé constant égal à 3. Toutes les énergies portent sur la même période.

Relations et données utiles

$$\text{COP} = E_{\text{chauffage}} \div E_{\text{électrique}}. \text{ Donc } E_{\text{chauffage}} = \text{COP} \times E_{\text{électrique}}.$$

$$\text{Bilan : } E_{\text{chauffage}} = E_{\text{électrique}} + E_{\text{captée}}, \text{ avec toutes les énergies en kWh.}$$


- Convertir une puissance électrique de 1 500 W en kW.

- La PAC consomme 2 kWh électriques. Calculer l'énergie fournie au chauffage.

- Sur une période, elle fournit 6 kWh au chauffage et consomme 2 kWh électriques. Calculer l'énergie captée dans l'environnement.

- Si j'ai terminé.** Avec un COP de 3, calculer l'énergie électrique nécessaire pour fournir 12 kWh au chauffage.

Après correction : une règle ou une erreur à retenir
☐ À revoir ☐ En cours d'acquisition ☐ Acquis

CO-INTERVENTION**FICHE CI-08****Climatisation : additionner les apports**

Dossier associé : 08 – Bilan thermique d'un local

Nom : _____

Date : _____

Sans calculatrice

6 min + correction

Objectif : calculer une aire et additionner des puissances.

Un local rectangulaire mesure 4 m sur 3 m. À un instant donné, les apports thermiques retenus sont : soleil 600 W, occupants 200 W et appareils 400 W.

Relations et données utiles

Pour un rectangle : $S = L \times \ell$. Le bilan simplifié additionne les puissances des apports simultanés.

Réactivation : volume d'un local $V = S \times h$.

1. Calculer l'aire au sol du local.

2. Calculer la puissance totale des trois apports retenus.

3. Convertir 1 200 W en kW.

4. **Si j'ai terminé.** Le local a une surface de 12 m² et une hauteur de 2,5 m. Calculer son volume.

Après correction : une règle ou une erreur à retenir

☐ À revoir ☐ En cours d'acquisition ☐ Acquis

CO-INTERVENTION**FICHE CI-09****Eau chaude : calculer l'énergie nécessaire**

Dossier associé : 09 – Eau chaude sanitaire

Nom : _____

Date : _____

Calculatrice autorisée

8 min + correction

Objectif : appliquer une relation thermique et convertir une énergie.

On chauffe 100 L d'eau de 20 °C à 50 °C. Pour ce calcul, 1 L d'eau correspond à environ 1 kg.

Relations et données utiles $E = m \times c \times \Delta T$, avec m en kg, ΔT en K et $c \approx 4,2 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ (valeur arrondie pour l'eau). E est alors en kJ. $\Delta T = T_{\text{finale}} - T_{\text{initiale}}$. 1 kWh = 3 600 kJ. Pour le bonus : $t = E \div P$ (kWh, kW, h).

1. Calculer l'élévation de température ΔT , en K.

2. Pour $m = 100 \text{ kg}$ et $\Delta T = 30 \text{ K}$, calculer E en kJ.

3. Convertir 12 600 kJ en kWh.

4. **Si j'ai terminé.** Une résistance fournit 2 kW à l'eau. Calculer le temps nécessaire pour lui transférer 3,5 kWh, en heures puis en minutes.

Après correction : une règle ou une erreur à retenir☐ À revoir ☐ En cours d'acquisition ☐ Acquis

CO-INTERVENTION
Chauffage : calculer des émissions**FICHE CI-10**

Dossier associé : 10 – Bilan carbone du chauffage

Nom : _____

Date : _____

Calculatrice autorisée

6 min + correction

Objectif : réutiliser le COP puis multiplier par un facteur d'émission.

Pour fournir 3 000 kWh de chaleur, une PAC a un COP de 3. Conventions de l'exercice : électricité 0,060 kgCO₂e/kWh ; gaz 0,227 kgCO₂e/kWh d'énergie consommée.

Relations et données utilesMasse émise = $E_{\text{consommée}} \times \text{facteur d'émission}$. CO₂e signifie « équivalent dioxyde de carbone ».**Réactivation :** $E_{\text{électrique}} = E_{\text{chaleur}} \div \text{COP}$.

1. Convertir 0,060 kgCO₂e en gCO₂e.

2. Calculer l'énergie électrique consommée par la PAC pour fournir les 3 000 kWh de chaleur.

3. Calculer les émissions associées à 1 000 kWh d'électricité avec le facteur fourni.

4. **Si j'ai terminé.** Une chaudière idéale consommerait 3 000 kWh de gaz pour fournir la même chaleur. Calculer ses émissions avec le facteur fourni.

Après correction : une règle ou une erreur à retenir☐ À revoir ☐ En cours d'acquisition ☐ Acquis

CO-INTERVENTION**FICHE CI-11****Vidange : calculer un débit moyen**

Dossier associé : 11 – Vidange d'un réservoir

Nom : _____

Date : _____

Sans calculatrice

6 min + correction

Objectif : relier un volume écoulé à une durée et calculer une racine simple.

Lors d'un relevé, 30 L d'eau s'écoulent en 2 min. On cherche le débit moyen sur cet intervalle.

Relations et données utiles $Q_{\text{moyen}} = V \div t$: avec V en L et t en min, Q est en L/min. $1 \text{ m}^3 = 1\,000 \text{ L}$.**Apport pour le bonus :** vitesse idéale $v = \sqrt{2gh}$, en m/s, avec h en m. On prend $g \approx 10 \text{ m/s}^2$.

1. Convertir
- $0,030 \text{ m}^3$
- en litres.

2. Calculer le débit moyen pour 30 L écoulés en 2 min.

3. Pendant un
- autre essai**
- , un débit est maintenu constant à 10 L/min. Calculer le volume écoulé en 6 min.

- 4.
- Si j'ai terminé.**
- Calculer la vitesse idéale pour une hauteur d'eau
- $h = 0,20 \text{ m}$
- . On rappelle que
- $\sqrt{4} = 2$
- .

Après correction : une règle ou une erreur à retenir
☐ À revoir
 ☐ En cours d'acquisition
 ☐ Acquis

CO-INTERVENTION**FICHE CI-12****Pertes de charge : débit et pression**

Dossier associé : 12 – Pertes de charge d'une canalisation

Nom : _____

Date : _____

Calculatrice autorisée

8 min + correction

Objectif : convertir une pression et calculer l'image d'un débit.

Les pertes de charge traduisent une perte d'énergie mécanique de l'eau. Dans le modèle du réseau : $\Delta H = 0,005 Q^2$, avec Q en L/min et ΔH en mètres de colonne d'eau (mCE).

Relations et données utiles1 bar = 100 kPa. Pour l'eau, on utilise l'approximation 1 mCE $\approx$ 10 kPa ; donc $\Delta p \approx 10 \Delta H$ en kPa.**Rappel express :** $Q^2 = Q \times Q$.

1. Convertir 0,2 bar en kPa.

2. Calculer ΔH pour $Q = 10$ L/min.

3. À une perte de charge de 0,5 mCE, quelle différence de pression correspond approximativement, en kPa ?

4. **Si j'ai terminé.** Calculer ΔH pour $Q = 20$ L/min. Comparer au résultat pour 10 L/min : par combien est-il multiplié ?

Après correction : une règle ou une erreur à retenir

☐ À revoir ☐ En cours d'acquisition ☐ Acquis

CO-INTERVENTION**Circulateur : lire le point de fonctionnement**

Dossier associé : 13 – Réglage d'un circulateur

FICHE CI-13

Nom : _____

Date : _____

Sans calculatrice

6 min + correction

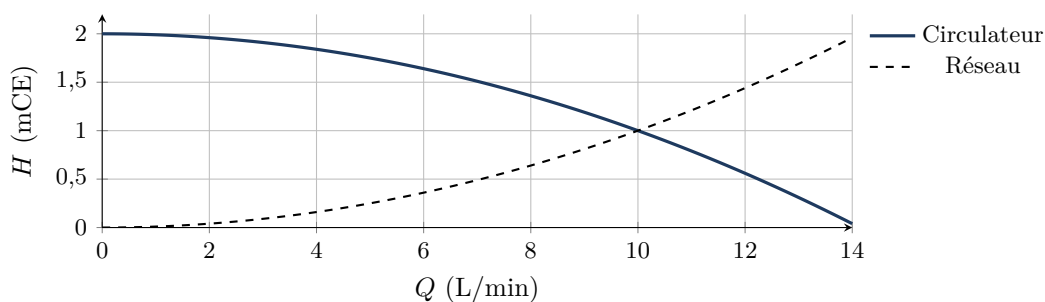
Objectif : lire une intersection puis calculer une pression et une énergie.

Le point de fonctionnement est l'intersection des deux courbes ci-dessous. H désigne une hauteur exprimée en mCE ; Q est le débit.

Relations et données utiles

À l'intersection, lire Q sur l'axe horizontal et H sur l'axe vertical. Pour l'eau : 1 mCE $\approx$ 10 kPa.

Réactivation : $E = P \times t$ (kW, h, kWh). 1 kW = 1 000 W.



1. Lire les coordonnées du point de fonctionnement : Q en L/min et H en mCE.

2. Convertir approximativement une hauteur de 1 mCE en kPa.

3. Le circulateur absorbe 20 W, soit 0,020 kW, pendant 5 h. Calculer l'énergie électrique consommée.

4. **Si j'ai terminé.** À durée identique, la puissance électrique passe de 40 à 20 W. Calculer la baisse en pourcentage.

Après correction : une règle ou une erreur à retenir

☐ À revoir ☐ En cours d'acquisition ☐ Acquis

CO-INTERVENTION**Circulation : chiffrer un écart**

Dossier associé : 14 – Diagnostic de circulation

FICHE CI-14

Nom : _____

Date : _____

Sans calculatrice

6 min + correction

Objectif : calculer un écart absolu et un écart relatif.

Le débit de référence d'un circuit est de 20 L/min. Le relevé donne 15 L/min. Les deux valeurs sont comparables dans les conditions de l'essai.

Relations et données utilesÉcart de débit = $Q_{\text{référence}} - Q_{\text{mesuré}}$.Baisse relative en % = $\frac{Q_{\text{référence}} - Q_{\text{mesuré}}}{Q_{\text{référence}}} \times 100$.

1. Convertir 15 L/min en L/h.

2. Calculer l'écart de débit entre la référence et la mesure, en L/min.

3. Calculer la baisse de débit en pourcentage par rapport à la référence.

4. **Si j'ai terminé.** Au même débit d'essai, la perte de charge d'un filtre passe de 0,1 à 0,6 mCE. Calculer l'augmentation en mCE.

Après correction : une règle ou une erreur à retenir

☐ À revoir ☐ En cours d'acquisition ☐ Acquis

CO-INTERVENTION

FICHE CI-15

Capteur : passer du signal à la température

Dossier associé : 15 – Capteur et régulation

Nom : _____

Date : _____

Sans calculatrice

6 min + correction

Objectif : calculer une image puis retrouver la valeur d'entrée.Un capteur est modélisé par $U = 10\theta + 200$, avec θ en degrés Celsius et U en millivolts (mV).**Relations et données utiles**

Pour calculer le signal, remplacer θ dans $U = 10\theta + 200$. Pour retrouver la température : $\theta = (U - 200) \div 10$.
1 V = 1 000 mV. Une bande de régulation a pour largeur : seuil haut – seuil bas.

1. Convertir 0,4 V en mV.

2. Calculer le signal U correspondant à $\theta = 20^\circ\text{C}$.

3. Calculer la température correspondant à $U = 380$ mV.

4. **Si j'ai terminé.** Les seuils de régulation sont $18,5^\circ\text{C}$ et $19,5^\circ\text{C}$. Calculer la largeur de la bande, en $^\circ\text{C}$.

Après correction : une règle ou une erreur à retenir

☐ À revoir ☐ En cours d'acquisition ☐ Acquis