



MINISTÈRES
ÉDUCATION
JEUNESSE
SPORTS
ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR
RECHERCHE

Liberté
Égalité
Fraternité

Académie de Grenoble

LYCEE DES METIERS LA PLÉIADE

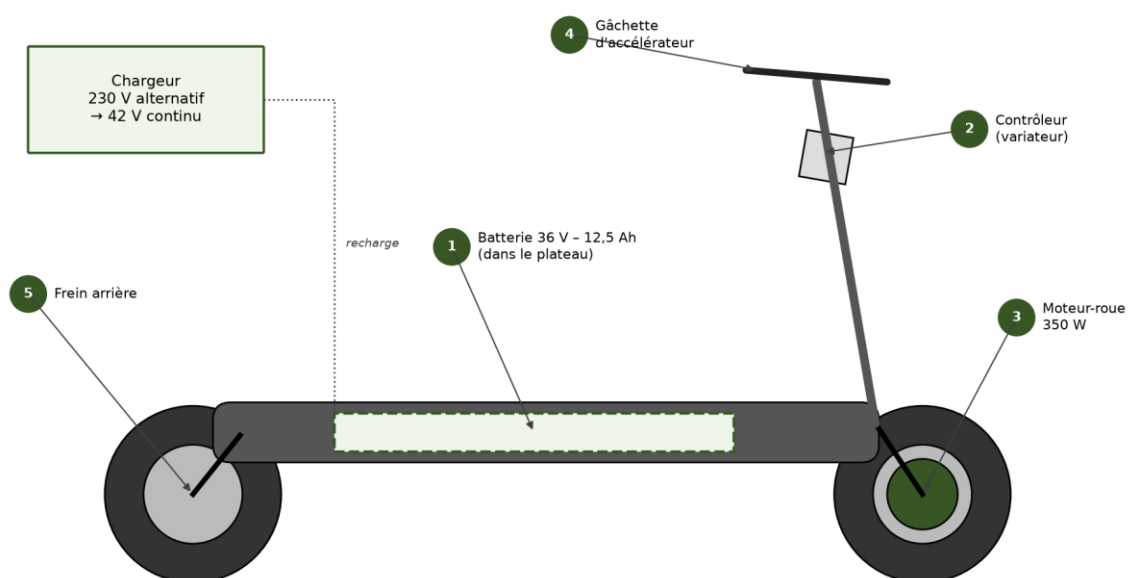
Pont de Cheruy



La chaîne d'énergie

TP 02 – Partie 1 : devoir maison

Première STI2D – I2D



La trottinette électrique de Léa, de la prise à la roue (20 points)

Première	La chaîne d'énergie		DM – TP02
Objectifs :	▪ Utiliser $E = P \times t$ et convertir une énergie entre Wh, kWh, J, MJ, tep et kcal. ▪ Placer les étapes primaire → secondaire → finale → utile et compléter une chaîne de puissance. ▪ Calculer une énergie stockée (batterie, hauteur), des parts en % et les angles d'un camembert. ▪ Calculer un rendement, des pertes, un rendement global et compléter un diagramme de Sankey.		
Compétences visées	Programme d'I2D (ingénierie et développement durable), classe de première STI2D : arrêté du 17 janvier 2019 – BO spécial n°1 du 22 janvier 2019 (NOR MENE1901591A), annexe 1. Spécialité suivie par tous les élèves de première STI2D. Compétences du programme (B0) : C01.1 Justifier les choix des structures matérielles et/ou logicielles d'un produit, identifier les flux mis en œuvre dans une approche de développement durable. → <i>flux d'énergie : sources, formes et vecteurs</i> C01.3 Justifier les solutions constructives d'un produit au regard des performances environnementales et estimer leur impact sur l'efficacité globale. → <i>rendement, pertes, efficacité globale d'une chaîne</i> C03.1 Identifier et caractériser les fonctions et les constituants d'un produit ainsi que ses entrées/sorties. → <i>fonctions et convertisseurs de la chaîne de puissance</i>		
Connaissances associées (B0)	2.1 Représentation des flux MEI : notion de flux et de stock, principaux flux d'énergie, unités et calculs, diagrammes de Sankey 2.3.1 à 2.3.3 Chaînes de puissance : fonctions de la chaîne de puissance, stockage (chimique, mécanique, thermique), conversion de puissance 3.3 Comportement énergétique des produits : conservation de l'énergie, pertes et rendements, natures des sources d'énergie, bilan énergétique		
Durée	Devoir maison (≈ 3 h)		
Discipline	AC – ITEC – EE		
Notation Pronote	20 points (partie 1 du TP 02, sur 40)	Individuel	
Coefficient	1		

DM

02

CHAPITRE 02 · TP · PARTIE 1 · DEVOIR MAISON

La trottinette de Léa

Première STI2D · individuel · ≈ 3 h à la maison · cours et calculatrice autorisés

NOM

PRÉNOM

CLASSE

SITUATION

Votre mission

Léa, élève de première au lycée La Pléiade, vient au lycée en **trottinette électrique** : 6 km le matin, 6 km le soir. Elle recharge sa trottinette dans le garage, sur une prise de la maison.

Votre mission : suivre l'énergie de sa trottinette, de la centrale électrique jusqu'à la roue, compter ce qui se perd en route et comparer avec un scooter à essence.

Ensuite, en classe : la partie 2 du TP (atelier SolidWorks) portera sur le **boîtier de la batterie** de cette trottinette.

CONSIGNES

Comment travailler

- Ressource : le **Cours 02 – La chaîne d'énergie** (les numéros « § » renvoient aux sections du cours).
- Tous les calculs se rédigent en **3 étapes** : relation littérale, application numérique, résultat **avec unité**.
- Le **formulaire** de la page suivante contient toutes les formules du devoir.
- **Je convertis avant de calculer** : minutes en heures, mAh en Ah, % en nombre décimal.
- Une réponse sans justification ou sans unité ne rapporte pas de point.

DÉROULÉ CONSEILLÉ

PARTIE	CE QUE JE FAIS	COURS	DURÉE	POINTS
—	Lire le formulaire et les données de la trottinette	page suivante	10 min	—
1	L'énergie de la trottinette et ses unités	parties I et II	50 min	6
2	La chaîne d'énergie, de la centrale à la roue	parties II et III	60 min	7
3	Rendements, pertes et comparaison avec un scooter	parties IV et V	60 min	7

AVANT DE COMMENCER

Le formulaire et les données

NOTION	FORMULE	UNITÉS	QUESTIONS
Énergie et puissance	$E = P \times t$	E en Wh si P en W et t en h	1.2
	$t = \frac{E}{P}$	E en J si P en W et t en s	1.4
Joule et wattheure	1 Wh = 3 600 J	1 MJ = 1 000 000 J	1.2
	1 kWh = 3,6 MJ		1.5
Unités des bilans	1 tep = 11 630 kWh	tep : tonne d'équivalent pétrole	1.5
	1 kcal = 4,18 kJ	kcal : kilocalorie	3.6
Énergie d'une batterie	$E = U \times Q$	E en Wh U en V Q en Ah	1.3
Énergie de hauteur	$E = m \times g \times h$	E en J m en kg g = 9,81 N/kg h en m	2.4
Part en pourcentage	$\text{part} = \frac{\text{valeur}}{\text{total}} \times 100$	part en %	2.4
		valeur et total dans la même unité	2.5
Angle d'un camembert	angle = part × 3,6	angle en degrés (°) part en %	2.5
Rendement	$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{W_u}{W_a}$	η sans unité ($\eta < 1$) P en W W en Wh	3.1
	$P_u = \eta \times P_a$		3.4
	$P_a = \frac{P_u}{\eta}$		
Pertes	Pertes = $P_a - P_u$	même unité que P_a et P_u	3.1
			3.3
Rendement global	$\eta_g = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \times \eta_4$	η_g sans unité	3.2
			3.4
Coût	Coût = $E \times \text{prix}$	Coût en €	3.4
		E en kWh prix en €/kWh	3.6

DONNÉES

La trottinette de Léa

- Batterie lithium-ion : **36 V** et **12,5 Ah** (50 cellules de 3,6 V et 2,5 Ah).
- Moteur-roue : puissance absorbée maximale **350 W**.
- Trajet maison → lycée : **6 km** en **20 min**, la batterie fournit en moyenne **250 W**.
- Rendement du chargeur :
 $\eta_1 = 0,88$
- Rendement de la batterie (charge puis décharge) :
 $\eta_2 = 0,96$
- Rendement du contrôleur :

$$\eta_3 = 0,96$$

- Rendement du moteur-roue :

$$\eta_4 = 0,82$$

- Prix de l'électricité : **0,20 €/kWh**.
- Scooter 50 cm³ à essence : **2,5 L aux 100 km** ; essence à **1,85 €/L** ; **32 MJ** par litre.

PIÈGE À ÉVITER**Les unités avant tout**

- Une durée en minutes se convertit en heures :

$$t = \frac{20}{60} \text{ h}$$

- Le **kW** est une puissance, le **kWh** est une énergie. Le « kW/h » n'existe pas.
- Dans un rendement, l'énergie utile et l'énergie absorbée sont dans la **même unité**.

PARTIE 1

L'énergie de la trottinette et ses unités (6 points)

À LIRE DANS LE COURS

§ 01 à 07 — parties I et II

$E = P \times t$ · formes et sources d'énergie · vecteur d'énergie · escalier des préfixes · $1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$ · $E = U \times Q$ · tep et kcal · méthode « Convertir en 4 étapes ».

1.1 Pour chaque énergie du tableau, cocher la bonne case.

(1 pt)

ÉNERGIE	SOURCE RENOUVELABLE	SOURCE NON RENOUVELABLE	VECTEUR D'ÉNERGIE
Le vent	☐	☐	☐
L'uranium	☐	☐	☐
L'électricité de la prise	☐	☐	☐
Le soleil	☐	☐	☐
Le pétrole	☐	☐	☐
L'hydrogène	☐	☐	☐

1.2 Calculer l'énergie fournie par la batterie pendant un trajet maison → lycée, en Wh puis en J.

(1 pt)

Relation littérale :

.....

Application numérique :

.....

Résultat (avec unité) :

1.3 Calculer l'énergie stockée dans la batterie pleine, en Wh, en kWh puis en J.

(1 pt)

Relation littérale :

.....

Application numérique :

.....

Résultat (avec unité) :

1.4 a) Calculer la durée pendant laquelle la batterie pleine peut fournir 250 W (en h, puis en h et min). b) Combien de trajets de 6 km Léa peut-elle faire avec une seule charge ?

(1 pt)

Relation littérale :

.....

Application numérique :

.....

Résultat (avec unité) :

1.5 Six conversions express : écrire le calcul dans la colonne du milieu. (1,5 pt)

JE CONVERTIS...	MON CALCUL	RÉSULTAT
450 Wh en J		
2,5 kWh en MJ		
0,8 tep en kWh		
3 MWh en kWh		
500 kcal en kJ		
18 MJ en kWh		

1.6 Un litre d'essence libère 32 MJ. Combien de batteries pleines de la trottinette faudrait-il pour stocker la même énergie ? (0,5 pt)

Relation littérale :

Application numérique :

Résultat (avec unité) :

PARTIE 2

La chaîne d'énergie, de la centrale à la roue (7 points)

À LIRE DANS LE COURS

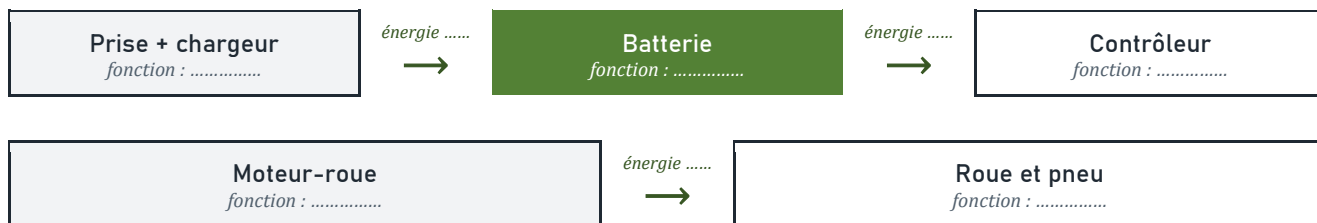
§ 07 à 11 — parties II et III

Énergies primaire, secondaire, finale, utile · fonctions de la chaîne de puissance · convertisseurs réversibles · stockage · $E = m \times g \times h$ · part en % et angle d'un camembert.

- 2.1 L'électricité de la prise de Léa vient en majorité d'une centrale nucléaire. Pour chaque énergie, cocher la bonne étape du voyage de l'énergie. (1 pt)

ÉNERGIE	PRIMAIRE	SECONDAIRE	FINALE	UTILE
L'uranium dans la mine	☐	☐	☐	☐
L'électricité à la sortie de la centrale	☐	☐	☐	☐
L'électricité à la prise du garage	☐	☐	☐	☐
Le mouvement de la roue de la trottinette	☐	☐	☐	☐

- 2.2 Compléter la chaîne de puissance de la trottinette (schéma de la couverture) : sous chaque constituant, écrire sa fonction (alimenter, stocker, moduler, convertir ou transmettre) ; sur chaque flèche, écrire la forme de l'énergie transmise. (1,5 pt)



- 2.3 Quand Léa freine, le moteur-roue recharge un peu la batterie. a) Quelle conversion réalise-t-il alors ? b) Citer un autre convertisseur réversible de la trottinette et expliquer pourquoi il l'est. (1 pt)

.....

.....

.....

.....

- 2.4 Sur le trajet, Léa (55 kg) et sa trottinette (15 kg) montent une côte de 40 m de dénivelé. a) Calculer l'énergie de hauteur gagnée, en J puis en Wh. b) Calculer la part en % de la batterie pleine utilisée pour cette montée. (1,5 pt)

Relation littérale :

Application numérique :

.....

.....

Résultat (avec unité) :

DONNÉES

La production d'électricité en France en 2023

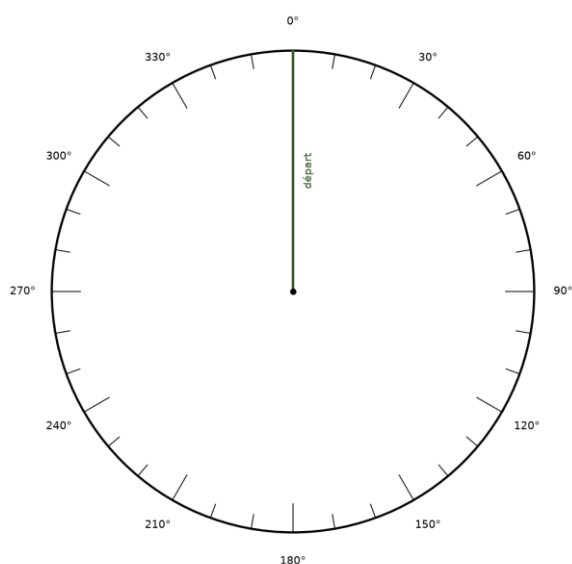
Valeurs arrondies d'après RTE, Bilan électrique 2023 — production totale : **494,7 TWh**.

- Nucléaire : 320,4 TWh.
- Hydraulique : 58,8 TWh.
- Éolien : 50,7 TWh.
- Solaire : 21,5 TWh.
- Thermique (gaz, charbon, fioul et bioénergies) : 43,3 TWh.

2.5 a) Compléter le tableau : part de chaque filière en %, puis angle du camembert. b) Vérifier que les parts font bien 100 % et que les angles font 360°. c) Tracer le camembert dans le DOC 1 avec un rapporteur.

(1,5 pt)

FILIÈRE	PRODUCTION (TWh)	CALCUL DE LA PART	PART (%)	ANGLE (°)
Nucléaire	320,4			
Hydraulique	58,8			
Éolien	50,7			
Solaire	21,5			
Thermique	43,3			
Total	494,7			



DOC 1 Camembert de la production d'électricité en France, à tracer (départ à 0°, sens des aiguilles d'une montre).

- 2.6 Calculer la part des énergies renouvelables électriques (hydraulique + éolien + solaire). Léa dit : « ma trottinette roule à l'énergie renouvelable ». A-t-elle raison ? Justifier. (0,5 pt)

Relation littérale :

.....

Application numérique :

.....

Résultat (avec unité) :

Conclusion :

PARTIE 3

Rendements, pertes et comparaison avec un scooter

(7 points)

À LIRE DANS LE COURS

§ 12 à 15 — parties IV et V

Rendement et pertes · rendement global · diagramme de Sankey · exemple « La trottinette, de la prise à la roue » · exercice « La borne du parking ».

- 3.1 En pleine accélération, le moteur-roue absorbe 350 W. Calculer la puissance utile fournie à la roue, puis les pertes. Que deviennent ces pertes ? (1 pt)

Relation littérale :

Application numérique :

Résultat (avec unité) :

- 3.2 Calculer le rendement global de la chaîne, de la prise à la roue (arrondir à 0,001). (1 pt)

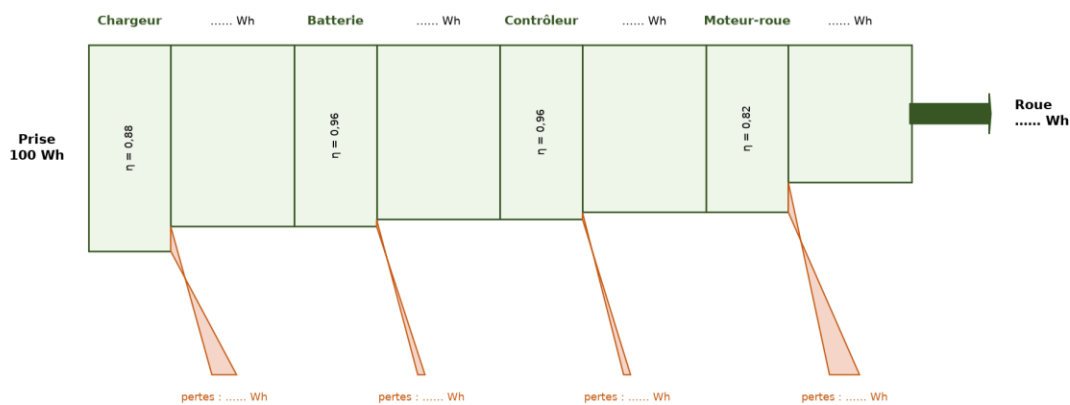
Relation littérale :

Application numérique :

Résultat (avec unité) :

- 3.3 On prélève 100 Wh à la prise. a) Calculer l'énergie à la sortie de chaque constituant et les pertes de chaque étape, puis compléter le tableau. b) Compléter le diagramme de Sankey (DOC 2). c) Quel constituant perd le plus ? Vérifier que l'entrée est égale à la sortie plus la somme des pertes. (2 pts)

CONSTITUANT	ÉNERGIE REÇUE (Wh)	RENDEMENT	ÉNERGIE FOURNIE (Wh)	PERTES (Wh)
Chargeur	100	0,88		
Batterie		0,96		
Contrôleur		0,96		
Moteur-roue		0,82		



DOC 2 Diagramme de Sankey de la trottinette, à compléter (échelle : 1 cm pour 10 Wh).

Conclusion :

- 3.4 Après un aller-retour, Léa remet en charge sa trottinette. a) Calculer l'énergie fournie par la batterie pendant l'aller-retour. b) Calculer le rendement de la recharge et du stockage (chargeur × batterie), puis l'énergie prélevée à la prise. c) Calculer le coût de cette recharge. (1 pt)

Relation littérale :

Application numérique :

Résultat (avec unité) :

- 3.5 Le même aller-retour (12 km) en scooter à essence : calculer le volume d'essence, son coût, puis l'énergie qu'il contient en MJ et en kWh. Combien de fois la trottinette consomme-t-elle moins d'énergie ? (1 pt)

Relation littérale :

Application numérique :

Résultat (avec unité) :

- 3.6 Léa fait 180 allers-retours par an. Calculer, pour l'année, l'énergie et le coût pour la trottinette et pour le scooter. Exprimer l'énergie économisée en kWh puis en tep. Conclure en deux lignes. (1 pt)

Relation littérale :

Application numérique :

.....
 Résultat (avec unité) :

Conclusion :

NOTE DE LA PARTIE 1

PARTIE 1 — UNITÉS	PARTIE 2 — CHAÎNE	PARTIE 3 — RENDEMENTS	TOTAL
/ 6	/ 7	/ 7	/ 20

SYNTHÈSE

Je fais le point

- ☐ Je sais utiliser $E = P \times t$ et convertir une énergie entre Wh, kWh, J, MJ, tep et kcal.
- ☐ Je sais distinguer une source d'énergie, renouvelable ou non, et un vecteur d'énergie.
- ☐ Je sais placer les étapes primaire, secondaire, finale et utile sur un exemple concret.
- ☐ Je sais compléter une chaîne de puissance : fonctions et formes d'énergie.
- ☐ Je sais calculer l'énergie d'une batterie, une énergie de hauteur, une part en % et un angle de camembert.
- ☐ Je sais calculer un rendement, des pertes, un rendement global et compléter un diagramme de Sankey.