

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2022

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE

Ingénierie, innovation et développement durable

ÉNERGIE ET ENVIRONNEMENT

Durée de l'épreuve : 4 heures

CORRECTION

Le Trambus du Pays Basque



- Présentation de l'étude et questionnaire..... pages 2 à 9
- **documents techniques DT1 à DT7** pages 10 à 17
- **documents réponses DR1 à DR3** pages 18 à 19

Question 1.1 DT1	Arguments démontrant l'urgence d'augmenter l'offre de transport en commun : – Si rien n'est fait, augmentation de 30% du nombre de voitures en 10 ans entraînant un engorgement des voies de circulation – Fréquentation touristique importante qui accroît la population en été (d'où la congestion urbaine) les enjeux du programme du Trambus : – Maintenir la qualité de vie en réduisant l'utilisation de la voiture (réduction du bruit, de la pollution, des embouteillages) – Proposer une solution alternative « au tout voiture », – Proposer une solution fiable de déplacement – Offrir une solution de déplacement à budget maîtrisé. – Favoriser la complémentarité des différents modes alternatifs (bus, vélo, marche à pied)
Question 1.2 DT1	augmentation de population due aux touristes lors de la première quinzaine du mois d'août : – $365274 - 160000 = 205274$ de plus soit une augmentation de 128% mode de transport privilégié par les – La voiture – La voiture représente 81% des modes de transports
Question 1.3 DT1, DR1	Voir le DR1. emplacement des parkings relais : au vu des origines des véhicules transitant par l'agglomération. – On remarque 4 gros flux de véhicules et les parkings relais sont placés au niveau de ces derniers en périphérie de l'agglomération.

Question 1.4	Ce projet est pertinent car si rien n'est fait la ville risque un engorgement. Le choix d'un transport en commun est pertinent car pour l'instant seule la voiture, ou presque, est utilisée. Les parkings relais sont bien disposés pour qu'un maximum d'utilisateurs puisse garer leurs voitures et utiliser le Trambus.
--------------	--

Partie 2 :

Question 2.1	$200 \times 365 \times 12 = 876\,000 \text{ km}$
--------------	--

Question 2.2	$1544 \text{ gCO}_2\text{e.km}^{-1}$
DT2	$1,544 \times 876\,000 = 1\,352\,544 \text{ kg de CO}_2 = 1\,352,5 \text{ tonnes de CO}_2$

Question 2.3	$244 \text{ gCO}_2\text{e.km}^{-1}$
DT2	$0,244 \times 876\,000 = 213\,744 \text{ kg de CO}_2 = 213,7 \text{ tonnes de CO}_2$

Question 2.4	$1\,352,5 - 213,7 = 1139 \text{ tonnes}$
DT2	Sur un cycle de vie, un bus électrique émet 1139 tonnes de CO ₂ en moins en comparaison avec un bus diesel.

Question 2.5	Pendant la phase de roulage, les bus électriques ne dégagent aucune émission de CO₂ et sont silencieux, confortables et économiques. L'impact des émissions de CO₂ est limité par les longues distances effectuées par les bus électriques. Le choix des bus électriques plutôt que diesel est pertinent.
--------------	---

Partie 3 :

Question 3.1	$8000000/365 \approx 21918 \text{ voyageurs/jour}$
DR 2	(Voir DR2)

Question 3.2 | Tramway ≈ 3.40 €/voyage

DR 2 | Trambus ≈ 2.90 €/voyage

Question 3.3 | Le trambus est économiquement plus intéressant que le tramway avec un coût par voyageur inférieur.

Partie 4 :

Question 4.1 | 6h à 7h : 3

DT4 | 7h à 19h : $12 \times 4 = 48$

19h à 00h00 : $5 \times 2 = 10$ sans départ à 0h

soit 61 trajets AR

Question 4.2 | $61 / 8 = 7,625$; chaque rame effectue 8 aller-retour quotidiennement.

$2 \times 8 \times 13,3 = 213$ km.jour⁻¹ par véhicule

Question 4.3 | $200 \times 3,7 = 740$ kWh

DT5

Question 4.4 | $740 / 50 = 15$ batteries

Question 4.5 | Les dimensions de la zone affectée aux batteries permettent l'implantation de 3 batteries au maximum et non 15.

DT6

Les véhicules ne pourront pas parcourir la distance journalière sans recharge d'où la nécessité du biberonnage.

Question 4.6 | $500 \times 5/60 = 41,7$ kWh. La recharge est proche mais inférieure à l'énergie nécessaire pour un trajet.

- Question 4.7 | Réponse simple : décharge = $2 \times 8 \times (47 - 41,7) = 84,8 \text{ kWh}$
charge restante = $150 - 84,8 = 65,2 \text{ kWh}$

Réponse réfléchie : A l'arrivée au dernier terminus avant la charge
décharge = $15 \times (47 - 41,7) + 47 = 126,5 \text{ kWh}$
charge restante = $23,5 \text{ kWh}$ avant la charge au terminus
après la charge = $23,5 + 41,7 = 65,2 \text{ kWh}$
- Question 4.8 | La quantité d'énergie dans les batteries n'est jamais nulle même en fin de journée.

Grace au biberonnage, les véhicules peuvent parcourir les 8 allers-retours quotidiens.

Partie 5 :

- Question 5.1 | **VOIR DR3**
- Question 5.3 | **Poids = masse * g**
DR3 **= $(120 + 144) \times 9,81 = 2589,17 \text{ N}$**

VOIR DR3
- Question 5.4 | **VOIR DR3**
DR3 Calcul de la distance : **$2500 - 1830 = 670 \text{ mm}$**
- Question 5.5 | **on accepte les réponses « encastrement » et/ou « fondation ».**

Partie 6 :

- Question 6.1 | - 4 : afficheur, badgeuse, ordinateur, modem
- Question 6.2 | - @réseau = 192.168.16.0 @masque = 255.255.255.0

Question 6.3 | - $254 - 4 = 250$ @IP disponibles

Question 6.4 | - $250 > 155$ donc tous les utilisateurs pourront se connecter

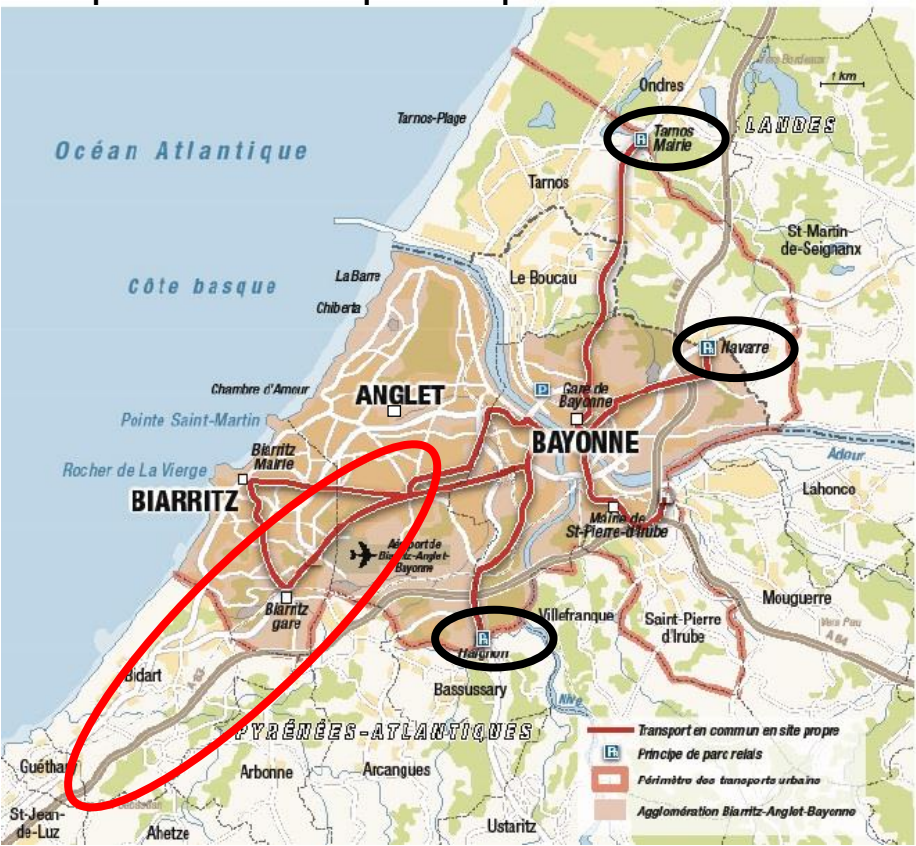
Partie 7 :

Question 7.1 | Le Trambus est une solution alternative au tout voiture. Il permet de
DT7 réduire l'engorgement dans les agglomérations. Pendant la phase de
roulage, les véhicules n'émettent pas de CO₂ et sont silencieux améliorant
ainsi la qualité de vie des gens.

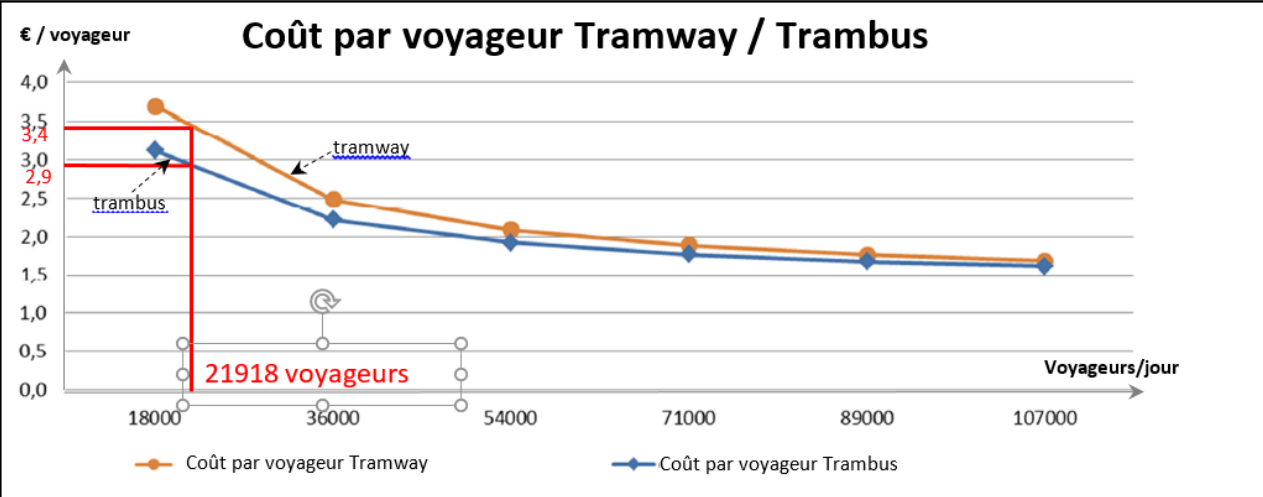
De plus, le biberonnage réduit le nombre de batteries par véhicule
permettant ainsi de réduire l'impact environnemental causé par la
fabrication de ces dernières et la consommation journalière due à
l'allègement des bus (moins de batteries donc moins de poids à déplacer).

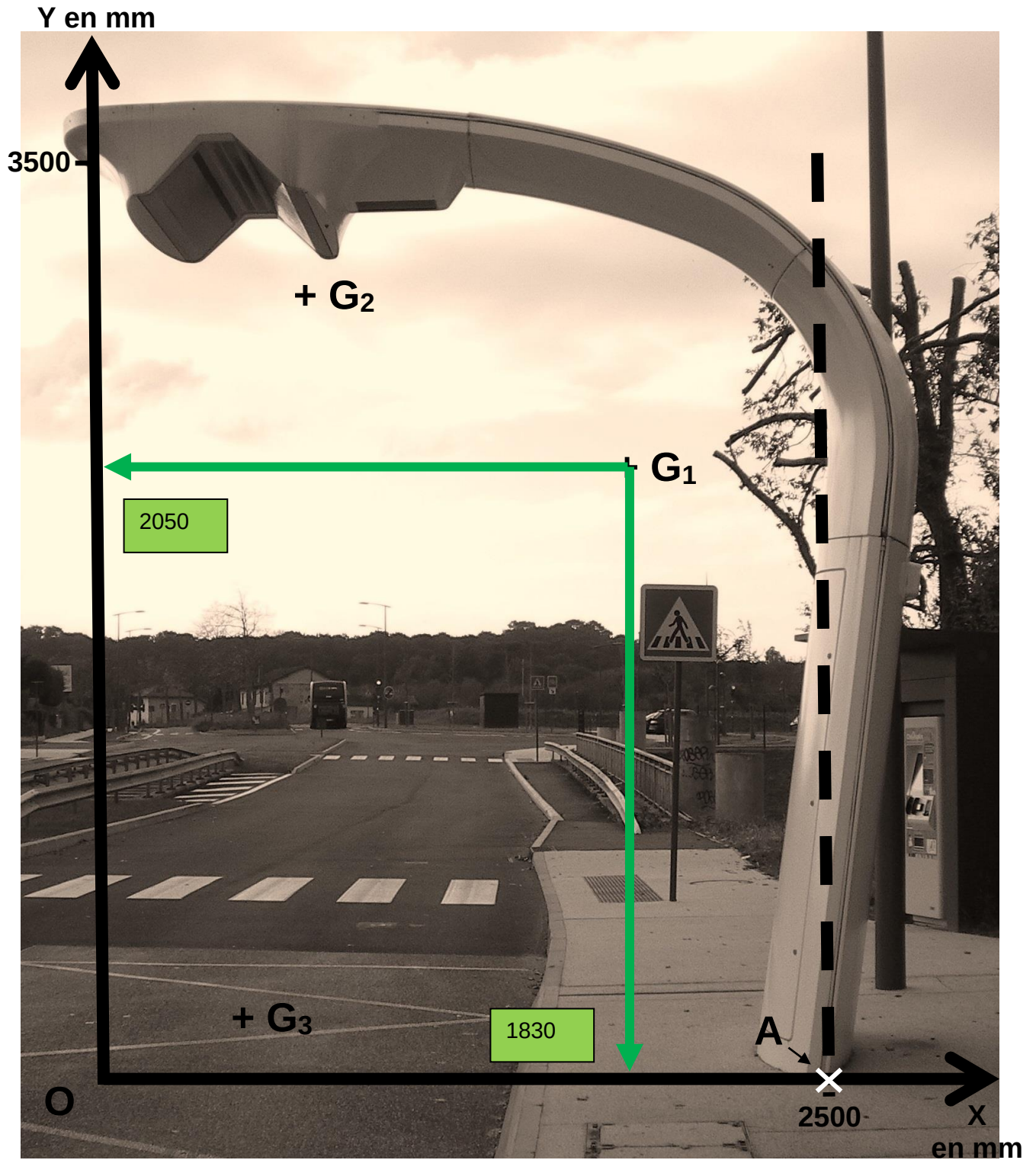
DOCUMENT RÉPONSES DR1

Implémentation d'un quatrième parc relais



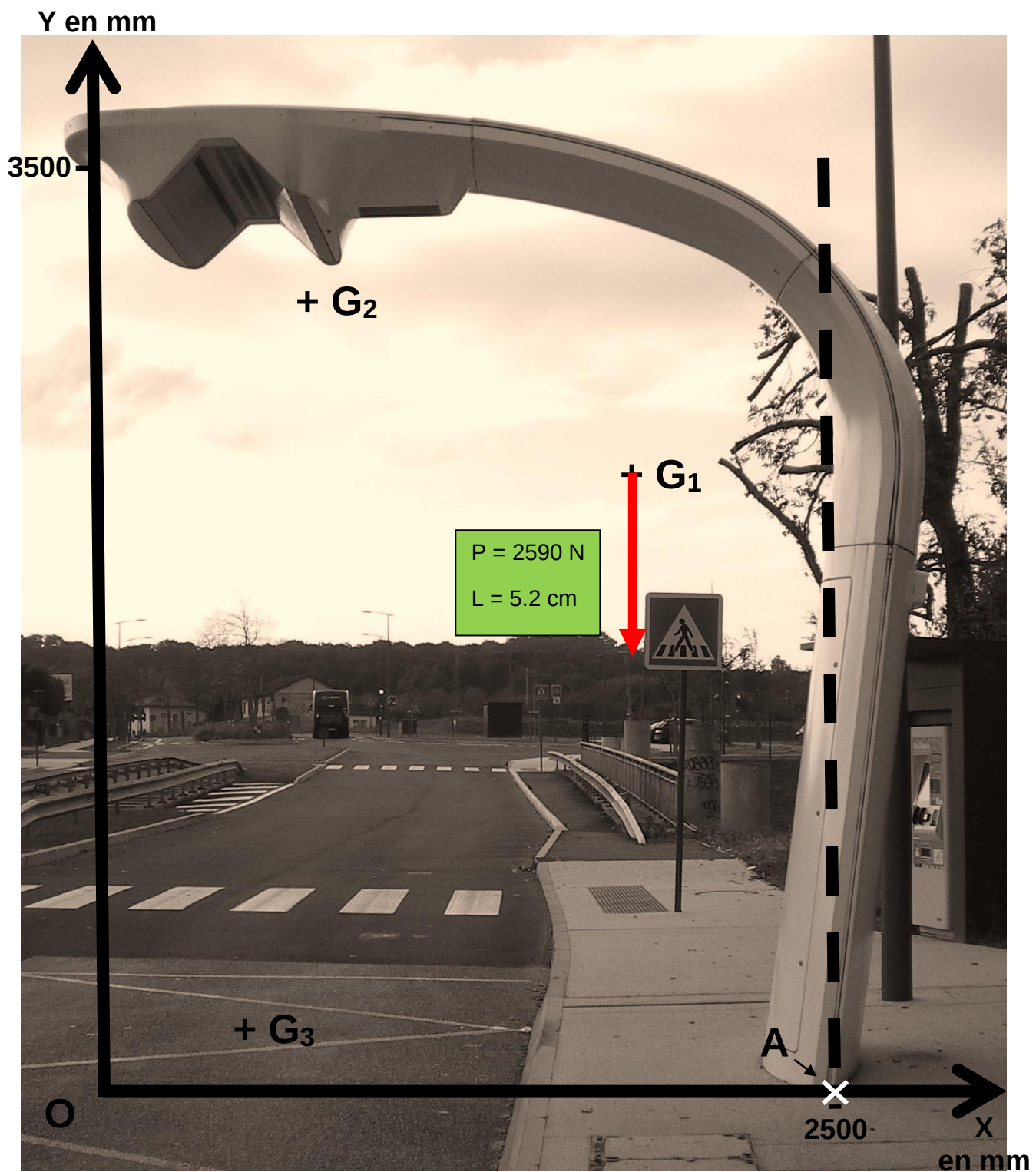
DOCUMENT REPONSES DR2





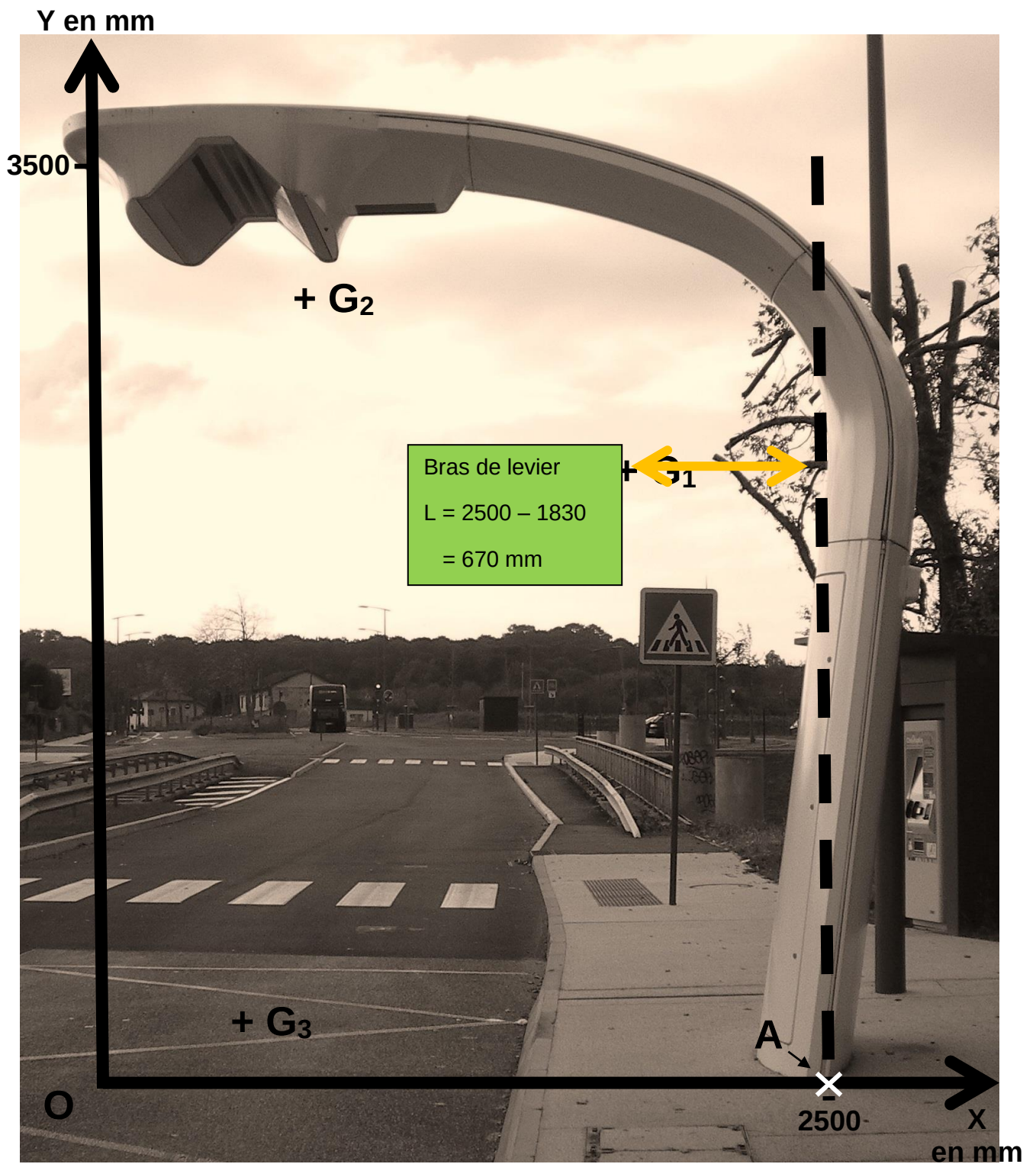
Echelle: 1/20^{ème}

— — Projection du point de fixation



Echelle: 1/20^{ème}

— — Projection du point de fixation



Echelle: 1/20^{ème}

— — Projection du point de fixation

Énergie et Environnement

Trambus au Pays Basque



- **Présentation de l'étude et questionnaire..... pages 2 à XX**
- **Documents techniques DTS1 à DTSx pages X à XX**
- **Documents réponses DRS1 à DRSx pages X à XX**

Partie A :

Question A.2 | $240 \times 0,9 \times 0,94 = 203 \text{ kW}$

Question A.3 | $P_{a_moteur} = 240 / 0,95 = 252,6 \text{ kW}$
 $P_{batt} = 240 / (0,98 \times 0,95) = 257,8 \text{ kW}$

Question A.4 | $P_{roue_max} = 53\,150 \times (12 / 3,6) = 177,2 \text{ kW}$

Question A.5 | La puissance nécessaire 177 kW est inférieure à 203 kW.

DRS1 | La valeur de la puissance du moteur de traction est correcte.

Partie B :

Question B.2 | Le nombre de recharges dans l'année est important. Ce type d'accumulateurs est crédité d'un nombre de cycles de recharge/décharge important par rapport aux autres batteries (30 000). De plus, ces batteries admettent des recharges rapides en moins de 6 minutes avec des courants élevés.

Question B.3 | Sur le document réponse.

Question B.4 | Somme des masses des 3 essieux = 31 200 kg

DTS2

Question B.5 | $E_c = 0,5 \times 31\,200 \times (50 / 3,6)^2 = 3,01 \text{ MJ} = 836 \text{ Wh}$

Question B.6 | $E_{c_souple} = 836 \times 0,93 = 777,5 \text{ Wh}$
 $E_{elec_bat_souple} = 777,5 \times 0,78 = 606,4 \text{ Wh}$

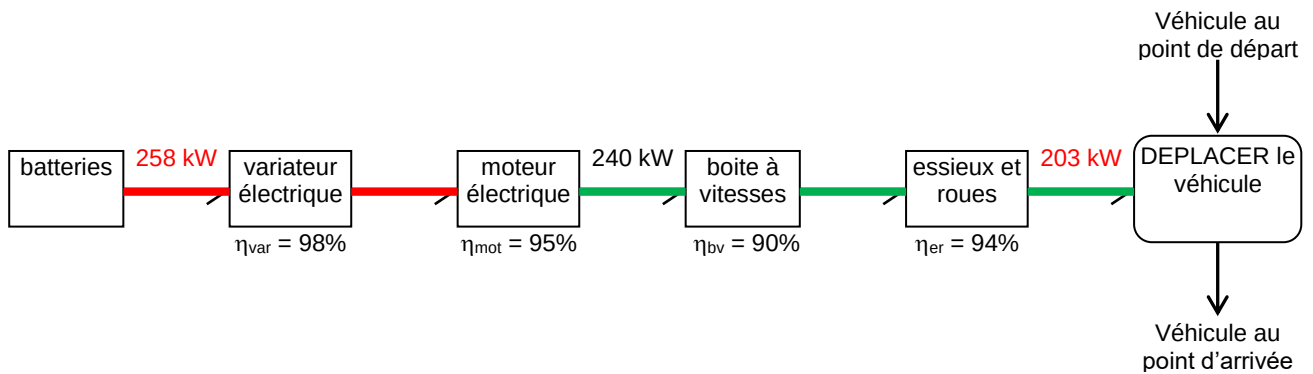
Question B.7	$E_{c_saccadé} = 836 \times 0,3 = 250,8 \text{ Wh}$ $E_{elec_bat_saccadé} = 250,8 \times 0,78 = 195,6 \text{ Wh}$
Question B.8	$E_{traction} = 47 + 14 = 61 \text{ kWh}$
Question B.9	$E_{trajet_saccadé} = 61 - 4,6 = 56,4 \text{ kWh}$
Question B.10	Nombre trajets = $150 / (56,4 - 42) = 10$ trajets ; le nombre est inférieur à 16. Une solution pour répondre à l'exigence serait d'augmenter le temps lors des recharges aux terminus pour compenser le manque d'énergie.

Partie C :

Question C.1 DTS4	Embarqué : en cas de panne, seul le bus est concerné. Plus cher à cause du nombre, véhicule plus lourd donc consommation plus importante. Inversé : véhicule plus léger, moins de consommation. En cas de panne, affecte tous les bus de la ligne.
Question C.2	En cas de panne, seul le bus est concerné. Les autres continuent à assurer le transport des personnes.
Question C.3	$C_{tot} = 150 \times 10^3 / 625 = 240 \text{ Ah}$
Question C.4 DTS2	$I_{4C} = 4 \times 240 = 960 \text{ A}$ $I_{borne} = 500 \times 10^3 / 625 = 800 \text{ A}$ Le courant de recharge est inférieur à 960 Ah donc correct
Question C.5 DTS5	Le composant A2 est un redresseur. Sa fonction est de transformer l'énergie électrique sinusoïdale d'entrée en énergie électrique redressée (proche du signal continu) afin de charger les batteries avec un courant continu.

Question C.6 DTS6	Valeurs en sortie du redresseur A2 : tension entre 450 et 875V ; courant max 1000 A Les caractéristiques du composant A2 incluent les valeurs nécessaires à la charge des condensateurs (800 A ; 700 V). Ce matériel répond aux critères.
Question C.7 DTS5	Le composant T2 est un transformateur triphasé. Sa fonction est de réduire la tension : 15 kV triphasé à l'entrée ; 400 V triphasé en sortie
Question C.8 DTS5, DTS6	En sortie du transformateur T2 : 650 kVA ; 400 V En entrée du redresseur A2 : 550 kVA ; 400 V Les valeurs de tension sont identiques ; la puissance du transformateur est légèrement supérieure à celle du variateur. Les matériels répondent aux critères.

DRS1 : chaine de puissance



DRS2 : comparatif des technologies des batteries

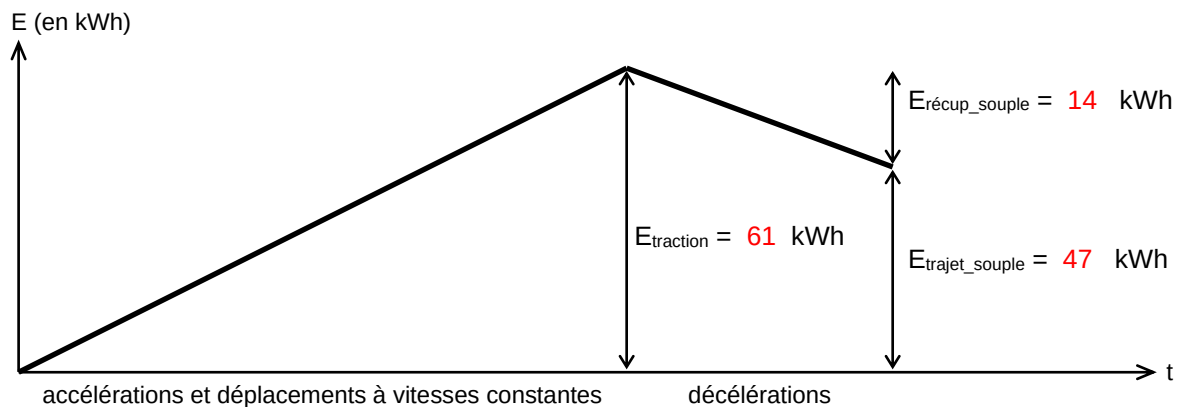
Type de batterie	AVANTAGES	INCONVENIENTS
Plomb/Acide	Autodécharge faible	Toutes les valeurs sont inférieures à celles des autres
Li-ion	Densité massique élevée Puissance en pointe moyenne	Durée de vie faible
LI-Titanate	Puissance en pointe élevée Durée de vie élevée	Densité massique faible

DRS3 : cycle de fonctionnement entre 2 stations

Phase	Action réalisée par le véhicule
1	Le véhicule est à l'arrêt
2	Le véhicule est en phase d'accélération
3	Le véhicule se déplace à vitesse constante
4	Le véhicule ralentit → l'énergie cinétique est renvoyée vers les batteries

DRS4 : Récupération de l'énergie cinétique lors des freinages

Bilan des énergies dans le cas d'une conduite souple :



Bilan des énergies dans le cas d'une conduite saccadée :

