

**Etude de cas : Fonctionnement
 d'un réseau simplifié de routes
 reliant deux agglomérations de taille moyenne
 séparées par un estuaire**

Cette étude de cas est l'évaluation finale du cours de MOSIT de première année. Elle sera réalisée individuellement en deux heures. Les calculatrices, supports de cours et documents divers sont autorisés. Les questions aux enseignants aussi. Une partie de la notation sera consacrée aux respects des règles de présentation des copies : figures lisibles avec légende, noms des axes et unités, copies idéalement sans faute d'orthographe et lisiblement présentées... Les enseignants ont à disposition des feuilles à petits carreaux.

L'étude de cas est très librement inspirée de la situation autour de l'estuaire de la Rance (départements de l'Ille et Vilaine et des Côtes d'Armor) que l'on peut schématiser par le schéma de la page suivante. Cet énoncé est basé sur une étude réalisée par le CETE de l'Ouest à la demande du conseil général d'Ille et Vilaine¹. Nous nous intéressons dans le cadre de cette étude à la congestion qui se produit autour de cet estuaire en été, lorsqu'au trafic local habituel s'ajoute un trafic lié aux déplacements des estivants.

Cet estuaire s'enorgueillit d'être équipé de la seule usine marée-motrice de France : le barrage de la Rance, qui est accompagné d'une écluse, située au niveau du pont entre Dinard et Saint Malo. Pour permettre la circulation dans cette écluse des bateaux ayant un tirant d'air trop important pour passer sous le pont, ce pont est basculant. Ainsi, une fois par heure, le pont est levé (et donc les voitures ne peuvent y circuler) pendant une période comprise entre 8 et 20 minutes.

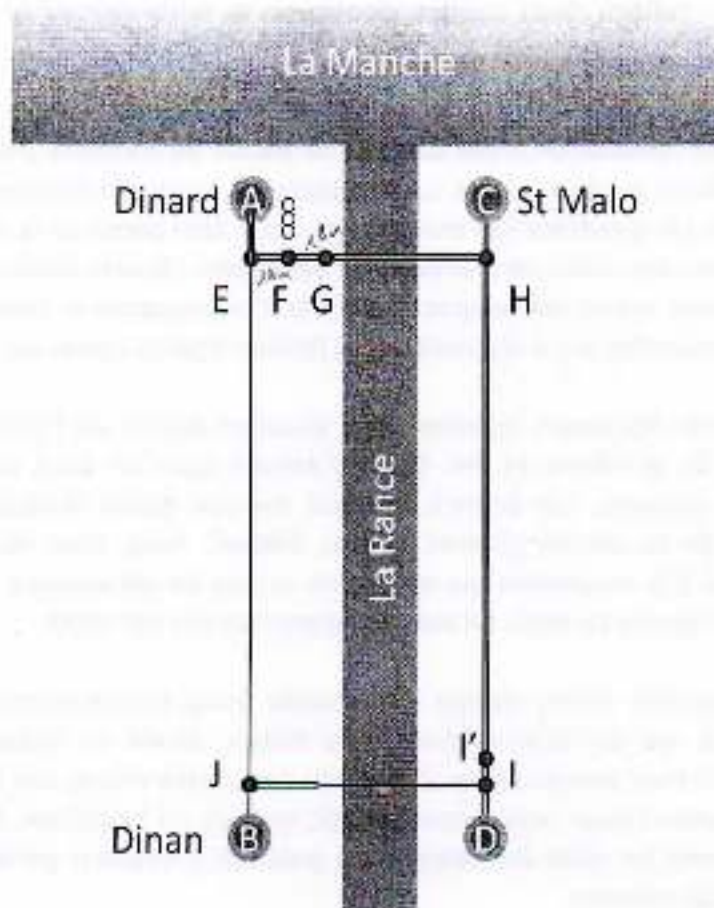
Sur le schéma de la page suivante, la ville située au niveau de A est la ville de Dinard (15 000 habitants), la ville placée au niveau de B est celle de Dinan, enfin le point C correspond à la ville de Saint Malo (50 000 habitants). En été, les deux villes de Dinard et de Saint Malo voient leur population croître significativement. Un autre pont existe, le pont Chateaubriand, qui n'a qu'une voie par sens. Il est situé dans la zone sud de l'estuaire.

Nous nous intéresserons ici au fonctionnement du système en heure de pointe du soir en été entre 17 heures et 20 heures (on supposera pour la simplicité que le débit est partout nul avant 17h), d'abord pour examiner la situation créée par le pont basculant en période normale, ensuite pour analyser le cas d'un incident.

¹ Etude relative à la sécurité et à l'exploitation du trafic routier aux abords du barrage de la Rance, CETE de l'Ouest, 26 pages, Octobre 2006.

La demande est supposée constante pendant cette heure de pointe :

- de A vers C avec une demande totale de 1500 véh/h ;
- de A vers D avec une demande totale de 1000 véh/h (le point D correspond à la route vers Rennes et au-delà).
- de A vers B avec une demande totale de 1000 véh/h.
- de B vers D avec une demande de 1000 véh/h qui utilise toujours le pont Chateaubriand.
- de C vers D avec une demande de 1500 véh/h.



Sur le schéma ci-dessus toutes les parties à traits doubles correspondent à des sections à 2x2 voies et toutes les parties à traits simples désignent des parties à 2x1 voies. On suppose de manière uniforme la capacité d'une voie de circulation à 2000 véh/h hors restriction particulière. A mi-distance entre le point E (jonction des deux routes allant de A vers C et de A vers B) et le début du pont basculant (noté G sur le schéma), se trouve un carrefour à feu (au point F), dont la durée de vert est égale à la moitié de la durée du cycle (deux minutes). La distance entre E et F d'une part, entre F et G d'autre part est de 1 kilomètre. On néglige le temps de parcours de A à E.

Question 1 (2 points) : Représentez sur un schéma du réseau les itinéraires empruntés pour les différents couples origines destination. On suppose dans la suite de l'énoncé (sauf mention contraire) que les usagers de A à C et de A à D utilisent tous le pont basculant. Identifiez les capacités des différents arcs et des points F et G.

Question 2 (3 points) : Le temps de parcours à vide entre E et F est de 1 minute, de même qu'entre F et G. Dessinez sur le même schéma la courbe des véhicules cumulés entre 17h et 17h10 pour

- la demande passant en E,
- la demande qui s'écoulerait en F si le feu était toujours vert,
- le débit qui s'écoule en F.

Question 3 (2 points) : Existe-t-il une file d'attente en fin de vert ? Peut-on calculer le temps moyen perdu par les usagers ? Si oui, quelle est sa valeur ?

Question 4 (2 points) : On suppose maintenant que le feu au point F est toujours vert. Dessinez la courbe des véhicules cumulés en amont du pont basculant entre 18h00 et 19h00 pour :

- la demande passant en E,
- la demande qui s'écoulerait en G si le pont était toujours baissé,
- le débit qui s'écoule en G compte tenu de la fermeture du pont de 18h12 à 18h24.

Question 5 (1 point) : Avec les chiffres donnés dans l'énoncé, existe-t-il une file d'attente ? Si oui, quand commence-t-elle ? Quand fini-t-elle ? Quel est le temps moyen perdu par les usagers ?

Question 6 (2 points) : Dessinez le diagramme fondamental triangulaire de la section comprise entre les points H et I (sens Nord Sud) indiqués dans l'énoncé. On supposera que la concentration maximale est de 250 veh/km et que la vitesse maximale est de 80 km/h. Que vaut la concentration critique ?

Question 7 (3 points) : Juste en amont de I, à 17h30 (point I'), un véhicule est immobilisé sur la voie de droite pour une durée d'une demi-heure au total. Repérez sur le diagramme fondamental ci-dessous les régimes suivants :

1. régime correspondant à l'écoulement sans incident des véhicules présents sur cet itinéraire ;
2. régime correspondant à la situation dans le bouchon créé par l'incident ;
3. régime situé immédiatement en aval de l'incident entre I' et I ;
4. régime situé au niveau du point I' après l'enlèvement du véhicule gênant.

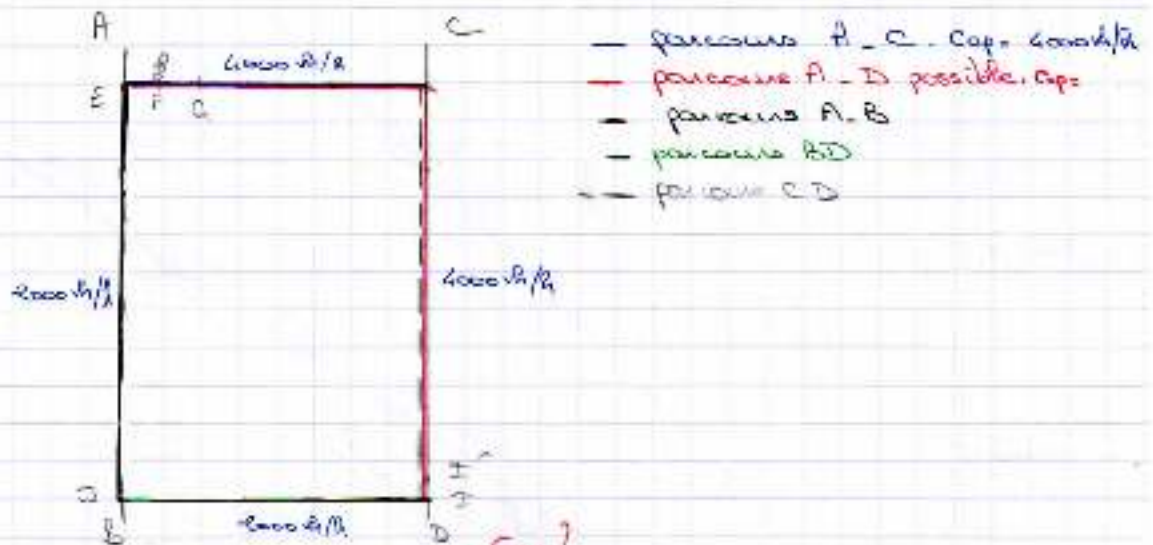
Question 8 (2 points) : Quel est Nfa le nombre de véhicules présents dans la file d'attente à 17h45 ? Quelle est la longueur de la file à cet instant ? A quelle heure le véhicule n° Nfa passera-t-il au point I' ?

Question 9 (3 points) : Dessinez le diagramme espace temps correspondant, localisez les quatre régimes définis ci-dessus. Quelle est la vitesse de remontée de la file d'attente ? représentez-là sur le diagramme fondamental.

18 TB

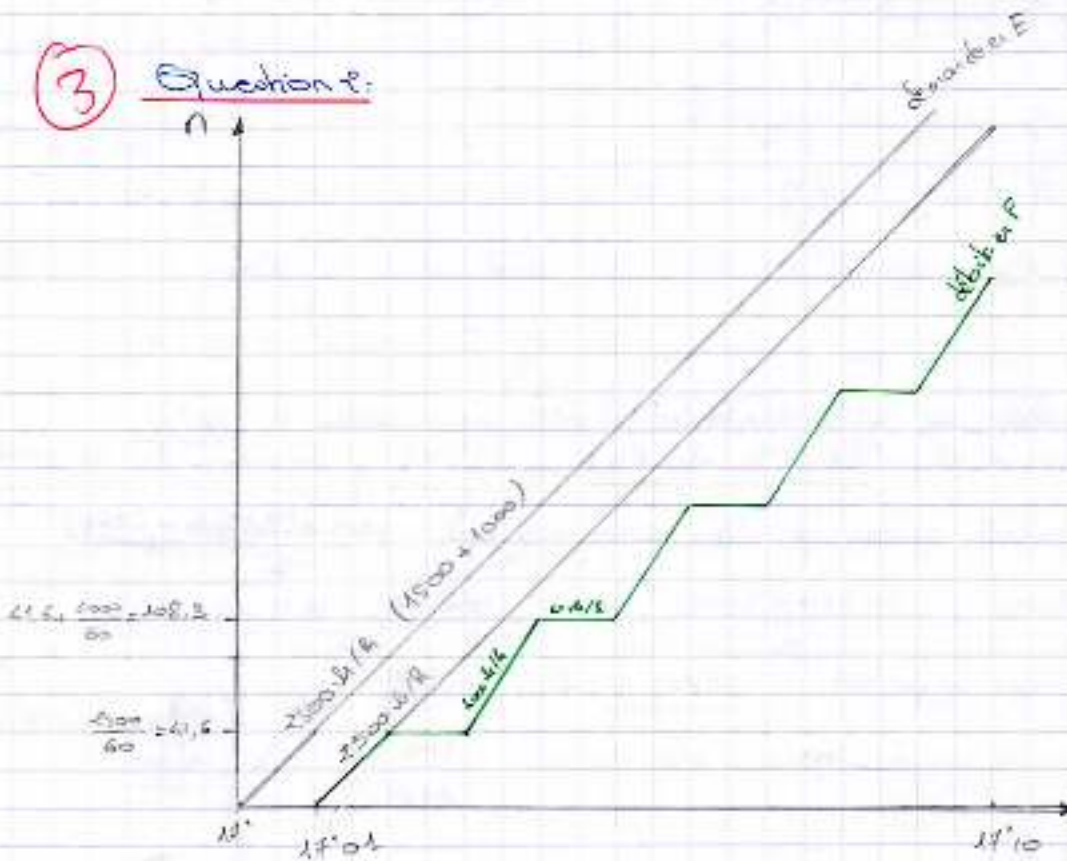
Test de Mosik

Question 1:



La capacité aux points F et G est de 4000 v/h

Question 2:

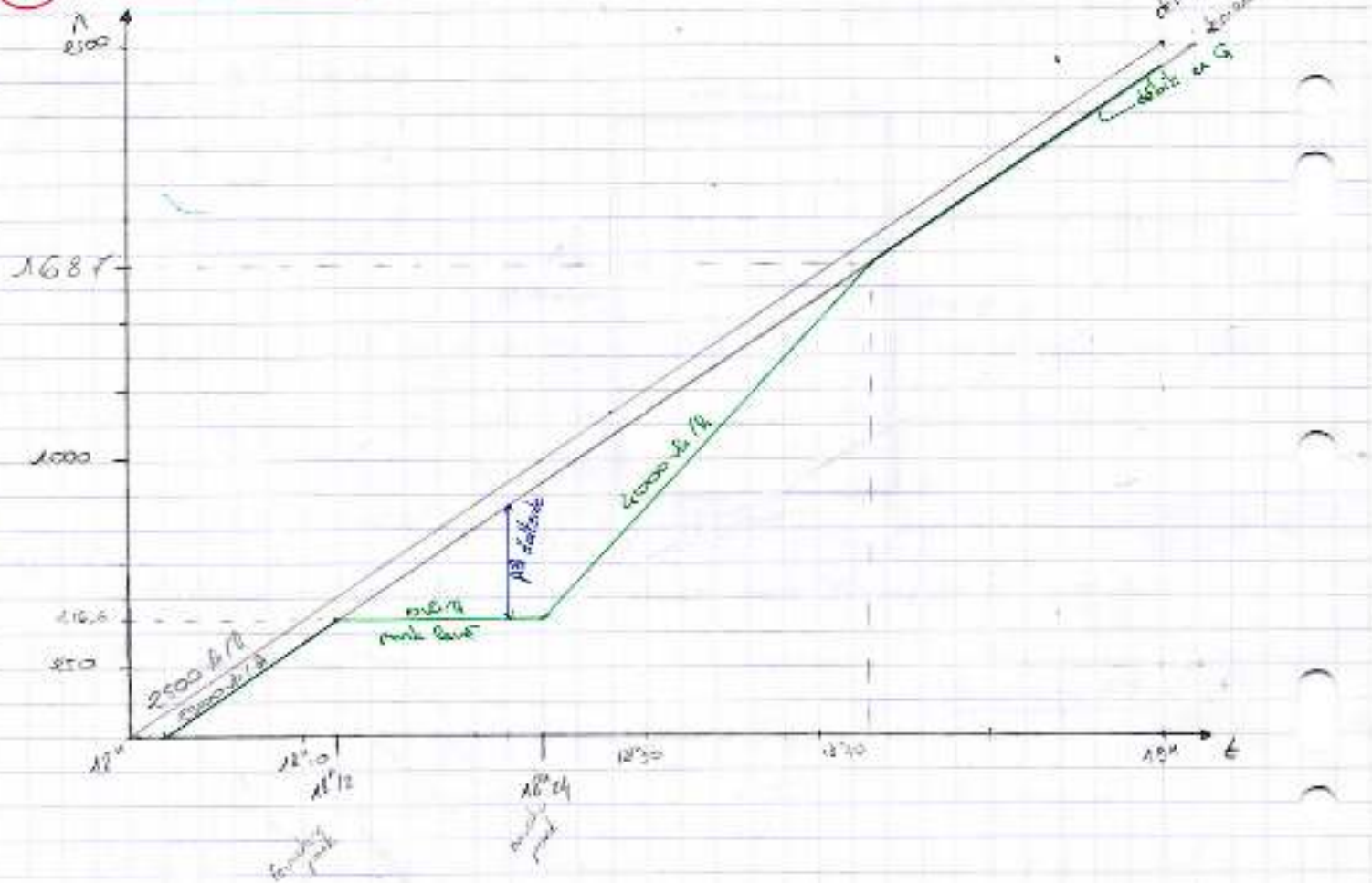


Question 3:

① oui, il existe une file d'attente en fin de feu vert elle apparait sur le schéma c'est le segment vertical entre la demande en F lorsque le feu est toujours vert. la courbe du débit en F.

On peut calculer le temps perdu moyen ~~ici car la file d'attente n'est pas bornée.~~
 $\text{temps perdu moyen} = \frac{\text{Temps perdu total}}{\text{nbre usagers impactés}}$

② Question 4:



Question 5:

① oui il existe une file d'attente, elle commence à 18:12 et se termine à 18:43 (et 48s) → 18:44 précisim à la seconde ??!

le temps total perdu par les usagers est

$$\frac{0,8 \times 500}{2} + \frac{9316 \times 500}{2} = 50 + 79,16 = \underline{129,16 \text{ vh/h}}$$

le nombre d'usagers impactés = 1870,3 vh

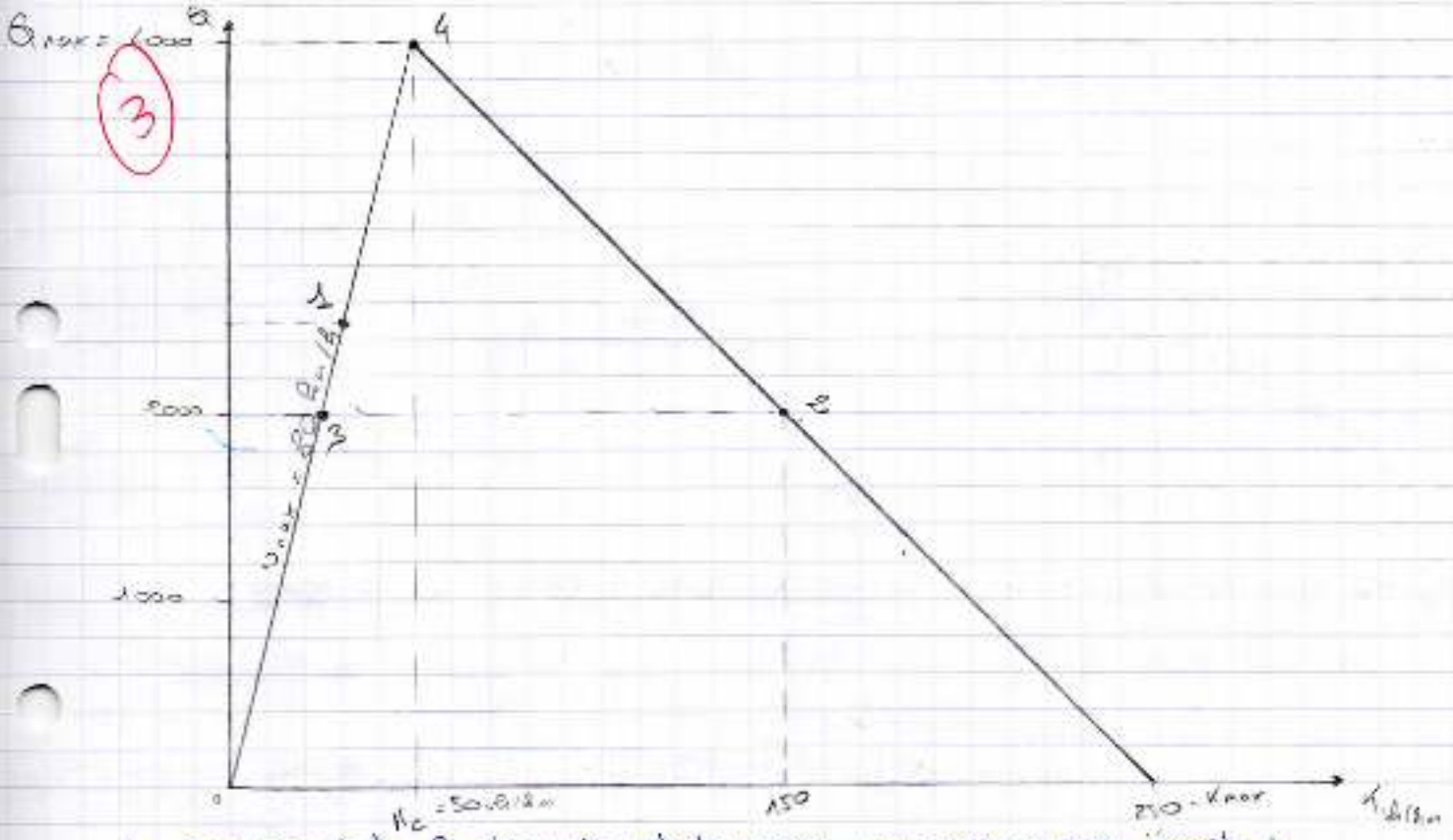
Le temps moyen perdu est donc $\frac{129,16}{1870,3} = \underline{6,9 \text{ min}}$

Question 6:

2) sur le tronçon HI la capacité est de 4000 v/h et la vitesse max 80 km/h

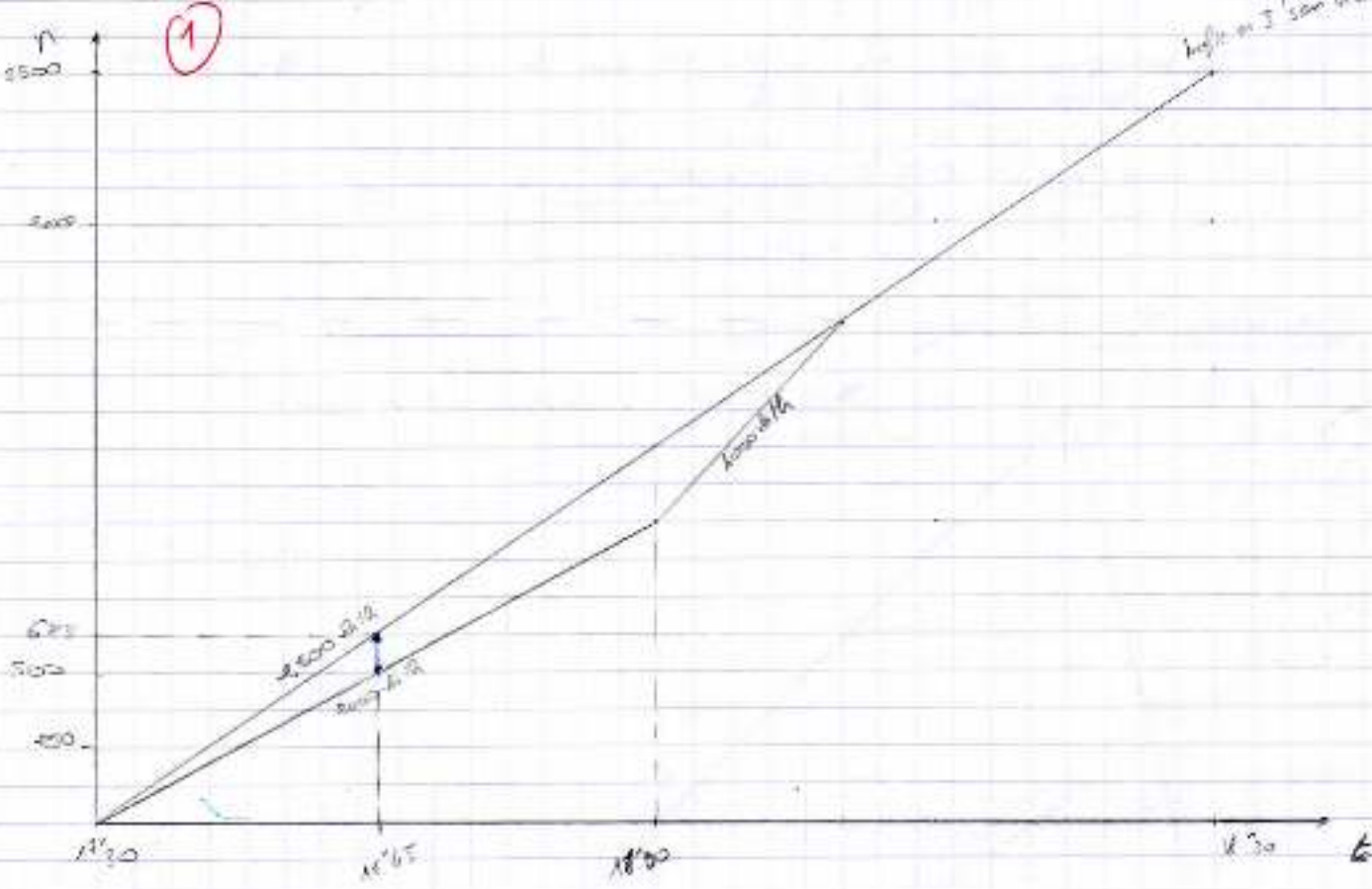
$\Rightarrow K_c = \frac{4000}{80} = 50 \text{ v/km}$

Question 7:



1. sans incident la demande est de $(1500 + 1000) = 2500 \text{ v/h}$: point 1
2. Un véhicule étant immobilisé sur la voie, le trafic se fait que sur l'autre voie, soit un débit de 2000 v/h, de plus, on est en phase de congestion. point 2
3. en aval de l'accident, le débit est toujours de 2000 v/h mais le trafic est fluide, point 3
4. après l'enlèvement du véhicule gênant, le débit est de 4000 v/h. #4

Question 8:



Après le choc de véhicules dans la zone d'attente à 17'45 et de 125 km/h (685.500) en comptant 1m par véhicule on a une longueur de 500m ici dans le cas de tels à l'arrêt. ce qui n'est pas le cas ici.

③

$$w_{1-2} = \frac{q \cdot \rho_2}{k_1 - k_2} = \frac{4500 \cdot 1000}{\frac{4500}{20} - \frac{1500}{20}} = -450$$

$$w_{4-2} = \frac{4000 - 2000}{50 - 250} = -10$$

vélocité recombinée = 4,82 km/h

