

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

**SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU
DÉVELOPPEMENT DURABLE (STI2D)**
et

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE
spécialité **PHYSIQUE ET CHIMIE EN LABORATOIRE**
(STL SPCL)

- Session 2013 -

Épreuve de **PHYSIQUE CHIMIE**

Ce sujet est à traiter par les candidats se présentant pour la première fois aux épreuves terminales du baccalauréat

Durée de l'épreuve : 3 heures

Coefficient : 4

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte **13** pages.

L'usage d'une calculatrice est autorisé.

Il est rappelé aux candidats que la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des explications entreront dans l'appréciation des copies. Toute réponse devra être justifiée.

CAMPING-CAR

Monsieur Moncar souhaite s'équiper d'un camping-car pour partir en vacances.

Il fait des recherches afin de choisir un modèle. Il s'intéresse pour cela à différents critères :

- la consommation et les enjeux environnementaux
- la vitesse et la sécurité sur la route
- les équipements intérieurs.

PARTIE A : Consommation et enjeux environnementaux

Monsieur Moncar cherche à évaluer quel sera l'impact carbone d'un moteur essence et d'un moteur diesel en calculant et en comparant les émissions de CO₂ à l'aide de **la documentation en annexe A**.

1. À l'aide du document A1, calculer pour chaque moteur (essence et diesel) la distance moyenne sur autoroute en kilomètre que l'on peut parcourir avec un réservoir plein.
2. À l'aide des documents A1 et A2, déterminer pour chaque moteur quel est le coût du carburant pour un trajet de 500 km sur autoroute ?
3. À partir du document A3, citer un inconvénient à l'utilisation du gazole et un inconvénient à l'utilisation de l'essence.
4. Étude du moteur essence en consommation mixte :
 - 4.1. Recopier et compléter l'équation de combustion de l'heptane qui est une réaction totale :
$$\text{C}_7\text{H}_{16} + \text{O}_2 \longrightarrow 7 \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
 - 4.2. En utilisant les données des documents A1 et A3, déterminer la masse d'heptane utilisé pour parcourir 100 km.
 - 4.3. Montrer que la quantité de matière d'heptane consommée pour parcourir 1 km est égale à 0,73 mol.
 - 4.4. Déterminer la quantité de matière en CO₂ produite par le camping-car par km.
 - 4.5. En déduire la masse de CO₂ produite par km.
5. Un camping-car équipé d'un moteur diesel produit 194 g de CO₂ par km parcouru en consommation mixte. Comparer l'impact CO₂ des deux modèles.
6. En vous aidant du document A 5 :
 - 6.1 Quel est l'inconvénient majeur lié à une motorisation diesel ?
 - 6.2 A l'heure actuelle quelle est la solution proposée par l'industrie automobile ?
7. Citer un avantage et un inconvénient du moteur diesel par rapport au moteur essence.

ANNEXE A

A1- Caractéristiques moteur :

Modèle	Essence	Diesel
Motorisation	156 chevaux 4 cylindres	150 chevaux 4 cylindres
Vitesse sur route	90 km/h	90 km/h
Vitesse sur autoroute	110 km/h	110 km/h
Consommation en milieu urbain	12,1 L / 100 km	9,2 L / 100 km
Consommation sur autoroute	9,6 L / 100 km	7,1 L / 100 km
Consommation mixte	10,7 L / 100 km	8,1 L / 100 km
Réservoir	120 L	120 L

A2- Prix des carburants le 19/09/2012 :

Carburant	Gazole (moteur diesel)	SP 95 (moteur essence)
Prix au L (en €)	1,354	1,545

A3- Caractéristiques physico-chimiques des carburants :

Gazole	Essence
Le gazole est un mélange de différents hydrocarbures de 12 à 23 atomes de carbone. Il est liquide à la température ambiante et se solidifie même dès -5°C, d'où la nécessité en hiver rigoureux d'ajouter de l'antigel. Celui-ci ne présente aucun risque d'explosion.	L'essence est aussi un mélange d'hydrocarbures plus légers, de 6 à 12 atomes de carbones, auquel on a ajouté divers additifs. Elle est liquide à température ambiante. Composée plus volatile que le gazole, elle présente en cas d'incendie des risques d'explosion.
Chimiquement on assimilera le gazole à du hexadécane pur.	Chimiquement on assimilera l'essence à de l'heptane pur.

	Formule brute	Masse volumique	Masse molaire
Heptane	C_7H_{16}	680 g.L^{-1}	100 g.mol^{-1}
Hexadécane	$C_{16}H_{34}$	770 g.L^{-1}	226 g.mol^{-1}

Masse volumique : $\rho = \frac{m}{V}$

A4- Masses molaires atomiques :

$$M_H = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M_C = 12 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M_O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$$

A5- Diesel polluant ?

Le moteur diesel est longtemps resté cantonné aux tracteurs et poids lourds, avant que d'autres professionnels de la route, comme les taxis s'y convertissent puis les particuliers.

Au-delà du bruit et des vibrations, ces rejets de fumées noirâtres attisent les critiques.

Des poisons possiblement mortels sont rejetés lors de son fonctionnement. A commencer par les particules de suie, qui se forment en raison de la combustion incomplète du carburant. Il faut savoir que les plus fines particules, d'un diamètre inférieur à 2,5 μm , peuvent se loger jusque dans les alvéoles des poumons. Il en résulte des maladies respiratoires comme l'asthme, des bronchites aiguës et des cancers du poumon.

On constate aussi des effets désastreux sur le système cardiovasculaire.

Autant de problème dont ne souffre pas la motorisation essence.

Depuis 2011, l'installation de filtres à particules sur les véhicules neufs diesel est devenue obligatoire.

D'après un article de la revue « Science et Vie » Avril 2012.

PARTIE B : La vitesse et la sécurité sur la route

Avant de faire son choix, pour acheter son nouveau camping-car, M. Moncar a consulté de nombreux sites et lu des revues automobiles pour mieux comprendre les critères de performance et les règles de sécurité. Des extraits de sa documentation sont donnés en annexe B.

1. Couple et puissance

- 1.1 Relever les valeurs de couple et de puissance développée pour le moteur fonctionnant à 3000 tours/min décrit dans le document B1.
- 1.2 En vous aidant du document B2, vérifier numériquement, pour une vitesse angulaire (aussi appelée vitesse de rotation) de 3000 tours/min, la relation entre puissance du moteur et moment du couple.

2. Vitesse, énergie et distance d'arrêt

2.1. Énergie lors d'un choc frontal à la vitesse de 100 km.h⁻¹ :

- 2.1.1 Montrer que l'énergie cinétique d'un véhicule de masse 3000 kg ayant une vitesse de 100 km.h⁻¹ est égale à 1,16 MJ.
- 2.1.2 En déduire la variation d'énergie cinétique de ce véhicule qui s'immobilise lors d'un choc frontal.
- 2.1.3 Vérifier l'affirmation finale de l'article du document B3.

2.2- Distance d'arrêt :

- 2.2.1 A l'aide des documents B4 et B5, pour un véhicule roulant à la vitesse de 100 km h⁻¹, déterminer :
 - la distance d'arrêt
 - la distance parcourue durant le temps de réaction
 - la distance parcourue durant le temps de freinage.
- 2.2.2 A partir du document B5, caractériser le mouvement durant la phase de freinage et montrer que l'accélération moyenne est $a = - 6,3 \text{ m.s}^{-2}$.

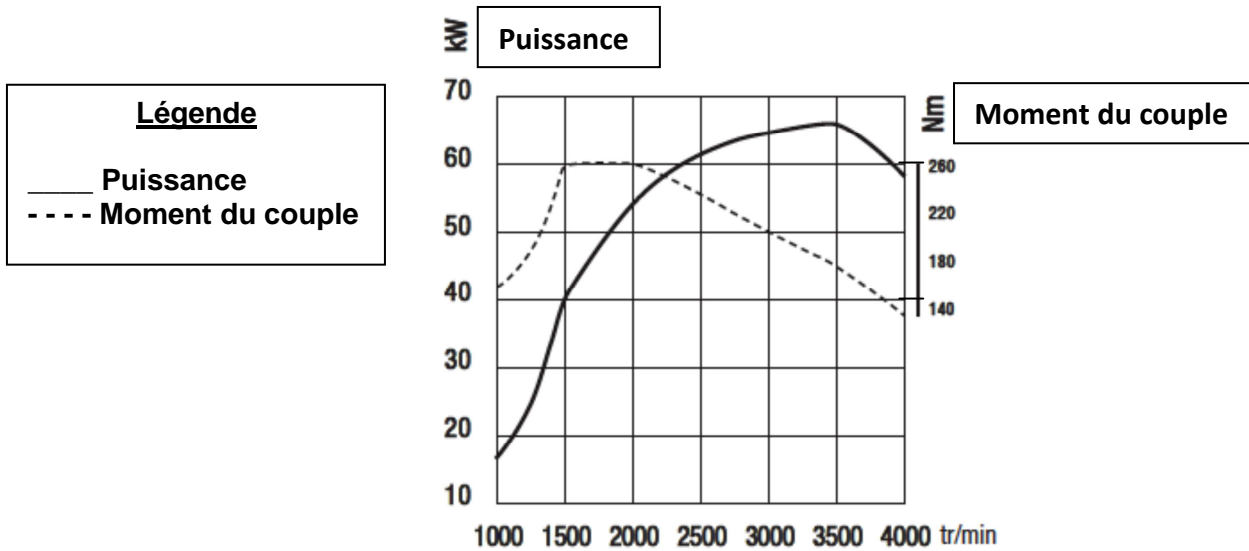
3- Contrôle de la pression des pneus

Monsieur Moncar s'intéresse aux problèmes de sécurité liés à la pression des pneus. Il lit pour cela le document en **annexe B6**.

- 3.1 Pourquoi est-il important de vérifier régulièrement la pression des pneus ?
- 3.2 La pression relative recommandée pour le véhicule qui l'intéresse est de 3,3 bar pour un pneu.
 - 3.2.1. Expliquer ce que signifie l'expression « pression relative ».
 - 3.2.2. Quel est l'instrument utilisé pour la mesurer ?
- 3.3 La pression atmosphérique étant de 1,01 bar = 1,01x10⁵ Pa, calculer la pression absolue en Pascal dans un pneu.

ANNEXE B

B1- Couple et puissance du moteur



B2- Extrait d'une encyclopédie en ligne

Travail et puissance d'un couple

Pour un système en rotation à la vitesse angulaire ω (en $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$) autour d'un axe fixe, la puissance P (en W) développée par un couple de forces est égale au produit du moment du couple M (en $\text{N}\cdot\text{m}$) et de la vitesse angulaire.

B3- Comparaison choc et chute

La vitesse augmente considérablement la gravité des blessures en cas d'accident. Ainsi, le risque d'être gravement blessé ou tué lors d'un impact augmente fortement entre 50 et 100 km/h.

Lors d'une collision, le véhicule décélère brusquement alors que les passagers sont projetés violemment vers le point d'impact. C'est l'énergie dégagée lors de l'impact qui provoque les blessures.

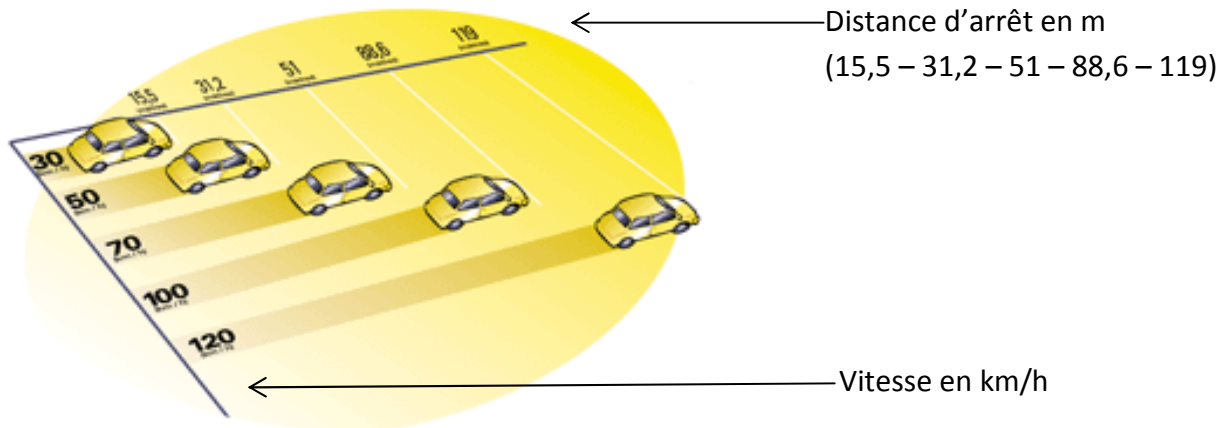
À 100 km/h, on le compare à une chute libre verticale de 13 étages !

Données :

Intensité du champ de pesanteur $g = 9,8 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1} = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Hauteur d'un étage : 3 m.

B4- Extrait d'un article de presse sur la distance d'arrêt



<http://www.saaq.gouv.qc.ca/prevention/vitesse/ralentir/distance.php>

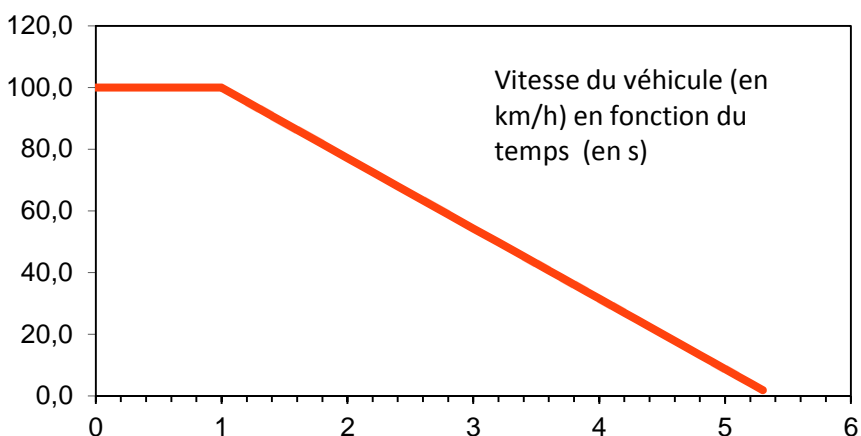
Un automobiliste aperçoit un obstacle sur sa route : le temps de réagir, il appuiera le pied sur le frein et parcourra une certaine distance avant de s'immobiliser. C'est ce qu'on appelle la **distance d'arrêt**.

La distance d'arrêt dépend du temps de réaction et du temps de freinage.

Pendant le **temps de réaction**, c'est-à-dire le moment entre lequel le conducteur prend la décision de freiner et celui où il pose le pied sur la pédale, le véhicule parcourra une certaine distance. En moyenne, le temps de réaction est d'environ 1 seconde.

Pendant le **temps de freinage**, le conducteur freine jusqu'à l'immobilisation de son véhicule. L'usure des freins et des pneus, le poids du véhicule ainsi que le mauvais état de la chaussée sont tous des éléments qui peuvent aussi contribuer à augmenter la distance de freinage.

B5- Enregistrement de la vitesse durant toute la phase d'arrêt



B6- Gonflage des pneus

Les pneus sont le seul lien physique entre le véhicule et la route, leur impact sur la sécurité est capital. Or, leur coefficient d'adhérence est directement lié à leur gonflage. En effet, le profil d'un pneu est conçu pour «épouser» au mieux la route et lui offrir le coefficient d'adhérence maximum, à une pression précise. Tout gonflage inadapté conduit à une diminution de l'adhérence et peut entraîner une surconsommation, voire être à la source de risques d'éclatement. Il est donc important de s'informer régulièrement de la pression des pneus.

D'après la fiche sécurité n°21 Renault.

PARTIE C : Équipements du camping-car

1. Étude d'un détecteur de fumée

Monsieur Moncar prévoit d'utiliser des plaques de cuisson fonctionnant au gaz, mais cela augmente les risques d'incendie. Pour prévenir les risques d'intoxication par les fumées il souhaite installer un détecteur de fumée dans son camping-car.

Il décide d'étudier le principe du détecteur de fumée présenté dans l'annexe C.

Étude générale

1.1. Dans le détecteur de fumée présenté dans le document C1 :

1.1.1. Préciser :

- quel est le composant émetteur de lumière ?
- quel est le composant récepteur de lumière ?

1.1.2. Expliquer le rôle joué par la fumée.

1.1.3. Préciser l'intérêt de la protection anti-insectes.

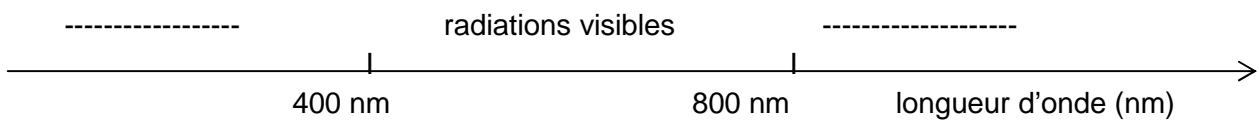
Étude de la photodiode (polarisée en inverse)

1.2 A partir du document C2 :

1.2.1. Quelle est la grandeur physique d'entrée de la photodiode ?

1.2.2. Quelle est la grandeur physique de sortie de la photodiode ?

1.3 Recopier et compléter l'axe des longueurs d'onde électromagnétique ci-après en précisant le nom des deux domaines encadrant les radiations visibles.



- 1.4 En vous aidant du document C3, indiquer à quel type d'ondes électromagnétiques la photodiode du détecteur de fumée est-elle le plus sensible ?
- 1.5 Justifier à l'aide du document C4 que la photodiode est sensible à la lumière solaire.
- 1.6 En déduire quel est l'intérêt de la protection contre la lumière ambiante.

Étude de la diode infrarouge

Pour réaliser ce dispositif, on dispose de deux diodes électroluminescentes dont les caractéristiques sont données dans le document C5.

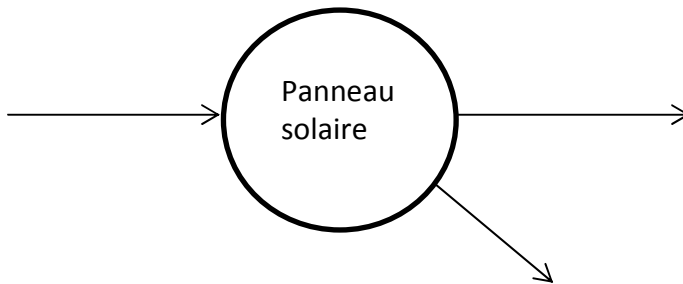
- 1.7 Déterminer la longueur d'onde de la lumière émise par chaque diode.
- 1.8 Déduire de la question précédente et du document C3, quelle est la diode électroluminescente la plus adaptée pour ce dispositif.

2. Étude d'un panneau solaire

Monsieur Moncar cherche à être autonome en énergie électrique. Il décide pour cela d'équiper son camping-car d'un panneau solaire.

- 2.1 Quels sont de façon générale les deux modes d'exploitation de l'énergie solaire que l'on peut utiliser dans un habitat comme un camping-car ?
- 2.2 De quel type de panneau solaire Monsieur Moncar doit-il s'équiper ?
- 2.3 En vous référant aux documents C6 et C7, reproduire l'allure de la caractéristique Intensité-Tension de ce panneau solaire en plaçant sur les axes les valeurs de l'intensité du courant de court-circuit et de la tension en circuit ouvert.
- 2.4 Calcul de la puissance crête :
 - 2.4.1 Écrire la relation entre les grandeurs Puissance, Tension et Intensité en régime continu, en précisant les unités des grandeurs figurant dans cette relation.
 - 2.4.2 Calculer la valeur de l'intensité du courant à la puissance crête.

2.5. Recopier et compléter la chaîne énergétique ci-dessous :



2.6 Le rendement du panneau solaire est donné par la relation : $\eta = \frac{P_{\text{électrique}}}{P_{\text{solaire}}}$

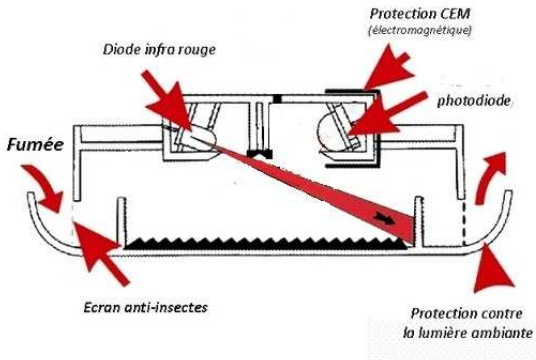
2.6.1 Montrer que la puissance solaire reçue par le panneau solaire est de l'ordre de 640 W.

2.6.2 Calculer le rendement maximal de ce panneau solaire.

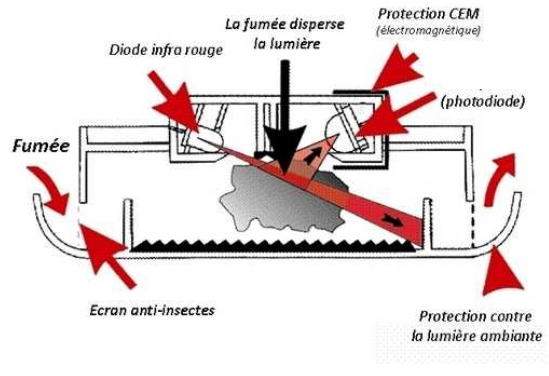
ANNEXE C

C1- Dessin en coupe du détecteur de fumée :

Détecteur sans fumée

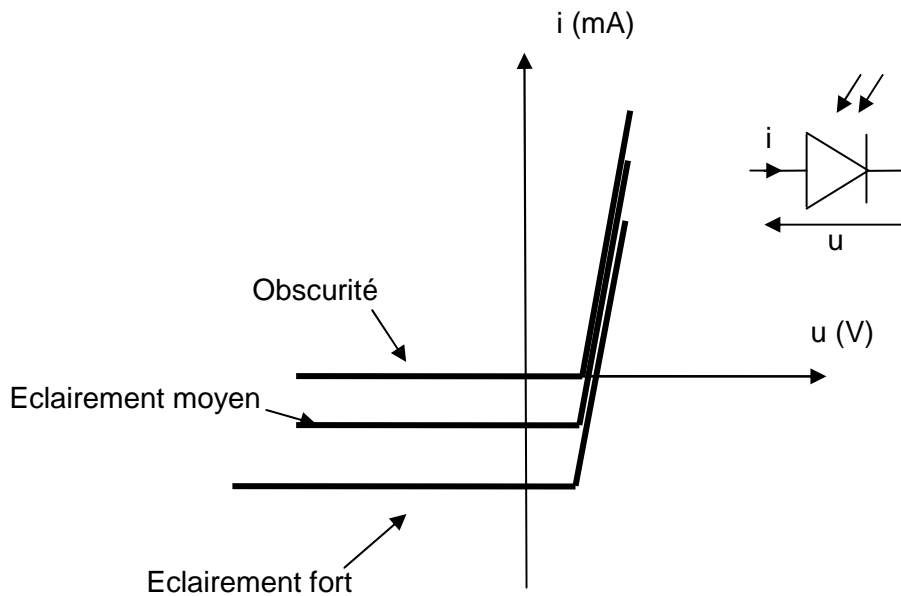


Détecteur en présence de fumée

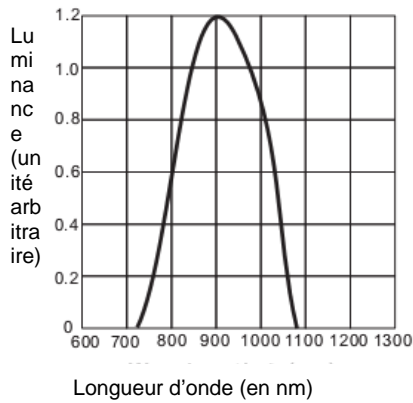


D'après le site <http://www.adpi-protection-incendie.com/detecteur-fumee-co-26-1.html>

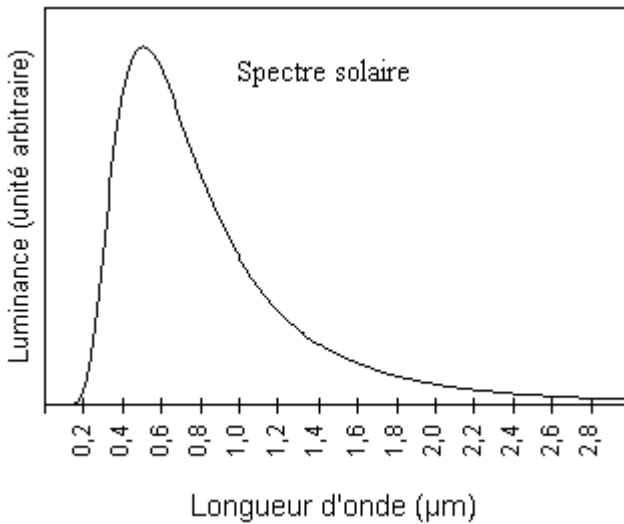
C2- Caractéristique de la photodiode pour différents éclairagements :



C3- Sensibilité de la photodiode en fonction de la longueur d'onde électromagnétique :



C4- Spectre simplifié du soleil :



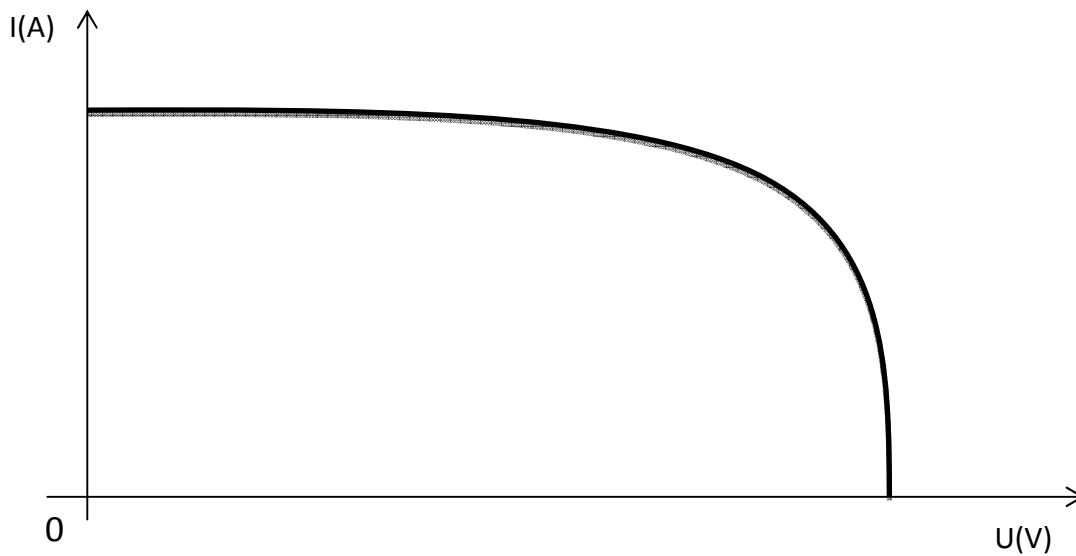
C5- Propriétés de quelques DEL (Diode électroluminescente) :

DEL	D1	D2
Fréquence émise	330 THz	250 THz

T Téra : 10^{12}

Fréquence : $\nu = \frac{c}{\lambda}$ avec $c = 3,00 \times 10^8 \text{m.s}^{-1}$

C6- Allure de la caractéristique Intensité-Tension d'un panneau solaire :



C7- Caractéristiques du panneau solaire :



- Puissance crête (puissance maximale) : 80 W
- Tension à la puissance crête : 17,4 V
- Tension de circuit ouvert : 19,1 V
- Intensité du courant de court-circuit : 4,8 A
- Dimensions de la partie vitrée :
1146 mm x 555mm
- Poids 8,35 kg

Ces données sont mesurées dans les conditions d'essai standard (STC) :

Eclairement énergétique de $1\text{kW}\cdot\text{m}^{-2}$ à la température de 25°C .

D'après <http://www.solarboutik.com/269-kit-solaire-camping-car-vechline-75w.html>