





## PRÉSENTATION DU PRODUIT ÉTUDIÉ

Tous les motards connaissent ce problème : sur la route, il faut incliner la moto pour tourner et non pas tourner le guidon comme sur un vélo.

Conséquence, en pleine nuit, le phare qui est fixé sur le guidon éclaire droit devant et non dans le virage où doit se porter le regard du pilote.



La société GiroNac a développé un phare accessoire (kit iZ-Night) qui s'installe en complément du phare d'origine sur la moto. Il peut suivre les yeux du pilote pour bien éclairer la sortie du virage, grâce à une matrice comprenant plusieurs LED. Il est, en fait, asservi à un capteur situé derrière le casque et qui capte les mouvements de la tête. Sous la selle se trouve en plus un autre capteur qui analyse la trajectoire de la moto.

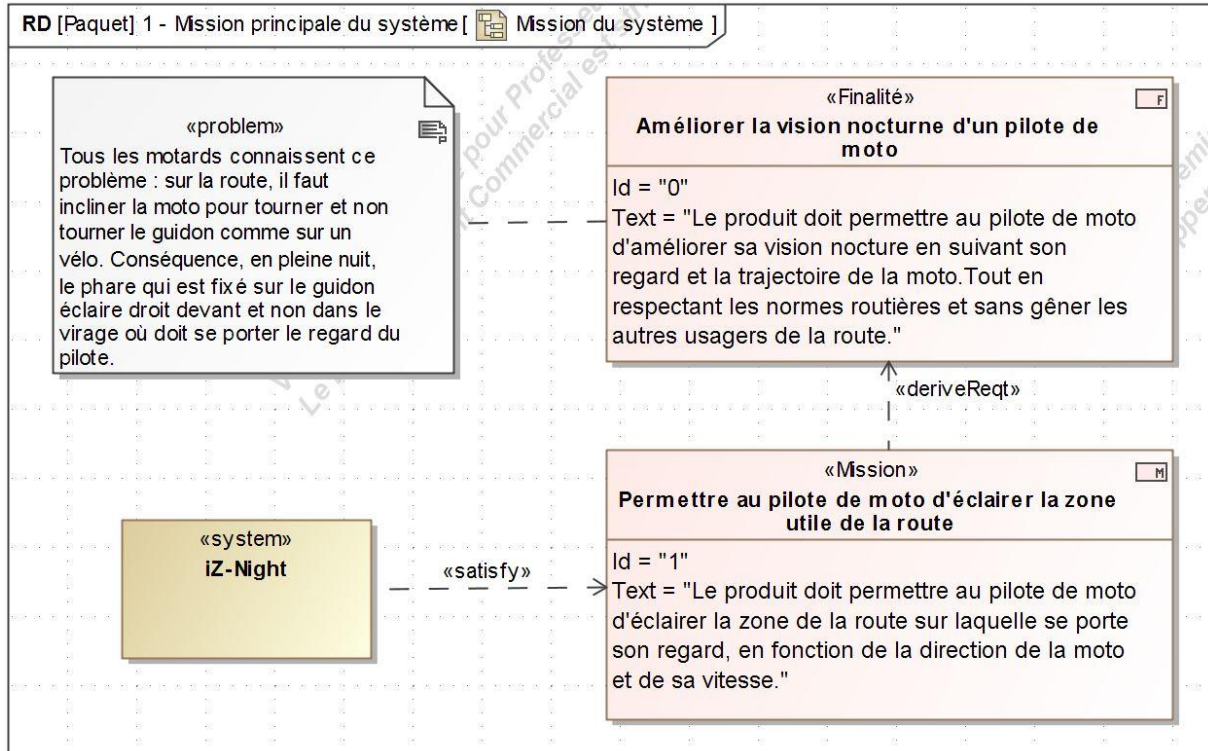


Diagramme des missions

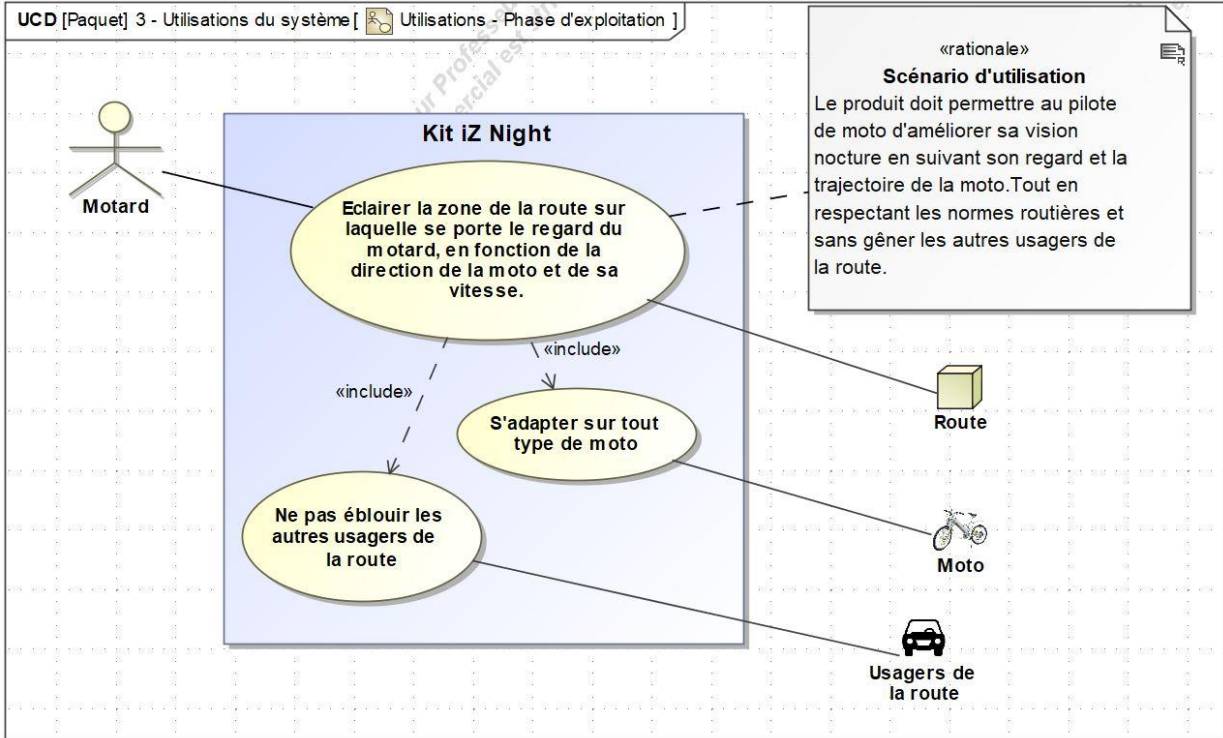


Diagramme cas d'utilisation

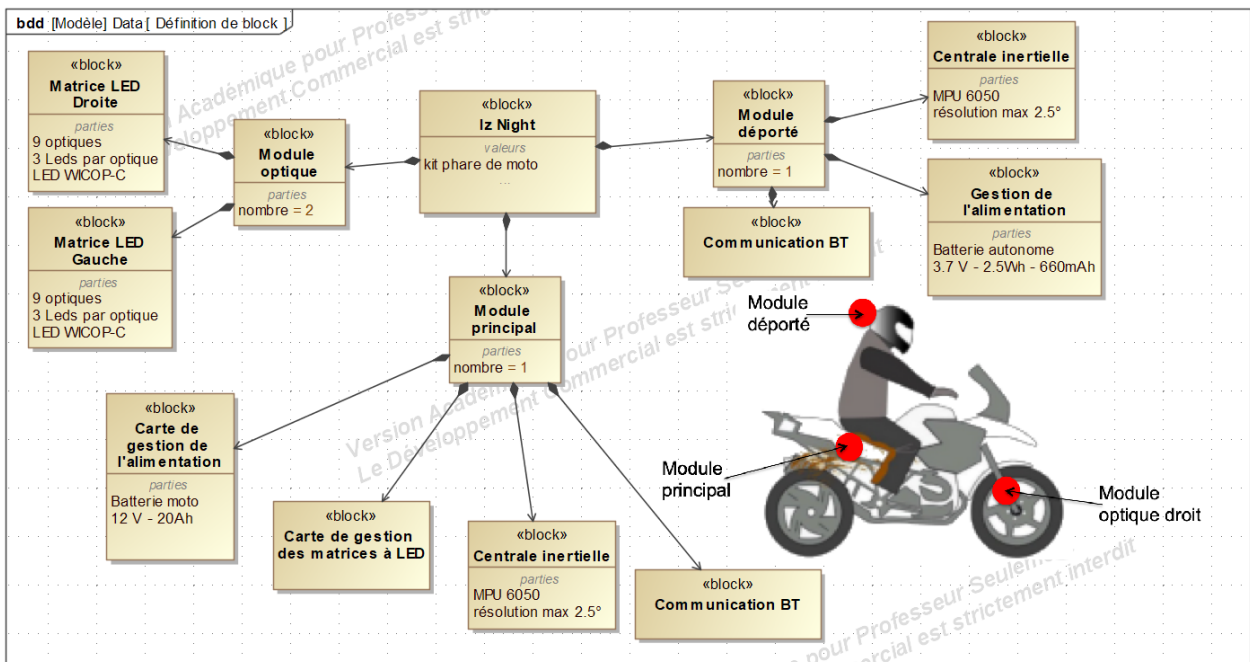


Diagramme de définition des blocs

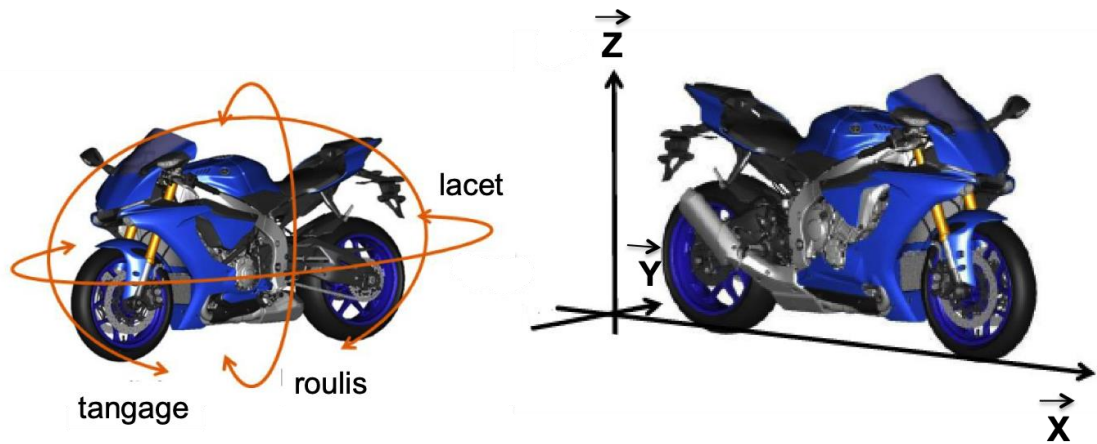


Figure de référence pour l'orientation des axes, valable dans tout le sujet.

Le roulis correspond à l'angle d'inclinaison de la moto autour de son axe longitudinal ( $\vec{X}$ ).

Le tangage correspond à l'angle de plongée (freinage) ou de cabrage (accélération) de la moto autour de l'axe  $\vec{Y}$ .

Le lacet donne l'orientation de l'axe longitudinal de la moto dans le plan de route (rotation autour de  $\vec{Z}$ ).

### **Problématique générale :**

Le produit doit permettre au pilote de moto d'améliorer sa vision nocturne, par une assistance sur la zone d'éclairage, par un suivi du regard du pilote et de la trajectoire de la moto, tout en respectant les normes routières et sans gêner les autres usagers de la route.

Ainsi, pour un virage court à basse vitesse, l'éclairage est large et proche, car le motard a besoin de voir dans cette zone pour cette manœuvre, alors qu'un virage avec la même inclinaison, mais à haute vitesse, produit un faisceau qui éclaire au loin. La combinaison de toutes les LEDs permet d'éclairer la bonne zone, en fonction de la trajectoire et du regard du pilote.







référence pour la représentation des angles. On considère que les sources lumineuses ont la même origine et le même axe de référence.

Question I.2 **Représenter** sur le document réponse DR2 l'angle d'éclairage d'un phare classique ainsi que l'angle d'éclairage du module droit du phare d'iZ-Night. (rappel : du cahier des charges : angle lacet 0 à 45°)

DR2

Méthode de représentation conseillée :

- à partir de la figure 3, dessin de l'angle d'éclairage d'un phare classique (représenter cette zone d'éclairage en bleu) ;
- dessin de l'angle d'éclairage du module droit du phare iZ-Night (représenter cette zone d'éclairage en vert).

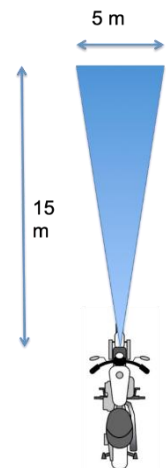


Figure 3

Question I.3 **En déduire**, dans ce contexte, l'intérêt ou non du kit iZ-Night dans un virage.

Des modèles d'éclairage ont été faits par le bureau d'études en charge de la conception du phare d'iZ-Night (figure 4) sur une route en ligne droite, de nuit, à l'arrêt, et sans éclairage public.



Figure 4

Rappel : l'éclairage se mesure en Lux (lx) et représente la quantité de lumière reçue (Lumen) sur un plan utile de 1m<sup>2</sup> (figure 5).

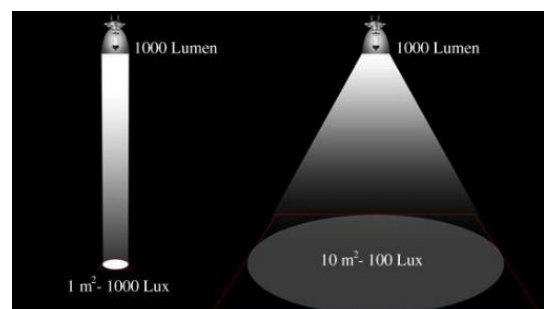


Figure 5

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Afin de mesurer l'utilité du phare iZ-Night dans le cas d'un danger latéral, le concepteur a réalisé 3 scénarii, sur une route droite, sans autre source lumineuse, avec comme seul paramètre changeant la source lumineuse de la moto :

- scénario 1 : le phare principal uniquement ;
- scénario 2 : le phare latéral droit iZ-Night uniquement ;
- scénario 3 : les deux phares (principal et latéral droit).

Les modèles isolux (figure 6) indiquent la répartition du niveau d'éclairage sur une surface visible. Les courbes (lignes isolux) relient les points ayant le même niveau d'éclairage.

La simulation donne les courbes isolux suivantes :

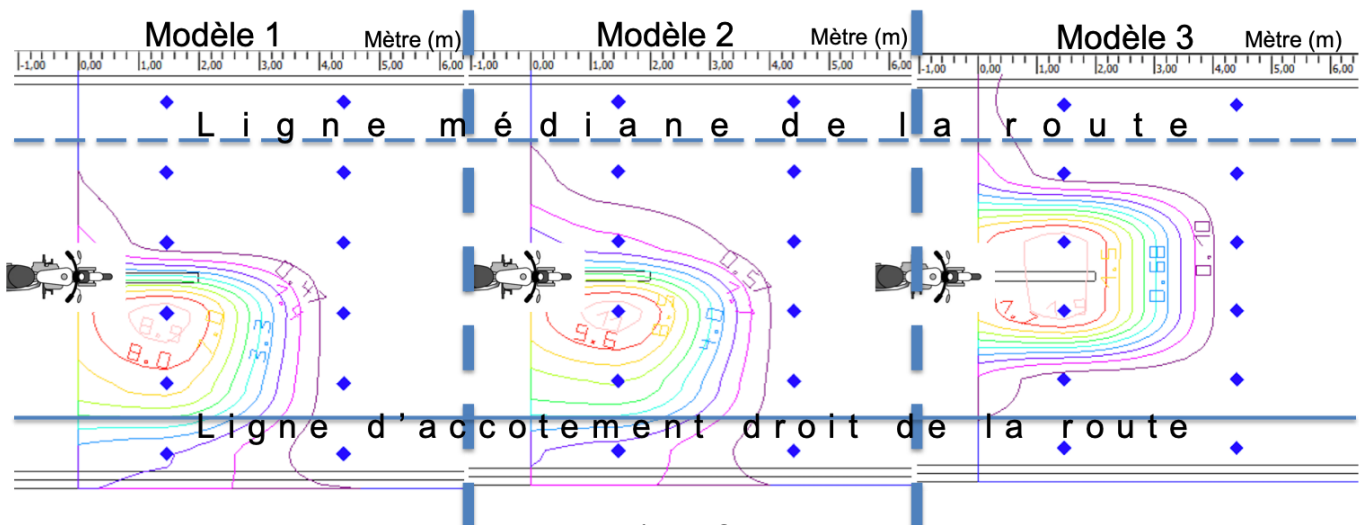


Figure 6

Question I.4 **Indiquer** pour chaque modèle le scénario étudié.

Question I.5 **Conclure** sur l'utilité du kit iZ-Night au regard des modèles d'éclairage.



## COMMANDE DU FONCTIONNEMENT DU PRODUIT ÉTUDIÉ

La mesure de l'angle d'orientation en roulis de la moto est basée sur un kit MPU6050. Dans ce kit deux capteurs sont utilisables, pour la mesure de l'angle : capteur gyroscopique et accéléromètre. Dans ses premiers tests, le bureau d'études constate un problème de stabilité de traitement de l'information pour piloter de manière optimale la matrice de LEDs.

**Problématique : Pourquoi le concepteur a fait le choix d'un algorithme de commande combinant à la fois valeurs d'angle (°) déduites du capteur gyroscopique ( $^{\circ} \cdot s^{-1}$ ) et de l'accéléromètre ( $m \cdot s^{-2}$ ) ?**

Schéma de description fonctionnelle de la mesure d'inclinaison en roulis de la moto :

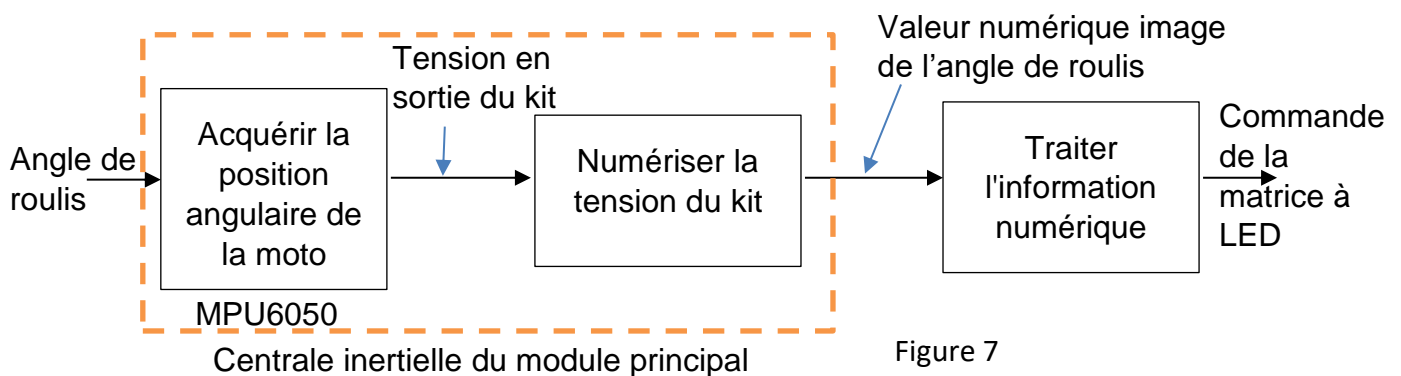


Figure 7

La courbe suivante donne un extrait de relevé, au niveau de la carte de contrôle du traitement de l'information, de la valeur numérique de l'image de l'angle : position angulaire sur l'axe de roulis de la moto en fonction du temps. Cet extrait est considéré comme représentatif des conditions normales de roulage (ligne droite, virage droite et/ou gauche avec un roulis extrême) et a été réalisé sur circuit.

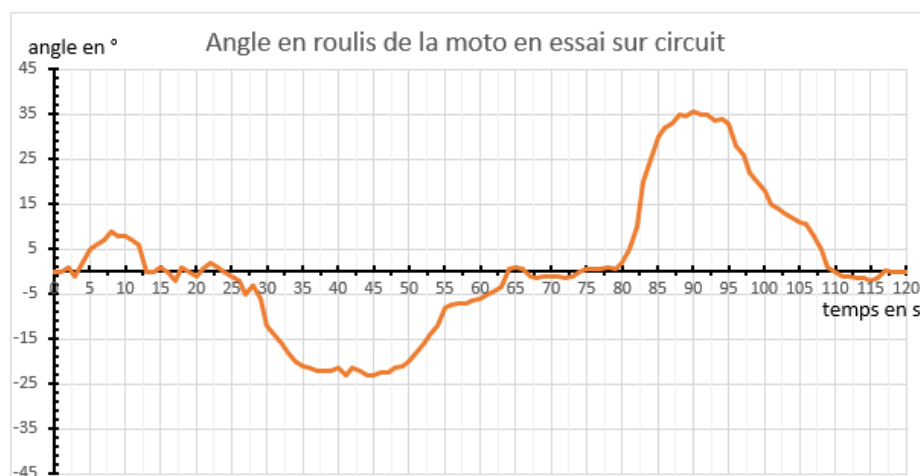


Figure 8



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /



1.1

Rappel : le repère d'orientation est celui donné par la figure de la partie présentation intitulée « Figure de référence pour l'orientation des axes, valable dans tout le sujet. »

Question II.1 En fonction du repère, **indiquer** la nature du ou des virages et les angles de roulis extremum de la figure 8 et **comparer** par rapport au cahier des charges (angle roulis  $\pm 45^\circ$ ) sur la mesure de l'inclinaison en roulis de la moto.

Le kit MPU6050 mesure un angle sur  $360^\circ$ , la tension, image de cet angle, en sortie du capteur évolue entre 0 et 5V. Cette tension est ensuite numérisée en un mot numérique codé sur un octet. La résolution souhaitée doit être inférieure à  $2.5^\circ$ .

Question II.2 **Donner** la résolution de mesure induite par la numérisation. Au regard de ces deux questions, **conclure** sur la capacité du système à bien suivre les mouvements de la moto.

### Mesures angulaires avec le capteur gyroscopique seul.

Le concepteur souhaite améliorer la précision des valeurs numériques, en lisant et traitant directement les données brutes du capteur gyroscopique uniquement. Voici un relevé de mesures brutes du gyroscope, avant traitement, en position verticale et fixe.

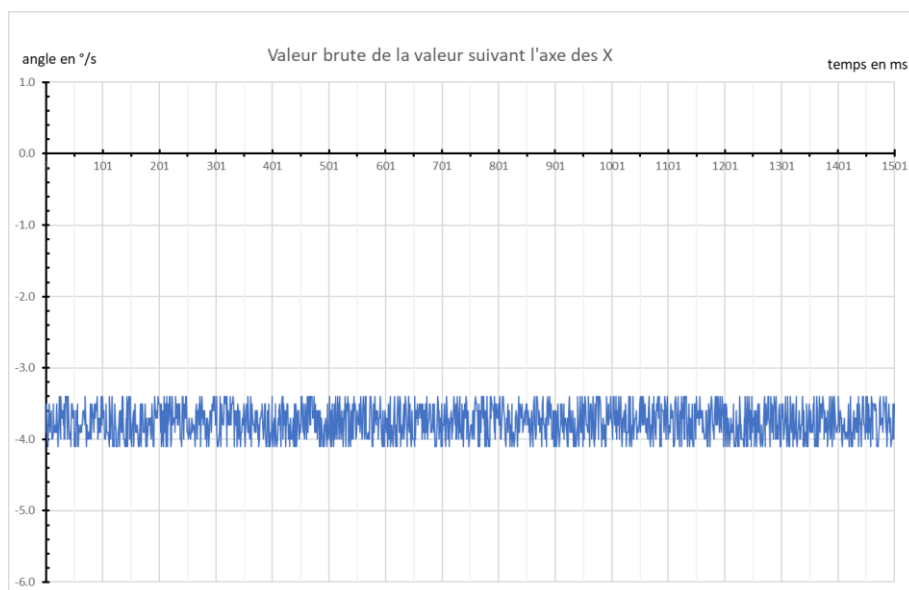


Figure 9



Question II.3 **Analyser** ces valeurs brutes figure 9, sachant que l'on est en position verticale et fixe de la moto. **Proposer** un protocole de correction pour pallier ce problème.

En phase d'initialisation (démarrage de la moto) le concepteur souhaite réaliser automatiquement un calibrage de l'offset en rotation du gyroscope suivant l'axe  $\vec{X}$  de roulis, en prenant un lot de 2000 mesures et en calculant la valeur moyenne afin d'appliquer l'offset moyen pour calibrer l'axe de roulis.

Question II.4 **Compléter** l'algorithme sur le document réponse DR3.

DR3

Après avoir calibré le gyroscope et laissé le système au repos on constate que la courbe des valeurs mesurées s'éloigne de plus en plus de leur valeur réelle. Le phénomène physique, de dérive en fonction du temps propre au gyroscope, ne permet pas d'avoir un traitement et une valeur de l'angle fiable dans le temps.

### Mesures angulaires avec l'accéléromètre seul.

Un accéléromètre mesure des accélérations, l'inclinaison de l'accéléromètre est déduite en mesurant l'angle entre deux vecteurs accélérations suivant  $\vec{Y}$  et  $\vec{Z}$ .

- angle de roulis mesuré, à l'arrêt en penchant la moto de droite à gauche ;

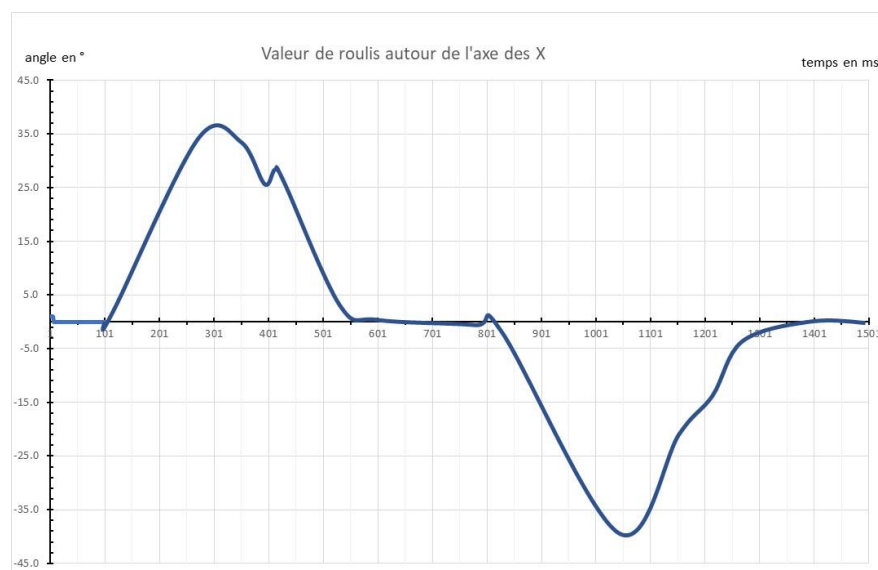


Figure 10

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

 Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

- angle de roulis mesuré, moteur en marche en penchant la moto de droite à gauche.

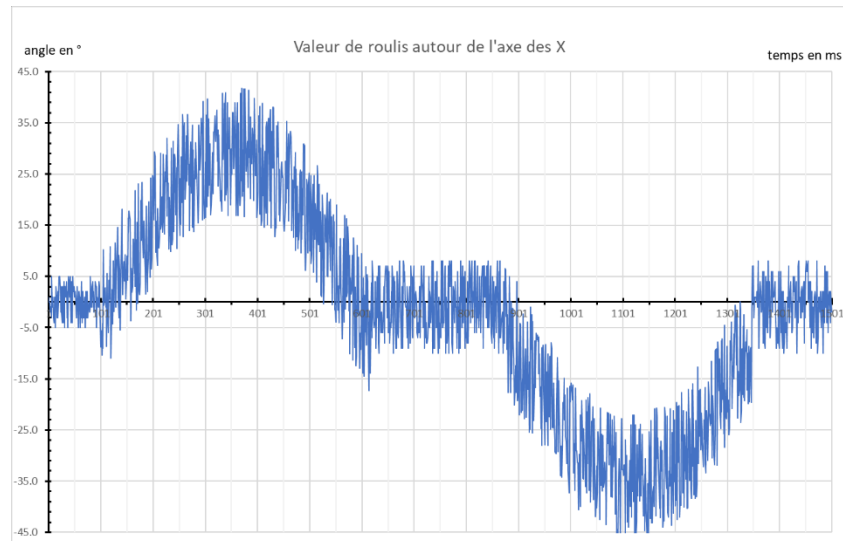


Figure 11

Question II.5 **Commenter** la figure 11 et **conclure** quant à l'utilisation de l'accéléromètre seul pour mesurer l'inclinaison de la moto.

### Compenser la dérive du gyroscope et l'instabilité de l'accéléromètre.

Afin de compenser la dérive du gyroscope, il a été décidé de prendre en compte les deux capteurs et d'appliquer un algorithme qui prend 80% de la mesure gyroscope et 20% de la mesure de l'accéléromètre.

Variables utilisées :

- « *angle\_roulis\_gyro* » donne l'angle de roulis autour de l'axe  $\vec{X}$ , mesuré par le gyroscope ;
- « *angle\_roulis\_acc* » donne l'angle de roulis autour de l'axe  $\vec{X}$ , mesuré par l'accéléromètre ;
- « *angle\_roulis* » donne l'angle de roulis autour de l'axe  $\vec{X}$ , calculé par compensation.

Question II.6 **Compléter** l'algorithme du document réponse DR4. **Conclure** en donnant les avantages et inconvénients des deux instruments séparés et l'avantage du couplage des mesures.

DR4



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

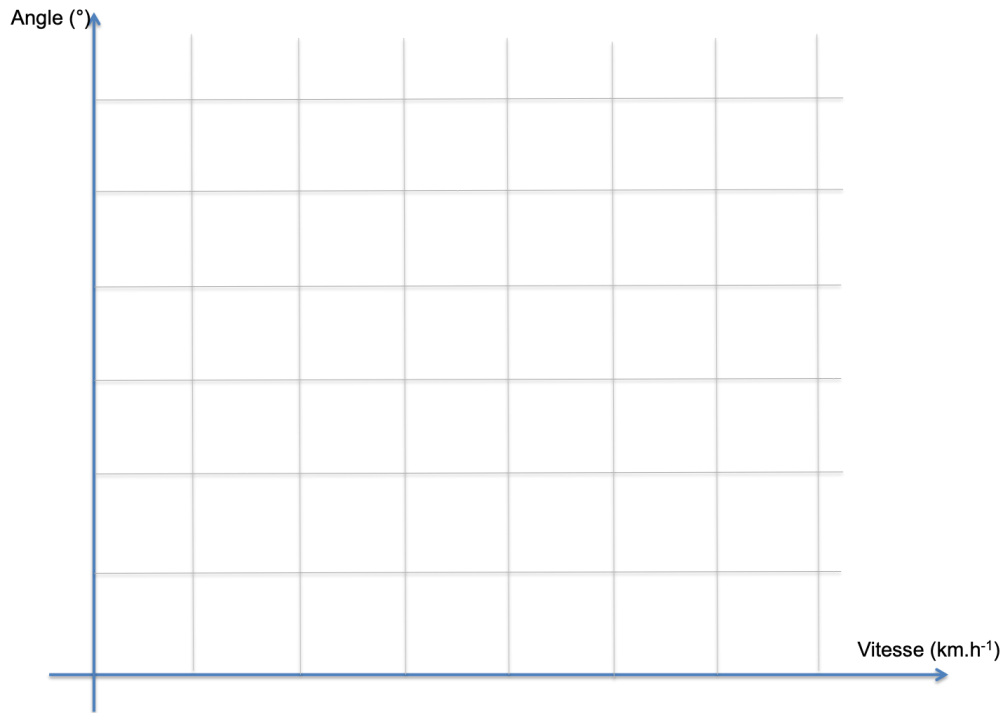
Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

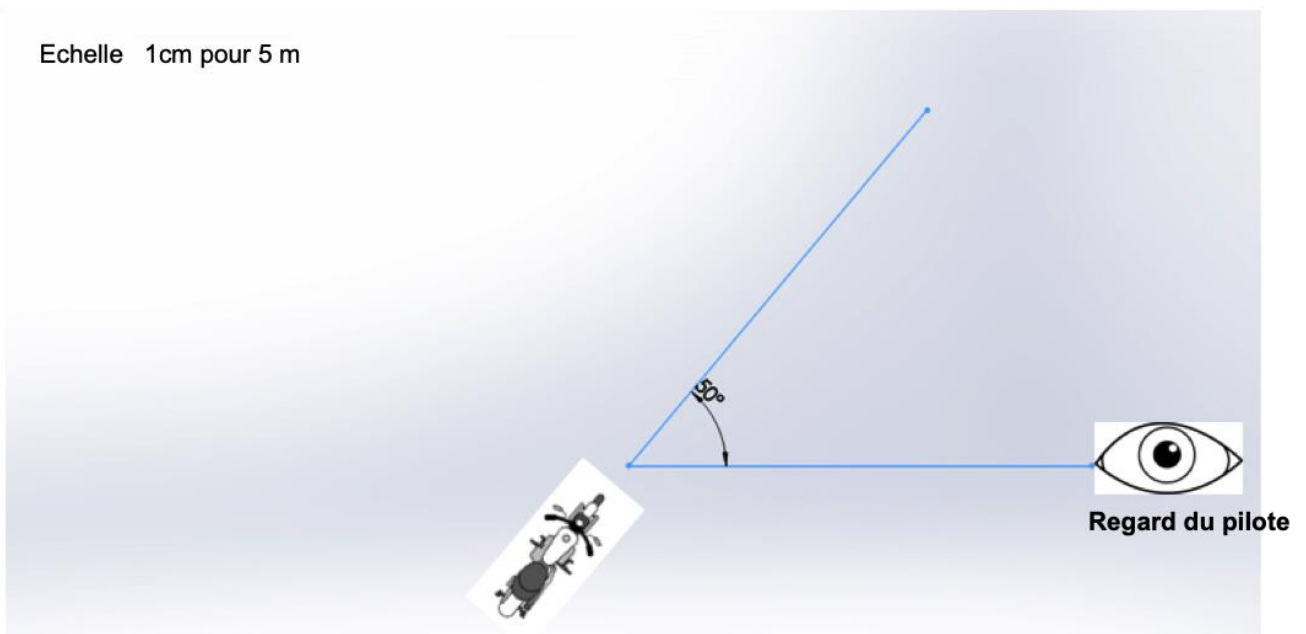
## DOCUMENTS RÉPONSES

DR1 :



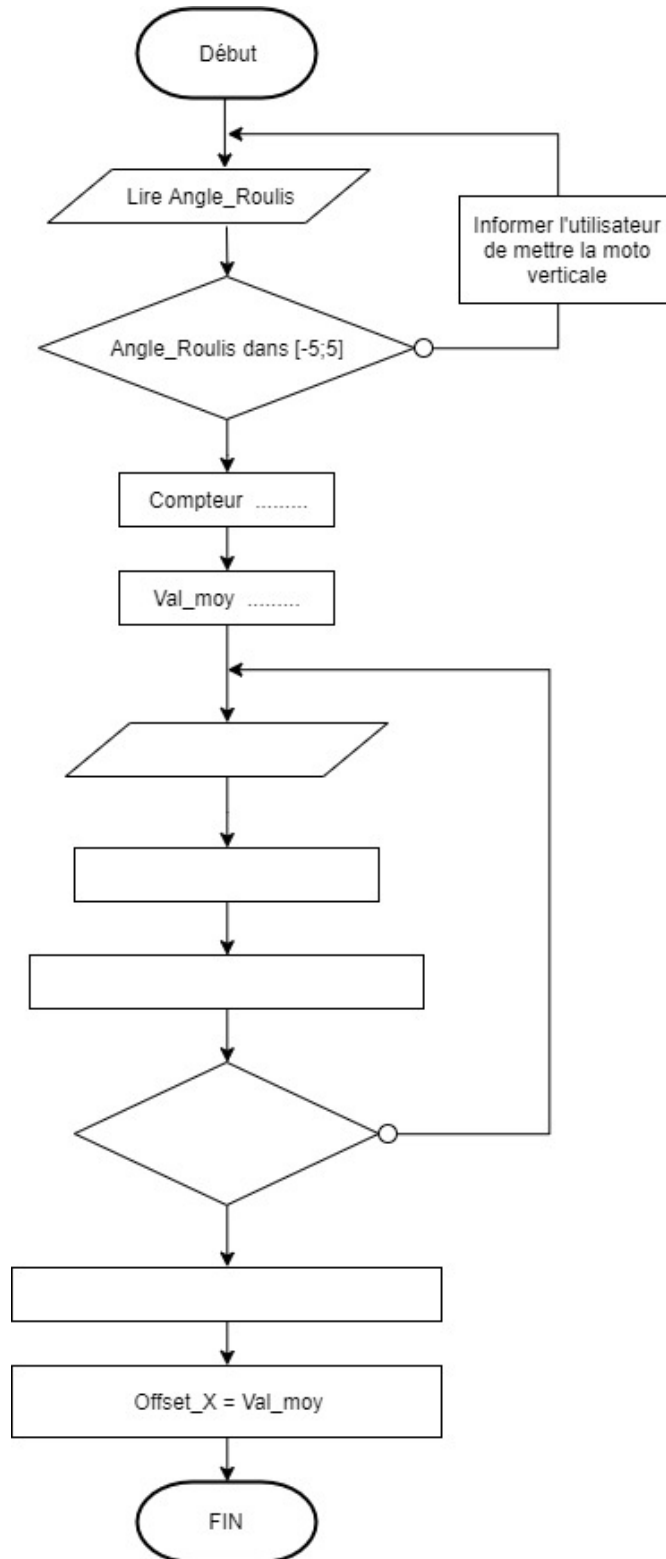
DR2 :

Echelle 1cm pour 5 m



DR3 :





DR4 :

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

