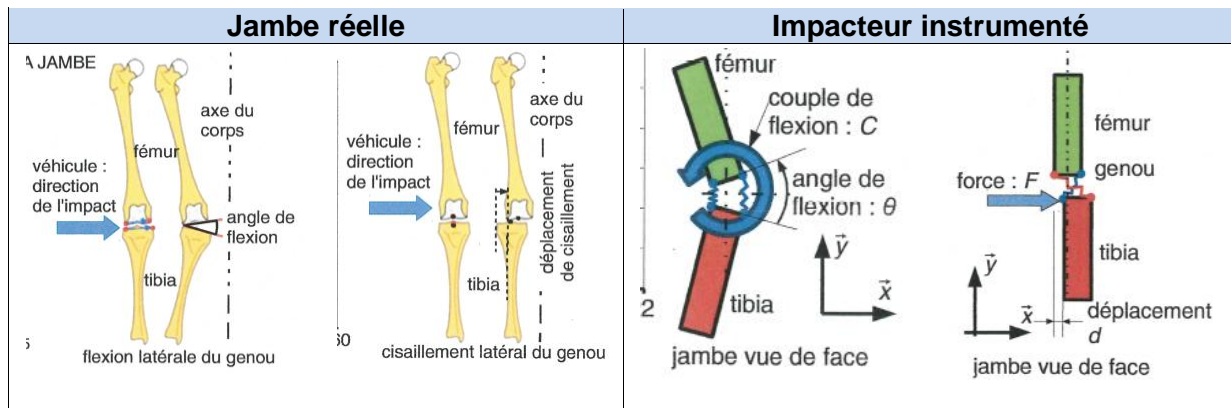
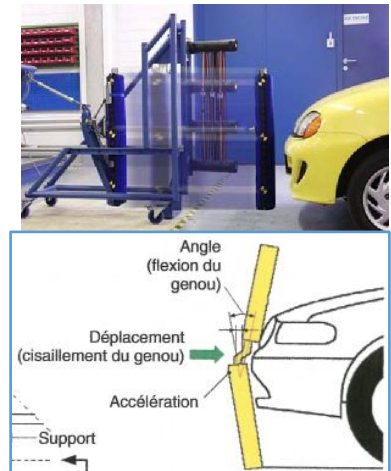


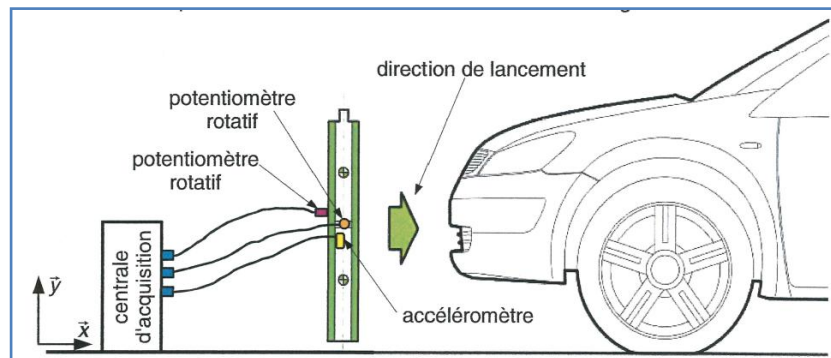
Une directive européenne oblige les fabricants de voitures à assurer la protection des piétons en adaptant les pare-chocs des véhicules.

Pour vérifier l'efficacité de ces dispositifs, elle impose des tests de choc utilisant un impacteur mécanique représentant la jambe d'un piéton. L'impacteur est projeté sur le pare-choc pour évaluer les dommages au niveau du genou.

Les mesures enregistrées permettent de vérifier si les caractéristiques d'absorption d'énergie de la voiture valident les critères de protection.



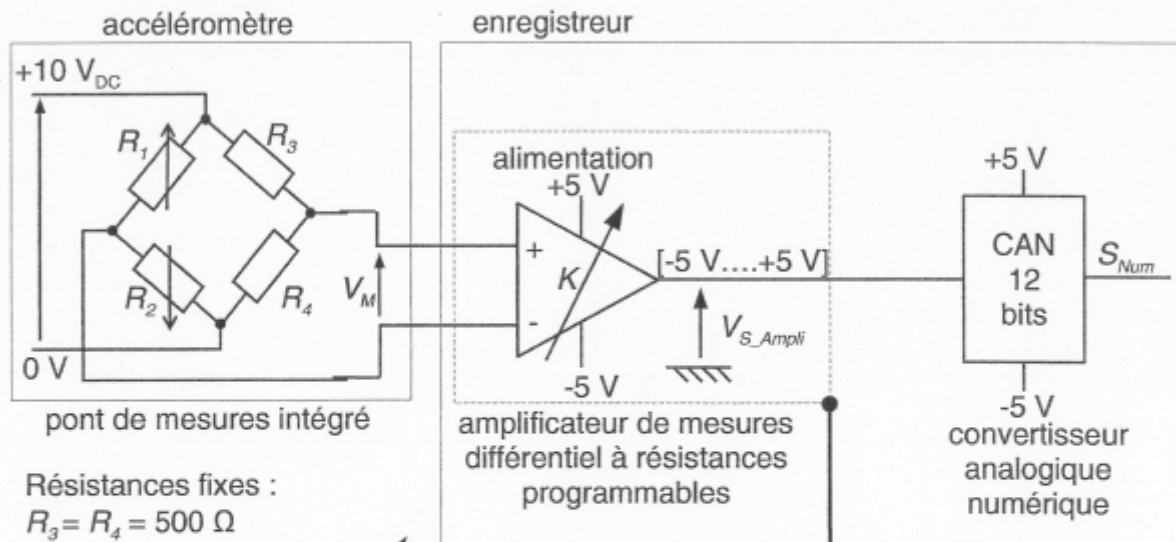
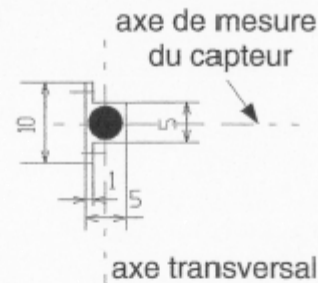
L'accéléromètre utilisé pour évaluer le risque de fracture du tibia est un capteur piézorésistif 7264C-500 fonctionnant avec des jauges de déformation. Le signal de sortie de l'accéléromètre  $V_M$  est transmis sur une entrée amplifiée de l'enregistreur à gain réglable. Cela permet



de l'adapter à la plage d'entrée du convertisseur analogique numérique, comprise entre -5 V et +5 V, et d'augmenter la précision du signal numérisé. L'objectif est donc de déterminer la valeur du gain à régler avant de réaliser les mesures.

Plages de mesure des critères de blessure		
angle de flexion en degrés	capteur potentiomètre rotatif	plage : $-50^\circ$ à $+50^\circ$
déplacement de cisaillement en mm	capteur potentiomètre rotatif	plage : -10 mm à +10 mm
accélération du tibia en g	capteur accéléromètre	plage : -500 g à +500 g avec $g=9.81m/s^2$

### Caractéristiques de l'accéléromètre 7264C-500 avec pont de mesure intégré



Résistances fixes :  
 $R_3 = R_4 = 500 \Omega$   
 Résistances variables :   
 $R_1$  : jauge de déformation en traction  
 $R_2$  : jauge de déformation en compression  
 $R = R_0 \pm \Delta R$

Fonction de transfert : $V_{S\_ampli} = K \cdot V_M$	
$K$ : gain programmable de 1 à 10 000	
résolution du gain :	
0,1	de 1 à 9,9
1,0	de 10 à 10 000

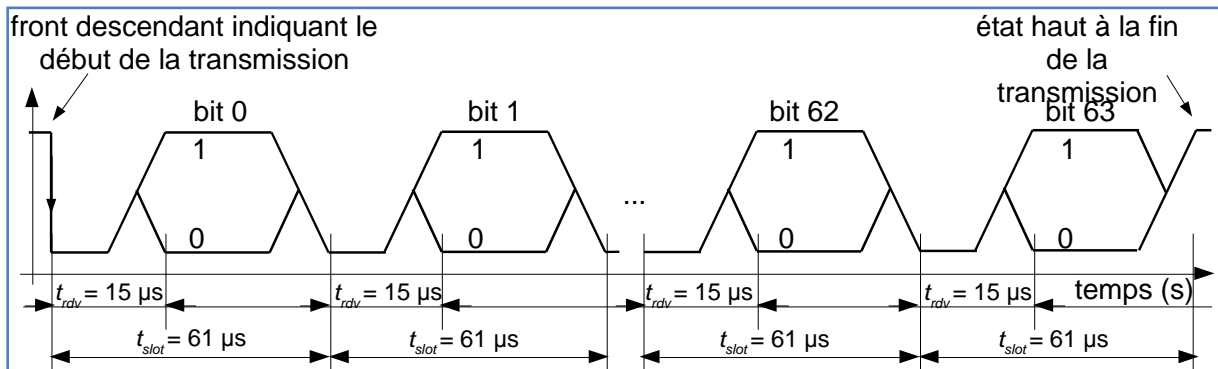
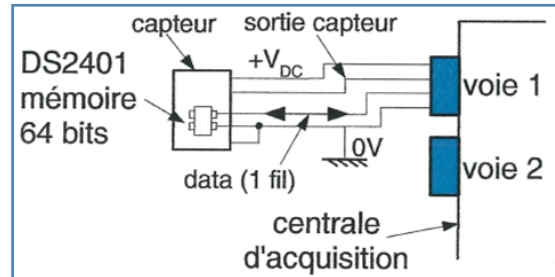
Données techniques de l'accéléromètre	
alimentation	10 Vdc
plage	$\pm 500 g$
sensibilité axiale	$0,8 mV \cdot g^{-1}$
fréquence de résonance	17 kHz
sensibilité transversale max (perpendiculaire à l'axe axial)	3 % de la sensibilité axiale
décalage maximal à zéro g	$\pm 25 mV$ (nécessite une correction d'offset)

**Q1.** D'après les caractéristiques de l'accéléromètre, **calculer** les tensions maximale et minimale de  $V_M$  en sortie du pont pour la plage de mesures définie de l'accéléromètre.

**Q2.** **En déduire** la valeur du gain  $K$  programmable de l'amplificateur d'entrée de l'enregistreur pour calibrer la plage de mesures de l'accéléromètre entre  $-5\text{ V}$  à  $+5\text{ V}$ .

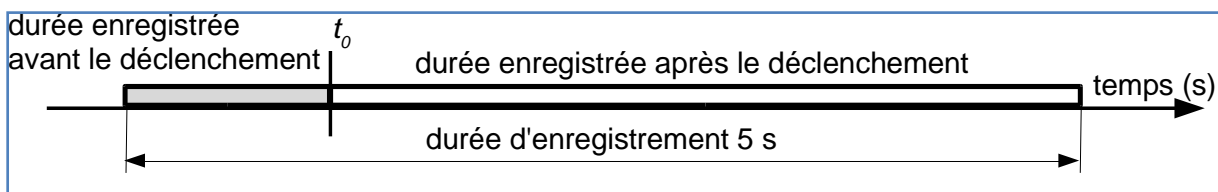
Chaque capteur de l'impacteur est équipé d'une puce d'identification numérique (DS2401)

Le fabricant du circuit DS2401 précise le protocole de communication permettant de lire les 64 bits stockés dans la mémoire du circuit. Ce processus permet la lecture bit par bit de la mémoire en se synchronisant sur le premier front descendant. Le signal « data » évolue temporellement en fonction de la valeur des bits stockés dans le circuit.



**Q3.** Pour établir la communication avec les puces DS2401, **indiquer** la fréquence de transmission des bits à renseigner dans la centrale d'acquisition. La centrale d'acquisition règle alors l'instant de lecture au milieu du bit transmis par la puce DS2401, **expliquer** pourquoi ce choix convient.

Avant de procéder aux mesures, il est nécessaire de régler la taille mémoire allouée à chaque voie d'enregistrement de la centrale d'acquisition. La mémoire de données utilise 2 octets pour stocker la valeur d'une mesure numérisée prélevée périodiquement avec une période de  $T_{ech} = 0,1\text{ ms}$ . On fixe la durée d'enregistrement des mesures à  $5\text{ s}$  afin d'être certain de pouvoir récupérer les données lors du déclenchement de l'essai à l'instant  $t_0$ . Par simplification, considérer que :  $1\text{ kilo octet (ko)} = 10^3\text{ octets}$ .



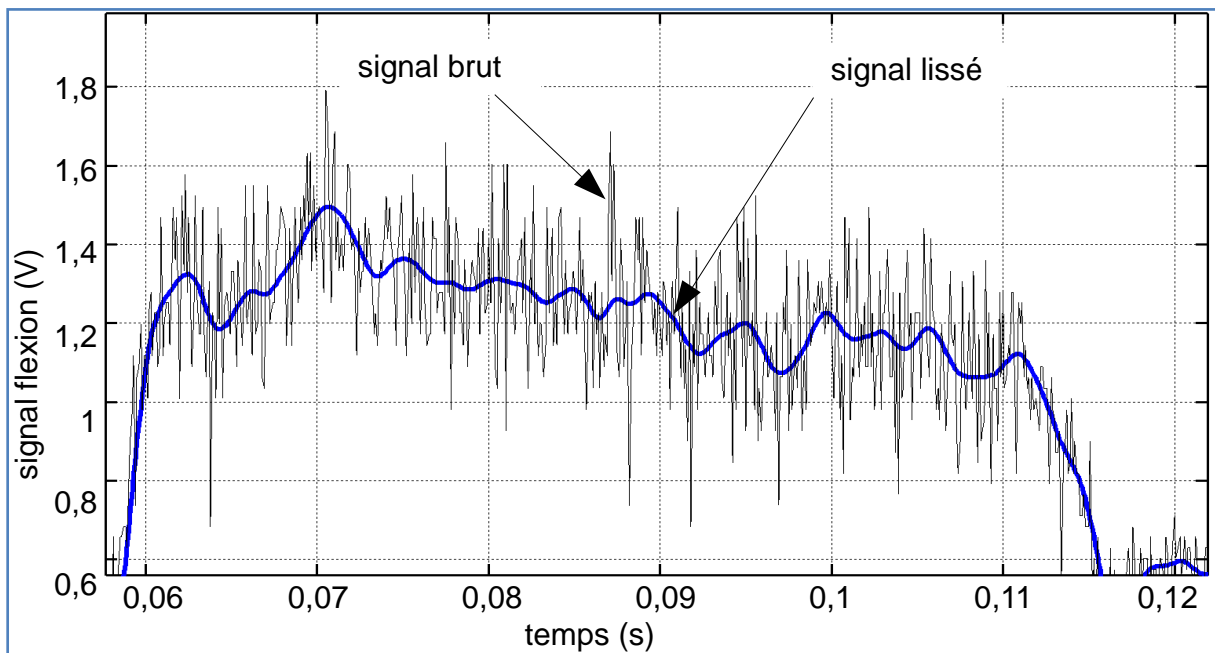
**Q4.** Déterminer la taille mémoire en kilo octets réglable au dixième à attribuer à chaque voie pour enregistrer les mesures de l'impacteur de jambe lors d'un essai de choc.

### Mise en forme du signal

L'exploitation des mesures d'un essai de choc est effectuée par lecture des valeurs maximales, afin de les comparer aux seuils des critères de blessure. Cependant, les sollicitations subies par l'impacteur de jambe pendant l'essai de choc engendrent des vibrations au niveau des capteurs, ce qui perturbe les mesures enregistrées.

Pour rendre ces mesures exploitables, l'objectif est de développer un filtre numérique programmable pour lisser les mesures.

La figure ci-dessous présente une portion du signal brut de mesure de l'angle de flexion et un exemple du même signal lissé.



**Q5.** En comparant le signal brut et le signal lissé, **indiquer** et **justifier** le type de filtre à utiliser, parmi les deux proposés ci-contre:

