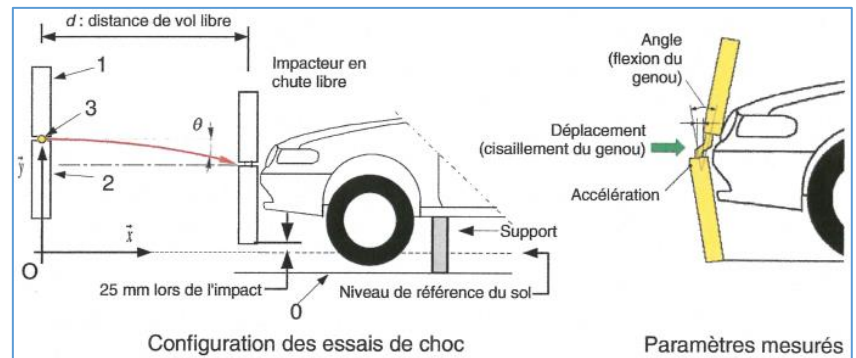


## 1. Mise en situation :

Pour améliorer les dispositifs de sécurité et évaluer la diminution des risques de blessure, les constructeurs automobiles utilisent des essais de chocs (terme traduit de l'anglais crash test). Il s'agit de reproduire en laboratoire l'impact d'un véhicule automobile avec un corps humain. Le conducteur et les passagers sont représentés par des mannequins spécialement étudiés, appelés dispositifs anthropomorphes d'essai, ou mannequins de choc.

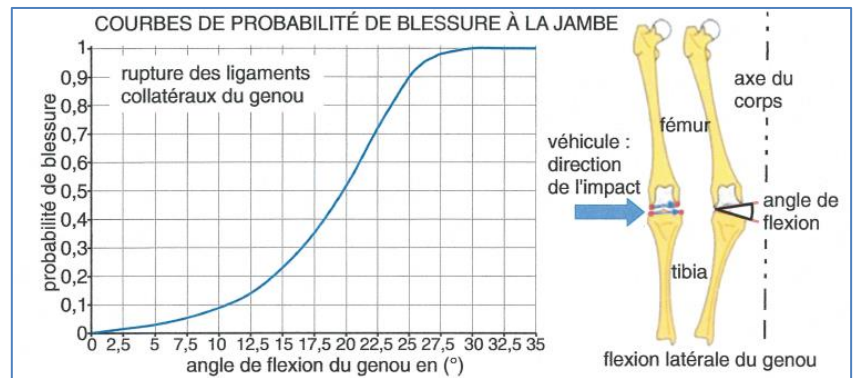
Une directive européenne (2003/102/EC) oblige les fabricants de voitures à assurer la protection des piétons en adaptant les éléments de sécurité. Pour vérifier l'efficacité de ces dispositifs, elle impose des tests de choc utilisant un impacteur mécanique représentant la jambe d'un piéton. Cet impacteur est projeté sur le pare-chocs du véhicule pour évaluer les dommages corporels au niveau du genou et du tibia lors d'une collision latérale. Les conditions de l'essai doivent être représentatives des situations réelles.

La figure ci-dessous représente schématiquement le protocole utilisé lors de ces essais. Pour des raisons pratiques, il est plus aisé de projeter la jambe sur un véhicule fixe. Cette situation inverse conserve les vitesses relatives du véhicule par rapport à la jambe. Les mesures enregistrées permettent de vérifier si les caractéristiques d'absorption d'énergie de la voiture valident les critères de protection.



Les courbes ci-contre évaluent la probabilité de blessure en fonction de trois critères :

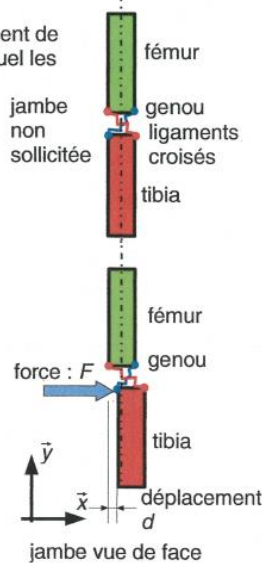
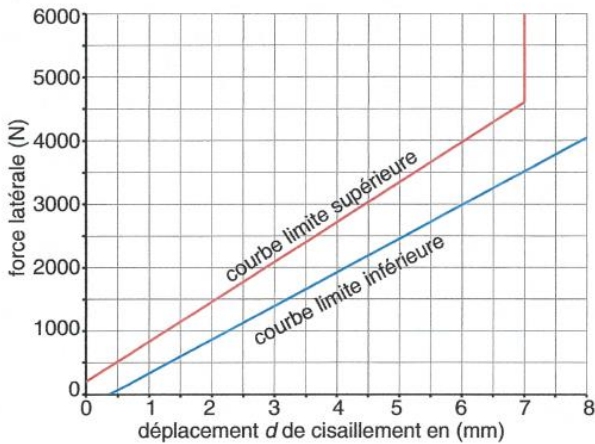
- angle de rotation latérale du genou appelé **angle de flexion** ;
- déplacement latéral du genou appelé **déplacement de cisaillement** ;
- **accélération du tibia.**



COURBES DE COMPORTEMENT DU GENOU EN CISAILEMENT ET EN FLEXION

**Phénomène de cisaillement du genou**

L'application d'une force latérale sur le genou va créer un mouvement de translation du tibia par rapport au fémur, appelé **cisaillement**, auquel les ligaments croisés vont opposer une résistance.



Pour définir la structure de l'impacteur avec la meilleure biofidélité possible, on s'appuiera sur les courbes de comportement du genou humain pour un choc latéral.

Pour répondre à cette situation l'impacteur sera constitué de deux poutres, le fémur repéré 1 et le tibia repéré 2, reliées par une pièce intermédiaire correspondant au genou repéré 3 (voir figure 1).

Ces ensembles sont reliés par deux liaisons :

– ne liaison glissière repérée  $L_{13}$  entre le fémur 1 et le genou 3 ;

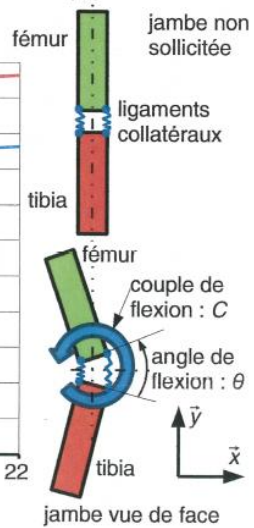
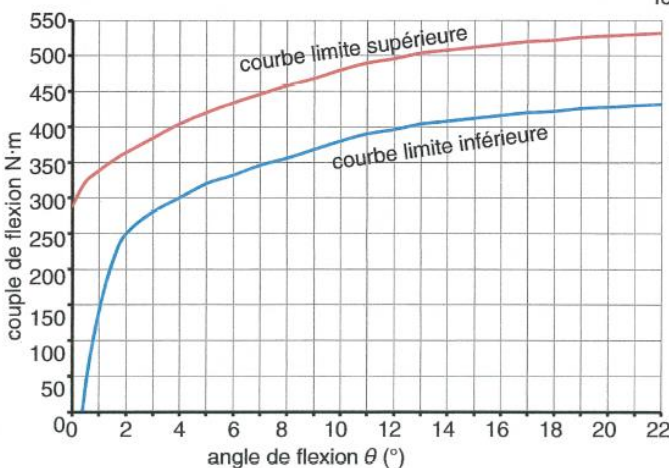
– ne liaison pivot repérée  $L_{23}$ , entre le genou 3 et le tibia 2.

L'ensemble est recouvert d'une mousse pour reproduire le comportement de la chair et de la peau.

L'instrumentation de l'impacteur permet de mesurer les déplacements dans ces deux liaisons (l'angle de flexion et le déplacement de cisaillement).

**Phénomène de flexion du genou**

L'application d'un couple au niveau du genou va créer une rotation du fémur par rapport au tibia, appelée **flexion**, à laquelle les ligaments externe et interne vont opposer une résistance.



**Q1 : Réaliser** le schéma cinématique de l'impacteur, dont la trame est représentée dans le cadre de la figure 3, en y reportant les symboles des liaisons  $L_{13}$  et  $L_{23}$  et l'ensemble genou 3.

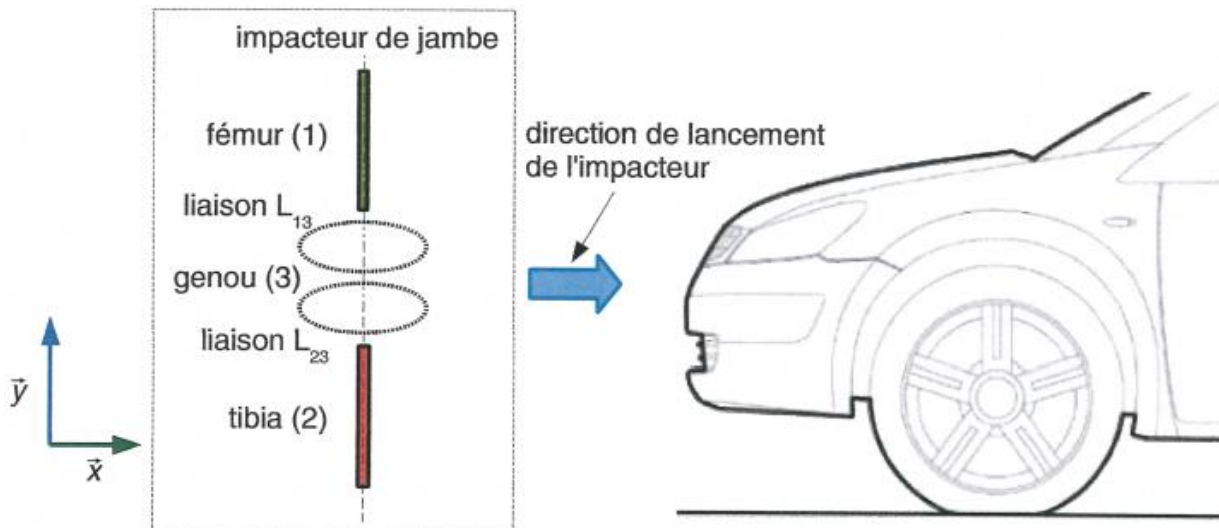


Figure 3 : trame du schéma cinématique de l'impacteur, dans son contexte,