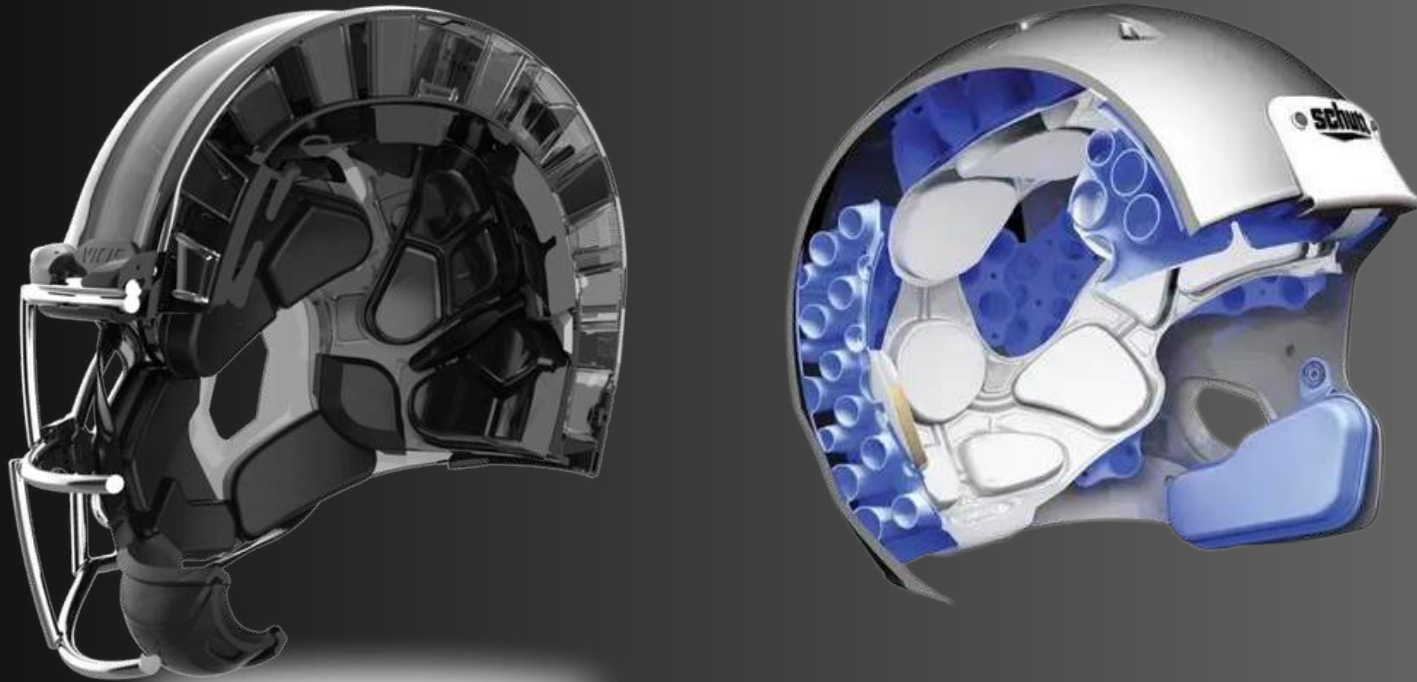


L'utilisation de motifs cycliques pour protéger le cerveau

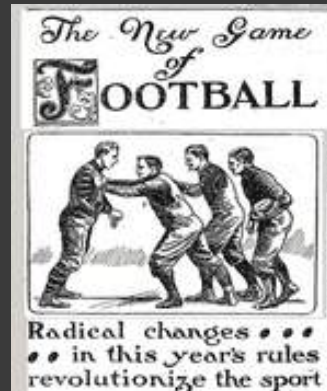


Hermilly Léandre
Code SCEI : 21169

Le Football américain, un sport violent



apparition du
football
américain en
1820



réforme des
règles en 1906
sécurisant les
joueurs

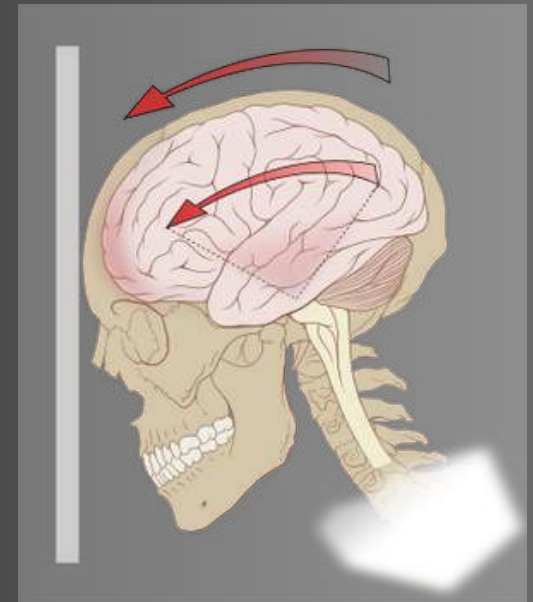


parmi les sports
engendrant le
plus de
commotions
cérébrales

les commotions cérébrales dans le football

La commotion:

- traumatisme crânien engendré par un choc
- cause de nombreux troubles notamment lors de commotions répétées
- 1,6 à 3 millions de sportifs aux USA



Dans le football :

- Chute
- Choc avec un autre joueur



Les casques



**Les premiers
casques
rigides**



**Les casques modernes utilisant des
motifs cycliques**

Problématique

Quelle est l'efficacité des motifs cycliques pour protéger le cerveau au football américain?

Plan du TIPE

I. Les protections

a. Design

b. Impression

II. Les éléments communs aux expériences

III. Test de la chute

a. Modélisation

b. Préparation

c. Expérience

IV. Test du contact

a. Modélisation

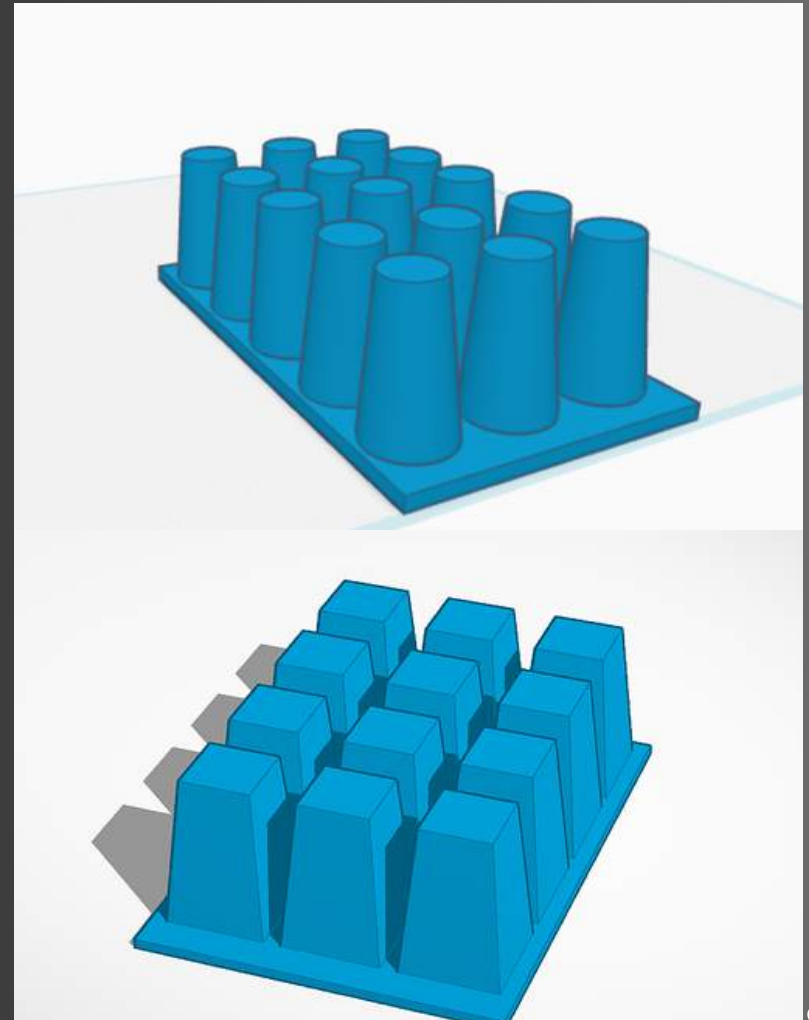
b. Préparation

c. Expérience

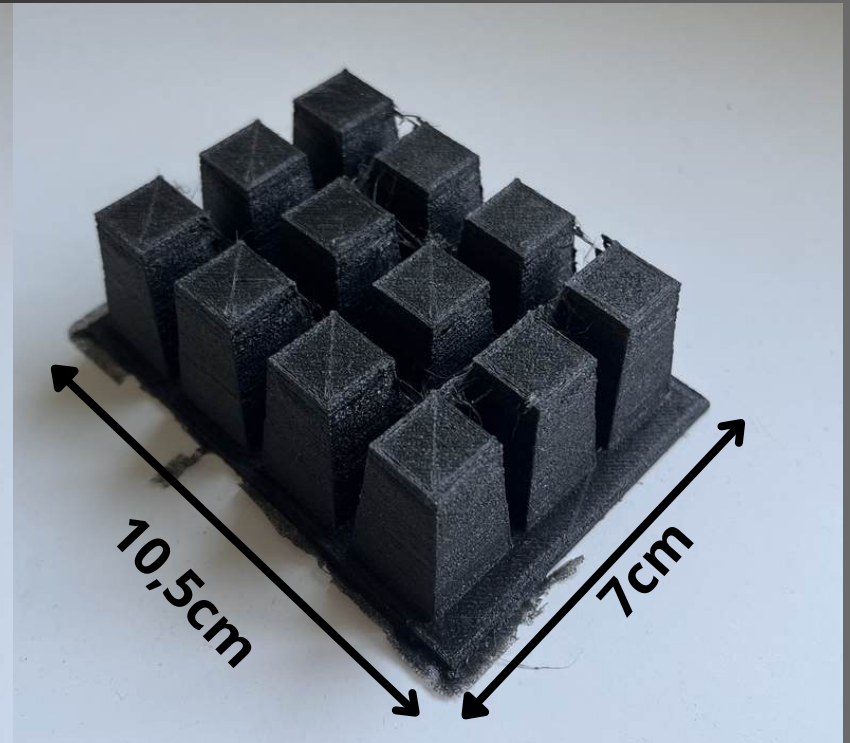
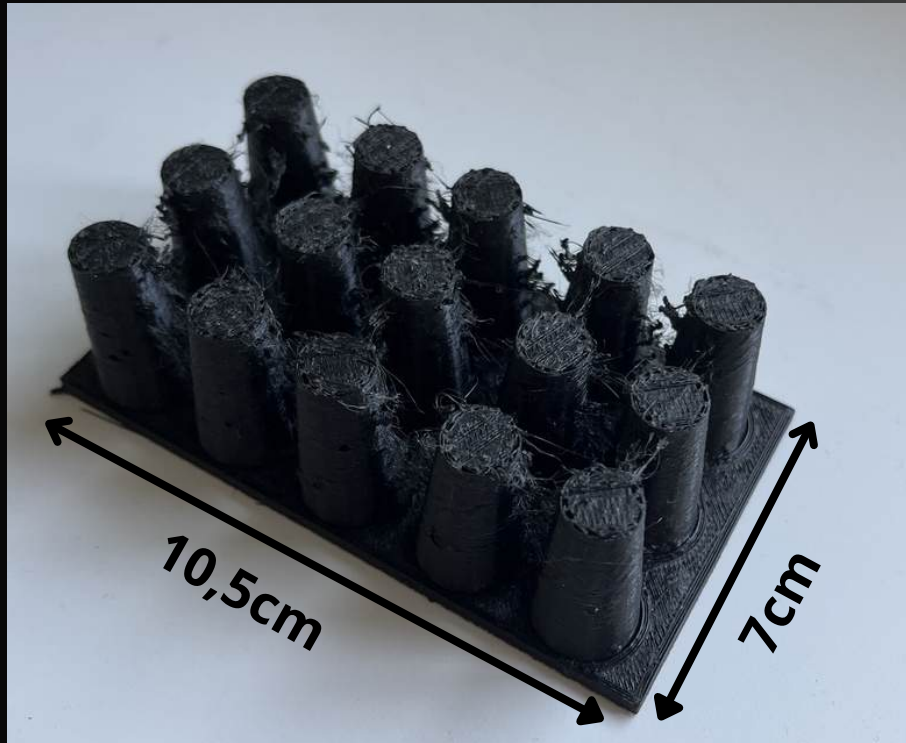
I.Impression 3D des protections

Design des protections

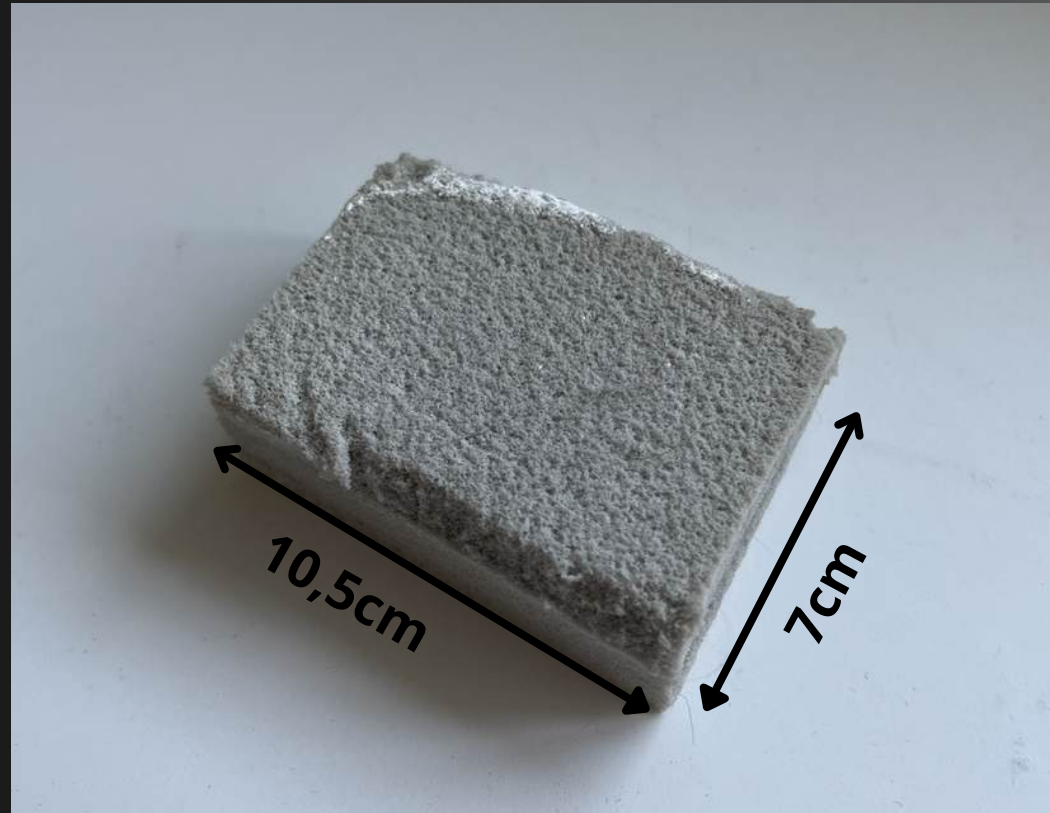
- Thinkercad
- Ultimaker cura



Protections-impression



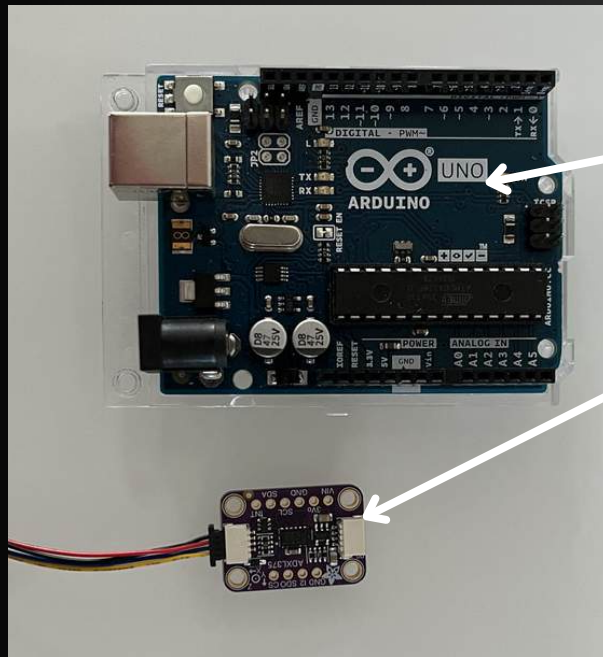
Protections



II. Les éléments communs aux deux expériences

Acquisition des valeurs

- **Accéléromètre Adxl Adafruit $\pm 200g$ placé dans une tête en plastique rigide**
- **Arduino**
- **Ordinateur muni de Coolterm**



Arduino

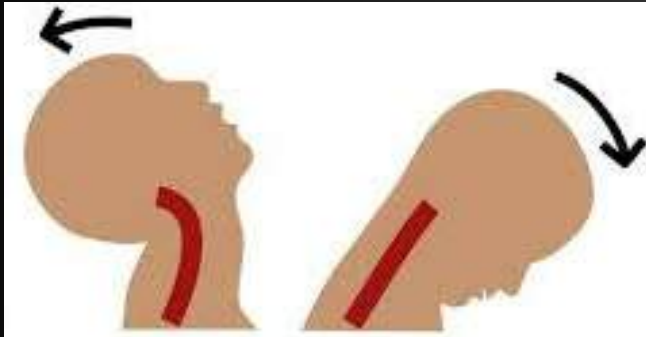
Accéléromètre

**Tête en plastique
(échelle humaine)**



Le cou lors des chocs

- Entre en compte dans l'absorption des chocs



- Doit être présent lors des expériences

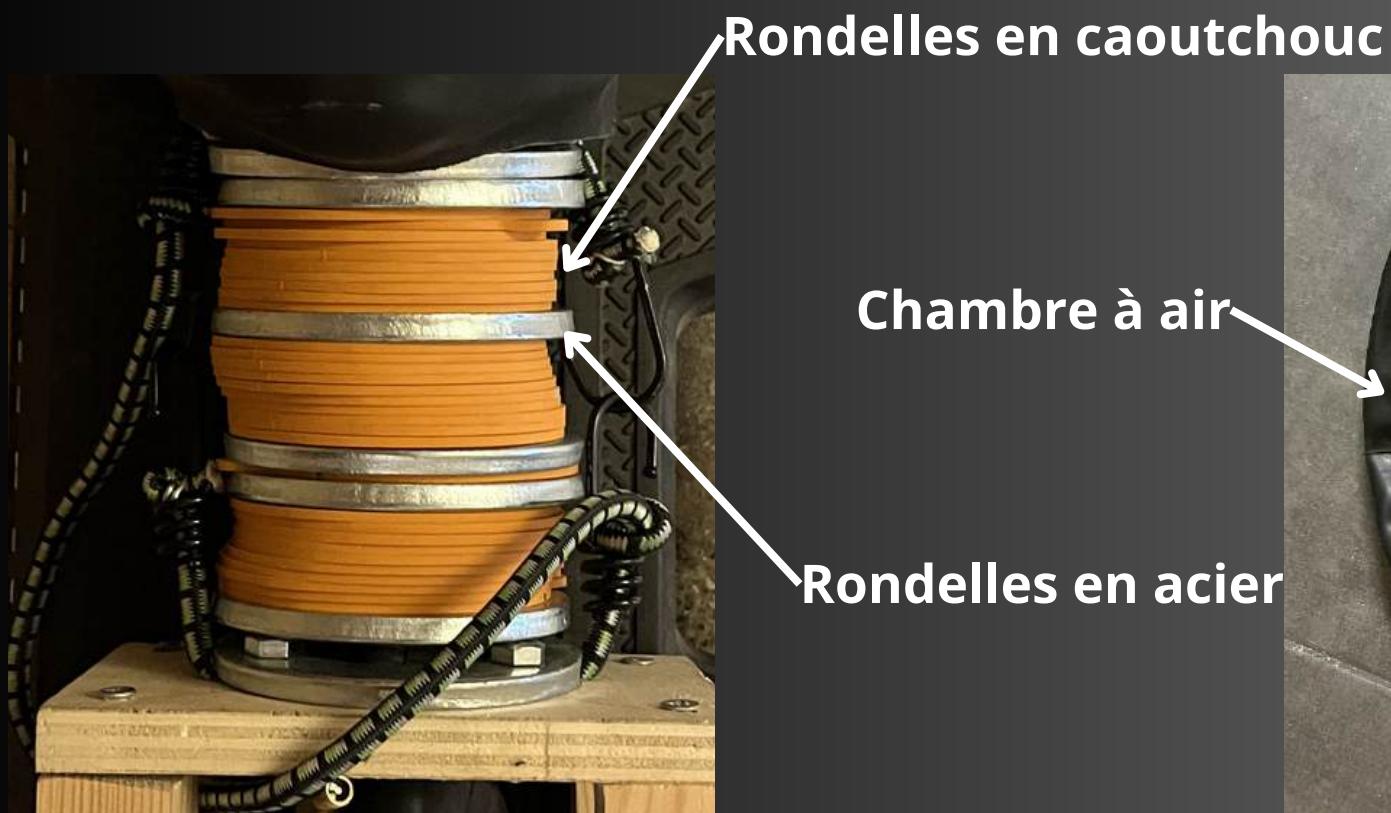
Fabrication d'un cou artificiel

Assemblage:

- Joints
- Anneaux métalliques
- Elastiques
- chambre à air

Calibrage avec un cou réel

Éléments communs



Calibrage du cou

- **Ajout de poids suspendus à un cou réel**
- **Ajustement du nombre de rondelles en caoutchouc et de la pression pour faire correspondre**

Éléments communs



Mesures obtenues

	Masse première flexion	Masse flexion totale
Cou réel	$1,5 \pm 0,3 \text{ kg}$	$3,0 \pm 0,2 \text{ kg}$
Cou artificiel	$1,5 \pm 0,1 \text{ kg}$	$3,0 \pm 0,1 \text{ kg}$

III.La Chute

La chute au football americain

- En plongeant
- En basculant vers l'arrière
- En perdant l'équilibre au cours d'un saut



- Chute libre guidée d'une tête et d'un cou
- Différentes hauteurs : 50 / 75 / 100cm

- Chute d'une tête munie d'un accéléromètre sur laquelle est placée une des protections
- Suivi de l'accélération lors du choc avec le sol
- comparaison des accélérations entre les protections
- calcul de la probabilité de commotion

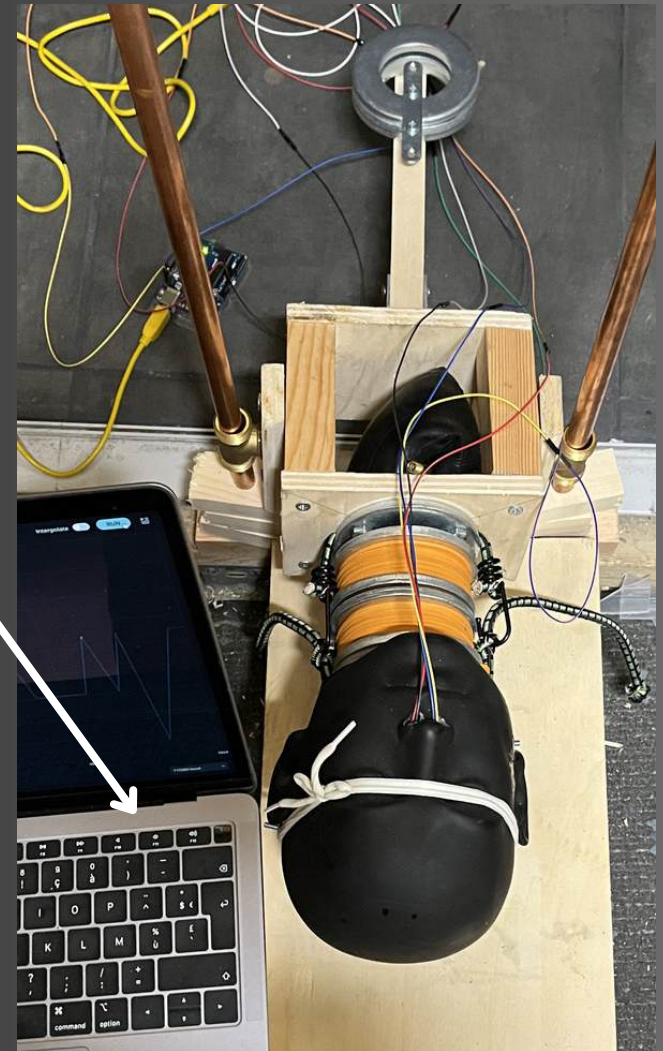


Rails directeurs de la chute

Ordinateur d'acquisition

**Protection
attachée à
la tête**

Chute-Préparation



L'expérience

















Résultats

Chute-Expérience

Hauteur Protection	50cm	75cm	1m
Mousse	$69 \pm 1 \text{ m.s}^{-2}$	$240 \pm 1 \text{ m.s}^{-2}$	$332 \pm 2 \text{ m.s}^{-2}$
Cône	$61 \pm 2 \text{ m.s}^{-2}$	$94 \pm 2 \text{ m.s}^{-2}$	$224 \pm 3 \text{ m.s}^{-2}$
Pavé droit	$50 \pm 3 \text{ m.s}^{-2}$	$73 \pm 3 \text{ m.s}^{-2}$	$199 \pm 3 \text{ m.s}^{-2}$

Risque de commotion

Chute-Expérience

Formule de Virginia Tech

$$R(a, \alpha) = \frac{1}{1 + e^{-(-10.2 + 0.0433*a + 0.000873*\alpha - 0.00000092*a\alpha)}}$$

Accélération (translation)

Accélération (rotation)

Risque de commotion

Chute-Expérience

$$R(a, \alpha) = \frac{1}{1 + e^{-(-10.2 + 0.0433*a + 0.000873*\alpha - 0.00000092*a\alpha)}}$$

Hauteur Protection	50cm	75cm	1m
Mousse	0,07 ± 0,02%	54 ± 1%	98 ± 1%
Cône	0,05 ± 0,02%	0,2 ± 0,1%	33 ± 3%
Pavé droit	0,03 ± 0,01%	0,09 ± 0,01%	17 ± 1%

IV.Le Contact

Le contact au football américain

- Contact de la tête avec un joueur arrivant à pleine vitesse



Modélisation

- Vitesse lors du contact : 20 km/h en moyenne (données GPS)
- Joueur donnant l'impact modélisé par un pendule pesant
- Trois vitesses d'impact : 10/20/30km.h⁻¹

- **Impact d'un pendule sur une tête munie d'un accéléromètre sur laquelle est placée une des protections**
- **Suivi de l'accélération lors du choc**
- **Comparaison des accélérations entre les protections**
- **Calcul de la probabilité de commotion**

Contact-Expérience



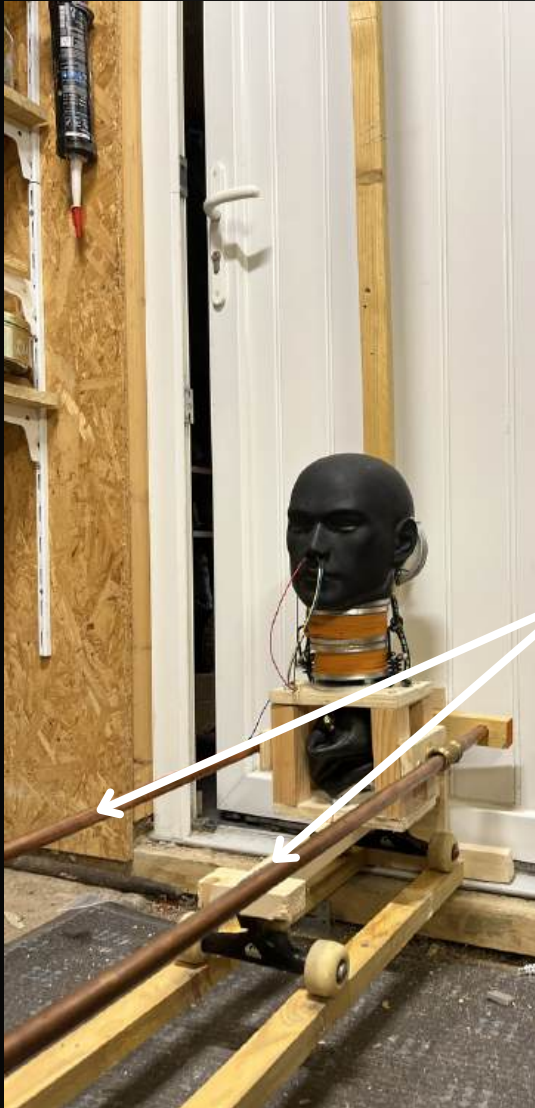
Pendule pesant

Plaque placée
sur la tête

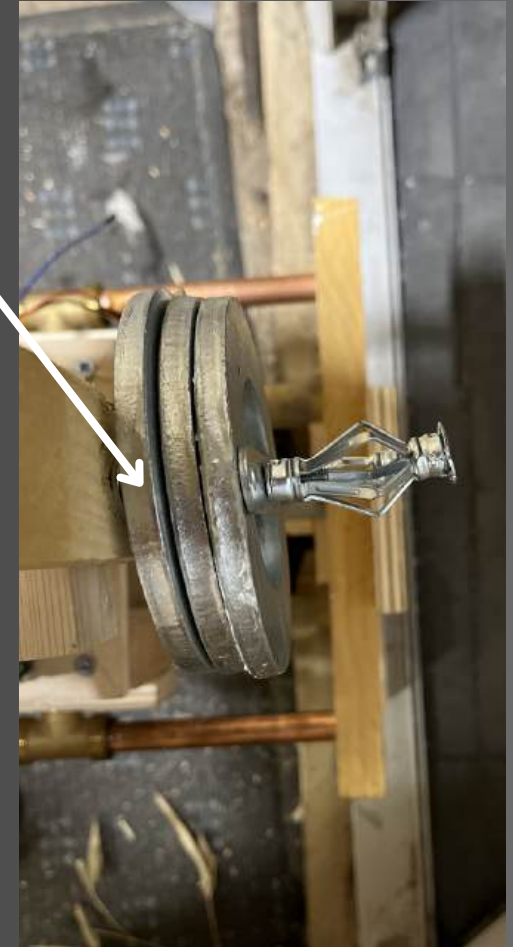
Tête+nuque



Contact-Expérience



Rails permettant la
translation horizontale



Masses

Point de fixation

Pendule pesant



L'expérience















Résultats

Contact-Expérience

Vitesse Protection	10km.h⁻¹	20km.h⁻¹	30km.h⁻¹
Mousse	61 ± 1 m.s⁻²	310 ± 2 m.s⁻²	608 ± 6m.s⁻²
Cône	53 ± 1 m.s⁻²	202 ± 3 m.s⁻²	473 ± 5 m.s⁻²
Pavé droit	45 ± 2 m.s⁻²	179 ± 3 m.s⁻²	436 ±5 m.s⁻²

Risque de commotion

Contact-Expérience

$$R(a, \alpha) = \frac{1}{1 + e^{-(-10.2 + 0.0433*a + 0.000873*\alpha - 0.00000092*a\alpha)}}$$

Vitesse Protection	10km.h⁻¹	20km.h⁻¹	30km.h⁻¹
Mousse	0,05 ± 0,02%	96,3 ± 0,3%	99,9 ± 0,1%
Cône	0,03 ± 0,01%	19 ± 2%	99,7 ± 0,2%
Pavé droit	0,02 ± 0,01%	8 ± 1%	99,2 ± 0,2%

Conclusion

- Mousse très peu performante
- Les protections imprimées en 3d permettent une meilleure protection (meilleure performance des pavés droits)
- Protections imprimées en 3d répondent à la contrainte de durabilité

ouverture

- Impact de la coque rigide utilisée
- Le rôle de la mentonnière
- Différence entre les sols lors de l'impact



Annexes

Imprimante 3D: Anycubic Kobra plus



Monte Carlo

Incertitudes MonteCarlo.py ×

```
1 import matplotlib.pyplot as plt
2 import numpy.random as rd
3 import numpy as np
4
5 def MonteCarlo(alphaM,alphaU,N):
6     generateur = rd.default_rng()
7     return generateur.normal(alphaM,alphaU,N)
8
9 a=MonteCarlo(436.15,5,100000)
10 b=MonteCarlo(18.9,1,100000)
11
12 f=1/(1+np.exp(-(-10.2+0.0433*a+0.000873*b-0.00000092*a*b)))
13 plt.hist(f,bins=100)
14 plt.show()
15
16 print(np.mean(f),np.std(f))
17
```

Fissure de la tête



Systeme utilisé par Virginia tech

