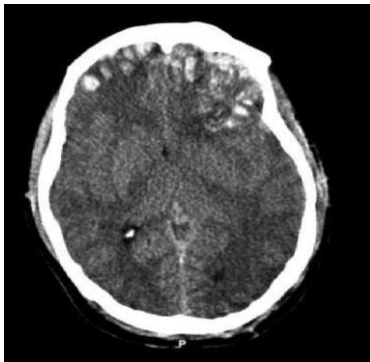


Enjeux sociétaux

Diagnostic d'une commotion cérébrale après
une chute à vélo



Problématique :

Comment peut-on quantifier un risque de commotion cérébrale après une chute à vélo ?

EST-IL POSSIBLE DE DIAGNOSTIQUER RAPIDEMENT UN RISQUE DE COMMOTION CÉRÉBRALE À LA SUITE D'UNE CHUTE ?

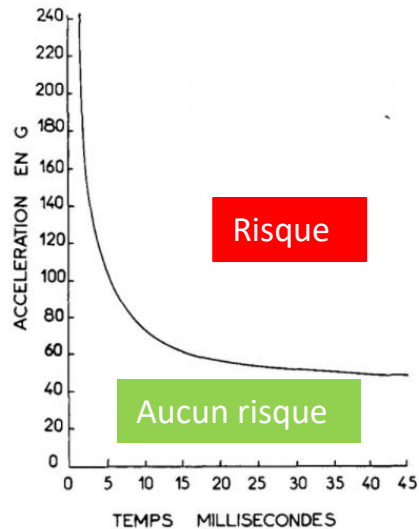
Objectifs du TIPE

- Comprendre les facteurs de risque d'une commotion cérébrale.
- Etudier le choc subi par le crâne humain après différentes chutes.
- Déterminer l'indice de sévérité d'une chute réelle.

Sommaire

- I- Théorie du GADD Severity Index
- II- Modélisation et expérience
- III- Analyse des résultats expérimentaux
- IV- Conclusion sur la pose d'un diagnostic

Critère de risque d'apparition d'une commotion cérébrale

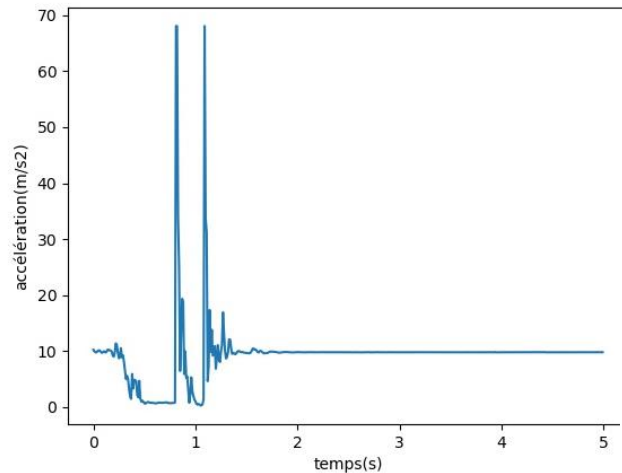


Source : *Biomécanique du choc*, 2007

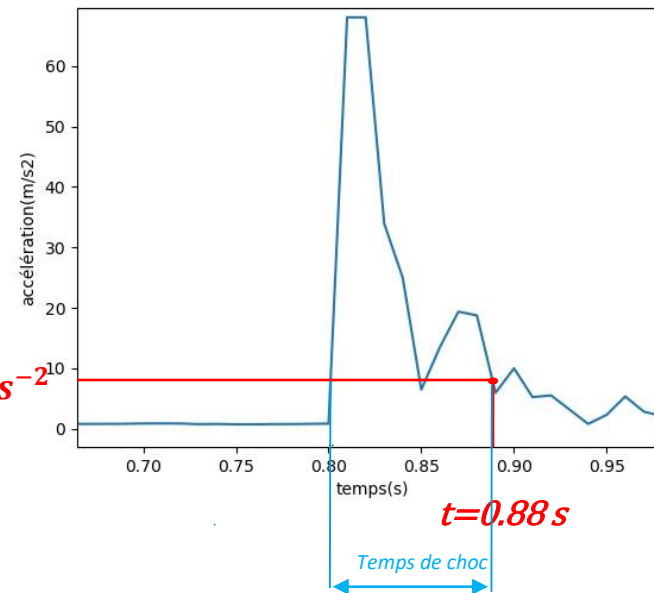
$$GSI = \int_0^T a^{2,5} dt < 1000$$

Gadd severity index

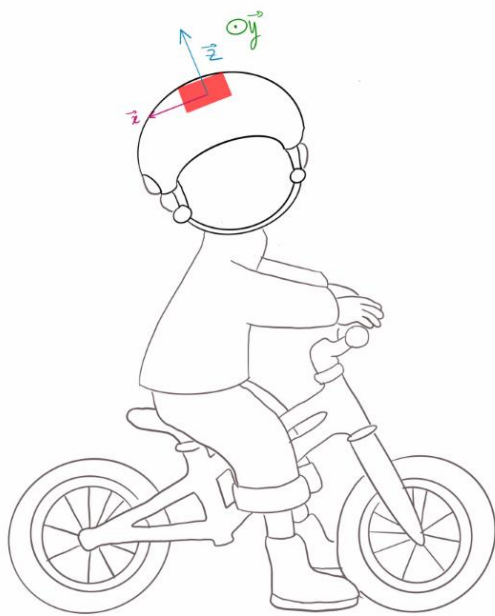
Définition du temps de choc



$$a = 9 \text{ m.s}^{-2}$$

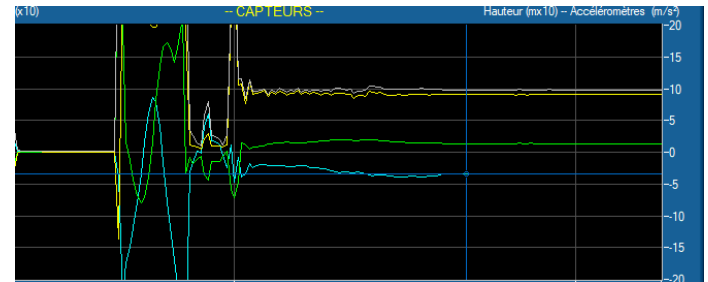
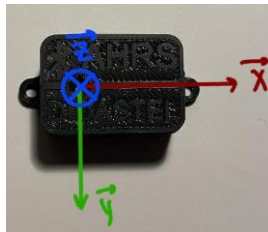
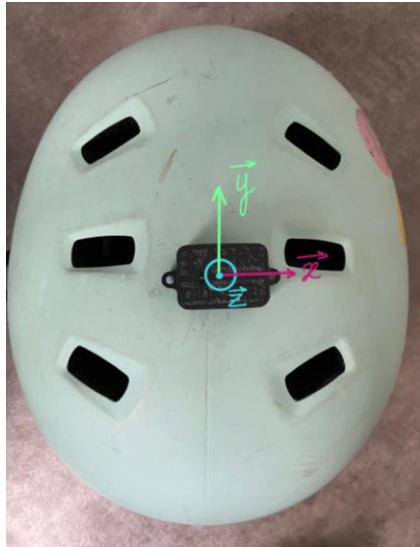


Modélisation de la chute d'un enfant



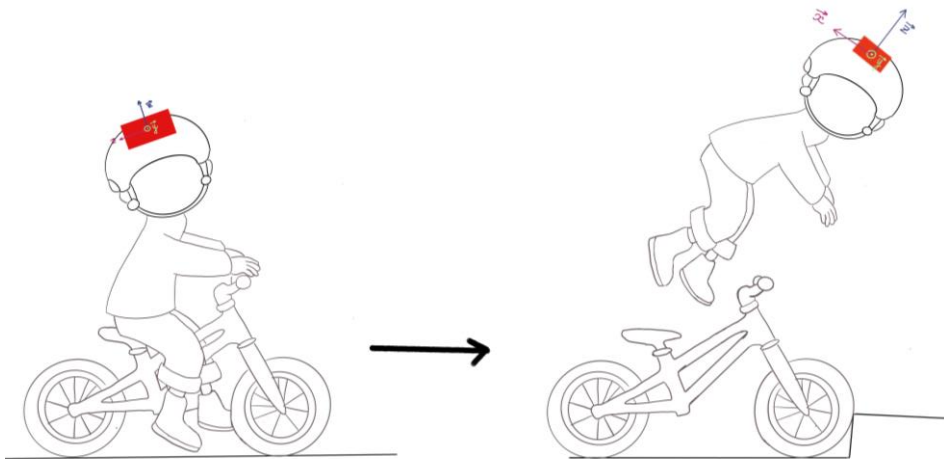
- Modélisation d'un crâne d'enfant par 3 boules de pétanques réparties dans le casque.
- Masse totale de la modélisation du crâne : 1,8 kg
- Ensemble {masse + accéléromètre} contenu dans de la mousse expansive à l'intérieur du casque
- Modélisation du crâne accroché sur un manche à balais de hauteur 1m

L'accéléromètre



*Visualisation dynamique donnée
par le logiciel de l'AHRs*

Expérience



Résultats d'expériences

MESURES :		Accéléromètres			
Index	Temps (s)	Ax (m/s²)	Ay (m/s²)	Az (m/s²)	Am (m/s²)
0	0	2,576347	-7,834085	5,494951	9,90984
1	0,01	2,589525	-7,785807	5,531959	9,895807
2	0,02	2,558375	-7,783393	5,632236	9,942262
3	0,03	2,485293	-7,829257	5,762357	10,038878
4	0,04	2,434974	-7,901673	5,830402	10,117269
5	0,05	2,427786	-7,975296	5,855472	10,187544
6	0,06	2,466124	-8,02116	5,841146	10,224469
7	0,07	2,49967	-8,047713	5,795783	10,227665
8	0,08	2,502066	-8,116508	5,781457	10,2744
9	0,09	2,46852	-8,137027	5,730125	10,253737
10	0,1	2,456539	-8,141854	5,712218	10,244697
11	0,11	2,516443	-8,098405	5,748032	10,244829
12	0,12	2,619477	-8,00547	5,781457	10,216382
13	0,13	2,7297	-7,88719	5,787426	10,156443
14	0,14	2,823149	-7,794255	5,754001	10,091041
15	0,15	2,83513	-7,660285	5,697893	9,959112
16	0,16	2,814763	-7,575799	5,718187	9,900166
17	0,17	2,769236	-7,577006	5,808914	9,940984
18	0,18	2,781217	-7,490106	5,884122	9,922689
19	0,19	2,728502	-7,395965	5,948586	9,875763
20	0,2	2,675786	-7,409241	6,082289	9,952433
21	0,21	2,655419	-7,496141	6,200472	10,084108
22	0,22	2,655419	-7,497348	6,252999	10,117385
23	0,23	2,669796	-7,601145	6,465491	10,329946
24	0,24	2,697352	-7,814774	6,855855	10,740072
25	0,25	2,771632	-8,190132	6,874956	11,046503
26	0,26	2,869874	-8,145475	6,744834	10,957999
27	0,27	2,948947	-8,073059	6,793779	10,955638
28	0,28	2,913005	-8,153924	6,971651	11,116474
29	0,29	2,796792	-8,269791	7,05999	11,227419
30	0,3	2,715323	-8,382036	7,001496	11,253997
31	0,31	2,700946	-8,244445	6,833173	11,04347
32	0,32	2,762048	-8,098405	6,812879	10,937476
33	0,33	2,809971	-8,087543	6,917932	11,007364
34	0,34	2,770434	-8,127371	6,884506	11,00572
35	0,35	2,734492	-8,139441	6,796166	10,950608



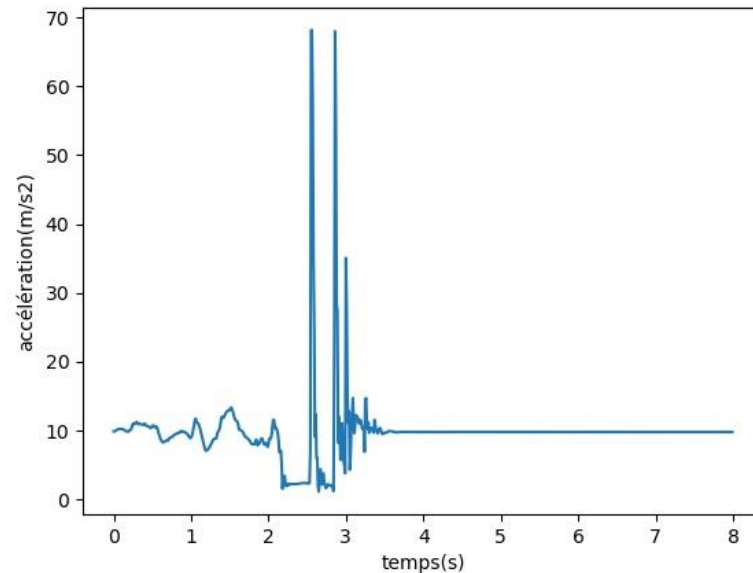
Amax	Résultante
Essai n°1	68,2
Essai n°2	68,2
Essai n°3	68,2
Essai n°4	68,2
Essai n°5	68,2
Essai n°6	68,1
Essai n°7	68,1
Essai n°8	68
Essai n°9	68,1
Essai n°10	63,6

Amin	Résultante
Essai n°2	1,2
Essai n°3	0,4
Essai n°4	0,4
Essai n°5	0,6
Essai n°6	1,2
Essai n°7	1,1
Essai n°8	0,3
Essai n°9	0,3
Essai n°10	0,7
Essai n°11	4

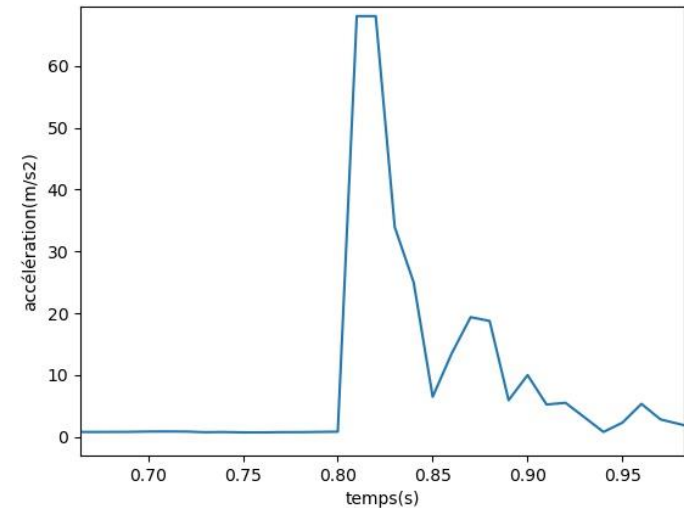
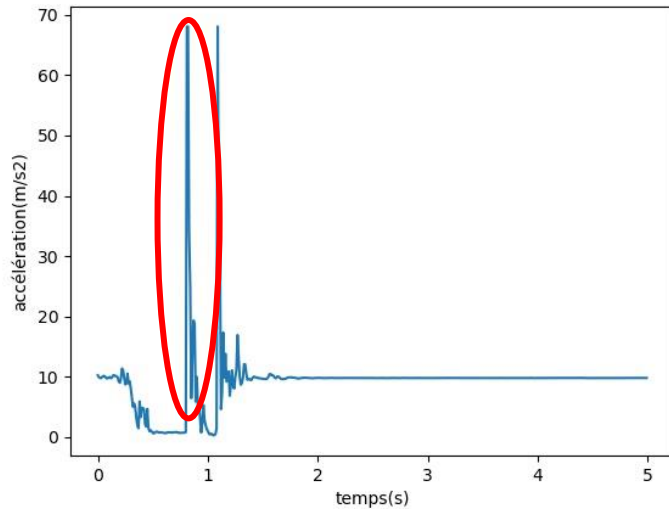
Analyse des résultats : courbes obtenues

Essai n°7

Accélération résultante



Calcul du GSI : restriction des valeurs



*Restriction de l'étude de l'accélération résultante
entre 0,8 s et 0,88 s*

Calcul du GSI : script python

```
37
38 def tableau() :
39     a = []
40     temps = []
41     n = len(T[1])
42     for i in range(n) :
43         if 0.80 <= T[1][i] <= 0.88 :
44             a.append(T[0][i])
45             temps.append(i)
46     return a, temps
47
48 temps_debut = tableau()[1][0]
49 temps_final = tableau()[1][-1]
50
51
52 def tab_puissance() :
53     a = tableau()[0]
54     nouveau_tableau = []
55     for i in a :
56         nouveau_tableau.append(i**2.5)
57     return nouveau_tableau
58
59
60
61 def integrale(f, a, nb) :
62     gsi = 0
63     pas = 1
64     x = a
65     for i in range(nb - 1) :
66         gsi += 0.01*(f[x] + f[x + pas])/2
67         x += pas
68     return gsi
```



Création d'un tableau avec seulement les valeurs dans la zone de choc



Création d'un tableau avec l'accélération à la puissance 2,5



Calcul du GSI par la méthode des trapèzes

Calcul du GSI : résultat pour l'essai choisi

```
In [59]: integrale(tab_puissance(),0,len(tab_puissance()))  
Out[59]: 907.3367384948302
```

GSI = 907 < 1000

Calcul du GSI : tableau récapitulatif de tous les essais

	GSI
Essai n°1	680.3
Essai n°2	746.9
Essai n°3	1123
Essai n°4	338.9
Essai n°5	1155.8
Essai n°6	1052.7
Essai n°7	907.3
Essai n°8	1346
Essai n°9	1036.9
Essai n°10	903.5

GSI maximal calculé : 1346
GSI moyen calculé : 929,13

Peut-on prévoir une commotion cérébrale ?

- **Possibilité de prévoir un risque de commotion cérébrale** après traitement des données récoltées par un accéléromètre, placé dans un casque.
- **Deux problèmes** : le casque n'est toujours pas obligatoire pour les adultes et un accéléromètre a un certain coût

Bibliographie

- **La tolérance humaine au choc** - Alain WISNER, Jean LEROY, Jacques BANDET - 1970
- **A Novel Testing Device to Assess the Effect of Neck Strength on Risk of Concussion** - Biomedical engineering society - Milad NAZARAHARI, Jordan ARTHUR, Hossein ROUHANI – 2020
- **Biomécanique du choc. Critères de blessure et tolérance humaine à l'impact** - Eric WEYENBERGH, Yves RAVALARD, Bertrand LANGRAND - 2007