

Chapitre 12 Actions mécaniques

Plan

I Expérimenter pour découvrir

II. Quelles sont les informations qui définissent la **force qui s'exerce sur un objet ?**

III. Comment représenter graphiquement une force ?

IV. UN OBJET SOUMIS A DEUX FORCES PEUT-IL ETRE IMMOBILE ?

Exercices corrigés 7 à 14 page 108 à 109

POURQUOI LE MOUVEMENT D'UN OBJET EST-IL MODIFIÉ ?

ACTIONS MECANQUES ET FORCES

I. Expérimenter pour découvrir.

1. Observation du mouvement d'une bille d'acier.

Matériel : une bille d'acier, un aimant, un support.

Protocole.

① La bille est "lâchée" à partir d'un plan incliné tenu par un support.

<i>Tracer sa trajectoire dans ce cadre.</i>	<u>Observation</u>
	La trajectoire de la bille est rectiligne par rapport au support

② Recommencer l'opération en plaçant un aimant en bas du plan incliné.

<i>Tracer sa trajectoire dans ce cadre.</i>	<u>Observation :</u>
	La trajectoire de la bille est déviée aux abords de l'aimant.

Précisions très importantes.

Dans cette étude, il faut toujours bien distinguer :

le solide dont on étudie le comportement, ici la bille. On l'appelle le RECEVEUR.

le solide qui exerce une action est l'aimant. On l'appelle l'ACTEUR.

le solide de référence ou référentiel qui est ici le support (la terre)

Conclusion.

L'aimant agit sur la bille et exerce une action.

Cette action a pour conséquence de dévier la trajectoire de la bille.

POURQUOI LE MOUVEMENT D'UN OBJET EST-IL MODIFIÉ ?

ACTIONS MECANIKES ET FORCES

2. D'autres actions mécaniques....

Matériel : une règle plate transparente, ballon de baudruche, une gomme

Protocoles.

A Un élève tient la règle par ses extrémités.

Un deuxième élève appuie, délicatement, au milieu de la règle avec un doigt.

B On souffle dans un ballon de baudruche.

C On pousse la gomme posée sur la table.

Observations pour A:

Observations pour B:

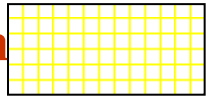
Observation pour C :

Définir dans chaque cas l'acteur et le receveur.

Dans le cas de l'aimant, comment peut-on qualifier l'effet de l'action mécanique ?

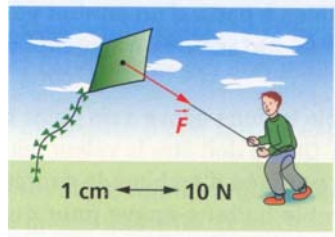
3. Bilan.

II Quelles sont les informations qui définissent la force qui s'exerce sur un objet



1. Première étape : analyse d'un exemple

Hervé joue au cerf-volant par grand vent. On s'intéresse à la force exercée par Hervé sur le cerf-volant. Après avoir déterminé le système d'étude, réfléchir aux paramètres qui nous permettent de caractériser cette force. (Livre BELIN Exercice 6 page 108)



Bilan.

Les informations qui définissent la force exercée par l'objet fil sur l'objet S sont

Direction
Sens
Point d'application
Intensité

2. Deuxième étape.

Matériel.

Un ressort, un support de physique, trois objets.

Protocole.

- ① Suspendre un, puis deux et enfin trois objets à une extrémité du ressort.
- ② Observations concernant le ressort.

On constate que la déformation du ressort augmente, il s'allonge de plus en plus

- ③ Conclusion à propos de la force qui s'exerce sur le ressort.

Quand on suspend 1, 2 puis 3 objets au ressort, la force qui s'exerce sur le ressort est de plus en plus forte.

3. Troisième étape : Quel appareil de mesure ? Quelle unité de mesure ?

L'intensité d'une force se mesure avec un dynamomètre. Elle s'exprime en Newton, de symbole N.

4. Quatrième étape : mesurer avec un dynamomètre.

Matériel : un dynamomètre, un objet S muni d'un crochet, deux autres objets (1 et 2).

Travail de mesure.

Mesurer, pour chacune des situations représentées ci-dessous, l'intensité de la force qu'il faut fournir pour mettre l'objet S en mouvement.

5. En résumé.

Les informations (on dira : les **caractéristiques**) définissant une force qui s'exerce sur un objet sont:

- Sa direction (horizontale, verticale, de biais, etc....)
- Son sens (de gauche à droite, du haut vers le bas, ...)
- Son point d'application
- Son intensité en Newton

III. Comment représenter graphiquement une force ?

III. Comment représenter graphiquement une force ?

1. Convention.

Une force est représentée par un **vecteur** ou **segment fléché** dont l'**origine** est confondue avec le **point d'application** de la force. On associe à cette représentation la notation suivante :

$\vec{F}$ objet qui agit / objet qui subit

2. Application.

a/Donnez les caractéristiques des forces suivantes

F1		F2		F3	
A ×		B ×		C ×	
Echelle 1 :		Echelle 2 :		Echelle 3 :	
1 cm 200 N		1 cm 0,04 N		1 cm 30 N	
F1	Point d'application :	F2	Point d'application :	F3	Point d'application :
	Direction :		Direction :		Direction :
	Sens :		Sens :		Sens :
	Intensité : F1 =		Intensité : F2 =		Intensité : F3 =
b/Représentez les forces suivantes avec l'échelle de votre choix- à préciser :					
F4	Point d'application : I	F5	Point d'application : L	F6	Point d'application : K
	Direction : verticale		Direction : oblique		Direction : horizontale
	Sens : vers le bas		Sens : vers la droite		Sens : vers la gauche
	Intensité : F4 = 40 N		Intensité : F5 = 7000 N		Intensité : F6 = 0.03 N

IV. UN OBJET SOUMIS A DEUX FORCES PEUT-IL ETRE IMMOBILE ?

1.Experience préliminaire : condition d'équilibre.

Matériel : Une plaque percée de cinq trous (A, B, C, D, E), deux fils munis chacun d'un crochet à une extrémité, deux dynamomètres (1 et 2).

Protocole.

Représenter dans ces cadres, la plaque d'étude ainsi que les forces exercées par les fils.

- Accrocher un fil en A et l'autre en C, puis tirer lentement et simultanément sur chacun des fils jusqu'à ce que plus rien ne bouge.
- Réaliser la même opération que précédemment après avoir accroché les fils en B et C.
- Réaliser la même opération que précédemment après avoir accroché les fils en D et E.
- Observation(s).

- Refaire les trois expériences ci-dessus en remplaçant les fils par des dynamomètres. Mesurer chaque fois les forces exercées par les dynamomètres sur la plaque et noter les résultats des mesures dans le tableau.

Position des	dynamomètres Intensité de la force exercée par le dynamomètre n° 1	Intensité de la force exercée par le dynamomètre n° 2
Point A et point C		
Point B et point C		
Point D et point E		

- Conclusion.

- Corriger, si nécessaire, les schémas réalisés.

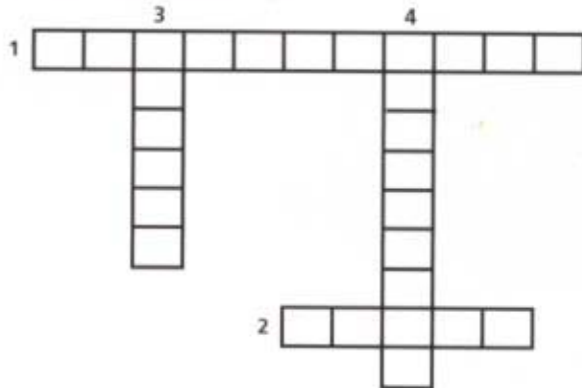
Bilan.

(à remplir avec le professeur).....

Exercices corrigés 7 a 9 page 108

7 Mots croisés

Recopie et complète la grille.



1. Appareil servant à mesurer l'intensité d'une force.
2. Elle modélise une action mécanique et est schématisée par un segment fléché.
3. Unité de l'intensité d'une force.
4. État d'un objet soumis à deux forces et restant au repos.

8 Différentes situations

Voici quelques situations mettant en jeu des actions mécaniques :

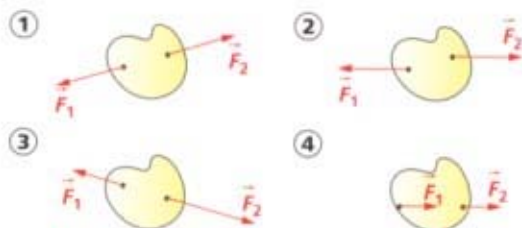
1. Le vent gonfle la voile d'un bateau.
2. Le footballeur dévie le ballon avec son pied.
3. Un aimant met en mouvement une bille en acier.
4. Le chien tire sur sa laisse.

Pour chaque action mécanique, précise :

- a. l'acteur et le receveur ;
- b. son effet ;
- c. si elle est de contact ou à distance ;
- d. si elle est localisée ou répartie.

9 Équilibre

Observe l'objet (S) et indique dans quel(s) cas il peut être en équilibre. Justifie ta réponse en utilisant la conjonction « donc ».



7. 1. Dynamomètre ; 2. Force ; 3. Newton ; 4. Équilibre.

8. a. 1. L'acteur est le vent, le receveur est la voile ; 2. L'acteur est le pied, le receveur est le ballon ; 3. L'acteur est l'aimant, le receveur est la bille ; 4. L'acteur est le chien, le receveur est la laisse.

b. 1. L'effet est la déformation de la voile ; 2. L'effet est la modification du mouvement du ballon ; 3. L'effet est la mise en mouvement de la bille ; 4. L'effet est la déformation de la laisse.

c. 1. C'est une force de contact ; 2. C'est une force de contact ; 3. C'est une force à distance ; 4. C'est une force de contact.

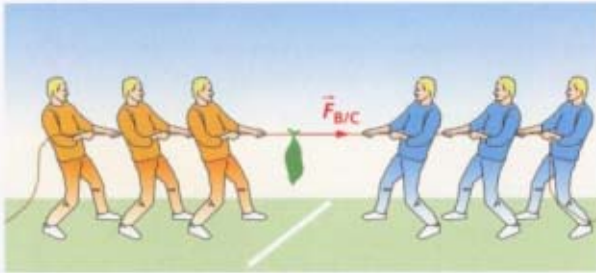
d. 1. C'est une force répartie ; 2. C'est une force localisée ; 3. C'est une force répartie ; 4. C'est une force localisée.

9. Seulement dans le cas 1, les forces $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$ sont colinéaires, de sens opposés et ont la même intensité, donc l'objet (S) est en équilibre uniquement dans le cas 1.

Exercices corrigés 10 a 11 page 109

10 Jeu du tir à la corde

Au Pays basque, le tir à la corde est l'épreuve reine des jeux de force. Les joueurs d'une équipe doivent tirer la corde afin d'entraîner les joueurs de l'autre équipe hors de leur camp. Au départ, un fanion suspendu au milieu de la corde se trouve juste au-dessus de la ligne de démarcation. L'équipe «bleue» exerce sur la corde la force $\vec{F}_{B/C}$ représentée ci-dessous :



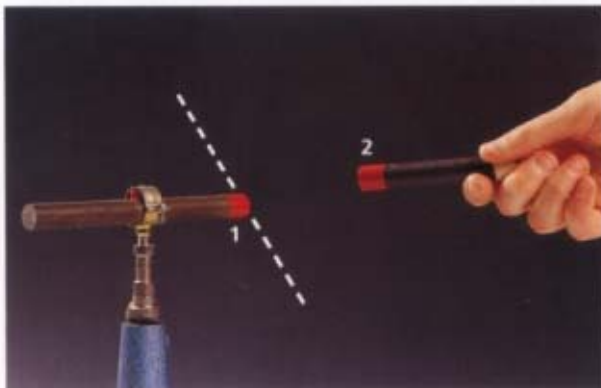
Compare cette force à celle exercée par l'équipe «orange» sur la corde :

- lorsque le fanion reste au-dessus de la ligne.
- lorsque le fanion se déplace vers le camp des «orange».

11 Actions magnétiques

Un aimant 1 mobile autour d'un axe fixe est au repos. On approche le pôle Nord d'un aimant 2 vers celui de l'aimant 1. L'aimant 1 se met alors à tourner, son pôle Nord fuyant celui de l'aimant 2.

- Explique pourquoi on peut dire que l'aimant 1 subit une action mécanique de la part de l'aimant 2.
- Précise si cette action est de contact ou à distance, localisée ou répartie.
- Schématise l'expérience.
- Représente la force $\vec{F}_{\text{aimant 2/aimant 1}}$ sachant que sa direction est celle de la droite en pointillés, que son intensité vaut 0,1 N et que l'échelle vaut 1 cm pour 0,05 N.

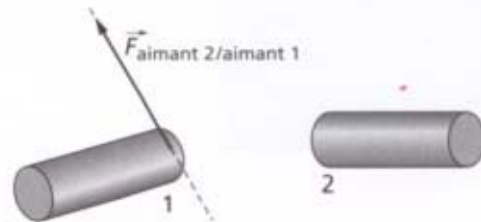


10. a. Lorsque le fanion reste au-dessus de la ligne, la force exercée par l'équipe «orange» sur la corde et la force exercée par l'équipe «bleue» sur la corde sont colinéaires, de sens opposés et de même intensité.

b. Lorsque le fanion se déplace vers le camp des «orange», la force exercée par l'équipe «orange» sur la corde et la force exercée par l'équipe «bleue» sur la corde sont colinéaires, de sens opposés, mais d'intensités différentes. L'intensité de la force exercée par les «orange» est supérieure à celle de la force exercée par les «bleu».

11. a. On peut dire que l'aimant 1 subit une action mécanique de la part de l'aimant 2, car l'aimant 1 est mis en mouvement lorsque l'aimant 2 s'approche de lui.

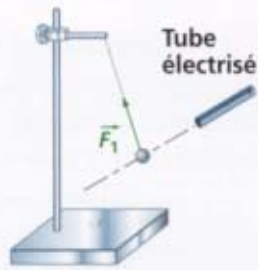
- Il s'agit d'une action mécanique à distance et répartie.
- c. et d.



Exercices corrigés 12 a 14 page 109

12 Action électrique

Afin de mettre en évidence une action mécanique de nature électrique, on réalise l'expérience suivante : on approche un tube électrisé en plastique vers une petite boule d'aluminium suspendue à un fil et initialement au repos.



- Précise si l'action du tube électrisé sur la boule est une action de contact ou à distance, localisée ou répartie.
- Recopie le schéma et représente la force électrique $\vec{F}_{\text{tube/boule}}$ sans souci d'échelle. Cette force a la même direction que la droite représentée en pointillés.
- Indique à quoi correspond la force $\vec{F}_1$.

13 Direction de la force et déplacement

Une balle légère maintenue par une ficelle est mise en rotation. La ficelle exerce une force sur la balle.

- Indique par quoi est matérialisée la direction de la force $\vec{F}_{\text{ficelle/balle}}$.
- Compare la direction de cette force avec celle du déplacement de la balle.
- Conclus si la direction d'une force qui s'exerce sur un objet coïncide nécessairement avec celle du déplacement de l'objet.



14 En rollers

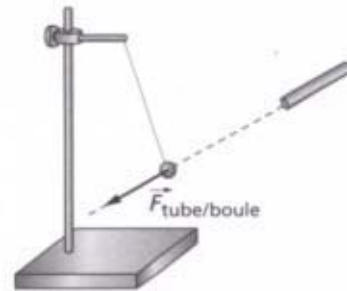
Nicolas pousse la table avec ses mains et la table se déplace en avant. Thomas, en rollers, imite Nicolas. La table reste immobile, mais Thomas se déplace en arrière.



- Dans le cas de Nicolas, précise l'acteur et le receveur de l'action mécanique responsable de la mise en mouvement de la table.
- Dans le cas de Thomas, précise de la même façon l'acteur et le receveur de l'action mécanique responsable de la mise en mouvement de Thomas.

- L'action du tube électrisé sur la boule est une action à distance et répartie.

b.



- La force $\vec{F}_1$ correspond à la force exercée par le fil sur la boule.

- La direction de cette force est matérialisée par la ficelle tendue.

- La direction de la force est perpendiculaire à la direction du déplacement de la balle.

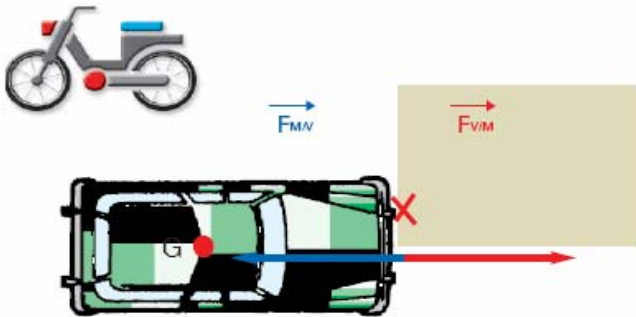
- La direction d'une force qui s'exerce sur un objet ne coïncide pas nécessairement avec celle du déplacement de l'objet.

- L'acteur est Nicolas, le receveur est la table.

- L'acteur est la table, le receveur est Thomas.

Sécurité routière

Collision, étude des systèmes de protection

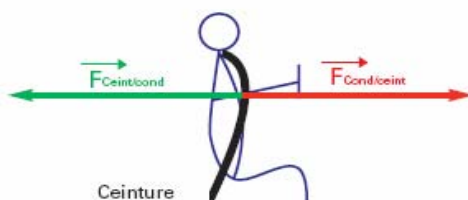


Choc

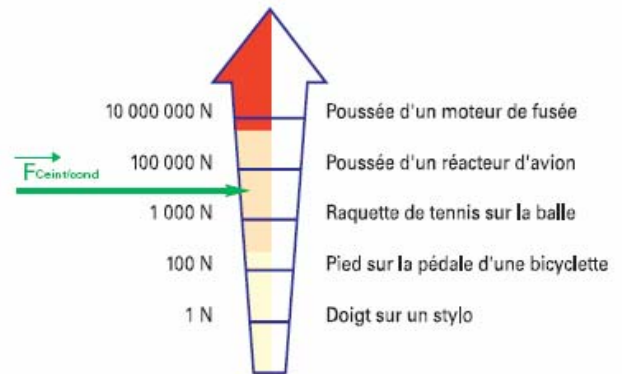
1. Quelle est l'action du véhicule sur le mur ? Que provoque-t-elle ?
Le mur est frappé par le véhicule : c'est une action mécanique de contact qui a pour effet de légèrement le déformer.
2. Modéliser et représenter cette action par la force $\vec{F}_{V/M}$ (force exercée par le véhicule sur le mur).
Cette force est représentée par un vecteur dont le point d'application est le milieu de la surface de contact ; sa direction est la perpendiculaire à la surface de contact, son sens va du véhicule vers le bloc de béton, sa norme est ici arbitraire.
3. Quelle est l'action du mur sur le véhicule ? Que provoque-t-elle ?
Le véhicule entre en collision avec le mur : c'est une action de contact qui a d'abord pour effet de stopper le véhicule (modification de la trajectoire et de la vitesse) et de le déformer. Cette force ne passant pas par le centre d'inertie G du véhicule, elle a pour effet de provoquer une rotation du véhicule autour de G.
4. Modéliser et représenter cette action par la force $\vec{F}_{M/V}$ (force exercée par le mur sur le véhicule).
Le vecteur représentant cette force a même point d'application, même direction et même norme que le vecteur force $\vec{F}_{V/M}$, mais un sens opposé.

À l'intérieur du véhicule

1. Que provoque l'arrêt du véhicule sur ses occupants ?
Lors de l'arrêt brutal du véhicule, les occupants conservent leur énergie cinétique et restent en mouvement alors que le véhicule est déjà arrêté. Ils sont donc projetés vers l'avant par rapport au véhicule. Afin d'éviter la projection des passagers sur la planche de bord, ou la projection des passagers placés à l'arrière contre les sièges avant, voire d'éviter l'éjection hors du véhicule, **le port de la ceinture de sécurité est obligatoire à l'arrière comme à l'avant.**(1)
2. Représenter $\vec{F}_{cond/ceint}$ (force exercée par le conducteur sur sa ceinture de sécurité dont l'intensité est voisine de $10000 \text{ N} = 1000 \text{ daN}$) et $\vec{F}_{ceint/cond}$ (force exercée par la ceinture sur le conducteur). Prendre pour échelle des forces $1 \text{ cm} / 2000 \text{ N}$.



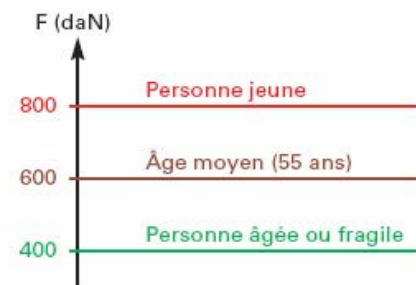
3. Situer l'intensité de la force appliquée sur la cage thoracique du conducteur sur le schéma suivant.



Étude des systèmes de protection

1. La cage thoracique

Le graphe ci-contre présente, en fonction des classes d'individus, la valeur limite de la force applicable à la cage thoracique.



Document 1 :
valeur critique de force exercée
sur la cage thoracique en fonction des classes

- a. Toutes les personnes sont-elles égales devant un choc ?
La résistance de la cage thoracique humaine n'est pas illimitée et diminue avec l'âge.
- b. L'intensité de la force $\vec{F}_{ceint/cond}$ est-elle supportable par tous les individus ?
Une ceinture traditionnelle, sans limiteur d'effort, exerce une pression allant jusqu'à 1000 daN , dépassant le seuil critique pour une jeune personne (voir schéma ci-dessous). Cette force provoque une compression thoracique de 75 mm , valeur maximale admissible pour l'organisme.
- c. Quels systèmes de protection trouve-t-on actuellement aux places avant des véhicules ?
Les constructeurs ont conçu un système de protection global associant ceinture de sécurité (pour la retenue) et airbag (pour l'amortissement).

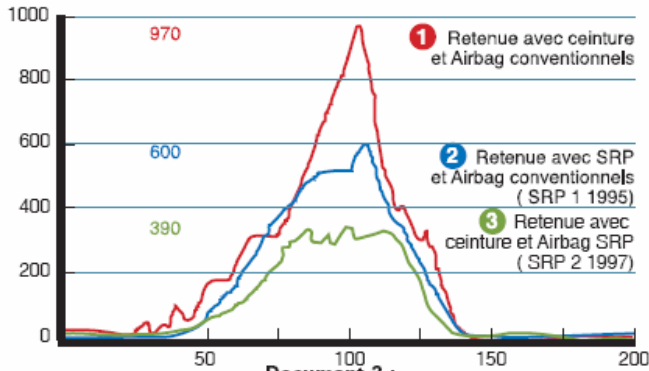
2. Évolution des systèmes de protection

Le document suivant (extrait de la revue *Le moniteur Automobile*, n° 1135, traitant des dernières recherches de Renault sur la sécurité) présente l'évolution de la charge thoracique au cours du choc, pour différents

Sécurité routière

Collision, étude des systèmes de protection

systèmes de protections. Il permet d'apprécier l'avancée, au plan de la sécurité, due aux progrès technologiques.



- a. Le premier système combinant ceinture + airbag suffit-il à assurer la protection des personnes ? Quelle est la durée du choc ?

Le seuil maximal avoisine les 1000 daN ce qui, compte tenu du document 1, demeure trop élevé. Le choc dure environ 100 ms et c'est à la moitié de ce temps qu'apparaît le pic de charge. Au départ, ce système associait une ceinture de sécurité à un airbag classique en vigueur aux USA. Les deux dispositifs, conçus pour fonctionner de manière indépendante, ne combinaient pas leurs effets. Les spécialistes ont donc étudié des dispositifs globaux de sécurité où ceinture et airbag interagissent.

La présence d'airbags ne dispense donc pas du port de la ceinture ! La ceinture est toujours obligatoire.

- b. Quel est le seuil limite retenu par les ingénieurs de Renault pour leur dernier système ?

Le seuil de 400 daN est supportable pour la quasi-totalité des personnes.

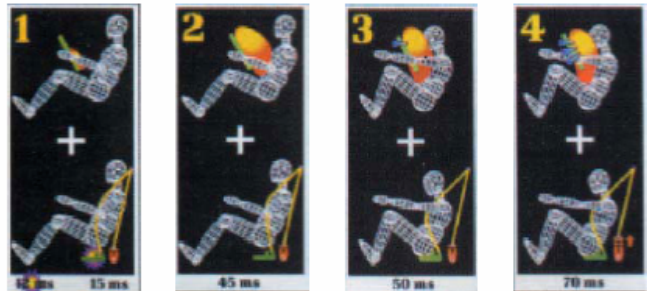
- c. Comparer l'évolution de la charge thoracique au cours du temps entre le premier et le dernier système de protection en date.

Protégée par un système conventionnel, la cage thoracique subit une contrainte très élevée pendant un temps assez bref : l'effort est violent. Le dernier système répartit l'effort maximal de 390 daN sur la durée de 50 ms, permettant de gommer le pic de charge.



- d. Fonctionnement

Le document 3 présente en temps réel le fonctionnement du système de retenue programmée (SRP) de Renault composé d'organes (ceinture et airbag) rendus "intelligents".



Document 3 (source : RENAULT):
Fonctionnement du système de retenue (SRP)

1. Dans les 15 premières millisecondes, l'airbag se déclenche et un pré-tensionneur tend la ceinture pour plaquer le passager sur son siège.
2. L'airbag s'est gonflé et sa pression est stabilisée. La pression de la ceinture augmente progressivement avec l'avancée du haut du corps.
3. Lorsque le thorax entre en contact avec l'airbag, un événement s'ouvre à une pression donnée pour libérer une partie des gaz contenus dans le sac. Le limiteur d'effort se détend pour soulager les contraintes locales.
4. Dans les dernières millisecondes, le limiteur d'effort de ceinture et l'événement d'extraction contrôlée conjuguent leurs actions afin de répartir l'absorption de l'énergie cinétique sur toute la surface du thorax pendant une durée acceptable.

N'oublions pas que ces systèmes de protection satisfont aux normes de chocs référencés à la vitesse de 56 km/h, critère largement inférieur aux vitesses de croisement des véhicules sur nos routes...

Selon la Sécurité Routière, la vitesse, comme facteur déterminant et/ou aggravant, est présente dans la moitié des accidents mortels (un accident mortel sur deux).