

REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT

DEPARTEMENT DES RECHERCHES ET DEVELOPPEMENTS

PROPOSITION D'UNE METHODE D'ANALYSE
ET DE CLASSIFICATION DES
SEVERITES DE COLLISION
EN ACCIDENTS REELS

Auteur : P. VENTRE
Co-auteur : J. PROVENSAL

Département
d'études et d'essais
structure et sécurité

PROPOSITION D'UNE METHODE D'ANALYSE ET DE CLASSIFICATION

DES SEVERITES DE COLLISION EN ACCIDENTS REELS

I - INTRODUCTION

Dans le domaine des recherches sur la protection des occupants, un élément très important est la connaissance de ce qui se passe dans la réalité des accidents de la route. Il est d'usage de représenter cette réalité par un certain nombre de courbes statistiques fournissant, par exemple, la loi de distribution des cas mortels en fonction de la sévérité de la collision. Il est donc de première importance de pouvoir caractériser la sévérité de l'impact. De plus, cette caractérisation doit être faite pour l'occupant et non pour le véhicule. Aujourd'hui, en l'absence de couplage entre véhicule et occupant non retenu, la caractérisation de cette sévérité repose sur la connaissance de la variation de vitesse (ou ΔV) subie par l'occupant.

Difficultés du problème

L'analyse des sévérités de choc en accidents réels est très complexe du fait de l'hétérogénéité du parc automobile et des véhicules eux-mêmes ainsi que du grand nombre de cas possibles. Il est possible, toutefois, d'aboutir à une première classification en utilisant la méthode simple, d'un emploi très répandu, consistant à comparer les déformations subies par le véhicule analysé à celles obtenues sur un véhicule du même type ayant subi un choc d'essai, à vitesse connue (contre barrière fixe, frontal ou à 30°,...) Cette procédure est connue sous le nom de "méthode de l'essai équivalent contre barrière".

Il est possible de distinguer deux cas qui recouvrent l'ensemble des cas de collision et d'examiner l'efficacité de cette méthode pour chacun d'eux.

1 - Collisions contre obstacles fixes et rigides

Ces types de chocs peuvent être appréciés avec une précision suffisante par la méthode décrite ci-dessus si l'on dispose de l'ensemble des résultats obtenus lors des essais de chocs normalisés. Il est donc possible d'en déduire directement la variation de vitesse de

.../...

l'occupant (ou ΔV).

2 - Collisions contre obstacles fixes ou mobiles, mais non rigides

La méthode précédente n'est plus valable : il n'y a plus de relation directe entre les déformations subies par le véhicule et la variation de vitesse subie par l'occupant au cours du choc. En effet, il est nécessaire de tenir compte :

- a) de la quantité totale d'énergie dissipée au cours du choc
- b) de la façon dont l'absorption d'énergie se répartit sur le véhicule concerné et sur l'obstacle

C'est la raison pour laquelle nous avons développé une méthode d'analyse plus appropriée à ce problème.

II - EXPOSE DE LA METHODE

L'application de quelques lois simples nous permet de calculer ΔW , l'énergie dissipée lors du choc entre le véhicule A, de masse M_A et de vitesse V_A , et l'obstacle B (qui peut être un autre véhicule) de masse M_B et de vitesse V_B . Si le choc se produit sans rotation ni échappement importants, on démontre que :

$$\Delta W = \frac{M_A \cdot M_B (V_A + V_B)^2}{2(M_A + M_B)} \text{ ou, en remarquant que}$$

$V_A + V_B$ n'est autre que la vitesse relative des véhicules avant choc :

$$\Delta W = \frac{M_A \cdot M_B v_r^2}{2(M_A + M_B)} \quad (1)$$

Le but que nous poursuivons (détermination de V_r) ne sera atteint que si nous pouvons évaluer d'une autre façon la quantité d'énergie ΔW dissipée pendant le choc. Or, après la collision, nous disposons du véhicule et de l'obstacle heurté tous deux déformés d'une quantité mesurable x_a , pour le véhicule A et x_b pour l'obstacle. La somme $x_m = x_a + x_b$ définit le rapprochement des centres de gravité de chacun des corps en présence. A ce niveau, deux possibilités sont envisageables :

1/ Utilisation des courbes d'énergie absorbée en fonction de l'enfoncement

En reportant la valeur de x_a sur la courbe du véhicule A et x_b sur la courbe de l'obstacle B, on obtient les quantités E_a et E_b absorbées par chaque véhicule.

.../...

$$\text{Or, } \Delta W = E_a + E_b ; \quad v_r^2 = \frac{2(E_a + E_b)(M_A + M_B)}{M_A \cdot M_B} \quad (2)$$

Dans cette relation, v_r est en m/sec., E_a et E_b sont en joules et M_A et M_B en kilogrammes.

Remarques : a) la courbe d'énergie absorbée en fonction de l'enfoncement est déterminée par des essais de choc normalisés : frontal contre barrière fixe, etc... Les diagrammes obtenus sont du type de celui présenté à la figure (1).

b) les courbes obtenues donnent l'énergie absorbée en fonction de l'enfoncement dynamique. Après le choc, nous ne disposons que des valeurs d'enfoncement statique qu'il est nécessaire de corriger en les augmentant de 5 à 10% de manière à ne pas sousestimer la valeur de v_r .

2/ Utilisation des courbes effort enfoncement

Si nous désignons par \bar{F}_{ab} l'effort moyen à l'interface pendant la déformation du véhicule et de l'obstacle, l'énergie absorbée pendant le choc est aussi égale à :

$$\Delta W = \bar{F}_{ab} \cdot x_m$$

la vitesse relative v_r est alors donnée par la relation :

$$v_r^2 = \frac{2 \bar{F}_{ab} \cdot x_m}{M_A \cdot M_B} (M_A + M_B) \quad (3)$$

expression dans laquelle :

v_r est en m/s, \bar{F}_{ab} en newtons, x_m en mètres et M_A , M_B en kilogrammes.

Remarques : a) dans l'expression (3) ci-dessus, le terme \bar{F}_{ab} , effort moyen à l'interface peut être obtenu à partir des caractéristiques effort enfoncement des véhicules A et B :

En effet, à chaque instant du choc, nous pouvons écrire que \bar{F}_{ab} (valeur instantanée de l'effort à l'interface) = F_a (effort sur le véhicule A) = F_b (effort sur le véhicule B). Nous sommes donc conduits à faire l'hypothèse que \bar{F}_{ab} (valeur moyenne de l'effort à l'interface pendant la déformation x_m) = \bar{F}_a (valeur moyenne de l'effort sur le véhicule A pendant la déformation x_a) = \bar{F}_b (valeur moyenne de l'effort sur le véhicule B pendant la déformation x_b). Cela revient, en pratique, à utiliser \bar{F}_a ou \bar{F}_b à la place de \bar{F}_{ab} . La méthode peut donc s'appliquer même dans le cas où l'on ne dispose que d'une seule des lois effort - déformation pour deux véhicules impliqués.

De manière à simplifier l'application de la méthode, des abaques tels que celui représenté à la figure (2)

.../...

permettent de trouver immédiatement la valeur de l'effort moyen pour un véhicule donné, dès que l'on connaît son enfoncement.

b) Comme dans la méthode de l'énergie décrite ci-dessus, nous utilisons une caractéristique effort enfoncement déterminée par un essai normalisé. La vitesse à laquelle a été effectué l'essai à une grande importance (voir figure 2). Ceci est dû à la présence de masses importantes peu couplées (moteur, train AV). Il est donc nécessaire d'employer une loi établie à une vitesse d'essai située dans une plage pas trop éloignée de la vitesse de collision.

3/ Remarques communes aux deux méthodes. Sévérité de la collision pour l'occupant

L'estimation de l'énergie absorbée ou des efforts créés à l'interface présente dans certains cas des difficultés les véhicules se heurtant rarement de face axés et les efforts ou l'énergie absorbée étant différents selon que telle ou telle partie du véhicule est écrasée seule, ou en relation avec d'autres. Cet inconvénient existe également lors de l'application de la méthode de l'essai équivalent contre barrière fixe. Il provient de ce que la grande diversité des accidents réels et des types de déformations constatées lors de ces collisions n'est que mal représentée par les essais de choc normalisés.

Néanmoins, dans les cas où on a pu déterminer la valeur de la vitesse relative V_r , par les méthodes exposées ci-dessus, on peut calculer la variation de vitesse subie par les occupants ; ces variations de vitesse.

ΔV ne dépendent plus que des masses des véhicules (ou du véhicule et de l'obstacle) en présence :

$$\Delta V_a = \frac{M_B}{M_A + M_B} V_r \quad ; \quad \Delta V_b = \frac{M_A}{M_A + M_B} V_r$$

Ces paramètres ΔV_a et ΔV_b caractériseront la sévérité de la collision pour les occupants.

III - EXEMPLES D'APPLICATION DE LA METHODE

Avant d'appliquer la méthode à des cas réels, nous l'avons testée sur des collisions réalisées dans notre centre d'essais.

.../...

1 - Collision frontale axée - Renault 6 (vh.A) Renault 10 (vh. B)

Cette collision a été effectuée à 92 km/h (vitesse relative ou de rapprochement). Les résultats de la collision et les calculs de la vitesse relative selon la méthode exposée ci-dessus sont résumés dans le tableau de l'annexe 3. Les photographies des véhicules après choc sont présentées fig. 4, conjointement avec celles de véhicules identiques ayant subi un choc frontal contre barrière fixe.

La comparaison des résultats obtenus par les différentes méthodes est résumée par le tableau ci-dessous :

	R6 ΔV	R10 ΔV
Valeurs réelles	42,5 km/h	49,5 km/h
Méthode de l'effort moyen à l'interface	40 km/h	47 km/h
Méthode de l'essai équivalent contre barrière fixe	25 km/h	65 km/h

2 - Collision frontale axée - R6 (vh.A) R12 (vh. B)

Cette collision a été effectuée à 102 km/h (vitesse relative). Les résultats des deux méthodes sont exposés dans le tableau ci-dessous ; les photographies des véhicules sont présentées à l'annexe 5, conjointement avec celles de véhicules identiques ayant subi un choc frontal contre barrière fixe à 50 km/h

	R6 ΔV	R12 ΔV
Valeurs réelles	54 km/h	48 km/h
Méthode de l'effort moyen à l'interface	54 km/h	48 km/h
Méthode de l'essai équivalent contre barrière fixe	65 km/h	30 km/h

.../...

IV - CONCLUSION

Indépendamment de la méthode d'analyse de vitesse de collision, la méthode de classement conditionne les conclusions.

En effet, la méthode qui consiste à juger un véhicule isolément et par référence à un choc contre obstacle fixe peut entraîner un classement de sévérité pour l'occupant à une place qui n'est pas correcte (en particulier dans les cas très fréquents de collisions contre obstacles non fixes ou non rigides : 85% des véhicules analysés dans l'enquête bidisciplinaire PEUGEOT-RENAULT sont dans ce cas).

Dans les exemples présentés ci-dessus, de collisions frontales parfaitement axées (nous avons choisi volontairement des cas simples), la différence entre les résultats obtenus, par l'application de l'une ou l'autre des méthodes de classement est éloquent :

méthode de variation de vitesse des occupants

Classe 35 à 45 km/h : R6 (en choc contre R10)

Classe 45 à 55 km/h : R10, R6 (en choc contre R12), R12

méthode de l'essai équivalent contre barrière fixe

classe 15 à 25 km/h : R6 (en choc contre R10)

classe 25 à 35 km/h : R12

classe 55 à 65 km/h : R6 (contre R12) et R10

Le choix de l'une ou l'autre des méthodes de classement aura donc une influence sur les paramètres (moyenne et écart type) de la loi de distribution des morts et des blessés graves, en fonction de la sévérité de la collision. Par suite, cela modifiera le choix de la vitesse d'essai à utiliser pour tester les équipements destinés à protéger un pourcentage donné des occupants.

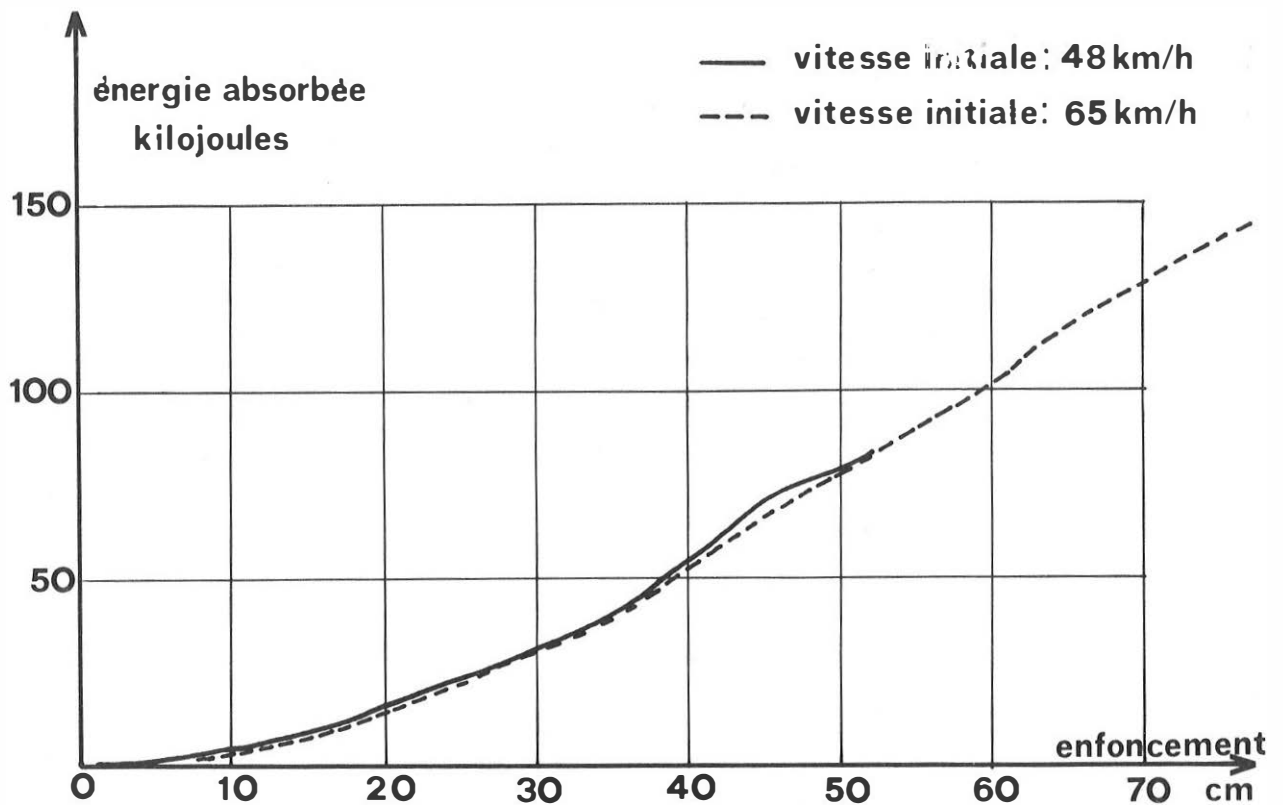


FIG 1: Renault 12 contre barrière fixe: Énergie absorbée en fonction de l'enfoncement

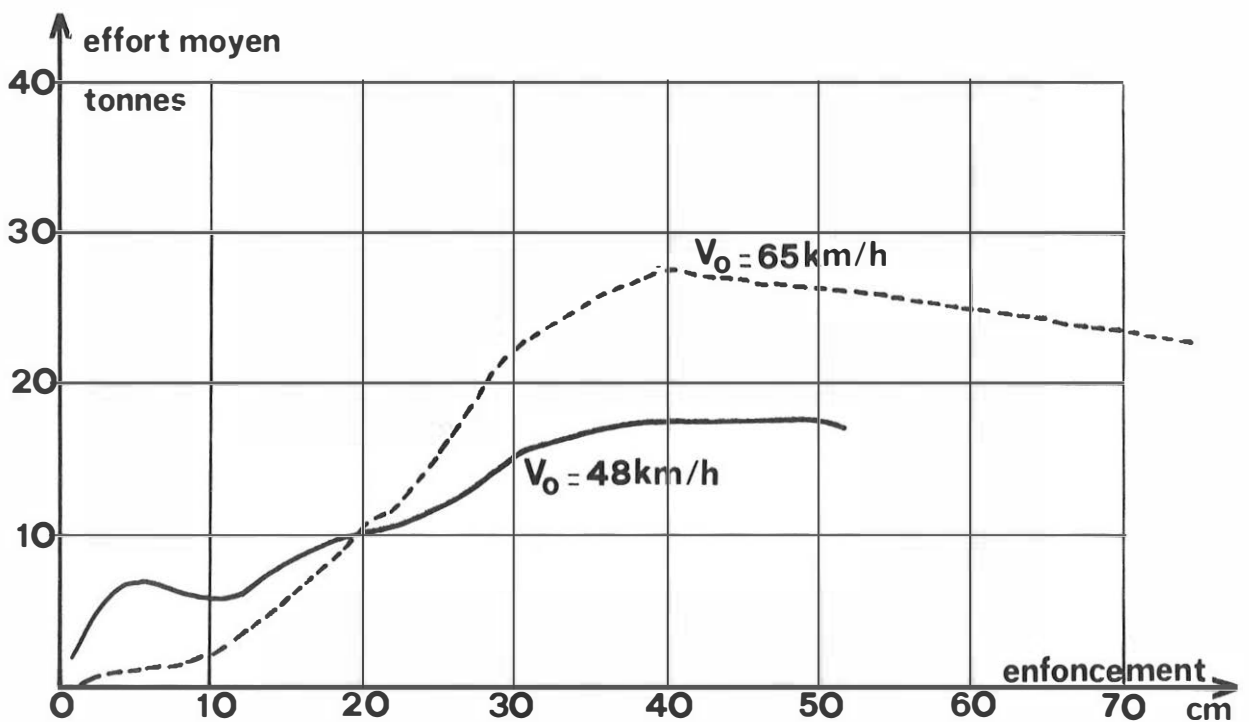
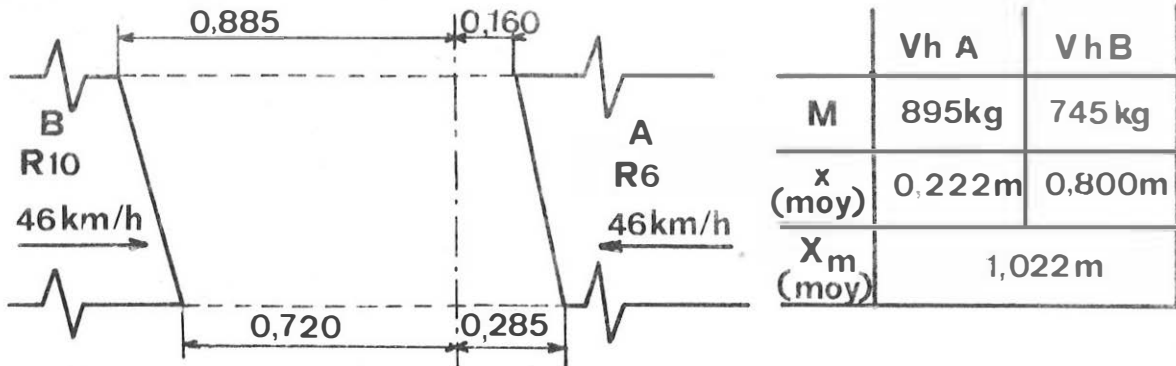


FIG 2: Renault 6 contre barrière fixe: Effort moyen en fonction de l'enfoncement

3 a: Deformations des vehicules après choc (V_r réelle = 92 km/h)



3b: Calcul de la vitesse relative par la méthode de l'effort moyen

Caracteristique $F(x)$ utilisée	Deformation du vehicule m	Valeur de \bar{F}_{AB} N	Valeur de X_m m	V_r km/h
Renault 6 48 km/h (fig.2)	0,222	105000	1,022	83
Renault 10 60km/h	0,800	130000	1,022	92
Renault 6 65 km/h (fig2)	0,222	116000	1,022	87,1

V_r moyen = 87,3

3c: Calcul de la variation de vitesse subie par les occupants

Renault 6 : $\Delta V_A = \frac{M_B}{M_A + M_B} V_r = 40 \text{ km/h}$

Renault 10 : $\Delta V_B = 47 \text{ km/h}$

FIG. 3: Analyse de la collision frontale axée Renault6 . Renault 10

4a

RENAULT10: Choc frontal
contre barrière fixe à 48km/h



4b

RENAULT 10: Collision frontale
axée contre RENAULT6 (V_r : 92 km/h)



4c

RENAULT6: Collision frontale axée
contre RENAULT 10 (V_r : 92 km/h)



4d

RENAULT6: Choc frontal
contre barrière fixe a 48km/h



FIG.4

5a

RENAULT 6: Choc frontal
contre barrière fixe à 48km/h



5b

RENAULT 6: Collision frontale axée
contre **RENAULT 12** ($V_r = 102\text{km/h}$)



5c

RENAULT 12: Collision frontale axée
contre **RENAULT 6** ($V_r : 102\text{ km/h}$)



5d

RENAULT 12: Choc frontal
contre barrière fixe à 48 km/h



FIG .5

B I B L I O G R A P H I E

- 1) G. GRIME et JS. JONES - Car collisions - The movements of cars and their occupants in accidents. The Institution of Mechanical Engineers Automobile Division - January 13th, 1970.
- 2) P. VENTRE (R.N.U.R.) - Programme d'études de l'Association Peugeot-Renault : Amélioration du comportement des véhicules en chocs frontaux. Présentation à la seconde conférence internationale ESV (Nov. 1971).
- 3) N.J. DELEYS - D.J. SEGAL - J.S. PATTEN - Underride/Override of automobile front structures in intervehicular collisions. Vol. 2 - Car to car head on impacts. C.A.L. - Doc. DOT HS 800 646 - December 1971.
- 4) P. VENTRE (R.N.U.R.) - Sécurité homogène pour un parc de véhicules hétérogènes - Présentation à la troisième conférence internationale ESV. Washington D.C. 30 mai/ 2 juin 1972
- 5) R.A. WOLF et al.. - Vehicle speed and rural automotive crash injury : Part. I : Estimated traveling speed and fatalities. C.A.L. Doc. DOT/HS 800 285 - January 1969
- 6) R. FARGO et al.. - Vehicle speed and rural automotive crash injury : Part. II : Estimated traveling speed and injuries in single vehicle frontal crashes - C.A.L. Doc. DOT/HS 800 286 - October 1969
- 7) C. BERLIOZ (ONSER) - Comparaison de l'agressivité de différents véhicules et de la sécurité qu'ils procurent. Présentation à la troisième conférence internationale ESV Washington D.C. 30 mai/2 juin 1972
- 8) C. PROST-DAME (R.N.U.R.) - Classement des sévérités de collision pour les occupants. Présentation à la quatrième conférence internationale ESV Kyoto mars 1973