

---

---

**Véhicules routiers — Mannequin  
anthropomorphe pour essai de choc latéral —**

**Partie 6 :**

Caractéristiques de réponse du bassin à un choc  
latéral permettant d'évaluer la biofidélité d'un  
mannequin

iTeh STANDARDS PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO/TR 9790-6:1989  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dcb4ca38-1ffa-4ef0-8376-646904dacc62/iso-tr-9790-6-1989>  
*Road vehicles — Anthropomorphic side impact dummy —  
Part 6 : Lateral pelvic impact response requirements to assess biofidelity of dummy*



## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

La tâche principale des comités techniques de l'ISO est d'élaborer les Normes internationales. Exceptionnellement, un comité technique peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1: lorsque, en dépit de maints efforts au sein d'un comité technique, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2: lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique et requiert une plus grande expérience;
- type 3: lorsqu'un comité technique a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales (ceci pouvant comprendre des informations sur l'état de la technique, par exemple).

La publication des rapports techniques dépend directement de l'acceptation du Conseil de l'ISO. Les rapports techniques des types 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques du type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données fournies ne soient plus jugées valables ou utiles.

L'ISO/TR 9790-6, rapport technique du type 3, a été élaboré par le comité technique ISO/TC 22, *Véhicules routiers*.

L'ISO/TR 9790 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Véhicules routiers — Mannequin anthropomorphe pour essai de choc latéral*:

- *Partie 1: Caractéristiques de réponse de la tête à un choc latéral permettant d'évaluer la biofidélité d'un mannequin*
- *Partie 2: Caractéristiques de réponse du cou à un choc latéral permettant d'évaluer la biofidélité d'un mannequin*
- *Partie 3: Caractéristiques de réponse du thorax à un choc latéral permettant d'évaluer la biofidélité d'un mannequin*
- *Partie 4: Caractéristiques de réponse de l'épaule à un choc latéral permettant d'évaluer la biofidélité d'un mannequin*
- *Partie 5: Caractéristiques de réponse de l'abdomen à un choc latéral permettant d'évaluer la biofidélité d'un mannequin*
- *Partie 6: Caractéristiques de réponse du bassin à un choc latéral permettant d'évaluer la biofidélité d'un mannequin*

# Véhicules routiers — Mannequin anthropomorphe pour essai de choc latéral —

## Partie 6 :

### Caractéristiques de réponse du bassin à un choc latéral permettant d'évaluer la biofidélité d'un mannequin

#### 1.0 INTRODUCTION

Les caractéristiques de réponse au choc présentées dans ce rapport, sont le résultat d'une évaluation critique des données recueillies au cours d'expérimentations et qui constituent aux dires des experts, la meilleure information disponible et la plus à jour.

Trois jeux de réponses caractéristiques à un choc latéral sur le bassin sont définis. La première caractéristique exigée se fonde sur les essais réalisés par l'ONSER (1, 2, 3)\* la deuxième sur des essais en chute libre réalisés sur des cadavres par l'Association Peugeot-Renault (4) et la troisième sur des essais réalisés avec chariot sur cadavres à l'Université de Heidelberg (5). Toutes les données recueillies sur cadavres sont normalisées avec la méthode décrite par M. MERTZ (6) de façon à être représentatives des réponses d'une personne adulte de sexe masculin au 50ème percentile.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dcb4ca38-1ffa-4ef0-8376-646904dae6c2/iso-tr-9790-6-1989>

#### 2.0 OBJET ET CHAMP D'APPLICATION

Ce rapport technique est l'un des six rapports d'une série décrivant les procédures de laboratoire qui conviennent à la validation biomécanique des mannequins d'essai de choc latéral.

Ce rapport technique a pour but de fournir des informations pour évaluer la biofidélité des caractéristiques de réponse du bassin d'un mannequin lors d'un choc latéral.

#### 3.0 REFERENCES

- ISO/DTR 9790-1 Véhicules routiers - Mannequin anthropomorphe pour essai de choc latéral - Caractéristiques de réponse de la tête à un choc latéral permettant d'évaluer la biofidélité du mannequin
- ISO/DTR 9790-2 Véhicules routiers - Mannequin anthropomorphe pour essai de choc latéral - Caractéristiques de réponse du cou à un choc latéral permettant d'évaluer la biofidélité du mannequin

\*Les numéros entre parenthèses renvoient aux références citées au paragraphe 7.0.

- ISO/DTR 9790-3 Véhicules routiers - Mannequin anthropomorphe pour essai de choc latéral - Caractéristiques de réponse du thorax à un choc latéral permettant d'évaluer la biofidélité du mannequin
- ISO/DTR 9790-4 Véhicules routiers - Mannequin anthropomorphe pour essai de choc latéral - Caractéristiques de réponse de l'épaule à un choc latéral permettant d'évaluer la biofidélité du mannequin
- ISO/DTR 9790-5 Véhicules routiers - Mannequin anthropomorphe pour essai de choc latéral - Caractéristiques de réponse de l'abdomen à un choc latéral permettant d'évaluer la biofidélité du mannequin

#### 4.0 CARACTERISTIQUE N° 1

##### 4.1 Données d'origine

Les chercheurs de l'ONSER ont étudié les réponses de 22 cadavres non embaumés soumis à des chocs latéraux sur le grand trochanter (1, 2, 3)\*. Un accéléromètre fixé à l'arrière du scrotum mesure l'accélération au niveau du bassin. Les cadavres non ceinturés sont assis sans support latéral et reçoivent des chocs à diverses vitesses transmis par un dispositif rigide ou rembourré. On mesure les efforts et les accélérations du dispositif de choc. Les données résultant des essais sont résumées en annexe A.

##### 4.2 Caractéristiques des efforts de crête exercés par le dispositif de choc

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dcb4ca38-1ffa-4ef0-8376-646904dae6c2/iso-tr-9790-6-1989>

Les efforts de crête exercés par le dispositif de choc ont été normalisés (voir Annexe A) avec la technique préconisée par M. MERTZ (6). Les efforts maximum normalisés sont portés sur la courbe de la figure 1 en fonction des vitesses de choc. Cette figure indique également le corridor de réponse proposé pour un dispositif de choc rigide de 17,3 kg venant frapper le corps dans la région du grand trochanter. L'effort maximum normalisé du dispositif de choc heurtant le mannequin à une vitesse située entre 6 m/s et 10 m/s doit se trouver à l'intérieur du corridor.

##### 4.3 Montage d'essai

Choisir un dispositif de choc de 17,3 kg ayant une surface d'impact rigide arrondie du bout ( $R = 600$  mm,  $r = 175$  mm). Positionner le mannequin pour essai de choc latéral de la manière indiquée à la figure 2 et régler le dispositif de choc de manière qu'il vienne heurter la région du grand trochanter à une vitesse comprise entre 6 m/s et 10 m/s.

##### 4.4 Instrumentation

Equiper le mannequin pour essai de choc latéral avec un appareil permettant de mesurer l'accélération du bassin. Prévoir également un moyen de mesurer l'effort exercé par le dispositif de choc. Filtrer les efforts et accélérations avec la classe de fréquence de 1000 de la norme SAE.

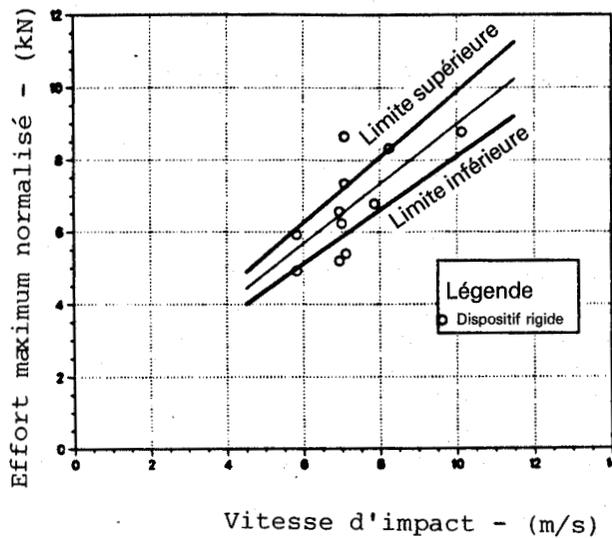


FIGURE 1 - COURBE DE DISPERSION DE LA VITESSE DE CHOC EN FONCTION DE L'EFFORT MAXIMUM NORMALISÉ.  
RELATION LINEAIRE ENTRE LA VITESSE DE CHOC ET L'EFFORT MAXIMUM NORMALISÉ ET CORRIDOR DE REPONSE PROPOSE POUR UN DISPOSITIF DE CHOC RIGIDE DE 17,3 KG VENANT HEURTER LA REGION DU GRAND TROCHANTER.

iteh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO/TR 9790-6:1989

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dcb4ca38-1ffa-4ef0-8376-646904dae6c2/iso-tr-9790-6-1989>

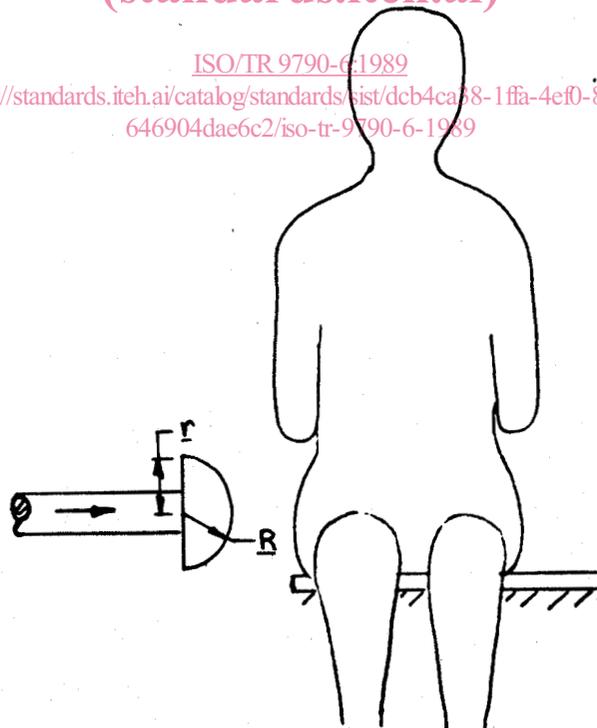


FIGURE 2 - CONFIGURATION DE L'ESSAI DE CHOC LATERAL SUR LE BASSIN

#### 4.5 Analyse des données

Déterminer l'impulsion par intégration de la courbe effort-temps.

La masse effective se définit comme suit :

$$M_e \left[ \int_0^T F dt \right] / (V_0) \quad 1)$$

où  $\int_0^T F dt$  est l'impulsion et  $V_0$  la vitesse lors du choc initial.

Le rapport des masses se définit comme suit :

$$R_m = 14,5 \text{ kg/Me} \quad 2)$$

Calculer la masse effective et le rapport des masses correspondant à chaque essai.

On suppose que le mannequin présente la même raideur de bassin que le sujet d'expérience normal.

Le rapport de raideur  $R_k$  est donc égal à 1.

Le facteur de normalisation de l'effort est donné par l'équation :

$$R_f = (R_m R_k)^{\frac{1}{2}} \quad 3)$$

Normaliser l'effort maximum en multipliant sa valeur par le facteur de normalisation correspondant.

Un mannequin ayant une caractéristique de réponse raisonnable aura une valeur effort maximum normalisée se situant dans le corridor de réponse proposé.

## 5.0 CARACTERISTIQUE N° 2

### 5.1 Données d'origine

Les chercheurs de l'Association Peugeot-Renault ont étudié la réponse de 26 cadavres non embaumés à des chutes libres sur le côté sur une surface rigide ou rembourrée (4). L'accélération du bassin est mesurée par un accéléromètre attaché au sacrum. Les surfaces d'impact sont placées de manière à heurter le bassin et le thorax. Les cadavres tombent d'une hauteur allant de 0,5 à 3,0 mètres. Les données d'essai sont résumées en Annexe B.

### 5.2 Caractéristiques de l'accélération maximum du bassin

Les valeurs d'accélération de crête du bassin ont été normalisées (voir Annexe B) avec la technique préconisée par M. MERTZ (6). Le tableau 1 donne les limites supérieures et inférieures des accélérations maximum normalisées au niveau du bassin pour chaque combinaison de hauteur de chute et de raideur de surface d'impact. L'accélération maximum normalisée du bassin du mannequin doit se trouver dans ces limites.

### 5.3 Montage d'essai

Suspendre le mannequin à la hauteur désirée au-dessus de la cible, plan sagittal horizontal. A l'aide d'un mécanisme à déclenchement rapide, s'assurer que le mannequin tombe librement. Réaliser les essais indiqués au tableau 1.

TABLEAU 1 - Limites de réponse pour l'accélération maximum normalisée du bassin

Hauteur de chute (m)	Surface d'impact*	Accélération maximum normalisée moyenne du bassin (G)	Limites de l'accélération maximum normalisée	
			Inférieure (G)	Supérieure (G)
0,5	Rigide	41	37	45
1,0	Rigide	70	63	77
2	Rembourrage APR	43	39	47
3	Rembourrage APR	53	48	58

\* Les caractéristiques du rembourrage APR sont données en Annexe D  
[ISO/TR 9790-6:1989](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dcb4ca38-1ffa-4ef0-8376-646904dae6c2/iso-tr-9790-6-1989)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dcb4ca38-1ffa-4ef0-8376-646904dae6c2/iso-tr-9790-6-1989>

### 5.4 Instrumentation

Equiper le mannequin d'un appareil mesurant l'accélération au niveau du sacrum. Prévoir les moyens de mesurer l'effort exercé par la surface d'impact sur le bassin. Filtrer les efforts et les accélérations suivant les exigences de la norme SAE pour les filtres de classe 1000.

### 5.5 Normalisation procédure

Le rapport de masse  $R_m$ , est calculé en utilisant l'équation suivante :

$$R_m = 76 \text{ Kg}/M_i$$

ou  $M_i$  est la masse totale du corps du mannequin. Il s'agit de la même relation que celle utilisée pour l'analyse des données mannequins indiquées en Annexe B

On suppose que le mannequin présente la même raideur de bassin que le sujet d'expérience normal.

Le rapport de raideur  $R_k$  est donc égal à 1.

Le facteur de normalisation de l'accélération est donné par l'équation :

$$R_a = (R_k)^{\frac{1}{2}} (R_m)^{-\frac{1}{2}} \quad 2)$$

Normaliser la valeur de l'accélération maximum en la multipliant par son facteur de normalisation.

Un mannequin ayant une caractéristique de réponse raisonnable aura une valeur d'accélération maximum normalisée se situant dans le corridor de réponse proposé.

## 6.0 CARACTERISTIQUE N° 3

### 6.1 Données d'origine

Les chercheurs de l'Université de Heidelberg ont réalisé deux séries d'essais sur chariot sur des cadavres non embaumés (5). Les chocs sur surface rigide interviennent à des vitesses de 23 km/h, 24 km/h et 32 km/h, les chocs sur surface rembourrée à 32 km/h. Dans les deux séries d'essais, on mesure l'accélération au niveau du bassin. L'effort de choc n'est mesuré que dans la seconde série d'essais. Les données des deux séries d'essai ont été fournies par la NHTSA qui a subventionné les études. Un résumé des données est fourni en Annexe C.

iTech STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

### 6.2 Caractéristiques de la réponse de crête

Les données d'accélération et d'effort de crête ont été normalisés (voir annexe C). Les données d'essais ayant des vitesses de choc similaires et des raideurs de surface de choc similaires ont été regroupés et l'on a calculé la moyenne des valeurs d'accélération maximum normalisée au niveau du bassin et d'effort maximum normalisé. Ces moyennes servent à définir les limites inférieure et supérieure raisonnables de ces paramètres. Les caractéristiques de réponse sont données au tableau 2, avec les conditions d'essai correspondantes.

TABLEAU 2 - Caractéristiques de réponse pour l'accélération maximum normalisée au niveau du bassin et l'effort de choc maximum normalisé.

Vitesse de Surface choc	Surface d'impact	Accélération maximum au niveau du bassin			Effort de choc maximum normalisé		
		Moyenne	Inférieure	Supérieure	Moyenne	Inférieure	Supérieure
(km/h)		(G)	(G)	(G)	(kN)	(kN)	(kN)
23,5	RIGIDE	70	63	77	7,1	6,4	7,8
32	RIGIDE	106	96	116	24,4	22,4	26,4
32	REMBOURREE APR	68	61	75	12,6	1,6	13,6

### 6.3 Montage d'essai

Un siège équipé d'un panneau latéral détecteur d'efforts est fixé à un chariot, en biais par rapport au sens de déplacement. Le bord supérieur du panneau latéral doit se trouver à 540 mm au-dessus du plan du siège. La surface du siège doit avoir un coefficient de frottement faible pour garantir que le mannequin opérera le mouvement de translation sur le siège sans tourner. Le mannequin doit être assis sur le siège à une distance suffisante du panneau latéral pour assurer que le chariot sera complètement arrêté avant le choc. Pour les essais avec rembourrage, fixer des blocs de mousse duréthane à alvéoles ouverts APR, de 140 mm X 140 mm sur les surfaces d'impact au niveau du thorax et du bassin. Les caractéristiques du rembourrage APR sont données en annexe D.

### 6.4 Instrumentation

Le mannequin doit être équipé d'un appareil mesurant l'accélération au niveau du bassin. Un capteur de charge à compensation par inertie doit être fixé sur le panneau latéral pour mesurer l'effort sur le bassin. Les mesures d'effort et d'accélération doivent satisfaire aux exigences de filtrage de la norme SAE pour la classe 1000. Les données doivent être filtrées en utilisant un filtre FIR de 100 Hz de manière à les comparer aux caractéristiques de réponse du tableau 2.

### 6.5 Procédure de normalisation

Le rapport de masse  $R_m$ , est calculé en utilisant l'équation suivante :

$$R_m = 76 \text{ Kg/Mi}$$

ISO/TR 9790-6:1989

1)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dcb4ca38-1ffa-4ef0-8376-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dcb4ca38-1ffa-4ef0-8376-646904d36c2/iso-tr-9790-6-1989)

ou  $M_i$  est la masse totale du corps du mannequin. Il s'agit de la même relation que celle utilisée pour l'analyse des données mannequin indiquées en Annexe C.

On suppose que le mannequin présente la même raideur de bassin que le sujet d'expérience normal.

Le rapport de raideur  $R_k$  est donc égal à 1.

Les facteurs de normalisation de l'effort et de l'accélération sont donnés par :

$$R_f = (R_m R_k)^{\frac{1}{2}} \quad 2)$$

$$R_a = (R_k)^{\frac{1}{2}} (R_m)^{-\frac{1}{2}} \quad 3)$$

Normaliser l'effort maximum en multipliant sa valeur par le facteur de normalisation correspondant. Normaliser la valeur de l'accélération maximum en la multipliant par son facteur de normalisation.

Un mannequin ayant une caractéristique de réponse raisonnable aura des valeurs d'effort maximum normalisé et d'accélération maximum normalisée se situant dans les limites de réponse proposées au tableau 2.

## 7.0 REFERENCES

1. Cesari, D., Ramet, M., and Clair, P., "Evaluation of Pelvic Fracture Tolerance in Side Impact", SAE 801306, Twenty-Fourth Stapp Car Crash Conference, Oct. 1980.
2. Cesari, D. and Ramet, M., "Pelvic Tolerance and Protection Criteria in Side Impact", SAE 821159, Twenty-Sixth Stapp Car Crash Conference, Oct. 1982.
3. Cesari, D., Ramet, M., and Bouquet, R., "Tolerance of Human Pelvis to Fracture and Proposed Pelvic Protection Criterion to be Measured on Side Impact Dummies", Ninth International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles, Nov. 1982.
4. Tarriere, C., Walfisch, G., Fayon, A., Rosey, J., Got, C., Patel, A., Delmas, A., "Synthesis of Human Tolerances Obtained from Lateral Impact Simulations", Seventh International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles, June 1979.
5. Kallieris, D., Mattern, R., Schmidt, G., and Eppinger, R., "Quantification of Side Impact Responses and Injuries", SAE 811008, Twenty-Fifth Stapp Car Crash Conference, Sept. 1981.
6. Mertz, H.J., "A Procedure for Normalizing Impact Response Data", SAE 840884, Warrendale, PA, May 1984.

ISO/TR 9790-6:1989

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dcb4ca38-1ffa-4ef0-8376-646904dae6c2/iso-tr-9790-6-1989>

## ANNEXE A

## ANALYSE DES DONNEES DE L'ONSER SUR LE CHOC LATERAL SUR LE BASSIN

La présente annexe décrit comment sont appliquées les techniques de normalisation de MERTZ (6) aux données d'essai de choc latéral sur le bassin fourni par l'ONSER (1,2, 3).

## A.1 Données d'origine

Les chercheurs de l'ONSER ont étudié la réponse de 22 cadavres non embaumés à des chocs latéraux sur le grand trochanter. Les déformations au niveau du bassin sont mesurées par trois jauges de contrainte placées sur la face interne de la crête iliaque et une jauge de contrainte placée sur la soudure de l'ilion et du pubis (3). L'accélération du bassin est mesurée par un accéléromètre attaché à l'arrière du sacrum. Les cadavres non ceintures sont assis sans appui latéral de la façon indiquée à la figure 1. Des chocs latéraux sont imprimés à des vitesses connues par un dispositif de choc rigide ou rembourré de 17,3 kg. La surface d'impact du dispositif de choc rigide est un segment de sphère ( $R = 600$  mm,  $r = 175$  mm). La surface rembourrée est constituée par un bloc de polyuréthane. On mesure les efforts et les accélérations du dispositif de choc. Chaque cadavre est heurté à vitesses croissantes jusqu'à fracture du bassin, diagnostiquée à la radio ou par examen externe (2).

La masse et la hauteur des cadavres heurtés par le dispositif de choc rigide sont résumées au tableau 1. Sont également donnés, la vitesse de choc, l'effort maximum et l'impulsion du premier choc sur chaque cadavre.

## A.2 Données normalisées

Lorsque l'impulsion est dirigée dans le plan horizontal, MERTZ (6) définit la masse effective comme étant :

$$M_e = \left[ \int_0^T F dt \right] / (\Delta V) \quad 1)$$

où  $\int_0^T F dt$  est l'impulsion et  $\Delta V$  la variation de vitesse.

On a pris la vitesse d'impact comme estimation de la variation de vitesse, car on ne disposait pas de données pour la calculer. La masse effective et le pourcentage de la masse du corps correspondant au premier choc sur chaque cadavre figurent au tableau 1. Le pourcentage moyen de la masse du corps est 19,1 %.

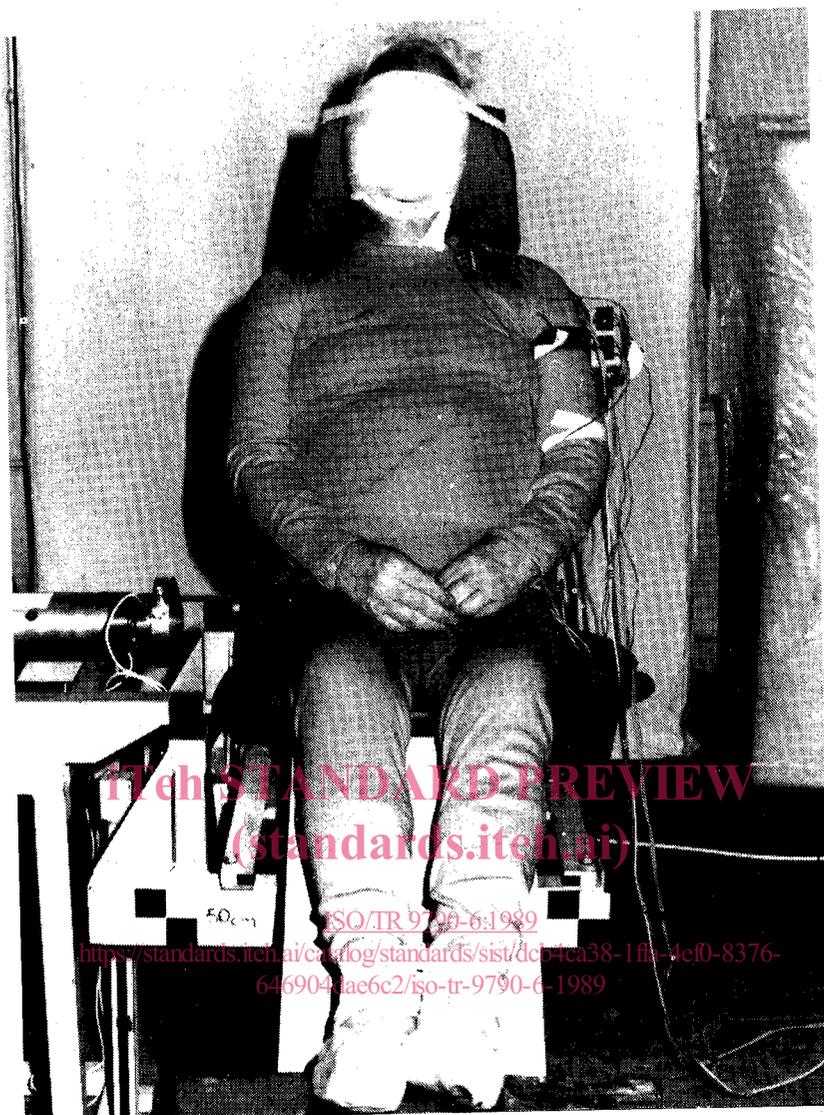


FIGURE 1 - CONFIGURATION DE L'ESSAI DE CHOC LATERAL SUR LE BASSIN (2).