

MOYENS D'ESSAIS AUX CHOCS

M. Pouard

Département d'Etudes Mécaniques et Thermiques
CEA Saclay

Dans le cadre des essais mécaniques et pour répondre aux différentes demandes d'essais, le laboratoire T.C.R. (Transport Conditionnement et Retraitement) du service SYSTEME s'est doté d'installations d'essais.

Ces installations lui permettent d'effectuer des essais de tenue aux chocs, principalement au niveau de la Sûreté sur des :

- composants de centrale Nucléaire
- maquettes de châteaux de transports d'éléments combustibles
- emballages de transports de substances radioactives etc...

Elles comprennent : UNE TOUR D'ESSAIS DE CHUTES
UNE CATAPULTE

1. TOUR D'ESSAIS DE CHUTE

1.1. Caractéristiques

Cette installation est actuellement limitée à une énergie de 235000 joules. La hauteur disponible sous crochet est de 19 m. Le treuil équipant l'installation a une capacité maximum de 5000 daN. Le massif de réception a un poids total de 182 T. (Photo n°1).

1.2. Conception et réalisation

La réalisation de cette installation a été menée de la façon suivante :

- étude de sols et fondation
- étude de la maçonnerie
- réalisation des pieux en béton armé
- réalisation de l'ensemble des travaux de maçonnerie (massif de réception, mur de protection et annexes)
- étude et construction mécanique (tour-plaques de réception, guidage, (Photo n°2).

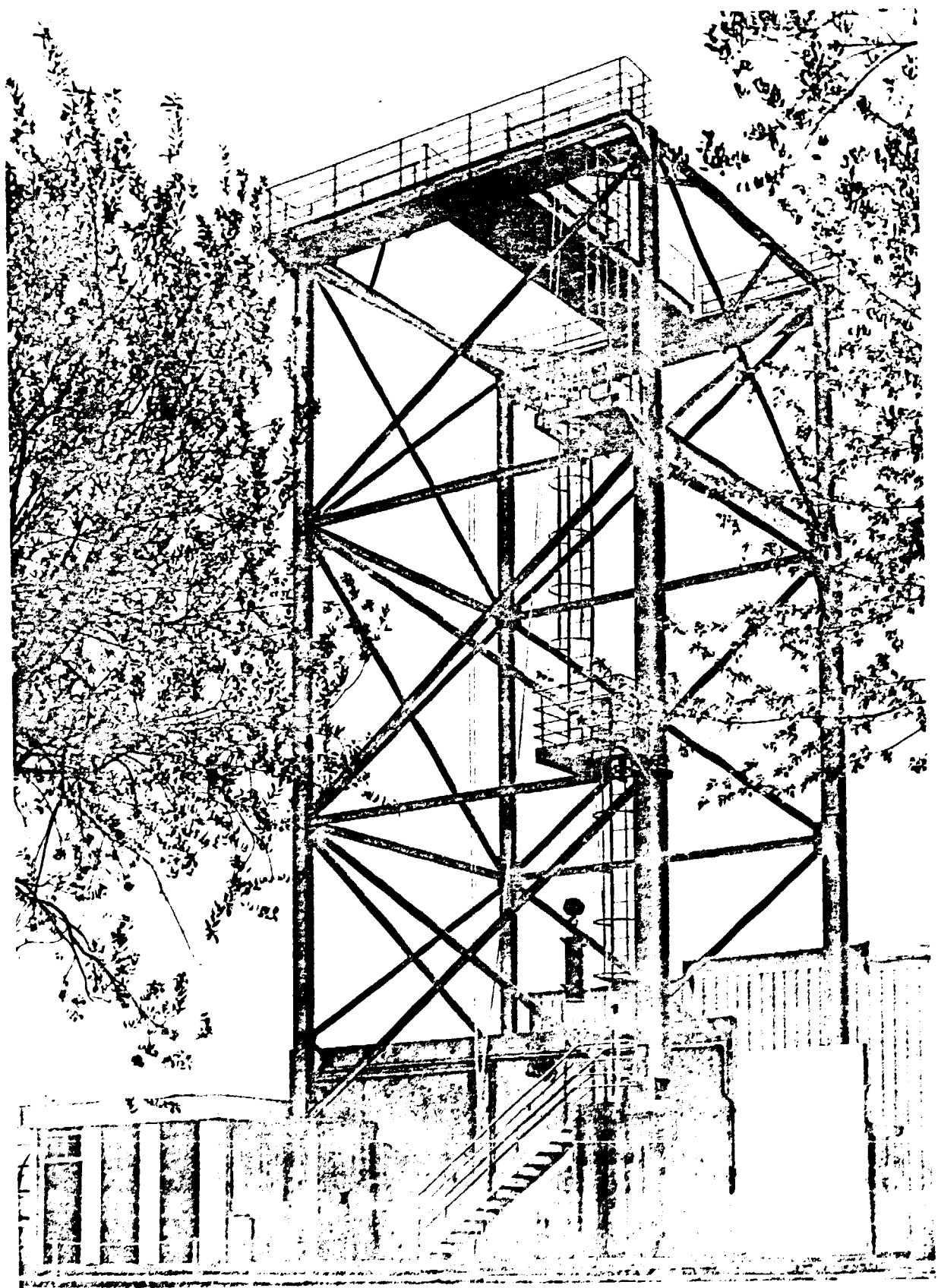
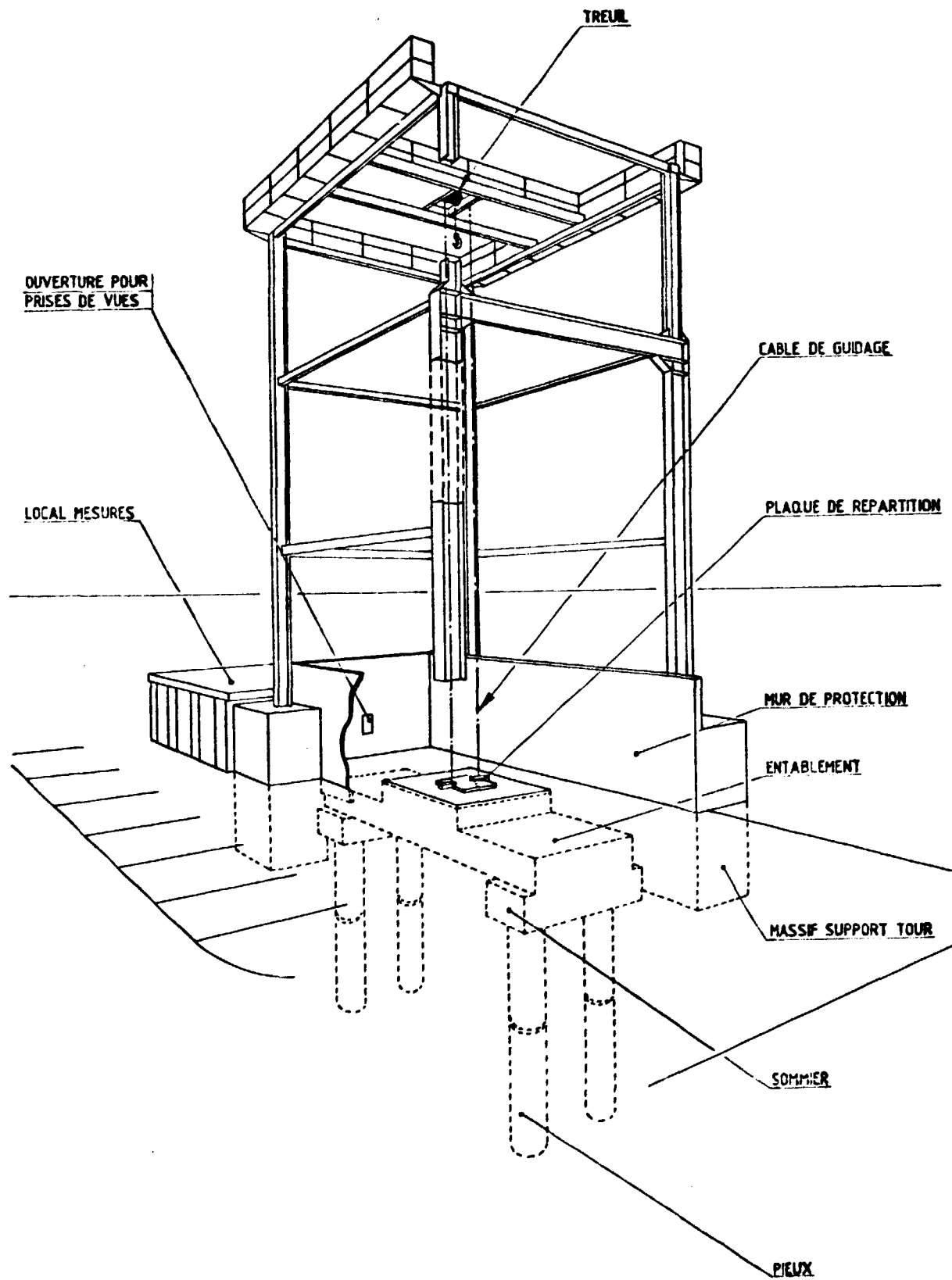


Photo n° 1
Vue générale Tour d'essais de chutes



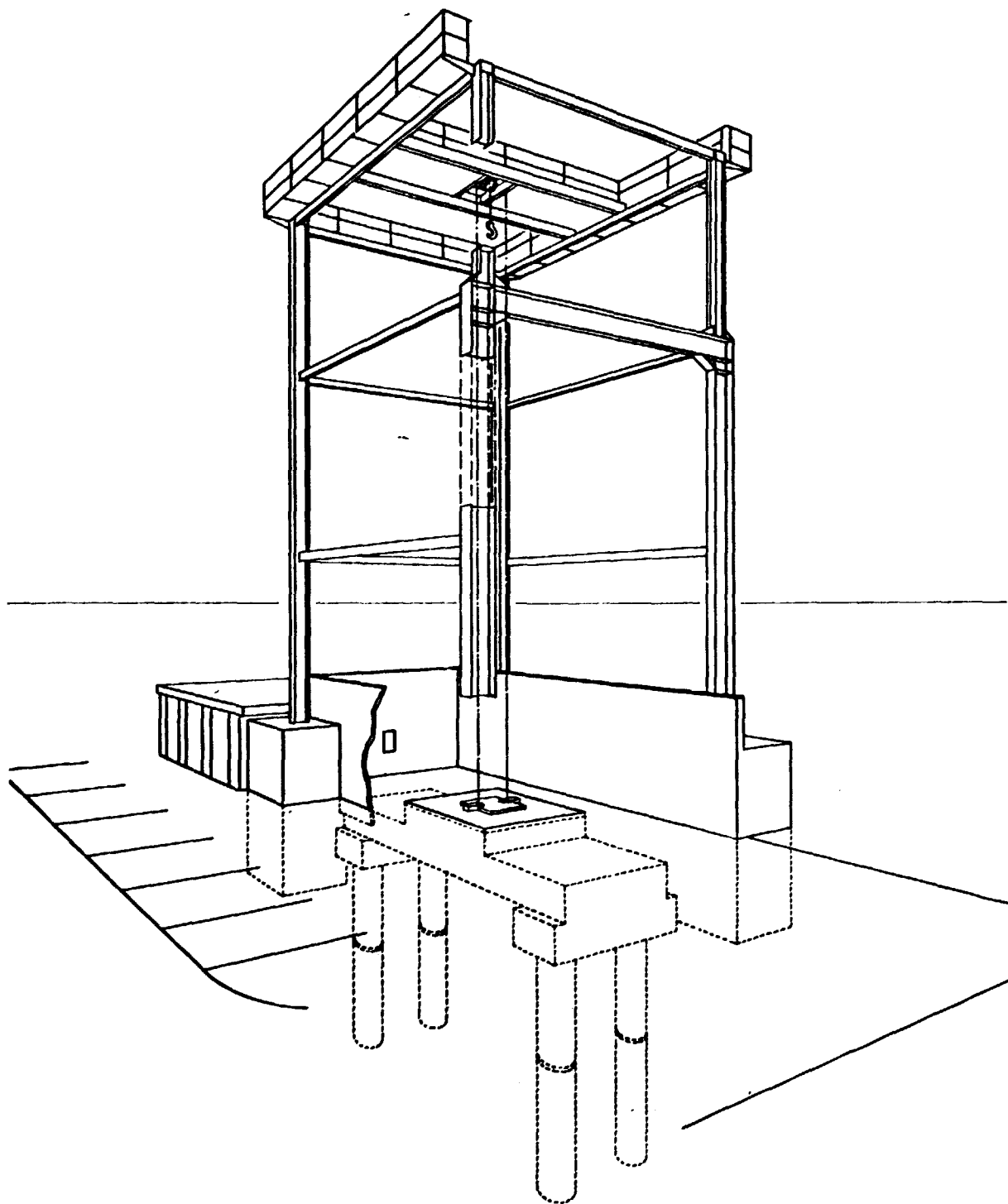


Photo n° 2
Conception

L'ensemble de cette installation a été décomposé en trois parties :

1.2.1. Maçonnerie comprenant :

- L'ensemble du massif de réception
- Massifs support de la tour
- Mur de protection

1.2.2. Construction métallique

- Tour
- Guidage
- Treuil

1.2.3. Annexe . Mesures

1.2.1. Maçonnerie

Le massif de réception d'un poids total de 182T est constitué par quatre éléments :

- a. Les pieux
- b. Les sommiers
- c. L'entablement
- d. Les plaques de répartition

a. Les pieux

Suite aux examens effectués lors des forages pour les sondages pressiométriques du terrain, il est apparu que le sol était très hétérogène avec présence d'eau, il a donc été nécessaire pour assurer une bonne tenue du massif dans le temps et d'éviter son basculement de réaliser quatre pieux en béton armé : ces pieux d'un diamètre de 0,80m d'une profondeur de 14m viennent prendre assise dans la couche de sable.

b. Les sommiers

Deux sommiers en béton armé de 3,50 x 1,20 x 1,00m relient deux par deux dans le sens de la largeur les têtes de pieux. Ces sommiers ont pour but de servir de base à l'entablement.

c. Entablement

L'entablement d'une surface de 7,70 x 3,00m est réalisé en béton fortement armé, il est ancré sur les deux sommiers. L'épaisseur de l'entablement est variable : 1,00m aux extrémités 1,70m au centre sur une surface de 3,00 x 3,00m, qui est l'emplacement réservé aux plaques de répartition.

d. Plaques de répartition

Trois plaques de répartition sont fixées sur le massif. La première plaque est fixée par l'intermédiaire de tirants vissés, repris sur le ferrailage. L'injection d'un béton sans retrait assure un bon contact de l'ensemble. Cette plaque d'une surface de 3,00 x 3,00m d'une épaisseur de 50mm est percée et taraudée permettant la fixation des autres plaques, son rôle est d'assurer une bonne base de référence pour le montage des autres éléments. La deuxième plaque de même dimension que la précédente, est usinée afin de permettre la fixation

des différents montages nécessaires aux essais. Elle peut être facilement démontée pour subir des modifications. La troisième de dimension plus petite 1,00 x 1,00m épaisseur 50mm pouvant être détériorée lors des essais, est considérée comme consommable.

Massifs supports de la tour

Quatre massifs en béton armé d'une hauteur totale de 5,50m dont 2,50m hors sol et une surface de 2,05 x 1,80m, servent de supports et d'ancrage à la tour métallique. Une longrine périphérique en béton armé de 1,00 x 0,50m relie à leur base les quatre massifs entre eux.

Mur de protection

Un mur de protection en béton armé vibré de 4,00m de hauteur d'une épaisseur de 200mm, assure la protection de l'environnement contre tous les projectiles. Une meurtrière aménagée côté local de mesure permet l'observation ainsi que les prises de vues effectuées au cours du déroulement de l'essai.

1.2.2. Construction métallique

Tour métallique :

D'une capacité de 5 T, d'une hauteur de 17,50m, cette tour repose sur les quatre massifs en béton armé, libérant ainsi une hauteur totale sous crochet de 19,00m.

Entièrement démontable, elle est constituée de quatre poteaux métalliques en profilé H reliés entre eux par des croix de Saint André pour assurer le contreventement.

Sur le côté Ouest, côté opposé au local de mesure, une ouverture d'une hauteur libre de 11,00m permet l'accès de spécimens volumineux. L'empiètement au sol de la tour est de 7,50 x 6,85m.

Une échelle à crinoline avec paliers intermédiaires, permet l'accès à la passerelle supérieure où se trouve le treuil, pour les contrôles et vérifications périodiques.

Guidage

Le guidage de la masse chutante est assuré par deux câbles en acier galvanisé de 12mm de diamètre, disposés parallèlement à l'axe de chute, l'entraxe entre les deux câbles est de 900mm.

En partie haute la fixation des câbles est effectuée sous la plateforme support du treuil. En partie basse, deux dispositifs fixés sur la plaque de répartition assurent le positionnement et la tension des câbles.

Treuil

- Marque UNELEC
- Type NE 22 S.U.L. 8 P.P.
- Tension d'alimentation Tri/380V/50Hz
- Commande par boîtier fixe en 48V
- Capacité 5000 daN
- Deux vitesses de levage : 3 m/mm
12 m/mm.

1.2.3. Annexe mesures

Ce local accolé au mur côté Est de la tour d'essai de chute, a été construit par la société "ALGECO".

Il est réalisé pour l'ensemble des murs périphériques à partir d'éléments préfabriqués, constitués par des panneaux sandwich à parements métalliques et âme en mousse rigide (voir procès verbal de classement). Il offre une surface de 9,30 x 4,75m, soit environ 44m².

Dans ce local se trouve rassemblé, l'ensemble du matériel nécessaire à l'exploitation des essais, mesures physiques et visualisation :

- chaîne d'accélérométries
- enregistreur magnétique
- oscilloscope
- chaîne de mesure de la vitesse
- caméra de mesure de position
- caméra de prises de vues rapides
- caméra de surveillance
- commande de largage
- alimentation des projecteurs, etc...

La tour d'essais de chute ne répondant pas toujours aux critères d'essais, nous avons été amenés à étudier une catapulte permettant de couvrir un éventail plus important de vitesse de chute, et de se libérer du guidage sur une grande hauteur. Son étude a été menée avec le concours de la Société "SEREME". Le choix a été arrêté sur un dispositif à énergie pneumatique. Ce dispositif nous a également permis de réduire considérablement les longueurs de câbles de liaisons de mesures ceci afin de limiter le fouettement de ces derniers lors des chutes de grandes hauteurs.

2. CATAPULTE (Photo n°3)

2.1. Caractéristiques

Ce dispositif est constitué par : un portique métallique qui offre la possibilité de recevoir successivement deux vérins de propulsions.

Le premier vérin est capable de propulser une masse de 150 kg à une vitesse de 3 à 15 m/s sur une course de 320mm.

Le deuxième vérin est capable de propulser une masse de 100 kg à une vitesse = 3 à 26 m/s sur une course de 600mm.

Ces systèmes comprennent chacun :

- un vérin pour la mise en vitesse
- un dispositif de verrouillage du vérin en position haute
- un système d'accrochage des spécimens d'essais.

2.2. Principe de fonctionnement

Les deux dispositifs de propulsion ont été réalisés sur le même principe.

Ils sont constitués chacun d'un vérin de diamètre de 305mm associé à deux réservoirs de 75 litres. La détente de l'air sous pression dans les réservoirs propulse le piston. La vitesse désirée est atteinte sous accélération constante sur la longueur de la course de piston.

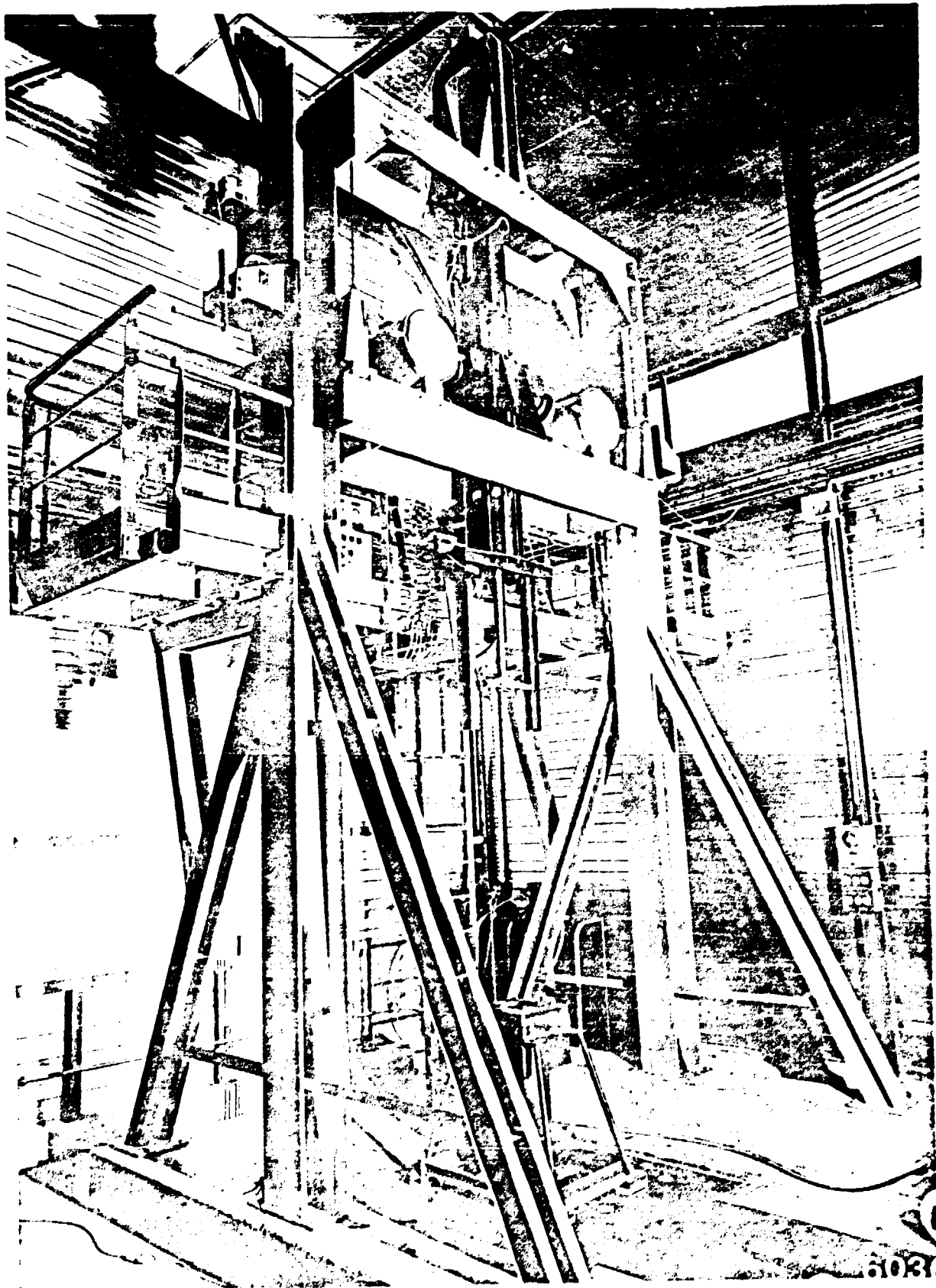


Photo n° 3
Ensemble catapulte

$$v = \sqrt{2 \gamma l}$$

Soit pour le premier vérin :

$$v = 15 \text{ m/s}$$

$$\gamma = 350 \text{ m/s}^2$$

$$l = 0,32$$

et pour le deuxième vérin :

$$v = 26 \text{ m/s}$$

$$\gamma = 564 \text{ m/s}^2$$

$$l = 0,6$$

2.3. Fonctionnement

a. Accrochage

Le piston du vérin étant en position basse, le spécimen est alors rendu solidaire du dispositif d'accrochage par un treuil prévu pour permettre la mise en place en position haute de l'ensemble mobile du vérin. Le déplacement de la tige du piston entraîne la mise en mouvement de deux biellettes diamétralement opposées.

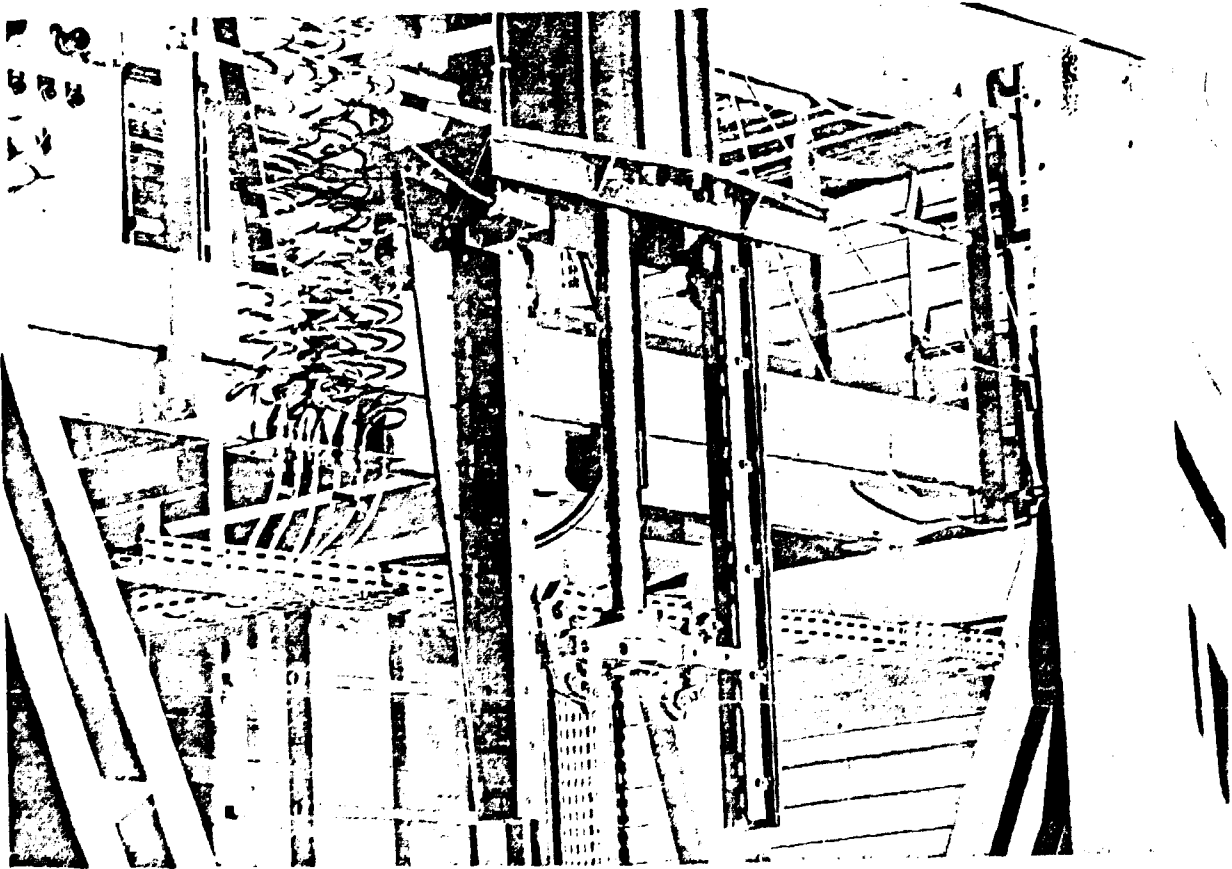


Photo n° 4

Système d'accrochage

Ces biellettes actionnent deux poussoirs qui prennent appui sur une pièce de préhension, fixée mécaniquement sur la pièce à tester (photo n° 4).

L'ensemble mobile vérin et spécimen est alors verrouillé par l'intermédiaire d'une gachette elle-même commandée par un dispositif pneumatique.

b. Essai

Le tir, après mise en pression des ballons et contrôle de l'ensemble de la chaîne de sécurité, peut être effectué :

La chaîne de sécurité interdit tout fonctionnement intempestif en cas de non respect des consignes de fonctionnement.

L'ensemble des mesures et des commandes sont assurées à distance dans le même local que la tour d'essai de chute.

Parmi les essais déjà réalisés citons :

- la simulation de la chute de 9m d'un étui dans une alvéole d'emballage avec un jeu diamétral de 2mm,
- la simulation de la chute d'un élément combustible de réacteur nucléaire au fond de son canal (hauteur 29m).