

*Collection de notes internes  
de la Direction  
des Etudes et Recherches*



FR9800213

**METHODE D'EVALUATION DE L'INSTRUMENTATION DU  
SYSTEME DE DETECTION DES CORPS ERRANTS DANS LE  
CIRCUIT PRIMAIRE DES REACTEURS PWR FRANÇAIS**

***METHOD FOR EVALUATING THE SYSTEM  
INSTRUMENTATION FOR LOOSE PART DETECTION IN  
THE PRIMARY COOLING CIRCUIT OF FRENCH PWRs***

**EDF**

Electricité  
de France

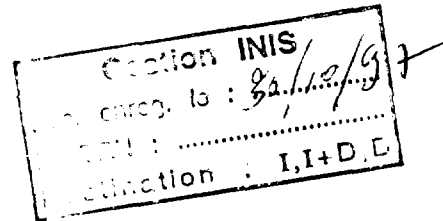
29 - 30

**EDF**

**Direction des Etudes et Recherches**

**Electricité  
de France**

**SERVICE ENSEMBLES DE PRODUCTION  
Département Surveillance Diagnostic Maintenance**



Mai 1995

GERARDIN J.P.  
DONNETTE J.E.

**METHODE D'EVALUATION DE  
L'INSTRUMENTATION DU SYSTEME DE  
DETECTION DES CORPS ERRANTS DANS LE  
CIRCUIT PRIMAIRE DES REACTEURS PWR  
FRANÇAIS**

***METHOD FOR EVALUATING THE SYSTEM  
INSTRUMENTATION FOR LOOSE PART  
DETECTION IN THE PRIMARY COOLING  
CIRCUIT OF FRENCH PWRs***

Pages : 20

96NB00012

Diffusion : J.-M. Lecœuvre  
EDF-DER  
Service IPN. Département SID  
1, avenue du Général-de-Gaulle  
92141 Clamart Cedex

© Copyright EDF 1996

ISSN 1161-0611

## **SYNTHÈSE :**

Le système de détection des corps errants a pour fonctions de déclencher une alarme à bon escient, de localiser, de fournir des indications sur la nature du corps errant et les dégâts qu'il pourrait provoquer.

Il est donc indispensable de disposer d'une instrumentation performante, à commencer par les capteurs dont nous devons connaître la réponse à des chocs mécaniques produits dans les zones naturelles de piégeage (cuve et boîte à eau chaude des générateurs de vapeur).

Dans ce but, nous avons produit une série de chocs calibrés en masse et énergie en 45 points du circuit primaire d'une tranche en phase de démarrage.

Cet essai a permis de mieux connaître les relations existantes entre le signal des capteurs et les divers paramètres du choc comme la vitesse de l'impact ou la masse du corps errant.

La connaissance de ces paramètres a débouché sur la mise au point d'une méthode d'évaluation de la limite de détection des capteurs en fonction de leurs caractéristiques de montage.

Version française p. 2

J.P. GERARDIN  
J.E. DONNETTE : DEPT-Département Maintenance

## EXECUTIVE SUMMARY :

The purpose of the loose part detection system is to trigger an alarm whenever it is warranted, to localize, and to provide information on the type of loose part involved and the damages it may provoke.

It is therefore indispensable to have efficient instrumentation, beginning with the sensors which must provide us with a response to all mechanical impacts in natural trapping areas (reactor vessel and steam generator water box).

~~To this end, we generated~~ <sup>(have been generated)</sup> A series of mass- and energy-calibrated impacts on 45 points in the primary cooling system of a nuclear plant unit in the startup phase.

This test provided insights into the relationship between sensor signals and various impact parameters such as velocity of impact or loose part mass.

Once these parameters were known, it was possible to define a method for evaluating the detection threshold of sensors depending on the way they are mounted.

English version p. 10

# Sommaire

1.	INTRODUCTION.....	2
2.	LE SYSTÈME DE DÉTECTION DES CORPS ERRANTS .....	2
3.	MÉTHODE D'ÉVALUATION DE LA SENSIBILITÉ DES CAPTEURS .....	2
3.1.	RÉPONSE DES CAPTEURS EN FONCTION DE LA POSITION DU CHOC.....	3
3.2.	RÉPONSE DES CAPTEURS EN FONCTION DE LA MASSE DU CORPS ERRANT .....	4
3.3.	RÉPONSE DES CAPTEURS EN FONCTION DE L'ÉNERGIE DU CHOC .....	5
3.4.	RÉPONSE DES CAPTEURS EN FONCTION DE LA VITESSE DU CORPS ERRANT .....	6
4.	APPLICATION DE LA MÉTHODE À L'AMÉLIORATION DE L'INSTRUMENTATION EXISTANTE.....	6
4.1.	ACCROISSEMENT DE LA SENSIBILITÉ DES CAPTEURS DE FOND DE GV DES PALIERS 1300 MW .....	7
4.2.	AMÉLIORATION DE LA SENSIBILITÉ PAR FILTRAGE DU SIGNAL .....	8
5.	AUTRES RENSEIGNEMENTS TIRÉS DE L'ESSAI.....	9
1.	INTRODUCTION.....	10
2.	THE LOOSE PART DETECTION SYSTEM .....	10
3.	METHOD FOR EVALUATING SENSOR SENSITIVITY .....	10
3.1	SENSOR RESPONSE AS A FUNCTION OF THE LOCATION OF IMPACT .....	11
3.2	SENSOR RESPONSE AS A FUNCTION OF LOOSE PART MASS .....	12
3.3	SENSOR RESPONSE AS A FUNCTION OF IMPACT ENERGY .....	13
3.4	SENSOR RESPONSE AS A FUNCTION OF LOOSE PART VELOCITY .....	14
4.	APPLICATION OF THE METHOD TO IMPROVE EXISTING INSTRUMENTATION .....	14
4.1	INCREASED SENSOR SENSITIVITY IN THE BOTTOM OF THE SG IN THE 1300-MW PLANT SERIES.....	15
4.2	IMPROVED SENSITIVITY BY MEANS OF FILTERED SIGNALS .....	16
5.	OTHER CONCLUSIONS.....	17

## 1. INTRODUCTION

La détection des corps errants dans le circuit primaire des tranches nucléaires à eau pressurisée (REP) est effectuée par le système de surveillance "KIR". Ce système utilise les signaux délivrés par des accéléromètres placés en différents points de la cuve et des générateurs de vapeur (GV).

Il a pour fonctions de déclencher une alarme à bon escient et de localiser la zone où se produisent les impacts.

Mais les exploitants attendent du système, au-delà de la simple détection, des renseignements leur permettant de prendre la décision d'arrêter la tranche ou non. Ainsi, le but ultime du système est de permettre l'évaluation des risques de dégradation des structures. Pour cela, il est intéressant de disposer d'un maximum d'informations sur la relation entre les caractéristiques des signaux perçus par les capteurs et la nature du corps errant.

C'est dans ce but que nous avons réalisé une importante campagne de mesures sur le site de Golfech 2. Le choix de cette centrale, en démarrage à l'époque, a été dicté par la nécessité de pénétrer dans la cuve et dans la boîte à eau d'un générateur de vapeur pour y produire une série de chocs mécaniques en 45 points du circuit primaire.

Pour cela, deux moyens ont été utilisés : un marteau de chocs et quatre sphères de 25, 50, 100 et 200 g montées en pendule. Les chocs ont été produits avec 3 niveaux d'énergie : 0,1 0,3 et 0,5 J. Les essais ont donné lieu à l'enregistrement de plus de 200 séries de 5 chocs dont le dépouillement a permis de mieux comprendre les relations entre un choc mécanique sur les structures et le signal des capteurs. Des renseignements très utiles à cette étude ont été recueillis. Ils concernent la réponse des capteurs en fonction de la masse, de l'énergie ou de l'éloignement du choc.

Ainsi, nous avons pu construire une méthode graphique permettant d'évaluer l'efficacité d'un capteur en terme de "masse minimale détectable".

## 2. LE SYSTÈME DE DÉTECTION DES CORPS ERRANTS

Sur les réacteurs à eau pressurisée français, le système de détection des corps errants est constitué par un réseau d'accéléromètres (quatre sur la cuve et trois par GV), reliés à un tiroir de traitement.

Le système engendre une alarme dès l'apparition de chocs répétés sur le circuit primaire. La détection de ces chocs est fondée sur des critères de franchissement de seuil par les transitoires du signal.

Dans le but d'obtenir la meilleure sensibilité sans déclenchement intempestif, le seuil de détection est fixé dynamiquement à "k" fois la valeur efficace du bruit de fond. Dans la pratique, la valeur du coefficient k est réglée entre 8 et 12.

Le système enregistre un événement lorsque plusieurs capteurs détectent un transitoire dans un délai de temps compatible avec la vitesse de propagation du son dans les structures.

Une alarme est déclenchée lorsque ces événements se reproduisent à une fréquence dépassant un seuil de consigne (en standard : 5 événements en moins de 30 secondes)

## 3. MÉTHODE D'ÉVALUATION DE LA SENSIBILITÉ DES CAPTEURS

L'objectif d'évaluer les performances du système de détection existant nous a conduit à réaliser notre étude sur des signaux obtenus avec l'instrumentation de la tranche.

Plusieurs capteurs d'essais, fixés provisoirement sur les structures, nous ont apporté les informations complémentaires nécessaires à notre analyse.

Nous définissons le seuil de sensibilité du système comme étant le plus faible impact susceptible de déclencher une alarme par le système. Or, ce déclenchement repose, en premier critère, sur le franchissement d'une valeur de consigne par le signal instantané (facteur de crête).

Notre analyse utilisera donc le facteur de crête (rapport entre l'amplitude crête du choc et la valeur efficace du bruit de fonctionnement de la tranche), plus représentatif que la valeur absolue de l'amplitude du choc.

La valeur efficace du bruit de fond nécessaire au calcul du facteur de crête a été mesurée sur les mêmes capteurs après la mise en service de la tranche aux conditions nominales de pression et de température.

### 3.1. RÉPONSE DES CAPTEURS EN FONCTION DE LA POSITION DU CHOC

Cette représentation permet l'étude de la relation entre l'amplitude du signal des capteurs et la distance au point d'impact en champ proche (à l'intérieur de la cuve ou de la boîte à eau du GV).

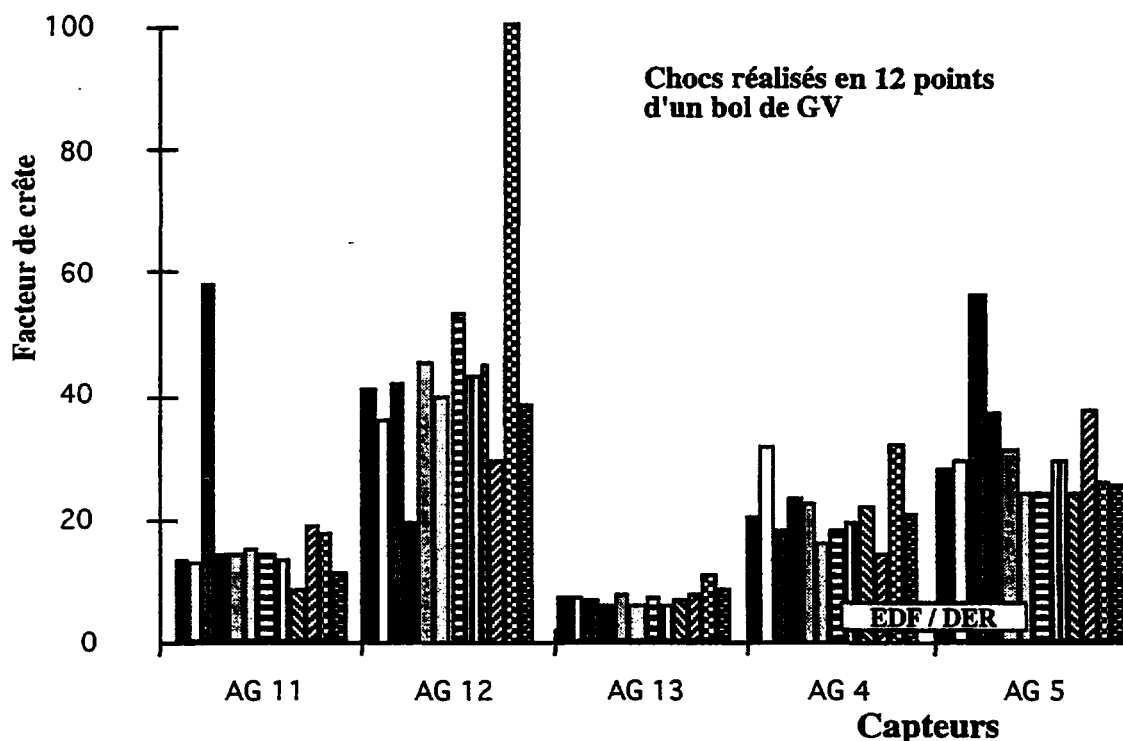
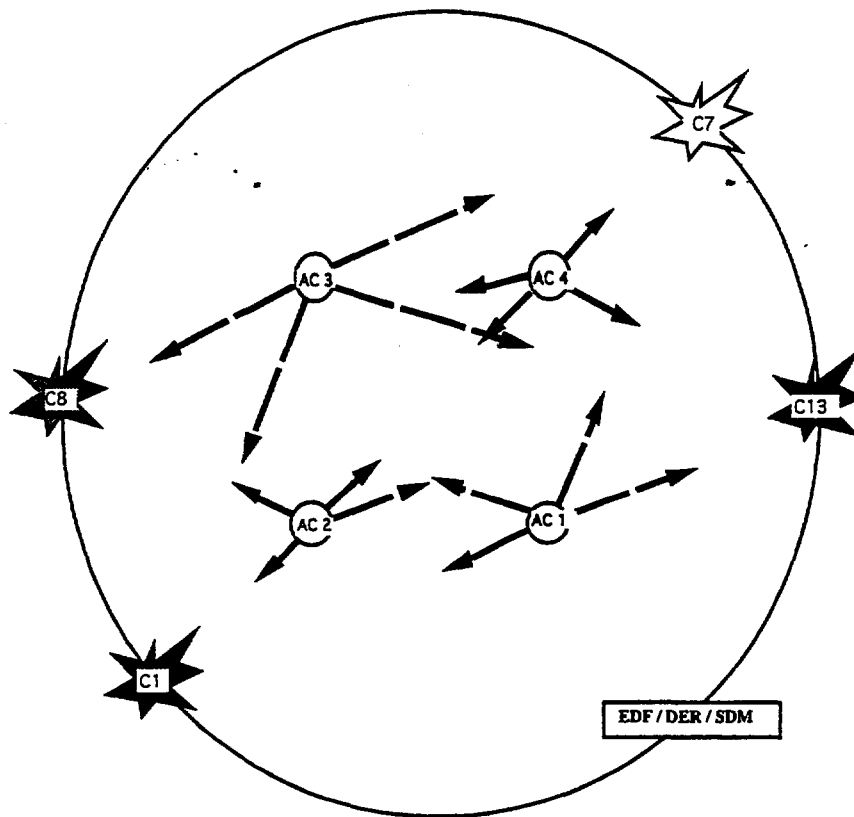


Figure 1 : Comparaison des facteurs de crête relevés sur cinq capteurs installés sur un GV pour des chocs produits à l'intérieur du bol côté branche chaude.

Les figures 1 et 2 montrent que le niveau du signal n'est pas très représentatif de la distance impact / capteur. Sur la figure 1, les seuls points qui émergent significativement correspondent à des chocs produits à proximité immédiate du capteur (moins d'un mètre).



**Figure 2 :** Sur ce schéma, des vecteurs proportionnels aux facteurs de crête relevés sur les capteurs de fond de cuve sont orientés vers le point d'impact de périphérie auxquels ils correspondent.

La figure 2 représente les niveaux de perception des chocs par des vecteurs dirigés vers le point d'impact.

Ce qui montre que pour un capteur, le niveau de signal le plus élevé n'est pas nécessairement issu du point d'impact le plus proche.

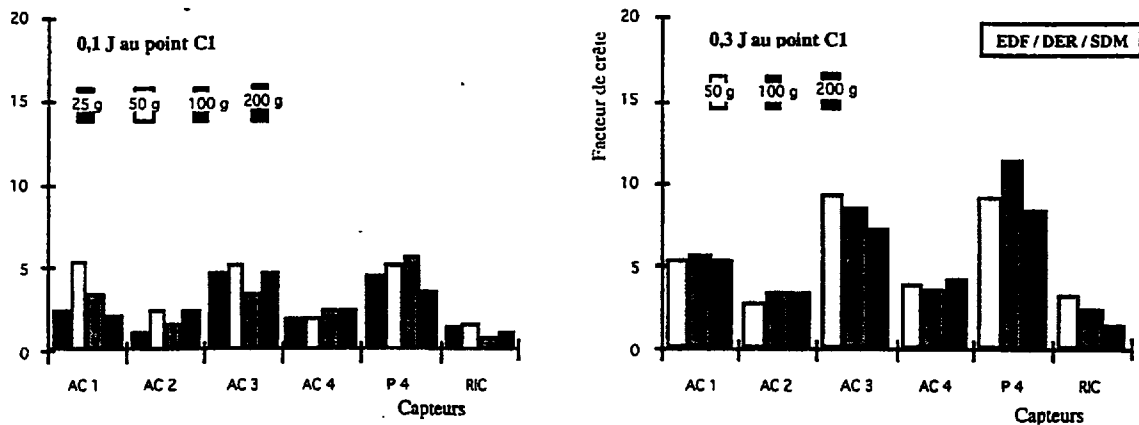
**Il semble que, passé le proche environnement du capteur, les signaux sont perçus à des niveaux semblables dépendant de sa sensibilité et de son montage.**

### 3.2. RÉPONSE DES CAPTEURS EN FONCTION DE LA MASSE DU CORPS ERRANT

Outre sa fonction de détection, il serait intéressant que le système de détection puisse nous renseigner sur l'objet à l'origine des chocs et plus particulièrement sur sa masse.

Nous avons donc tracé un graphique représentant le signal perçu par différents capteurs pour des chocs produits au même point de la cuve avec la même énergie mais en faisant varier la masse.





**Figure 3 :** Pour un point donné, des chocs de même énergie sont perçus par chacun des différents capteurs, avec des niveaux sensiblement constants dépendant peu de la masse

Les deux exemples de la figure 3 montrent qu'à énergie constante, le niveau de signal ne dépend sensiblement pas de la masse du corps errant.

### 3.3. RÉPONSE DES CAPTEURS EN FONCTION DE L'ÉNERGIE DU CHOC

Pour une masse donnée, l'amplitude du signal perçu sur chaque capteur ne croît pas linéairement avec l'énergie du choc.

Suivant le type de capteur, l'amplitude perçue suit approximativement une loi du type racine de l'énergie du choc, soit :

$$A = k v \sqrt{m}$$

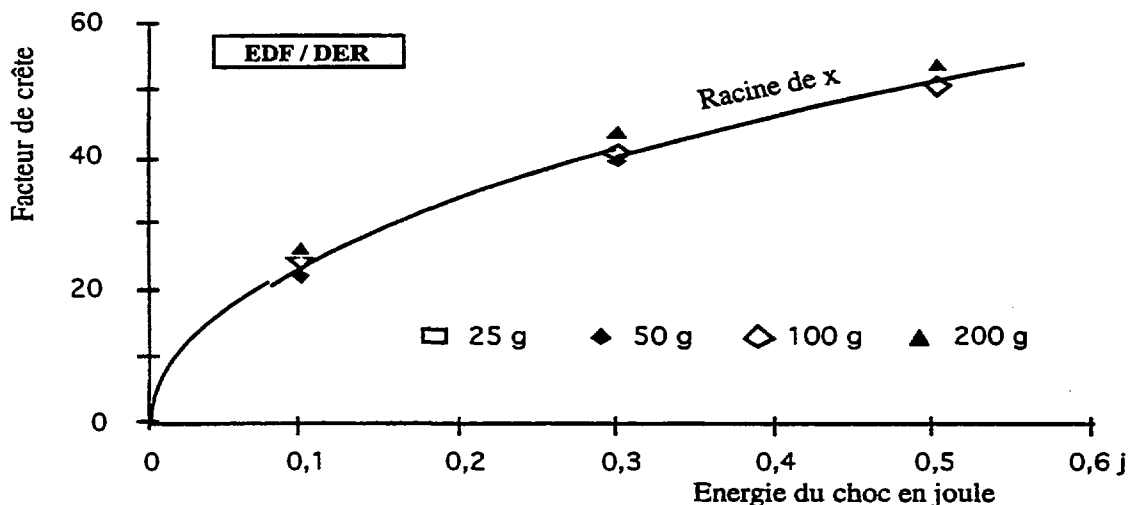
avec : A : amplitude du signal  
capteur

v : vitesse d'impact

k : coefficient fonction de la réponse du

m : masse du corps

La courbe de la figure 4, obtenue avec le capteur de plaque tubulaire du GV, illustre bien une réponse de ce type.



**Figure 4:** L'amplitude des signaux perçus par le capteur de plaque tubulaire varie approximativement comme la racine carrée de l'énergie du choc (par conséquent linéaire à la vitesse) indépendamment de la masse utilisée

### 3.4. RÉPONSE DES CAPTEURS EN FONCTION DE LA VITESSE DU CORPS ERRANT

Il est ainsi possible de tracer, pour chaque capteur, un faisceau de droites paramétrées en masse permettant d'évaluer l'amplitude ou le facteur de crête d'un choc en fonction de la vitesse du corps errant.

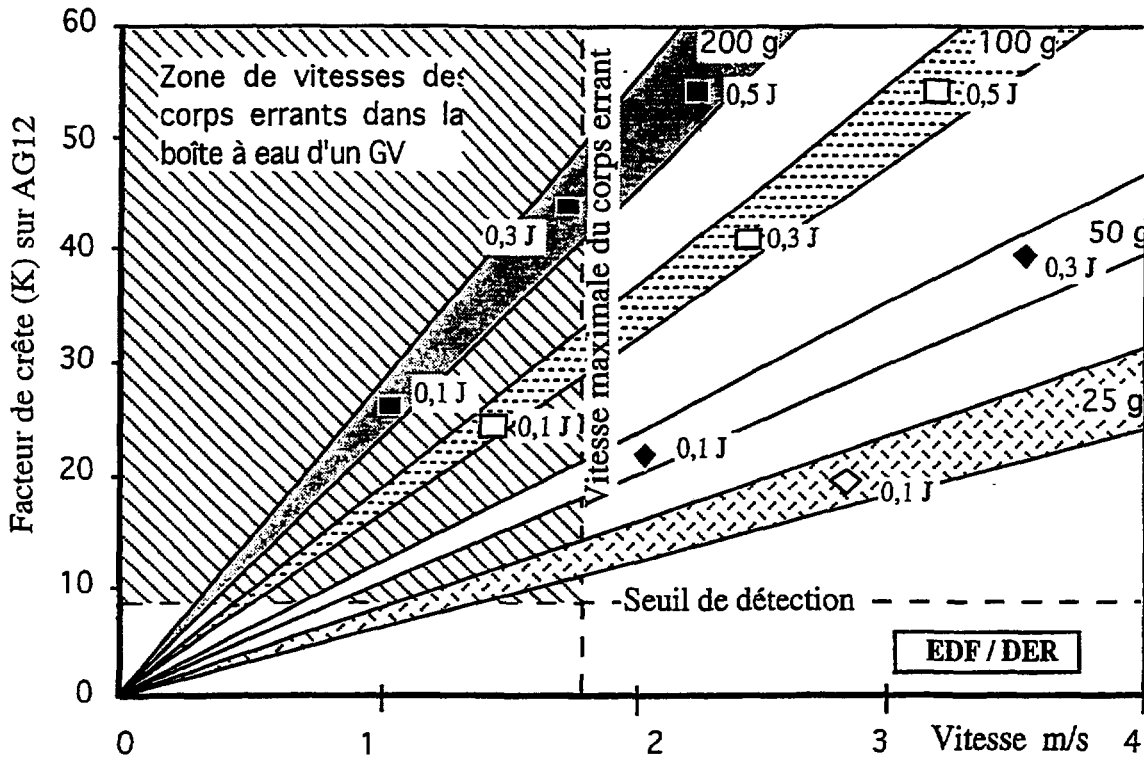


Figure 5 : Ce graphique représente la réponse du capteur de plaque tubulaire du GV 1 de Golfech. Chaque point est la moyenne des facteurs de crête calculée sur huit points d'impact différents de la boîte à eau.

Nous pouvons alors représenter sur le graphique, une surface (partie hachurée) délimitée, en ordonnée par le plus petit facteur de crête détectable par le système et en abscisse par la vitesse maximale de l'écoulement qui entraîne le corps errant dans la zone d'impact.

Pour les REP, les vitesses moyennes estimées sont de 1,7 m / s dans la boîte à eau des GV et de 1,5 m / s dans le bas de la cuve.

## 4. APPLICATION DE LA MÉTHODE À L'AMÉLIORATION DE L'INSTRUMENTATION EXISTANTE

Le type de représentation de la figure 5 permet de quantifier l'efficacité de l'instrumentation du système de surveillance. C'est ainsi que nous avons pu mettre en évidence différents problèmes liés aux capteurs ou à leur mode de fixation. Les deux exemples qui suivent illustrent notre propos.

#### 4.1. ACCROISSEMENT DE LA SENSIBILITÉ DES CAPTEURS DE FOND DE GV DES PALIERS 1300 MW

Fixés par une bride sur un tube de purge, ces capteurs présentaient un déficit de sensibilité important. Les graphiques plaçaient leur seuil de détection à environ 200 grammes.

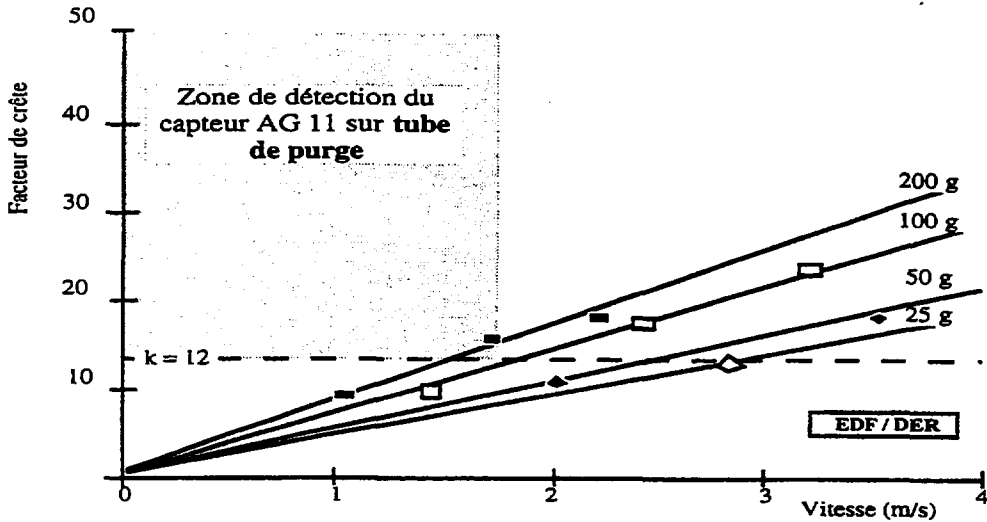


Figure 6 : Réponse du capteur de fond de GV monté sur tube de purge.

Le déplacement de ces capteurs vers une fixation directe sur le bol de GV, par l'adaptation d'un bossage de support de calorifuge, a amélioré leur sensibilité aux chocs. Le gain obtenu peut varier d'un facteur deux à trois suivant la masse du corps errant.

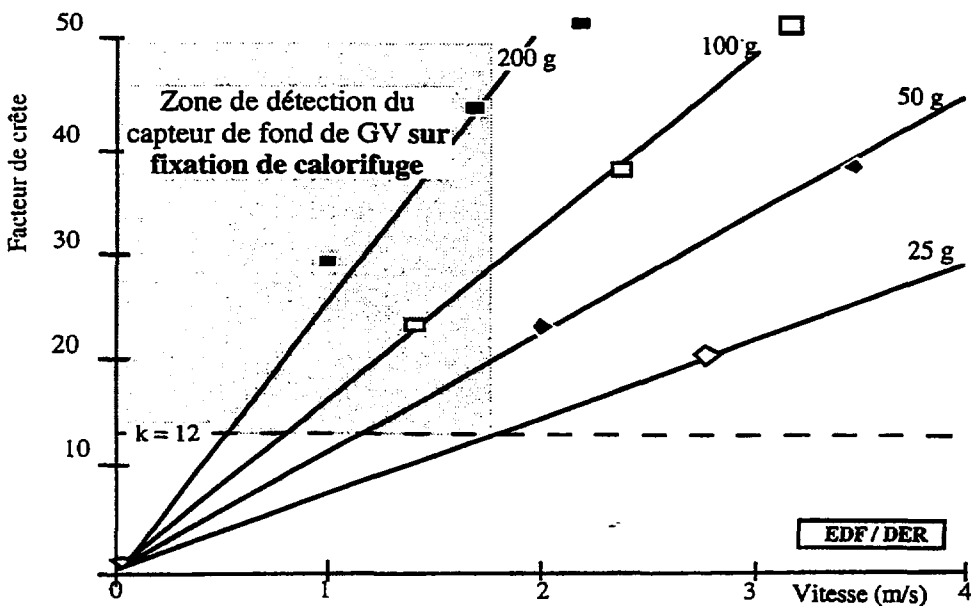
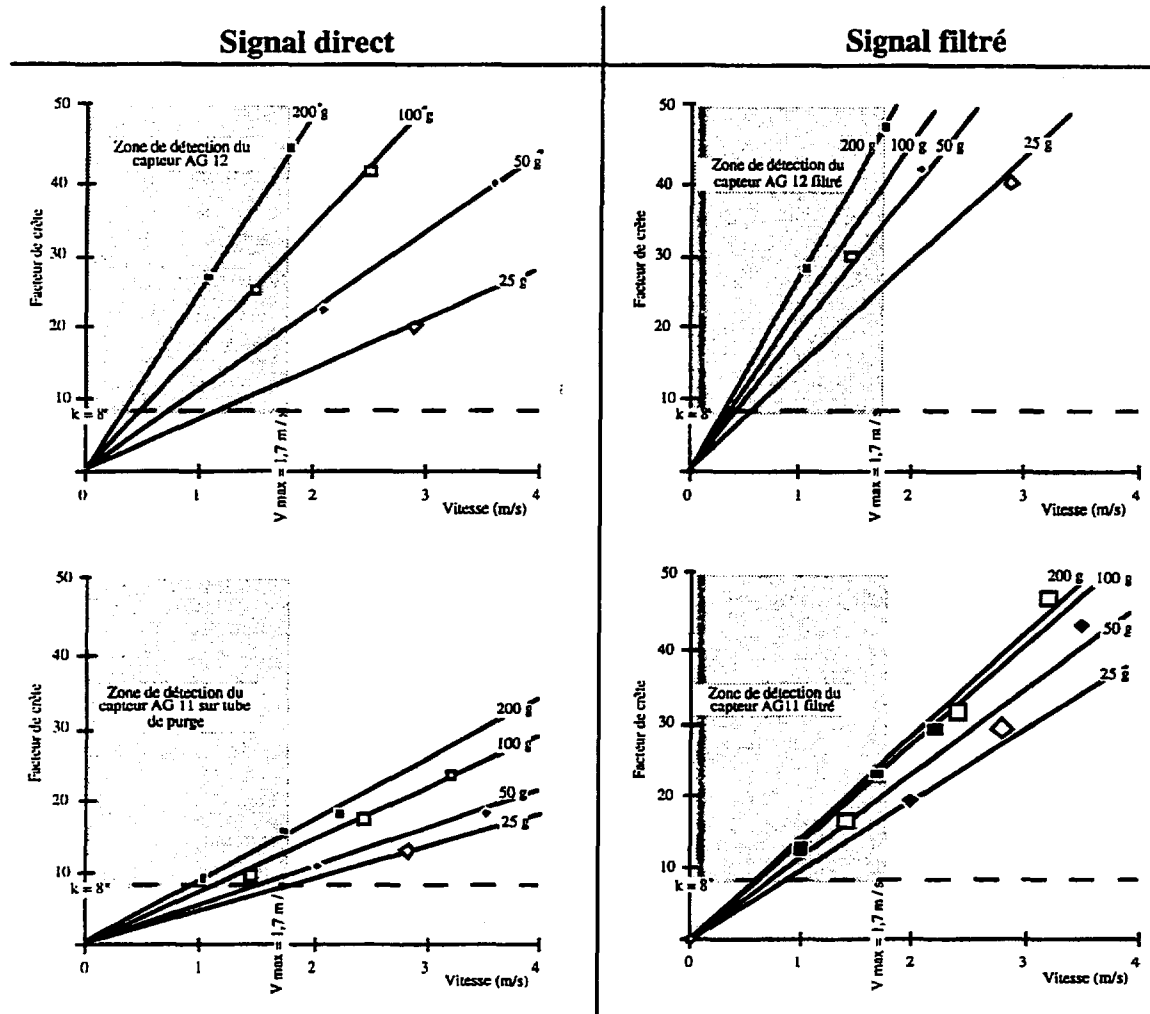


Figure 7 : Le gain obtenu par le déplacement du capteur de fond de GV du tube de purge au support de calorifuge est de deux à trois.

Cette modification d'implantation place le capteur de fond de GV au même niveau de sensibilité que celui installé sur la plaque tubulaire.

## 4.2. AMÉLIORATION DE LA SENSIBILITÉ PAR FILTRAGE DU SIGNAL

La méthode peut aussi s'appliquer au contrôle de l'efficacité d'un procédé de traitement du signal. Ainsi, nous avons pu constater un gain de sensibilité non négligeable en effectuant un simple filtrage passe haut du signal des capteurs.



**Figure 8 :** L'amélioration du rapport signal / bruit par filtrage passe-haut est très sensible pour les corps errants de faible masse.

Les graphiques de la figure 8 montrent l'intérêt d'insérer un filtre passe-haut dont la fréquence de coupure réglée à 7 kHz, améliore le facteur de crête d'un rapport pouvant atteindre 2. Le gain plus sensible pour des corps errants de faible masse s'explique par la contribution prépondérante de la partie haute du spectre du signal pour ce type de choc. Dans ce cas, le filtrage élimine une part importante du bruit de fond dont le spectre est riche en basses fréquences, sans affecter le contenu spectral de l'impact.

## **5. AUTRES RENSEIGNEMENTS TIRÉS DE L'ESSAI**

Outre de proposer des opérations correctives propres à améliorer la sensibilité du système de détection, les essais réalisés à Golfech ont apporté d'intéressantes informations sur les relations entre les caractéristiques du choc (énergie, masse, éloignement) et le signal délivré par le capteur.

Ainsi des paramètres temporels comme le temps de montée ou la durée du transitoire apportent des informations sur la distance entre le point d'impact et le capteur.

Pour accroître les performances de l'instrumentation, nous avons été amenés à faire développer un nouveau modèle de capteur bien adapté à notre besoin et à mettre au point une méthode de fixation directe sur la structure au moyen de support collé.

Dans un autre domaine, l'analyse fréquentielle confirme qu'il existe une relation entre la répartition spectrale du signal et la masse du corps errant.

Une étude est en cours pour approfondir ce point avec comme objectif d'être capable d'estimer la masse du corps errant et d'évaluer les dégâts qu'il est susceptible de provoquer.

## 1. INTRODUCTION

Loose part detection in the primary cooling system of PWR (pressurized water) nuclear plants is performed by the "KIR" monitoring system, which uses signals provided by accelerometers placed in different parts of the reactor vessel and the steam generators (SG).

The objective is to trigger an alarm whenever necessary and to localize the zone of impact.

Above and beyond simple detection, however, plant operators expect the system to provide information enabling them to decide whether or not to shut down the unit. Thus the ultimate objective is to permit an assessment of the risks of degradation of the structures. It is therefore helpful to have a maximum amount of information on the relationship between the signals picked up by the sensors and the type of loose part involved.

This is the reason underlying a major measurement survey conducted by EDF at its Golfech 2 site. This plant, which was only in the startup phase at the time, was chosen because of the need to penetrate into the reactor vessel and SG water box in order to generate a series of mechanical impacts on 45 points in the primary circuit.

This was done in two ways: using an impact hammer and with four spheres weighing 25, 50, 100 and 200 grams mounted in pendulum fashion. Impacts were produced at 3 energy levels: 0.1, 0.3 and 0.5 J. During the test, more than 200 series of 5 impacts were recorded. Signal processing provided insights into the relationships between the mechanical impacts on the structure and the sensor signals, and enabled the acquisition of extremely useful information on the sensor response as a function of the mass, energy and distance of the impact.

We were thus able to develop a graphic means of evaluating the efficiency of a sensor in terms of "minimum detectable mass."

## 2. THE LOOSE PART DETECTION SYSTEM

The loose part detection system on French pressurized water reactors is composed of a network of accelerometers (four on the reactor vessel and three per SG), connected to a processing unit. The system generates an alarm the moment repeated impacts are detected in the primary circuit. Such impacts are "detected" when set thresholds are exceeded by the signal transients.

In order to obtain optimum sensitivity without triggering unwarranted alarms, the detection threshold is dynamically set at "k" times the r.m.s. value of the background noise. In practice, the value of coefficient k is adjusted to between 8 and 12.

The system records an event when several sensors detect a transient within a timespan compatible with the velocity of propagation of sound in the structures. An alarm is triggered when these events occur at a frequency above a reference threshold (in general: 5 events in less than 30 seconds).

## 3. METHOD FOR EVALUATING SENSOR SENSITIVITY

With a view to evaluating the performance of the existing detection system, we conducted our study using signals obtained with actual plant instrumentation. Several test sensors, temporarily mounted on the structures, provided us with the complementary information needed for our analysis.

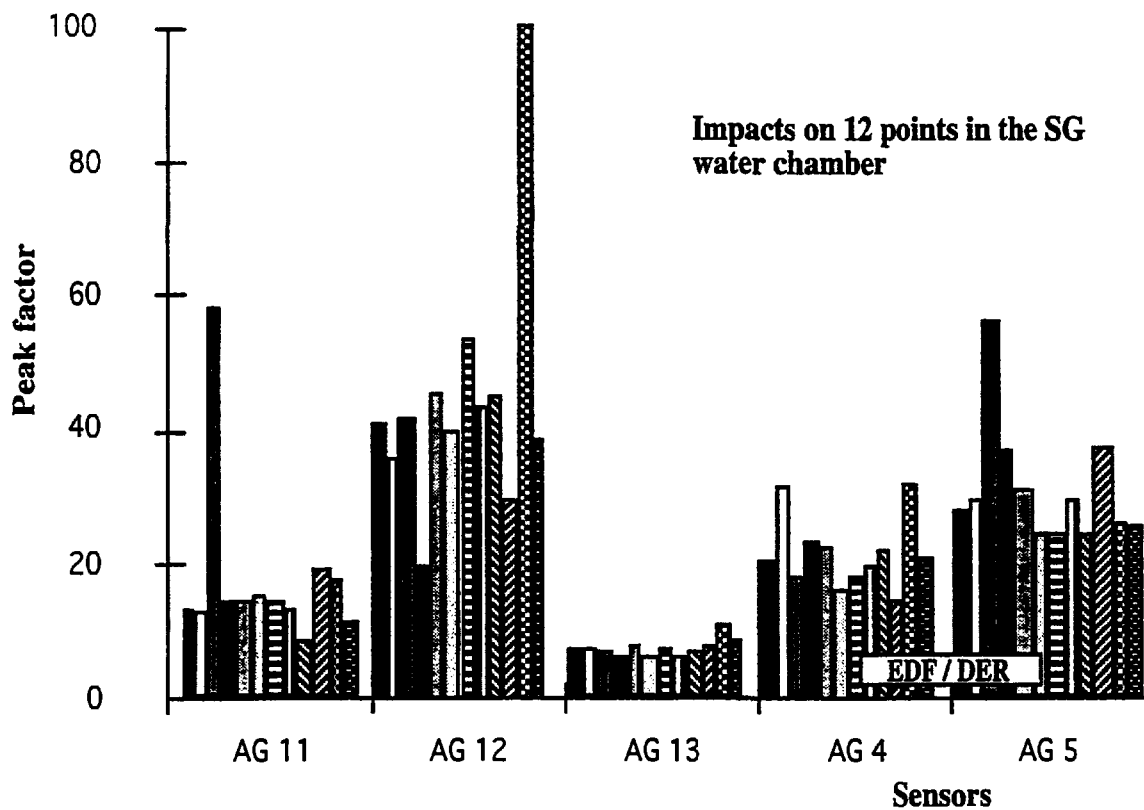
We define the sensitivity threshold of the system as being the minimal impact capable of triggering an alarm through the system. The first criterion for an alarm is that of an instantaneous signal exceeding a reference value (peak factor).

Our analysis therefore took this peak factor (the ratio between the peak amplitude of the signal and the r.m.s. value of the operation noise of the unit), which is more representative of the amplitude of the impact than its absolute value.

The r.m.s. value of the background noise needed to calculate the peak factor was measured with the same sensors, after startup of the unit at nominal pressure and temperature.

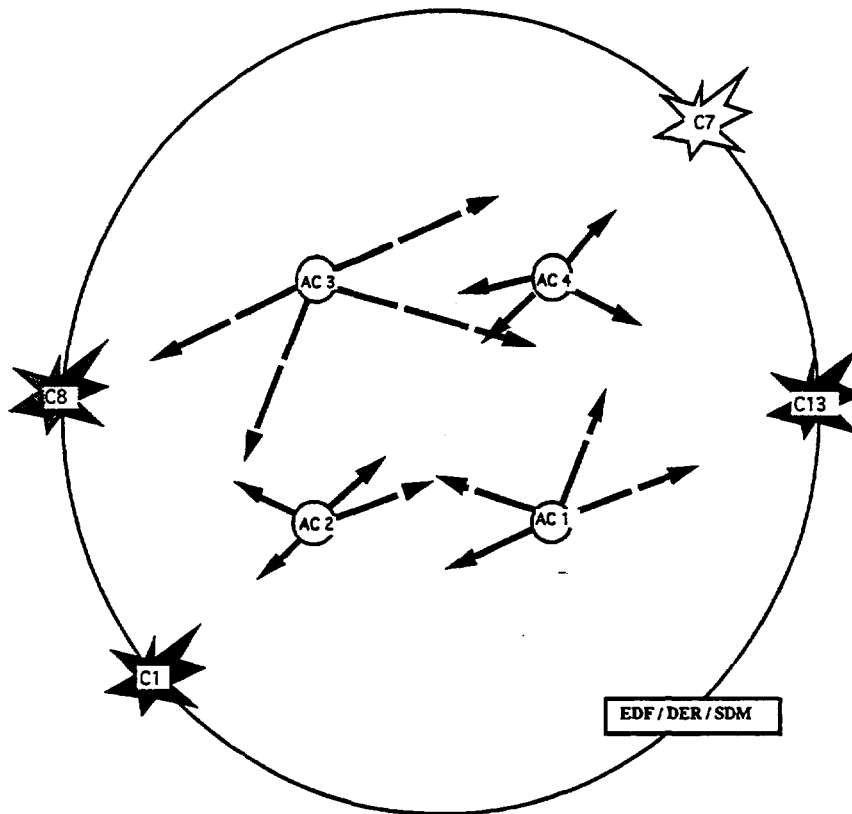
### 3.1 SENSOR RESPONSE AS A FUNCTION OF THE LOCATION OF IMPACT

This graph shows the relationship between sensor signal amplitude and the distance from the point of impact in a nearby area (inside the reactor vessel or the SG water box).



**Figure 1 :** Comparison of peak factors recorded on five sensors installed on an SG for impacts inside the water chamber (hotside).

Figures 1 and 2 show that the signal level is not very representative of the distance between impact/sensor. In Figure 1, the only points that emerge with significance correspond to impacts in the immediate vicinity of the sensor (within less than one meter).



**Figure 2 :** Vectors proportional to the peak factors recorded on sensors on the vessel bottom head, seen here to be oriented toward the peripheral point of impact to which they correspond.

Figure 2 represents the levels of perception of impacts by vectors directed toward the point of impact. This indicates that for a given sensor, the highest signal level is not necessarily produced at the closest point of impact. It would appear that, beyond the immediate vicinity of the sensor, signals are perceived at similar levels, which are dependent on sensor sensitivity and mounting.

### 3.2 SENSOR RESPONSE AS A FUNCTION OF LOOSE PART MASS

In addition to its detection function, it is helpful if the system can provide information concerning the object at the origin of the impact, and most particularly on its mass. We have therefore drawn a graph representing the signal perceived by different sensors for impacts on the same point on the reactor vessel, with equivalent energy but with varying mass.



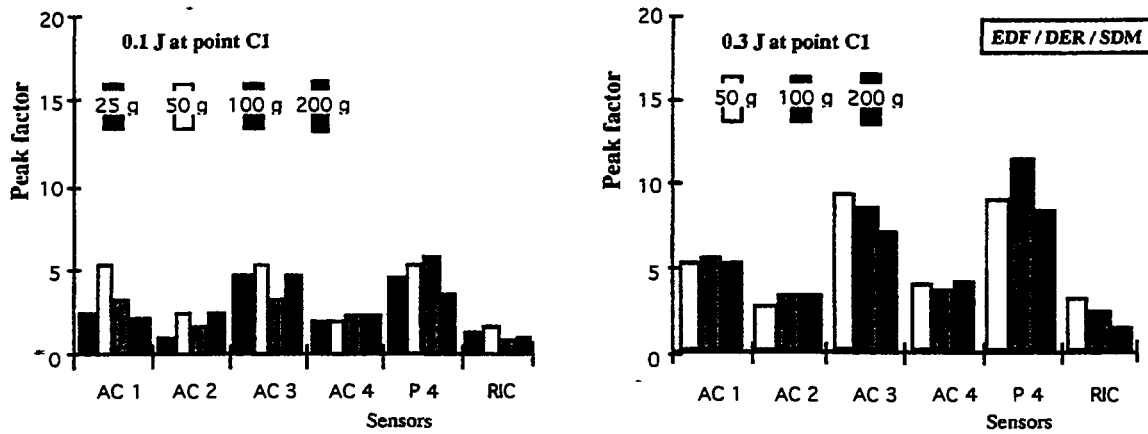


Figure 3. : For any given point, impacts of the same energy are perceived by each of the different sensors, at relatively constant levels more or less independent of mass

The two examples in Figure 3 show that for constant impact energy, the signal level is not extremely dependent on loose part mass.

### 3.3 SENSOR RESPONSE AS A FUNCTION OF IMPACT ENERGY

For a given mass, the amplitude of the signal received by each sensor does not show a linear increase with increased impact energy. Depending on the type of sensor, the amplitude perceived corresponds approximately to the square root of the impact energy, or:

$$A = kv\sqrt{m}$$

in which: **A**: signal amplitude **k**: coefficient as a function of sensor response  
**v**: impact velocity **m**: loose part mass

The curve in Figure 4, obtained using the SG tube plate sensor, clearly illustrates this type of response.

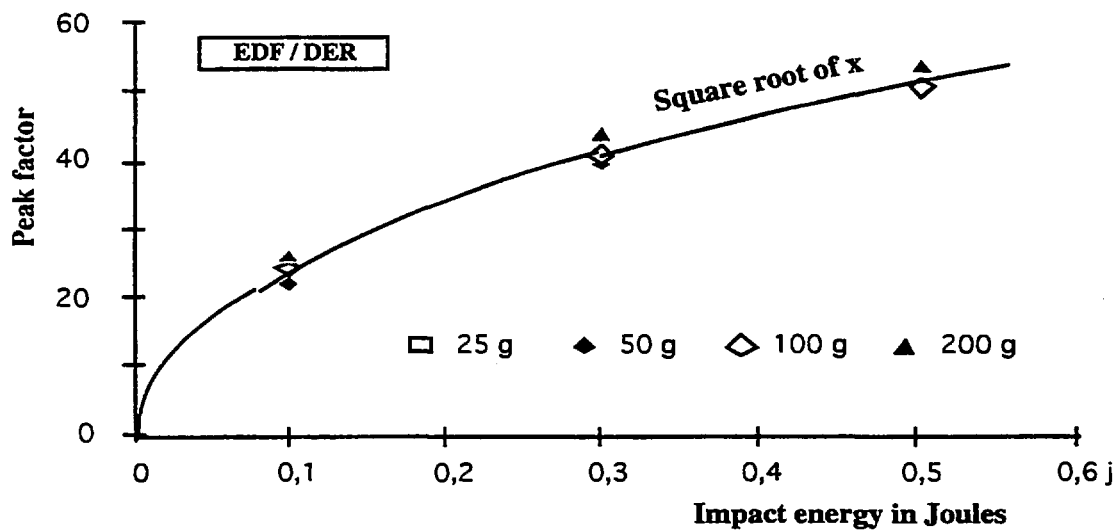
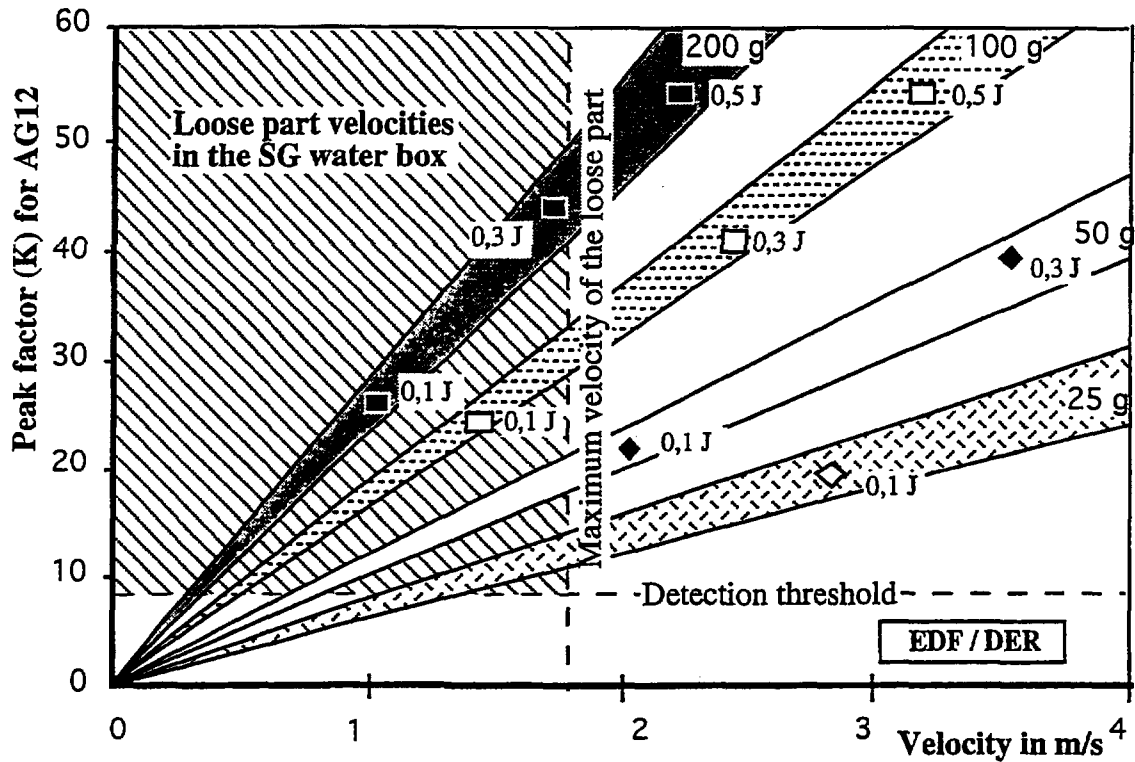


Figure 4 : Amplitude of signals received by the tube plate sensor varies approximately with the square root of the impact energy (and therefore in a linear relation to velocity), independent of mass.

### 3.4 SENSOR RESPONSE AS A FUNCTION OF LOOSE PART VELOCITY

It is thus possible, for each sensor, to trace a cluster of mass-parametered lines graphically representing the amplitude or the peak factor of an impact as a function of the velocity of the loose part.



**Figure 5 :** Response of the SG1 tube plate sensor at Golfech. Each point is the mean of peak factors, calculated for eight different points of impact on the water box.

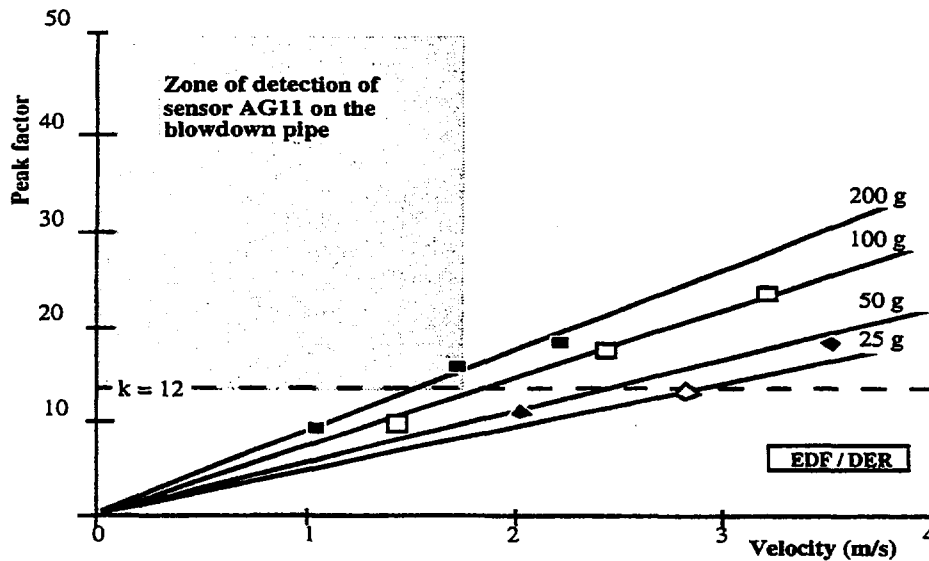
On this graph, we can therefore represent a surface (hatch marks) delimited on the ordinate axis by the smallest peak factor detectable by the system and on the abscissa, by the maximum velocity of flow entraining the loose part into the zone of impact. For PWRs, estimated mean velocities are 1.7 m/s in the SG water box and 1.5 m/s in the vessel bottom.

## 4. APPLICATION OF THE METHOD TO IMPROVE EXISTING INSTRUMENTATION

A representation such as that in Figure 5 enables quantification of the efficiency of the monitoring system instrumentation. In this way, we have pinpointed various problems related to the sensors or to the way they are mounted. The following two examples will serve as illustrations.

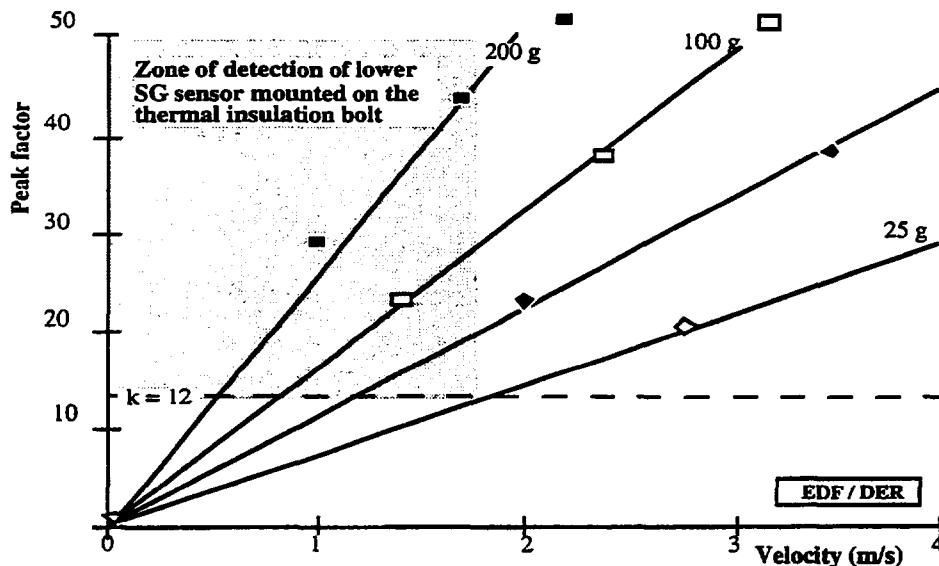
#### 4.1 INCREASED SENSOR SENSITIVITY IN THE BOTTOM OF THE SG IN THE 1300-MW PLANT SERIES

Mounted by means of a flange on a blowdown pipe, these sensors show a significant lack of sensitivity. The graphs place their detection threshold at about 200 grams.



**Figure 6 :** Response of the sensor at the bottom of the SG, mounted on a blowdown pipe

Displacing these sensors in favor of direct mounting on the SG tank, by modifying a thermal insulation bolt, improved their sensitivity to shocks. The gains can vary by a factor of two to three, depending on the mass of the loose part.

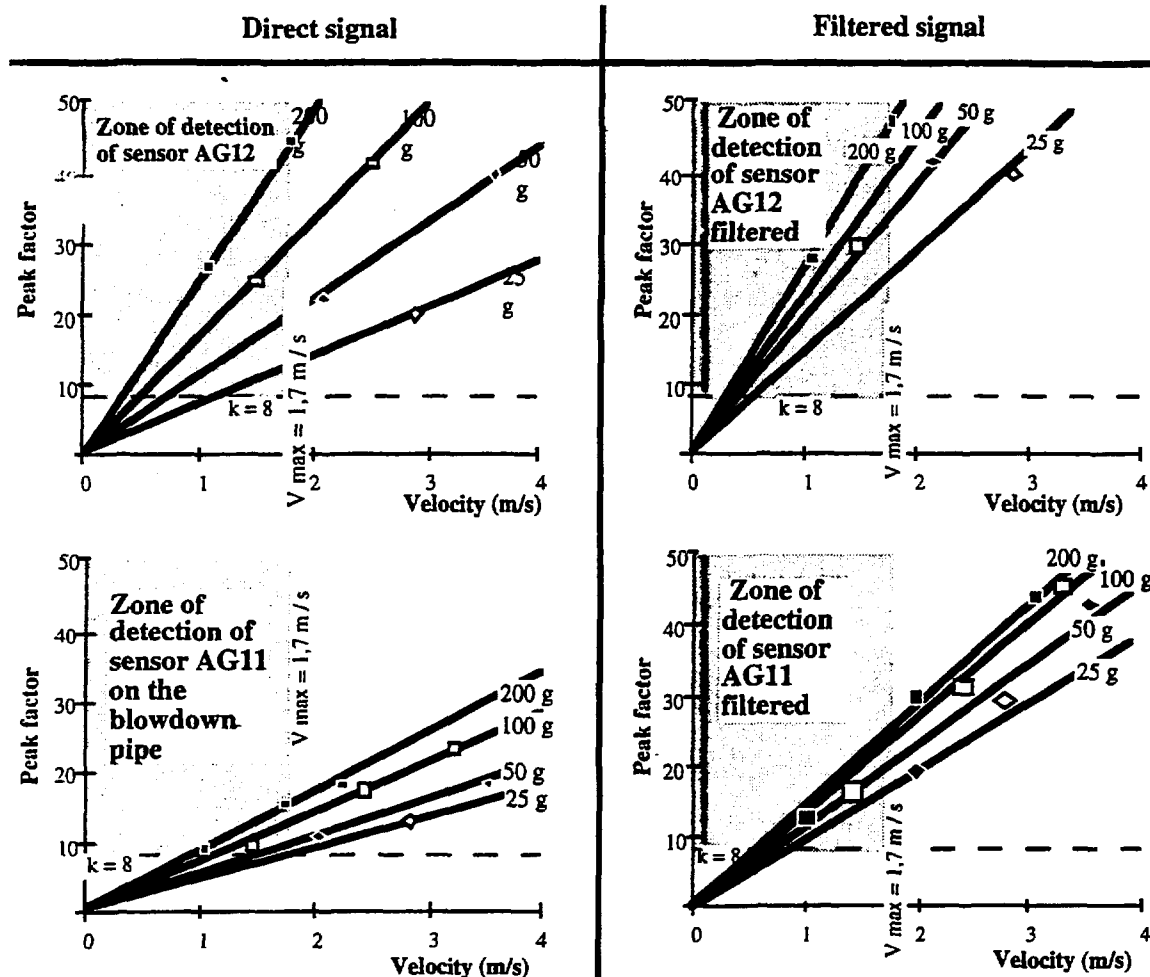


**Figure 7 :** Two- to threefold gain with displacement of the lower SG sensor from the blowdown pipe to the thermal insulation bolt.

This modification in the mounting gives the lower SG sensor the same level of sensitivity as the one mounted on the tube plate.

## 4.2 IMPROVED SENSITIVITY BY MEANS OF FILTERED SIGNALS

The method may also be used to check the efficiency of signal processing. We achieved a non-negligible gain in sensitivity simply by high-pass filtering the sensor signal.



**Figure 8 :** Marked improvement in the signal-to-noise ratio with high-pass filtering, for loose parts with a small mass

The graphs in Figure 8 show the benefits of introducing a high-pass filter whose cut-off frequency set at 7 kHz improves the peak factor by as much as a ratio of 2. The greater gain for loose parts with a small mass can be explained by the preponderant contribution of the upper part of the signal spectrum for this type of impact. In this case, filtering eliminates a significant proportion of the background noise, whose spectrum is rich in low frequencies, without affecting the spectral content of the impact.

## 5. OTHER CONCLUSIONS

In addition to proposing corrective measures which can improve detection system sensitivity, the Golfech tests provided interesting data on the relationship between impact characteristics (energy, mass, distance) and the signal delivered by the sensor. Temporal parameters such as the rise or duration of the transient thus inform us as to the distance between the point of impact and the sensor.

To enhance instrumentation performance, we have decided to have a new sensor model developed which is well suited to our needs, and to perfect a means for gluing the sensor directly onto the structure.

In addition, frequency analysis confirms that there exists a relationship between the spectral distribution of the signal and the mass of the loose part. A study is now under way to examine this point further, the objective being to estimate the loose part mass and to evaluate any damages it may incur.



*Direction des Etudes  
et Recherches*

*Service Information  
Prospective et Normalisation*

CLAMART Le 21/10/97

*Département Systèmes d'information  
et de documentation*

MME AUBRY JACQUELINE  
CEA - CE SACLAY  
DIST/SCIBD  
ORNE DES MERISIERS

*Groupe Exploitation  
de la Documentation Automatisée*

1, avenue du Gal de Gaulle  
92141 CLAMART Cedex  
tel : 47 65 56 33

91191 GIF SUR YVETTE CEDEX

à l'attention de :

## MEMOIRE TECHNIQUE ELECTRONIQUE

\*\*\*\*\*  
Cette feuille est détachable grâce à la microperforation sur le coté droit.  
\*\*\*\*\*

Référence de la demande : **F635543**  
Origine : **CATALOGUE DES NOTES DER**

Votre commande : **DIST/SCBD/97/020**

Numéro du document : **96NB00012**

**Titre : METHODE D'EVALUATION DE L'INSTRUMENTATION DU SYSTEME DE DETECTION DES CORPS ERRANTS DANS LE CIRCUIT PRIMAIRE DES REACTEURS PWR FRANCAIS**

**Auteurs : GERARDIN J.P./DONNETTE J.E.**

**Source : COLL. NOTES INTERNES DER. PRODUCTION D'ENERGIE (HYDRAULIQUE, THERMIQUE)  
Serial :**

Référence du document : **SANS**

Nombre de pages: **0020**

Nombre d'exemplaires : **001**

Support : **P**