

**COMMISSION DES COMMUNAUTES EUROPEENNES  
GROUPE DE TRAVAIL  
LABORATOIRES CHAUDS ET TELEMANIPULATIONS  
CHINON, FRANCE, 15-16 Juin 1993**

**DEMANTELEMENT DES ASSEMBLAGES KNK2 AU LDAC**

**R. MARSOL - DRN/DEC/SDC/LCND  
D. GIRARD - DCC/DERD/SMCR/STA**

**PLAN**

- 1. Historique.**
- 2. Description des opérations d'acheminement, démantèlement et conditionnement des aiguilles KNK2.**
  - 2.1 Principe
  - 2.2 Les "colis" à traiter.
  - 2.3 Les transports KFK-LDAC
  - 2.4 Le conditionnement au LDAC
  - 2.5 Le transport des aiguilles
- 3. Description de l'opération de démantèlement.**
  - 3.1 Reconditionnement d'aiguilles pour entreposage dans PEGASE.
  - 3.2 Cas des assemblages sains.
  - 3.3 Cas des assemblages rompus.
- 4. Conclusion**

## 1. HISTORIQUE

Le retraitement des éléments combustibles du réacteur expérimental KNK2 localisé sur le Centre Nucléaire de KARLSRUHE est inscrit dans les prévisions de campagnes de l'Atelier Pilote de MARCOULE (APM). A ce titre le centre de KARLSRUHE a conclu avec le C.E.A. un contrat de démantèlement et un contrat de retraitement.

Le bon déroulement du retraitement exige, en outre, que cette opération soit découplée de la phase démantèlement, d'où nécessité de prévoir un entreposage temporaire des aiguilles avant prise en charge par l'installation APM.

C'est ainsi qu'il a été retenu que les aiguilles KNK2 seraient placées en stockage provisoire à APM, ou à défaut dans la piscine de PEGASE à CADARACHE.

L'opération de récupération des aiguilles KNK2 a été fractionnée en deux phases :

- la première phase (1989-90) a consisté à rassembler dans PEGASE les aiguilles issues d'une douzaine d'assemblages démantelés au cours des années passées par les cellules chaudes de KARLSRUHE.

- la seconde phase s'applique aux assemblages non démantelés présents sur le site du réacteur et pris en démantèlement à Cadarache en deux étapes successives :

- . 1<sup>ère</sup> charge de 21 assemblages (1991- 1992)
- . 2<sup>e</sup> charge de 44 assemblages et 2 assemblages reconstitués en KOECHERS (1992-1993-1994)

Les deux charges, soit environ 65 assemblages, sont programmées pour retraitement en plusieurs campagnes séparées, la première campagne ayant été lancée en fin 1992.

Les tableaux 1 et 2 donnent un récapitulatif des quantités d'uranium et de plutonium globalement mises en oeuvre dans cette opération , ainsi que la spécificité de chaque type d'assemblage dont la bonne connaissance (masse et enrichissement en U5 ou Pu+U5) est indispensable :

- au Laboratoire de Découpage et d'examen après irradiation des Assemblages Combustibles (LDAC) lors de l'opération de démantèlement (moins de 22 Kg de matière fissile en cellule 1 est une contrainte de criticité)
- à l'usine de retraitement (APM) où les disparités d'enrichissement doivent impérativement être prises en compte pour constituer des lots de dissolution homogènes.

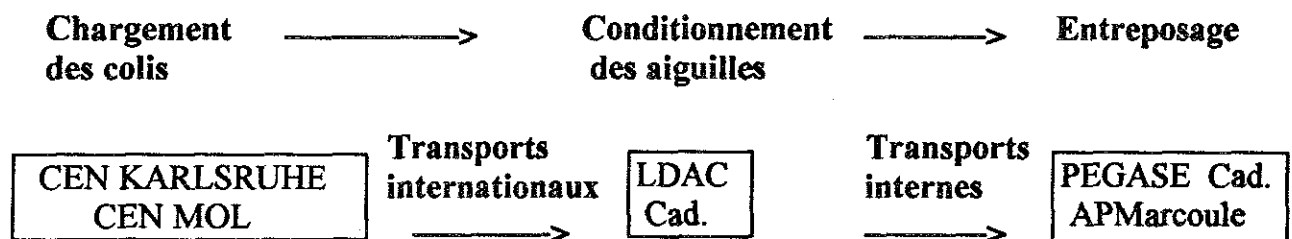
L'ensemble de l'opération porte globalement sur près de 1,5 t d'oxyde d'uranium enrichi entre 0 et 59 % en  $U^{235}$  et un peu plus de 600 Kg d'oxyde mixte UPu enrichi entre 63 et 93 % en  $U^{235}$ .

Les figures 1 et 2 (légendes en allemand) représentent les différentes structures éclatées composant les deux types principaux d'assemblages combustibles KNK2 à démanteler.

## 2. DESCRIPTION DES OPERATIONS D'ACHEMINEMENT, DEMANTELEMENT ET CONDITIONNEMENT DES AIGUILLES KNK2.

### 2.1 Principe

Après concertation entre les différentes parties concernées, il a été décidé que le déroulement de l'opération se ferait en ligne, sans stockage tampon, suivant le schéma de principe ci-après :



### 2.2 Les "colis" à traiter.

Les colis pris en charge sont répartis comme suit :

Pour la 1<sup>ère</sup> phase :

- de faux assemblages (KOECHERS) en provenance de KARLSRUHE (8 au total)
- des barillets en provenance de CEN/MOL (3 au total)

Pour la 2<sup>ème</sup> phase

- des assemblages (1<sup>ère</sup> et 2<sup>e</sup> charge) en provenance de KARLSRUHE (65)

### **2.3 Les transports KFK-LDAC**

L'acheminement de chaque colis ou assemblage vers le LDAC est toujours effectué à l'aller par transport routier dans l'emballage TN6.

Après la livraison d'un assemblage (1<sup>ère</sup> ou 2<sup>ème</sup> charge) à démanteler au LDAC, les structures (TH, grilles, pied, tirants, aiguilles modératrices) de l'assemblage précédemment démantelé, sont récupérées dans le château TN6 pour être restituées au fournisseur initial (KFK à KARLSRUHE) à l'issue du voyage retour.

Les livraisons s'effectuent au LDAC le mercredi, à la fréquence de un assemblage par semaine, ou tous les quinze jours, en fonction des difficultés pressenties ou constatées au démantèlement, par exemple :

- assemblages de type nouveau dans la série.
- assemblages à aiguilles ruptées.
- assemblages particuliers (assemblages expérimentaux de conception spécifique, assemblages non lavés etc...).

### **2.4 Le conditionnement au LDAC**

Après démantèlement de l'assemblage, les aiguilles sont chargées dans un étui en acier inoxydable de diamètre extérieur 103 mm et de hauteur hors tout de 1780 mm; ces étuis, dont la fourniture est assurée par le Bureau de Gestion des Cycles des matières nucléaires de base (BGC), sont fermés par une soudure étanche argon-arc réalisée au LDAC.

### **2.5 Le transport des aiguilles**

Le transport des aiguilles dans leur étui entre le LDAC et PEGASE (à Cadarache), ou entre le LDAC et l'APM (MARCOULE) est assuré par l'emballage IL47 dont le planning des aller-retour entre le LDAC et PEGASE ou APM est géré par le BGC.

### **3. DESCRIPTION DE L'OPERATION DE DEMANTELEMENT**

#### **3.1 Reconditionnement d'aiguilles KNK2 pour entreposage dans PEGASE (1<sup>ère</sup> phase)**

Commencée en juillet 1989, la réception et le conditionnement des aiguilles KNK2 issues d'assemblages prédémantelés dans les cellules de Haute Activité de KARLSRUHE, se sont achevés au LDAC début 1990.

Ces opérations ont été réalisées en deux étapes successives correspondant respectivement au traitement des aiguilles livrées en KOECHERS (faux assemblages) en provenance de KARLSRUHE, puis en barillets en provenance du CEN/MOL.

La première partie du programme portant sur 864 aiguilles s'est déroulée sans difficulté notable et s'est soldée par la livraison à PEGASE de 11 étuis soudés.

Dans la seconde partie (231 aiguilles en provenance du CEN/MOL), un problème inattendu est apparu avec la mise en évidence, au LDAC, d'une perte d'étanchéité sur de nombreuses aiguilles (31 au moins); ce phénomène dont l'origine reste à préciser, est attribuable à la période d'entreposage au CEN/MOL et a occasionné une mise à l'écart du cycle de 3 aiguilles à des fins d'expertise.

Toutes les autres aiguilles ont été livrées à PEGASE après leur mise en étui soudé; le dernier étui (N° 14) renferme, sous double enveloppe, la totalité des aiguilles défailtantes restantes.

### 3.2 Cas des assemblages sains (2<sup>ème</sup> phase)

La première campagne de démantèlement des assemblages KNK2 de la première charge (uranium enrichi à 37 % ou 41 % en U<sup>235</sup>) s'est achevée le 25 mai 1992 avec la livraison du 27<sup>ème</sup> étui à l'Atelier Pilote de MARCOULE; ces 27 étuis représentent un total de 2256 aiguilles extraites des 21 assemblages constituant cette première charge, telle que définie dans le contrat liant CEA et KFK.

Commencée le 3 juillet 1991 avec la réception au LDAC du 1<sup>er</sup> assemblage, la campagne s'est déroulée sur 11 mois, au rythme moyen de livraison de un assemblage tous les 15 jours; aucun incident ou contretemps notable n'est à mentionner dans l'exécution de cette première campagne caractérisée par un travail réalisé en ligne ( le château qui transporte l'assemblage "N" de KARLSRUHE vers CADARACHE retourne vers KARLSRUHE avec les structures de l'assemblage "N-1" préalablement démantelé).

Après mise au point des formalités relatives aux transports et après définition des modalités d'exécution de la suite du programme de démantèlement, celui-ci a repris le 2 septembre 1992, avec la livraison à CADARACHE du 1<sup>er</sup> assemblage de la 2<sup>ème</sup> charge correspondant à un enrichissement de 43,3 % en uranium 235.

Cette seconde campagne se déroule au rythme accéléré de 1 assemblage par semaine complète; ce doublement de la cadence a été rendu possible à CADARACHE moyennant un renfort en personnel détaché de DCC/VALRHO.

Au 14/05/93, 21 étuis représentant 2007 aiguilles fissiles saines extraites de 16 assemblages, plus 10 étuis représentant 605 aiguilles fertiles extraites de 5 assemblages ont été livrés à l'APM

La totalité du programme de démantèlement de la 2<sup>ème</sup> charge porte sur 44 assemblages et 2 KOECHERS; son achèvement devrait intervenir en début d'année 1994.

### 3.3 Cas d'assemblages KNK2 rompus (2<sup>ème</sup> phase).

Le programme de démantèlement de la 2<sup>ème</sup> charge (début au LDAC en septembre 1992) se poursuit suivant le planning prévisionnel établi de façon concertée entre KFK, le transporteur NUCLEAR CARGO SERVICE (NCS) et les unités du CEA impliquées (DRN/DEC et DCC/DERD)

Conformément aux engagements contractuels liant le CEA et le centre de KARLSRUHE, le LDAC a été conduit à démanteler les assemblages rompus, au moins 6, sur un total de 46 assemblages prévus dans la 2<sup>ème</sup> charge du réacteur.

Le démantèlement de ceux-ci nécessite des opérations complémentaires comprenant notamment un nettoyage par brossage mécanique (assemblages non lavés) et une recherche avec identification des aiguilles défaillantes.

A ce jour, 5 assemblages rompus ont été réceptionnés à CADARACHE.

Le diagnostic de défaillance au niveau assemblage est donné en règle générale par KFK, soit sur un signal de rupture ouverte détecté dans le réacteur KNK2, soit sur un signal gaz (Krypton 85) détecté en réacteur, en barillet ou en puits de lavage, signal confirmé à l'arrivée au LDAC par le suivi des rejets radioactifs gazeux en cellule.

Dans un cas particulier (assemblage NW 316), le diagnostic de rupture a été établi au LDAC sans annonce préalable de KFK; à titre d'exemple, la figure 3 reproduit le signal relevé au LDAC pour un assemblage préalablement déclaré rompu par KFK (NW314) et le signal correspondant relatif au cas particulier du diagnostic LDAC seul (NW 316).

La recherche de la rupture (ou des ruptures) au niveau des aiguilles est réalisé au LDAC suivant la procédure de reniflage à froid du Kr<sup>85</sup>; les aiguilles sont enfermées dans une enceinte à volume limité balayé par gaz porteur (argon); un comptage est effectué sur le circuit de balayage; le processus est appliqué sur des paquets de 10 à 20 aiguilles; en cas de signal positif, le paquet est divisé en deux et ainsi de suite jusqu'à localisation de l'aiguille défaillante; la figure 4 illustre une partie de cette recherche appliquée aux deux assemblages précités (NW314 et NW316)

Dans tous les cas, la méthode s'est avérée très efficace sans possibilité d'erreur d'interprétation du signal; compte tenu des conditions opératoires (confinement des aiguilles, débit de gaz porteur de l'ordre de 1 à 2 m<sup>3</sup>/heure), la sensibilité de la mesure permet de détecter une fuite correspondant à un débit de 0,3 µCi/heure (10<sup>4</sup> Bq/heure, ce qui représente une sensibilité supérieure d'un facteur 1000 à celle de la détection globale au niveau de la cellule.

Il est à noter que la même technique a été utilisée pour isoler les 31 aiguilles défailtantes livrées en début 1990 dans les barillets en provenance du CEN/MOL.

A ce jour (14/05/93), la méthode utilisée a permis d'identifier 6 aiguilles rompues de type Rupture Gaz; le reniflage n'a par contre pas été appliqué pour les aiguilles fortement endommagées, dont la rupture est évidente dès l'extraction de l'assemblage : c'est le cas spécifique de 3 aiguilles extraites du dernier assemblage reçu de la série des NW3 (NW306) deux de ces aiguilles étant cassées (rupture circonférencielle) à l'intérieur de l'assemblage, la troisième s'étant brisée après l'extraction.

En définitive, c'est un total de 9 aiguilles rompues qui ont été isolées dans les 5 assemblages traités à ce jour; en première analyse, il paraît évident que la rupture s'est toujours produite au droit d'une grille d'espacement (la 6<sup>ème</sup> à partir du bas d'aiguille) et est la conséquence d'une usure prématurée du gainage, à caractère vibratoire, dans le faisceau d'aiguilles.

En fin de campagne, un étui soudé contenant un lot homogène d'aiguilles ruptées (avec leur surgainage) sera expédié à l'APM.



#### 4. CONCLUSION

La deuxième phase du démantèlement des assemblages KNK2 en provenance de KARLSRUHE se poursuit actuellement au LDAC au rythme accéléré de un assemblage par semaine; hors contretemps ou aléas techniques tels :

- l'intervention programmée en cellule 1 pendant le mois de novembre 1992 (réfection du hublot et réparation de l'unité de levage)
- les problèmes particuliers posés par les assemblages rompus et les assemblages initialisant une série nouvelle par ses caractéristiques de géométrie.

Il est à noter le bon fonctionnement du traitement "en ligne" enchaînant les mouvements aller-retour entre KARLSRUHE et CADARACHE (TN6) sans stockage tampon intermédiaire; à l'inverse le stockage tampon à PEGASE des aiguilles dans leur étui s'est quelquefois avéré nécessaire avant leur expédition à l'APM ( liaisons toujours assurées par l'emballage de transport IL47).

## KNK2 . INVENTAIRE DU COMBUSTIBLE URANIUM

|                           | Type d'assemblage combustible                       | Composition combustible<br>----<br>Diamètre aiguille | Nombre d'assemblages à démanteler | Nombre d'aiguilles combustibles | Poids total U<br>----<br>Poids U <sup>235</sup> (Kg) | KOECHERS                              |                                 |
|---------------------------|---|--|-----------------------------------|---------------------------------|--|---------------------------------------|---------------------------------|
|                           |   |  |                                   |                                 |  | Poids total U (Kg)                    | Nombre d'aiguilles combustibles |
| <b>COEUR 1</b>            | NU2..<br>(121 aiguilles / assemblage)               | 37% U <sup>235</sup><br>----<br>φ 8,2 mm             | 6                                 | 726                             | 142 Kg U<br>----<br>(52 Kg U <sup>5</sup> )          |                                       |                                 |
|                           | NW2..<br>(102 aig./ass. +19 aiguilles modératrices) | 37% U <sup>235</sup><br>----<br>φ 8,2 mm             | 17                                | 1734                            | 339 Kg U<br>----<br>(125 Kg U <sup>5</sup> )         | 19 Kg U<br><br>(7 Kg U <sup>5</sup> ) | 100                             |
| <b>COEUR 2</b>            | NU3..<br>(163 aiguilles / assemblage)               | 59% U <sup>235</sup><br>----<br>φ 7,6 mm             | 7                                 | 1141                            | 187 Kg U<br>----<br>(110 Kg U <sup>5</sup> )         |                                       |                                 |
|                           | NW3..<br>(126 aig./ass. +37aiguilles modératrices)  | 43,3% U <sup>235</sup><br>----<br>φ 7,6 mm           | 18 *                              | 2268                            | 370 Kg U<br>- - -<br>(161 Kg U <sup>5</sup> )        | 20 Kg U<br><br>(9 Kg U <sup>5</sup> ) | 121                             |
| <b>Couverture radiale</b> | NR2..<br>(121 aiguilles / assemblage)               | U appauvri<br>----<br>φ 9,15 mm                      | 5                                 | 605                             | 267 Kg U   |                                       |                                 |
| <b>TOTAUX</b>             |   |  | 53                                | 6474                            | 1305 Kg U<br>1344                                    | 39 Kg U<br>Kg U                       | 221                             |

\* Assemblages rompus : NW310-NW305-NW306-NW301-NW312-NW316-NW314

14/05/93

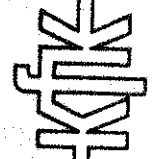
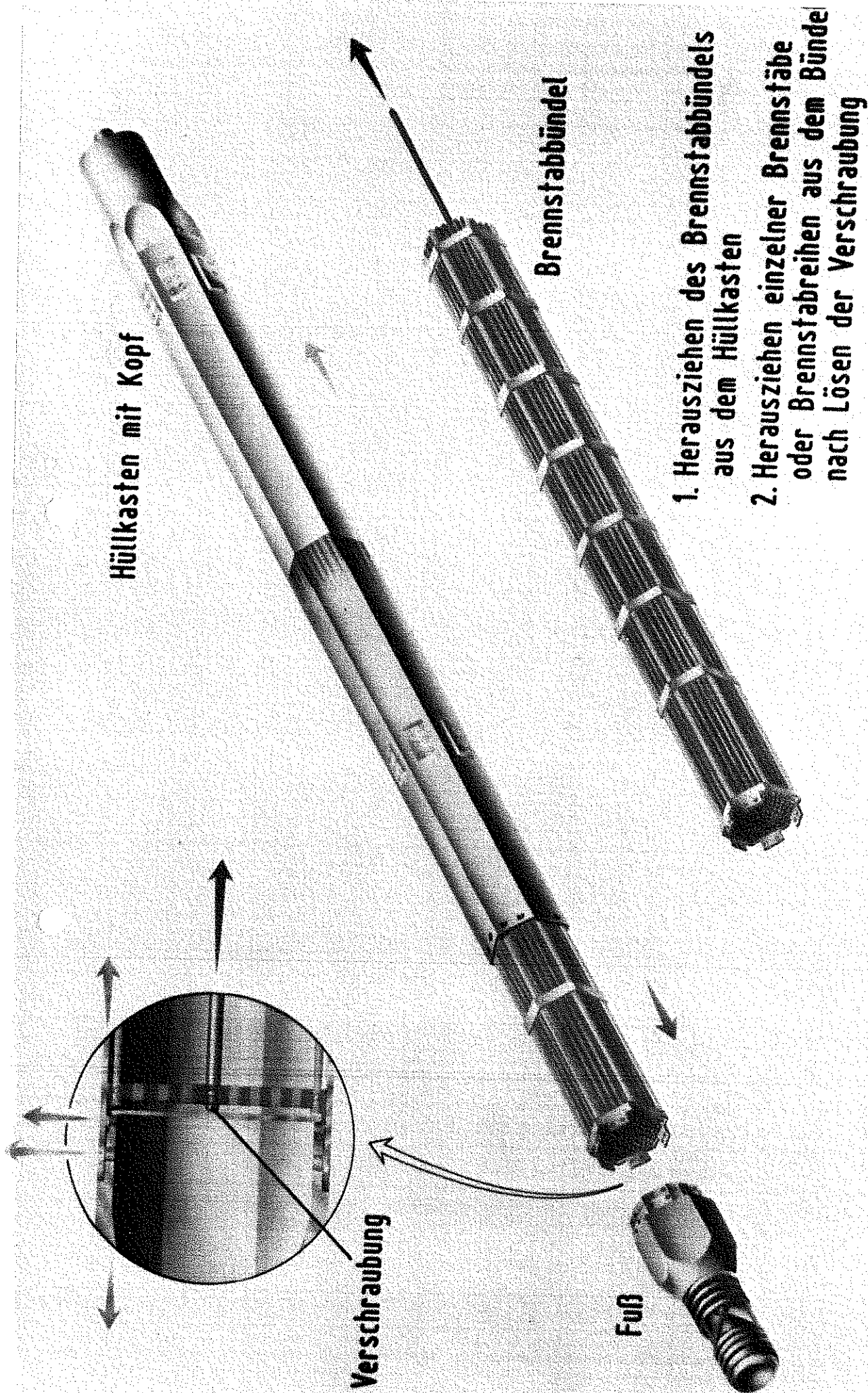
**TABLEAU 1**

## KNK2 . INVENTAIRE DU COMBUSTIBLE U + Pu

| Type d'assemblage combustible               | Composition du combustible<br>-----<br>Diamètre aiguille       | Nombre d'assemblages à démanteler | Nombre d'aiguilles combustibles | Poids Pu,+U <sup>235</sup> (Kg) | Poids total U + Pu (Kg)                     | KOECHERS / BARILLET     |                               |
|---|--|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|-------------------------|-------------------------------|
|   |  |                                   |                                 |                                 |   | Poids total U + Pu (Kg) | Nombre aiguilles combustibles |
| NY2..<br>(211 aiguilles par assemblage)     | 30% PuO <sub>2</sub> - 93% U <sup>5</sup><br>-----<br>φ 6 mm   | 3                                 | 633                             | 60 Kg                           | 110 Kg                                      | 123 Kg                  | 706                           |
| NY3..<br>+ NY708<br>(127 aig./ass)          | 28% PuO <sub>2</sub> - 63% U <sup>5</sup><br>-----<br>φ 7,6 mm | 4                                 | 508                             | 60Kg                            | 133 Kg                                      | 45 Kg                   | 165                           |
| NZ2..<br>(166 aiguilles par assemblage)     | 30% PuO <sub>2</sub> - 83% U <sup>5</sup><br>-----<br>φ 7,6 mm | 2                                 | 332                             | 32 Kg                           | 58 Kg                                       |                         |                               |
| NZ3..<br>(119/120 aiguilles par assemblage) | 29% PuO <sub>2</sub> - 63% U <sup>5</sup><br>-----<br>φ 7,6 mm | 1                                 | 119                             | 15 Kg                           | 33 Kg                                       |                         |                               |
| NZ7..<br>(108 aiguilles par assemblage)     | 28% PuO <sub>2</sub> - 63% U <sup>5</sup><br>-----<br>φ 7,6 mm | 2                                 | 216                             | 22 Kg                           | 60 Kg                                       |                         |                               |
| <b>TOTAUX</b>                               |  | 12                                | 1808                            | 189 Kg                          | 562 Kg U + Pu<br>276 Kg Pu + U <sup>5</sup> |                         | 871                           |

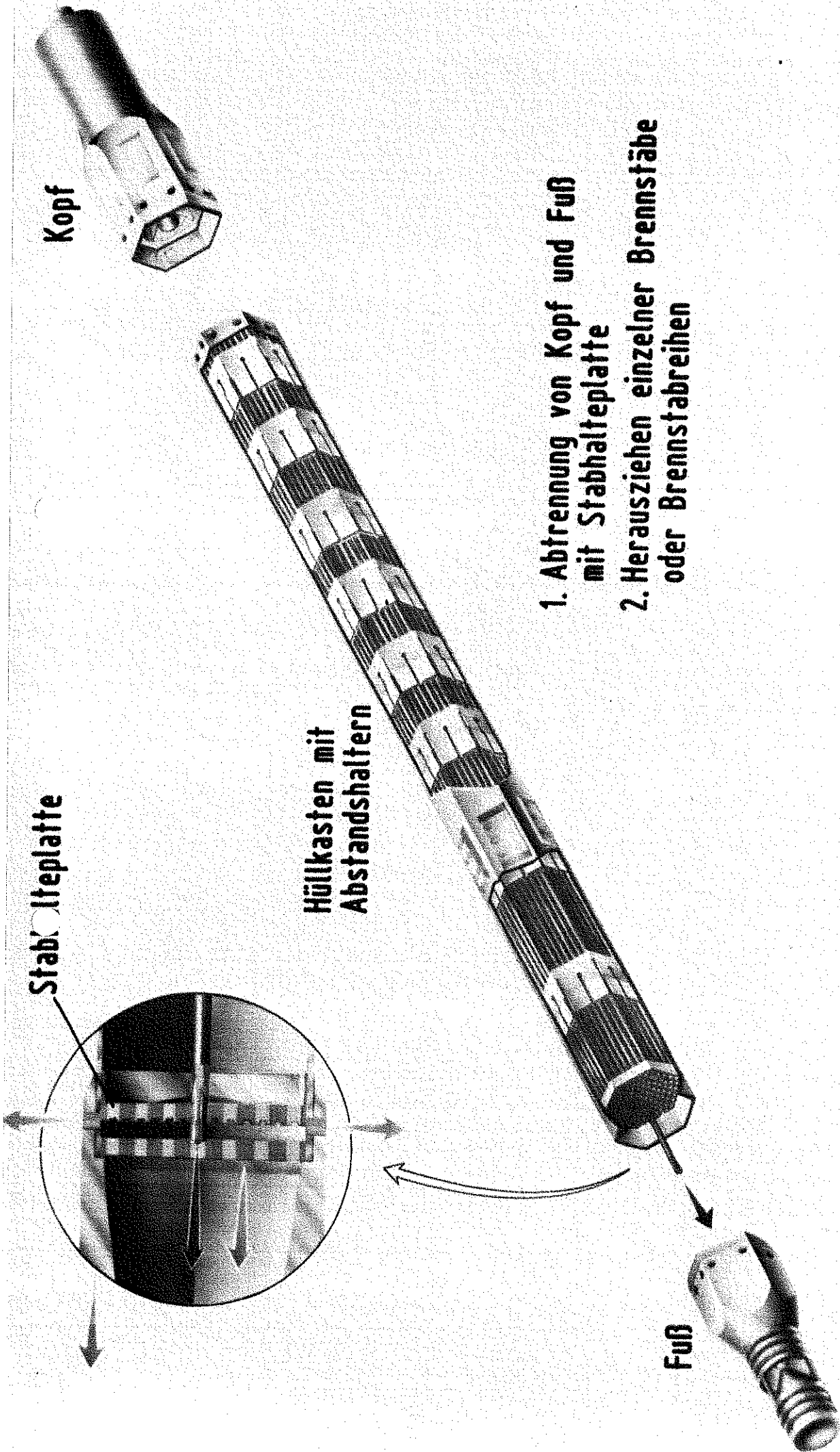
TABLEAU 2

14/05/93



# Demontage eines Mark I - Brennelements mit herausziehbarem Brennstabbündel

FIGURE 1



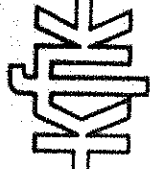
Kopf

Stabhalterplatte

Hüllkasten mit Abstandshaltern

1. Abtrennung von Kopf und Fuß mit Stabhalterplatte
2. Herausziehen einzelner Brennstäbe oder Brennstabreihen

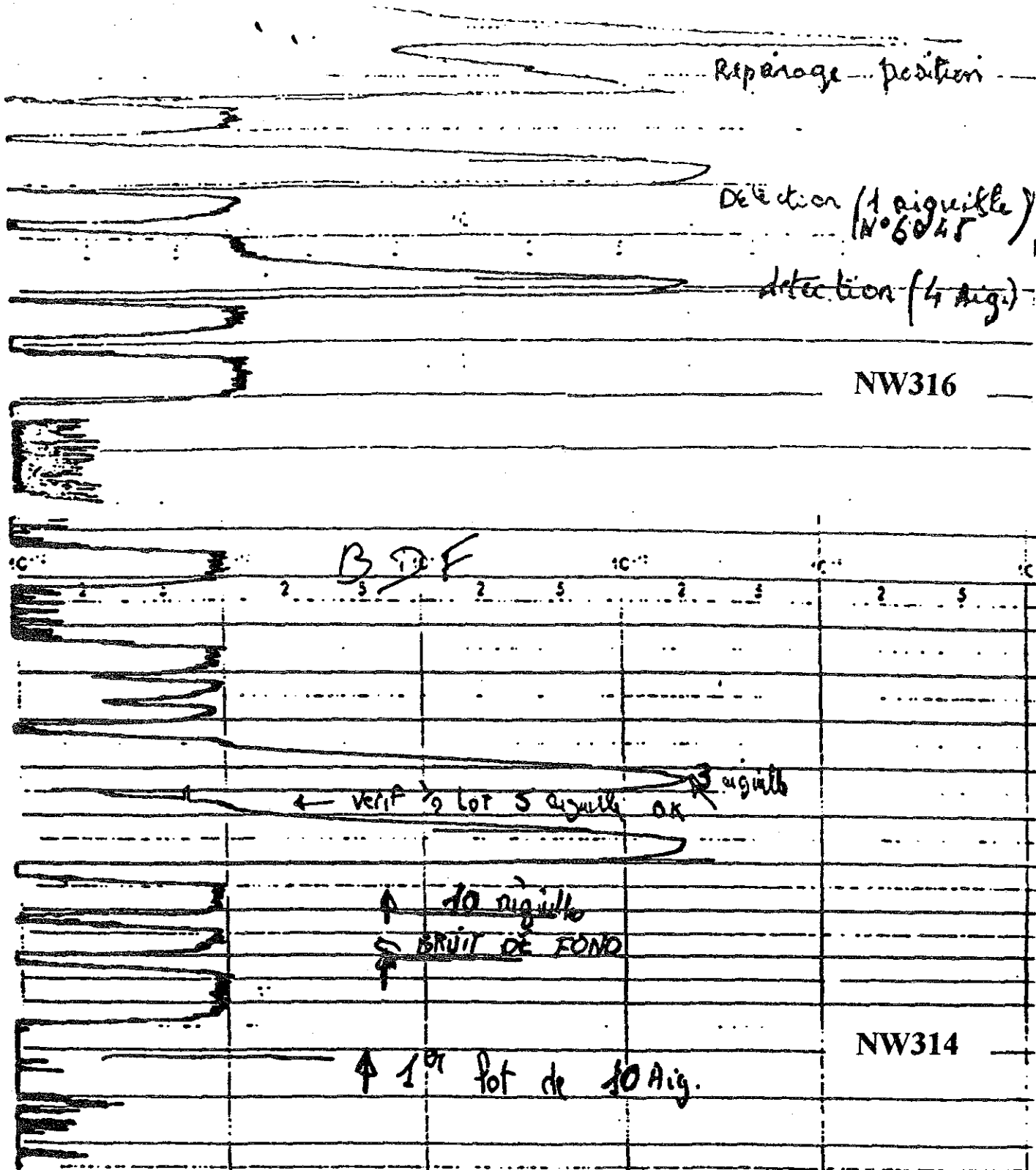
Fuß



# Demontage eines Mark II - Brennelements mit im Hüllkasten integrierten Abstandshaltern

FIGURE 2





**LDAC . DETECTION DES AIGUILLES RUPTEES SUR LES ASSEMBLAGES KNK2**

Recherche d'activité par reniflage  $Kr^{85}$  sur des aiguilles dans une enceinte fermée sous débit d'argon.

Enregistrement du signal gaz (recherche et localisation des ruptures d'aiguilles sur les assemblages NW314 et NW316).

**FIGURE 4**