

IN 2P3

VIVITRON

CRN - VIV - 92

**APERCU ILLUSTRE DES ETUDES
MECANIQUES SUR LE VIVITRON**

G.GAUDIOT et le Bureau d'Etudes

NOVEMBRE 1990

**CENTRE DE RECHERCHES NUCLEAIRES
STRASBOURG**

**IN2P3
CNRS**

**UNIVERSITE
LOUIS PASTEUR**

This report is based on an invited paper presented by J.Heugel
at the Symposium of North Eastern Accelerator Personnel
held in Manhattan (Kansas University)
22 - 26 octobre 1990

The proceedings of this meeting will be published
by "World Scientific".

Le présent document est un résumé illustré des études mécaniques concernant le VIVITRON menées depuis 1985.

Le Bureau d'Etudes Vivitron a réalisé les dessins de cette brochure. La plupart a été obtenue grâce au logiciel de conception assistée par ordinateur (C.A.O.) CATIA, implanté au Centre de Calcul de Strasbourg.

G.Gaudiot, R.Koenig, C.Roth, R.Peter, A.Strebel, T.Estève (jusqu'au 27 avril 1990), M.Krauth (depuis le 11 juin 1990). Nous remercions P.Verley (C.C.S.) pour son aide dévouée.

Novembre 1990

Le VIVITRON est un accélérateur électrostatique du type Van de Graaff tandem comportant, d'une part, un générateur haute tension et un tube accélérateur placés dans un réservoir à pression de gaz isolant et, d'autre part, une source de particules.

Le principe : une source émet des particules chargées négativement qui sont accélérées par un champ électrique longitudinal jusqu'à l'électrode haute tension (appelée terminal) au centre de la machine ; là, des électrons sont arrachés à la traversée d'une feuille de carbone et les particules se chargent alors positivement. Elles sont repoussées par le terminal et accélérées une deuxième fois entre la haute tension et la masse.

Une courroie isolante transporte des charges qui lui ont été déposées, vers l'électrode centrale qui augmente ainsi sa tension. Cette électrode haute tension est reliée à la masse par une résistance.

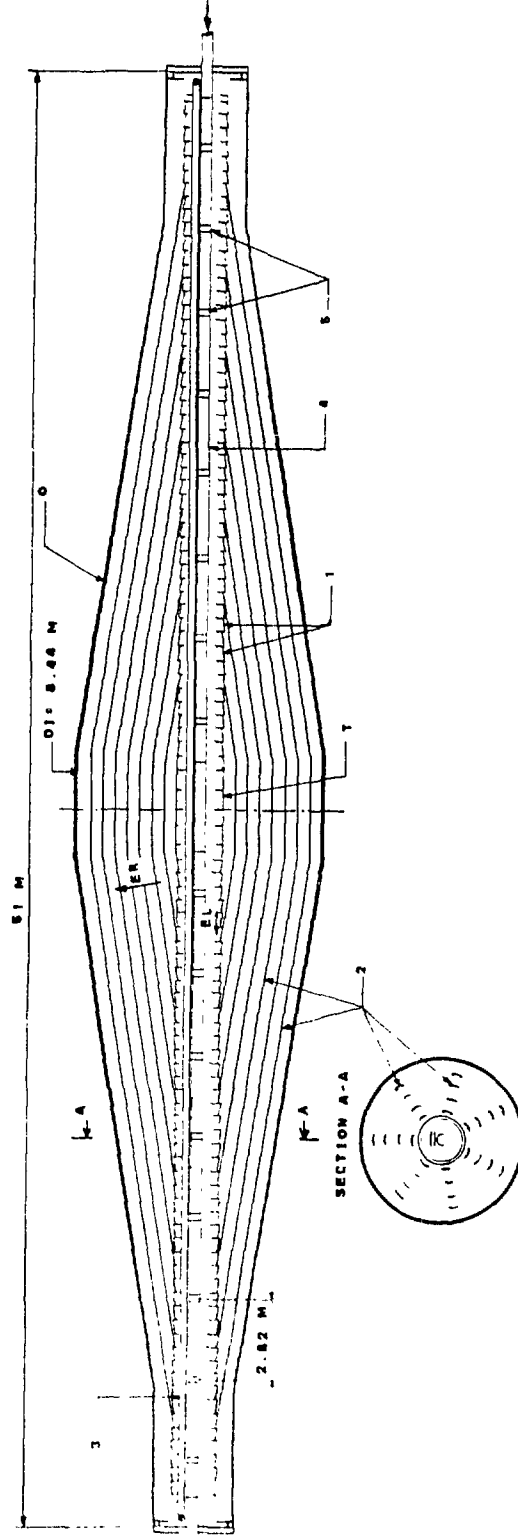
Dans le VIVITRON, le potentiel maximal est de 35 millions de volts ; à l'heure actuelle ce type d'accélérateur n'a jamais fonctionné à des potentiels supérieurs à 25 MV.

La physique : accès à un domaine d'énergie de bombardement inexploré avec des faisceaux de la "qualité" Vivitron pour des études "fines" sur la structure du noyau et la dynamique des collisions. Des faisceaux de pratiquement toutes les espèces ioniques existantes sont susceptibles d'être accélérés à des énergies maximum de 70 MeV pour l'hydrogène, 240 MeV pour le carbone et 1040 MeV pour le plomb.

Les particularités du VIVITRON

- Le champ et l'énergie électrique radiales sont rendus plus homogènes grâce à 7 électrodes discrètes placées entre l'électrode centrale et le réservoir.
- Le soutien mécanique dans le réservoir est assuré principalement par des isolateurs soumis, pour une tension du terminal de 35 MV, à une différence de potentiel de 4,5 MV entre 40 cm. Les électrodes discrètes font aussi partie de l'ossature.
- Dans la direction longitudinale (celle du faisceau), le champ électrique est de 18 kV/cm et une poutre en panneaux de composite mat de verre - résine époxyde porte les éléments.
- Les électrodes dites "colonne" servant à répartir le champ longitudinal jouent aussi le rôle d'éclateurs.
- La courroie de charge est tendue entre les deux extrémités du réservoir.
- Un arbre de transmission isolant et modulaire distribue de la puissance en des points situés à des potentiels différents.

- 0 RESERVOIR A PRESSION (11 BARS) DE SP6
ELECTRODE "ZERO"
- T ELECTRODE TERMINALE 38 MILLIONS DE VOLTS
- 1 VIROLES FORMANT L'ELECTRODE CENTRALE (D: 1.40 M)
- 2 ELECTRODES DISCRETES
- 3 COURROIE DE TRANSPORT DES CHARGES (V: 10 M/S)
- 4 TUBE ACCELERATEUR (VIDE INTERIEUR) SECTIONS ACTIVES DE 2.84 M
- 5 SECTIONS MORTES DU TUBE
- ← SENS DU FAISCEAU
- ER CHAMP ELECTROSTATIQUE RADIAL (ELEVE)
- EL CHAMP ELECTROSTATIQUE LONGITUDINAL (FAIBLE)



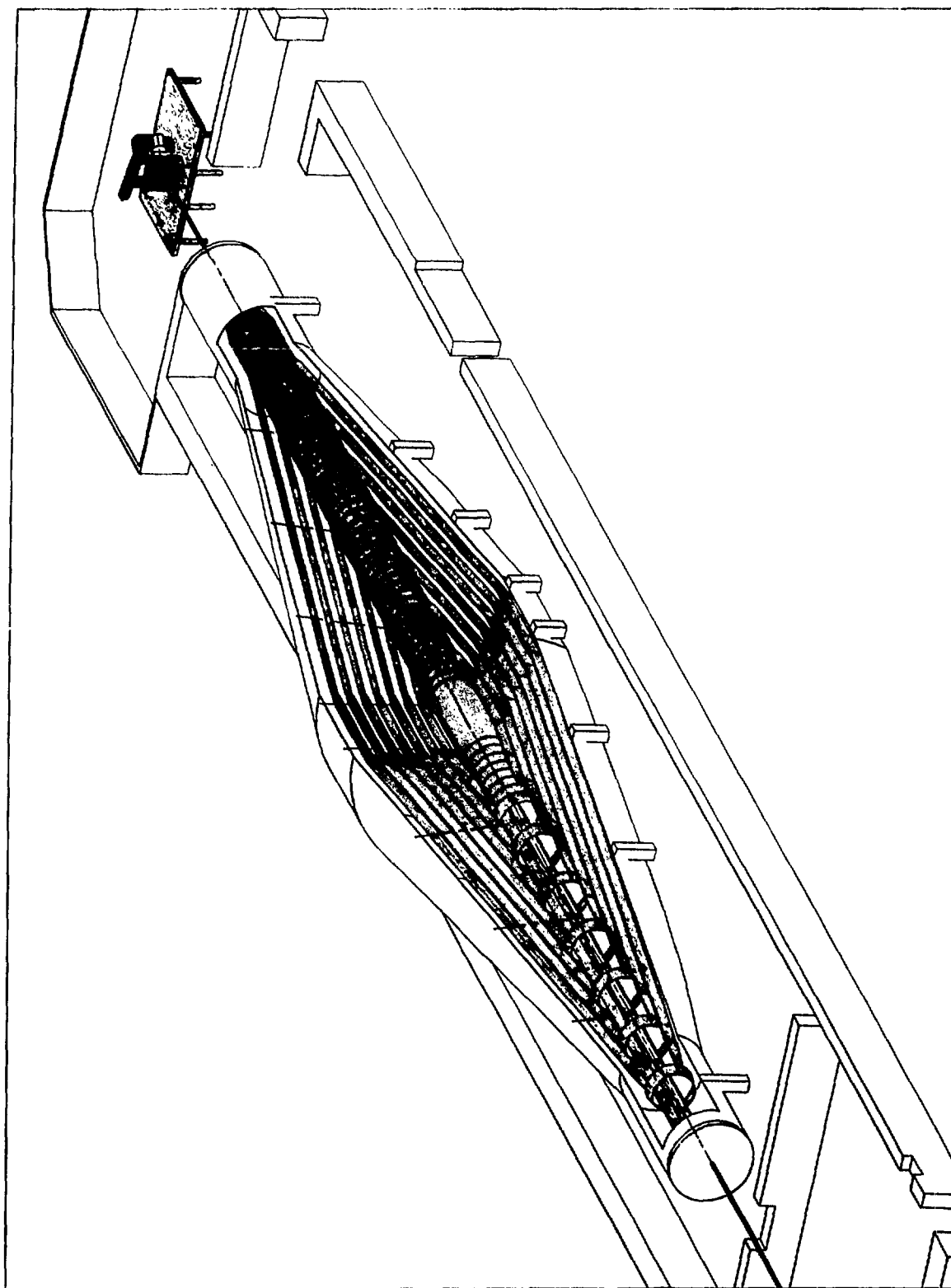
LES ELEMENTS DE BASE DU GENERATEUR ELECTROSTATIQUE ET LE TUBE ACCELERATEUR
(DONT LES ORGANES DE POMPAGE ET D'OPTIQUE DE FAISCEAU NE SONT PAS REPRESENTES)

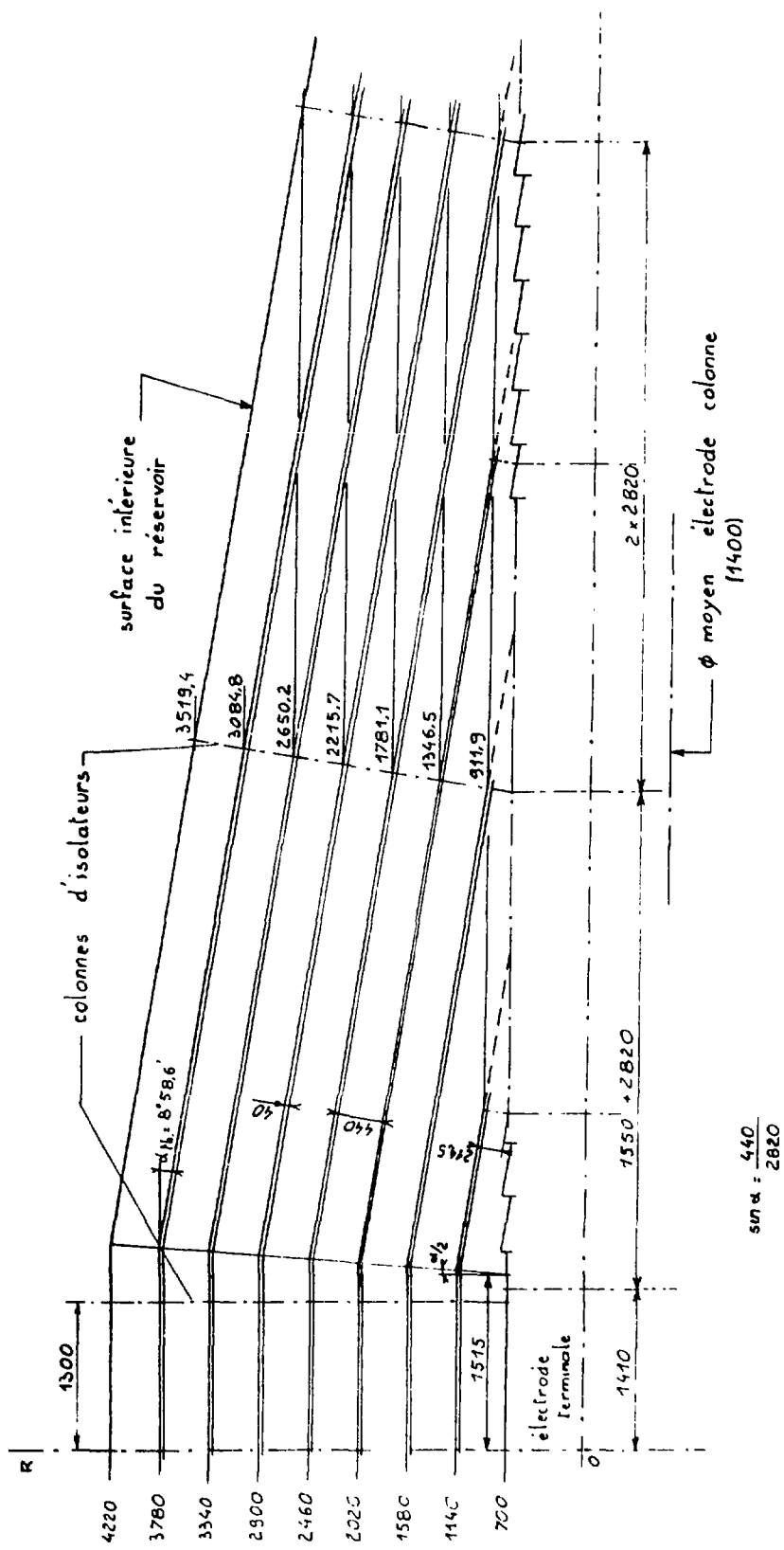
QUI DOIVENT ETRE SUPPORTES PAR UNE OSSATURE

Le VIVITRON dans le bâtiment

- L'injecteur sur sa plateforme
- Dans le réservoir :
 - les électrodes discrètes
 - les électrodes "colonne"
 - en totalité à droite (côté basse énergie)
 - certaines ôtées à gauche (côté haute énergie)
- la courroie de charge avec des rouleaux d'appui
- une chaîne de résistances (diviseur de tension)
- le tube accélérateur

original contains
color illustrations





Données géométriques : les électrodes

Choix de la structure mécanique

août 1985
mise à jour
sept. 1990

1. Données : - zone centrale rigide et fixe / sol
- isolateurs travaillent en traction



2. Force électrostatique

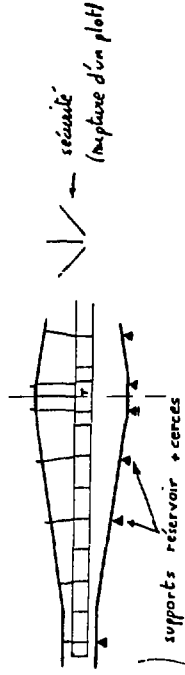
$$140 \text{ kV/m} \quad f \sim 598/\text{m}^2 \quad (20 \text{ daN/m})$$

- flexion des barres d'électrodes discrètes \rightarrow portée maxi: 2 sections
3. Accessibilité dans la machine : écartement des traverses \geq 2 sections

heptagones toutes les 2 sections (560m)
poids propre

\rightarrow à soutenir par les isolateurs

1. + 2. + 3.

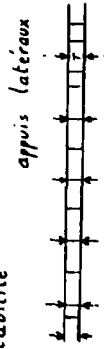


4. Poutre isolante (sauroie passante)

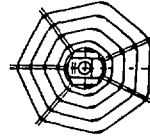
- portée 2 sections (vérifier le boulonnage des membrures / poids)

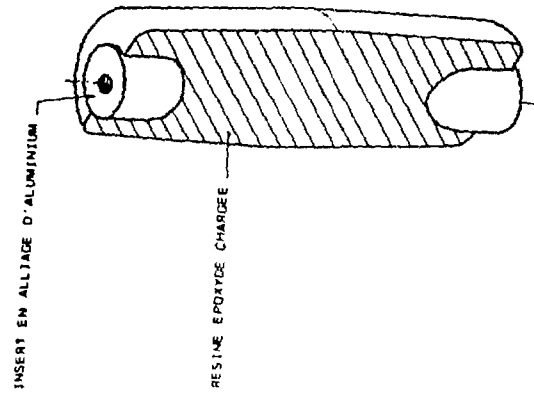


5. Stabilité



+ 40 plots (sections intermédiaires)

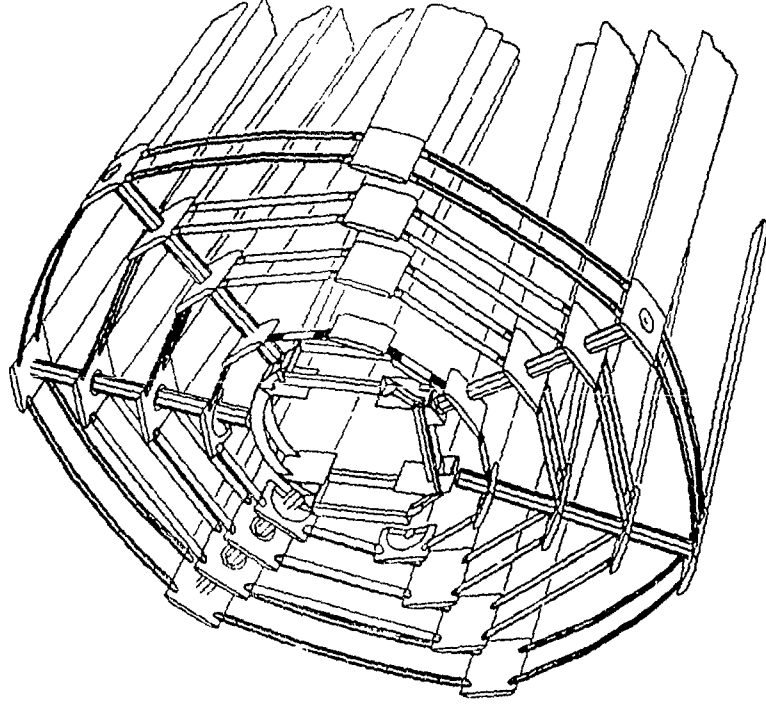




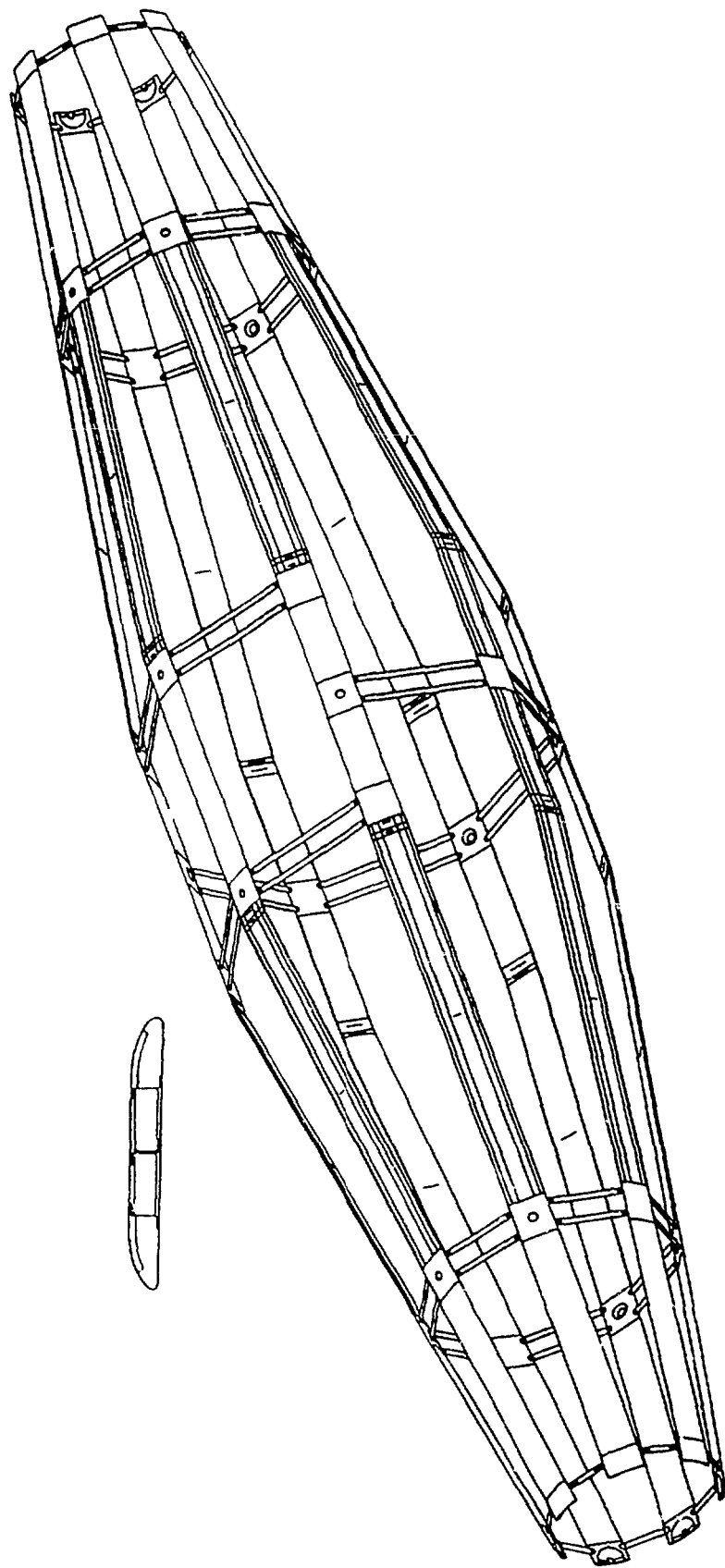
$L = 400 \text{ MM}$

$R > 10 \text{ TONNES}$

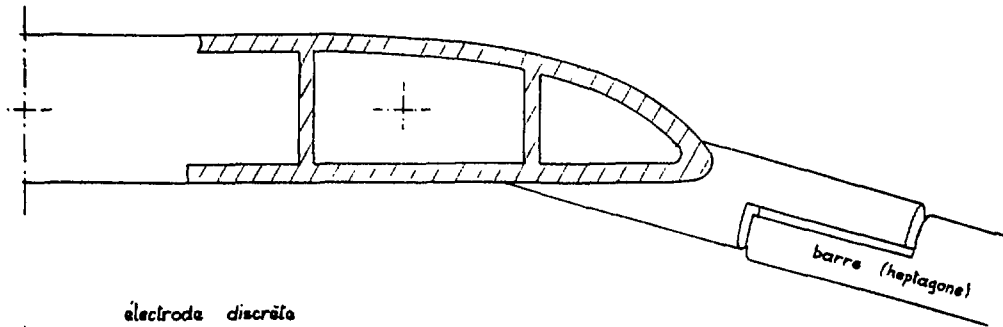
Coupe partielle d'un isolateur
utilisé comme suspente
ou plot d'appui



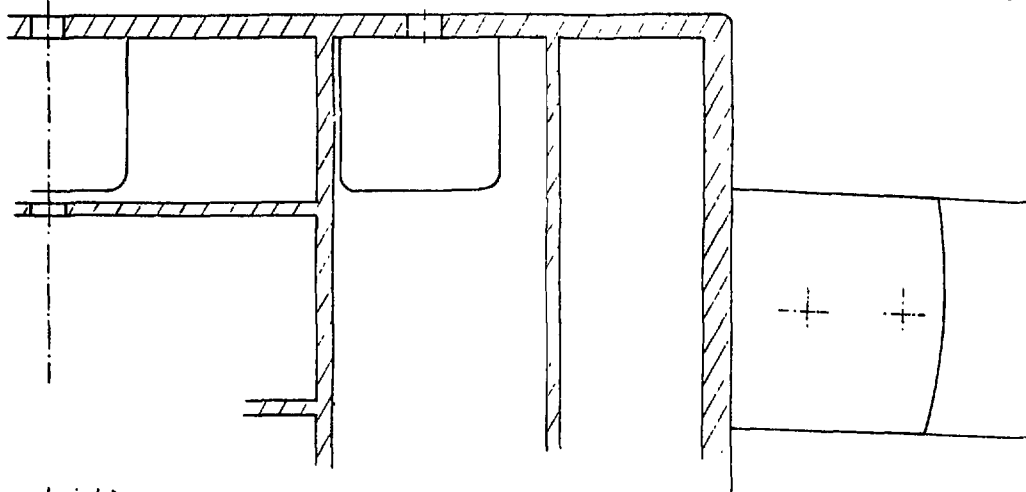
Principe d'assemblage dans
le plan d'une section morte



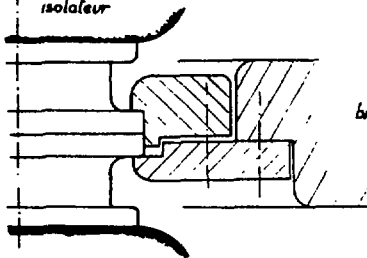
Une électrode discrète assemblée, avec ses raidisseurs (heptagones)



électrode discrète

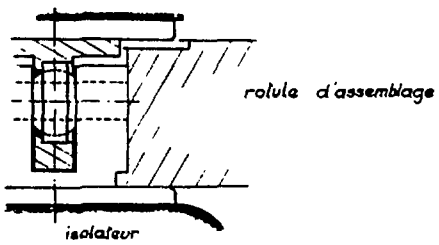


isolateur



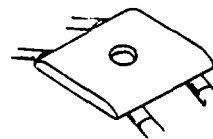
brides d'assemblage

NOEUD D'ASSEMBLAGE



roule d'assemblage

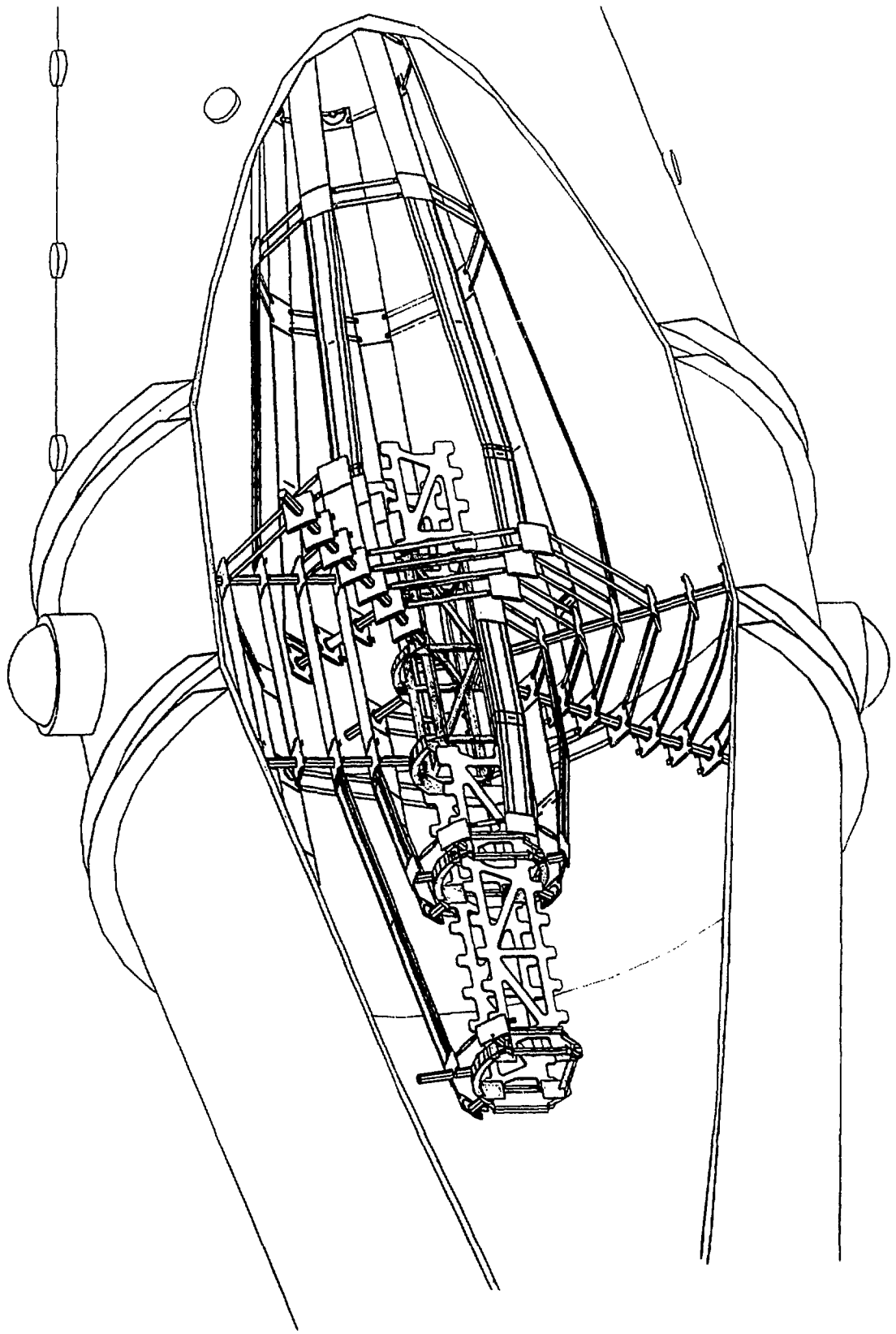
isolateur

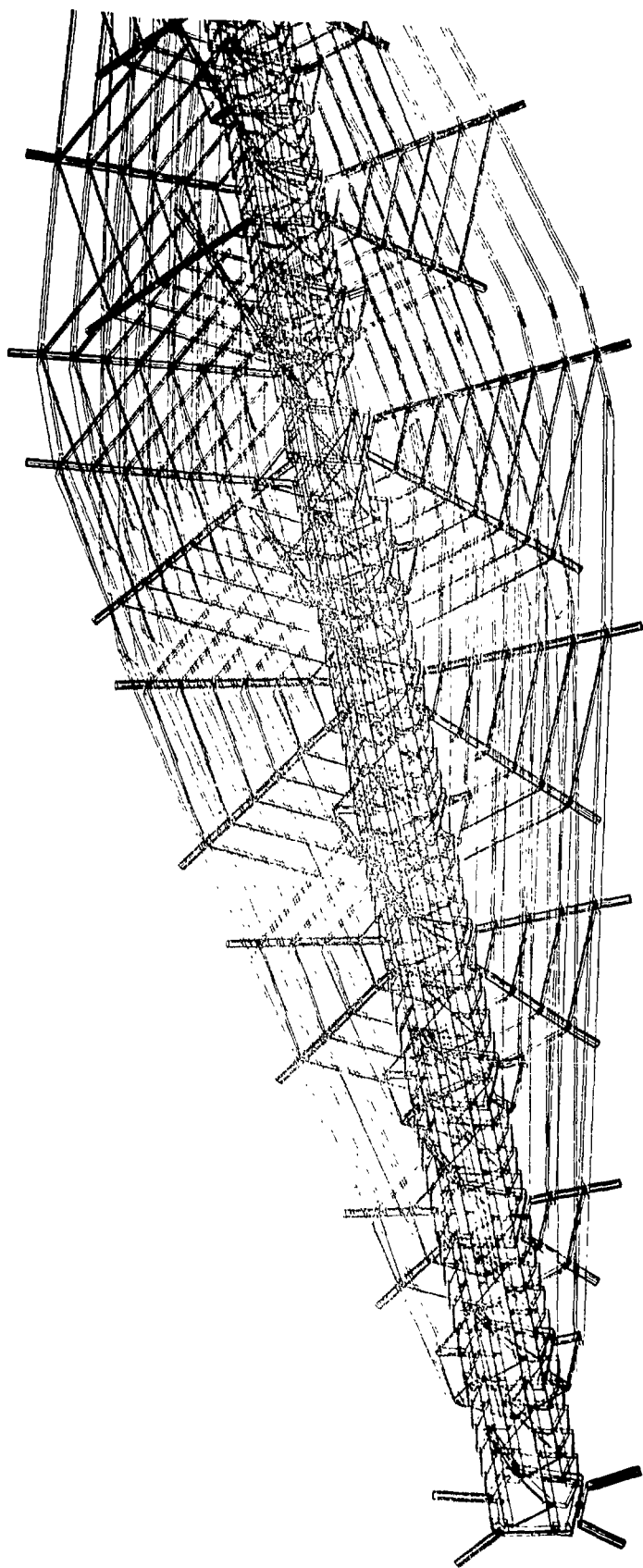


Début du montage de la partie centrale de la structure à l'intérieur du réservoir.

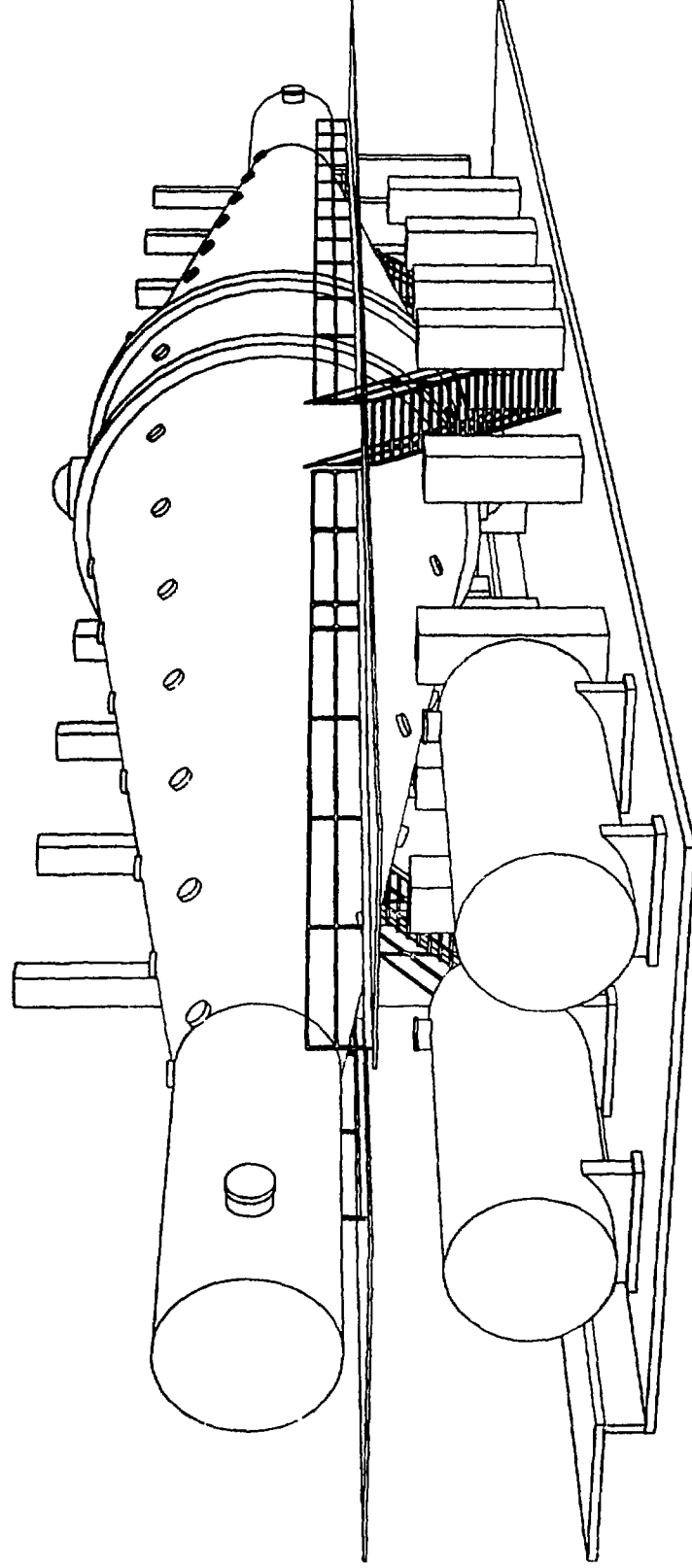
On peut distinguer :

- **les barres des électrodes discrètes**
- **les isolateurs**
- **l'ossature du terminal**
- **les cadres, supports des sections mortes**
- **les panneaux isolants formant la poutre longitudinale.**

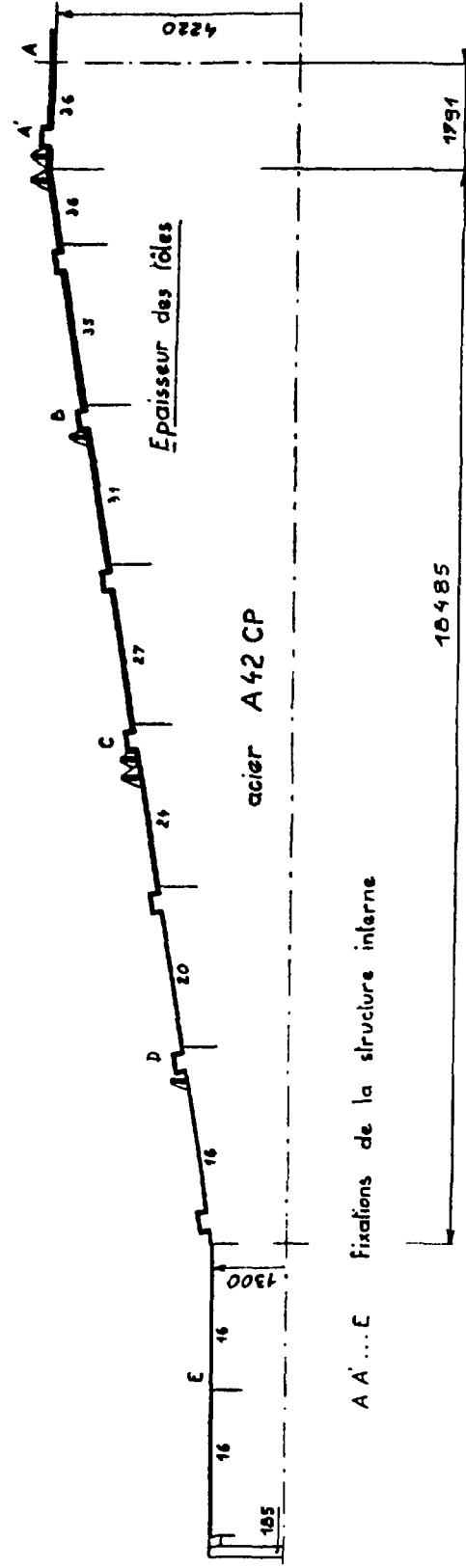




Partie du modèle utilisé pour le calcul informatique (logiciel HERCULE-SOCOTEC)
des efforts et des déformations dans la structure ; les barres en avant de la poutre ne sont pas dessinées



**Le Vivitron et les réservoirs de stockage de l'hexafluorure de soufre liquide ;
les chaises du réservoir ne sont pas représentées**

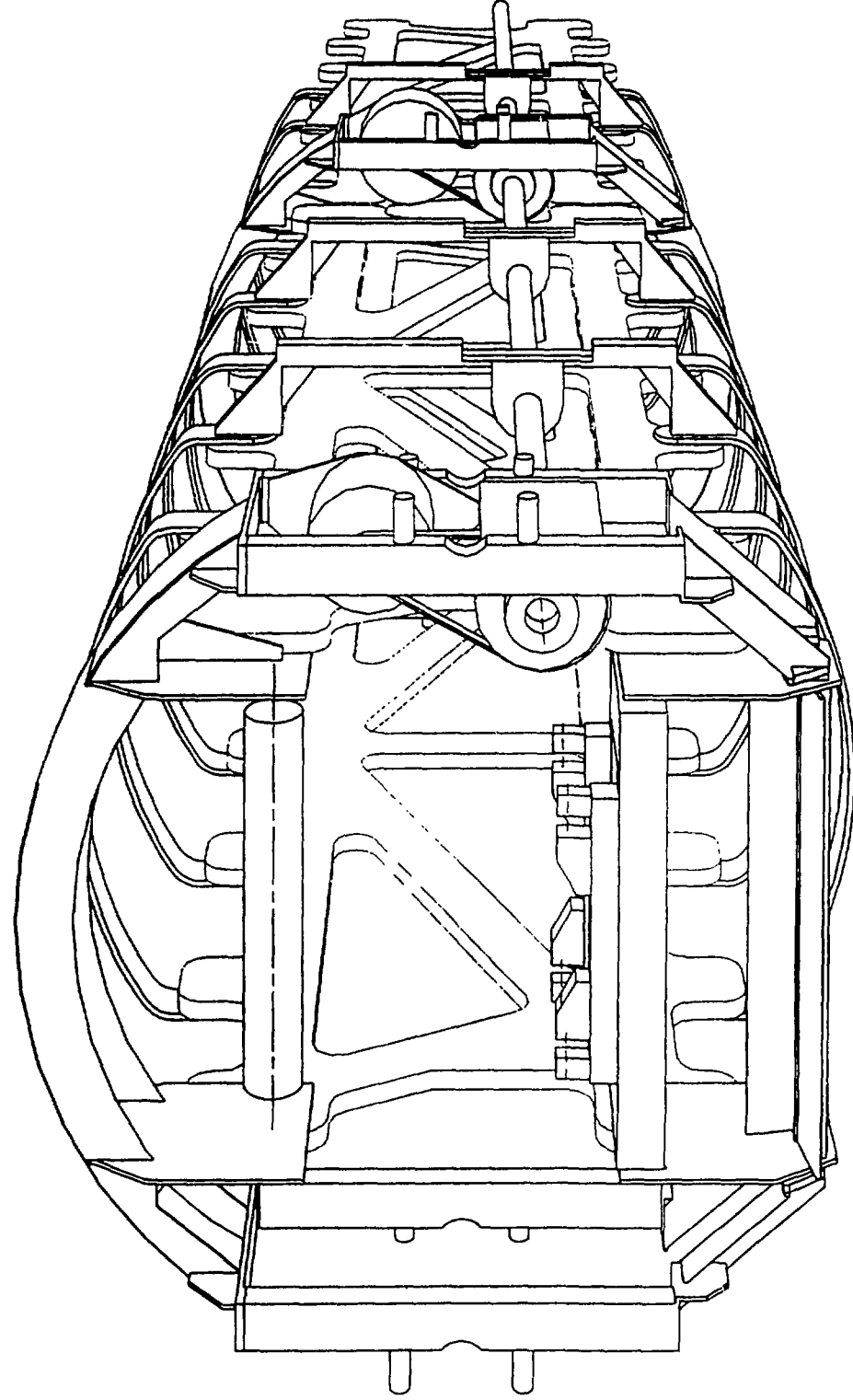


A A'...E Fixations de la structure interne

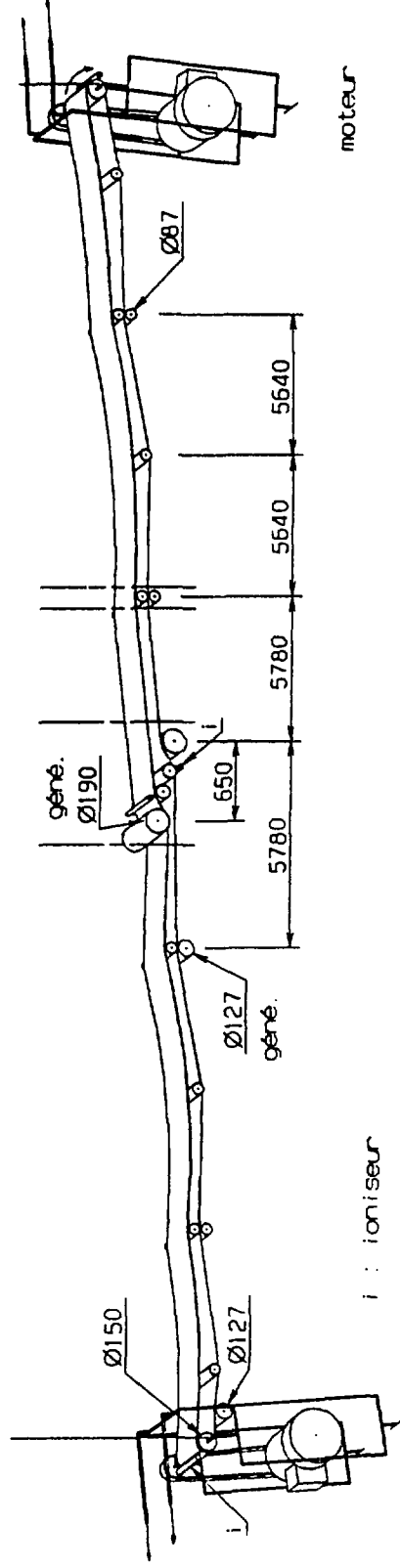
FONCTIONS DU RESERVOIR (1220 M3)

1. ENCEINTE A PRESSION INTERIEURE 11 BARS EFFECTIFS
D'HEXAFLUORURE DE SOUFRE
AVANT LE REMPLISSAGE: VIDE PRIMAIRE
2. SUPPORT DE L'ACCELERATEUR
LA STRUCTURE EST ANCRÉE (ISOLATEURS) SUR LA PAROI; LES ECARTS
DE FORME DOIVENT ETRE FAIBLES (DEPLACEMENTS D'APPUIS REDUITS)
3. ELECTRODE
ETAT DE SURFACE RIGoureux: RA=3.2 MICRONS (GRENAILLAGE)

Le réservoir



La poutre longitudinale, les supports du tube accélérateur et l'arbre isolant entraînant des alternateurs



moteur

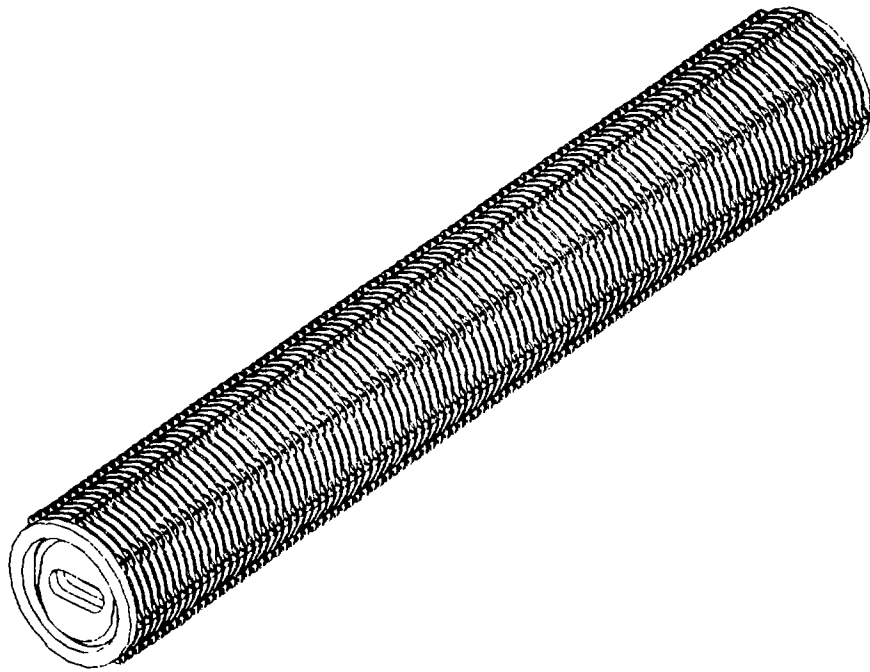
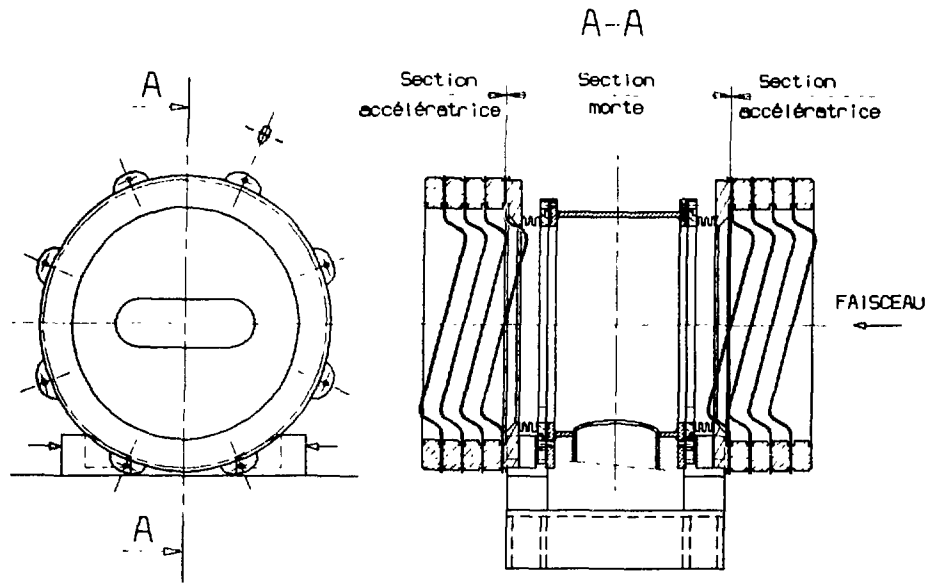
i : ioniseur

La bande :

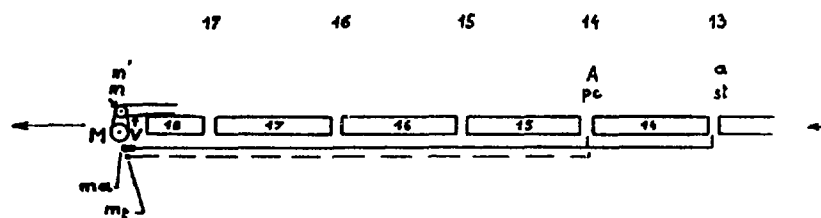
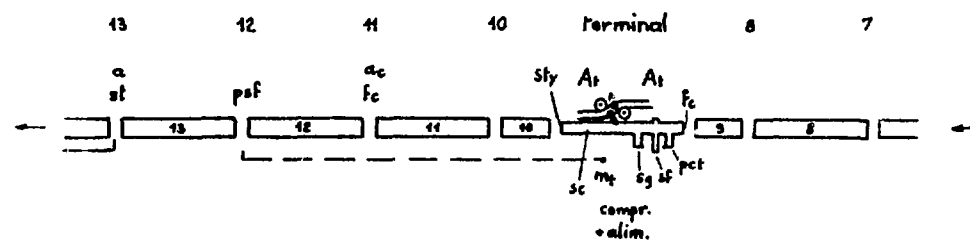
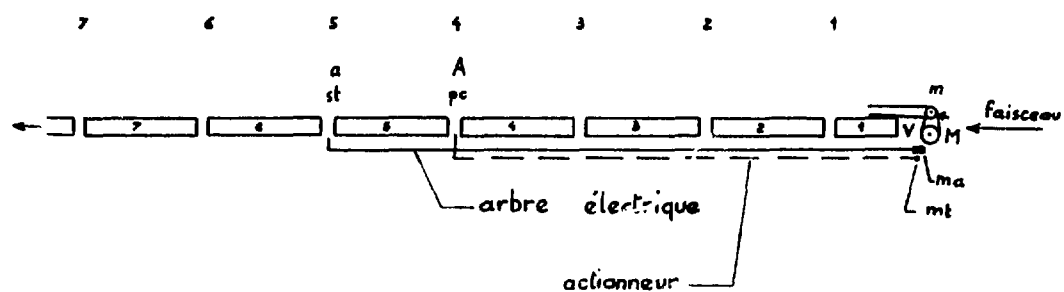
largeur : 520 mm épaisseur : 3.3 mm longueur : 101 m

tension par brin : 520 daN vitesse : 10 m/s

Systeme de charge de l'accelerateur Vivitron

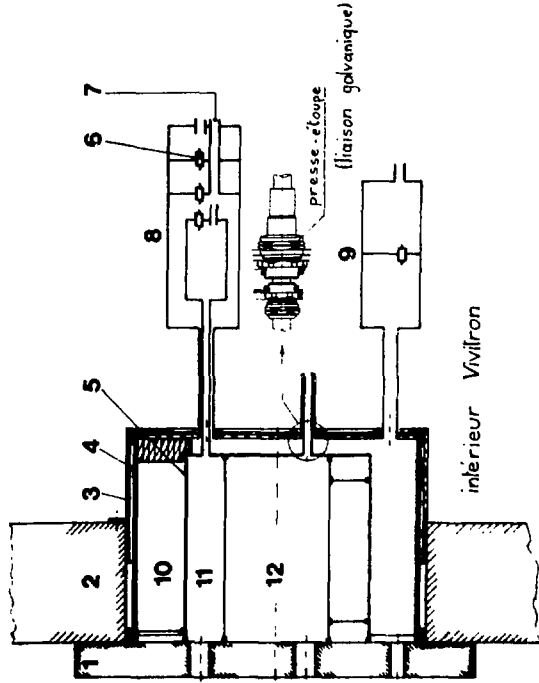


Tube accélérateur



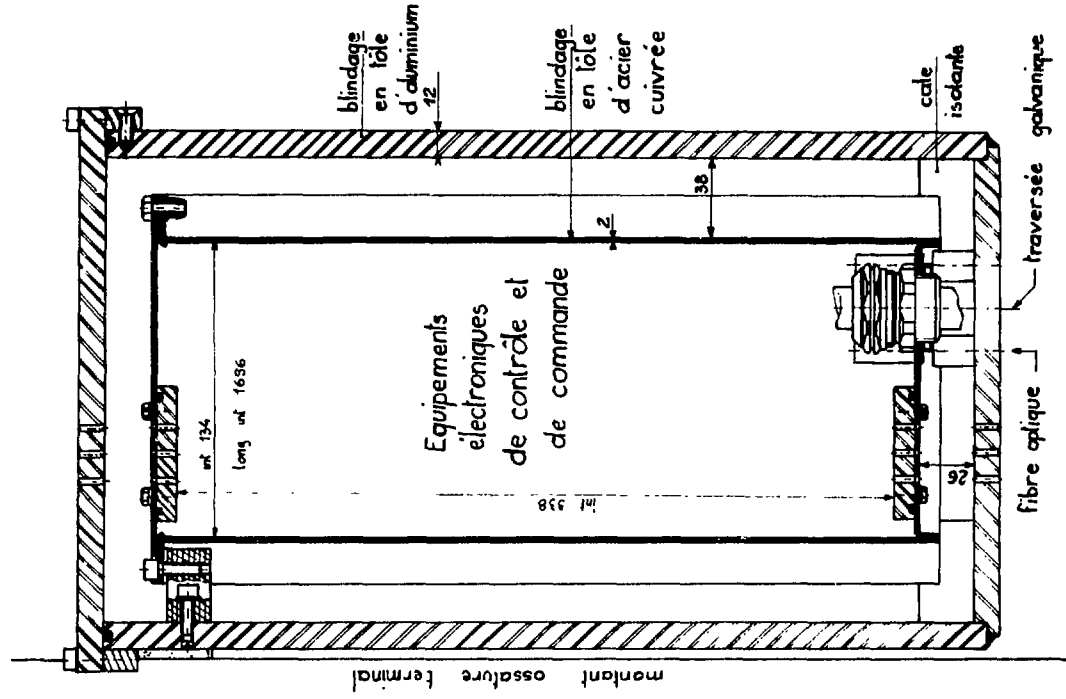
M	moteurs	V	vannes isolement tube accélérateur
m	moteurs vérins de tension de la courroie	pc	pompe cryogénique 200 l/s
m'	moteur orientation du rouleau de contrainte	pct	pompe cryogénique terminal 1000 l/s
ma	moteurs arbres électriques	st	steerers (st)
mt	moteurs lignes de commande (actionneurs)	st	stripper feuilles
A	alternateurs 1,7kVA (arbre)	sg	stripper gaz + pompe cryo. 450 l/s
a	alternateurs 500VA (arbre)	sc	sélecteur de charges
At	alternateurs terminal 4kVA (courroie)	fc	cages de Faraday
ac	alternateur 200VA (courroie)	psf	post-stripper feuilles
up	up charge		
down	down charge (terminal)		
collecting	collecting charge		

EQUIPEMENTS DES SECTIONS MORTES ET ORGANES DE COMMANDE



- 1) flasque support des passages électriques
- 2) étanches, isolé de la cuve
- 3) tampon d'extrémité de la cuve
- 4) protection H.F.
- 5) premier blindage en tôle d'aluminium, isolé de la cuve et du 2ème blindage
- 6) 2ème blindage en tôle d'acier cuivrée, électriquement en contact avec le flasque 1
- 7) composant électrique de protection
- 8) entrée des boîtes de raccordement aux organes capteurs et actionneurs. Le diamètre de ces orifices a été calibré pour répondre aux caractéristiques des fréquences de coupures des guides d'onde H.F.
- 9) boîte de raccordement à double blindage
- 10) zone réservée aux traversées de puissance
- 11) zone réservée aux traversées pour les signaux numériques
- 12) zone réservée aux traversées pour les signaux analogiques.

Protection des sorties électriques



Coupe d'une case d'équipements dans le terminal, blindée vis-à-vis des décharges

blindage en tôle d'aluminium

blindage en tôle d'acier cuivrée

cafe isolante

fibre optique traversée galvanique

Equipements électroniques de contrôle et de commande

long mt 1686

mt 134

mt 338

36

2

2

montant ossature terminal

Liste des ensembles d'équipements

Injecteur (source d'ions, préaccélération)

Extension basse énergie

Tube accélérateur (+ diviseur de tension, éléments de guidage et de focalisation du faisceau)

Générateur électrostatique (poutre longitudinale, système de charge, diviseur de tension, électrodes "colonne", électrodes discrètes, isolateurs, arbre électrique)

Réservoir

Stabilisation (voltmètres générateurs, électrodes capacitives, coronas)

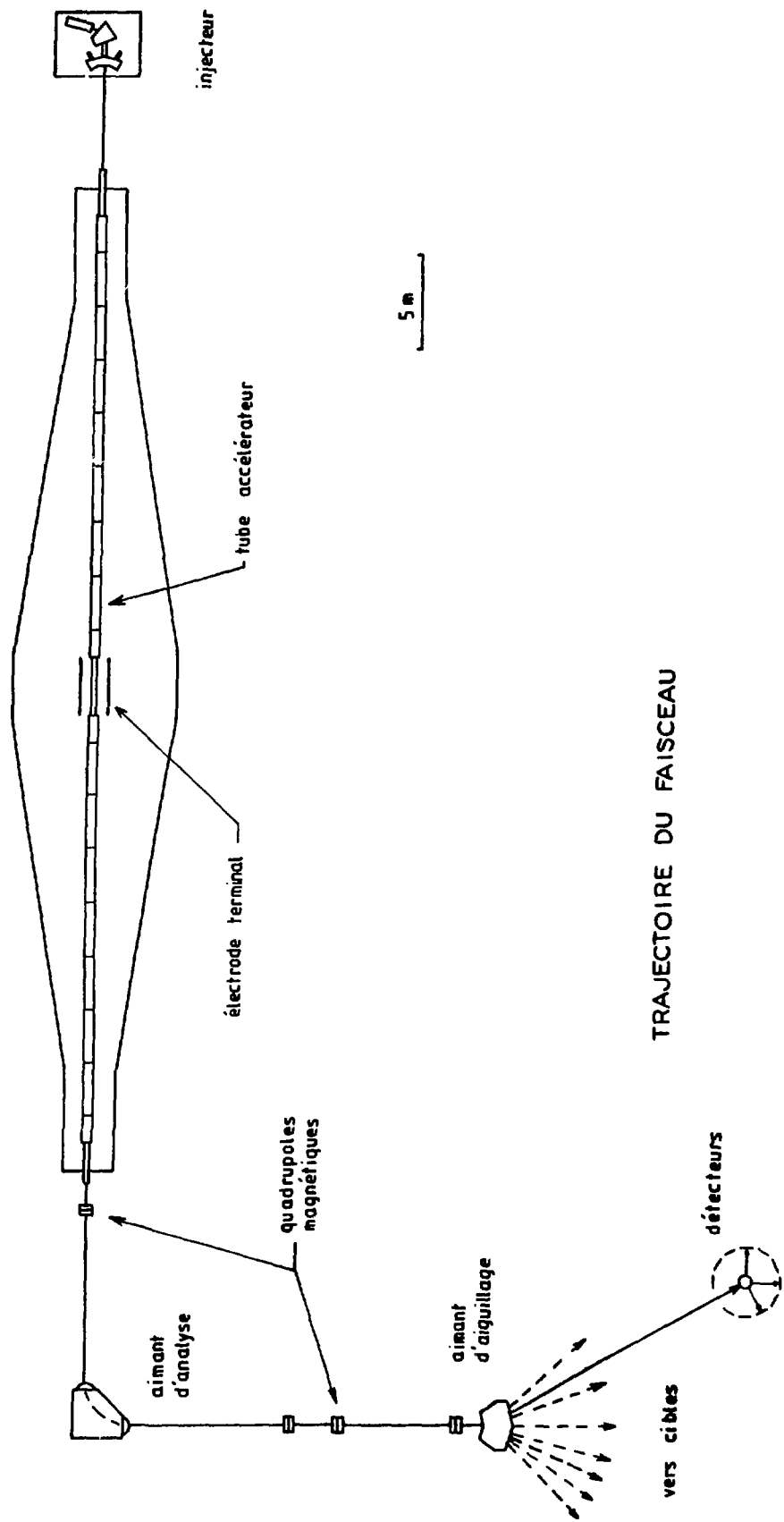
Extension haute énergie

Système d'analyse (point objet, quadrupôles magnétiques, aimant d'analyse, point image)

Système de distribution (aimant d'aiguillage, quadrupôles magnétiques)

Transfert de gaz (recirculation, séchage, pompage, compresseurs, réservoirs de stockage)

Contrôles et commandes



TRAJECTOIRE DU FAISCEAU

Imprimé
au Centre de
Recherches Nucléaires
Strasbourg
1990