



## Installation finale des cryo-aimants in situ dans le tunnel ou le SM 18

J.C. Brunet / LHC-CRI

Mots clés : installation, cryo-aimant

---

### Résumé

Il est considéré l'installation finale des cryo-aimants in situ dans le tunnel ou le SM 18. Il est proposé une méthode et des séquences d'installation compatibles avec l'actuelle conception des composants et les diverses contraintes de l'environnement. Il est aussi abordé la possibilité de retrait d'un composant dans le tunnel en sauvegardant les composants restés en place.

---

### 1. Introduction

La conception des extrémités des cryo-aimants (dipôle et section droite courte SSS) limite et détermine les mouvements pour l'installation finale en place dans le tunnel.

Cette note propose une méthode et des séquences de montage. De même, il est considéré le cas du changement d'un cryo-aimant, donc son démontage, en sauvegardant l'intégrité des composants situés en amont et en aval du composant démonté (Fig. 1).

### 2. Hypothèses pour l'installation finale

Les composants à prendre en considération sont les dipôles des arcs et les SSS. Les informations ci-dessous concernent les composants sans leurs protections, indispensables lors des manipulations.

		<b>Dipôle</b>	<b>SSS</b>
Masse	kg	30000	8000
Longueur du tank	mm	14560	5670
Largeur du tank	mm	1055	1055
Longueur hors tout	mm	15805	6635
Largeur hors tout	mm	1106	1106
Hauteur hors tout	mm	1055	1500

Les extrémités de ces composants doivent être préservées des chocs et des détériorations, en particulier :

- câbles supraconducteurs, pour assurer un brasage efficace ;
- soufflets ;

- tubes qui doivent présenter des surfaces et des positions propres à l'accostage et au soudage.

Les manutentions se feront avec des protections robustes jusqu'au moment de l'installation fine; c'est-à-dire, le dernier mouvement latéral dans le tunnel jusqu'à la position finale.

Dans la conception, il sera prévu 10 mm au minimum entre les parties d'un composant mobile et un composant fixe.

Le cryo-aimant est en appui sur 3 supports. Les scénarios exposés dans les chapitres suivants et la conception de la masse froide du dipôle et de la section droite courte demandent que le pied solitaire soit situé du côté des connexions.

### **3. Contraintes créées par les extrémités des dipôles**

La conception de l'installation doit considérer non seulement la première installation qui s'effectue à la suite, les uns après les autres, mais aussi tenir compte d'une installation à un endroit quelconque de la machine LHC, si un aimant devait être changé.

La conception des extrémités des cryo-aimants permet d'avoir plusieurs centimètres, longitudinalement, entre les tubes de liaison, par le glissement au dernier moment des soufflets ou des tubes de fermetures.

Cependant, le point délicat majeur subsiste : les câbles supraconducteurs. La conception des câbles en torsade impose une superposition des câbles supraconducteurs de 120 mm au point de jonction.

Ce recouvrement doit s'effectuer sans que les contraintes, créées par des déformations, provoquent la rupture des micro-brins Niobium-Titane.

Le mouvement latéral ne permet aucun jeu et la descente verticale est impossible à cause de la superposition des câbles supraconducteurs.

Pour créer cet espace de 10 mm, il est proposé d'incliner légèrement l'aimant durant la phase d'introduction. L'angle serait de 1.5 mrad dans le plan ZY (Fig. 2).

Il convient de noter que cette proposition permet de résoudre les problèmes de jonction, à l'exception des bus bars auxiliaires pour lesquels une étude est en cours.

### **4. Séquences pour l'installation fine**

Les 3 supports d'aimant sont en place dans le tunnel, alignés et nivelés (Fig. 3.0), sauf pour le support solitaire qui aura une altitude - 10 mm (côté connexions).

Transfert latéral de l'aimant incliné (1.5 mrad).

Pose de l'aimant (Fig. 3.1).

Les aimants restent en position inclinée jusqu'au moment où l'on effectue le brasage des bus bars (Fig. 3.2).

Montée de l'aimant côté "C" à l'aide du vérin jusqu'à son altitude (montée théorique de + 10 mm).

L'aimant "N" est en position, prêt pour les opérations de brasage des bus bars (Fig. 3.3).

## 5. Démontage d'un cryo-aimant et installation d'un nouveau

A la suite des opérations de retour à température ambiante et à pression atmosphérique de l'enceinte à vide ( $\varnothing$  914 mm)<sup>1)</sup>, les opérations mécaniques seraient les suivantes pour un dipôle :

- déplacement de la partie mobile inter-aimants (soufflets  $\varnothing$  1006);
- découpe des tubes des lignes HA, HB, QBX, V;
- débrasage des bus bars principaux et auxiliaires.

La situation se présente comme sur la figure 4.1 :

- montée de 10 mm des 2 supports situés du côté "L" (lyre);
- descente de 10 mm du support solitaire côté "C" (connexion).

Le cryo-aimant est prêt pour son transfert :

- retrait latéral de l'aimant en position inclinée de 3 mrad.

L'opération d'introduction d'un nouvel aimant est identique à celle présentée au Chapitre 4.

Elle permet de laisser un espace minimal de 10 mm entre les parties qui se déplacent et les aimants restant en place (Fig. 4.2).

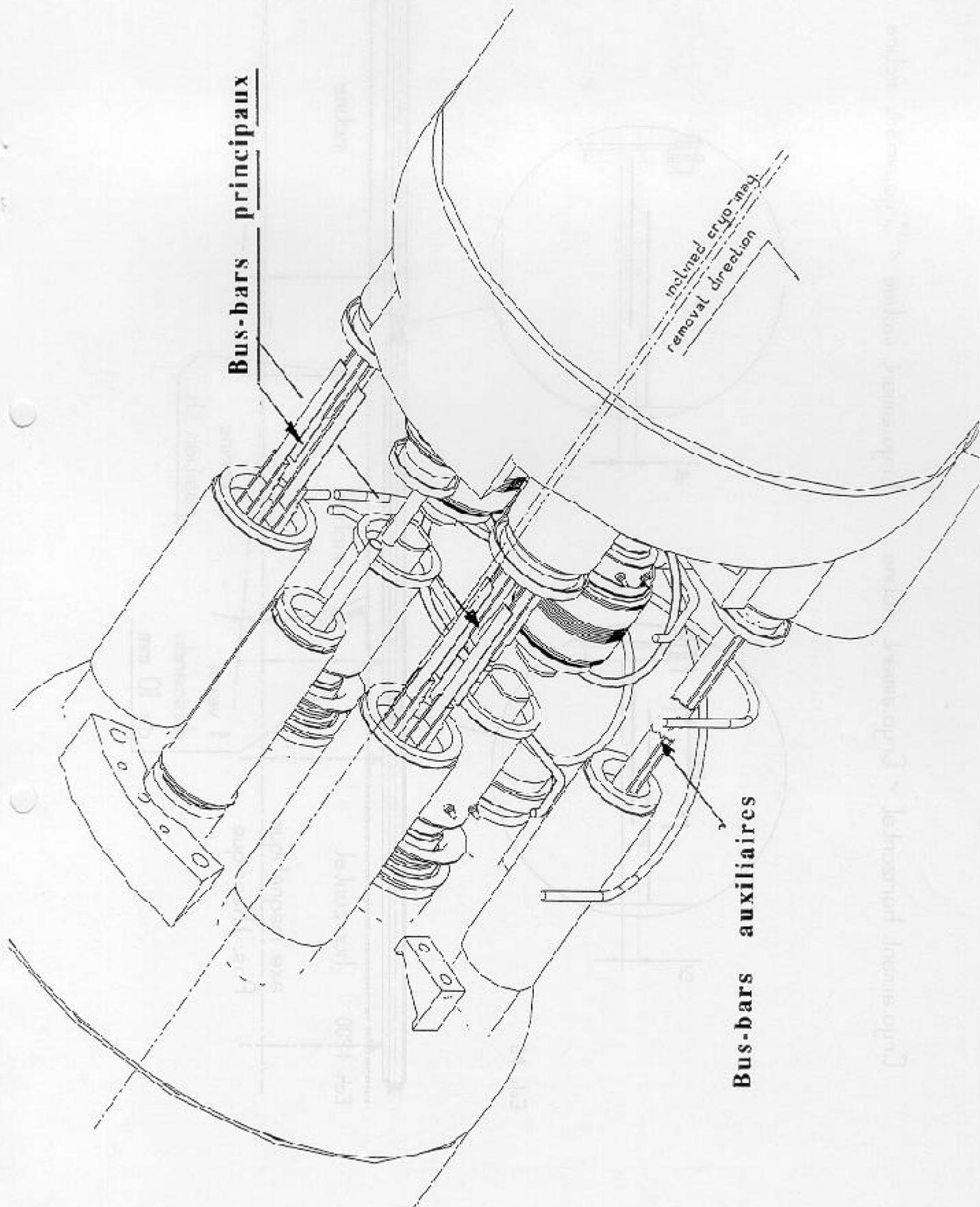
## 6. Conception de l'appareillage de l'installation fine

Après le transfert à proximité dans le tunnel, il devra être prévu, pour l'Appareillage de l'Installation Fine (AIF) :

- un léger ajustement en hauteur  $\pm$  20 mm préservant la garde de 10 mm, quelle que soit la précision du tunnel, du composant, de l'AIF et des manoeuvres ;
- un mouvement latéral sur 1300 mm en position inclinée ;
- la dépose sur les 3 supports en place.

---

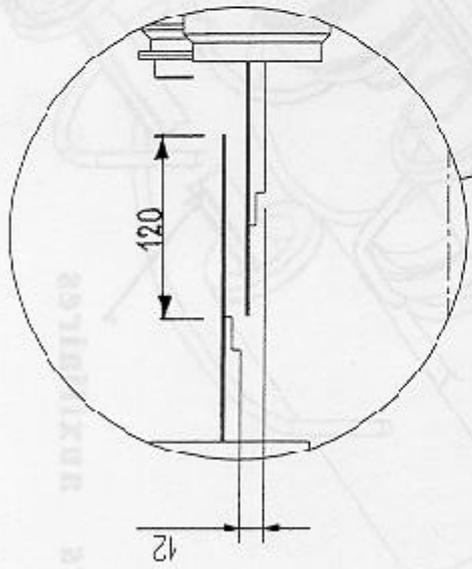
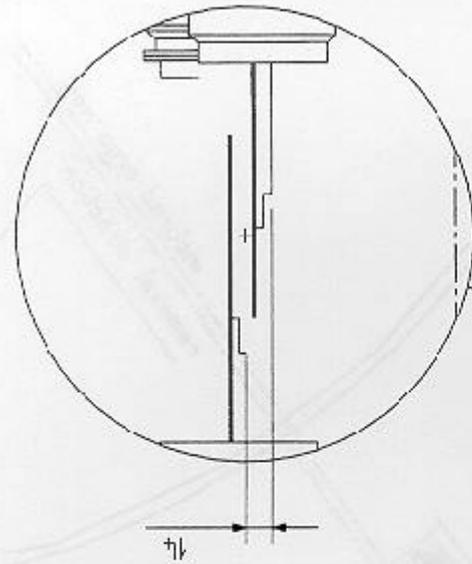
<sup>1)</sup> Ces opérations ne concernent pas cette note.



**Fig 1** Extrémités des masses froides pendant la phase finale de transfert in-situ

Cryo.aimant incline / Cryo.aimant incline

Cryo.aimant horizontal / Cryo.aimant incline



Ech. 1:5

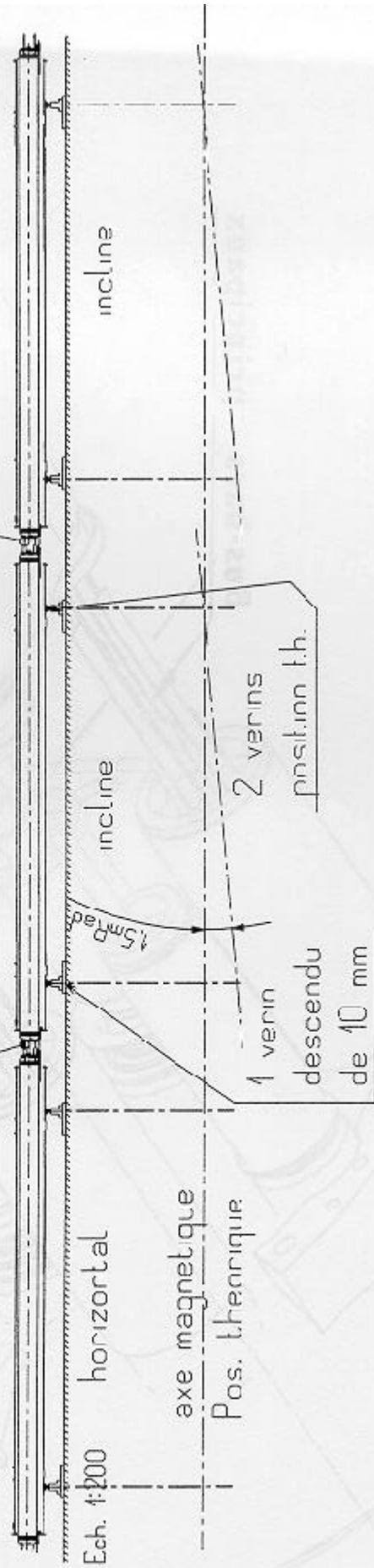
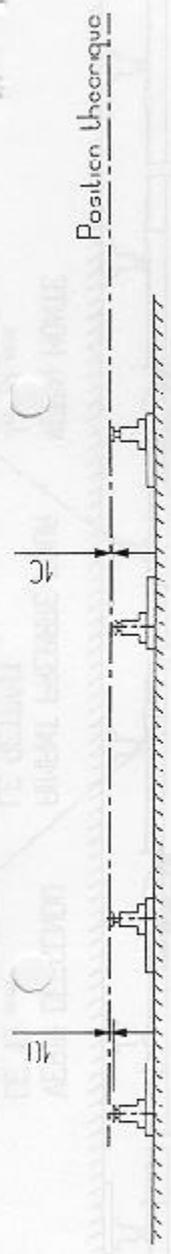
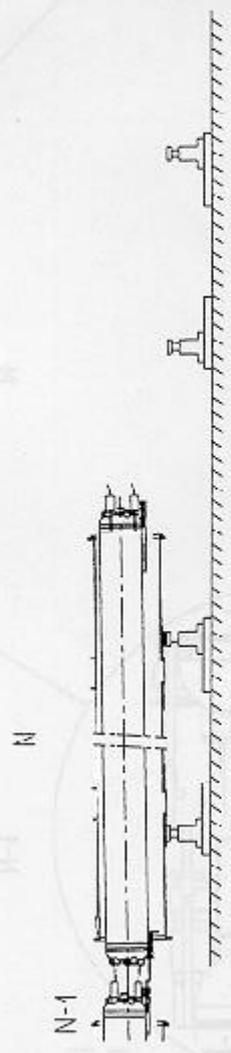


Fig 2 Position des cryo-aimants préservants environ 1cm entre les parties critiques



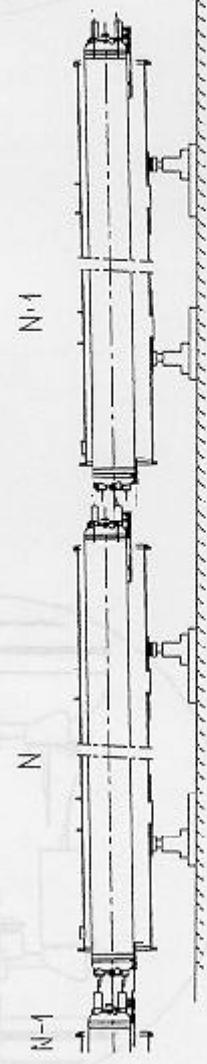
3.0

Verins support d'aimant, en place avec altitudes différentes



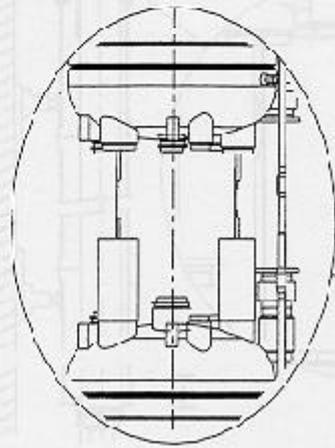
3.1

Installation N° 1 inclinée provisoirement

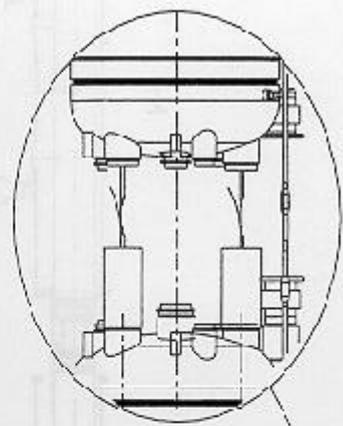


3.2

Installateur N° 2 inclinée provisoirement



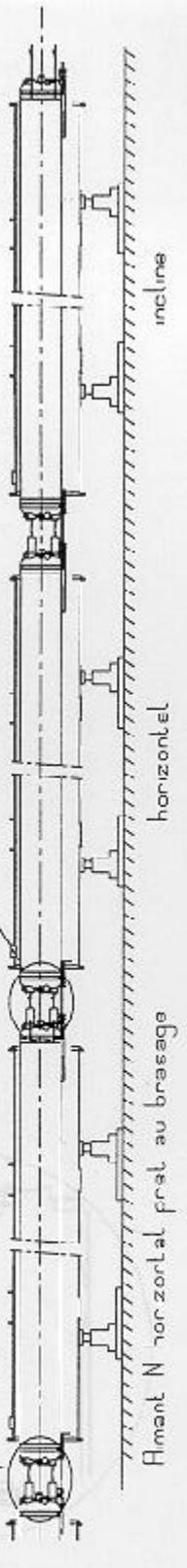
brazage de N avec N-1 et N+1



N

N+1

N+2



3.3

Filant N horizontal prêt au brasage

horizontal

incliné

fig 3 Sequences pour l'installation finale de cryo-aimants

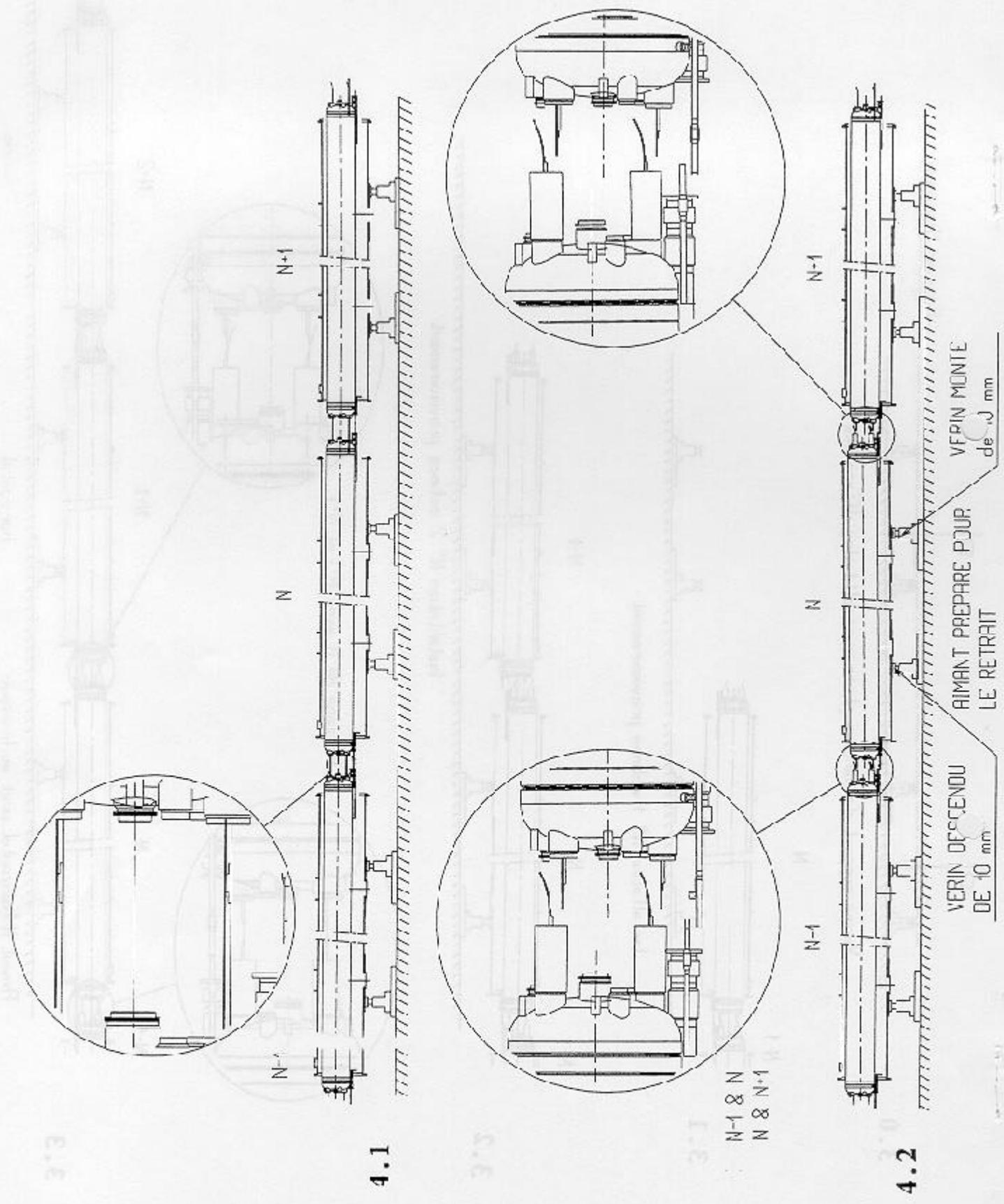


fig 4 Sequences pour le démontage d'un cryo-aimant