

# systemes AVANCE

- Considérations générales de sécurité  
Manuel de l'utilisateur  
Version 005



Tous droits réservés © par Bruker Corporation

Droit de reproduction : Il est interdit de reproduire, mémoriser dans un système de recherche automatique ou transmettre même partiellement, sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit, la présente publication sans l'autorisation préalable de l'éditeur. Les noms des produits mentionnés sont des marques ou des marques déposées par leur titulaire respectif.

© août 09, 2017 Bruker Corporation

Numéro du document : Z4D10550D

T/N: Z31836F

---

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Preambule</b> .....	<b>5</b>
1.1	Élément de politique .....	5
1.2	Symboles et conventions .....	5
<b>2</b>	<b>Introduction</b> .....	<b>7</b>
2.1	Conditions d'utilisation du spectromètre AVANCE RMN .....	7
2.2	Objectif de ce manuel .....	8
2.3	Sécurité magnétique .....	8
2.3.1	Mesures de sécurité dans la zone dite intérieure .....	8
2.3.2	Mesures de sécurité dans la zone dite extérieure .....	9
2.4	Sécurité cryogénique .....	9
2.5	Sécurité électrique .....	9
2.6	Sécurité chimique .....	10
2.7	Certification CE .....	10
2.8	Environnement d'exploitation .....	10
2.9	Signes et étiquettes .....	10
2.10	Facteurs de conversion SI - États-Unis .....	12
<b>3</b>	<b>Sécurité de l'armoire électronique</b> .....	<b>13</b>
3.1	Consignes générales de sécurité.....	13
3.2	Mise à la terre du système et égalisation potentielle des systèmes Avance .....	13
3.3	Sécurité de console .....	15
3.3.1	Arrêt d'urgence .....	15
3.4	AQS/3+ .....	15
3.4.1	Arrêt d'urgence .....	16
3.4.2	Sécurité personnelle .....	16
3.4.3	Arrêt de sécurité.....	17
3.5	BSMS/2.....	18
3.5.1	Arrêt d'urgence .....	18
3.5.2	Sécurité personnelle .....	19
<b>4</b>	<b>Sécurité magnétique</b> .....	<b>21</b>
4.1	Champ magnétique.....	22
4.1.1	Blindage .....	22
4.1.2	Implants médicaux électroniques, électriques et mécaniques.....	22
4.1.3	Implants chirurgicaux et prothèses .....	23
4.1.4	Fonctionnement de l'équipement .....	23
4.1.5	Avant d'alimenter le système d'aimant dans le champ .....	23
4.1.6	Après avoir alimenté le système d'aimant dans le champ .....	23
4.1.7	Précautions générales de sécurité.....	24
4.2	Zone d'accès contrôlé .....	24
4.3	Manipulation sans danger de substances cryogéniques .....	24
4.3.1	Types de substances .....	25
4.3.2	Règles générales de sécurité .....	25
4.3.3	Dewar de transport de cryogène.....	26

4.3.4	Dangers pour la santé.....	26
4.3.5	Premiers secours .....	26
4.3.6	Vêtements de protection .....	26
4.3.7	Autres règles de sécurité .....	27
4.3.8	Tabagisme .....	27
4.4	Réapprovisionnement d'azote liquide .....	27
4.4.1	Condensation d'oxygène .....	27
4.4.2	Système de flux d'azote .....	28
4.4.3	Autres règles générales .....	28
4.5	Réapprovisionnement d'hélium liquide .....	28
4.5.1	Réceptacle d'hélium.....	28
4.5.2	Instructions de réapprovisionnement d'hélium.....	29
4.5.3	Transfert rapide d'hélium .....	29
4.6	Ventilation .....	29
4.6.1	Ventilation pendant le fonctionnement normal.....	30
4.6.2	Ventilation d'urgence pendant l'installation de l'aimant ou en cas de refroidissement .....	30
4.6.3	Échappement d'urgence .....	30
4.6.4	Moniteur d'oxygène et capteurs de niveau .....	31
<b>5</b>	<b>Considérations de sécurité concernant la sonde .....</b>	<b>33</b>
5.1	Questions de sécurité personnelle.....	33
5.1.1	Premiers secours .....	34
<b>6</b>	<b>Sécurité de l'émetteur .....</b>	<b>35</b>
6.1	Sécurité de l'émetteur .....	35
6.1.1	Étiquettes de sécurité .....	35
<b>7</b>	<b>Sécurité de la cryosonde .....</b>	<b>37</b>
7.1	Arrêt d'urgence .....	37
7.2	Questions de sécurité personnelle.....	38
7.2.1	Premiers secours .....	38
7.3	Approvisionnement d'hélium gazeux sous pression .....	39
7.4	Sécurité électrique .....	39
7.5	Sécurité de l'équipement .....	40
<b>8</b>	<b>Sécurité de la cryosonde Prodigy.....</b>	<b>41</b>
8.1	Questions de sécurité personnelle.....	41
8.1.1	Premiers secours .....	42
<b>9</b>	<b>Contact .....</b>	<b>43</b>
	<b>Figures.....</b>	<b>45</b>
	<b>Tableaux .....</b>	<b>47</b>
	<b>Index .....</b>	<b>49</b>

# 1 Preamble

**Avant de commencer tout travail, il convient de lire attentivement le manuel et de comprendre son contenu.** Toutes les consignes de sécurité et d'opération, ainsi que les règlements de prévention des accidents locaux, doivent impérativement être respectés pour une manipulation de l'appareil sans danger.

Les illustrations fournies dans ce manuel ont été élaborées à titre général et informatif et peuvent ne pas correspondre au modèle, au composant ou à la version du logiciel/firmware Bruker que vous utilisez. Les options et les accessoires ne sont pas systématiquement illustrés dans chaque figure.

## 1.1 Élément de politique

La politique de Bruker est d'améliorer ses produits à mesure que de nouvelles techniques et composants voient le jour. Bruker se réserve le droit de modifier les spécifications à tout moment.

Tous les efforts ont été mis en œuvre pour éviter des erreurs dans le texte et les illustrations fournies dans la présente publication. Afin de garantir le caractère utile et approprié de notre documentation, vos commentaires sur cette publication sont les bienvenus. Nos techniciens support sont priés de s'enquérir régulièrement des mises à jour des informations auprès de Bruker.

Bruker s'engage à fournir aux clients des produits et des services novateurs, de haute qualité et respectueux de l'environnement.

## 1.2 Symboles et conventions

Les consignes de sécurité de ce manuel sont indiquées par des symboles. Les consignes de sécurité sont présentées à l'aide d'expressions indicatives renseignant sur le degré de danger.

Pour éviter tout risque d'accident, de blessure ou de dommage matériel, respectez toujours les consignes de sécurité et agissez avec prudence.

### DANGER



**DANGER indique une situation dangereuse qui, si pas évitée, entraînera la mort ou des blessures graves.**

Cette situation est la conséquence de la non-observation de l'avertissement.

1. Ceci est la condition de sécurité.
- ▶ Ceci est la consigne de sécurité.

### AVERTISSEMENT



**AVERTISSEMENT indique une situation dangereuse , qui, si elle ne est pas évitée, pourrait entraîner la mort ou des blessures graves**

Cette situation est la conséquence de la non-observation de l'avertissement.

1. Ceci est la condition de sécurité.
- ▶ Ceci est la consigne de sécurité.

### **ATTENTION**



**PRUDENCE** indique une situation à risques qui, si elle n'est pas évitée, peut causer des blessures légères à modérément graves, ou de graves dommages aux équipements ou aux biens.

Cette situation est la conséquence de la non-observation de l'avertissement.

1. Ceci est la condition de sécurité.

▶ Ceci est la consigne de sécurité.

### **NOTIFICATION**

**AVIS** indique un message de dommages à la propriété.

Cette situation est la conséquence de la non-observation de l'avis.

1. Ceci est la condition de sécurité.

▶ Ceci est la consigne de sécurité.

### **INSTRUCTIONS DE SÉCURITÉ**

Les **CONSIGNES DE SÉCURITÉ** (ou équivalent) indiquent les instructions ou procédures spécifiques liées à la sécurité.

Cette situation est la conséquence de la non-observation des consignes de sécurité.

1. Ceci est une condition de sécurité.

▶ Ceci est une consigne de sécurité.



**Ce symbole met en évidence des conseils et des recommandations utiles ainsi que des informations visant à assurer un fonctionnement optimal.**

## 2 Introduction

### 2.1 Conditions d'utilisation du spectromètre AVANCE RMN

---

Les systèmes AVANCE de Bruker ne doivent être utilisés qu'aux fins prévues telles que décrites dans leurs manuels respectifs et présentées dans cette section.

L'utilisation de l'appareil à toute autre fin que celle à laquelle il se destine serait uniquement faite aux risques et périls de l'utilisateur et annulerait toutes les garanties du fabricant. Le travail de service ou d'entretien des consoles doit être effectué par un personnel qualifié. Seules les personnes formées au fonctionnement des spectromètres Bruker doivent manipuler l'appareil.

Les systèmes AVANCE de Bruker sont des spectromètres d'ultra haute précision visant l'analyse de structures chimiques et de propriétés moléculaires. De petits échantillons liquides ou solides sont placés dans un champ magnétique extrêmement puissant. Ils sont irradiés par de courtes impulsions de fréquences radio, suite à quoi les faibles fréquences radio transitoires émises par les noyaux magnétiquement actifs (d'éléments chimiques sélectionnés) des échantillons sont observées. La technique instrumentale est appelée spectroscopie de résonance magnétique nucléaire (RMN).

Les spectromètres AVANCE sont disponibles avec des aimants verticaux d'une intensité de champ entre 7 T à plus de 20 T avec des diamètres utiles entre 54 mm et 155 mm. Les masses habituelles des échantillons varie du nano-gramme au gramme.

Cette méthode permet d'identifier et/ou de confirmer la structure des composés et mélanges chimiques et biochimiques, notamment les informations sur la mobilité et les interactions moléculaires.

La méthode est également utilisée pour obtenir des informations sur la distribution des noyaux magnétiquement actifs au sein de l'échantillon (imagerie RMN, microscopie RMN).

Les applications courantes de spectromètres RMN concernent tous les domaines de la recherche universitaire et industrielle et du contrôle de la qualité dans les domaines de la science des matériaux, la chimie organique, la chimie inorganique et l'analyse des échantillons biologiques.

Les spectromètres AVANCE peuvent être complétés par une grande variété d'accessoires optionnels tels que :

- Contrôle de température variable
- Commande pneumatique permettant la rotation rapide des échantillons
- Gradients de champ magnétique variable
- Équipement CLHP et de débit, avec accessoires correspondants
- Passeurs automatiques d'échantillons
- Préparation automatique d'échantillons
- Sondes spéciales de température ultra basse (cryogéniques et accessoires correspondants)

Les spectromètres AVANCE ne sont pas principalement conçus pour :

- Recherches de matériaux ferromagnétiques.

Les spectromètres Avance ne sont pas approuvés à des fins de diagnostic dans le domaine médical, tels que les DIV selon les exigences légales.

### 2.2 Objectif de ce manuel

---

Le but de ce manuel est de résumer les considérations de sécurité qui s'appliquent au système Avance. Il ne remplace pas les manuels individuels, mais se destine à un accès rapide et facile aux informations pertinentes concernant les questions de sécurité. Par conséquent, une copie devrait toujours être disponible dans le bureau de l'opérateur. Veuillez vous assurer que tout opérateur du système est conscient de l'importance de ce manuel. En outre, il est conseillé à tous les opérateurs de lire le manuel pour être au courant des risques de sécurité qui peuvent être liés à l'utilisation du système AVANCE.

### 2.3 Sécurité magnétique

---

En termes de sécurité, la présence d'un aimant relativement puissant est ce qui différencie les spectromètres RMN de la plupart des autres équipements de laboratoire. Lors de la conception d'un laboratoire RMN ou lors de la formation du personnel qui travaillera au sein ou autour du laboratoire, aucune autre fonctionnalité n'a de plus grande importance. Tant que les procédures correctes sont respectées, le travail à proximité d'aimants supraconducteurs ne comporte aucun danger et n'a pas d'effets secondaires nocifs connus sur la santé. Cependant, toute négligence peut provoquer des accidents graves. Il est important que les personnes travaillant à proximité de l'aimant comprennent bien les dangers potentiels.

**Il est de toute première importance que les personnes porteuses de stimulateurs cardiaques ou implants métalliques cardiaques ne soient jamais autorisées à s'approcher de l'aimant.**

Le champ magnétique entoure l'aimant dans toutes les directions. Ce champ (connu comme champ de fuite) est invisible, d'où la nécessité d'installer des panneaux d'avertissement aux endroits appropriés. Les objets contenant des matériaux ferromagnétiques, tels que le fer, l'acier, etc., seront attirés par l'aimant. Si un objet ferromagnétique est amené trop près, il peut soudainement être aspiré dans l'aimant avec une force surprenante. Cela est susceptible d'endommager l'aimant ou de causer des blessures à quiconque se trouverait sur la trajectoire !

Puisque la force du champ de fuite diminue considérablement à mesure qu'on s'éloigne de l'aimant, il est utile de discuter de la sécurité des deux régions définies au sens large, à savoir la zone intérieure et la zone extérieure. En termes d'organisation du laboratoire ainsi que de définition de bonnes pratiques de travail, le concept d'une zone intérieure et d'une zone extérieure est particulièrement utile.

L'étendue physique de ces deux zones va dépendre de la taille de l'aimant. Plus l'aimant est gros, plus les champs magnétiques parasites sont importants et plus les deux zones sont étendues. Les détails des champs de fuite de divers aimants peuvent être trouvés dans le guide de planification du site ou manuels Magnet trouvent sur le DVD BASH.

#### 2.3.1 Mesures de sécurité dans la zone dite intérieure

---

La zone intérieure s'étend du centre de l'aimant à la ligne 1 mT (10 gauss). Dans cette région, les objets peuvent soudainement être attirés vers le centre de l'aimant. La force d'attraction de l'aimant peut varier d'à peine perceptible à incontrôlable dans une très courte distance. Des objets ferromagnétiques lourds ne devront en aucune circonstance être placés ou déplacés dans cette zone.

Toute échelle utilisée lors du travail sur l'aimant doit être fabriquée en des matériaux non magnétiques tels que l'aluminium. L'hélium et l'azote qui sont utilisés pour compléter les niveaux de liquide à l'intérieur de l'aimant doivent être constitués d'un matériau non magnétique.

Ne pas laisser de petits objets en acier (tournevis, vis, etc.) sur le sol à proximité de l'aimant. Ceux-ci pourraient causer de graves dommages en cas d'attraction vers le centre de l'aimant, en particulier lorsqu'aucune sonde n'est insérée dans l'aimant.

Les montres mécaniques risquent d'être endommagées lorsqu'utilisées dans la zone intérieure. Les montres numériques peuvent être portées en toute sécurité. Bien sûr, les précautions à prendre pour la zone extérieure que nous allons aborder maintenant doivent également être respectées dans la zone intérieure.

### 2.3.2 Mesures de sécurité dans la zone dite extérieure

---

La zone extérieure s'étend de la ligne 1 mT (10 gauss) à la ligne 0,3 mT (3 gauss). Le champ de fuite de l'aimant n'est pas bloqué par les murs, les sols ou les plafonds et la zone extérieure peut bien englober les salles contiguës. Le champ de fuite peut effacer les informations stockées sur des bandes magnétiques ou des disques. Les cartes bancaires, passes de sécurité ou dispositifs contenant une bande magnétique peuvent être endommagés. Les CD/DVD ne seront pas endommagés, bien que les lecteurs CD/DVD puissent contenir des éléments magnétiques. Lors de l'utilisation de bouteilles de gaz sous pression en acier, celles-ci doivent être situées bien au-delà de la zone extérieure (de préférence en dehors de la salle de l'aimant) et doivent toujours être correctement fixées au mur. L'affichage couleur des moniteurs d'ordinateur peut subir une certaine distorsion quand celui-ci se situe trop près de l'aimant, des dommages permanents restant toutefois peu probables. Une fois en dehors de la zone extérieure, les précautions particulières en raison du champ magnétique résiduel ne sont plus nécessaires.

## 2.4 Sécurité cryogénique

---

L'aimant contient des quantités relativement importantes d'hélium liquide et d'azote. Ces liquides, désignés tels que cryogéniques, servent à maintenir le noyau magnétique à très basse température.

En raison des températures très basses impliquées, il est nécessaire de toujours porter des gants, une chemise à manches longues ou une blouse de laboratoire, ainsi que des lunettes de sécurité lors de la manipulation des liquides cryogéniques. Le contact direct avec ces liquides peut provoquer des gelures. Le gestionnaire de système doit régulièrement s'assurer que les gaz d'évaporation peuvent s'échapper de l'aimant, c'est à dire que les orifices d'échappement ne sont pas bloqués. Ne pas essayer de remplir l'aimant avec de l'hélium ou de l'azote à moins d'avoir été formé à la procédure correcte.

L'hélium et l'azote sont des gaz non toxiques. Toutefois, dans la phase de cryo-refroidissement de l'aimant ou de perte spontanée de la supraconductivité de l'aimant RMN une quantité importante de gaz hélium ou de gaz azote, peuvent envahir la salle. Pour éviter le risque d'asphyxie des personnels présents, une ventilation adéquate doit toujours être assurée.

## 2.5 Sécurité électrique

---

Le matériel du spectromètre n'est ni plus ni moins dangereux que n'importe quel matériel électronique ou pneumatique courant et doit être manipulé en conséquence. Ne pas retirer les panneaux de protection ou les mesures de terre des différentes unités. Ceux-ci se destinent à vous protéger et doivent uniquement être ouverts par le personnel de maintenance qualifié. Le panneau principal à l'arrière de la console peut être retiré à l'aide de deux vis rapidement démontables, mais encore une fois, ceci ne doit être effectué que par le personnel qualifié. Veuillez noter que, à moins d'être débranchés, les ventilateurs de refroidissement sur le panneau arrière continueront de fonctionner après le retrait du panneau.

Avant toute opération d'entretien, de réparation ou d'expédition, le système AVANCE et/ou ses composants doivent être complètement éteints et débranchés ou démontés du rack. Reportez-vous aux manuels sur les composants individuels pour des informations spécifiques.

## 2.6 Sécurité chimique

Les utilisateurs doivent être pleinement conscients de tous les risques associés aux échantillons avec lesquels ils travaillent. Les composés organiques peuvent être hautement inflammables, corrosifs, cancérigènes, etc.

## 2.7 Certification CE

Toutes les grandes unités matérielles présentes dans le système AVANCE doté de consoles SGU, ainsi que d'unités périphériques, telles que l'aimant, HPPR, systèmes de calage, sonde et clavier BSMS sont conformes à la déclaration de conformité CE. Cela comprend le niveau de tout rayonnement électromagnétique parasite susceptible d'être émis, ainsi que les risques électriques standard. Remarquez que pour réduire les fuites de rayonnement électromagnétique, les portes de la console doivent être fermées et les panneaux montés à l'arrière.

## 2.8 Environnement d'exploitation



<b>Température ambiante autorisée :</b>	5 à 40 °C.
<b>Altitude autorisée :</b>	Jusqu'à 2000 m d'altitude au-dessus du niveau de la mer.
<b>Humidité relative :</b>	Maximum de 80 % jusqu'à 31 °C et décroissance linéaire jusqu'à 50 % à 40 °C.
<b>Température de stockage autorisée :</b>	5 à 40 °C
<b>Classe de protection :</b>	IP 20

Tableau 2.1: Environnement d'exploitation du système AVANCE

Les besoins en énergie des différents systèmes AVANCE varient selon la configuration. Des informations supplémentaires sur les besoins en énergie peuvent être trouvées dans le guide de planification de site correspondant.

## 2.9 Signes et étiquettes

Les signes et les étiquettes ont toujours trait à leur environnement immédiat. Les signes et les étiquettes suivants se trouvent sur le système Avance ou à proximité de ce dernier :

	<p>Signe d'interdiction : Aucune personne porteuse d'un stimulateur cardiaque !</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Les personnes portant un stimulateur cardiaque sont en danger dans la zone signalée et ne sont pas autorisées à y pénétrer !</li></ul>
	<p>Signe d'interdiction : Aucune personne porteuse d'implants !</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Les personnes porteuses d'implants métalliques sont en danger dans la zone signalée et ne sont pas autorisées à y pénétrer !</li></ul>







	<p>Signe d'interdiction : Pas de montres ou appareils électroniques !</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les montres ou appareils électroniques peuvent être endommagés dans la zone signalée !</li> </ul>
	<p>Signe d'interdiction : Pas de carte de crédit ou autre mémoire magnétique !</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les cartes de crédit ou mémoires magnétiques peuvent être endommagées dans la zone signalée !</li> </ul>
	<p>Signe d'interdiction : Ne pas toucher !</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ne pas toucher la zone signalée !</li> </ul>
	<p>Signe d'avertissement de danger : Avertissement !</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ne pas tenir compte de cet avertissement peut entraîner des blessures !</li> </ul>
	<p>Remarques : Conseil pour de bonnes pratiques d'exploitation.</p>
	<p>Signe d'avertissement de danger : Champ magnétique puissant !</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas de mémoire magnétique.</li> <li>• Pas de bijoux.</li> <li>• Pas d'éléments métalliques.</li> </ul>
	<p>Signe d'avertissement de danger : Risque pour la vie et l'intégrité physique dû à l'électricité et la haute tension !</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Risque pour la vie et l'intégrité physique en raison d'un contact avec des lignes électriques et un isolement défectueux !</li> </ul>
	<p>Appareil sensible à l'électrostatique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Respecter les consignes de manipulation.</li> </ul>
	<p>Bornier de protection à la terre</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permet d'identifier n'importe quel terminal connecté au conducteur de protection externe ou de protection contre les chocs électriques en cas de défaillance.</li> </ul>

Tableau 2.2: Signes et étiquettes

## 2.10 Facteurs de conversion SI - États-Unis

Les facteurs de conversion suivants peuvent être/ont été utilisés pour convertir les unités contenues dans ce manuel :

Mesure	Unités SI	Unités standard États-Unis	Facteur de conversion (arrondi au centième le plus proche)
<b>Linéaire</b>	mètre (m) centimètre (cm)	pieds (pi) pouces (po)	1 m = 3,28 pi 1 m = 39,37 po 1 cm = 0,394 po
<b>Zone</b>	mètre carré (m <sup>2</sup> )	pied carré (pi <sup>2</sup> )	1 m <sup>2</sup> = 10,76 pi <sup>2</sup>
<b>Volume</b>	mètre cube (m <sup>3</sup> ) litre (l)	pied cube (pi <sup>3</sup> ) quart (qt)	1 m <sup>3</sup> = 35,32 pi <sup>3</sup> 1 l = 1,06 qt (liquide)
<b>Poids</b>	kilogramme (kg)	livres (lb)	1 kg = 2,21 lb
<b>Pression</b>	bar	livres/pouce carré (lb/po <sup>2</sup> ) atmosphère (ATM)	1 bar = 14,51 lb/po <sup>2</sup> 1 bar = 0,99 ATM (standard)
<b>Température</b>	°C	°F	F = C × 1,8 + 32
	°F	°C	C = (F - 32) / 1,8
<b>Puissance du champ magnétique</b>	Tesla (T)	Gauss (G)	1 T = 10 <sup>4</sup> G

Tableau 2.3: Facteurs de conversion SI - États-Unis

## 3 Sécurité de l'armoire électronique

### 3.1 Consignes générales de sécurité

---

Les utilisateurs du système AVANCE doivent vérifier tout endommagement de l'équipement à intervalles réguliers et informer immédiatement le service de toute anomalie.

Cessez l'utilisation de l'équipement et informez le personnel de service en cas de doute sur le bon état de tout composant !

Dans les cas peu probables suivants, cessez l'utilisation de l'appareil, coupez l'alimentation électrique, informez le personnel de service de l'anomalie détectée et demandez des instructions :

- Le cordon, la prise d'alimentation ou la source d'alimentation sont fissurés, usés ou endommagés.
- Des signes de chaleur excessive apparaissent.
- Il existe des preuves ou des soupçons qu'un liquide a pénétré à l'intérieur.
- Le cordon ou la source d'alimentation ont été en contact avec un liquide.
- L'unité/les composants sont tombés ou ont été endommagés de quelque façon.

### 3.2 Mise à la terre du système et égalisation potentielle des systèmes Avance

---

Afin d'assurer la manipulation sans danger du spectromètre dans n'importe quelle condition, les systèmes AVANCE doivent intégrer le dispositif d'égalisation potentielle générale sur le site de l'utilisateur.

Afin d'assurer l'égalisation potentielle complète de l'ensemble du système, chaque système est livré avec des câbles de mise à la terre qui doivent être connectés à la console, au HPPR et à l'aimant comme suit :

- Un câble doit être connecté entre le point de mise à la terre central situé au niveau inférieur arrière de l'armoire et la mise à la terre du bâtiment.
- Quand un préamplificateur externe (HPPR/2) est utilisé, le câble doit être connecté entre le point de mise à la terre central du spectromètre et le point de mise à la terre de la plaque de base du préamplificateur externe (deuxième figure ci-dessous).
- Un câble doit être connecté entre le point de mise à la terre de l'aimant et le point de mise à la terre du spectromètre (première figure ci-dessous) ou, si un préamplificateur externe est utilisé, au point de mise à la terre du préamplificateur externe (deuxième figure ci-dessous).

Veuillez noter que les câbles de mise à la terre doivent être en place et étroitement liés aux points de mise à la terre respectifs avant que le système AVANCE soit mis sous tension ou connecté à la prise secteur. Le débranchement d'un des câbles est uniquement autorisé une fois que l'ensemble du système a été éteint.

Le technicien de service doit recommander aux clients de prendre note des informations de sécurité de ce manuel. La confirmation qu'ils ont reçu cette instruction figure dans le protocole d'acceptation.



Figure 3.1: Spectromètre AVANCE avec préamp interne



Figure 3.2: Spectromètre AVANCE avec préamp externe (HPPR/2)

## 3.3 Sécurité de console

**AVERTISSEMENT** : Afin de minimiser tout risque de choc, la console AVANCE doit être connectée à la masse électrique, tel que mentionné dans la section ci-dessus.

L'armoire électronique est équipée d'un câble d'alimentation CA à trois conducteurs. N'utilisez que des câbles d'alimentation approuvés par BRUKER ou conformes aux normes de sécurité CEI.

En raison de son poids, seules les personnes autorisées et portant des chaussures de sécurité appropriées sont habilitées à déplacer la console. Les consoles TwoBay nécessitent deux personnes pour être déplacées.

### 3.3.1 Arrêt d'urgence

L'interrupteur de l'alimentation secteur de la console AVANCE sert de dispositif d'ARRÊT D'URGENCE. L'interrupteur d'alimentation secteur éteint la console.

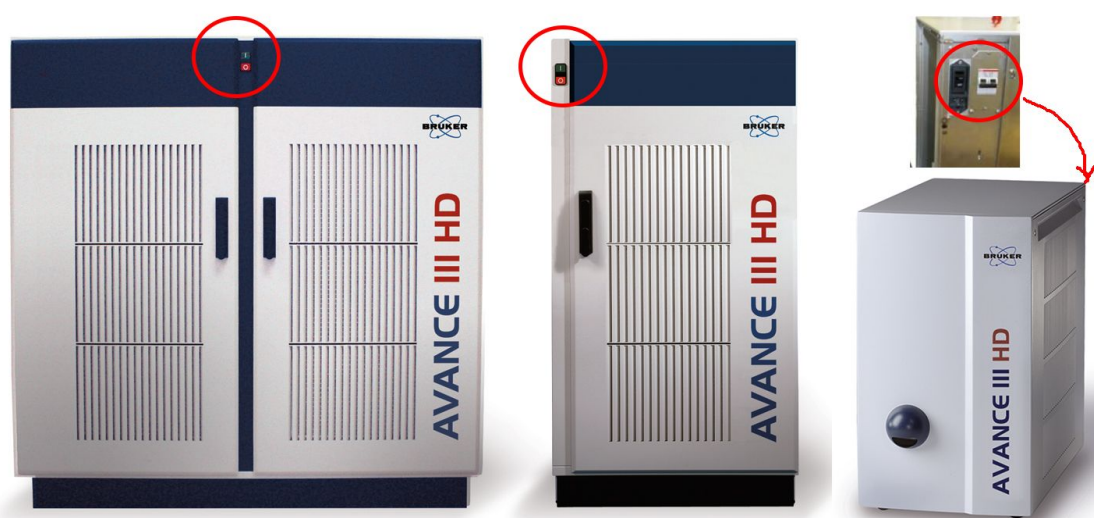


Figure 3.3: Localisation de l'arrêt d'urgence sur la série AVANCE III HD

## 3.4 AQS/3+

Le châssis AQS/3+ constitue la version améliorée du châssis AQS/3 éprouvé, désormais capable de recevoir la nouvelle unité IPSO AQS. La nouvelle unité IPSO 19" renforcée consiste en une unité autonome et ne s'incorpore pas dans le châssis AQS/3+.

Les précautions générales de sécurité suivantes doivent être respectées lors de toutes les phases de fonctionnement et l'entretien du système AQS. Le non-respect de ces précautions ou des avertissements spécifiques mentionnés dans ce manuel constitue une violation des normes de sécurité en matière de conception, de fabrication et d'utilisation prévue du système AQS.

BRUKER n'assume aucune responsabilité quant à tout manquement du client à se conformer à ces exigences et n'est donc pas responsable de préjudices ou de dommages susceptibles de se produire suite à des manipulations non approuvées du système AQS.

## 3.4.1 Arrêt d'urgence

L'interrupteur du disjoncteur de secteur du châssis AQS/3+ sert de dispositif d'ARRÊT D'URGENCE. Il met le système hors tension.

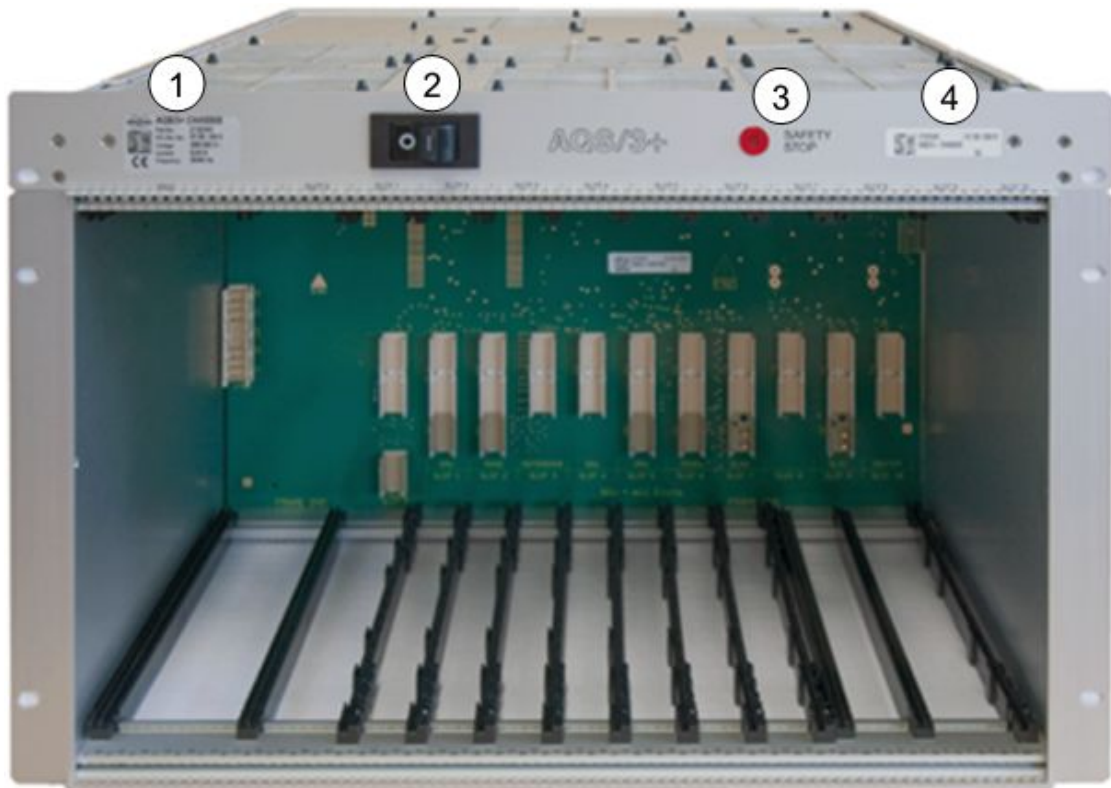


Figure 3.4: Châssis AQS/3+

1	Étiquette type AQS/3+	3	Indicateur d'arrêt de sécurité
2	Disjoncteur de secteur	4	Numéro de pièce, ECL et étiquette de numéro de série

## 3.4.2 Sécurité personnelle

### Connexion à la terre

**AVERTISSEMENT** : Afin de minimiser tout risque de choc électrique, le châssis AQS doit être connecté à une masse électrique.

L'armoire électronique est équipée d'un câble d'alimentation CA à trois conducteurs. N'utilisez que des câbles d'alimentation approuvés par BRUKER ou conformes aux normes de sécurité CEI.

### Personnel techniquement qualifié uniquement

**AVERTISSEMENT** : L'installation et la maintenance doivent uniquement être effectuées par le personnel qualifié de BRUKER. Toujours débrancher le câble d'alimentation avant la maintenance. Dans certaines conditions, des tensions dangereuses peuvent exister même après le retrait du câble d'alimentation. Pour éviter les blessures, débranchez toujours l'alimentation et les circuits avant de les toucher.

REMARQUE : Le personnel d'exploitation ne doit pas retirer les couvercles du châssis sauf tel que décrit dans ce manuel. Ne pas remplacer les unités AQS lorsque l'interrupteur de secteur est en position de marche. L'interface utilisateur, les messages du système et les manuels nécessitent une bonne compréhension de la langue anglaise.

### Sécurité électrique

Le degré de protection des systèmes AQS contre les risques électriques est conforme à la norme CEI IP20, ce qui signifie que toutes les parties électriques sont protégées contre les contacts.

AVERTISSEMENT : Tous les connecteurs électriques doivent être utilisés tels que fournis par BRUKER. Ne pas les substituer par d'autres types.

### Levage du châssis AQS

AVERTISSEMENT : Au moins deux personnes sont nécessaires pour insérer et retirer le châssis AQS de l'armoire électronique. Un système AQS entièrement équipé peut peser plus de 50 kg.

REMARQUE : Retirer une partie ou la totalité des unités AQS du châssis avant de manipuler pour réduire le poids.

### Nettoyage

AVERTISSEMENT : Toujours mettre hors tension et débrancher le câble d'alimentation avant le nettoyage. Ne jamais mettre sous tension jusqu'à ce que toutes les surfaces soient complètement sèches.

Nettoyer l'extérieur du châssis et des unités AQS avec un chiffon doux non pelucheux imbibé d'eau. Ne pas utiliser de détergent ou d'autres solvants de nettoyage.

### 3.4.3 Arrêt de sécurité

---

Si la température à l'intérieur du système central dépasse la limite maximale absolue de l'opération de sauvegarde, l'alimentation secteur du châssis est éteinte automatiquement (et sans avertissement) afin de prévenir de dommages permanents sur les unités AQS. Cette situation d'« arrêt de sécurité » est indiquée par un voyant rouge sur le panneau avant tant que l'alimentation secteur est présente au niveau du connecteur d'alimentation.

Assurez-vous d'identifier et d'éliminer la cause de la condition d'arrêt de sécurité avant de réutiliser le spectromètre.

L'arrêt de sécurité peut être causé par une panne de ventilateur ou d'alimentation dans le système central. D'autres causes peuvent consister en une mauvaise alimentation en air de refroidissement vers le système central ou en le dépassement de la température de l'air ambiant à l'intérieur ou autour de l'armoire du spectromètre.

Contactez le service d'assistance de Bruker si vous ne parvenez pas à déterminer la cause de la défaillance. Le châssis peut être ramené à son état de fonctionnement habituel en mettant le disjoncteur d'alimentation manuelle sur OFF, puis sur ON. Une coupure de courant CA rétablit également l'état de fonctionnement du châssis.

## 3.5 BSMS/2

Le système BSMS/2 amélioré contient un ensemble d'équipements hautement intégrés (disjoncteur différentiel et SCB20), qui fournissent une performance optimale, ainsi qu'une résolution et une stabilité accrues. Le système central BSMS/2 est conçu en tant que sous-unité de l'armoire électronique du spectromètre RMN. Pour les conditions environnementales, veuillez vous reporter au guide de planification du système du spectromètre.

Les précautions générales de sécurité suivantes doivent être respectées lors de toutes les phases de fonctionnement et d'entretien du système BSMS/2. Le non-respect de ces précautions ou des avertissements spécifiques mentionnés dans ce manuel constitue une violation des normes de sécurité en matière de conception, de fabrication et d'utilisation prévue du système BSMS/2.

BRUKER n'assume aucune responsabilité quant à tout manquement du client à se conformer à ces exigences et n'est donc pas responsable de préjudices ou de dommages susceptibles de se produire suite à des manipulations non approuvées du système BSMS/2.

### 3.5.1 Arrêt d'urgence

L'interrupteur du disjoncteur de secteur du châssis avant BSMS/2 sert de dispositif d'ARRÊT D'URGENCE. Il met les systèmes hors tension.

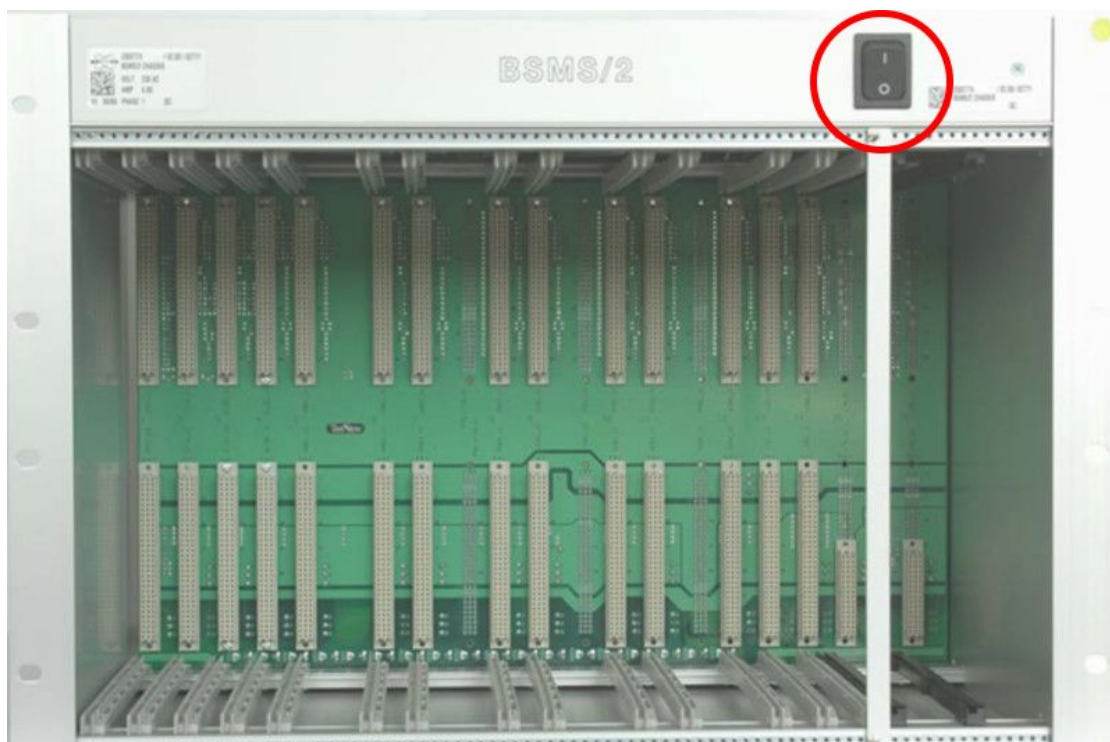


Figure 3.5: Localisation de l'arrêt d'urgence sur le châssis BSMS/2

## 3.5.2 Sécurité personnelle

---

### Connexion à la terre

**AVERTISSEMENT** : Afin de minimiser tout risque de choc électrique, le châssis BSMS/2 doit être connecté à une masse électrique.

L'armoire électronique est équipée d'un câble d'alimentation CA à trois conducteurs. N'utilisez que des câbles d'alimentation approuvés par BRUKER ou conformes aux normes de sécurité CEI.

### Personnel techniquement qualifié uniquement

**AVERTISSEMENT** : L'installation et la maintenance doivent uniquement être effectuées par le personnel qualifié de BRUKER. Toujours débrancher le câble d'alimentation avant la maintenance. Dans certaines conditions, des tensions dangereuses peuvent exister même après le retrait du câble d'alimentation. Pour éviter les blessures, débranchez toujours l'alimentation et les circuits avant de les toucher.

**REMARQUE** : Le personnel d'exploitation ne doit pas retirer les couvercles du châssis sauf tel que décrit dans ce manuel. Ne pas remplacer les unités BSMS/2 lorsque l'interrupteur de secteur est en position de marche. L'interface utilisateur, les messages du système et les manuels nécessitent une bonne compréhension de la langue anglaise.

### Sécurité électrique

Le degré de protection des systèmes BSMS/2 contre les risques électriques est conforme à la norme CEI IP20, ce qui signifie que toutes les parties électriques sont protégées contre les contacts.

**AVERTISSEMENT** : Tous les connecteurs électriques doivent être utilisés tels que fournis par BRUKER. Ne pas les substituer par d'autres types.

### Levage du châssis BSMS/2

**AVERTISSEMENT** : Au moins deux personnes sont nécessaires pour insérer et retirer le châssis BSMS/2 de l'armoire électronique. Un système BSMS/2 entièrement équipé peut peser plus de 50 kg.

**REMARQUE** : Retirer une partie ou la totalité des unités BSMS/2 du châssis avant de manipuler pour réduire le poids.

### Nettoyage

**AVERTISSEMENT** : Toujours mettre hors tension et débrancher le câble d'alimentation avant le nettoyage. Ne jamais mettre sous tension jusqu'à ce que toutes les surfaces soient complètement sèches.

Nettoyer l'extérieur du châssis et des unités BSMS/2 avec un chiffon doux non pelucheux imbibé d'eau. Ne pas utiliser de détergent ou d'autres solvants de nettoyage.



## 4 Sécurité magnétique

Le système d'aimant RMN supraconducteur UltraShield™ peut être utilisé facilement et en toute sécurité à condition que les procédures correctes et certaines précautions d'emploi soient respectées.

Ces notes doivent être lues et comprises par toute personne amenée à être en contact avec un système d'aimant RMN supraconducteur UltraShield™. Elles ne s'adressent pas uniquement aux cadres ou au personnel spécialisé.

Des procédures de formation appropriées doivent être entreprises pour former efficacement toutes les personnes concernées par les exigences de tels équipements.

Puisque le champ du système d'aimant RMN est en trois dimensions, il faut tenir compte des étages au-dessus et au-dessous de l'aimant ainsi que de l'espace environnant au même niveau.

**Avertissement : Afin de minimiser tout risque de choc électrique, l'aimant et son support doivent être connectés à la masse électrique de l'armoire !**

### Zones d'avertissement

L'installation et le fonctionnement d'un système d'aimant RMN supraconducteur UltraShield™ présentent un certain nombre de dangers dont tout le personnel doit être conscient. Il est **essentiel** que :

- Les zones où les systèmes d'aimant RMN sont installés et exploités, ainsi que, d'une manière générale, le processus d'installation, soient planifiés en tenant pleinement compte des aspects de sécurité.
- Ces locaux et installations soient exploités de façon sécurisée et conformément aux procédures appropriées.
- Une formation adéquate soit dispensée au personnel.
- Des notices claires sont placées et conservées de façon à avertir efficacement les personnes qu'elles pénètrent une zone dangereuse.
- Toutes les procédures de santé et de sécurité soient respectées.

Ces notes décrivent les aspects du fonctionnement et de l'installation qui revêtent une importance particulière. Toutefois, les recommandations données ne peuvent pas couvrir toutes les éventualités et, en cas de doute lors de l'opération du système, il est fortement recommandé à l'utilisateur de contacter le fournisseur. Les clients de Bruker ont l'intention de communiquer efficacement les informations de ce manuel en ce qui concerne les procédures et les risques de sécurité liés aux systèmes d'aimant RMN à leurs propres clients et utilisateurs de l'équipement.

## 4.1 Champ magnétique

---

Les aimants RMN supraconducteurs présentent de nombreux risques liés aux forces induites par les champs magnétiques puissants associés à ces aimants. Des précautions doivent être prises pour assurer que ces risques ne se produiront pas en raison des effets du champ magnétique sur des matériaux magnétiques ou sur des implants chirurgicaux. De tels effets comprennent, sans s'y limiter :

De grandes forces d'attraction qui peuvent être exercées sur le matériel à proximité du système d'aimant RMN. Ces forces peuvent devenir assez importantes pour déplacer des équipements de façon incontrôlable vers le système d'aimant RMN. De petites pièces d'équipement peuvent donc devenir des projectiles.

De grands équipements (p. ex., bouteilles de gaz, alimentations électriques) qui sont susceptibles de piéger des membres ou d'autres parties du corps entre l'équipement et l'aimant.

Plus un objet ferromagnétique s'approche d'un aimant, plus la force s'accroît. En outre, plus la masse de l'équipement est importante, plus grande est la force d'attraction.

### 4.1.1 Blindage

---

La plupart des nouveaux systèmes d'aimant RMN sont activement blindés. Il est nécessaire de comprendre ce qui suit lors de toute installation ou travail avec ce type d'aimant blindé :

- Le blindage actif de la bobine supraconductrice réduit les champs magnétiques, et donc ses effets.
- Néanmoins, le gradient du champ magnétique est beaucoup plus fort par rapport aux aimants non blindés, l'intervalle de distance entre les différentes lignes de contour de champ parasite (p. ex. distance entre 0,5 mT (5 gauss) et 5 mT (50 gauss) est donc beaucoup plus petit, et il faut être prudent pour éviter d'apporter des objets ferromagnétiques à proximité de l'aimant.
- En dépit de la protection active, le champ magnétique parasite directement au-dessus et au-dessous de l'aimant est très puissant et les forces d'attraction sur les objets ferromagnétiques sont très fortes !

### 4.1.2 Implants médicaux électroniques, électriques et mécaniques

---

Les éléments suivants doivent être compris en ce qui concerne les effets sur les implants chirurgicaux et dispositifs électroniques, électriques et mécaniques :

- Les implants chirurgicaux électroniques, électriques et mécaniques, tels que les stimulateurs cardiaques, les biostimulateurs et neurostimulateurs peuvent être affectés voire interrompus en présence de champs magnétiques statiques ou changeants.
- Les stimulateurs cardiaques ne réagissent pas tous de la même manière ou à la même force de champ en cas d'exposition à des champs supérieurs à 0,5 mT (5 gauss).

## 4.1.3 Implants chirurgicaux et prothèses

---

Les éléments suivants doivent être compris en ce qui concerne les effets sur les implants chirurgicaux et les prothèses :

- Outre les implants chirurgicaux électroniques, électriques et mécaniques, d'autres implants chirurgicaux tels que des clips d'anévrisme, des clips chirurgicaux ou des prothèses, peuvent contenir des matériaux ferromagnétiques et seraient donc soumis à de puissantes forces d'attraction vers le système d'aimant RMN. Cela pourrait entraîner des blessures ou la mort.
- En outre, à proximité de champs qui changent rapidement (p. ex., les champs de gradients pulsés), des courants de Foucault peuvent être induits sur l'implant et conduire à la production de chaleur et, éventuellement, à une situation de danger de mort.

## 4.1.4 Fonctionnement de l'équipement

---

Le fonctionnement de l'équipement peut être directement affecté par la présence de forts champs magnétiques.

- Des éléments tels que des montres, des magnétophones et des caméras peuvent être magnétisés et irrémédiablement endommagés en cas d'exposition à des champs supérieurs à 1 mT (10 gauss).
- Les informations sur les cartes de crédit à codage magnétique et les bandes magnétiques peuvent être irréversiblement endommagées.
- Les transformateurs électriques peuvent devenir magnétiquement saturés dans les champs supérieurs à 5 mT (50 gauss). Les caractéristiques de sécurité des équipements peuvent également être affectées.

## 4.1.5 Avant d'alimenter le système d'aimant dans le champ

---

Avant de commencer à alimenter le système d'aimant, il est nécessaire de :

- Veiller à ce que tous les objets ferromagnétiques lâches soient retirés dans un champ de 0,5 mT (5 gauss) du système d'aimant RMN.
- Afficher tous les signaux d'avertissement à tous les points d'accès à la salle de l'aimant.
- Afficher les signaux d'avertissement informant de la présence éventuelle de champs magnétiques et des dangers potentiels dans toutes les zones où le champ peut dépasser 0,5 mT (5 gauss).

## 4.1.6 Après avoir alimenté le système d'aimant dans le champ

---

Après avoir alimenté l'aimant dans le champ, il est nécessaire de :

- Ne pas apporter d'objets ferromagnétiques dans la salle de l'aimant.
- Utiliser uniquement des bouteilles non magnétiques et dewar pour le stockage et le transfert de gaz comprimé ou de liquides cryogéniques.
- Utiliser uniquement des équipements non magnétiques pour les bouteilles et dewar de transport.



Il convient de noter que l'aimant une fois mis en champ, ne peut pas être désactivé pour que le champ magnétique disparaisse. Une coupure de courant n'aura aucun effet sur l'aimant et le champ magnétique persistera.

---

## 4.1.7 Précautions générales de sécurité

Pour prévenir les situations décrites ci-dessus, les précautions suivantes sont fournies à titre de lignes directrices et devraient être considérées comme exigences minimales.

- Tout emplacement de site d'aimant doit être examiné individuellement afin de déterminer les précautions à prendre contre ces dangers.
- Puisque le champ magnétique produit par le système d'aimant RMN est tridimensionnel, il faut tenir compte des étages au-dessus et au-dessous de l'aimant, ainsi que de l'espace environnant au même niveau.

## 4.2 Zone d'accès contrôlé

Pour les équipements qui génèrent un champ parasite dépassant 0,5 mT (5 gauss) à travers son couvercle fixé de façon permanente et/ou un niveau d'interférence électromagnétique non conforme à la norme CEI 60601-1-2, une zone d'accès contrôlé doit être définie et définitivement installée autour de l'équipement de façon à ce qu'en dehors de cette zone :

- L'intensité du champ magnétique ne dépasse pas 0,5 mT (5 gauss).
- Le niveau d'interférence électromagnétique est conforme à la norme CEI 60601-1-2: 2001.

Les parcelles de champ de dispersion des différents aimants peuvent être trouvées dans le manuel de l'aimant correspondant. Ces parcelles indiquent la position de la ligne 0,5 mT (5 gauss).

La zone d'accès contrôlée doit être délimitée, p. ex. par des marques au sol, des barrières et/ou d'autres moyens afin de permettre au personnel responsable de restreindre l'accès à cette zone aux personnes autorisées.

La zone d'accès contrôlé doit être marquée à toutes les entrées par les panneaux d'avertissement appropriés, indiquant notamment la présence de champs magnétiques et leur force d'attraction ou de couple sur les matériaux ferromagnétiques.

La figure suivante montre la présentation recommandée du panneau d'avertissement :



## 4.3 Manipulation sans danger de substances cryogéniques

L'aimant supraconducteur utilise deux types de cryogènes, l'hélium liquide et l'azote liquide. Les liquides cryogéniques peuvent être manipulés en toute simplicité et sécurité moyennant certaines précautions.

Les recommandations de cette section ne sont aucunement exhaustives et, en cas de doute, il est conseillé à l'utilisateur de consulter le fournisseur.

## 4.3.1 Types de substances

---

Les substances mentionnées dans les présentes recommandations sont l'azote, l'hélium et l'air. Contactez votre fournisseur de cryogène pour consulter les fiches signalétiques appropriées.

### Hélium

Il s'agit d'un gaz inerte surgissant naturellement qui devient liquide à environ 4 K. Il est incolore, inodore, non inflammable et non toxique. Afin de rester dans un état supraconducteur, l'aimant est plongé dans un bain d'hélium liquide.

### Nitrogène

Il s'agit d'un gaz surgissant naturellement qui devient liquide à environ 77 K. Il est incolore, inodore, non inflammable et non toxique. Il est utilisé pour refroidir le blindage qui entoure le réservoir d'hélium liquide.

### Dewar de transport de cryogène

Pendant le fonctionnement normal, les cryogènes liquides s'évaporent et nécessiteront un réapprovisionnement sur une base régulière. Les cryogènes seront livrés sur le site en dehors de transport. Il est essentiel que ces dewars de transport de cryogène ne soient pas magnétiques.

### Propriétés physiques

La manipulation sans danger des liquides cryogéniques nécessite une certaine connaissance des propriétés physiques de ces liquides, du bon sens et une bonne compréhension afin d'anticiper les réactions de ces liquides dans certaines conditions physiques.

## 4.3.2 Règles générales de sécurité

---

Les règles générales de sécurité concernant la manipulation de substances cryogéniques comprennent, sans s'y limiter :

- Les liquides cryogéniques restent à une température constante selon leurs points d'ébullition respectifs et s'évaporent progressivement, même lorsqu'ils sont conservés dans des récipients de stockage isolés (dewar).
- Les liquides cryogéniques doivent être manipulés et entreposés dans des zones bien ventilées.
- Aucun passager ne doit se trouver dans un ascenseur en présence de cryogènes. Il existe un risque d'asphyxie.
- La très grande augmentation de volume accompagnant la vaporisation du liquide en gaz et le processus consécutif de réchauffement est d'environ 740:1 pour l'hélium et 680:1 pour l'azote.

### 4.3.3 Dewar de transport de cryogène

---

Les règles concernant le dewar utilisé pour le transport de liquides cryogéniques comprennent, sans s'y limiter :

- Tous les dewars cryogéniques transportant des liquides cryogéniques ne doivent pas être complètement fermés dans la mesure où cela entraînerait une grande accumulation de pression. Cela comporte un danger d'explosion et peut conduire à d'importantes pertes de produit !
- Tous les dewars de transport de cryogène ne doivent pas contenir de matériaux magnétiques.

### 4.3.4 Dangers pour la santé

---

Les règles liées aux principaux dangers pour la santé comprennent, sans s'y limiter :

- Évacuer la zone immédiatement en cas de déversement important.
- Assurer une ventilation adéquate dans la pièce pour éviter l'appauvrissement en oxygène. L'hélium peut déplacer l'air dans la zone supérieure de la salle et l'azote froid peut déplacer l'air dans la zone inférieure. Veuillez consulter la section « Ventilation » pour des informations détaillées.
- Ne pas entrer en contact direct avec des substances cryogéniques sous forme liquide ou de vapeur (ou des gaz à basse température), car ils vont produire des « brûlures de froid » sur la peau semblables à des brûlures.
- Ne pas laisser de parties insuffisamment protégées du corps entrer en contact avec des tubes de ventilation non isolés ou des récipients dans la mesure où des parties du corps s'y accrocheront immédiatement. Cela entraînera le déchirement de la chair si la partie du corps touchée est retirée.

### 4.3.5 Premiers secours

---

Les règles de premiers secours comprennent, sans s'y limiter :

- Si un liquide cryogénique, quel qu'il soit, entre en contact avec les yeux ou la peau, rincez immédiatement la zone touchée avec de grandes quantités d'eau froide ou tiède, puis appliquez des compresses froides.
- Ne jamais utiliser d'eau chaude ou de chaleur sèche.
- Un avis médical devrait être recherché immédiatement !

### 4.3.6 Vêtements de protection

---

Les vêtements de protection comprennent, sans s'y limiter :

- Les vêtements de protection doivent être principalement portés pour éviter les brûlures par le froid. Par conséquent, du cuir sec ou des gants cryogéniques doivent être portés lors de la manipulation ou du travail avec des liquides cryogéniques.
- Les gants doivent être suffisamment amples pour être facilement retirés en cas de déversement de liquide.
- Des lunettes doivent être portées pour protéger les yeux.
- Les objets métalliques (p. ex. des bijoux) ne doivent pas être portés sur les parties du corps qui peuvent entrer en contact avec le liquide.

## 4.3.7 Autres règles de sécurité

---

D'autres règles de manipulation de cryogènes comprennent, sans s'y limiter :

- Manipuler les liquides avec précaution à tout moment. Un bouillonnement et des éclaboussures se produiront toujours lors du remplissage d'un récipient chaud.
- Prenez garde aux éclaboussures de liquide et à l'évaporation rapide des cryogènes lors de l'immersion d'équipements à température ambiante dans les liquides cryogéniques. Cette opération doit être effectuée très lentement.
- Lors de l'insertion de tubes à extrémité ouverte dans le liquide, ne jamais laisser lesdits tubes directement orientés vers une personne.
- N'utiliser que des tubes en métal ou en téflon reliés par du métal souple ou un tube en téflon pour le transfert de l'azote liquide. N'utiliser que des tubes en caoutchouc ou en téflon.
- Ne pas utiliser de tubes en plastique ou Tygon®. Ceux-ci peuvent se fendiller ou se briser après leur refroidissement par le liquide circulant à travers et blesser le personnel.

## 4.3.8 Tabagisme

---

Veillez respecter les règles de base suivantes concernant le tabagisme :

- Ne pas fumer dans les salles où des liquides cryogéniques sont manipulés.
- Signalez toutes les salles où des liquides cryogéniques sont manipulés en tant que zones « non fumeur » à l'aide des panneaux appropriés.
- Si l'azote et l'hélium ne supportent pas la combustion, leur dewar de froid extrême provoque la condensation de l'oxygène de l'air sur les surfaces du dewar, ce qui peut augmenter la concentration d'oxygène localement.
- Il existe un danger particulier d'incendie si les surfaces froides sont couvertes d'huile ou de graisse, qui sont combustibles. Une auto-inflammation peut se produire !

## 4.4 Réapprovisionnement d'azote liquide

---

Veillez lire ces notes attentivement et les rendre accessibles à tous ceux qui travaillent avec le système d'aimant.

- Un système d'aimant RMN supraconducteur blindé peut être utilisé facilement et en toute sécurité à condition que les procédures correctes soient respectées et que certaines précautions d'emploi soient prises.
- Les recommandations données dans cette section ne peuvent pas couvrir toutes les éventualités et, en cas de doute pendant l'utilisation du système, il est fortement recommandé à l'utilisateur de contacter le fournisseur.

### 4.4.1 Condensation d'oxygène

---

Minimisez le contact avec l'air. Soyez conscients des faits et des précautions suivants lorsqu'un contact avec l'air se produit :

- Puisque l'azote liquide est plus froid que l'oxygène liquide, l'oxygène de l'air se condense.
- Si cela se produit pendant une certaine période de temps, la concentration d'oxygène dans l'azote liquide peut s'avérer si élevée qu'il devient aussi dangereux à manipuler que l'oxygène liquide. Ceci s'applique en particulier au dewar à large goulot en raison de la grande surface.
- S'assurer que le contact avec l'air est maintenu à un minimum.

## 4.4.2 Système de flux d'azote

---

La vanne échappement de pression est fournie avec le récipient d'azote afin d'assurer qu'au moins le tube prolongateur arrière ne peut pas être bloqué par la pénétration d'air ou d'humidité.

Cette vanne doit toujours être installée, même lorsque le récipient est en cours de remplissage !

## 4.4.3 Autres règles générales

---

Les autres règles générales comprennent, sans s'y limiter :

- Ne pas laisser l'azote liquide déborder sur les flasques de fermeture de l'alésage de température ambiante lors du remplissage du récipient d'azote.
- Placer des tubes en caoutchouc ou des tubes en téflon sur les tubes prolongateurs d'azote lors du remplissage !
- Arrêtez le transfert immédiatement lorsque le récipient est plein. Tout manquement à cette instruction peut entraîner le gel des joints toriques et la perte consécutive du vide de l'aimant cryostat.

## 4.5 Réapprovisionnement d'hélium liquide

---

Veuillez lire cette section attentivement et la rendre accessible à toute personne travaillant avec le système d'aimant.

Un système d'aimant RMN supraconducteur blindé peut être utilisé facilement et en toute sécurité à condition que les procédures correctes soient respectées et que certaines précautions d'emploi soient prises.

Les recommandations données dans cette section ne peuvent pas couvrir toutes les éventualités et en cas de doute pendant l'utilisation du système, il est fortement recommandé à l'utilisateur de contacter le fournisseur.

Soyez conscient des règles générales suivantes qui comprennent, sans s'y limiter :

- L'hélium liquide est le plus froid de tous les liquides cryogéniques.
- L'hélium liquide se condense et solidifie tout autre gaz (air) entrant en contact avec lui.
- L'hélium liquide doit être maintenu dans un récipient de stockage conçu à cet effet ou un dewar de transport.
- Le dewar doit être en permanence muni d'un clapet anti-retour monté sur le col d'hélium, afin d'éviter l'air entrant dans le goulot et de le prendre dans la glace.
- Seuls des tubes isolés par le vide devraient être utilisés pour le transfert d'hélium liquide. La détérioration de l'isolation peut donner lieu à une condensation d'oxygène.

### 4.5.1 Récipient d'hélium

---

Les aimants RMN supraconducteurs possèdent un récipient intérieur contenant de l'hélium liquide.

- Le niveau d'évaporation et d'hélium doit être vérifié hebdomadairement.
- Utilisez un débitmètre d'hélium ou un compteur d'hélium gazeux !
- Un clapet anti-retour à monter sur le collecteur d'hélium est fourni afin d'assurer que les tubes prolongateurs d'hélium ne puissent pas être bloqués par la pénétration d'air et d'humidité. Cette vanne doit être installée en permanence, sauf pendant le transfert d'hélium.

## 4.5.2 Instructions de réapprovisionnement d'hélium

---

Veillez suivre les instructions ci-dessous concernant le réapprovisionnement d'aimants RMN en hélium liquide :

- Remplir le récipient d'hélium dans le délai d'attente spécifié et dans tous les cas avant que le niveau tombe en dessous de la limite minimum autorisée mentionnée dans le manuel de l'aimant.
- Remarque importante : Le transfert d'hélium liquide peut être effectué en toute simplicité et sécurité, à condition que :
  - Le traitement de la ligne de transfert d'hélium soit correct.
  - La ligne de transfert d'hélium ne soit pas endommagée.
  - La pression de transfert ne dépasse pas 2 lb/po<sup>2</sup> (0,14 bar).
- Ne jamais insérer de ligne de transfert d'hélium chaud dans le cryostat, puisque l'hélium gazeux chaud pourrait conduire à un refroidissement de l'aimant !
- Toujours laisser la ligne de transfert d'hélium refroidir à la température de l'hélium avant de l'insérer dans le tube prolongateur d'hélium. Vous devez voir l'hélium liquide sortir des lignes de transfert à extrémité courte pendant quelques instants avant de l'insérer dans le bon tube prolongateur d'hélium.

## 4.5.3 Transfert rapide d'hélium

---

Ne pas retirer le système de flux de sécurité d'azote pendant tout transfert d'hélium liquide !

Pendant le transfert rapide d'hélium liquide, un super refroidissement d'azote liquide se produit. Cela peut conduire à ce qui suit :

- Diminution de l'ébullition statique à zéro et production d'une pression négative dans le récipient d'azote.
- Transfert d'air ou d'humidité pouvant être aspiré dans les goulots du récipient et susceptible de se solidifier et de créer des blocages de glace.

## 4.6 Ventilation

---

Les règles générales de sécurité concernant la ventilation comprennent, sans s'y limiter :

- Les liquides cryogéniques, même lorsqu'ils sont conservés dans des dewars de stockage isolés, restent à une température constante à leurs points d'ébullition respectifs et s'évaporent progressivement. Ces dewars doivent toujours avoir la possibilité d'être ventilés faute de quoi une dangereuse accumulation de pression peut se produire.
- Les liquides cryogéniques doivent être manipulés et entreposés dans des zones bien ventilées.
- La très grande augmentation de volume accompagnant la vaporisation du liquide en gaz et le processus consécutif de réchauffement est d'environ 740:1 pour l'hélium et 680:1 pour l'azote.

## 4.6.1 Ventilation pendant le fonctionnement normal

---

Les aimants supraconducteurs utilisent l'azote liquide et l'hélium liquide en tant qu'agents de refroidissement, l'évaporation des liquides cryogéniques lors du fonctionnement normal du système magnétique devant se produire comme suit :

- Évaporation normale des liquides contenus dans l'aimant en fonction des spécifications d'ébullition déterminées.
- Évaporation de liquides cryogéniques au cours des remplissages réguliers avec de l'azote liquide et de l'hélium liquide.

Les gaz ne sont pas toxiques et sont totalement inoffensifs pourvu qu'une ventilation adéquate soit prévue pour éviter la suffocation. Les règles concernant la ventilation au cours du fonctionnement normal comprennent, sans s'y limiter :

- Le système d'aimant RMN ne doit jamais se trouver dans une salle hermétique. L'emplacement de l'aimant devrait être choisi de façon à ce que la porte et la ventilation soient facilement accessibles de tous les endroits de la pièce.
- La disposition de la salle, la clairance de plafond et la hauteur de l'aimant doivent permettre le transfert facile de l'azote liquide et de l'hélium. Cela réduit considérablement le risque d'accidents.

## 4.6.2 Ventilation d'urgence pendant l'installation de l'aimant ou en cas de refroidissement

---

Un système de ventilation d'urgence distinct doit être fourni pour éviter l'appauvrissement en oxygène en cas de refroidissement ou pendant l'installation de l'aimant.

En cas de refroidissement, une quantité extrêmement importante d'hélium gazeux (c'est-à-dire de 1 500 à 21 000 pi<sup>3</sup> en fonction du type d'aimant) se produit dans une courte période de temps.

Lors de l'installation et du refroidissement des aimants supraconducteurs, de grandes quantités d'azote ou d'hélium gazeux peuvent, dans certaines conditions, être générées.

Bien que ces gaz soient inertes, leur génération en assez grande quantité peut provoquer le déplacement l'oxygène dans la salle et revêtir une dangerosité.

## 4.6.3 Échappement d'urgence

---

Différents types d'échappement d'urgence peuvent être mis en place pour éviter un appauvrissement en oxygène en cas de refroidissement ou lors de l'installation d'un système d'aimant. Ceux-ci comprennent, sans s'y limiter :

### Échappement actif

Cette solution se base sur un ventilateur motorisé, des entrées d'air et un conduit d'échappement qui n'est pas connecté à l'aimant lui-même. L'échappement doit être activé automatiquement par un capteur O<sub>2</sub>, ainsi que manuellement par un interrupteur dans la salle. Ce dernier est nécessaire lors de l'installation de l'aimant et des réapprovisionnements réguliers afin d'éviter l'accumulation de cryogène dans la salle en les évacuant plus rapidement que le système CVC (chauffage, ventilation et climatisation) habituel.

### Échappement passif

Cette solution se base sur les ouvertures du plafond qui s'activent avec le gaz en raison de la surpression d'hélium gazeux au cours d'un refroidissement.

## Tube de refroidissement

Cette solution se base sur un tube directement connecté à l'aimant, qui est ensuite dirigé vers l'extérieur du bâtiment. Il est important de noter les points suivants :

- Idéalement, l'échappement d'hélium de l'aimant devrait être évacué directement à l'extérieur du bâtiment en cas de refroidissement.
- Les conduits à l'extérieur du bâtiment devraient être suffisamment larges pour éviter l'accumulation excessive de pression due à l'impédance d'écoulement du conduit.
- L'emplacement de l'extrémité de sortie du conduit d'évacuation ne doit pas permettre un libre accès à toute personne étrangère au personnel de service. En outre, l'ouverture de sortie doit être protégée contre la pénétration de pluie, de neige ou de tout débris susceptible de bloquer le système.
- Il est par ailleurs essentiel d'assurer que tout gaz évacué par le conduit d'échappement ne puisse pas pénétrer dans les entrées d'air du système de climatisation ou de ventilation. L'emplacement de la sortie de conduit devrait être soigneusement implantée de façon à empêcher que cela se produise dans toutes les conditions atmosphériques et de vent.
- L'isolation de la tuyauterie d'échappement accessible doit également être prévue pour éviter des brûlures de froid pendant un refroidissement.

## Échappement de la fosse de l'aimant

Il est nécessaire d'accorder une attention particulière à la ventilation et à l'évacuation d'urgence lorsque les aimants sont placés à l'intérieur de puits. Les fosses d'aimant sont des espaces clos présentant un risque accru d'appauvrissement de l'oxygène si les mesures appropriées d'échappement ne sont pas prises.

- L'azote est plus lourd que l'air et commence à remplir la fosse de l'aimant depuis le bas au cours du prérefroidissement de l'aimant ou du remplissage habituel d'azote.
- Il est essentiel de fournir un système d'échappement à l'intérieur de la fosse pour évacuer efficacement les gaz d'azote et éviter l'appauvrissement de l'oxygène.

### 4.6.4 Moniteur d'oxygène et capteurs de niveau

---

Un moniteur d'oxygène est nécessaire à l'intérieur de la salle d'aimant. Le moniteur et les capteurs suivants doivent être fournis :

- Au-dessus de l'aimant : Un capteur de niveau d'oxygène au-dessus de l'aimant, pour détecter les faibles niveaux d'oxygène en raison principalement de gaz He.
- Près du sol : Un capteur de niveau d'oxygène à 30 cm du sol dans la salle de l'aimant.
- En bas, dans la fosse : Un capteur de niveau d'oxygène supplémentaire à 30 cm du fond de la fosse, lorsque l'aimant est situé à l'intérieur d'une fosse.



## 5 Considérations de sécurité concernant la sonde

Les sondes BRUKER sont conçues pour recevoir l'échantillon, transmettre des signaux de fréquence radio qui excitent l'échantillon et recevoir la réponse émise. La transmission et la réception sont réalisées à l'aide de bobines RF spécialement conçues.

La sonde est insérée dans la partie inférieure de l'aimant et dans les fosses à l'intérieur des cales de température ambiante. Les câbles coaxiaux transportent les signaux d'excitation des amplificateurs de la console vers la sonde et le signal RMN de l'échantillon vers le récepteur. Les câbles sont acheminés à travers un ensemble de préamplificateurs (HPPR) qui sont situés près de la base de l'aimant. Les préamplificateurs sont nécessaires pour amplifier les signaux RMN qui sont habituellement très faibles.

### 5.1 Questions de sécurité personnelle

---

Toutes les personnes qui travaillent avec ou à proximité immédiate d'un système RMN doivent être informées de ses problèmes de sécurité et des procédures d'urgence.

En cas de doute : Porter des lunettes et des gants de protection, en particulier lors de la manipulation des échantillons !

#### Sécurité intrinsèque

Un système RMN, y compris ses composants, est conçu pour une sécurité intrinsèque. Des vannes d'échappement de pression, des capteurs et le traitement d'erreur dans le matériel et les logiciels ont été inclus pour protéger l'opérateur, l'équipement et l'environnement.

#### Personnel techniquement qualifié uniquement

Seules les personnes ayant une connaissance technique de base de l'électricité, les systèmes de gaz sous pression et des cryogènes devraient utiliser et exploiter un système RMN. L'interface utilisateur, les messages du système et les manuels nécessitent une bonne compréhension de la langue anglaise.

#### Pas de pièces changeables par l'utilisateur à l'intérieur

Il n'y a pas de pièces changeables par l'utilisateur à l'intérieur d'une sonde/sonde cryogénique. Ne pas ouvrir ces dispositifs.

#### Champ de dispersion magnétique

Lorsque vous travaillez dans un champ de dispersion de l'aimant de 0,5 mT (5 gauss), toutes les pièces et les outils magnétiques doivent être évités ou manipulés avec grande précaution.

ATTENTION : Déposez les montres mécaniques et les cartes avec une bande magnétique (p. ex. les cartes de crédit) au-delà d'une portée de 0,5 Mt (5 gauss) de l'aimant.

## Questions générales de sécurité

- Les laboratoires RMN ne doivent pas être accessibles au public. Assurez-vous que l'accès est restreint aux personnes autorisées et qualifiées.
- Les champs magnétiques puissants impliquent divers risques. La zone de danger devrait être indiquée aussi précisément que possible par l'utilisation de barrières, de bandes au sol ou de dispositifs d'alerte visuels. Consultez votre manuel Magnét de sécurité pour des informations spécifiques concernant la zone de danger (ligne 0,5 mT / 5 gauss).
- Respectez strictement l'interdiction de fumer au cours des procédures de réapprovisionnement.

### 5.1.1 Premiers secours

---

Si de l'hélium froid ou de l'azote gazeux entre en contact avec les yeux ou la peau, rincez immédiatement la zone touchée avec de l'eau froide ou tiède.

## 6 Sécurité de l'émetteur

Des signaux d'une amplitude relativement grande sont souvent nécessaires pour exciter l'échantillon RMN, d'où la nécessité d'émetteurs (aussi désignés amplificateurs). Les émetteurs peuvent être internes (intégrés dans le rack AQS) ou externes (unités autonomes distinctes). Les câbles circulant directement des sorties de l'amplificateur au HPPR transportent le signal RF vers l'échantillon.

Le signal RF quittant l'amplificateur peut être de l'ordre de plusieurs centaines de volts et sa visualisation dans le champ n'est pas recommandée sans atténuation.

### 6.1 Sécurité de l'émetteur

---

Les amplificateurs Bruker sont conçus en conformité avec la norme 61010-1 Exigences de sécurité des équipements électriques.

#### 6.1.1 Étiquettes de sécurité

---

Les étiquettes sont fournies sur les amplificateurs pour alerter le personnel d'exploitation et de service des circonstances susceptibles de causer des blessures ou l'endommagement de l'équipement dus à une utilisation inappropriée ou abusive. Les utilisateurs doivent lire les étiquettes et comprendre leur signification.

Le personnel d'exploitation ne doit pas retirer les câbles de sortie RF sans vérifier si une expérience est en cours. Pour s'assurer qu'aucun signal RF n'est généré, tapez **stop** sur la ligne de commande TopSpin ou cliquez sur l'icône **STOP** dans la barre de menu TopSpin. En cas de doute, éteignez l'émetteur RF.

Débranchez le câble d'alimentation de secteur avant d'ouvrir l'appareil pour éviter tout risque de choc électrique.



# 7 Sécurité de la cryosonde

Les cryosondes BRUKER™ permettent une très forte augmentation du rapport signal sur bruit (S/B) par réduction de la température de fonctionnement de l'ensemble de la bobine RMN et du préamplificateur. Leur manipulation spectroscopique est très similaire à celle d'une sonde conventionnelle. Alors que la température de l'échantillon est stabilisée à une valeur définie par l'utilisateur autour de celle de la température ambiante, l'ensemble de la bobine RMN, située à quelques millimètres de l'échantillon, est refroidi avec de l'hélium gazeux cryogénique. Un système automatique de refroidissement en circuit fermé contrôle toutes les fonctions et garantit une excellente stabilité au cours des expériences à court et long terme.

Un système de sonde cryogénique comporte plusieurs sous-unités :

- Cryosonde,
- Cryoplateforme,
- HPPR cryocompatible et
- Cylindre en acier He

Le terme *cryoplateforme* renvoie à l'ensemble des pièces nécessaires au fonctionnement de la sonde cryogénique et comprend l'unité de cryorefroidissement, le compresseur He, le matériel de montage sur l'aimant, etc. Compatible avec toutes les sondes cryogéniques BRUKER, un seul exemplaire par spectromètre est nécessaire.

Pour une sécurité accrue de la sonde cryogénique et les informations connexes, veuillez vous reporter au manuel sur le système de sonde cryogénique de l'utilisateur (P/N Z31551) disponible sur le DVD BASH ou chez Bruker.

Étant donné que le système de sonde cryogénique est utilisé conjointement avec un système d'aimant, veuillez vous reporter également au chapitre [Sécurité magnétique \[ 21 \]](#) de ce manuel.

## 7.1 Arrêt d'urgence

L'interrupteur de secteur rotatif à l'avant de l'unité de cryorefroidissement sert de dispositif d'ARRÊT D'URGENCE. Il éteint les systèmes de refroidissement cryogénique, vide, capteurs et de compression d'hélium gazeux. Toutes les vannes sont réinitialisées à leurs positions par défaut. Toutefois, les cryopréamps à l'intérieur de la sonde cryogénique ne sont pas affectés par un ARRÊT D'URGENCE, car ils sont contrôlés par le HPPR. Si le système est maintenu désactivé, il se réchauffera lentement en raison de la conduction thermique.



**REMARQUE** : Dans la mesure où un ARRÊT D'URGENCE interrompt également l'électronique de surveillance, celui-ci ne doit être utilisé qu'en dernier recours.

## 7.2 Questions de sécurité personnelle

---

Toutes les personnes qui travaillent avec ou à proximité immédiate d'un système RMN doivent être informées de ses problèmes de sécurité et des procédures d'urgence.

En cas de doute : Porter des lunettes et des gants de protection, en particulier lors de la manipulation des échantillons !

### Sécurité intrinsèque

Un système RMN, y compris ses composants, est conçu pour une sécurité intrinsèque. Des vannes d'échappement de pression, des capteurs et le traitement d'erreur dans le matériel et les logiciels ont été inclus pour protéger l'opérateur, l'équipement et l'environnement.

### Personnel techniquement qualifié uniquement

Seules les personnes ayant une connaissance technique de base de l'électricité, les systèmes de gaz sous pression et des cryogènes devraient utiliser et exploiter un système RMN. L'interface utilisateur, les messages du système et les manuels nécessitent une bonne compréhension de la langue anglaise.

### Pas de pièces changeables par l'utilisateur à l'intérieur

Il n'y a pas de pièces changeables par l'utilisateur à l'intérieur d'une sonde/sonde cryogénique. Ne pas ouvrir ces dispositifs.

### Champ de dispersion magnétique

Lorsque vous travaillez dans un champ de dispersion de l'aimant de 0,5 mT (5 gauss), toutes les pièces et les outils magnétiques doivent être évités ou manipulés avec grande précaution.

ATTENTION : Déposez les montres mécaniques et les cartes avec une bande magnétique (p. ex. les cartes de crédit) au-delà d'une portée de 0,5 Mt (5 gauss) de l'aimant.

### Questions générales de sécurité

- Les laboratoires RMN ne doivent pas être accessibles au public. Assurez-vous que l'accès est restreint aux personnes autorisées et qualifiées.
- Les champs magnétiques puissants impliquent divers risques. La zone de danger devrait être indiquée aussi précisément que possible par l'utilisation de barrières, de bandes au sol ou de dispositifs d'alerte visuels. Consultez votre manuel Magnét de sécurité pour des informations spécifiques concernant la zone de danger (ligne 0,5 mT / 5 gauss).
- Respectez strictement l'interdiction de fumer au cours des procédures de réapprovisionnement.

#### 7.2.1 Premiers secours

---

Si de l'hélium froid ou de l'azote gazeux entre en contact avec les yeux ou la peau, rincez immédiatement la zone touchée avec de l'eau froide ou tiède.

## 7.3 Approvisionnement d'hélium gazeux sous pression

---

La cryoplateforme fonctionne avec de l'hélium gazeux (He) qui est sous pression jusqu'à 25 bar et refroidi à des températures cryogéniques d'environ 20 K. Toutes les pièces sous pression sont conservées dans des boîtiers solides conçus pour retenir les jets de gaz ou des particules éjectées en cas de rupture. Si la peau non protégée est exposée à de l'hélium froid, de sévères brûlures de froid sont possibles.

**AVERTISSEMENT** : Déplacer, connecter et faire fonctionner le cylindre d'acier He soigneusement. Respectez toutes les précautions de sécurité pertinentes concernant les conteneurs à gaz à haute pression et les objets magnétiques.

**AVERTISSEMENT** : Le cylindre en acier He et sa trajectoire entière de transport doivent toujours être en dehors de la portée de 0,5 mT (5 gauss) de l'aimant.

**AVERTISSEMENT** : Fixez solidement le cylindre en acier He à un mur. Tous les règlements de sécurité locaux concernant l'installation de systèmes de gaz sous pression doivent être respectés.

Le tube de pression d'hélium entre le cylindre en acier He et l'unité de cryorefroidissement comporte un fil d'acier qui doit être fixé aux unités à leurs extrémités. Si la traversée de passerelles ne peut être évitée, le tube He doit être couvert ou enterré. En outre, le tube He doit être fixé à une paroi ou au sol tous les mètres.

**AVERTISSEMENT** : Si le tube He n'est pas fixé, celui-ci peut tourner en cas de rupture.

**AVERTISSEMENT** : Si une grande quantité d'hélium gazeux s'échappe du cylindre en acier He pendant une courte période, il ya un danger de suffocation, en particulier dans les petites salles. Une bonne ventilation et/ou un apport d'air frais peut remédier à cet effet.

### Bruit de surpression d'échappement

La surpression dans le système est évitée par un contrôle de logiciel et des vannes de sécurité mécaniques. Dans une situation de surpression, les vannes d'échappement s'ouvriront avec un BANG extrêmement fort ! Le cabinet d'isolation acoustique permettra de réduire le bruit à un niveau acceptable, il est donc important de toujours opérer avec une armoire fermée.

**AVERTISSEMENT** : Si le service doit être effectué sur une unité de cryorefroidissement ouverte pendant le fonctionnement normal, une protection auditive doit être portée.

## 7.4 Sécurité électrique

---

Le degré de protection contre les risques électriques de l'unité de cryorefroidissement est conforme avec la norme CEI IP20 : toutes les parties électriques sont protégées contre le contact.

**AVERTISSEMENT** : Tous les connecteurs électriques doivent être utilisés tels que fournis par BRUKER. Ne pas les substituer par d'autres types.

### 7.5 Sécurité de l'équipement

---

ATTENTION :

- Ne pas plier la sonde cryogénique.  
Ne pas placer la sonde cryogénique sur son tube supérieur, toujours la porter sur son corps.
- Ne pas ouvrir la sonde cryogénique.  
Il n'y a pas de pièces changeables par l'utilisateur à l'intérieur. Une sonde cryogénique ne peut pas être scellée ou remontée sans équipement spécial. Défaire des vis peut même annuler les réglages d'usine et rendre la sonde cryogénique inutilisable.
- Ne jamais forcer la mise en place d'un cryocoupleur.
- Ne pas obstruer le fonctionnement des soupapes de sécurité sur les faces supérieure et inférieure du corps de la sonde cryogénique.
- Ne jamais forcer la mise en place d'un cryocoupleur.
- Ne pas déplacer un dispositif cryogéniquement froid.
- Ne pas essayer de réparer une fuite sur une pièce froide au risque de fissurer des joints toriques gelés, des vannes, etc.
- Une puissance RF excessive peut détruire la sonde cryogénique ou le HPPR. Respectez les limites données dans la feuille spécifique « LIMITATIONS - AVERTISSEMENTS ».

## 8 Sécurité de la cryosonde Prodigy

Le système Prodigy est un accessoire pour un spectromètre RMN et consiste en une cryosonde Prodigy, une ligne de transfert isolée par le vide pour l'azote liquide, un dewar pour azote liquide (Dewar LN2) muni d'un adaptateur installé de façon permanente, ainsi que d'une unité Prodigy pour le contrôle de la cryosonde Prodigy.

La cryosonde Prodigy est une sonde RMN dotée de cryopréamplificateurs intégrés. L'ensemble de la bobine RMN et du cryopréamplificateur est refroidi par évaporation d'azote liquide (LN2). L'avantage de cette méthode de refroidissement est qu'elle rend le fonctionnement de l'ensemble de la bobine RMN très efficace et qu'elle réduit significativement le bruit thermique. Ces efforts combinés améliorent considérablement le rapport général signal-sur-bruit en comparaison avec les mesures RMN de température ambiante.

LN2 est transféré vers la sonde du Dewar LN2 à travers la ligne de transfert de LN2. La sonde cryogénique est un système ouvert, ce qui signifie que l'azote gazeux est évacué dans l'atmosphère par un échappement sur la sonde. Un chauffage d'échappement spécial est utilisé pour chauffer et évaporer des gouttelettes LN2 à l'échappement. Les parties froides à l'intérieur de la sonde sont isolées thermiquement par le vide, qui est évacué par ébauchage et une pompe turbo située dans l'unité Prodigy.

Pour une sécurité accrue du système Prodigy et les informations connexes, veuillez vous reporter au manuel sur le système de l'utilisateur de la cryosonde Prodigy (P/N Z31986) disponible sur le DVD BASH ou chez Bruker.

Étant donné que le système Prodigy de sonde cryogénique est utilisé conjointement avec un système d'aimant, veuillez vous reporter également au chapitre [Sécurité magnétique \[ 21\]](#) de ce manuel.

### 8.1 Questions de sécurité personnelle

---

Toutes les personnes qui travaillent avec ou à proximité immédiate d'un système RMN doivent être informées de ses problèmes de sécurité et des procédures d'urgence.

En cas de doute : Porter des lunettes et des gants de protection, en particulier lors de la manipulation des échantillons !

#### Sécurité intrinsèque

Un système RMN, y compris ses composants, est conçu pour une sécurité intrinsèque. Des vannes d'échappement de pression, des capteurs et le traitement d'erreur dans le matériel et les logiciels ont été inclus pour protéger l'opérateur, l'équipement et l'environnement.

#### Personnel techniquement qualifié uniquement

Seules les personnes ayant une connaissance technique de base de l'électricité, les systèmes de gaz sous pression et des cryogènes devraient utiliser et exploiter un système RMN. L'interface utilisateur, les messages du système et les manuels nécessitent une bonne compréhension de la langue anglaise.

## Pas de pièces changeables par l'utilisateur à l'intérieur

Il n'y a pas de pièces changeables par l'utilisateur à l'intérieur d'une sonde/sonde cryogénique. Ne pas ouvrir ces dispositifs.

## Champ de dispersion magnétique

Lorsque vous travaillez dans un champ de dispersion de l'aimant de 0,5 mT (5 gauss), toutes les pièces et les outils magnétiques doivent être évités ou manipulés avec grande précaution.

ATTENTION : Déposez les montres mécaniques et les cartes avec une bande magnétique (p. ex. les cartes de crédit) au-delà d'une portée de 0,5 Mt (5 gauss) de l'aimant.

## Questions générales de sécurité

- Les laboratoires RMN ne doivent pas être accessibles au public. Assurez-vous que l'accès est restreint aux personnes autorisées et qualifiées.
- Les champs magnétiques puissants impliquent divers risques. La zone de danger devrait être indiquée aussi précisément que possible par l'utilisation de barrières, de bandes au sol ou de dispositifs d'alerte visuels. Consultez votre manuel Magnet de sécurité pour des informations spécifiques concernant la zone de danger (ligne 0,5 mT / 5 gauss).
- Respectez strictement l'interdiction de fumer au cours des procédures de réapprovisionnement.

### 8.1.1 Premiers secours

---

Si de l'hélium froid ou de l'azote gazeux entre en contact avec les yeux ou la peau, rincez immédiatement la zone touchée avec de l'eau froide ou tiède.

## 9 Contact

### Fabricant :

Bruker BioSpin RMN  
Silberstreifen  
D-76287 Rheinstetten  
Allemagne  
Tél.: +49 721-5161-6155  
<http://www.bruker.com>  
WEEE DE43181702

### Services d'assistance RMN

N'hésitez pas à contacter nos centres de service RMN.

Bruker BioSpin RMN met à votre disposition des services d'assistance afin que nos spécialistes puissent répondre le plus rapidement possible à vos demandes de services, questions relatives aux applications, besoins logiciels ou techniques.

Veillez sélectionner le centre de service ou service d'assistance RMN répertorié dans la liste qui vous est mise à disposition sous :

<http://www.bruker.com/service/information-communication/helpdesk.html>



# Figures

Figure 3.1:	Spectromètre AVANCE avec préamp interne.....	14
Figure 3.2:	Spectromètre AVANCE avec préamp externe (HPPR/2) .....	14
Figure 3.3:	Localisation de l'arrêt d'urgence sur la série AVANCE III HD.....	15
Figure 3.4:	Châssis AQS/3+ .....	16
Figure 3.5:	Localisation de l'arrêt d'urgence sur le châssis BSMS/2 .....	18



# Tableaux

Tableau 2.1: Environnement d'exploitation du système AVANCE.....	10
Tableau 2.2: Signes et étiquettes .....	10
Tableau 2.3: Facteurs de conversion SI - États-Unis .....	12



# Index

## A

AQS/3 ..... 15

## C

Champ magnétiques ..... 8

Champs magnétiques ..... 8

Compresseur He ..... 37

Cryoplateforme ..... 37

Cryorefroidissement de l'aimant ..... 9

Cryosonde Prodigy ..... 41

Cryosondes ..... 37

## G

Guide de planification du site ..... 8

## I

Implants métalliques ..... 8

## S

Sécurité:Chimique ..... 10

Sécurité:Cryogénique ..... 9

Sécurité:Électrique ..... 9

Sécurité:Précautions de la zone extérieure ..... 9

Système AQS ..... 15

## U

Unité de cryorefroidissement ..... 37

Unité IPSO 19 ..... 15

Unité IPSO AQS ..... 15

Unité Prodigy ..... 41







**Bruker Corporation**

[info@bruker.com](mailto:info@bruker.com)  
[www.bruker.com](http://www.bruker.com)

Order No: Z31836F