



- **Spectromètre AVANCE III**

Consignes générales de sécurité
Manuel d'utilisation

Version 002

Tous droits réservés © par Bruker BioSpin NMR GmbH

Droit de reproduction : Il est interdit de reproduire, stocker dans un système de recherche automatique ou de 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 de produits utilisés sont des marques ou des marques déposées par leur titulaire respectif.

Le présent manuel a été écrit par

Frank Decker / Jean-Max Tyburn

© 25 Août 2008 : Bruker Biospin GmbH

Rheinstetten, Allemagne

P/N : Z31836F

DWG n° : Z4D10748

Si vous avez besoin d'une plus ample assistance technique sur le Spectromètre AVANCE III, n'hésitez pas à contacter votre distributeur BRUKER le plus proche ou de nous contacter directement à l'adresse suivante :

BRUKER BioSpin GMBH
Am Silberstreifen
D-76287 Rheinstetten
Allemagne

Tél : + 49 721 5161 0
Fax : + 49 721 5171 01
E-mail : service@bruker.de
Internet : www.bruker.com

Table des matières

	Table des matières	3
1	Introduction	5
1.1	Spectromètre Avance III, Limites et contraintes d'utilisation	5
1.2	Objectif de ce manuel	6
1.3	Sécurité par rapport aux forces magnétiques	6
	Précautions liées à la sécurité dans la zone intérieure	7
	Précautions liées à la sécurité dans la zone extérieure	7
1.4	Sécurité par rapport aux risques cryogénique	7
1.5	Sécurité par rapport aux risques électrique	8
1.6	Sécurité par rapport aux risques chimique	8
1.7	Marquage CE	8
1.8	Condition climatique de fonctionnement	9
1.9	Symboles et étiquettes	10
	SI vers US tableau de conversion	12
2	Sécurité relative à la console	13
2.1	Consignes générales de sécurité	13
2.2	Principe de mise à la terre & masse équipotentiel sur les systèmes Avance III	13
2.3	Sécurité vis-à-vis de la console	14
	Arrêt d'urgence	14
2.4	AQS/3	14
	Arrêt d'urgence	15
	Sécurité des personnes	15
	Traitement de l'arrêt de sécurité du tiroir AQS	16
2.5	BSMS/2	17
	Arrêt d'urgence	17
	Sécurité des personnes	18
3	Sécurité relative au Système magnétique	21
3.1	Champ magnétique	22
	Blindage	22
	Implants médicaux électroniques, électriques et mécaniques	22
	Implants chirurgicaux et appareils prothétiques	23
	Fonctionnement de l'équipement	23
	Avant la montée du champ magnétique	23
	Après la montée du champ magnétique	24
	Précautions générales liées à la sécurité	24
3.2	Zone à accès contrôlée	24
3.3	Manipulation en sécurité des substances cryogéniques	25
	Types de substances	25
	Règlementation générale en matière de sécurité	26

	Containers de transport de cryogènes	26
	Risques pour la santé	26
	Premiers secours	27
	Vêtements de sécurité	27
	Autres réglementations en matière de sécurité	27
	Fumée	28
3.4	Recharge de l'azote liquide	28
	Condensation de l'oxygène	28
	Système d'évacuation de l'azote gaz	28
	Autres réglementations générales	29
3.5	Recharge de l'hélium liquide	29
	Réservoir d'hélium	29
	Instructions de recharge de l'hélium	30
	Transfert rapide de l'hélium	30
3.6	Ventilation	31
	Ventilation pendant le fonctionnement normal	31
	Ventilation d'urgence pendant l'installation de l'aimant ou un quench	31
	Evacuation d'urgence	32
	Dispositif de contrôle de l'oxygène et capteurs de niveau	33
4	Consignes de sécurité relatives aux sondes	35
4.1	Problèmes liés à la sécurité	35
4.2	Premiers secours	36
5	Emetteurs HF	37
5.1	Sécurité vis à vis des émetteur HF	37
	Etiquettes relatifs à la sécurité	37

Le système Avance Bruker doit être seulement utilisé dans les buts décrit dans les manuels spécifiques et ce manuel.

Utiliser cet appareil pour d'autres usages que ceux pour lesquelles il est destiné est de la responsabilité de l'utilisateur qui prend le risque de perdre la garantie constructeur. Les travaux de maintenance et de réparation sur la console doivent être fait par des personnes qualifiées. Seulement le personnel spécifiquement formé à l'utilisation des spectromètres Bruker sont autorisé à les utiliser.

Les appareils Avance Bruker sont des spectromètres de très grande précision destinés à l'analyse des structures et des propriétés moléculaires. De petits échantillons liquides ou solides sont placés dans des champs magnétiques très intenses. Ces échantillons sont soumis à de courtes et intenses impulsions hautes fréquences et il en résulte de petites transitions hautes fréquence émise par l'échantillon (fonction des éléments chimique sélectionnés qui doivent avoir un moment magnétique non nul). C'est ce signal qui est observé. Cette méthode instrumental est appelé Résonance Magnétique Nucléaire (RMN).

Le spectromètre Avance existe avec des aimants verticaux pour des champs magnétique de 7T à 20T et des diamètres de trou utile de 54mm à 154mm. Les échantillons analysables vont de quelques nano-grammes à quelques grammes.

La méthode utilisée pour identifier ou confirmer les structures chimiques et biologiques de composant est un mélange d'information relatif à la mobilité et aux interactions des molécules.

Ces méthodes sont aussi utilisées pour obtenir la distribution de la résonance magnétique nucléaire dans l'échantillon (Imagerie par RMN, Micro Imagerie par RMN).

Les spectromètres RMN sont utilisée dans les centres de recherches universitaires et industrielles, dans les procès de control qualité des sciences des matériaux, de chimie organique, de chimie inorganique et dans l'analyse des échantillons biologiques

Les spectromètres de type Avance peuvent être équipé ou connecté à de nombreux accessoires et options comme :

- Unité de contrôle de température variable
- Unité de contrôle de rotation rapide des échantillons
- Unité de gradient de champ variable
- Liquide chromatographe et haute pression liquide chromatographe
- Changeur automatique d'échantillon
- Préparateur automatique d'échantillons
- Sonde spécifique à très basse température (CryoProbes et accessoires)

Les spectromètres Avance ne sont pas à priori destinés à :

- Des études de matériaux ferromagnétiques

Les spectromètres Avance n'ont pas de certifications leur permettant de faire des analyses dans le domaine du diagnostic médical ou de l'analyse biomédicale tel que le demande les différentes réglementations légales.

Objectif de ce manuel

1.2

Le présent manuel a pour objet de résumer les consignes de sécurité qui s'appliquent au Spectromètre Avance III. Il ne remplace en aucun cas les manuels individuels mais sert plutôt d'accès rapide et facile aux informations importantes concernant les problèmes de sécurité. En tant que tel, il est recommandé d'en mettre une copie à disposition des opérateurs à leur poste de travail. Merci de veiller à ce que chaque opérateur utilisant le système ait conscience de l'importance du présent manuel. Il leur est en outre conseillé de le lire de manière à être conscient des risques potentiels liés à l'utilisation du Spectromètre AVANCE III.

Sécurité par rapport aux forces magnétiques

1.3

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. La sécurité constitue le critère le plus important lors de la conception d'un laboratoire RMN ou lors de la formation du personnel qui travaillera dans le laboratoire ou en collaboration avec ce dernier. Aussi longtemps que les procédures correctes sont respectées, travailler à proximité d'aimants supraconducteurs n'est absolument pas dangereux et ne présente aucun effet secondaire médical nuisible connu. Tout acte de négligence peut cependant provoquer des accidents graves. C'est pourquoi, il est important que le personnel travaillant à proximité de l'aimant comprenne parfaitement les risques potentiels.

Il est hautement important que les personnes munies de pacemaker ou ayant des implants métalliques ne soient en aucun cas autorisées à s'approcher de l'aimant.

Un champ magnétique entoure l'aimant dans toutes les directions. Ledit champ (connu sous le nom de champ de dispersion) est invisible, d'où la nécessité de placer des signaux d'avertissement à des emplacements appropriés. Tout objet fabriqué dans un matériau ferromagnétique, tel que le fer, l'acier, etc. sera attiré par l'aimant. Si un objet ferromagnétique est placé trop près, il peut soudainement être attiré par l'aimant avec une force surprenante. Ceci peut endommager l'aimant ou provoquer des lésions corporelles à toute personne se trouvant sur sa trajectoire !

Étant donné que la puissance du champ magnétique diminue considérablement lorsque l'objet s'éloigne de l'aimant, il est utile d'aborder le thème de la sécurité en déterminant deux périmètres largement définis, la zone intérieure et extérieure. Le concept de zone intérieure et extérieure est particulièrement utile pour organiser le laboratoire ainsi que pour déterminer les bonnes pratiques de travail.

L'extension physique de ces deux zones dépendra de la taille de l'aimant. Plus l'aimant est grand, plus le champ magnétique rayonné est puissant et par conséquent, plus les deux zones sont étendues. Pour de plus amples informations sur

les champs de dispersion des différents aimants, merci de vous reporter à la rubrique Guides d'installation fourni dans le CD BASH.

Précautions liées à la sécurité dans la zone intérieure

1.3.1

La zone intérieure s'étend du centre de l'aimant à au moins 1mT (10 Gauss). A l'intérieur dudit périmètre, les objets peuvent être soudainement attirés vers le centre de l'aimant. La force d'attraction de l'aimant peut changer et devenir incontrôlable alors qu'elle était à peine perceptible et ce, en une très faible distance. **Aucun objet ferromagnétique lourd ne doit en aucun cas être placé ou déplacé à l'intérieur de ladite zone.**

Les échelles utilisées pour travailler sur l'aimant doivent être fabriquées en matériau non magnétique tel que l'aluminium. Les containers d'hélium et d'azote utilisés pour accroître le niveau de liquide à l'intérieur de l'aimant doivent être fabriqués dans un matériau non-magnétique.

Il est interdit de poser de petits objets en acier (tournevis, boulons, etc.) sur le sol à côté de l'aimant. Ces derniers pourraient provoquer de graves dommages s'ils étaient attirés par l'orifice de l'aimant, notamment si aucune sonde n'est insérée dans l'aimant.

Les montres mécaniques portées dans la zone intérieure peuvent être endommagées alors que les montres digitales peuvent être portées en toute sécurité. Les précautions à prendre pour la zone extérieure dont nous allons parler maintenant doivent être bien entendu respectées dans la zone intérieure.

Précautions liées à la sécurité dans la zone extérieure

1.3.2

La zone extérieure s'étend d'1mT à 0,3mT. Le champ de dispersion de l'aimant n'est pas arrêté par les murs, les sols ou le plafond et la zone extérieure peut bien inclure les pièces adjacentes. Le champ de dispersion peut effacer des informations enregistrées sur des bandes magnétiques ou des disques. Les cartes bancaires, d'accès ou tout appareil contenant une bande magnétique peuvent être endommagés. Les CD ne seront pas endommagés bien que les lecteurs CD peuvent contenir des parties magnétiques. Lorsque des bouteilles de gaz comprimés en acier sont utilisées, elles doivent être situées bien au-delà de la zone extérieure (de préférence hors de la salle où l'aimant est situé) et être toujours fixées convenablement au mur. L'écran couleur de l'ordinateur peut subir quelques distorsions lorsqu'il est situé trop près de l'aimant, bien qu'un dommage permanent soit improbable. Une fois au-delà de la zone extérieure, il n'est plus nécessaire de prendre des précautions spéciales par rapport au champ magnétique rayonné.

Sécurité par rapport aux risques cryogénique

1.4

L'aimant contient une quantité relativement importante d'hélium et d'azote liquide. Ces liquides, désignés sous le terme de cryogènes, servent à maintenir la bobine de l'aimant à une température très basse.

En raison des températures très basses impliquées, il est fortement recommandé de toujours porter des **gants**, une chemise à longues manches ou une **blouse blanche** et des **lunettes de sécurité** lors de la manipulation des liquides cryogéniques. Tout contact direct avec lesdits liquides peut provoquer des gelures. Il est

recommandé que le responsable du système vérifie et s'assure que les gaz évaporés peuvent s'échapper de l'aimant, ce qui signifie que les vannes de décharge ne doivent pas être bloquées. Ne tentez pas de recharger l'aimant en hélium ou en azote à moins d'avoir été formé selon la procédure correcte en la matière.

L'hélium et l'azote sont des gaz non toxiques. Cependant, en raison d'un éventuel **quench magnétique**, lors duquel la pièce peut être soudainement remplie de gaz évaporés, une ventilation appropriée doit toujours être installée.

Sécurité par rapport aux risques électrique

1.5

Le matériel du spectromètre n'est pas plus ni moins dangereux que n'importe quel autre matériel électronique ou pneumatique typique et doit être traité en conséquence. Il ne faut pas enlever les panneaux de protection des différents modules. Ils sont installés pour votre protection et doivent être exclusivement ouverts par du personnel qualifié. Le panneau principal situé à l'arrière du pupitre de commande est conçu pour être enlevé en utilisant deux vis de décharge rapide mais cette manœuvre doit être de nouveau effectuée par du personnel qualifié. Veuillez prendre note du fait qu'à moins de les déconnecter, les ventilateurs de refroidissement situés sur le panneau arrière continueront d'être alimentés même si le panneau a été enlevé.



Avant de faire une maintenance, une réparation ou un envoi, le spectromètre Avance et ou le sous ensemble concerné doit être arrêté et déconnecté et/ou démonté de la console ou du tiroir. Pour cela référez vous au manuel spécifique du sous ensemble concerné.

Sécurité par rapport aux risques chimique

1.6

Il est fortement recommandé d'informer les utilisateurs des risques associés aux échantillons avec lesquels ils travaillent. Les composants organiques peuvent être hautement inflammables, corrosifs, cancérigènes, etc.

Marquage CE

1.7

Tous les principaux modules de matériel installés dans l'AVANCE équipés de pupitres de commande SGU ainsi que les modules périphériques tels que le HPPR (préamplificateur haute performance), l'aimant, le système de shim, la sonde et le clavier numérique BSMS sont conformes à la déclaration de conformité CE. Ceci inclut le niveau de rayonnement électromagnétique parasite qui pourrait être émis ainsi que les risques électriques standards. Veuillez prendre note que pour réduire les rayonnement électromagnétique parasites, les portes du pupitre de commande doivent être fermées et les panneaux arrières montés.

Condition climatique de fonctionnement**1.8**

Température de fonctionnement :	5 à 40 °C.
Altitude maximum de fonctionnement :	2000 m au dessus du niveau de la mer.
Humidité relative maxi de fonctionnement :	50% à 40°C.
Température de stockage :	5 à 40 °C
Indice de Protection (Ingress Protection class) :	IP 20

La tension d'alimentation du spectromètre Avance varie en fonction de sa configuration. Les informations sur les tensions et les puissances d'alimentation requise se trouvent dans les manuels d'installation (Site planning Manuel).

Les Symboles et les étiquettes sont toujours posés en relation avec leur environnement immédiat. Ces symboles et étiquettes se trouvent dans l'environnement ou sur le système Avance III.



Symbole d'interdiction: interdit aux personnes avec pacemakers!

Les personnes équipées de pacemakers sont en danger dans les zones balisées par ce symbole et elles ne sont pas autorisées à y pénétrer.



Symbole d'interdiction: Interdit aux personnes équipées d'implants!

Les personnes ayant des implants métalliques sont en danger dans les zones balisées par ce symbole et elles ne sont pas autorisées à y pénétrer.



Symbole d'interdiction: Pas de montre ou d'appareil électronique!

Les montres et les appareils électroniques peuvent être endommagés dans les zones balisées par ce symbole.



Symbole d'interdiction: Pas de carte de crédit ou autre forme de mémoire magnétique!

Les cartes de crédit et les mémoires magnétiques peuvent être endommagés dans les zones balisées par ce symbole.



Symbole d'interdiction: Ne pas toucher!

Ne pas toucher la région marquée par ce symbole.



Symbole d'avertissement & de danger: Attention!

Le non-respect de ce symbole peut entraîner des lésions corporelles.



REMARQUE :

Conseil pour la bonne pratique des opérations.



Symbole d'avertissement & de danger: Champ magnétique intense!

- Pas de mémoires magnétiques.
- Pas de bijoux.
- Pas d'objet métallique.



Symbole d'avertissement & de danger: Danger de mort et de blessures par électricité hautes tension !

Danger de mort et de blessures si vous touchez un fil électrique ou un isolant endommagé!



Appareil sensible à l'électricité statique

Décharge électrostatique

Respectez les précautions de manipulation.

Borne de mise à la terre



Symbole utilisé pour identifier toute borne reliée au conducteur de mise à la terre externe ou à la protection contre les chocs électriques en cas de défaut d'isolation électrique.



Symbole contenu dans le manuel d'utilisation :

L'utilisateur doit se référer au manuel avant d'utiliser les éléments comportant ce symbole.

Le tableau suivant permet de convertir les unités que vous trouvez dans ce manuel de SI vers US ou vis versa.

Table 1.1. facteurs de conversion SI vers US

Mesure	Unités SI	Unités Standard US	Facteur de conversion (arrondi avec deux décimales)
Longueur	mètre(m) centimètre (cm)	feet (ft.) Inch (in.)	1 m = 3.28 ft. 1 m = 39.37 in. 1 cm = 0.394 in.
Surface	mètre carré (m ²)	Square foot(ft ²)	1 m ² = 10.76 ft ² .
Volume	mètre cube (m ³) litre	Cubic foot (ft ³) Quart(qt.)	1 m ³ = 35.32 ft ³ . 1 l = 1.06 qt (liquide)
Poids	Kilogramme (Kg)	Pounds (lbs.)	1kg =2.21 lbs.
Pression	bar	Pounds/square inch(psi) Atmosphere(ATM)	1 bar=14.51 psi 1 bar = 0.99 ATM(standard)
Température	°C	°F	F=C*1.8+32
	°F	°C	C=(F-32)/1.8
Champ magnétique	Tesla (T)	Gauss(G)	1 T = 10 000 G

Sécurité relative à la console

2

Consignes générales de sécurité

2.1

L'AVANCE III est le résultat d'une intégration très poussée et réussie des principaux module du système.

Les utilisateurs d'Avance doivent régulièrement contrôler le spectromètre et reporter immédiatement au service de maintenance, tout dommage ou anomalie intervenu.

N'utiliser pas l'équipement et informer immédiatement les services de maintenance si vous avez un doute dans certaine situation ou sur un sous ensemble.

Dans les situations critiques suivantes, arrêter l'instrument, déconnecter l'alimentation secteur, décrire les symptômes au service de maintenance et attendre les instructions :

- le cordon ou le connecteur d'alimentation secteur cassé, endommagé ou fragilisé.
- des signes de chauffe excessive apparaissent.
- il y a une certitude ou un soupçon d'introduction de liquide dans tiroir.
- le cordon d'alimentation ou l'alimentation est en contact avec un liquide.
- une unit ou un composant est tombé ou endommagé

Principe de mise à la terre & masse équipotentiel sur les systèmes Avance III2.2

Les spectromètres Avance III doivent être inclus dans la mise à la terre générale du site de l'utilisateur. Un point central de terre est situé sur la partie inférieure arrière de la console. Il doit être connecté à la terre de l'installation électrique de chaque site. Il doit aussi être relié au HPPR et à l'aimant pour mise à la masse correcte du système Avance dans son ensemble.

Pour ce faire, chaque système est équipé de deux fils de la terre. L'un est relié à la borne de terre de l'installation électrique du bâtiment. L'autre doit être reliée au point de mise à la terre situé sur la plaque de base du HPPR. Un troisième câble est utilisé pour connecter ce dernier au point de masse de l'aimant, créant ainsi un référentiel de masse équipotentiel pour l'ensemble du système.

S'il vous plaît noter que le fils de mise à la terre doivent être en place et soigneusement connectés aux divers points de mise à la terre avant que le système Avance soit mis sous tension ou soit connecté au secteur. Déconnecter un des fils de terre est seulement autorisé après que l'ensemble du système soit arrêté.

Sécurité vis-à-vis de la console

2.3

Attention : Pour réduire les risques de chocs électriques, la console doit être mise à la terre.

La console est équipée d'un câble secteur avec trois conducteurs. N'utilisez que le câble secteur fourni par BRUKER ou un câble secteur certifié IEC.

Arrêt d'urgence

2.3.1

L'interrupteur principal de l'avance sert d'arrêt d'urgence. L'interrupteur principal coupe toute l'alimentation de la console.

localisation de l'arrêt d'urgence

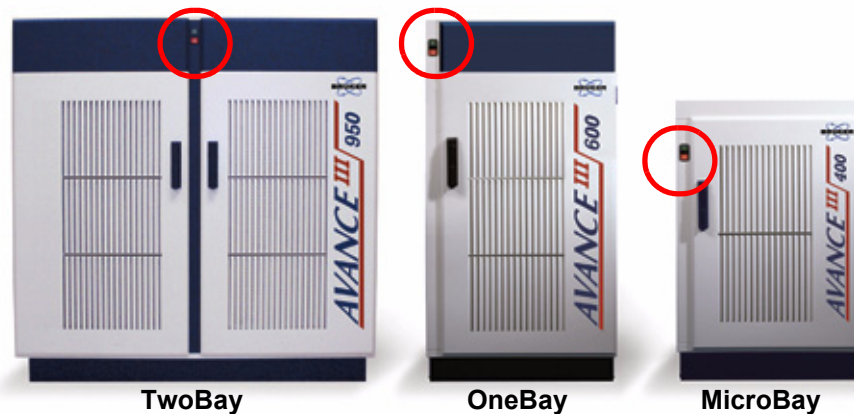


Illustration 2.1.localisation de l'arrêt d'urgence

AQS/3

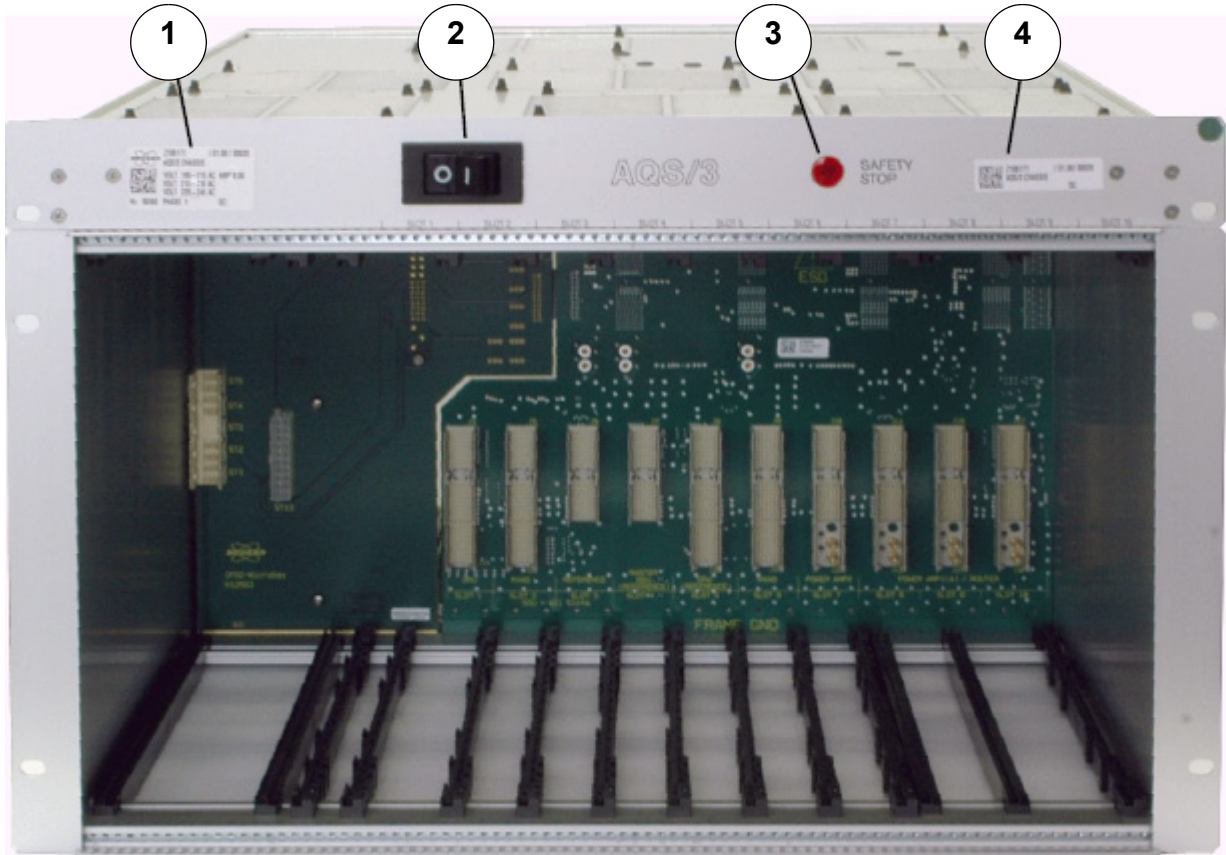
2.4

Le nouveau châssis AQS/3 constitue la nouvelle génération de châssis développé à partir du modèle éprouvé AQS/2 et peut à présent équiper le nouveau module IPSO AQS. Le module IPSO 19 pouces étendu constitue un module autonome et n'est pas adapté au châssis AQS/3.

Les précautions générales suivantes en matière de sécurité doivent être respectées pendant toutes les phases de fonctionnement et de révision du système AQS. Un éventuel non-respect desdites précautions ou des avertissements spécifiques visés à un autre chapitre du présent manuel constitue une violation des normes de sécurité relatives à la conception, la fabrication et l'utilisation prévue du système AQS.

BRUKER n'est en aucun cas responsable du fait que le client ne respecte pas lesdites spécifications et ne peut par conséquent pas être tenu responsable des blessures ou dommages éventuels survenant suite à des manipulations non prévues du système AQS.

L'interrupteur principal du « Châssis AQS/3 » sert de bouton d'arrêt d'urgence. Il éteint les systèmes.



1. Etiquette AQS/3
2. Coupe circuit principal
3. Voyant arrêt de sécurité
4. LCE numéro pièces et étiquette numéro de série

Illustration 2.2. Châssis AQS/3

Mise à la terre

ATTENTION : afin de réduire les risques de chocs électrique, le châssis AQS doit être relié à la terre.

L'armoire électronique est équipée d'un câble d'alimentation AC pourvu de trois conducteurs. Seul des câbles d'alimentation approuvés par BRUKER ou conformes aux normes IEC en matière de sécurité doivent être utilisés.

Personnel technique qualifié exclusivement

ATTENTION : l'installation et les réparations doivent être exclusivement effectués par du personnel qualifié de BRUKER. Il faut débrancher le câble d'alimentation avant toute opération de réparation. Dans certains cas, des tensions dangereuses peuvent exister même lorsque le câble d'alimentation est enlevé. En vue d'éviter les accidents, il faut toujours débrancher l'alimentation et décharger les circuits avant de les toucher.

REMARQUE : le personnel en charge des opérations ne doit en aucun cas enlever le couvercle du châssis sauf de la manière décrite dans le présent manuel. Il ne faut pas remplacer les modules AQS si l'interrupteur principal est sur la position allumé. L'utilisation des interfaces, des messages du système et des manuels requiert une bonne compréhension de la langue anglaise.

Sécurité électrique

Le niveau de protection contre les risques électriques du système AQS est conforme à la norme IEC IP20, ce qui signifie que toutes les parties sous tension sont protégées contre les contacts directs.

ATTENTION : Il faut utiliser les connecteurs électriques fournis par BRUKER et ne les remplacer en aucun cas par d'autres modèles.

Levage du châssis AQS

ATTENTION : Deux personnes sont requises au minimum pour insérer et enlever le châssis AQS de l'armoire électronique. Un système AQS complet peut peser plus de 50 kg.

REMARQUE : Il est conseillé d'enlever quelques-uns ou l'ensemble des modules AQS du châssis avant de manipuler ce dernier afin d'en diminuer le poids.

Nettoyage

ATTENTION : Il faut toujours mettre l'installation hors tension et débrancher le câble d'alimentation avant le nettoyage. Ne remettez jamais l'alimentation tant que toutes les surfaces ne sont pas complètement sèches.

Nettoyez l'extérieur du châssis AQS et des modules avec un chiffon doux non pelucheux humidifié d'eau. N'utilisez en aucun cas de détergents ou d'autres solvants détachants.

Traitement de l'arrêt de sécurité du tiroir AQS

2.4.3

Si la température à l'intérieur de l'unité centrale de traitement dépasse la limite maximale autorisée, l'alimentation principale du châssis est arrêtée automatiquement (et sans avertissement) pour éviter que les modules AQS ne subissent des dommages irréversibles. Cet état « arrêt de sécurité » est indiqué par l'intermédiaire d'un voyant rouge sur le panneau avant aussi longtemps que la prise d'alimentation secteur reste raccordée à l'alimentation principale.

Veillez à déterminer et à éliminer la cause de l'état « arrêt de sécurité » avant de réutiliser le spectromètre.

L'arrêt de sécurité peut être provoqué par un défaut de ventilateur ou d'alimentation électrique à l'intérieur de l'unité centrale de traitement. Il peut également être causé par un refroidissement insuffisant de l'unité centrale de traitement ou par des températures excessives de l'air ambiant à l'intérieur ou autour de l'armoire du spectromètre.

Veillez contacter le personnel de service de Bruker si vous ne parvenez pas à établir la cause du défaut.

Le châssis peut être remis à son état de fonctionnement normal en tournant manuellement le coupe circuit principal de OFF sur ON. Une perte d'alimentation secteur (AC) remet également le châssis à son état de fonctionnement initial.

BSMS/2

2.5

Le système amélioré BSMS/2 contient de nombreux éléments hautement intégrés (ELCB et SCB20) fournissant une performance optimale, une meilleure résolution et une stabilité accrue. L'unité (centrale de traitement) BSMS/2 est conçue sous forme de sous-module de l'armoire électronique du spectromètre RMN. Pour les conditions d'environnement, veuillez consulter le Guide d'installation du spectromètre.

Les précautions générales suivantes en matière de sécurité doivent être respectées pendant toutes les phases de fonctionnement et de révision du système BSMS/2. Un éventuel non-respect desdites précautions ou des avertissements spécifiques visés à un autre chapitre du présent manuel constitue une violation des normes de sécurité relatives à la conception, la fabrication et l'utilisation prévue du système BSMS/2.

BRUKER n'est en aucun cas responsable du fait que le client ne respecte pas lesdites spécifications et ne peut par conséquent pas être tenu responsable des blessures ou dommages éventuels survenant suite à des manipulations non préconisées du système BSMS/2.

Arrêt d'urgence

2.5.1

L'interrupteur principal du châssis BSMS/2 sert de bouton d'arrêt d'urgence. Il éteint les systèmes.

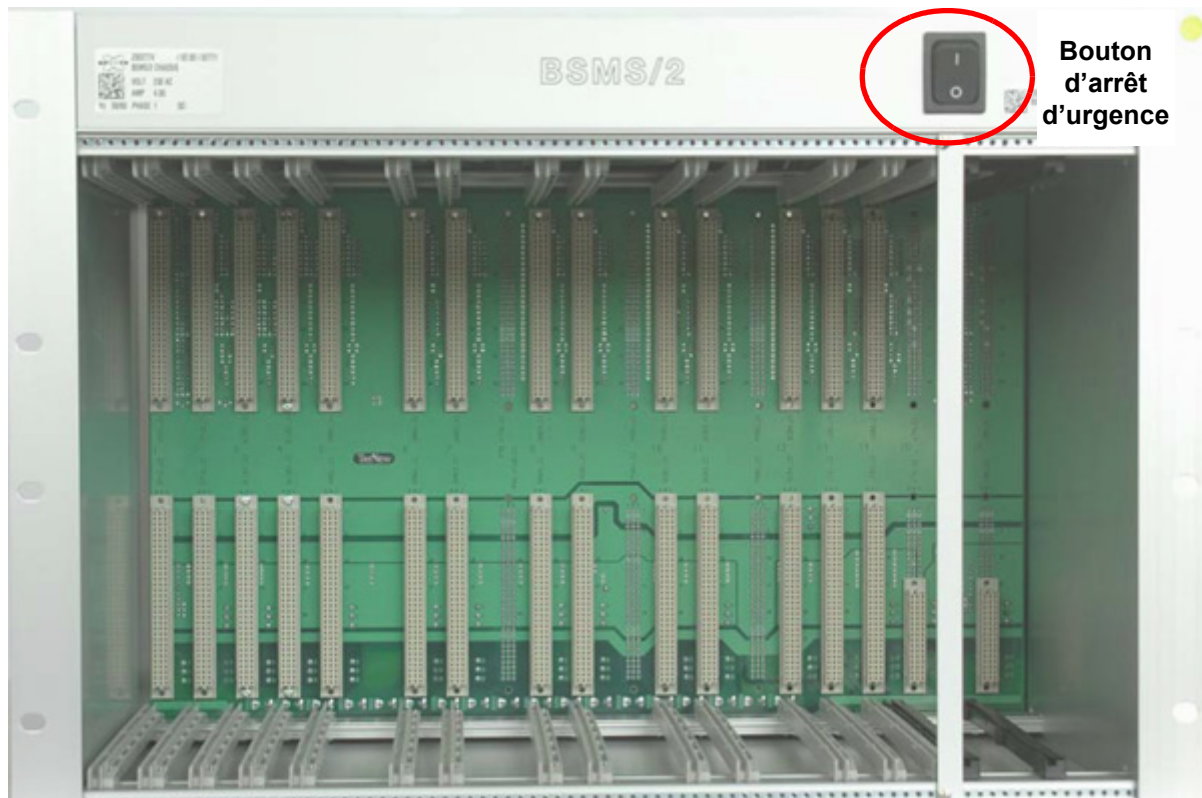


Illustration 2.3. Le châssis BSMS/2

Sécurité des personnes

2.5.2

Mise à la terre

ATTENTION : afin de réduire les risques de chocs électriques, le châssis AQS doit être relié à un conducteur mis à la terre.

L'armoire électronique est équipée d'un câble d'alimentation AC pourvu de trois conducteurs. Seul des câbles d'alimentation approuvés par BRUKER ou conformes aux normes IEC en matière de sécurité doivent être utilisés.

Réservée au personnel technique qualifié

ATTENTION : l'installation et les réparations doivent être exclusivement effectués par du personnel qualifié de BRUKER. Il faut débrancher le câble d'alimentation avant toute opération de réparation. Dans certains cas, des tensions dangereuses peuvent exister même lorsque le câble d'alimentation est enlevé. En vue d'éviter les accidents, il faut toujours débrancher l'alimentation et décharger les circuits avant de les toucher.

REMARQUE : le personnel en charge des opérations ne doit en aucun cas enlever le couvercle du châssis sauf de la manière décrite dans le présent manuel. Il ne faut pas remplacer les modules BSMS/2 si l'interrupteur principal est sur la position allumé. L'utilisation des interfaces, des messages du système et des manuels requiert une bonne compréhension de la langue anglaise.

Sécurité électrique

Le niveau de protection contre les risques électriques du système BSMS/2 est conforme à la norme IEC IP20, ce qui signifie que toutes les parties sous tension sont protégées contre les contacts directs.

ATTENTION : Il faut utiliser les connecteurs électriques fournis par BRUKER et ne les remplacer en aucun cas par d'autres modèles.

Levage du châssis BSMS/2

ATTENTION : Deux personnes sont requises au minimum pour insérer et enlever le châssis BSMS/2 de l'armoire électronique. Un système BSMS/2 complet peut peser plus de 50 kg.

REMARQUE : Il est conseillé d'enlever quelques-uns ou l'ensemble des modules BSMS/2 du châssis avant de manipuler ce dernier afin d'en diminuer le poids.

Nettoyage

ATTENTION : Il faut toujours mettre l'installation hors tension et débrancher le câble d'alimentation avant le nettoyage. Ne remettez jamais l'alimentation tant que toutes les surfaces ne sont pas complètement sèches.

Nettoyez l'extérieur du châssis BSMS/2 et des modules avec un chiffon doux non pelucheux humidifié à l'eau. N'utilisez en aucun cas de détergents ou d'autres solvants détachants.

Sécurité relative au Système magnétique

3

Un aimant supraconducteur UltraShield™ pour la RMN peut être exploité facilement et en toute sécurité à condition de respecter les procédures préconisées ainsi que certaines précautions.

Ces avertissements doivent être lus et compris par toute personne en contact avec un **aimant** supraconducteur UltraShield™ pour la **RMN**. Ils ne sont en aucun cas réservés à la seule information de l'équipe managériale ou des techniciens spécialisés.

Toutes les formations appropriées doivent être dispensées pour que chaque personne travaillant avec de tels équipements soit informée desdites spécifications.

Etant donné que le champ du système magnétique de la RMN est tridimensionnel, ces consignes doivent être transmises pour à l'étage se trouvant juste au-dessus et au-dessous de l'aimant ainsi que dans l'espace autour de ce dernier et situé au même niveau.



Pour réduire le risque de chocs électriques, l'aimant et ses pieds doivent être reliés à la masse électrique de la console.

Zones d'avertissement

L'installation et l'exploitation de l'aimant supraconducteur UltraShield™ pour la RMN présente un certain nombre de risques dont tout le personnel doit être conscient. **Il est fondamental que :**

- les zones dans lesquelles les aimants de RMN doivent être installés et exploités, et la procédure d'installation de manière générale, **doivent être** pleinement conformes aux normes de sécurité.
- de tels locaux et installations doivent être exploités de manière sûre et conformément aux procédures prescrites.
- une formation adaptée doit être dispensée au personnel.
- des avertissements clairs doivent être affichés et entretenus pour prévenir efficacement les personnes de leur entrée dans une zone dangereuse.
- toutes les procédures en matière de sécurité et de santé doivent être respectées.

Ces avertissements mettent en évidence les aspects particulièrement importants du fonctionnement et de l'installation. Les recommandations faites ne peuvent cependant pas couvrir toute éventualité ; en cas de doute lors du fonctionnement du système, il est fortement recommandé à l'utilisateur de contacter le fournisseur. Les clients de Bruker se doivent de communiquer efficacement à leur propre clientèle et aux utilisateurs de l'équipement les informations visées au présent manuel concernant les procédures de sécurité et les risques associés aux aimants pour la RMN.

Champ magnétique

3.1

Les aimants supraconducteurs pour la RMN présentent de nombreux risques liés aux forces occasionnées par les champs magnétiques puissants associés auxdits aimants. Des précautions doivent être prises pour garantir que les matériaux magnétiques ou les implants chirurgicaux ne subiront aucun dommage suite aux effets d'un champ magnétique. La liste desdits effets n'est pas exhaustive :

Des forces d'attraction puissantes peuvent être exercées sur l'équipement magnétique se trouvant à proximité de l'aimant de RMN. La force peut devenir assez importante pour déplacer l'équipement de manière incontrôlable vers l'aimant de RMN. De petites pièces magnétiques peuvent par conséquent se transformer en projectiles.

En raison de leur taille, les grands équipements (tels que des bouteilles de gaz, systèmes d'alimentation) peuvent coincer le corps ou une partie du corps entre eux et l'aimant.

Plus un objet ferromagnétique est proche de l'aimant, plus la force est importante. Et aussi, plus la masse de l'équipement est grande, plus la force est importante.

Blindage

3.1.1

La plupart des derniers aimants développés pour la RMN sont activement blindés. Vous devez comprendre les éléments suivants lorsque vous installez ou travaillez avec un tel aimant blindé :

- Le blindage actif de la bobine supraconductrice réduit les champs magnétiques rayonnés et par conséquent leurs effets.
- Le gradient du champ magnétique est toutefois plus puissant que des aimants non-blindés, l'intervalle entre les différentes courbes de niveau du champ de dispersion (tel que la distance entre 5G et 50G) est beaucoup plus petite, et des précautions doivent être prises afin d'empêcher que des objets ferromagnétiques soient apportés près de l'aimant.
- Malgré le blindage actif, le champ magnétique rayonné qui est exercé directement au-dessus et au-dessous de l'aimant est très élevé et les forces d'attraction sur les objets ferromagnétiques sont très puissantes !

Implants médicaux électroniques, électriques et mécaniques

3.1.2

Vous devez comprendre ce qui suit concernant les effets du champ magnétique sur les implants et appareils médicaux électroniques, électriques et mécaniques :

- Le fonctionnement d'implants médicaux électroniques, électriques et mécaniques tels que les pacemakers, biostimulateurs et neurostimulateurs peut être affecté, voire même arrêté en présence de champs magnétiques statiques ou alternatifs.
- Tous les pacemakers ne répondent pas de la même manière ou à la même puissance de champs s'ils sont exposés à des champs supérieurs à 5 gauss.

Implants chirurgicaux et appareils prothétiques

3.1.3

Vous devez comprendre ce qui suit concernant les effets du champ magnétique sur les implants chirurgicaux et les appareils prothétiques :

- Outre les implants médicaux électroniques, électriques et mécaniques, d'autres implants chirurgicaux médicaux tels que des agrafes pour anévrisme, des agrafes chirurgicales ou des prothèses peuvent contenir des matériaux ferromagnétiques et seront, par conséquent, soumis à des forces d'attraction puissantes à proximité de l'aimant pour la RMN, ce qui peut entraîner des blessures voire la mort.
- De plus, à proximité des gradient de champs à variation rapide (tels que les champs gradient pulsés) des courants de Foucault peuvent être induits dans l'implant, ce qui a pour résultat une production de chaleur et crée éventuellement une situation mettant la vie des personnes en danger.

Fonctionnement de l'équipement

3.1.4

Le fonctionnement de certains équipements peut être directement affecté par la présence de champs magnétiques puissants.

- Les objets tels que les montres, magnétophones et caméscopes/appareils photo peuvent être magnétisés et endommagés de manière irréparable s'ils sont exposés à des champs supérieurs à 10 gauss.
- Les informations encodées magnétiquement sur les cartes de crédit et les bandes magnétiques peuvent être altérées de manière irréversible.
- Les transformateurs électriques peuvent être saturés magnétiquement dans les champs supérieurs à 50 gauss. Les caractéristiques de l'équipement en matière de sécurité peuvent être également affectées.

Avant la montée du champ magnétique

3.1.5

Avant de commencer la montée en champ de l'aimant, vous devez :

- vous assurer qu'aucun objet ferromagnétique non fixé ne se trouve plus à l'intérieur de la zone de du champ magnétique de 5 gauss produit par l'aimant de RMN.
- afficher des signaux d'avertissement « aimant » à chaque point d'accès de la pièce dans laquelle se situe ce dernier.
- afficher des signaux d'avertissement annonçant l'éventuelle présence de champs magnétiques et de risques potentiels dans toutes les zones où le champ magnétique peut excéder 5 gauss.

Après la montée du champ magnétique

3.1.6

Lorsque le champ magnétique est atteint, vous :

- ne devez pas apporter d'objet ferromagnétique dans la pièce où se situe l'aimant.
- devez exclusivement utiliser des cylindres et des containers non-magnétiques pour le stockage et le transfert des gaz comprimés ou des liquides cryogéniques.
- devez exclusivement utiliser un équipement non-magnétique pour transporter les cylindres et les containers.

Précautions générales liées à la sécurité

3.1.7

Pour empêcher que les situations décrites ci-dessus ne surviennent, les précautions suivantes sont prévues sous la forme de lignes directrices ; elles doivent être considérées comme des exigences de base.

- Chaque site comprenant un aimant doit être évalué individuellement afin de déterminer les précautions requises pour éliminer lesdits risques.
- L'étage situés au-dessus et au-dessous de l'aimant ainsi que la zone environnante située au même niveau doivent faire l'objet de consignes puisque le champ magnétique produit par les aimants pour la RMN est tridimensionnel.

Zone à accès contrôlée

3.2

Les équipements générant des champs résiduels excédant 0.5mT en dehors de leurs enceinte ou/et des rayonnements électromagnétiques non compatible avec la norme IEC 60601-1-2, doivent avoir une zone d'accès contrôlée installée autour de cet équipement où :

- le champs magnétique résiduel ne dépasse pas 0.5mT.
- les interférence électromagnétique reste compatible avec la norme IEC 60601-1-2 :2001.

Une carte des champs résiduels des différents aimants est disponible dans leur manuel respectif. Ces carte de champ indique la position de la ligne 0.5mT par rapport au centre magnétique de l'aimant.

La zone d'accès contrôlé peu être délimité, par exemple, par un marquage au sol, par des barrières ou toute autre chose qui permette au responsable d'être certain que seules les personnes autorisées ait accès à cette zone.

L'indication de la zone à accès contrôlé doit être faite à toutes les entrées de cette zone par des étiquettes indiquant le risque et la présence de champ magnétique intense, de force magnétique et/ou de force d'attraction sur les matériaux ferromagnétiques.

Le dessin suivant vous montre l'étiquette de danger que nous recommandons :



Manipulation en sécurité des substances cryogéniques

3.3

Un aimant supraconducteur utilise deux types de cryogènes, l'hélium et l'azote liquide. Les liquides cryogéniques peuvent être manipulés facilement et en toute sécurité à condition de respecter certaines précautions.

Les recommandations visées dans la présente section ne sont aucunement exhaustives. En cas de doutes, veuillez consulter le fournisseur.

Types de substances

3.3.1

Les substances se rapportant auxdites recommandations sont l'azote, l'hélium et l'air. Veuillez contacter votre fournisseur de cryogènes pour obtenir des données de sécurité (FDS) appropriées à ces cryogènes.

Helium

Il s'agit d'un gaz inerte naturel devenant liquide à environ 4K. Il n'a aucune couleur, est inodore, ignifuge et non-toxique. Afin de rester dans un état supraconducteur, l'aimant est immergé dans un bain d'hélium liquide.

Azote

Il s'agit d'un gaz naturel devenant liquide à environ 77K. Il n'a également aucune couleur, est inodore, ignifuge et non-toxique. Il est utilisé pour refroidir les protections entourant le réservoir d'hélium liquide.

Containers de transport pour cryogènes

Lors du fonctionnement normal, les cryogènes liquides s'évaporent et demandent d'être régulièrement rechargés. Les cryogènes seront livrés sur le site dans de containers de transport. Il est fondamental que lesdits containers de cryogènes ne soient pas magnétiques.

Propriétés physiques

Une manipulation en sécurité des liquides cryogéniques requiert de posséder des connaissances sur les propriétés physiques de ces liquides, du bon sens et une compréhension suffisante pour prévoir leurs réactions de ces liquides sous certaines conditions physiques.

Les réglementations générales suivantes en matière de sécurité pour la manipulation de substances cryogéniques ne sont pas exhaustives :

- Les liquides cryogéniques restent à température constante à leur point d'ébullition respectif et s'évaporent progressivement même s'ils sont conservés dans des réservoirs de stockage isolés (containers).
- Les liquides cryogéniques doivent être manipulés et stockés dans des zones bien ventilées.
- Aucun passager ne doit jamais accompagner des liquides cryogéniques dans un ascenseur ou un monte charge sous peine d'asphyxie.
- Une très forte augmentation en volume accompagnant la vaporisation du liquide en gaz lors du processus de réchauffement la variation de volume est d'environ 740:1 pour l'hélium et à 680:1 pour l'azote.

La réglementation suivante concernant les containers de cryogènes utilisés pour le transport des liquides cryogéniques n'est pas exhaustive :

- Tous les containers transportant des liquides cryogéniques ne doivent pas être complètement fermés car cela provoquerait une importante accumulation de pression. Ceci représente un risque d'explosion et peut conduire à de très grands dommages matériels!
- **Tous les containers de transport de cryogènes doivent être fabriqués dans des matériaux non-magnétiques.**

Ces principales réglementations en matière de santé ne sont pas exhaustives :

- Evacuation immédiate de la zone en cas de fuite importante.
- La pièce doit être équipée d'une ventilation adaptée afin d'éviter tout risque de diminution d'oxygène. L'hélium peut chasser l'air dans la partie supérieure d'une pièce et l'azote froid, dans la partie inférieure. Veuillez consulter la section « Ventilation » pour de plus amples informations.
- Evitez tout contact direct avec des substances cryogéniques sous forme liquide ou de vapeur (ou de gaz basse température) ; en effet, ces substances produisent des « brûlures par le froid » sur la peau comparables à des brûlures par la chaleur.
- Toute partie du corps protégée de manière insuffisante ne doit en aucun cas être en contact avec des tuyaux d'aération ou des réservoirs non-isolés, les parties du corps risqueraient d'y rester collés. Ceci aurait pour conséquence, l'arrachage de la chair si la partie touchée était enlevée.

Premiers secours

3.3.5

La réglementation suivante concernant les premiers secours n'est pas exhaustive :

- Si vos yeux ou votre peau est en contact avec des liquides cryogéniques, rincez immédiatement la zone touchée avec une grande quantité d'eau froide ou tiède et appliquez ensuite des compresses froides.
- N'utilisez jamais d'eau chaude ni d'air chaud.
- Consultez immédiatement un médecin !

Vêtements de sécurité

3.3.6

La réglementation suivante concernant les vêtements de sécurité n'est pas exhaustive :

- Des vêtements de sécurité doivent être essentiellement portés afin d'éviter les brûlures par le froid. Vous devez également porter des gants cryogéniques ou en cuirs secs lorsque vous manipulez des liquides cryogéniques ou travaillez avec ces derniers.
- Les gants ne doivent pas être serrés de manière à pouvoir les enlever facilement en cas de fuite de liquides.
- Des lunettes de protection doivent être portées afin de protéger les yeux.
- Il est fortement recommandé de ne porter aucun objet métallique qui pourrait entrer en contact avec le liquide (tels que des bijoux) sur ces parties du corps.

Autres réglementations en matière de sécurité

3.3.7

Les autres réglementations mentionnées ci-dessous concernant la manipulation des cryogènes ne sont pas exhaustives :

- Manipulez toujours les liquides avec le plus grand soin. Des ébullitions et des éclaboussures se produisent constamment lors du remplissage d'un container chaud.
- Attention aux éclaboussures de liquide et à l'évaporation rapide des cryogènes lorsque l'équipement se trouvant à température ambiante est plongé dans les cryogènes liquides. Cette opération doit être effectuée très lentement.
- Lorsque des tuyaux ouverts sont insérés dans le liquide, ces derniers ne doivent en aucun cas être dirigés vers des personnes.
- Utilisez exclusivement des tubes en métal ou en téflon raccordés par tuyau flexible en métal ou en téflon pour transférer l'azote liquide. Utilisez exclusivement des tubes en téflon ou en caoutchouc-gomme.
- N'utilisez pas de tuyaux en plastique ou en Tygon®. Ils peuvent se déchirer et se rompre lorsqu'ils sont refroidis par le liquide coulant à travers, risquant ainsi de blesser le personnel.

Merci de respecter la réglementation de base suivante concernant la fumée :

- **Il est interdit de fumer** dans les pièces dans lesquelles des liquides cryogènes sont entrain d'être manipulés.
- Marquez toutes les pièces dans lesquelles des liquides cryogènes sont entrain d'être manipulés comme zones « Non fumeur » en utilisant les signaux appropriés.
- Alors que l'azote et l'hélium ne favorise pas la combustion, leur container extrêmement froid entraîne la condensation de l'oxygène présent dans l'air à la surface des containers, ce qui peut augmenter la concentration d'oxygène au niveau local.
- Il existe un risque d'incendie particulièrement élevé si les surfaces froides sont couvertes d'huile ou de graisse combustibles. **Danger d'auto-inflammation !**

Recharge de l'azote liquide

3.4

Merci de lire ce paragraphe attentivement et de le mettre à la disposition de toute personne travaillant avec l'aimant.

- Un aimant supraconducteur blindé pour la RMN peut être exploité facilement et en toute sécurité à condition de respecter les procédures prescrites et certaines précautions.
- Les recommandations visées à cette section ne peuvent pas couvrir toutes les éventualités. En cas de doutes pendant le fonctionnement du système, il est fortement recommandé à l'utilisateur de contacter le fournisseur.

Condensation de l'oxygène

3.4.1

Diminuez le contact avec l'air. Vous devez être conscients des faits suivants en cas de contact avec l'air et prendre les précautions mentionnées ci-dessous :

- Etant donné que l'azote liquide est plus froid que l'oxygène liquide, l'oxygène présent dans l'air se condensera complètement.
- Si cette procédure se déroule durant une certaine période, la concentration d'oxygène dans l'azote liquide peut devenir si importante que l'on considère toute manipulation de l'oxygène liquide comme dangereuse. Ceci s'applique particulièrement aux containers à col large en raison de l'étendue de leur surface.
- Assurez vous que le contact avec l'air est restreint à un minimum.

Système d'évacuation de l'azote gaz

3.4.2

Une valve de sécurité équipe le réservoir d'azote pour garantir que les cheminées d'azote ne puissent pas être bloquées par la pénétration accidentelle d'air ou d'humidité.

Il est recommandé de toujours monter ladite valve même en cas de recharge du réservoir !

Autres réglementations générales

3.4.3

Les autres réglementations générales suivantes ne sont pas exhaustives:

- L'azote liquide ne doit en aucun cas se répandre dans les flasques de fermeture portées à température ambiante pendant que le réservoir d'azote est rechargé.
- Mettez des tuyaux en caoutchouc-gomme ou en téflon sur les tuyaux d'azote à col pendant le remplissage !
- Arrêtez immédiatement le transfert lorsque le réservoir est plein. Tout éventuel manquement à cette règle peut entraîner le gel des joints o-rings et une perte d'étanchéité consécutive du cryostat magnétique.

Recharge de l'hélium liquide

3.5

Merci de lire attentivement ce paragraphe et de le mettre à disposition de toute personne travaillant avec l'aimant.

Un aimant supraconducteur blindé pour la RMN peut être exploité facilement et en toute sécurité à condition de respecter les procédures convenables et certaines précautions.

Les recommandations visées à cette section ne peuvent pas couvrir toutes les éventualités. En cas de doutes pendant le fonctionnement du système, il est fortement recommandé à l'utilisateur de contacter le fournisseur.

Prenez note des réglementations générales non exhaustives suivantes :

- L'hélium liquide est le plus froid de tous les liquides cryogéniques.
- Il condensera et solidifiera tout autre gaz (air) entrant en contact avec lui.
- Il doit être conservé dans des containers de stockage ou de transport spécialement conçus à cet effet.
- Les containers doivent être toujours équipés d'une valve unidirectionnelle montée sur le col du réservoir d'hélium afin d'éviter que l'air ne pénètre dans le col et ne le bouche avec de la glace.
- Il est fortement recommandé d'utiliser exclusivement des tuyaux isolés sous vide pour transférer l'hélium liquide. Tout défaut d'isolation peut entraîner l'augmentation de la condensation d'oxygène.

Réservoir d'hélium

3.5.1

Les aimants supraconducteurs pour la RMN comprennent un réservoir intérieur contenant de l'hélium liquide.

- Il est recommandé de vérifier le réservoir d'hélium toutes les semaines pour constater l'évaporation et le niveau d'hélium.
- Utilisez un débitmètre d'hélium ou un compteur de gaz spécial hélium !

- Une valve unidirectionnelle est fournie et doit être montée sur la sortie d'hélium gaz afin de garantir que les cheminées d'hélium ne puissent pas être bloquées par la pénétration accidentelle d'air ou d'humidité. Il est recommandé que cette valve soit toujours montée sauf lors du transfert d'hélium.

Instructions de recharge de l'hélium

3.5.2

Veillez lire les instructions suivantes concernant la recharge en hélium liquide des aimants pour la RMN :

- Rechargez le réservoir d'hélium au cours de la période maintien spécifiée et en tout cas avant que le niveau ne soit inférieur au minimum requis dans le manuel de l'aimant.
- Remarque importante : l'hélium liquide peut être transféré facilement et en toute sécurité à condition que :
 - La manipulation de la ligne de transfert de l'hélium soit correcte.
 - La ligne de transfert de l'hélium ne soit pas endommagée.
 - La pression de transfert ne dépasse pas 2 psi (0.14 bar).
- N'insérez jamais de ligne de transfert chaude dans le cryostat, l'hélium chaud pourrait provoquer un quench de l'aimant !
- Veillez toujours à ce que la ligne de transfert de l'hélium descende à la température de l'hélium avant de l'insérer dans la bonne cheminée. Il est recommandé de ne pas introduire la canne de transfert de l'hélium liquide dans la cheminée avant de l'avoir vu l'hélium liquide quitter la ligne de transfert pendant quelques instants.

Transfert rapide de l'hélium

3.5.3

Il est interdit d'enlever le système de sécurité de l'azote pendant le transfert de l'hélium liquide !

L'azote liquide se refroidit de manière importante lors du transfert rapide d'hélium liquide, ce qui entraîne :

- la chute à zéro de l'évaporation statique et la production d'une pression négative dans le réservoir d'azote.
- un transfert d'air ou d'humidité qui peut être aspiré à l'intérieur par les cheminées du réservoirs et qui se solidifierait pour créer des blocs de glace.

Ventilation**3.6**

Les réglementations générales suivantes en matière de sécurité concernant la ventilation ne sont pas exhaustives :

- Les liquides cryogéniques, même conservés dans des containers de stockage isolés, restent à température constante à leur point d'ébullition respectif et s'évaporent progressivement. Ces containers doivent comporter un évent pour éviter une mise en pression dangereuse.
- Les liquides cryogéniques doivent toujours être manipulés et stockés dans des zones convenablement ventilées.
- La très forte augmentation en volume accompagnant la vaporisation du liquide en gaz s'élève à environ 740:1 pour l'hélium et à 680:1 pour l'azote.

Ventilation pendant le fonctionnement normal**3.6.1**

Les aimants supraconducteurs utilisent l'azote et l'hélium liquide comme agents refroidissants ; une évaporation des cryogènes liquides est attendue comme suit lors du fonctionnement normal de l'aimant :

- Evaporation normale des liquides contenus dans l'aimant fondée sur les spécifications d'évaporation données.
- Evaporation des cryogènes pendant les recharges régulières en azote et en hélium liquide.

Les gaz sont non-toxiques et complètement inoffensifs tant qu'une ventilation adaptée est installée afin d'éviter la suffocation. Les réglementations suivantes en matière de ventilation pendant le fonctionnement normal de l'aimant ne sont pas exhaustives :

- Il est fortement recommandé de ne jamais placer l'aimant de RMN dans une pièce hermétique. L'emplacement de l'aimant doit être choisi de manière à ce que les portes et la ventilation soient facilement accessibles où que l'on se trouve dans la pièce.
- L'agencement de la pièce, la hauteur du plafond et la taille de l'aimant doivent être tels que l'azote et l'hélium liquide puissent être facilement transférés. Ceci réduira considérablement le risque d'accidents.

Ventilation d'urgence pendant l'installation de l'aimant ou un quench**3.6.2**

Il est recommandé d'installer un système de ventilation d'urgence individuel pour prévenir toute éventuelle diminution d'oxygène de l'air en cas de quench ou pendant l'installation de l'aimant.

Pendant un quench, une quantité d'hélium gazeux très importante (tels que 1 500 à 21 000 ft³ en fonction du type d'aimant) est produite en un très court laps de temps.

Pendant l'installation et le refroidissement des aimants supraconducteurs et, sous certaines conditions, d'importants volumes d'azote et d'hélium gazeux peuvent être générés.

Bien que ces gaz soient inertes, s'ils sont générés en quantités suffisamment importantes, ils peuvent créer des circonstances dangereuses s'ils chassent l'oxygène de la pièce.

Evacuation d'urgence

3.6.3

Différents types d'évacuation d'urgence peuvent être mis en place afin d'éviter toute raréfaction d'oxygène pendant un quench ou pendant l'installation de l'aimant. La liste suivante n'est pas exhaustive :

Evacuation active

Cette solution est fondée sur une ventilation forcée, des conduits et une galerie comprenant les canalisations d'évacuation qui n'est pas raccordée à l'aimant lui-même. L'évacuation peut être activée soit automatiquement par un capteur O₂ soit manuellement par un interrupteur situé à l'intérieur de la pièce. Ce dernier est requis pendant l'installation de l'aimant et les recharges régulières pour empêcher l'accumulation gaz azote ou hélium dans la pièce en les évacuant plus rapidement que le système VMC régulier.

Evacuation passive

Cette solution est fondée sur des bouches d'extraction situées dans le plafond qui sont ouvertes par le gaz en raison de la surpression de l'hélium gazeux pendant un quench.

Tuyau de quench

Cette solution est fondée sur un tuyau raccordé directement à l'aimant qui est ensuite acheminé à l'extérieur du bâtiment. Il est important de prendre en considération les éléments suivants :

- Idéalement, en cas de quench, l'hélium présent dans l'aimant doit être directement évacué à l'extérieur du bâtiment.
- Les conduites menant à l'extérieur du bâtiment doivent avoir un diamètre suffisamment important pour empêcher l'accumulation de surpression due à la perte de charge d'écoulement de la conduite.
- L'emplacement de la bouche de sortie de la conduite d'évacuation doit être uniquement accessible au personnel de service ; la bouche doit être de plus protégée contre la pluie, la neige ou contre tout débris qui pourrait bloquer le système.
- Il est par conséquent essentiel de s'assurer que tout gaz provenant de la conduite d'évacuation ne peut pas être entraîné à l'intérieur du système de ventilation ou d'air conditionné. De plus, L'emplacement de la bouche d'évacuation doit être déterminée avec soin de manière à éviter que cela ne se produise quelque soit les conditions atmosphériques et le vent.
- Il est également recommandé d'isoler les tuyaux d'évacuation accessibles pour empêcher les brûlures par le froid pendant un éventuel quench.

Evacuation des fosses d'aimant

Une attention toute particulière doit être accordée à la ventilation et à l'évacuation d'urgence lorsque les aimants sont placés à l'intérieur d'une fosse. Les fosses d'aimant sont des espaces restreints et présentent un plus grand risque de raréfaction d'oxygène si les mesures d'évacuation appropriées ne sont pas mises en place.

- L'azote est plus lourd que l'air et commence à remplir la fosse à partir du fond pendant le pré-refroidissement de l'aimant ou les recharges régulières en azote.
- Il est fondamental de mettre en place un système d'évacuation secondaire au fond de la fosse pour évacuer efficacement l'azote gazeux et empêcher toute rarefaction en oxygène.

Dispositif de contrôle de l'oxygène et capteurs de niveau

3.6.4

Un dispositif de contrôle de l'oxygène est requis à l'intérieur de la pièce où se trouve l'aimant. Le dispositif de contrôle et les capteurs suivants doivent être mis en place :

- **Au-dessus de l'aimant** : Un capteur de niveau d'oxygène au-dessus de l'aimant pour détecter les niveaux d'oxygène insuffisants dus principalement au gaz.
- **Près du sol** : un capteur de niveau d'oxygène sur le sol de la pièce où se trouve l'aimant.
- **En bas de la fosse** : un capteur de niveau d'oxygène supplémentaire au fond de la fosse au cas où l'aimant est situé dans une fosse.

Consignes de sécurité relatives aux sondes

4

Les sondes BRUKER sont conçues pour recevoir des échantillons, transmettre des signaux de radio-fréquence qui stimulent l'échantillon et recevoir la réponse émise. La transmission et la réception s'effectuent par l'intermédiaire de bobines RF (Radio Fréquences) spécialement conçues à cet effet.

La sonde est introduite par le bas de l'aimant et à l'intérieur du système de shim à température ambiante. Les câbles coaxiaux transportent les signaux d'excitation HF (Hautes fréquences), des amplificateurs à la sonde et le signal RMN repart de l'échantillon au récepteur. Le signal RMN chemine dans des câbles à travers une série de préamplificateurs (les HPPR) situés près de la base de l'aimant. Les **préamplificateurs** sont requis pour amplifier les signaux de la RMN qui sont généralement très faibles.

Problèmes liés à la sécurité

4.1

Toute personne travaillant avec ou à proximité d'un système RMN doit être informée de ses problèmes en matière de sécurité et des procédures d'urgence.

En cas de doute : portez des lunettes de sécurité et des gants de protection, notamment lorsque vous manipulez les échantillons !

Sécurité inhérente

Tout système RMN, échantillon inclus, est conçu pour la sécurité inhérente au système. Les valves de sécurité, les capteurs et le traitement des erreurs du matériel et du logiciel ont été conçus pour protéger l'opérateur, l'équipement et l'environnement.

Réservé exclusivement au personnel compétent d'un point de vue technique

Seules les personnes possédant une compréhension de base technique en matière d'électricité, de systèmes de gaz comprimés et de cryogènes sont autorisées à faire fonctionner et à entretenir un système RMN. L'interface utilisateurs, les messages du système et les manuels requièrent une bonne compréhension de la langue anglaise.

Aucun élément de la sonde n'est remplaçable par l'utilisateur

La sonde de mesure ne contient aucune pièce remplaçable par l'utilisateur. Ne démontez en aucun cas ces systèmes de mesure.

Champ magnétique rayonné

Lorsque vous travaillez à l'intérieur du champ parasite de 0,5 mT (5 Gauss) de l'aimant, il faut éviter d'utiliser des pièces ou outils magnétiques ou si vous en manipulez faites-le avec un grand soin.

ATTENTION : Laissez les montres mécaniques et les cartes munies d'une bande magnétique (telles que les cartes de crédit) en dehors de la zone 0.5 mT (5 Gauss) de l'aimant.

Problèmes généraux liés à la sécurité

- L'accès aux laboratoires RMN n'est pas autorisé au public. Assurez-vous que l'accès est exclusivement limité au personnel autorisé et qualifié.
- Les champs magnétiques intense induisent différents risques. Il est recommandé de délimiter la zone de risque de manière aussi précise que possible en utilisant des barrières, des marquages au sol ou des moyens d'avertissement visuels. Veuillez consulter votre manuel de sécurité pour toute information spécifique concernant la zone de risque (ligne 0.5 mT).
- L'interdiction de fumer doit être strictement respectée pendant les procédures de recharges en liquides cryogéniques.

Premiers secours

4.2

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

Un signal de grande amplitude est nécessaire pour exciter l'échantillon de RMN ce qui justifie les émetteurs HF (amplificateur HF). Les émetteurs HF peuvent être dans la console ou à l'extérieur de la console. Des câbles relient directement la sortie de l'amplificateur HF au HPPR qui transmet le signal HF à l'échantillon.

Le signal RF sortant de l'amplificateur HF peut atteindre plusieurs centaines de volts et il n'est pas conseillé de le mesurer avec un oscilloscope sans utiliser un atténuateur adapté.

Sécurité vis à vis des émetteurs HF

5.1

Les amplificateurs HF Bruker sont construits en respectant la norme de sécurité pour les équipements électriques, 61010-1.

Étiquettes relatives à la sécurité

5.1.1

Les étiquettes de sécurité qui sont dans les émetteurs HF sont destinées à prévenir les utilisateurs et les services de maintenance des risques matériels et physiques liés à cet équipement. Les utilisateurs doivent lire les étiquettes et doivent comprendre leurs significations.



Un utilisateur ne peut déconnecter un câble HF de sortie sans avoir préalablement vérifié qu'il n'y a pas d'acquisition en cours. Pour être sûr qu'il n'y a pas de génération de signal HF taper "stop" dans la fenêtre de commande de Topspin ou cliquer sur l'icône stop de la barre des menus. Si vous avez un doute couper l'émetteur avec l'interrupteur secteur.

Déconnecter le cordon secteur avant d'ouvrir l'unité vous protège contre les risques de chocs électriques.



Fin du document

Bruker BioSpin, Votre solution partenaire

Bruker BioSpin, vous offre une gamme de solutions d'analyse innovante et de qualité supérieure adaptée à vos besoins et aux besoins de la science des matériaux.

Grâce à notre approche orientée solution, nous travaillons en étroite collaboration avec vous pour définir vos besoins spécifiques et déterminer la solution qui y répond le mieux parmi notre gamme exhaustive, ou collaborons avec vous à de nouvelles innovations.

Nos efforts permanents et notre considérable investissement dans la recherche et le développement illustre notre engagement à long terme envers l'innovation technologique pour le bien de notre clientèle. Fort de plus de 40 ans d'expérience pour satisfaire les besoins du secteur scientifique professionnel à travers une série de disciplines, Bruker BioSpin a établi des relations enviables avec la communauté scientifique et divers domaines spécialisés en comprenant les demandes spécifiques et en offrant un service soigné et réactif.

● **Bruker BioSpin Group**

info@bruker-biospin.com
www.bruker-biospin.com