

PHYWE Systeme GmbH & Co. KG  
Robert-Bosch-Breite 10  
D-37079 Göttingen

Téléphone +49 (0) 551 604-0  
Fax +49 (0) 551 604-107  
E-mail info@phywe.de

## Manuel d'utilisation



L'appareil correspond  
aux directives cadre  
de la CE en vigueur

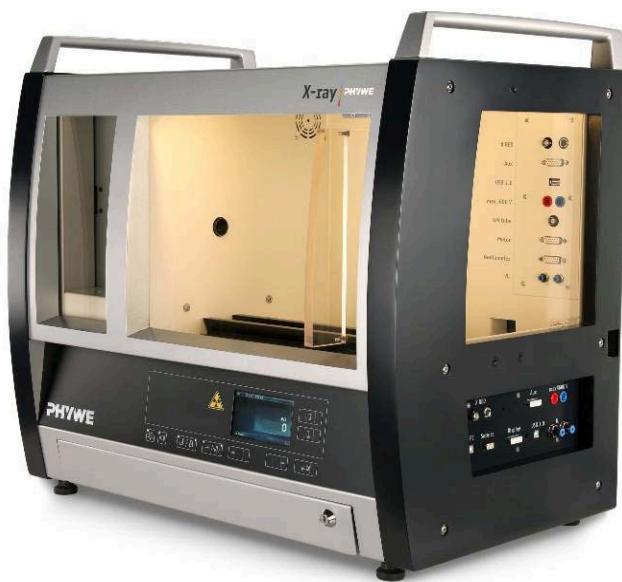


Fig. 1 : Appareil à rayons X « XR 4.0 X-ray expert unit », 35 kV 09057-99

- 1 CONSIGNES DE SECURITE
- 2 INFORMATIONS RELATIVES A L'UTILISATION DE L'APPAREIL
- 3 DIRECTIVES DE L'ORDONNANCE SUR LES RAYONS X EN REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE
- 4 DOMAINE D'UTILISATION ET CARACTERISTIQUES
- 5 ELEMENTS DE COMMANDE ET TOUCHES DE FONCTION
- 6 UTILISATION DE L'APPAREIL
- 7 LISTE DE CONTROLE
- 8 CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES (TYP. 25°C)
- 9 ÉTENDUE DE LIVRAISON
- 10 ACCESSOIRES
- 11 INFORMATIONS RELATIVES A LA GARANTIE
- 12 RECYCLAGE/ELIMINATION

## 1 CONSIGNES DE SECURITE



- Avant la mise en service de l'appareil, il faut impérativement et attentivement lire le manuel d'utilisation complet. Cela vous permet de vous protéger vous-même ainsi que votre appareil.
- Utilisez l'appareil uniquement conformément à ses fins.

- L'appareil a été conçu pour une exploitation dans des locaux secs, sans poussières ni risque d'explosion.
- Avant la mise sous tension, il faut s'assurer que la prise de terre du bloc d'alimentation de l'appareil est correctement reliée à la prise de terre du secteur. La fiche secteur doit être enfichée exclusivement dans une prise secteur avec prise de terre. L'effet de protection ne doit pas être supprimé par utilisation d'un câble de rallonge sans prise de terre.
- Veillez à ce que la tension secteur indiquée sur la plaque signalétique de l'appareil corresponde à celle de votre réseau électrique.
- L'appareil doit être placé à un endroit peu exposé aux vibrations. Les interrupteurs principaux / l'interrupteur de l'appareil doivent être librement accessibles. Les fentes d'aération de l'appareil ne doivent pas être recouvertes.
- Seuls des appareils homologués par nos soins ont le droit d'être raccordés à l'appareil.
- Attention : Avant le desserrage, le remplacement ou l'enlèvement de connexions de câbles quelconques, il faut couper l'alimentation secteur de l'appareil !
- Veillez à ce qu'aucun liquide ni objet ne pénètre dans les fentes d'aération de l'appareil.
- N'utilisez pas l'appareil lorsque le câble secteur ou lorsque l'appareil proprement dit est endommagé.
- Après son utilisation, l'appareil doit être impérativement mis hors circuit car une utilisation permanente est interdite. Durée d'exploitation maximale admissible par jour : 10 heures. Un dépassement de la durée d'exploitation maximale n'engendre pas de risque pour la santé mais peut réduire la durée de vie des tubes à rayons X.
- L'appareil doit être mis en service au moins deux fois par an pour vérifier son fonctionnement sûr et conformément au procès-verbal figurant au point 7 de ce présent document.

En cas de défaut, l'appareil doit être renvoyé pour réparation. Les travaux de réparation et de maintenance doivent toujours être confiés au personnel du constructeur ou d'entreprises certifiées / autorisées par le constructeur.

- L'appareil ne devrait pas être utilisé à une altitude supérieure à 2000 mètres



- Étant donné que les appareils à rayons X génèrent des rayons dangereux pour la santé, seul un personnel qualifié, instruit et connaissant/respectant les dispositions légales en vigueur dans le pays d'utilisation est autorisé à le mettre en service.
- En Allemagne : Lors de l'utilisation de l'appareil à rayons X, il faut respecter à la lettre les dispositions et règles en vigueur selon l'ordonnance sur les rayons X.
- Les directives du certificat d'homologation doivent être respectées.
- L'exploitant doit notamment veiller à ce que
  - l'appareil à rayons X soit protégé contre toute utilisation par des personnes non autorisées
  - l'appareil ne soit utilisé plus longtemps que nécessaire
  - les personnes utilisant l'appareil à rayons X ne séjournent pas plus longtemps que nécessaire dans sa proximité immédiate.
- L'appareil ne doit pas être utilisé si
  - la porte coulissante en verre acrylique renforcé de plomb donnant accès à l'espace expérimentation est endommagée et de même si une des autres fenêtres en verre de sécurité ou celles permettant la surveillance du tube à rayons X est endommagée.
  - le ventilateur côté insertion de tube à l'intérieur de l'appareil ne fonctionne pas (contrôle acoustique)
  - les circuits de sécurité pour l'interruption du fonctionnement des tubes présentent des dysfonctionnements lors de l'ouverture de la porte coulissante
- Informations relatives à l'entretien :
  - N'utilisez pas de diluant !
  - Enlevez les salissures à l'aide d'un chiffon doux imbibé de solvant.
- **Informations relatives au transport :**
  - **Le tiroir ne doit pas être chargé lors du transport ; l'appareil doit exclusivement être placé sur ses pieds prévus à cet effet. Si nécessaire, décrochez le tiroir.**
  - **L'appareil ne doit pas être transporté à l'état verrouillé. Avant le transport, déverrouillez-le (fig. 5, touche IV, uniquement possible à l'état activé). La porte devrait cependant être encliquetée dans sa fermeture S-LOCK – sans être verrouillée.**

## 2 INFORMATIONS RELATIVES A L'UTILISATION DE L'APPAREIL

- La qualité du présent appareil est conforme à l'ensemble des exigences techniques des dispositions actuelles de la Communauté Européenne. Les propriétés de ce produit l'autorisent à porter le sigle CE.
- Le présent appareil doit être exclusivement utilisé sous surveillance d'un spécialiste compétent et dans un envi-

ronnement scolaire où les perturbations électromagnétiques sont contrôlables, voire maîtrisables, à savoir dans des centres de formation (écoles, universités, instituts et laboratoires).

- Cela signifie que l'environnement direct doit être dépourvu d'installations radioélectriques telles que téléphones mobiles. Longueur maximale admissible des câbles raccordés : 2 m.
- Des charges électrostatiques ou d'autres phénomènes électromagnétiques similaires (HF, burst, décharge spontanée indirecte, etc.) peuvent influencer l'appareil de manière à ce qu'il ne fonctionne plus conformément à ses spécifications.

Les mesures suivantes permettent de minimiser, voire d'éviter une telle influence négative : évitez les moquettes ; assurez une compensation de potentiel ; expérimitez sur un support conducteur mis à la terre ; utilisez des blindages / des câbles blindés. N'utilisez pas d'appareils à haute fréquence (postes émetteurs-récepteurs, téléphones mobiles) à proximité directe. En cas de plantage, actionnez l'interrupteur secteur pour effectuer une « réinitialisation ».

Le présent appareil correspond à la classe A selon la norme EN 61326 et a uniquement le droit d'être exploité sans restriction à l'extérieur de zones d'habitation. Si, toutefois, il y a apparition de perturbations électromagnétiques dans une zone d'habitation malgré une utilisation exclusive dans des salles de cours spécialisés scolaires ou dans un centre de formation, il peut être exigé de l'exploitant qu'il prenne des mesures d'élimination appropriées à ses propres frais (par ex. blindage, grandes distances par rapport à des appareils sensibles, courtes durées d'exploitation, lignes de raccordement plutôt courtes, etc.).

## 3 DIRECTIVES DE L'ORDONNANCE SUR LES RAYONS X EN REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE



L'appareil à rayons X « XR 4.0 expert unit » est conforme aux directives de l'ordonnance sur les rayons X du 1.11.2011 de la République fédérale d'Allemagne.

En R.F.A., l'exploitation de l'appareil à rayons X exige le strict respect des prescriptions de l'ordonnance sur les rayons X. D'après ces directives, l'appareil remplit les conditions de travail coercitives aussi bien comme appareil à rayons X d'apprentissage que comme appareil à rayons X entièrement protégé.

En République fédérale d'Allemagne, l'exploitation de l'appareil n'a pas besoin de certification mais doit être déclarée. Déclaration en bonne et due forme aux autorités de contrôle compétentes !

Pour la déclaration, il faut soumettre à l'autorité compétente la fiche de contrôle et une copie de l'homologation type. Seul un personnel qualifié et formé doit utiliser l'appareil. Si l'appareil est utilisé en tant qu'appareil à rayons X de formation, il faut déléguer un responsable de protection contre les radiations.

Si les paramètres de service maxima sont tous appliqués, la dose locale de radiation à une distance de 0,1 m de la surface des parties accessibles du boîtier est inférieure à 1  $\mu$ Sv/h.

Deux circuits de sécurité indépendants l'un de l'autre surveillent l'ouverture de la porte coulissante fermant l'accès à

l'espace expérimentation.

La production d'une radiation est uniquement possible après verrouillage correct de la porte coulissante. Grâce aux circuits de sécurité, un dépassement des valeurs de service maximales est rendu impossible.

N'utilisez pas l'appareil s'il est manipulé à des fins autres que son réglage ou la réalisation d'expériences. Il est strictement interdit de desserrer les vis de sécurité du boîtier en tôle ou de modifier les vitres de l'appareil. Confiez les réparations toujours exclusivement au personnel du constructeur.

Si vous n'utilisez pas l'appareil au sein de la République fédérale d'Allemagne, vous devez respecter les prescriptions et directives légales en vigueur dans le pays d'utilisation.

## 4 DOMAINE D'UTILISATION ET CARACTÉRISTIQUES

### 4.1. Domaine d'utilisation de l'appareil

L'appareil à rayons X fait office d'appareil de démonstration aussi bien que d'appareil de laboratoire. Il a été conçu spécialement pour une utilisation dans des centres de formation scolaires ou universitaires. En plus de son utilisation pour l'enseignement de la physique, il peut aussi être utilisé pour la formation dans le domaine médical ou d'autres spécialités techniques similaires. Compact et commandé par microprocesseur, cet appareil se distingue particulièrement par sa technologie de changement rapide du tube à rayon X, ce qui permet de réaliser des expérimentations avec différents tubes à rayons X et donc, différentes anodes.

Voici les différents tubes à rayons X disponibles ; tous montés « prêts au service » dans des tiroirs spéciaux :

- tiroir avec tube à rayons X en Cu n° de commande 09057-50
- tiroir avec tube à rayons X en Mo n° de commande 09057-60
- tiroir avec tube à rayons X en Fe n° de commande 09057-70
- tiroir avec tube à rayons X en W n° de commande 09057-80

L'utilisation d'autres types de tiroirs est interdite.

En plus des expériences simples de radioscopie et de dosimétrie, l'utilisation du compteur Geiger intégré et du goniomètre optionnel permet des expériences de spectroscopie en physique nucléaire et en physique de l'état solide.

Le réglage des paramètres de service et de commande s'effectue directement sur l'appareil ou sur un PC via USB.

Un écran TFT couleur intégré au tableau de commande en face avant permet la commande directe de l'appareil (et l'affichage des paramètres de service et de commande ainsi que des mesures). Les touches entourant l'écran sur le tableau de commande permettent de piloter et de contrôler l'ensemble des fonctions de base de l'appareil.

### 4.2. Vue d'ensemble des expérimentations possibles

L'appareil et ses accessoires complémentaires respectifs permettent de réaliser les expériences suivantes :

- radiographie d'objets et observation à l'aide d'un écran luminescent
- réalisation de clichés radiographiques des objets irradiés
- mise en évidence de l'effet d'ionisation des rayons X (dosimétrie)
- mise en évidence de la réflexion de Bragg
- caractérisation du spectre des rayons X

- détermination des rayons X caractéristiques de différentes anodes (Cu, Mo, Fe, W) et par là, vérification de la loi de Moseley
- détection des raies caractéristiques  $K\alpha 1$  et  $K\alpha 2$  dans les diffractions d'ordre supérieur
- monochromatisation de rayons X à l'aide de monocristaux ou de feuilles métalliques
- analyse de structure cristalline par diffractométrie de rayons X selon les méthodes de Laue et Debye-Scherrer
- détermination de la constante de Planck à partir de la longueur d'onde critique du rayonnement continu de freinage (loi de déplacement de Duane-Hunt)
- détermination de la constante de Rydberg
- étude du coefficient d'absorption des rayons X en fonction du matériau (numéro atomique Z), de l'épaisseur et de l'énergie des photons
- Mise en évidence des arêtes d'absorption
- démonstration du mode d'action des produits de contraste dans le domaine médical
- effet Compton

## 5 ÉLEMENTS DE COMMANDE ET touches de fonction

### 5.1 L'appareil de base

L'appareil de base se compose des composants principaux suivants (cf. fig. 2 et 3)

#### 5.1.1 Espace d'expérimentation

L'endroit où se réalisent les expériences et où se fixent les accessoires complémentaires optionnels tels que le goniomètre ou autres

#### 5.1.2 Tiroir pour tube à rayons X et puits d'insertion

Le module dans lequel les rayons X sont générés.

#### 5.1.3 Tableau de commande

Pour le réglage de tous les paramètres de service et de commande ainsi que pour l'affichage de toutes les valeurs de mesure disponibles.

#### 5.1.4 Tiroir à accessoires

Pour le rangement des composants supplémentaires.

#### 5.1.5 Panneau de connecteurs dans l'espace d'expérimentation

Permet le raccordement de divers composants à l'appareil de base XR 4.0 ou de connecter facilement un équipement périphérique extérieur grâce aux connexions traversantes aboutissant au panneau de connecteurs situé sur le côté extérieur droit de l'appareil.

#### 5.1.6 Panneau de connecteurs extérieur

Les connexions traversantes du panneau de connecteurs intérieur aboutissent ici ; le panneau extérieur se trouve sur le côté droit de l'appareil.

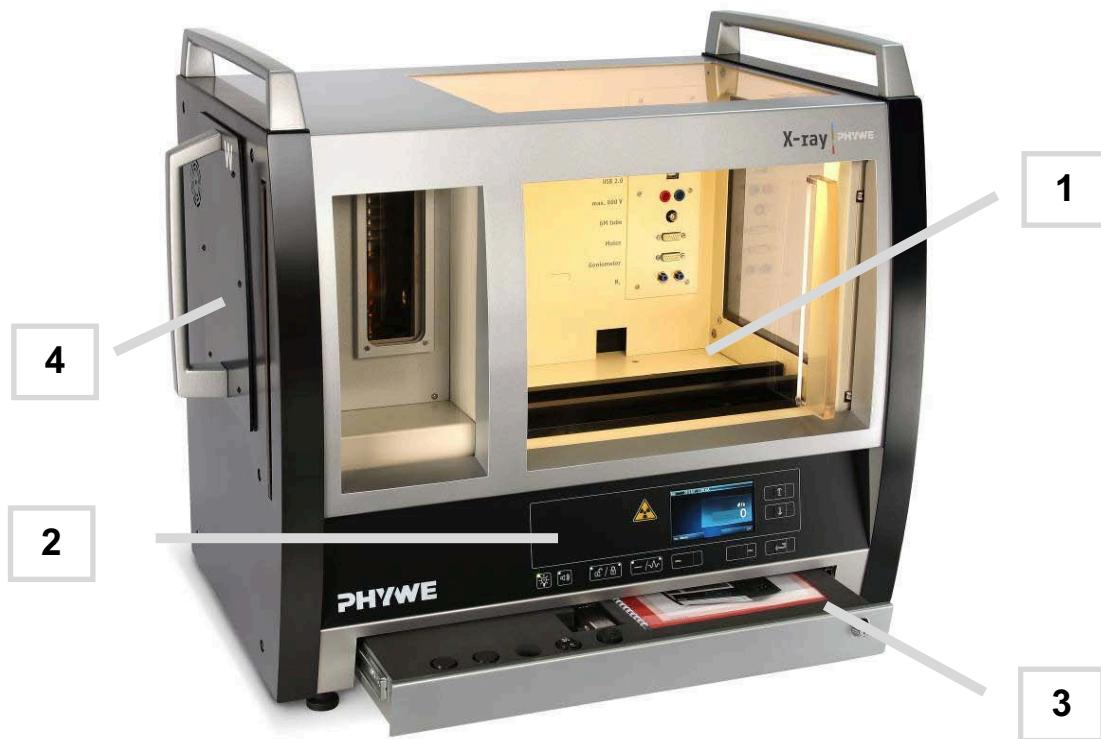


Fig. 2 : Face avant et côté gauche de l'appareil de base (09057-99), avec tiroir avec tube à rayons X en place



Fig. 3 : Face avant et côté droit de l'appareil de base (09057-99)

## 5.2. L'espace d'expérimentation (1)

L'espace d'expérimentation (fig. 4) comprend les éléments fonctionnels suivants :

### 5.2.1 Porte coulissante (A)

En verre acrylique renforcé de plomb. La porte est surveillée en permanence par un circuit de sécurité ; elle est bloquée ou libérée par un verrou asservi électriquement. Si la porte coulissante est fermée et si l'appareil se trouve dans un état de fonctionnement sûr, l'opérateur peut verrouiller la porte coulissante via le tableau de commande. La génération de la radiation est uniquement possible une fois la porte verrouillée.

**ATTENTION :** La porte coulissante est équipée d'un système de fermeture S-Lock qui maintient la porte fermée même si elle n'est pas verrouillée. Pour ouvrir la porte coulissante déverrouillée, coulissez-la tout d'abord vers la droite jusqu'à butée. La serrure permet alors l'ouverture complète de la porte. De même pour la fermeture de la porte, il est nécessaire de coulisser la porte vers la droite jusqu'à butée pour pouvoir ensuite la verrouiller.

### 5.2.2 Orifice de sortie des rayons X (B)

L'orifice de sortie des rayons X se situe sur le côté gauche de l'espace expérimentation. C'est également ici que se fixent les différents diaphragmes permettant la collimation des rayons X. Le choix du diaphragme est fonction du faisceau de rayons X requis pour l'expérimentation.

### 5.2.3 Panneau de connecteurs femelles de l'espace d'expérimentation (C)

Panneau de raccordement électrique pour brancher les appareils dans l'espace expérimentation, par ex. le goniomètre. Les raccordements électriques relient les appareils soit directement à l'appareil à rayons X, soit sont menés au champ de connecteurs femelles externe sur la paroi droite de l'appareil (bouclage). Ceci permet par exemple de piloter, depuis l'extérieur, un appareil photo numérique situé dans l'espace d'expérimentation.

### 5.2.4 Goulotte pour passage de câbles (D)

La goulotte pour passage de câbles se situe dans le coin inférieur droit de la paroi arrière de l'espace expérimentation. Ce canal débouche sur la paroi extérieure droite de l'appareil et permet, par exemple, d'introduire (via des flexibles) depuis l'extérieur et pendant le fonctionnement de l'appareil, un produit de contraste dans l'espace expérimentation.

La forme et la section de la goulotte ont été choisies de manière à exclure la sortie de rayons X.

### 5.2.5 Banc optique (E)

Un banc optique profilé est fixé sur le fond de l'espace d'expérimentation, aligné avec l'axe optique des rayons X. Celui-ci permet de fixer et de positionner avec précision les adaptateurs requis pour la réalisation des expériences.

### 5.2.6 Surveillance de la température

La température de l'air à l'intérieur de l'espace d'expérimentation est surveillée et régulée par un système de ventilation.

### 5.2.7 Éclairage intérieur

Une rangée de DEL permet d'illuminer l'espace d'expérimentation en cas de besoin.

### 5.2.8 Support de fixation du goniomètre

Le goniomètre 09057-10 est fixé mécaniquement (au moyen d'une vis de serrage) et branché électriquement à l'intérieur de l'espace d'expérimentation de l'appareil de base (plug & measure).

## 5.3. Tableau de commande en face avant de l'appareil (2)

Le tableau de commande en face avant de l'appareil est représenté à la figure 5.



Fig. 4 : L'espace d'expérimentation



Fig. 5 : Tableau de commande en face avant de l'appareil

Tableau 1 : Vue d'ensemble des éléments fonctionnels du tableau de commande

| N°   | Désignation / type                    | Fonction   | Couleur émise:<br>Fonction activée  |
|------|---------------------------------------|--|---|
| I    | Triangle d'avertissement « Rayons X » | Affichage d'état « Présence éventuelle de rayons X »   | jaune brillant (2 DEL)  |
| II   | Éclairage / bouton-poussoir           | Mise en / hors circuit de l'éclairage dans l'espace expérimentation  | vert  |
| III  | Haut-parleur / bouton-poussoir        | Signal acoustique des impulsions   | vert  |
| IV   | État porte / bouton-poussoir          | Verrouiller la porte, déverrouiller la porte   | blanc : verrouillage impossible<br>DEL gauche verte : verrouillage possible<br>DEL droite verte : porte verrouillée |
| V    | X-ray / bouton-poussoir               | Pour démarrer la radiation   | blanc : verrouillage impossible<br>DEL gauche verte : activation possible<br>DEL droite verte : activé              |
| VI   | Bouton-poussoir (pas de désignation)  | La fonction correspondant à cette touche dans les menus s'affiche en bas à gauche de l'écran TFT (juste au-dessus) | blanc   |
| VII  | Bouton-poussoir (pas de désignation)  | La fonction correspondant à cette touche dans les menus s'affiche en bas à droite de l'écran TFT (juste au-dessus) | blanc   |
| VIII | Flèche vers le haut (bouton-poussoir) | Pour le réglage des paramètres d'expérimentation, défilement vers le haut dans le menu                             | blanc   |
| IX   | Flèche vers le bas (bouton-poussoir)  | Pour le réglage des paramètres d'expérimentation, défilement vers le bas dans le menu                              | blanc   |
| X    | Entrée / bouton-poussoir              | Pour confirmer la valeur sélectionnée  | blanc   |
| XI   | Ecran TFT                             | Affichage des menus et paramètres permettant la commande manuelle de l'appareil (77 x 50 mm)                       | polychrome  |

#### 5.4. Tiroir à accessoires (3)

Un tiroir à accessoires avec mousse à alvéoles préformées est intégré à la partie inférieure de l'appareil de base ; il permet d'y ranger :

- le tube compteur de Geiger-Müller
- le détecteur d'énergie de rayonnement
- la roue à filtres motorisée
- les échantillons standards
- le diaphragme
- le diaphragme avec filtre

#### 5.5. Tiroir à tube rayons X (4)

Tiroir avec poignée de transport contenant le tube à rayons X pré-ajusté ; prêt pour une utilisation directe une fois inséré dans l'appareil à rayons X de base. Le boîtier du tube est doté d'éléments de sécurité qui empêche l'émission des rayons X si le montage du tiroir n'est pas correct. Une exploitation de l'appareil à rayons X avec un tiroir non homologué n'est pas autorisée.



Fig. 6 : Tiroir pour l'insertion du tube à rayons X dans la paroi gauche de l'appareil

Les tiroirs « prêt à l'emploi » suivants sont disponibles au choix :

- tiroir avec tube à rayons X en Cu n° de commande 09057-50
- tiroir avec tube à rayons X en Mo n° de commande 09057-60
- tiroir avec tube à rayons X en Fe n° de commande 09057-70
- tiroir avec tube à rayons X en W n° de commande 09057-80

Les tiroirs se composent d'un boîtier en tôle d'acier avec tube à rayons X monté et ajusté en usine. Afin d'éviter toute surchauffe lors du service, les tubes sont enfermés dans un cylindre en verre Duran. Celui-ci est doté sur son côté d'une tubulure assurant une ventilation d'air forcée à l'air grâce au par un ventilateur monté dans l'appareil de base.

Deux connecteurs (l'un pour la haute tension et l'autre pour le chauffage de la cathode) assurent le transfert des paramètres de réglage entre le tube et l'appareil de base lorsque le tiroir est en place.

Si le tiroir n'est pas complètement inséré, l'exploitation n'est pas possible.

#### 5.6. Le panneau de connecteurs femelles de l'espace d'expérimentation (5)



Fig. 7 Panneau de connecteurs de l'espace d'expérimentation

Le panneau de connecteurs femelles situé sur la paroi arrière de l'espace d'expérimentation (fig. 7) permet de raccorder divers composants. Les désignations figurant dans l'appareil sont reprises ci-dessous en italique.

De haut en bas

- **X RED** : Raccordement du détecteur d'énergie de rayonnement 09058-30 à l'analyseur multicanaux 13727-99, BNC pour le signal, LEMO pour l'alimentation (connexion directe avec le panneau situé sur le côté extérieur droit de l'appareil).
- **Aux** : Connecteur SUB-D 15 pôles librement configurable pour le raccordement de divers appareils dans l'espace d'expérimentation. (connexion directe avec le panneau situé sur le côté extérieur droit de l'appareil).
- **USB 2.0** : Prise 'A' pour le raccordement d'appareil photo numérique, etc. (connexion directe avec le panneau situé sur le côté extérieur droit de l'appareil).
- **Max 600 V** : 2 douilles 4 mm de sécurité pour p. ex. charger le condensateur (réf. 09057-05) lors des expériences de dosimétrie. (connexion directe avec le panneau situé sur le côté extérieur droit de l'appareil).
- **GM tube** : Connecteur BNC pour le raccordement du tube compteur Geiger-Müller, type B 09005-00
- **Motor** : Connecteur femelle pour le raccordement d'un moteur, par ex. celui de la roue à filtres
- **Goniometer** : Connecteur femelle pour le raccordement du goniomètre 09057-10
- **N<sub>2</sub>** : Pour l'introduction de gaz protecteur ou pour le raccordement d'une pompe à vide (connexion directe avec le panneau situé sur le côté extérieur droit de l'appareil).

## 5.7. Le panneau de connecteurs femelles situé sur le côté extérieur droit de l'appareil (6)

Le panneau de connecteurs extérieurs est le pendant du panneau de connecteurs femelles situé dans l'espace d'expérimentation (fig. 8).



Fig. 8 : Panneau de connecteurs femelles situé sur le côté extérieur droit de l'appareil

Il est possible d'y raccorder les composants suivants. Les désignations figurant sur l'appareil sont reprises ci-dessous en italique.

Ligne inférieure de connecteurs:

- **PC** : prise USB 2.0 type 'B' pour la commande de l'appareil par PC via le logiciel Measure
- **Service** : prise de diagnostic pour la mise à jour et le dépannage de l'appareil avec un PC spécialement prévu à cet effet (utilisation réservée au personnel autorisé)
- **Display** : pour le raccordement de l'adaptateur RF Display Connect (12623-88). Permet la visualisation des valeurs de mesure et des paramètres de l'appareil sur un grand affichage digital (07157-93).
- **USB 2.0** : connecteur USB type 'B' pour le raccordement d'appareil photo numérique, etc. (connexion directe avec le panneau situé dans l'espace d'expérimentation).
- **N<sub>2</sub>** : pour l'introduction de gaz protecteur ou pour le raccordement d'une pompe à vide (connexion directe avec le panneau situé dans l'espace d'expérimentation).

Ligne supérieure de connecteurs:

- **X RED** : pour relier le détecteur d'énergie de rayonnement 09058-30 à l'analyseur multicanaux 13727-99, BNC pour le signal, LEMO pour l'alimentation (connexion directe avec le panneau situé dans l'espace d'expérimentation).
- **Aux** : Connecteur SUB-D 15 pôles librement configurable pour le raccordement de divers appareils situés dans l'espace d'expérimentation. (connexion directe avec le panneau situé dans l'espace d'expérimentation).
- **Max 600 V** : 2 douilles 4 mm de sécurité pour p. ex. charger le condensateur (réf. 09057-05) lors des expériences de dosimétrie (connexion directe avec le panneau situé dans l'espace d'expérimentation).

## 6 UTILISATION DE L'APPAREIL

Le présent chapitre est consacré à la mise en service de l'appareil et fournit une vue d'ensemble de son utilisation. Veuillez entièrement lire ce chapitre afin d'éviter tout problème ou mauvaise manipulation.

### 6.1. Informations relatives au transport :

- Le tiroir à accessoires ne doit pas être sous tension lors du transport et l'appareil doit reposer exclusivement sur ses pieds. Si nécessaire, décrochez le tiroir.
- L'appareil ne doit pas être transporté à l'état verrouillé. Avant le transport, déverrouillez-le (touche IV, uniquement possible à l'état activé). La porte devrait cependant être enclenchée dans sa position S-LOCK fermée, sans être verrouillée.

## 6.2. Mise en service

Raccordez l'appareil au secteur en utilisant le câble d'alimentation fourni; la prise se trouve au dos de l'appareil (cf. fig. 9).



Fig. 9 : Dos de l'appareil avec prise pour le raccordement du câble d'alimentation secteur et interrupteur Marche/Arrêt

### 6.3. Démarrage de l'appareil

L'interrupteur Marche/Arrêt se trouve au dos de l'appareil (cf. fig. 9 (7)). Activez l'appareil avec cet interrupteur. Après avoir démarré l'appareil, celui-ci exécute un autotest (contrôle de sécurité du système). A cet effet, l'opérateur doit ouvrir une fois complètement la porte coulissante puis la refermer. L'état actuel de l'appareil ainsi déterminé peut-être identifié grâce aux couleurs des touches IV et V du panneau de contrôle (voir tableau 2 du présent manuel).

Pour ouvrir la porte coulissante, coulissez-la tout d'abord vers la droite jusqu'à butée. Le système S-LOCK permet alors l'ouverture complète de la porte.

Lors du démarrage, si la porte avait été verrouillée lors de la dernière extinction de l'appareil, elle se déverrouille automatiquement. L'opérateur doit alors ouvrir et refermer une fois complètement la porte coulissante (contrôle des circuits de sécurité) avant de pouvoir la reverrouiller et activer les rayons X.

Si le tiroir avec le tube à rayons X est correctement en place et si la porte est fermée, la DEL gauche du bouton IV est allumée en vert. Toutes les autres DEL sont allumées en blanc.

L'appareil est alors prêt au service.

En cas d'affichage différent, une erreur s'est produite ; adressez-vous au service après-vente PHYWE.

#### Attention :

- La porte peut être verrouillée uniquement lorsque le tiroir est correctement introduit dans l'appareil.
- Si l'appareil est éteind à l'état verrouillé, la porte pourra de nouveau être ouverte après le redémarrage.



Lors de la première mise en service, les tubes à rayons X ne devraient pas être exploités tout de suite à régime maximal. A titre de préchauffage, nous recommandons de les laisser fonctionner pendant environ 10 minutes à courant de radiation maximal mais avec une tension d'accélération ne dépassant pas 25 kV. Cette procédure doit également être répétée si le tube n'a pas été utilisé pendant plusieurs semaines.

De part sa conception, l'appareil peut adopter 4 états de fonctionnement différents ; ceux-ci sont repris au tableau 2.



Fig. 11 : Affichage de l'écran de commande en face avant de l'appareil lorsque les rayons X (la haute tension) sont activés - le symbole Y s'affiche

Tableau 2 : Vue d'ensemble des 4 états de fonctionnement possible

|   | Etat radiation X      | Description  | Touche IV        | Touche V         | Symbol I (voir Fig. 5) | Symbol Y (voir Fig. 11) |
|---|-----------------------|--|------------------|------------------|------------------------|-------------------------|
| 1 | activation impossible | la vitre n'est ni fermée ni verrouillée.               | DEL blanche      | DEL blanche      | éteint                 | éteint                  |
| 2 | activation impossible | la vitre est fermée mais pas verrouillée.              | DEL gauche verte | DEL blanche      | éteint                 | éteint                  |
| 3 | activation possible   | la vitre est fermée et verrouillée, sécurité garantie. | DEL droite verte | DEL gauche verte | activé                 | éteint                  |
| 4 | active                | la radiation est activée et la sécurité est garantie.  | DEL droite verte | DEL droite verte | activé                 | activé                  |

En fonction de son état, l'appareil peut être entièrement piloté à l'aide des touches et de l'écran graphique du panneau de commande.



Fig. 10 : Affichage de l'écran de commande en face avant de l'appareil lorsque les rayons X (la haute tension) ne sont pas activés.

La navigation dans les menus et la commande de l'appareil s'effectuent par l'intermédiaire des touches VI à X (fig. 5) du clavier de commande.

Dès que les rayons X sont activés, le symbole (Y) s'affiche sur l'écran (voir fig. 11).

#### 6.4. Arborescence des menus

Le menu principal de l'appareil comporte 6 rubriques :

1. Paramètres des rayons X
2. Goniomètre
3. Horloge
4. Réglages
5. Info
6. Grand affichage digital

Les touches VI à X du clavier de commande permettent de naviguer dans l'arborescence, de modifier les paramètres et de quitter le menu.

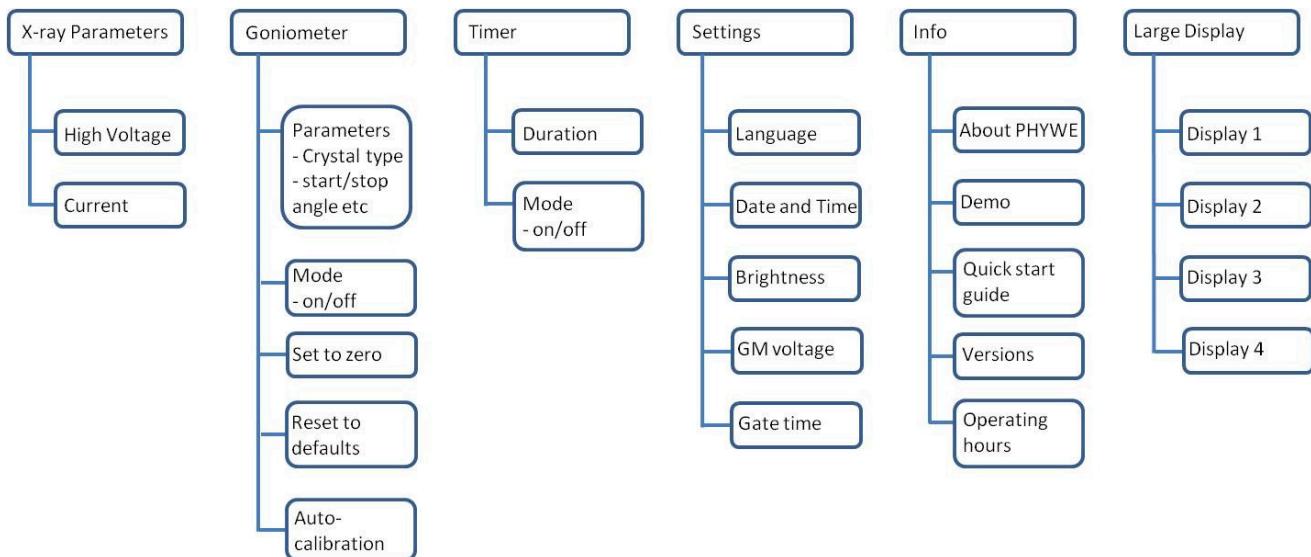


Fig. 12 : Arborescence des menus de l'appareil – vue d'ensemble

#### 6.4.1 Paramètres des rayons X

Ce menu permet de régler la haute tension et le courant d'émission du tube. En sélectionnant la rubrique haute tension ou courant d'émission à l'aide des touches VIII, IX et X, il est possible de régler la haute tension entre 0,0 kV et 35,0 kV et le courant d'émission entre 0,00 mA et 1,00 mA.

#### 6.4.2 Goniomètre

Commande et paramétrage du goniomètre (09057-10). La commande du goniomètre est expliquée en détail dans le manuel du 09057-10.

#### 6.4.3 Horloge

Permet d'introduire une temporisation avant le démarrage/l'arrêt des expérimentations (radiation marche / arrêt).

#### 6.4.4 Réglages

Permet de régler les paramètres de base tels que langue, date, etc.

#### 6.4.5 Infos

Menu fournissant des informations sur l'appareil.

#### 6.4.6 Grand affichage digital

Lorsqu'un grand affichage digital est relié à l'appareil à rayons X grâce au système « Display Connect » (09115-88), ce menu permet de configurer l'affichage des paramètres sur ce grand affichage digital.

#### 6.5. Commande depuis le PC via le logiciel Measure

Au lieu de commander l'appareil en mode manuel avec le tableau de commande, il est possible de le piloter et de visualiser les mesures via un PC avec Measure (14414-61).

### 7 LISTE DE CONTROLE

Au moins 2 fois par an, l'opérateur devrait vérifier l'appareil conformément à cette liste.

1. Vérifier que l'appareil ne présente aucun dommage extérieur.
2. Vérifier que toutes les vitres de protection sont intactes.
3. Démarrez l'appareil conformément aux chapitres 6.1

#### 6.2 du présent manuel.

Contrôlez le bon fonctionnement des différents éléments et témoins lumineux, par ex. :

- les DEL sur les boutons sont-elles fonctionnelles ?
- Le triangle d'avertissement ('! fig. 3) est-il allumé lorsque l'état de fonctionnement 3 (tableau 2) est atteint ?
- 4. Contrôlez en détail que tous les états de fonctionnement sont bien conformes au tableau 2 du présent manuel :
  - Dans les états 1 et 2, les rayons X ne doivent pas pouvoir être activés.
  - Dans l'état 3, les rayons X ne doivent pas être activés et la porte doit être verrouillée.
  - Les rayons X ne doivent être actifs que dans l'état 4. Le symbole Y (fig. 11) est-il affiché ?
  - Lorsque vous activez les rayons X avec les paramètres suivants : courant d'émission 1 mA, tension d'anode 35 kV, le tube à rayons X devrait briller intensément.

L'appareil n'est bon pour le service que si tous les contrôles mentionnés ci-dessus ont été correctement effectués et si tous les résultats sont positifs.

Si ne fusse qu'un seul des tests mentionnés ci-dessus échoue, l'appareil ne doit pas être utilisé et le service après-vente Phywe doit être contacté (Service@PHYWE.com).

### 8 CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES (TYP. 25°C)

- Plage de température d'utilisation : 5°C ... 40°C,
- Humidité relative de l'air < 70%
- Appareil de base contrôlé par microprocesseur avec surveillance de sécurité centrale. Equipé de 2 circuits indépendants l'un de l'autre pour le contrôle de la position de porte et de 2 circuits de surveillance indépendants l'un de l'autre pour le verrouillage de la porte.
- Utilisation possible avec 4 tubes à rayons X différents (Fe, Cu, Mo, W), visibles en fonctionnement
- Vitres en acrylique plombifère pour le blindage du rayonne-

- ment – incassable selon DIN EN 61010
- Écran couleur incorporé pour l'affichage des mesures et des paramètres de l'appareil
- Interface « Display Connect » pour le raccordement d'un grand affichage digital
- Espace d'expérimentation accessible en service via la goulotte pour passage de câble
- Rangée de DEL pour l'éclairage intérieur
- Panneaux de connecteurs femelles interne et externe pour faciliter le câblage
- Haut-parleur pour la signalisation acoustique de la mesure avec tube compteur de Geiger-Müller
- Pression admissible sur connecteur  $N_2$  : max 5 bars
- Tiroir verrouillable pour le rangement d'accessoires
- Haute tension 0,0...35,0 kV
- Courant d'émission 0,0..1,0 mA
- Tension du tube compteur : 100 – 600 V
- Durée de comptage : 0,5...100 s
- Temps d'exposition : 0...100 minutes
- Avec goniomètre supplémentaire : (non compris dans la livraison de l'ensemble de base)
  - Pas de progression angulaire : 0,1...10°
  - Temps d'exposition par pas : 0,5...100,0 s/pas
  - Plage de rotation des échantillons : 0...360°
  - Plage de rotation du tube compteur : -10°...+170°
  - Commande par PC via la prise USB
- Boîtier (mm) : 682(l) x 620(h) x 450(p)
- Espace d'expérimentation (mm) : 440(l) x 345(h) x 354(p)
- Raccordement secteur: 110/240 V~, 50/60 Hz
- Puissance consommée : 200 VA
- Masse : 63,2 kg ; avec tube : 68,2 kg
- Commande par PC via USB 2.0

## 9 ÉTENDUE DE LIVRAISON

- 09057-99 Appareil à rayons X « XR 4.0 expert unit », 35 kV
- Câble secteur
- Câble USB
- Logiciel Measure X-ray (14414-61).

## 10 ACCESSOIRES

L'appareil à rayons X est livrable dans différentes configurations et avec une vaste gamme d'accessoires :

- 09057-80 XR 4.0 X-ray - tiroir avec tube en tungstène
- 09057-50 XR 4.0 X-ray - tiroir avec tube en cuivre
- 09057-60 XR 4.0 X-ray - tiroir avec tube en molybdène
- 09057-70 XR 4.0 X-ray - tiroir avec tube en fer
- 09057-10 XR 4.0 X-ray - goniomètre
- 09057-26 XR 4.0 X-ray - écran luminescent
- 14414-61 XR 4.0 logiciel Measure X-ray
- 09057-18 XR 4.0 X-ray - banc optique
- 01200-02 Manuel TESS expert Physics X-ray Experiments (XT) en ANGLAIS
- 09057-49 XR 4.0 X-ray - lunettes de protection
- 09056-05 XR 4.0 X-ray - monocristal de fluorure de lithium avec support (LiF)
- 09056-05 XR 4.0 X-ray - monocristal de bromure de potassium avec support (KBr)
- 09057-01 XR 4.0 X-ray – diaphragme, d = 1 mm

- 09057-02 XR 4.0 X-ray – diaphragme, d = 2 mm
- 09057-03 XR 4.0 X-ray – diaphragme, d = 5 mm
- XR 4.0 X-ray - diaphragme avec feuille Ni 09056-03
- XR 4.0 X-ray - diaphragme avec feuille Zr 09058-03
- 09057-04 XR 4.0 X-ray – accessoires pour effet Compton
- 09056-02 XR 4.0 X-ray – lot de films d'absorption pour appareil à rayons X
- 09057-19 XR 4.0 - Display-Connect, kit émetteur-récepteur
- 09058-01 XR 4.0 X-ray - monocristaux NaCl, lot de 3
- 09056-04 XR 4.0 X-ray – ensemble de produits chimiques pour absorption d'arêtes, 1 lot
- 09058-30 XR 4.0 X-ray - détecteur d'énergie de rayonnement (XRED)
- 09056-02 XR 4.0 X-ray - porte-cristal universel pour appareil à rayons X
- 09058-09 XR 4.0 X-ray - porte-échantillon pour échantillons pulvérulents
- 09058-11 XR 4.0 X-ray - porte-cristal pour réalisation des figures de Laue
- 13727-99 - analyseur multicanaux, version étendue,
- 09058-32 XR 4.0 XRED - câble de connexion pour détecteur d'énergie de rayonnement, l=50 cm

## Ensembles et extensions

- XRE 4.0 X-ray expert set - appareil à rayons X, kit de base 09110-88
- XRW 4.0 X-ray - kit d'extension « wireless demonstration », 09115-88
- XRP 4.0 X-ray - kit d'extension physique de l'état solide, 09120-88
- XRP 4.0 X-ray - kit d'extension caractérisation, 09120-88
- XRP 4.0 X-ray - kit d'extension analyse de la structure, 09120-88
- XRI 4.0 X-ray - kit d'extension radiographie 09150-88
- XRP 4.0 X-ray - kit d'extension analyse de matériau 09160-88
- XRD 4.0 X-ray - kit d'extension dosimétrie, dommages dus aux rayons X, 09170-88
- XRCT 4.0 X-ray - kit d'extension tomographie par ordinateur, 09180-88



Fig. 13 : Module XR 4.0 Display-Connect.

Dans cette application, l'adaptateur TX du Display Connect doit être branché sur le panneau de connecteurs extérieurs (prise Display Connect) et l'adaptateur RX doit être raccordé au grand affichage digital. Pour sélectionner les valeurs à afficher, utilisez le menu du panneau de commande.

## 11 INFORMATIONS RELATIVES A LA GARANTIE

Pour une utilisation au sein de la CE, nous octroyons une

garantie de 24 mois après la date d'expédition ; pour une utilisation en-dehors de la CE, une garantie de 12 mois.

#### **In case of damage of the Security Seal Tape complete loss of warranty**

La garantie n'est pas valable dans les cas suivants : dommages dus au non-respect des instructions de service, en cas d'utilisation non conforme ou en cas d'usure naturelle.

Le constructeur ne peut être tenu responsable des fonctions et de la sécurité de l'appareil que s'il a effectué lui-même tout les travaux de maintenance, d'entretien, de réparation et de transformation ou si ces travaux ont été confiés à des services autorisés par le constructeur.

## **12 RECYCLAGE/ELIMINATION**

L'emballage est principalement fabriqué à partir de matériaux bien tolérés par l'environnement ; ceux-ci doivent être remis aux centres de recyclage locaux autorisés.

Le produit ne doit pas être jeté avec les déchets normaux (ordures ménagères).

Si l'appareil ne vous est plus utile, renvoyez-le svp à l'adresse suivante pour



assurer une élimination correcte :

PHYWE Systeme GmbH & Co. KG  
Abteilung Kundendienst  
Robert-Bosch-Breite 10  
D-37079 Göttingen  
Téléphone +49 (0) 551 604-274  
Fax +49 (0) 551 604-246

## **13 ANNEXE**

Symboles et marquages de sécurité



Attention, endroit dangereux en général

Attention - substances radioactives ou rayons ionisants

Attention - tension électrique dangereuse