

---

---

**Dispositifs de manipulation à distance  
pour matériaux radioactifs —**

**Partie 2:  
Télémanipulateurs maître-esclave  
mécaniques**

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
*Remote-handling devices for radioactive materials —  
Part 2: Mechanical master-slave manipulators*  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 17874-2:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/83f0a4fc-6ac4-45e4-8bef-20eab853a84c/iso-17874-2-2004>



**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 17874-2:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/83f0a4fc-6ac4-45e4-8bef-20eab853a84c/iso-17874-2-2004>

© ISO 2004

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax. + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

# Sommaire

Page

Avant-propos .....	iv
Introduction .....	v
1     Domaine d'application .....	1
2     Références normatives.....	1
3     Termes et définitions .....	1
4     Architecture générale et classification .....	4
4.1   Architecture générale .....	4
4.2   Classification .....	4
4.3   Cinématique.....	7
5     Considérations générales pour le choix d'un télémanipulateur .....	9
5.1   Critères généraux.....	9
5.2   Critères particuliers .....	10
5.3   Montage des télémanipulateurs maître-esclave .....	12
5.4   Étanchéité et protection contre la contamination .....	13
6     Différentes méthodes de montage du télémanipulateur et exigences associées .....	15
6.1   Tube de connexion non étanche, avec une manche.....	15
6.2   Tube de connexion non étanche, sans manche.....	22
6.3   Tube de connexion étanche.....	22
6.4   Conception de l'extrémité inférieure des manches.....	24
6.5   Cas particulier de la double manche .....	25
6.6   Remplacement des manches de télémanipulateur .....	27
6.7   Fixation des manches d'étanchéité de télémanipulateurs .....	30
7     Accessoires .....	30
7.1   Tubes de connexion blindés.....	30
7.2   Équilibrage.....	30
7.3   Terminaux .....	31
7.4   Alimentation électrique .....	32
7.5   Divers .....	32
Annexe A (normative) Méthodes de mesurage des forces et couples à vide, des flexions et des jeux .....	34
Annexe B (informative) Stations de déconnexion usuelles .....	46
Bibliographie .....	49

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 17874-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 85, *Energie nucléaire*, sous-comité SC 2, *Radioprotection*.

L'ISO 17874 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Dispositifs de manipulation à distance pour matériaux radioactifs*:

- *Partie 1: Exigences générales*
- *Partie 2: Télémanipulateurs maître-esclave mécaniques*
- *Partie 3: Télémanipulateurs maître-esclave électriques*
- *Partie 4: Télémanipulateurs télécommandés*
- *Partie 5: Pinces pour manipulation à distance*

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
(standards.iteh.ai)  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/83f0a4fc-6ac4-45e4-8bef-20eab853a84c/iso-17874-2-2004>

## Introduction

La présente partie de l'ISO 17874 concerne les télémanipulateurs maître-esclave mécaniques utilisés pour des applications nucléaires.

Ces dispositifs remplacent les mains et les bras des opérateurs dans des zones inaccessibles au personnel (en grande partie derrière des parois blindées).

Les télémanipulateurs maître-esclave mécaniques furent développés à l'origine pour les cellules chaudes, qui furent conçues dans un but de recherche et de développement pour les éléments combustibles des réacteurs nucléaires de puissance. Ils sont maintenant aussi utilisés en d'autres installations nucléaires, telles que des usines de fabrication ou de retraitement d'éléments combustibles, des stations de traitement des déchets et de déclasserement d'installations nucléaires.

La présente partie de l'ISO 17874 a vocation d'aider aux concepteurs d'installations nucléaires ainsi qu'aux fabricants, utilisateurs et organismes habilités à délivrer des licences.

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 17874-2:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/83f0a4fc-6ac4-45e4-8bef-20eab853a84c/iso-17874-2-2004>

## **iTeh STANDARD PREVIEW** **(standards.iteh.ai)**

ISO 17874-2:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/83f0a4fc-6ac4-45e4-8bef-20eab853a84c/iso-17874-2-2004>

# Dispositifs de manipulation à distance pour matériaux radioactifs —

## Partie 2: Télémanipulateurs maître-esclave mécaniques

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 17874 spécifie les critères de sélection, de montage et d'utilisation d'un télémanipulateur maître-esclave mécanique, pour la manipulation à distance de matériaux radioactifs dans une installation nucléaire.

La présente partie de l'ISO 17874 ne traite que des aspects techniques relatifs au télémanipulateur et à ses interfaces avec l'installation nucléaire dans laquelle son montage est prévu.

En particulier, les appareils du procédé et les caractéristiques du télémanipulateur doivent être étudiés en parallèle dans l'intention d'optimiser toutes les fonctionnalités du télémanipulateur.

Cependant, la présente partie de l'ISO 17874 ne couvre pas les critères fondamentaux de conception de l'installation nucléaire (par exemple le procédé mis en œuvre, la maintenance du procédé, les moyens d'intervention destinés à d'autres applications). 17874-2:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/83f0a4fc-6ac4-45e4-8bef-20eab853a84c/iso-17874-2-2004>

### 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 11933-1:1997, *Composants pour enceintes de confinement — Partie 1: Ronds de gant et de sac, obturateurs de ronds de gant et de sac, bagues d'enceintes et éléments interchangeables à distance*

ISO 11933-2:1997, *Composants pour enceintes de confinement — Partie 2: Gants, sacs à souder, manches de protection pour pinces à distance et télémanipulateurs*

ISO 10648-2:1994, *Enceintes de confinement — Partie 2: Classification selon leur étanchéité et méthodes de contrôle associées*

ISO 17874-1:2004, *Dispositifs de manipulation à distance pour matériaux radioactifs — Partie 1: Exigences générales*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

#### 3.1

##### **télémanipulateur maître-esclave mécanique**

manipulateur installé dans un mur blindé ou de confinement et reproduisant les effets des mouvements de la main et du bras de l'opérateur au moyen d'éléments de transmission mécaniques

### 3.2

#### **bras**

définit un système reproduisant les fonctions d'un bras humain, respectant la plupart du temps la même répartition et les articulations correspondantes

NOTE 1 Les articulations correspondantes sont l'épaule, le bras, le coude, l'avant-bras, le poignet (aussi appelé genouillère), etc.

NOTE 2 Les mouvements assurés par un bras maître d'un télémanipulateur et son bras esclave associé sont généralement parallèles.

### 3.3

#### **bras maître**

bras situé à l'extérieur d'une cellule chaude et équipé d'une poignée sur laquelle agit l'opérateur

### 3.4

#### **bras esclave**

bras situé à l'intérieur d'une cellule chaude et équipé d'une pince pour saisir la pièce à manipuler

### 3.5

#### **axe**

directions d'un système de coordonnées cartésiennes définies depuis la position de l'opérateur, considéré comme l'origine du système

NOTE Les axes suivants sont pris en compte: axe X, de la droite vers la gauche le long de la paroi blindée; axe Y, en avant vers la cellule blindée; axe Z, montée vers le plafond de la cellule blindée.

### 3.6

#### **équilibrage**

caractéristique permettant au télémanipulateur, soumis à des efforts négligeables par l'opérateur, de rester en position stable dans tout l'espace de travail grâce à des moyens mécaniques (par exemple contrepoids)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/83f0a4fc-6ac4-45e4-8bef-20eab853a84c/iso-17874-2-2004>

### 3.7

#### **tube de connexion**

composant monté à l'intérieur du fourreau et permettant la transmission des mouvements du bras maître au bras esclave par rotation et par des éléments mécaniques internes

NOTE Le tube de connexion est extractible depuis la face avant des cellules blindées.

### 3.8

#### **déconnexion**

opération mécanique permettant la séparation de deux éléments assemblés, tels que la déconnexion d'un bras esclave ou d'un bras maître du tube de connexion

### 3.9

#### **extension (mouvement Z)**

extension mécanique, motorisée, du bras esclave par l'intermédiaire d'un double télescope, servant à ajuster la longueur du bras donc à augmenter la portée à travers l'espace de travail

### 3.10

#### **manche d'un télémanipulateur**

manchette flexible, spécialement conçue pour assurer la protection contre la contamination des parties mécaniques des bras esclave, d'un télémanipulateur ou pour assurer la continuité de l'étanchéité d'une cellule chaude

NOTE Ce composant est aussi appelé «booting» (USA).



**3.11****poignée**

composant fixé à l'extrémité du bras maître et saisi par l'opérateur pour permettre la réalisation des mouvements du télémanipulateur

**3.12****indexage (mouvement  $X$  et  $Y$ )**

décalage mécanique ou électrique, réglable, entre la position du bras esclave et la position correspondante du bras maître, permettant d'augmenter l'espace de travail et de minimiser la fatigue de l'opérateur

**3.13****doigts (de pinces)**

éléments fixés à l'extrémité des pinces pour faciliter la préhension d'un objet

NOTE Les doigts peuvent être déconnectables.

**3.14****articulation**

assemblage de plusieurs pièces autorisant un ou plusieurs mouvements de rotation

**3.15****espace de travail**

espace dans lequel le fonctionnement d'une pince est possible, compte tenu de toutes les positions dans lesquelles les différents éléments constitutifs du bras esclave peuvent se déplacer

**3.16****retrait frontal**

opération consistant à extraire une partie ou la totalité d'un télémanipulateur depuis la zone avant d'une cellule chaude

**3.17****mouvement d'orientation**

rotation autour de certains axes du télémanipulateur

NOTE 1 Conformément aux axes considérés, on distingue les trois mouvements suivants: élévation de pince ( $\alpha$ ), rotation de pince ( $\beta$ ) et pivotement ou mouvement azimut de pince ( $\gamma$ ).

NOTE 2 Pour les télémanipulateurs articulés, les mouvements d'orientation peuvent être réalisés autour des axes de l'avant-bras ou du bras.

**3.18****pince**

dispositif de préhension fixé sur le bras esclave d'un télémanipulateur et comprenant un élément actuateur et des doigts

**3.19****fourreau**

élément cylindrique monté dans la paroi d'une cellule chaude et permettant le passage des liaisons mécaniques entre les différentes parties du télémanipulateur depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cellule chaude

NOTE Le fourreau reçoit le tube de connexion.

**3.20****mouvement de positionnement**

mouvement effectuant un déplacement de la pince (ou du système de préhension terminal)

NOTE Conformément aux axes considérés, on distingue trois mouvements différents:  $X$ ,  $Y$  et  $Z$ .

## 4 Architecture générale et classification

### 4.1 Architecture générale

Un télémanipulateur maître-esclave mécanique est un équipement fixe monté sur une paroi blindée. Il comprend trois principaux ensembles, un bras maître, un bras esclave et un tube de connexion équipé des éléments mécaniques assurant la liaison entre le bras maître et le bras esclave.

En général la traversée est placée horizontalement à travers la paroi blindée. Elle doit être construite de telle manière que les mouvements, les forces et couples exercés par la main de l'opérateur sur la poignée du bras maître soient transmis au bras esclave et à la pince.

Le télémanipulateur doit assurer le retour d'effort du bras esclave vers le bras maître. Les éléments de transmission doivent être réversibles en mouvement et en force et couples, dans toutes les positions.

Suivant la destination finale (montage sur des cellules chaudes  $\beta\gamma$  ou  $\alpha\text{-}\beta\gamma$ ), le tube de connexion peut être non étanche ou étanche. De plus, le bras esclave peut être équipé d'une manche, le but étant de réaliser la protection ou l'étanchéité du bras esclave du télémanipulateur. Les doigts des pinces ou les pinces complètes peuvent être remplacés à distance.

Le bras maître et le bras esclave sont agencés de manière à avoir des cinématiques identiques. Des composants supplémentaires sont prévus sur le bras maître, en particulier des contrepoids d'équilibrage des bras du télémanipulateur maître-esclave et, lorsque nécessaire, des dispositifs de contrôle pour les mouvements électriques ou pour les décalages entre le bras esclave et le bras maître (exemple: indexage).

### 4.2 Classification

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

#### 4.2.1 Introduction

Tels que définis dans l'ISO 17874-1 les télémanipulateurs maître-esclave mécaniques sont classés en deux catégories (voir Figure 1): <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/83f0a4fc-6ac4-45e4-8bef-20eab853a84c/iso-17874-2-2004>

- télémanipulateurs maître-esclave mécaniques à bras télescopiques;
- télémanipulateurs maître-esclave mécaniques à bras articulés.

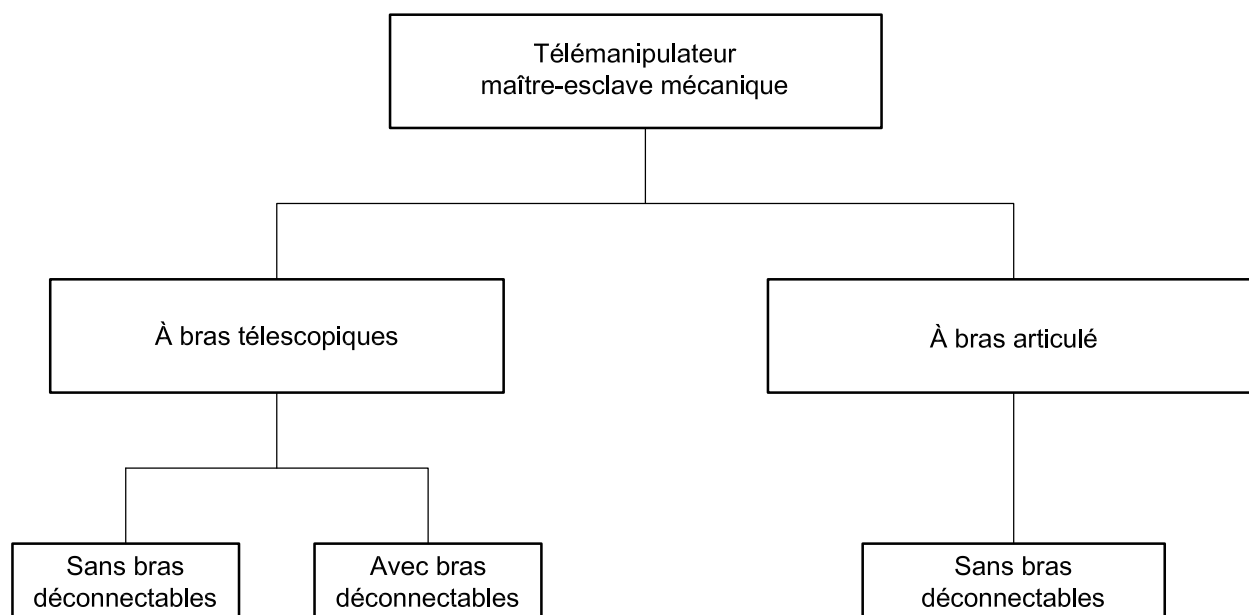


Figure 1 — Classification des télémanipulateurs maître-esclave mécaniques

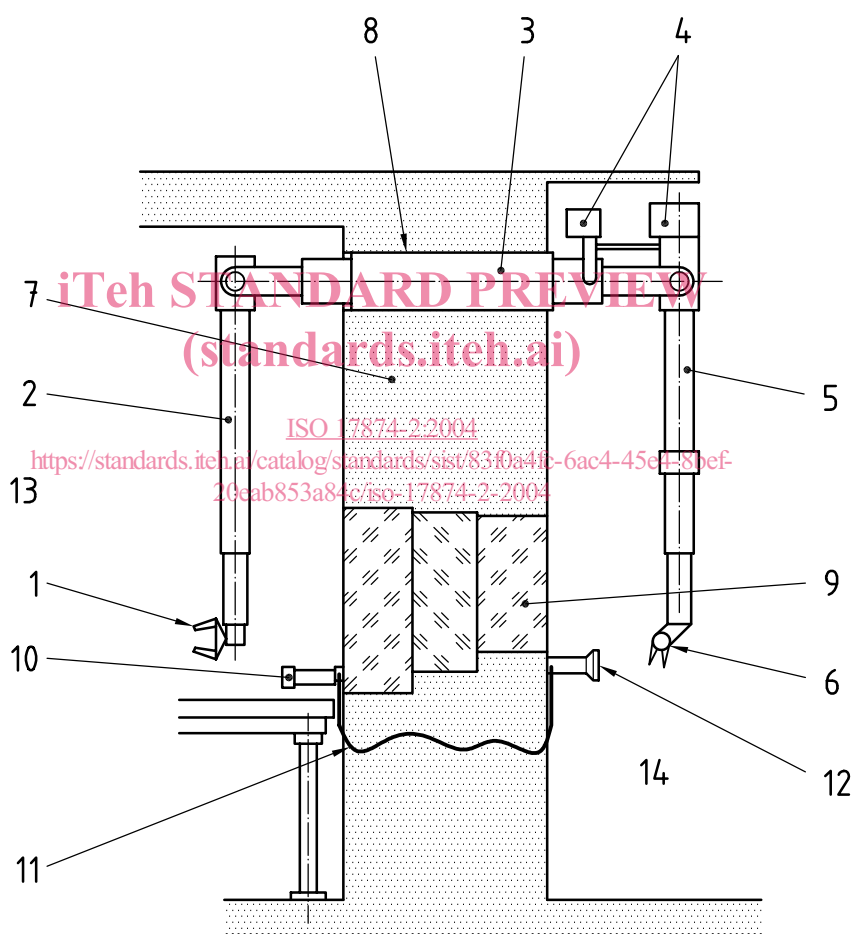
#### 4.2.2 Télémanipulateurs maître-esclave mécaniques à bras télescopiques

Selon le modèle, ces types de télémanipulateurs maître-esclave (voir Figure 2) permettent la transmission d'efforts de l'ordre des efforts maximaux pouvant être réalisés par un opérateur qui effectuerait une activité manuelle sans assistance. Ils conviennent pour des tâches complexes et sont habituellement installés par paires au poste de travail.

Les télémanipulateurs à bras télescopiques sont conçus pour des cellules chaudes de toutes les tailles avec des parois blindées construites principalement en béton, voire en plomb. Ils constituent le principal appareil de travail dans de telles cellules qui sont généralement de grandes dimensions.

Une version est disponible avec des bras courts, si des efforts plus importants que ceux possibles avec des télémanipulateurs maître-esclave mécaniques avec bras articulés doivent être exécutés.

Il existe aussi des télémanipulateurs compacts avec un double télescope dans le bras esclave, disponible pour les cellules chaudes de hauteur limitée.



#### Légende

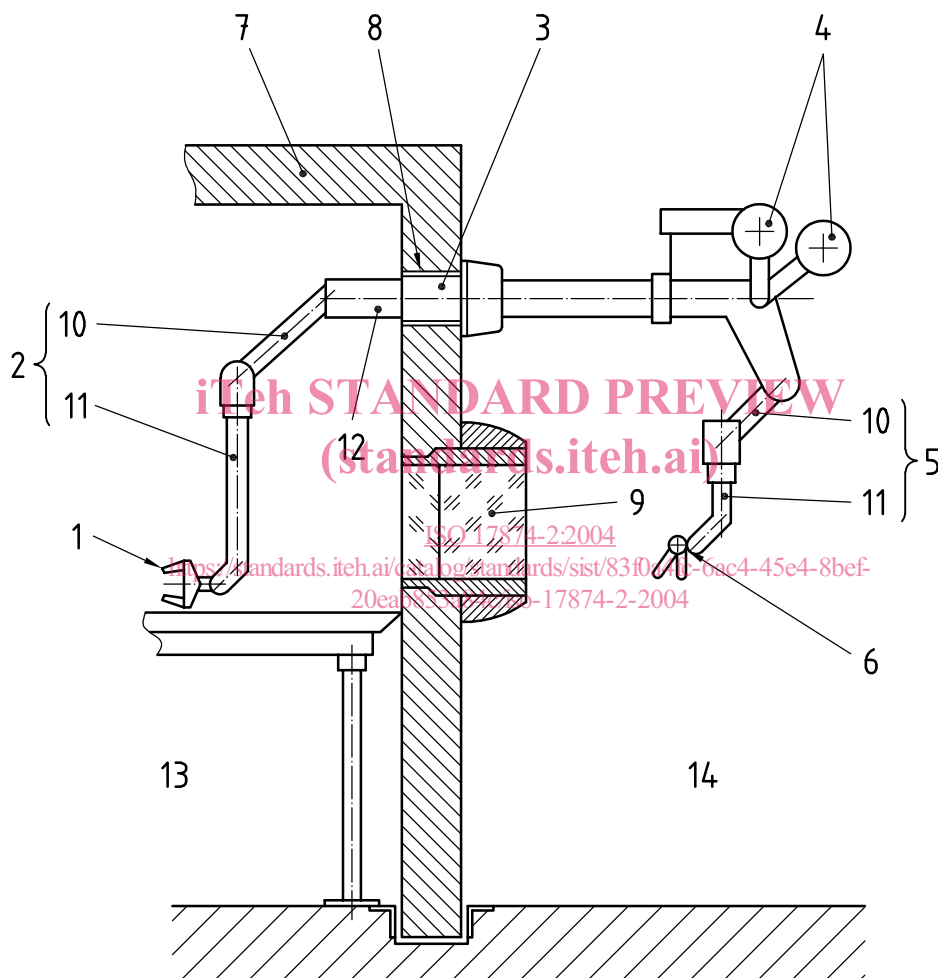
- |                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1 pince avec doigts parallèles | 8 fourreau                     |
| 2 bras esclave                 | 9 fenêtre blindée              |
| 3 tube de connexion            | 10 microphone                  |
| 4 contre-poids                 | 11 câble de transmission audio |
| 5 bras maître                  | 12 haut-parleur                |
| 6 poignée                      | 13 cellule chaude              |
| 7 paroi blindée                | 14 zone avant                  |

**Figure 2 — Télémanipulateur maître-esclave mécanique à bras télescopiques**

#### 4.2.3 Télémanipulateurs maître-esclave mécaniques à bras articulés

Ce type de télémanipulateurs maître-esclave mécaniques (voir Figure 3) autorise la transmission des forces jusqu'à un niveau intermédiaire, telles que celles qu'un opérateur pourrait facilement répéter au cours d'une activité manuelle non assistée. Ils conviennent pour des tâches complexes et sont habituellement installés par paires au poste de travail. Ils sont conçus pour des cellules chaudes de toutes les tailles avec des parois blindées construites principalement en plomb, voire en acier.

Ils sont souvent aussi utilisés en enceinte confinée avec des parois blindées épaisses en béton. Ils sont de petites dimensions et en conséquence permettent l'accès à un espace de travail relativement réduit. Ils remplacent les pinces à distance si un plus grand espace de travail est disponible ou/et une meilleure dextérité est nécessaire.



#### Légende

- |                                |                   |
|--------------------------------|-------------------|
| 1 pince avec doigts parallèles | 8 fourreau        |
| 2 bras esclave                 | 9 fenêtre blindée |
| 3 tube de connexion            | 10 bras supérieur |
| 4 contre-poids                 | 11 avant-bras     |
| 5 bras maître                  | 12 porte-à-faux   |
| 6 poignée                      | 13 cellule chaude |
| 7 paroi blindée                | 14 zone avant     |

Figure 3 — Télémanipulateur maître-esclave mécanique à bras articulés

## 4.3 Cinématique

### 4.3.1 Généralités

Le télémanipulateur doit avoir sept mouvements, trois de positionnement (voir Figure 4), trois d'orientation (voir Figure 5) et un de serrage par pince, conformément aux définitions données dans l'ISO 17874-1.

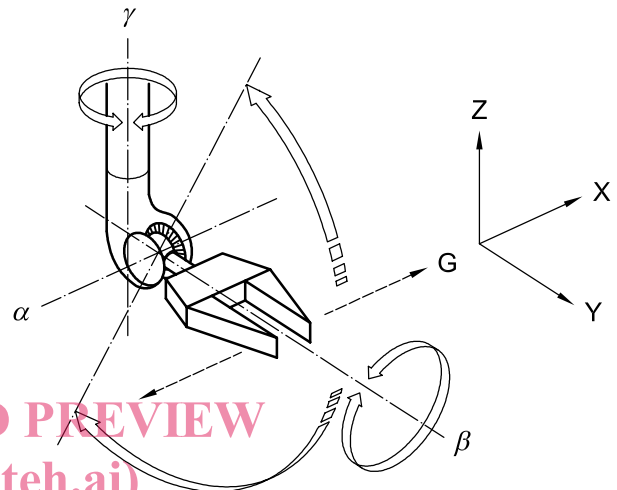
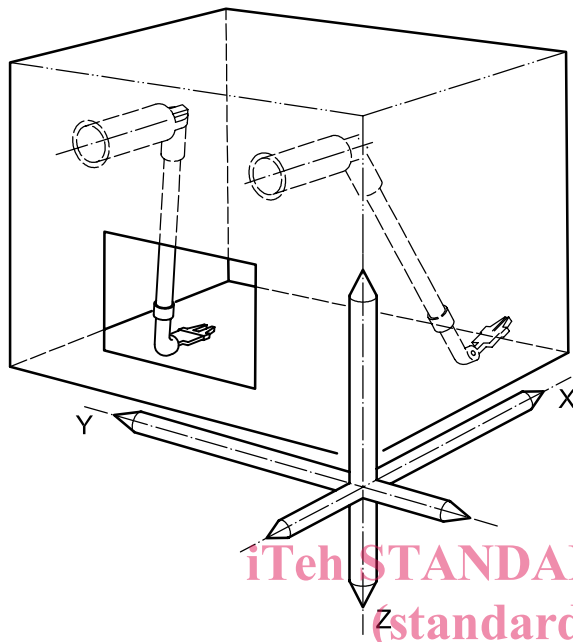
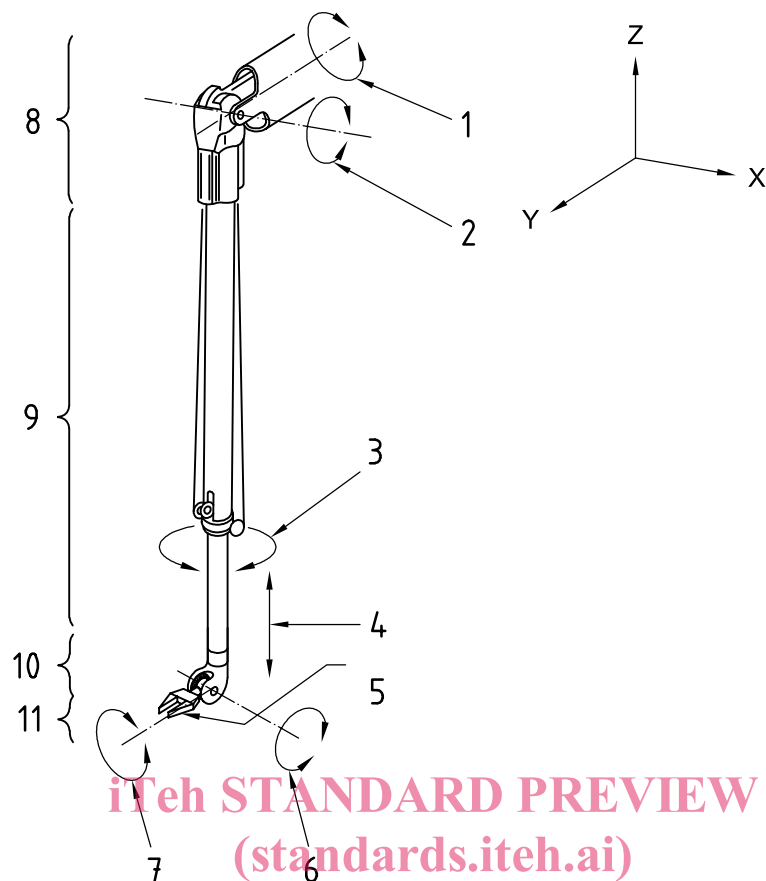


Figure 4 — Mouvements de positionnement

Figure 5 — Mouvements d'orientation et de serrage

### 4.3.2 Télémanipulateurs à bras télescopiques

Pour les télémanipulateurs à bras télescopiques, pour lesquels le mouvement suivant l'axe Z est obtenu par translation des tubes (voir la Figure 6).



#### Légende

- |   |   |
|---|---|
| 1 mouvement droite-gauche (autour de l'axe Y)                           | 7 rotation pince (autour de l'axe Y)          |
| 2 mouvement avant-arrière (autour de l'axe X)                           | (mouvement de rotation)                       |
| 3 rotation du bras (autour de l'axe Z) (pivotement ou mouvement azimut) | 8 épaule                                      |
| 4 mouvement haut-bas (le long de l'axe Z)                               | 9 bras télescopique                           |
| 5 serrage pince   | 10 genouillère                                |
| 6 rotation genouillère (autour de l'axe Y) (mouvement d'élévation)      | 11 poignée (côté maître)/pince (côté esclave) |

**Figure 6 — Télém manipulateur maître-esclave mécanique à bras télescopiques**

Ce type de télém manipulateur doit être équipé d'un indexage électrique sur les mouvements *Y* (avant-arrière) et *X* (droite-gauche). Il peut aussi posséder une extension électrique du mouvement *Z* (haut-bas) en adoptant un bras à double télescope. Ce dernier est appelé extensible.

Le positionnement électrique permet d'étendre l'espace de travail du bras esclave, alors que le bras maître reste dans une bonne position ergonomique.

Les télém manipulateurs maître-esclave mécaniques à bras télescopiques se différencient de la façon suivante.

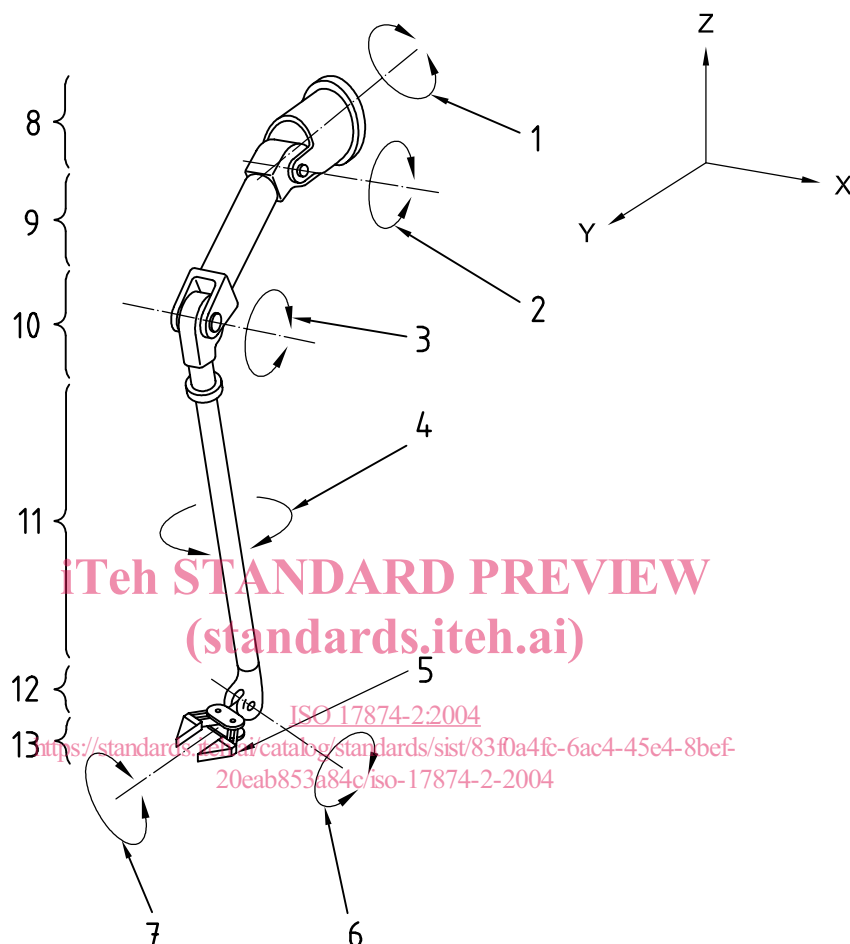
- Télém manipulateurs sans bras déconnectables. Dans ce cas, les liaisons fonctionnelles entre le bras maître et le bras esclave sont directement réalisées par des câbles ou des rubans.
- Télém manipulateurs avec bras déconnectables. Dans ce cas, les liaisons par câbles ou rubans sont interrompues au niveau de la traversée, où la transmission des mouvements est assurée par des barres tournantes et des engrenages.

En conséquence, cette solution permet la déconnexion du bras esclave. Souvent, la déconnexion du bras maître est aussi possible.

### 4.3.3 Télém manipulateurs à bras articulés

Pour les télém manipulateurs à bras articulés, le mouvement suivant l'axe Z est obtenu par une combinaison de deux rotations autour des axes de l'épaule et du coude (voir Figure 7).

Ce type de télém manipulateur peut être équipé avec un indexage électrique ou mécanique du bras.



#### Légende

- |   |   |
|---|---|
| 1 mouvement droite-gauche (autour de l'axe Y)                           | 8 épaule                                      |
| 2 mouvement avant-arrière (autour de l'axe X)                           | 9 bras  |
| 3 rotation du bras (autour de l'axe Z) (pivotement ou mouvement azimut) | 10 coude                                      |
| 4 mouvement haut-bas (le long de l'axe Z)                               | 11 avant-bras                                 |
| 5 serrage pince   | 12 genouillère                                |
| 6 rotation genouillère (autour de l'axe X) (mouvement d'élévation)      | 13 poignée (côté maître)/pince (côté esclave) |
| 7 rotation pince (autour de l'axe Y) (mouvement de rotation)            |   |

Figure 7 — Télém manipulateur maître esclave mécanique à bras articulés

## 5 Considérations générales pour le choix d'un télém manipulateur

### 5.1 Critères généraux

Les contraintes de conception d'un télém manipulateur limitent le domaine d'application offert par les deux catégories de télém manipulateurs.