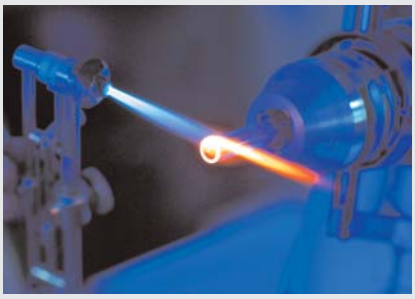
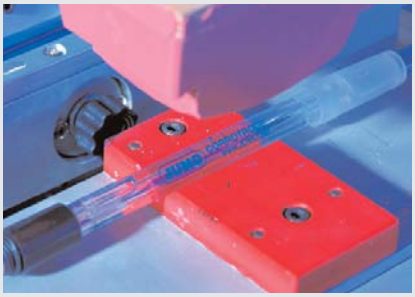
Capteurs électrochimiques

PR 20017 F

Du thermomètre à contact en verre, breveté, aux analyses physico-chimiques





La réussite commerciale de JUMO est étroitement liée à la transformation du verre. Elle a commencé en 1907 avec Hermann Juchheim, le père du fondateur de la société actuelle JUMO GmbH & Co KG, Moritz Juchheim. La société sœur Juchheim a été fondée en 1934 à Ilmenau / Thuringe : elle fabriquait des thermomètres en verre. Depuis 1947, les thermomètres pour l'industrie et les laboratoires sont produits sur un nouveau site, à Fulda (en Hesse) sous la marque JUMO. En s'appuyant sur cette expérience du verre, on a commencé dans les années soixante-dix à produire des pièces en verre pour les capteurs électrochimiques (pH, potentiel redox, conductivité et température). La ligne de produits JUMO actuelle pour les analyses physico-chimiques est issue de ces débuts. Entre-temps la production d'électrodes de pH et de potentiel redox a surclassé le succès du thermomètre en verre. Aujourd'hui JUMO est un des plus gros producteurs de capteurs électrochimiques en Europe. Nombre de clients apposent leur propre logo sur les électrodes de la société JUMO - la production de versions dites OEM et de modèles spéciaux est notre force.

Outre les électrodes de pH et de potentiel redox, JUMO fabrique également les armatures de protection nécessaires, des convertisseurs de mesure et des régulateurs électroniques. L'offre est complétée par un capteur breveté pour peroxyde d'hydrogène et par des cellules de mesure de la conductivité électrolytique, de l'oxygène dissous, du chlore, du dioxyde de chlore et de l'ozone.

Aujourd'hui toutes les étapes de la fabrication des capteurs électrochimiques sont semi- ou totalement automatisées. Ainsi la qualité élevée est maintenue constante. Des postes de mesure assistés par ordinateur, par exemple pour le contrôle final, garantissent en plus le respect des paramètres importants pour la qualité. C'est pourquoi chaque électrode JUMO est vérifiée individuellement avant son expédition. Des collaborateurs et collaboratrices expérimentés en verrerie fabriquent toutes sortes de modèles, du capteur seul aux grandes séries, pour presque toutes les applications imaginables.

L'acquisition du savoir-faire pour élaborer les différents types de verre de membrane a été capital dès le début. Leurs « recettes » sont un composant essentiel d'une électrode de pH de qualité supérieure. Aujourd'hui JUMO peut fournir des verres à membrane (pour pH) pour des applications très diverses, issus de ses propres recherches. Toutefois il faut également optimiser les autres éléments d'une électrode de pH ou de potentiel redox et l'assemblage en fonction de l'application.
Les électrolytes de référence liquides et très visqueux, les gels pour températures élevées (jusqu'à 135 °C) permettent, avec une cartouche conductrice, d'obtenir une tension de référence stable ; pour les mesures de potentiels, cette tension est la garante de valeurs de mesure reproductibles.

Aujourd'hui les électrodes JUMO de pH et de potentiel redox sont utilisées dans presque tous les domaines : eau potable et eau de baignade, eaux usées communales ou industrielles, installations de neutralisation, contrôles finaux, industrie chimique, eau de process industriel et eau de rinçage, industrie alimentaire, mesures de laboratoire, biotechnie et aquariophilie.

Verres de membrane

La partie sensible d'une électrode de pH est fabriquée avec un verre particulier, la membrane en verre. Dans le cas le plus simple, la membrane est soufflée pour obtenir une sphère. Il existe d'autres formes : membrane conique, membrane bombée, membrane à piquer ou membrane plate. Pour développer un verre de membrane utilisable, il faut une longue expérience. Si on modifie la composition du verre fondu, il faut ensuite de longues séries de tests pour garantir le fonctionnement du capteur. À cause de conditions physiques et chimiques différentes, il n'existe pas de verre universel pour toutes les applications. JUMO propose ici une sélection de verres de membrane ayant fait leurs preuves dans la pratique, et issue de ses propres recherches.

Verre HT JUMO
Verre spécial pour températures élevées, jusqu'à 135 °C. En règle générale, une température élevée est un « poison » pour une électrode de pH. Ce verre spécial utilisé avec le gel pour températures élevées (gel GH) rend les électrodes plus fiables.

Verre U JUMO
Verre de membrane universel éprouvé pour pH, de basse impédance pour toutes les applications courantes de pH 0 à 12 (brièvement 14). Plage de température typique : jusqu'à 80 °C.

Verre HA JUMO
La composition du verre HA est semblable à celle du verre HT. Les électrodes de pH en verre HA sont optimisées pour des mesures dans les milieux très alcalins (jusqu'au pH 14).

Verre DS JUMO
Lors de la stérilisation (à la vapeur), l'électrode de pH est soumise pendant un intervalle de temps défini à une température élevée. La température de fonctionnement ultérieure est inférieure à la température de stérilisation. Le verre DS permet la stérilisation répétée (à la vapeur) de l'électrode de pH, jusqu'à 135 °C. Ce verre à membrane se distingue par une reproductibilité élevée.

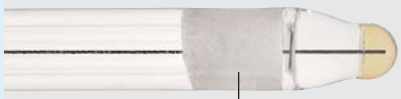
Verre CM JUMO
Mélange spécial pour les électrodes de pH à piquer. Les électrodes en verre de membrane CM sont utilisées pour les recherches dans le domaine alimentaire ou dans les milieux semi-solides.

Verre TT JUMO
Le verre de membrane a la propriété d'augmenter fortement sa résistance interne à basse température. Afin que les mesures négatives soient techniquement possibles, ce verre à membrane a une composition avec une impédance particulièrement basse. Ainsi il est possible d'effectuer des mesures entre –30 et +30 °C.

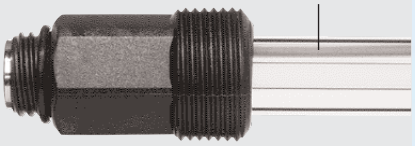
Verre C JUMO
Les fluorures attaquent le verre - et naturellement la membrane sensible en verre également. Les membranes en verre C de JUMO sont particulièrement résistantes aux fluorures (jusqu'à 1000 mg / l HF).

Membrane plate
En règle générale, les électrodes à membrane plate ont des membranes en verre particulièrement robustes ; elles permettent d'effectuer des mesures sur des surfaces.

Électrolyte de référence et diaphragme

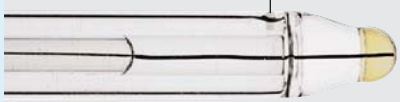


1 Saturation du sel



2

3 Tube à olive



4

Électrolyte de référence

Une électrode de pH ou de potentiel redox a besoin d'une contre-électrode ; une électrode de référence. Cette électrode de référence doit délivrer un potentiel stable et indépendant du pH, qui sert de référence pour mesurer le potentiel de l'électrode en verre ou en métal. L'électrode dite combinée réunit dans un plongeur une électrode de pH en verre ou en métal avec une électrode de référence.

On différencie les formes d'électrolyte suivantes :

KCl liquide
Généralement une solution à 3N. Il est possible de re-remplir les électrodes, ce qui prolonge leur durée de vie. Toutefois ces électrodes ont « besoin d'entretien », c'est-à-dire qu'il faut compenser régulièrement l'électrolyte qui s'échappe. Ces électrodes présentent les meilleures propriétés pour la mesure.

Solution de KCl très visqueuse (gel JUMO)
Le KCl liquide est épaissi (gélifié) par des additifs sans danger pour la santé. Standard chez JUMO – les bonnes propriétés d'une électrode remplie de liquide sont largement maintenues. Une saturation en sel complémentaire 1 (que l'on reconnaît aux cristaux de sel à l'intérieur) augmente la durée de vie ; pratiquement aucun entretien.

Électrolyte solide / gel
Électrolyte de référence solidifié (polymérisé). Résultats de mesure généralement imprécis et difficilement reproductibles.

Système conducteur
Le système conducteur dans l'électrode de référence est appelé chez JUMO la « cartouche » 2. Un petit tube en verre ou en matière synthétique, rempli d'argent / chlorure d'argent est plongé dans l'électrolyte de référence. Le tube est fermé par un matériau non tissé. Ainsi l'électrolyte de référence est exempt d'ions argent. Cette structure est le standard industriel. Pour les électrodes simples (par exemple pour un appareil de mesure portatif), on utilise un système conducteur par fil. L'électrolyte de référence contient alors des ions argent, ce qui peut provoquer des réactions chimiques/blocages dans le diaphragme.

Les électrodes de pH ou de potentiel redox ayant pour électrolyte du KCl liquide peuvent être fabriquées avec une extension en verre, sphérique ou cylindrique 3. Le tube à olive sert d'orifice de remplissage ou permet de raccorder des réservoirs de KCl.

Doka
Pour des applications particulières, on dispose d'un modèle à chambre double. La cartouche est séparée du diaphragme extérieur proprement dit par une deuxième chambre. La deuxième chambre peut être remplie d'une solution de KNO_3 par exemple. Cela permet d'effectuer des mesures en permanence dans certains milieux qui réagissent chimiquement avec le KCl. Grâce au chemin de diffusion plus long, les ions étrangers, destructeurs pour les électrodes, sont ralentis.

Diaphragme

Le diaphragme est la pièce d'une électrode de pH ou de potentiel redox la plus importante pour des mesures fiables, reproductibles et rapides. Les différentes exécutions tiennent compte des exigences des diverses applications.

Aujourd'hui le *diaphragme en céramique* 4, en dioxyde de zirconium, est un standard pour les électrodes industrielles de qualité supérieure. Il a des propriétés de diffusion optimales ; cela est important, en particulier pour les électrodes remplies de gel ou de solution de KCl très visqueuse. Pour les électrodes bon marché, on utilise une céramique de qualité plus ordinaire. Le dioxyde de zirconium est utilisé de série par JUMO. Suivant l'application, on peut sceller jusqu'à trois diaphragmes. L'augmentation du nombre de diaphragmes permet une utilisation des électrodes dans des milieux à faible conductivité, comme l'eau ultra-pure par exemple. Pour les mesures dans l'eau ultra-pure, nous recommandons les électrodes avec un diaphragme poli.

Les électrodes remplies d'une solution de KCl liquides, sont livrables avec un *diaphragme en platine* 5. Plusieurs filaments de platine constituent une tresse scellée dans le verre du plongeur. Grâce à un écoulement de KCl élevé, les électrodes avec un diaphragme en platine sont relativement insensibles au débit. De plus, le platine est chimiquement très résistant.

Le principe de fonctionnement du *diaphragme en fibre* de verre 6 repose sur la capillarité. Un faisceau de fibres de verre est serti dans une moulure en caoutchouc - standard chez JUMO dans les électrodes avec un plongeur en matière synthétique. Une variante plus ordinaire du diaphragme en fibre de verre est le diaphragme en fibre polyoléfine. Le diaphragme en fibre est utilisé dans les électrodes bon marché pour les appareils portatifs ou l'aquariophilie.

Le *diaphragme annulaire en téflon* 7 équipe les électrodes utilisées dans des milieux très fortement pollués. Grâce à l'effet « autonettoyant » du téflon et à la grande surface annulaire, ces électrodes sont également particulièrement bien adaptées aux milieux qui contiennent de la graisse et de l'huile.

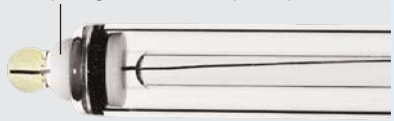
Électrode de pH avec membrane plate 8
En règle générale, les électrodes à membrane plate ont une membrane en verre particulièrement robuste. Des verres spéciaux, comme le verre C de JUMO par exemple, permettent donc une utilisation dans des milieux abrasifs, comme par exemple en galvanoplastie, en gravure etc. Les électrodes sont disponibles avec un diaphragme annulaire aussi bien en céramique qu'en téflon. En outre il existe des exécutions avec un plongeur en matière synthétique qui permettent des mesures en surface.

5

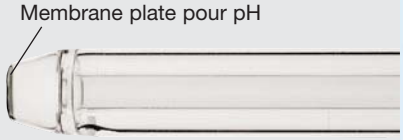
Diaphragme en fibre de verre

6

Diaphragme en PTFE (téflon)


7

Membrane plate pour pH


8

Électrodes de potentiel redox

JUMO fabrique des capteurs de qualité, de mesure du potentiel redox, pour toutes les applications de désinfection de l'eau potable et de l'eau de baignade, de traitement des eaux communales et industrielles ou de surveillance de process. Pour les électrodes de potentiel redox, la « partie active » est similaire à la membrane en verre des électrodes de pH. Elle est composée d'une électrode en platine ou en or, sous forme d'une calotte ou d'une pointe. D'un point de vue métrologique, il n'y a aucune différence entre la calotte et la pointe. L'électrode combinée de potentiel redox contient – comme les électrodes de pH – une électrode de référence et elle est livrée, suivant l'application, avec différents électrolytes et diaphragmes.

9

Électrode combinée de potentiel redox avec calotte en platine 9
Capteur universel de potentiel redox pour un usage industriel, par exemple oxydation de nitrite, surveillance de l'eau de baignade et de l'eau potable. Diaphragme en céramique ou annulaire en téflon possible.

10

Électrode combinée de potentiel redox avec pointe en or 10
Capteur universel de potentiel redox pour un usage industriel, par exemple réduction du chromate, décontamination (cyanure). Diaphragme en céramique ou annulaire en téflon possible.

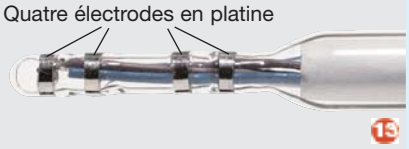
11

Électrode métallique double avec parties actives en platine/platine ou platine/or 11
Grâce à des amplificateurs de mesure adaptés, la tension alternative est appliquée sur les deux électrodes en métal noble. Une électrode de référence usuelle constitue le potentiel de référence. Également utilisée en laboratoire pour le titrage dit de Karl-Fischer.

Capteurs en verre pour la conductivité et la température

Cellule de mesure de conductivité en verre avec électrodes en platine 12
Pour mesurer la conductivité électrolytique suivant la méthode à deux électrodes. Disponible avec ou sans sonde de température intégrée.

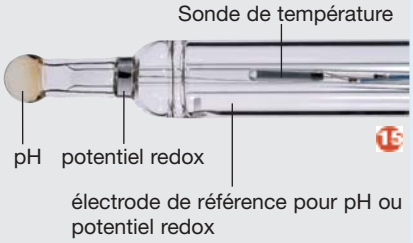
Cellule de mesure de conductivité en verre avec électrodes en platine 13
Pour mesurer la conductivité électrolytique suivant la méthode à quatre électrodes. Disponible avec ou sans sonde de température intégrée.



Thermomètre en verre Pt 100 ou Pt 1000 (thermomètre de compensation) 14
Sert à acquérir la température du milieu et à compenser la température des mesures de pH par exemple. Particulièrement résistant aux substances chimiques grâce au plongeur en verre. Double Pt 100 ou Pt 1000 disponible sur demande.

Capteur multiple

Capteur multiple JUMO Multitrode 15
Mesure simultanée du pH, du potentiel redox et de la température avec un seul capteur.



Raccordement des électrodes et câbles

Du côté des appareils de mesure, JUMO propose tous les systèmes de connexion usuels.

Fiche N ❶
(douille de câble N orientable (S7 / S8) et fiche mâle de câble)

Fiche DIN ❷
(pour les appareils portatifs ou les appareils de laboratoire)

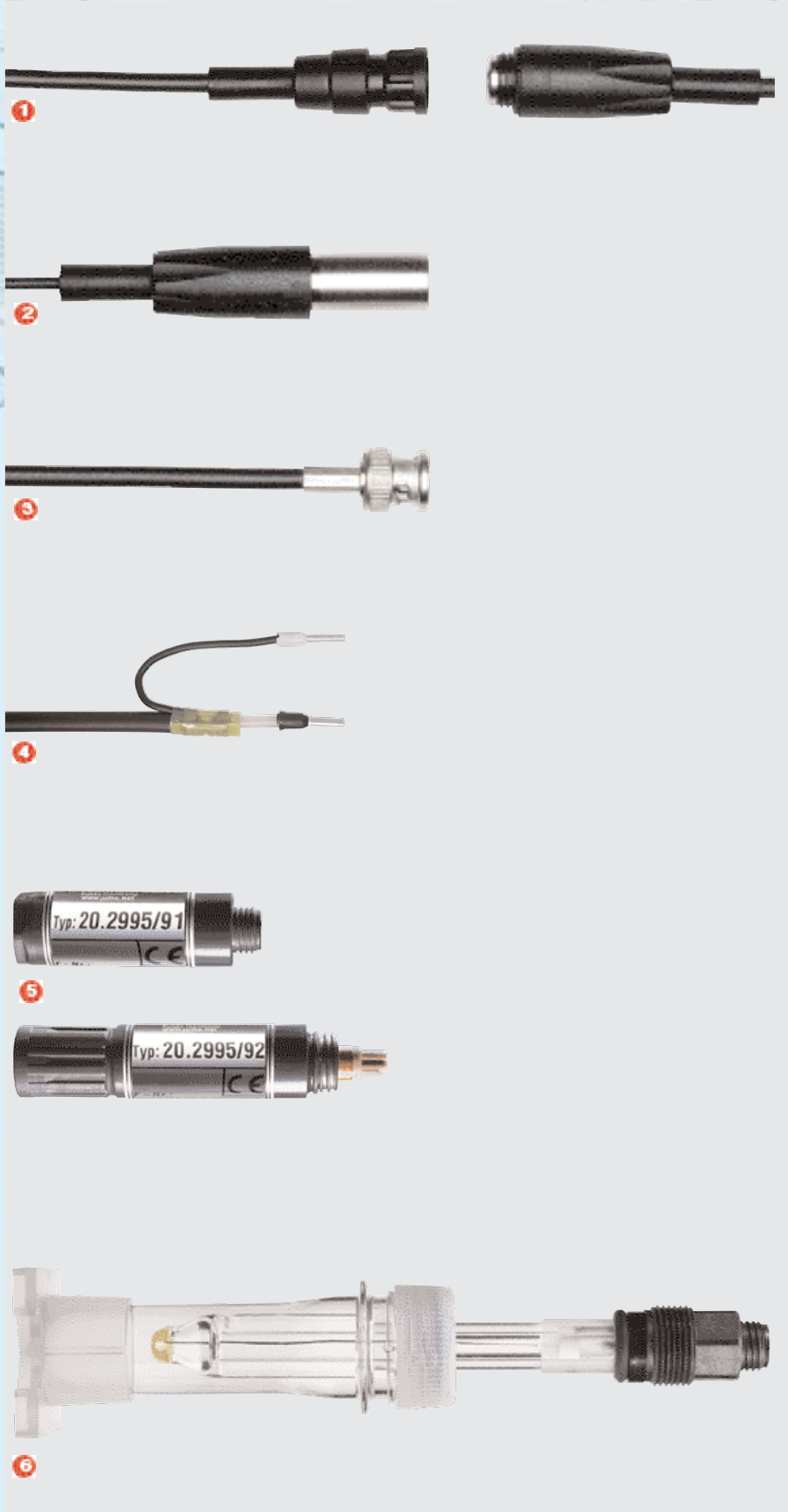
Fiche BNC ❸
(pour les appareils de mesure et les régulateurs industriels, les appareils de laboratoire, etc.)

Shieldkon ❹
(pour passer de coaxial à des bornes à vis par exemple)

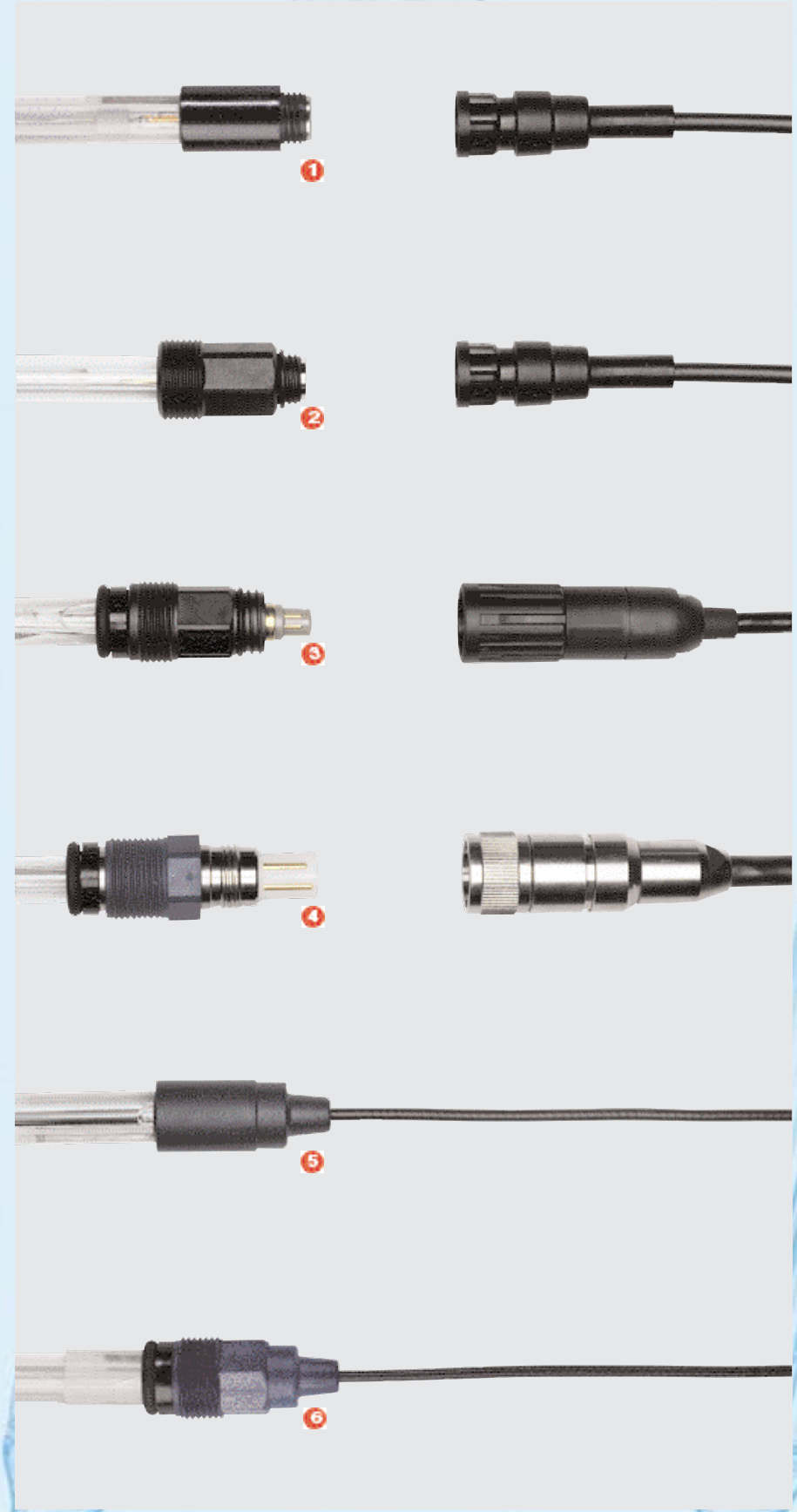
Autres systèmes sur demande !

Le transformateur d'impédance ❺
assure une transmission non perturbée du signal de tension à très haute impédance d'une électrode de pH, en particulier avec des câbles très longs (>20 m) ou bien dans des ambiances critiques. Pour les électrodes de potentiel redox, il assure une stabilisation du signal de mesure. Une pile au lithium, à longue vie, permet un montage ultérieur sans câblage supplémentaire.
Disponible pour les connecteurs S7 / S8 et SixPlug.

Réservoir de KCl ❻
Nous vous proposons également des réservoirs pour le transport et le stockage des électrodes de pH ou de potentiel redox (boîte à électrodes). Le support amovible peut servir d'outil pour visser et dévisser les électrodes. Nous pouvons vous fournir, sur demande, des électrodes JUMO pré-emballées avec le réservoir.



Raccordement des électrodes et câbles



La mesure du pH est une mesure à haute impédance, il faut donc apporter un soin particulier à la liaison électrique entre le capteur et l'amplificateur de mesure ou le régulateur. Tous les contacts devraient être dorés.

En Europe, pour la liaison électrique des électrodes de pH et de potentiel redox, le connecteur N bipolaire s'est imposé comme tête de raccordement. On voit ici la version avec filetage mâle Pg 13,5 2 et celle sans 1. Ce système de connexion est également commercialisé sous le nom de S7 ou S8 et a fait ses preuves depuis de nombreuses années.

Pour les électrodes à plusieurs paramètres (par exemple association d'une électrode combinée et d'une sonde de température ou sur le modèle Multitrode de JUMO), on utilise chez JUMO différents systèmes de connexions.

On favorise le connecteur SixPlug 3 (ancienne désignation : SMEK). Ce système s'est établi comme standard chez nombre de fabricants et l'on obtient dans la pratique un raccordement fiable des électrodes avec un indice de protection IP68. Ce système de connexion est le standard JUMO suite à une recommandation NAMUR. Toutefois en tant que fabricant d'électrodes de pH et de potentiel redox, JUMO propose également à ses clients d'autres systèmes de connexion, comme le système VarioPin (VP) 4. Bien entendu JUMO peut également fournir tous les capteurs raccordés à un câble fixe (avec 6 ou sans 5 filetage Pg 13,5).

Matériel proposé par JUMO pour les analyses physico-chimiques

- pH et potentiel redox : capteurs et convertisseurs de mesure/régulateurs
- Dispositifs de mesure de conductivité : par conduction et par induction
- Mesure d'oxygène dissous
- Mesure de chlore, dioxyde de chlore, ozone et eau oxygénée
- Armatures et accessoires
- Solutions tampon et solutions de test, nettoyants
- Solutions spécifiques adaptées

Enregistreur sans papier
JUMO LOGOSCREEN AQUA 500

Système d'acquisition multi-paramètres pour l'analyse physico-chimique

- équipé de trois ou six canaux
- grandeurs de mesure : pH, potentiel redox, chlore, dioxyde de chlore, ozone, conductivité et signaux de tension normalisés
- pour toutes les entrées de mesure :
  - évaluation de l'état des électrodes avec un texte en clair
  - journal de bord (processus de calibrage et vieillissement des capteurs)
  - procédures de calibrage intégrées
  - au maximum trois relais d'alarme
- large choix de capteurs pour les grandeurs électrochimiques et la température
- sauvegarde des données sur disquette 3,5" formatée

Ce système d'acquisition polyvalent adapté à une large gamme de signaux de capteurs a été développé à partir de la plate-forme de l'enregistreur sans papier LOGOSCREEN 500. Le LOGOSCREEN AQUA 500 peut être équipé de trois ou six canaux de mesure. Outre les signaux normalisés en courant et en tension et les signaux des sondes de température, on peut utiliser comme grandeur d'entrée des signaux spéciaux : pH, potentiel redox, chlore, dioxyde de chlore, ozone ou conductivité. Les nombreuses fonctions d'enregistrement sont intégralement disponibles.
La nouveauté est que les procédures de calibrage pour la mesure du pH par exemple sont intégrées à l'appareil ; on n'a donc plus besoin d'un convertisseur de mesure de pH séparé et complètement équipé. En plus des signaux normalisés standard (0 – 10 V ; 0(4) – 20 mA) et des entrées de sonde à résistance Pt100, Pt500, Pt1000, il est possible de traiter et calibrer les grandeurs de mesure suivantes :

Mesure du pH / potentiel redox

- Raccordement direct d'électrodes de pH et de potentiel redox usuelles via un convertisseur de mesure à deux fils JUMO de type 202710 ou un transformateur d'impédance de type 202995
- Calibrage des capteurs guidé par des menus
- Calibrage à un, deux ou trois points
- Compensation de température automatique

Mesure de conductivité

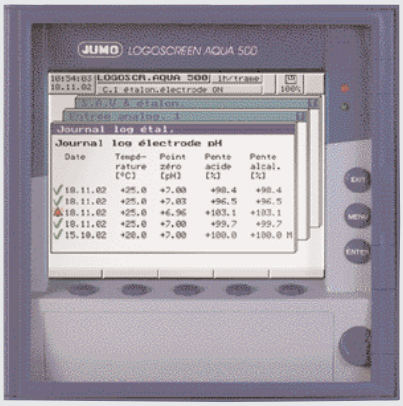
- Raccordement de cellules de mesure conductives et inductives à signal normalisé, par exemple CTI-Junior de JUMO (FT 20.2754)
- Calibrage de la constante de cellule et du coefficient de température
- Compensation de température automatique
- Courbes de concentration non linéaires intégrées (H_2SO_4, HNO_3, HCl, NaOH, NaCl, KOH)
- Mesure dans l'eau ultra-pure suivant ASTM et USP

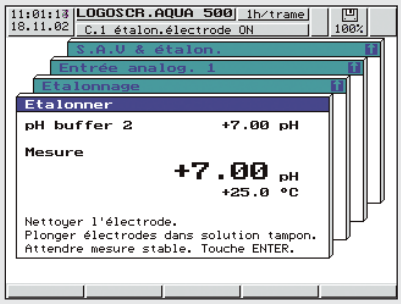
Mesure du chlore libre, du dioxyde de chlore et de l'ozone

- Calibrage à un point
- Mesure du chlore compensée en pH et en température

Pour toutes les entrées de mesure

- Évaluation de l'état des électrodes avec un texte en clair
- Journal de bord (processus de calibrage et vieillissement des capteurs)
- Procédures de calibrage intégrées
- Au maximum trois relais d'alarme
- Interface (en option)





Réponse à faxer à votre interlocuteur

(voir adresse ci-dessous)

PR 20017 F « Capteurs électrochimiques »

- ❒ **Veuillez m'envoyer une documentation détaillée (fiche technique 20.2900)**
- ❒ **Veuillez m'envoyer une documentation détaillée sur le JUMO LOGOSCREEN AQUA 500 (fiche technique 20.2595)**
- ❒ **Veuillez m'envoyer votre catalogue partiel « Mesures physico-chimiques »**
- ❒ **Guide de la mesure dans l'eau ultra-pure (FAS 614)**
- ❒ **Guide de la mesure du potentiel redox (FAS 615)**
- ❒ **Guide de la mesure ampèremétrique du chlore libre, du dioxyde de chlore et de l'ozone dans l'eau (FAS 619)**
- ❒ **Veuillez m'envoyer votre gamme de produits (PR00046 F)**
- ❒ **Veuillez m'envoyer gratuitement le CD-ROM JUMO rassemblant l'ensemble des fabrications JUMO**

❒ **Veuillez convenir d'une visite**

Avec .....

Téléphone .....

Date .....

Expéditeur :

Nom

Société

Adresse

Branche d'activité

Téléphone

Télécopieur

E-mail

Date Cachet et signature

JUMO GmbH & Co. KG
Adresse:
Moltkestraße 13 - 31
36039 Fulda, Allemagne
Adresse postale:
36035 Fulda, Allemagne
Téléphone: +49 661 6003-0
Télécopieur: +49 661 6003-607
E-mail: mail@jumo.net
Internet: www.jumo.net

JUMO-REGULATION S.A.
7 rue des Drapiers
Actipôle Borny
B.P. 45200
57075 Metz Cedex 3, France
Téléphone: +33 (03) 87 37 53 00
Télécopieur: +33 (03) 87 37 89 00
Internet: www.jumo.fr
Service commercial
Téléphone: N° Indigo 0 825 0 825 57
Télécopieur: N° Indigo FAX 0 825 01 20 80

JUMO AUTOMATION
S.P.R.L./P.G.M.B.H./B.V.B.A.
Industriestraße 18
4700 Eupen, Belgique
Téléphone: +32 (0 87) 59 53 00
Télécopieur: +32 (0 87) 74 02 03
E-mail: info@jumo.be
Internet: www.jumo.be

7.03 / 00419891