



ELGA

GUIDE PURE LABWATER

Présentation synthétique des applications
de purification d'eau de laboratoire,
du contrôle et des normes.



 **labtec**
SERVICES



GUIDE PURE LABWATER

Introduction

Sommaire

1	Introduction	1 - 4
2	Applications de recherche et d'analyse	5-22
3	Diagnostics cliniques	23-28
4	Santé	29-32
5	Présentation de la purification de l'eau	33-72
6	Glossaire	73-76

Le Guide Pure LabWater Guide est une ressource essentielle pour le personnel qui utilisent l'eau pure ou veulent en savoir plus sur ce sujet. En fournissant une présentation des exigences de purification d'eau, des techniques et applications scientifiques et médicales, ce guide de formation vous permettra de choisir le niveau correct de l'eau et la méthode de production la plus fiable à un coût rentable à la fois pour votre budget et l'environnement.

Défis : impuretés et variations de l'eau potable

L'eau de la plupart des applications de laboratoire et cliniques est généralement purifiée à partir de l'eau potable. Toutefois, la capacité unique de l'eau à dissoudre, dans une certaine mesure, quasiment tout

composant chimique, et de prendre en charge pratiquement toute forme de vie signifie que les sources d'eau potable contiennent de nombreuses substances en solution ou en suspension ; les impuretés supplémentaires proviennent du processus de purification de l'eau potable. Contrairement aux autres matériaux bruts, la pureté de l'eau potable peut être variable d'une région géographique à une autre et d'une saison à une autre.

Dans les laboratoires, la disponibilité de l'eau pure est essentielle, et alors que les consommateurs domestiques considèrent l'eau du robinet comme « pure », les scientifiques de laboratoire et les professionnels de la santé la considèrent comme hautement contaminée. Les scientifiques menant des analyses et expériences travaillent sur des éléments et composés à des concentrations de gammes en parties par milliard (ppb) ou inférieures car un grand nombre de ces contaminants peuvent avoir un effet négatif sur des applications via leur interaction avec d'autres substances, notamment la substance en cours d'analyse.

Il existe 5 classes d'impuretés qui se rencontrent dans l'eau naturelle et potable :

- **Particules en suspension**
- **Composés inorganiques dissous**
- **Composés organiques dissous**
- **Microorganismes et biomolécules**
- **Gaz dissous**

L'objectif global des méthodes de purification d'eau destinées aux applications scientifiques et médicales est d'éliminer les impuretés de l'eau potable tout en réduisant la contamination supplémentaire des composants du système de purification et de la croissance bactérienne.



« L'eau purifiée est la substance la plus courante qui sert de base à un vaste nombre d'applications scientifiques et médicales diverses – son importance ne doit jamais être sous-estimée ».



Comment utiliser ce guide

Ce guide est rédigé par ELGA et est basé sur plus de 70 ans d'expériences consacrés à la recherche, à la conception, à la fabrication et à l'installation des systèmes de purification de l'eau. Le Guide Pure LabWater complet est un amalgame de notre Guide Pure LabWater Guide et du Pure Clinical LabWater Guide, publiés tout d'abord en 1991 et 2003 respectivement. En plus de fournir des mises à jour dans le domaine de la purification de l'eau (c'est-à-dire de nouvelles technologies de purification d'eau, les applications supplémentaires et les normes révisées), ce guide a été conçu pour vous permettre d'accéder plus facilement aux informations dont vous avez besoin. Dans l'ensemble de ce manuel, vous trouverez des conseils et astuces ainsi que des « fiches techniques » sur la purification de l'eau avec des schémas qui résument les technologies importantes, les systèmes et processus. Un glossaire est fourni au dos afin que vous puissiez vous référer et comprendre simultanément les termes techniques avec lesquels vous êtes moins familiarisés.

Ce guide est divisé en 4 sections facilement accessibles.

- **Recherche et test (section 1)**
- **Diagnostics cliniques (section 2)**
- **Santé (section 3)**
- **Présentation de la purification de l'eau (section 4, divisée ensuite en 5 sous-sections)**
 - Production d'eau potable
 - Impuretés dans l'eau potable
 - Technologies de purification de l'eau
 - Conservation de la pureté de l'eau purifiée
 - Normes pour l'eau purifiée



A propos d'ELGA

Partie intégrante de Veolia, leader mondial des services de l'eau, ELGA fournit une source d'eau fiable qui répond aux exigences économiques de toutes les applications scientifiques et médicales de nos clients. Avec plus de 70 ans d'expérience consacrés exclusivement à la mise au point d'innovations dans le domaine des systèmes de purification de l'eau, nous n'avons cessé d'être à la pointe de la recherche et d'imaginer un design novateur et ergonomique. ELGA propose des systèmes robustes et simples d'installation afin de répondre aux besoins en constante évolution de nos clients. Nous travaillons également en étroite collaboration avec les principales entreprises d'instrumentation de laboratoire afin de concevoir des systèmes de purification de l'eau sur mesure destinés à des applications spécifiques. En outre, nous faisons preuve d'initiative auprès des instances normatives du domaine de l'eau qui développent et recommandent les exigences qualité de l'eau de laboratoire. Forte d'un réseau de plus de 600 centres de service dans le monde, ELGA garantit un ensemble de services et d'assistance unique, partout dans le monde, pour toute sa gamme de systèmes de purification de l'eau.

Section 1

Recherche et test

Cette section se concentre sur la vaste gamme d'applications des laboratoires, du lavage et rinçage de verrerie de base aux techniques de biologie moléculaire et de culture cellulaire les plus critiques. Elle présente également les différents types d'eau requis pour chaque catégorie d'applications.

Section 2

Diagnostics cliniques

Cette section souligne l'importance d'utiliser une eau extrêmement pure pour obtenir des résultats de tests chimiques et biologiques valides et fiables. Elle aborde également les normes et réglementations internationales en vigueur pour ces applications.

Section 3

Secteur médical

Nous présentons plusieurs applications du secteur médical qui nécessitent une eau très pure, dont le processus de décontamination et de nettoyage pour le rinçage des instruments chirurgicaux (par ex. endoscopes) ainsi que la production de vapeur destinée à la stérilisation des instruments. Cette section détaille les directives et normes très strictes qui s'appliquent à l'eau et aujourd'hui imposées pour ce type d'applications.

Section 4

Présentation de la purification de l'eau

Cette section vous offre un aperçu complet des types d'impuretés présentes dans l'eau, ainsi que des technologies, conceptions et composants de systèmes de purification d'eau nécessaires à une décontamination réussie. Le choix des étapes initiales d'un système de purification dépend des caractéristiques de l'eau d'alimentation. L'ensemble du processus débute par une étape de prétraitement. Les principales technologies de purification de l'eau sont ici abordées, chacune présentant des avantages et des limites ; par exemple, certaines technologies sont capables d'éliminer de grandes quantités de diverses impuretés, tandis que d'autres peuvent éliminer un type spécifique d'impureté jusqu'à de très bas niveaux.



D'innombrables normes publiées définissent la qualité de l'eau requise pour des applications spécifiques. L'ASTM® (American Society for Testing and Materials) et l'ISO® (International Standard Organization) 3696 fournissent des directives pour les applications de laboratoire ; les directives élaborées par le CLSI® (Clinical and Laboratory Standards Institute) définissent les exigences en matière de qualité de l'eau pour les laboratoires cliniques. Certains laboratoires adopteront également des normes établies dans la pharmacopée européenne, américaine ou japonaise. Toutefois, très peu de ces normes sont spécifiques à votre application particulière ; une précision trop élevée engendrerait des coûts inutiles, tandis qu'une précision trop faible risquerait de compromettre l'exactitude de vos résultats. Ce guide vous aidera à vous orienter dans le labyrinthe des normes et à choisir aisément le type d'eau et la méthode de production adaptée afin de vous offrir la pureté appropriée, tout en épargnant votre budget et l'environnement.

Innovations dans le domaine de la purification de l'eau de laboratoire :

- 1937 – 1955 Walter Lorch fonde ELGA. La distillation est alors le procédé phare de purification de l'eau, mais les limites de cette technologie en termes de pureté contraignent l'entreprise à évoluer. Walter Lorch invente alors le déioniseur de type cartouche.
- 1960 – 1970 ELGA collabore avec L'École de Pharmacie de Londres afin de développer des produits destinés au marché des hôpitaux, des laboratoires et de l'industrie en général.
- 1980 – 1989 ELGA crée la « School of Water sciences » (École des Sciences de l'eau). Walter Lorch publie un ouvrage intitulé « The Handbook of Water Purification » (Manuel de la purification de l'eau). ELGA est la première entreprise à introduire la photo-oxydation UV dans un système de purification de laboratoire. ELGA lance MedRo, un système spécialement conçu pour le marché rénal.
- 1990 – 1999 ELGA lance le PURELAB UHQ, une combinaison des processus d'échange d'ions, de membrane, d'adsorption et de photo-oxydation dans un « système » de purification de l'eau qui offre une eau très pure à moindre coût. ELGA remporte la Queens Award for design (Prix royal pour la conception). ELGA invente le « Type II » ou système de remplacement par distillation, aujourd'hui intégré à la gamme de produits « Option ». ELGA crée MEDICA, les premiers systèmes de purification de l'eau spécifiquement conçus pour le marché du diagnostic clinique. ELGA lance le système PureSure (avec contrôle multi-étapes) ainsi que la méthode de contrôle COT en temps réel.
- 2000 ELGA devient la division Laboratory Water de Veolia. ELGA lance le Option-E5, le premier système de purification de laboratoire doté de l'électrodéionisation avec recirculation en continu de l'eau traitée.
- 2003 ELGA lance les systèmes CENTRA révolutionnaires, premier système centralisé sous armoire pour la purification de l'eau de laboratoire.
- 2004 ELGA lance BIOPURE, le premier produit conçu spécialement pour satisfaire aux dernières normes strictes en matière d'eau dans les applications médicales.



SECTION 1

Applications de recherche et d'analyse

Les scientifiques mettent en oeuvre une large gamme d'applications dans de nombreux types de laboratoires différents. Par conséquent, différents niveaux d'eau doivent être purifiés et utilisés pour correspondre aux procédures ou aux applications requises. L'eau est un des principaux composants dans de nombreuses applications, mais l'importance de sa pureté est bien souvent méconnue.

Dans cette section nous mettons en évidence certaines applications communes et fournissons des instructions sur la qualité de l'eau requise. Nous fournissons également des instructions sur les technologies de purification que vous devez rechercher dans votre système d'eau.

Il existe de nombreuses normes de qualité standard publiées à travers le monde, cependant seules quelques-unes concernent des applications de recherche spécifiques. En conséquence, la plupart des entreprises de purification d'eau, notamment ELGA, ont adopté des classifications génériques larges définies par des limites physiques et chimiques mesurables. Dans ce guide, nous ferons référence aux « types » d'eau mentionnés dans ce graphique (voir à gauche).

	Résistivité (M Ω -cm)	COT (PPB)	Bactéries	Endotoxines (EU/ml)
Type I*	18,2	<5	<1	<0,03
Type I	>18	<10	<1	<0,03
Type II +	>10	<50	<10	NA
Type II	>1	<50	<100	NA
Type III	>0,05	<200	<1000	NA



Le type 1+ – dépasse les exigences de pureté de l'eau de Type 1

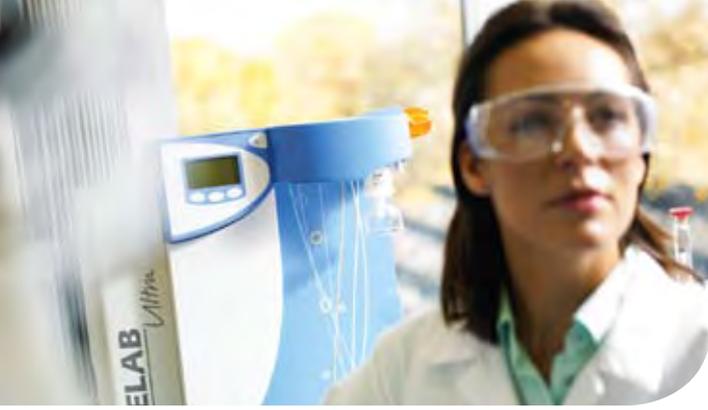
Type I – souvent appelé ultra pure, ce niveau est requis pour certaines des applications les plus critiques liées à l'eau telle que la préparation pour la phase mobile de la chromatographie liquide haute performance (HPLC), ainsi que les blancs et la dissolution des échantillons pour d'autres techniques analytiques clés, telles que la chromatographie en phase gazeuse (CPG), la spectrométrie d'absorption atomique (SAA) et la spectrométrie de masse à plasma couplé par induction (ICP-MS). Type I est également requis pour les applications de biologie moléculaires, telles que la culture de cellules de mammifères et la *Fécondation In Vitro* (FIV).

Type II+ – est le niveau des applications générales de laboratoire exigeant une pureté inorganique plus élevée.

Type II – désigne le niveau des applications de laboratoire général. Cela peut inclure la préparation des supports, les solutions pH et les tampons et pour certaines les analyses cliniques. Il est également fréquent pour les systèmes de Type II d'être utilisés pour alimenter un système de Type I*.

Type III – il s'agit du niveau recommandé pour le travail non critique qui peut inclure le rinçage des ustensiles en verre, les bains d'eau, l'alimentation des autoclaves et des systèmes de désinfection ainsi que les chambres climatiques et les salles de croissance de plantes. Ces systèmes peuvent également être utilisés pour alimenter des systèmes de Type I*.

*La production d'eau ultra pure (résistivité de 18,2 M Ω -cm, COT <5 ppb) à partir de l'eau du robinet est généralement effectuée en deux étapes, à savoir le prétraitement et le polissage. Dans l'idéal, le prétraitement réduit tous les principaux types d'impuretés (inorganiques, organiques, microbiologiques et particulaires) de plus de 95 %. L'osmose inverse ou l'osmose inverse combinée à l'échange d'ions ou EDI permet d'atteindre les meilleurs résultats. Sinon, l'échange d'ions peut être utilisé mais il ne peut pas réduire les niveaux d'impuretés organiques, bactériennes et particulaires dans la même mesure. Meilleur est le traitement préalable, meilleure est la qualité potentielle de l'eau ultra pure finale.



Applications analytiques et générales

(résumé dans le tableau de la page 16)

Electrochimie

Ces techniques étant basées sur la mesure sensible de petits signaux électriques, il est essentiel que l'eau utilisée produise une interférence minimale due à la contamination de fond. L'eau de Type II, généralement avec un COT (Carbone Organique Total) <50 ppb et un comptage bactérien inférieur à 1 CFU/ml (Unités formant colonie par millilitre) est recommandée pour les applications électrochimiques. Pour les analyses électrochimiques des ultra traces, une eau de Type I (ultra pure) est requise.

Les techniques incluent :

La potentiométrie

La potentiométrie mesure le potentiel d'une solution entre deux électrodes. Il s'agit d'une technique passive, n'affectant que très peu la solution dans le processus. Le potentiel est alors lié à la concentration d'une ou plusieurs substance(s) à analyser. La structure de cellule utilisée est souvent désignée en tant qu'électrode même si elle contient deux électrodes : une électrode indicatrice et une électrode

de référence (distincte de l'électrode de référence utilisée dans le système à trois électrodes). La potentiométrie est généralement menée par détection sélective d'ions avec une électrode différente pour chaque ion. L'électrode potentiométrique la plus courante est l'électrode de pH-métrie en verre.

Mesure du pH

La pH-métrie est une sous-catégorie de la potentiométrie et elle est utilisée pour mesurer l'acidité ou l'alcalinité d'un liquide. La mesure du pH de l'eau pure est problématique à cause de la force ionique faible de la solution et parce que la captation rapide du dioxyde de carbone affecte le relevé observé.

Coulométrie

La coulométrie utilise le courant appliqué ou potentiel pour convertir totalement une substance à analyser d'un état d'oxydation à un autre. Dans ces expériences, le courant total transmis est mesuré directement ou indirectement pour déterminer le nombre des électrons transmis. Cela peut indiquer la concentration de la substance à analyser, ou, lorsque la concentration est connue, le nombre d'électrons impliqué

avec un couple redox. L'électrolyse totale, également appelée coulométrie à potentiel contrôlé, ou un mélange des deux noms, est peut-être la forme de coulométrie la plus fréquente.

Voltamétrie

La voltamétrie applique un potentiel constant et/ou variable sur la surface d'une électrode et mesure le courant produit à l'aide d'un système à trois électrodes. Cette méthode peut révéler le potentiel de réduction d'une substance à analyser et la réactivité électrochimique entre autres. En termes pratiques, cette méthode est non destructive car seule une très petite quantité de la substance à analyser est consommée sur la surface bi-dimensionnelle de l'électrode utilisée et auxiliaire.

Polarographie

La polarographie est une sous-catégorie de la voltamétrie qui emploie une électrode à gouttes de mercure en tant qu'électrode de travail et utilise souvent le pool de mercure généré en tant qu'électrode auxiliaire. La préoccupation concernant la toxicité du mercure, associée au développement d'électrodes bon marché, inertes, facilement nettoyables et de haute qualité fabriquées dans des matériaux tels que des métaux nobles et du carbone de verre, a considérablement réduit l'utilisation des électrodes à mercure.

Ampérométrie

L'ampérométrie est une sous-catégorie de la voltamétrie dans laquelle l'électrode est maintenue à des potentiels constants pendant des durées variables. Il s'agit principalement d'une distinction historique toujours source de confusions, par exemple, la

voltamétrie à impulsion différentielle est également appelée ampérométrie à impulsion différentielle, ce qui peut être considéré comme la combinaison de la voltamétrie à balayage linéaire et de la chronoampérométrie.

L'ampérométrie se distingue des autres formes de la voltamétrie en ce qu'elle ajoute généralement les courants pendant une période de temps donnée au lieu de les considérer en tant que potentiels individuels. Cette addition peut générer de grands ensembles de données et réduire les erreurs. Le titrage ampérométrique est une technique qui serait considérée comme de l'ampérométrie en ce sens qu'elle mesure le courant, mais ne serait pas considérée comme de la voltamétrie car l'intégralité de la solution est transformée au cours de l'expérience.



Identification de la qualité de l'eau que vous

Grâce à plus de 70 ans d'expérience dans le secteur de l'eau de laboratoire, combinés à l'expertise de Veolia dans l'exploitation de nombreuses usines municipales de traitement des eaux, nous possédons des connaissances inégalées sur les qualités de l'eau d'alimentation à travers le monde. Lors de notre première visite dans votre laboratoire, nous procéderons à un test sur site pour analyser la qualité de votre eau d'alimentation. Grâce aux données obtenues sur la qualité de l'eau de votre laboratoire, les applications requises, la conception et le budget du laboratoire, nos équipes de ventes vous proposeront une solution étudiée concernant les meilleures options de purification d'eau possibles, capables de répondre à vos besoins.



Spectroscopie et spectrométrie

La spectroscopie était historiquement l'étude de l'interaction entre la radiation et la matière sous forme d'une fonction de longueur d'onde (λ) et concernait l'utilisation de la lumière visible dispersée selon sa longueur d'onde, c'est-à-dire par un prisme. Le concept a ensuite été étendu pour inclure toute mesure d'une quantité qui est fonction de la longueur d'onde ou de la fréquence. Ainsi, cela peut également faire référence aux interactions avec radiation de particule ou une réponse à une zone alternante ou une fréquence variable (ν). Une fois que la relation très proche a été établie entre l'énergie en photons et la fréquence ($E=h\nu$), où h est la constante de Planck, une extension ultérieure de la définition a ajouté l'énergie (E) en tant que variable. Un tracé de la réponse en tant que fonction de la longueur d'onde, ou plus couramment de la fréquence, est désigné sous le terme de spectre.

La spectrométrie est la technique spectroscopique qui est employée pour évaluer la concentration ou la quantité de substances données et l'instrument qui réalise ces mesures est un spectromètre ou spectrographe.

Ces techniques incluent :

La spectrophotométrie d'absorption atomique Flamme (F-SAA)

Bien que quelque peu éclipsée par l'ICP-MS et l'ICP-ES pour l'analyse multi-élément, le coût relativement modeste de la SAA garantit son utilisation dans des laboratoires plus petits ou pour des analyses spécifiques. Selon l'élément, les limites de détection varient à partir de niveaux ppb à ppm faibles. L'eau de Type II est généralement assez pure pour la plupart des SAA de routine et il n'y a pas d'exigence pour les bas niveaux de composés organiques ou bactériens.

La chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG-SM)

Pour GC, l'eau purifiée est utilisée pour préparer des blancs, des normes et des prétraitements de prélèvement, par exemple l'extraction sur phase solide. Etant donné qu'une haute sensibilité peut être atteinte en GC-MS, l'exigence de pureté d'eau est extrêmement stricte. Des niveaux très faibles de COT, c'est-à-dire moins de 3 ppb, sont requis et la meilleure méthode pour les atteindre est d'utiliser un polisseur haut de gamme alimenté par de l'eau qui a été traitée au préalable par osmose inverse pour la suppression des ions et des composés organiques.



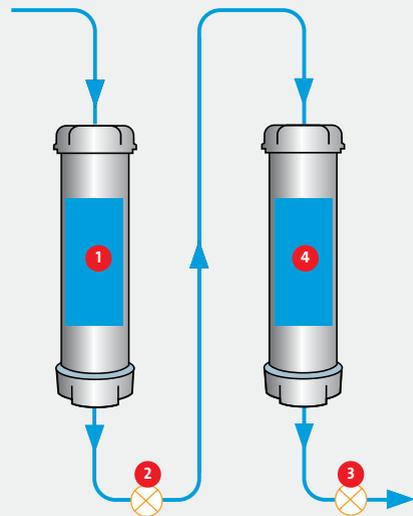
La spectrométrie d'absorption atomique avec four graphite (GFAAS) également appelée Spectrométrie d'absorption atomique avec four carbone (CFAAS)

Cette variante de SAA dans laquelle la flamme est remplacée par un tube ou une tige de graphite chauffée électriquement peut atteindre une haute sensibilité dans l'analyse des éléments. Un polisseur d'eau haut de gamme de Type I est requis pour garantir les niveaux de ppt des impuretés d'élément, une résistivité de l'eau à 18,2 M Ω -cm et un COT faible, tandis que le contrôle multi-étape (tel qu'il est fourni par le système ELGA PureSure – voir à droite) fournit la meilleure garantie de pureté. Des performances remarquables sont atteintes lorsqu'un traitement préalable est suivi par la recirculation et la repurification continue de l'eau polie.

Spectrométrie de masse

Cette technique hautement sensible permet l'analyse de trace des mélanges complexes et requiert par conséquent une eau de grande pureté. Tous les pré-traitements des prélèvements tels que l'extraction sur phase solide et les étapes de préparation des prélèvements requièrent de l'eau de Type I (ultra pure), qui est produite par un système « polisseur » haut de gamme. Cela génère des niveaux ppt d'impuretés d'élément, une résistivité de l'eau de 18,2 M Ω -cm et un COT extrêmement faible, généralement de <3 ppb. Le contrôle multi-étapes (voir à droite) est la seule méthode qui garantit ce niveau de pureté et les plus hautes performances sont atteintes grâce à un prétraitement avancé suivi par la recirculation et la repurification continue de l'eau polie.

PureSure System



- 1 Pack de purification principale
- 2 Capteur de qualité d'eau intermédiaire R1
- 3 Capteur de qualité d'eau de sortie R2
- 4 Pack de purification par polissage

Système PureSure :

Chez ELGA LabWater, nous installons un capteur supplémentaire entre deux étapes de purification d'un système ultra pure. Cela garantit que le deuxième pack de purification peut être modifié avant que les impuretés faiblement chargées ne contaminent votre application.



La spectrométrie d'émission atomique à plasma à couplage inductif (ICP-AES)

Dans ICP-AES, la sensibilité diffère notablement pour différents éléments, toutefois les métaux, semi-métaux, phosphore et soufre ont des limites de détection dans la gamme ppb ($\mu\text{g/l}$) et requièrent une pureté de l'eau assez stricte. Un système d'eau de Type I de haute pureté (polisseur), est préféré, générant une résistivité $>18 \text{ M}\Omega\text{-cm}$, toutefois les exigences de COT sont généralement non critiques et le pré-traitement peut être effectué par osmose inverse ou échange d'ions.

La spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (ICP-MS)

Les avancées dans l'instrumentation analytique moderne ont continué à améliorer la sensibilité de l'analyse de métal en trace. Ces éléments sont maintenant mesurés en ppt et sous-niveaux de ppt à l'aide de techniques telles que ICP-MS. Le travail d'analyse de trace nécessite une eau où les composants à mesurer ont été éliminés et demande la même pureté d'eau très stricte pour la plupart des travaux ICP-MS sensibles. Les installations de nettoyage sont généralement privilégiées pour préparer des réactifs haute qualité pour l'analyse de blancs, les dilutions standard et les préparations de prélèvements. Le système d'eau indiqué doit être un système de Type I

spécifiquement conçu. Il doit inclure une forme de contrôle multi-étapes (voir le diagramme PureSure, page 10) pour garantir ces niveaux de pureté. Les meilleures performances sont atteintes par le pré-traitement évolué provenant d'un système de Type II en recirculation.

Spectrophotométrie

L'eau purifiée destinée aux applications spectrophotométriques doit être au moins de qualité de Type II avec un niveau faible de contaminants inorganiques, organiques ou colloïdaux. Généralement, l'eau a une résistivité $>1 \text{ M}\Omega\text{-cm}$ et a été micro-filtrée. Une teneur faible en COT ($<50 \text{ ppb}$) est d'une importance particulière dans les techniques utilisant des systèmes de détection UV, car les composants organiques dissous peuvent interférer avec la détection.

Chromatographie

La chromatographie peut être préparative ou analytique, mais les deux ne s'excluent pas mutuellement. La chromatographie de préparation cherche à séparer les composants d'un mélange pour une future utilisation. La chromatographie analytique fonctionne généralement avec des quantités plus faibles de matériaux et cherche à mesurer les proportions relatives des substances à analyser dans un mélange.



La chromatographie liquide haute performance (HPLC)

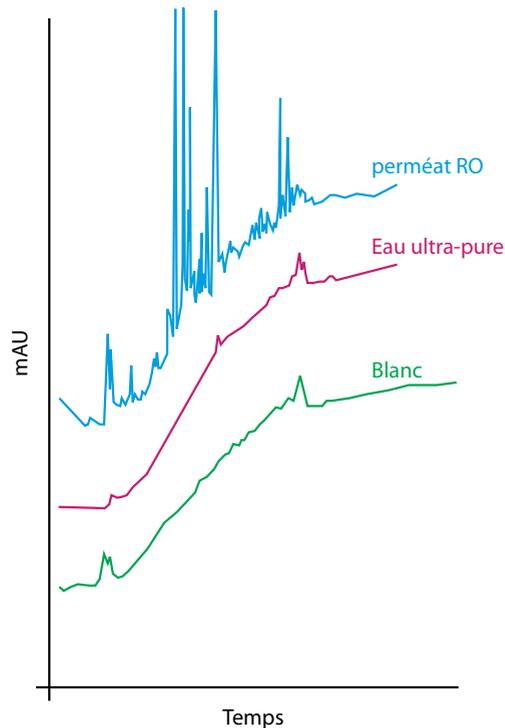
La HPLC peut être utilisée pour l'analyse directe et la détermination de composants mineurs et majeurs dans un mélange complexe. Au cours de la phase mobile, l'eau purifiée de niveau laboratoire général (Type II) avec un COT généralement <50 ppb et une résistivité >1 M Ω -cm est utilisée pour préparer des blancs, des normes et le pré-traitement de prélèvements.

La HPLC avec gradient permet d'atteindre des limites de détection extrêmement faibles, par exemple bien au-dessous d'1 ppb, et les blancs, standards et prétraitements de prélèvements nécessitent une eau pure haute qualité extrêmement stricte, où les niveaux de COT les plus faibles possibles sont généralement inférieurs à 3 ppb (voir le graphique). Pour réaliser cela, la meilleure méthode est d'utiliser un système d'eau de Type I haut de gamme (polisseur) spécifiquement conçu dans ce but, alimenté par de l'eau de Type II ou III pré-traitée par RO (osmose inverse).

La chromatographie ionique (IC)

L'IC détermine des composants mineurs et majeurs dans une gamme de substances descendant jusqu'à 0,1 ppm par injection directe de prélèvements de 10 à 50 microlitres. L'eau hautement purifiée est nécessaire pour les blancs, les normes et pour préparer les éluents. Alors qu'une eau de Type I est privilégiée, l'eau de Type II est souvent appropriée, particulièrement si le prix doit être pris en compte. Des limites de détection extrêmement basses (jusqu'à des niveaux de ppt faibles) peuvent être atteintes à l'aide de la CI si les ions sont préconcentrés dans une courte colonne d'échange d'ions puis élués dans le flux d'éluents pour séparation et analyse. 50 ou 100 ml de prélèvement

HPLC pour analyse au niveau traces de l'eau de niveau principal et ultra pure



peuvent être analysés de cette façon. Un système d'eau de Type I haut de gamme (généralement de Type I*) est essentiel pour obtenir des niveaux de ppt pour les impuretés d'éléments, une résistivité de l'eau à 18,2 M Ω -cm et un COT faible. Le contrôle multi-étapes fournit une garantie de pureté que n'offrent pas les solutions alternatives (voir le diagramme PureSure, page 10). Les meilleures performances sont atteintes avec un pré-traitement avancé suivi par une recirculation continue et la repurification de l'eau de Type I.



Applications de laboratoire générales

Chimie générale

L'eau purifiée de niveau Laboratoire d'une résistivité $>1 \text{ M}\Omega\text{-cm}$, COT inférieur à 50 ppb et un comptage bactérien $<10 \text{ CFU/ml}$ est recommandée pour les applications de chimie générale.

Lavage/rinçage des ustensiles en verre

Le lavage des ustensiles en verre est une pratique de routine dans la plupart des laboratoires et le niveau d'eau requis dépend de la nature des applications. Pour réduire les coûts (et selon la qualité de votre eau potable locale), la plupart des ustensiles en verre à utilisation générale peut être lavée avec de l'eau de Type III. Pour des techniques d'analyse ou de recherche plus sensibles, l'eau de Type II avec une résistivité de 1 à 15 $\text{M}\Omega\text{-cm}$ doit être utilisée. Pour des applications critiques, telles que les techniques d'analyse de trace (ex. ICP-MS), la culture cellulaire ou des méthodes cliniques strictes, les ustensiles en verre doivent être lavés avec de l'eau ultra pure, particulièrement lors du rinçage final, pour garantir que les tampons, les supports ou les diluants ultra-purs sont contenus dans de la verrerie « non contaminée ». Une eau de Type I (ultra pure), des composés inorganiques de 18,2 $\text{M}\Omega\text{-cm}$, un COT $<10 \text{ ppb}$ et des comptages bactériens $<1 \text{ CFU/ml}$ sont donc requis.

Analyses qualitatives

La plupart des méthodes d'analyse qualitative pour des constituants majeurs ou mineurs nécessitent une eau purifiée de niveau laboratoire général avec une résistivité $>1 \text{ M}\Omega\text{-cm}$, un COT inférieur à 50 ppb, des particules et des comptages bactériens faibles. Cependant, pour des techniques plus sensibles (ICP-MS par exemple), de l'eau ultra pure provenant d'un polisseur d'eau haut de gamme est requise pour produire des niveaux en ppt d'impuretés d'éléments, une eau d'une résistivité de 18,2 $\text{M}\Omega\text{-cm}$ et un COT faible.

Dilution du prélèvement et préparation du réactif

L'eau requise pour la dilution des prélèvements, les blancs, les réactifs et les normes doit être d'une pureté suffisante pour que les analyses ne soient pas affectées. La préparation des tampons à but général, les blancs et normes des techniques chimiques générales, et pour les analyses $>1 \text{ ppm}$, l'utilisation d'une eau purifiée de niveau laboratoire général d'une résistivité typique $>1 \text{ M}\Omega\text{-cm}$, un COT $<50 \text{ ppb}$ et un comptage bactérien faible permettront d'obtenir des résultats précis. Pour l'analyse des traces à des niveaux ppb ou inférieurs, l'eau de Type I (ultra pure) est requise pour la préparation des blancs et normes.



Extraction sur phase solide (SPE)

Cette technique est largement utilisée pour les analyses de traces des composés organiques en tant que prétraitement pour séparer les composants de trace d'intérêt des principaux composants de la matrice. Pour l'analyse de trace, une eau de la plus grande pureté organique possible est nécessaire pour préparer les blancs et normes et pour rincer la phase solide. Pour cette opération, l'usage d'un système d'eau Type I haut de gamme comportant une spécification COT minimale (particulièrement conçue dans ce but) qui est alimenté avec de l'eau pré-traitée par RO, est préconisé. Des protocoles opérationnels supplémentaires peuvent être nécessaires pour assurer des hautes performance continues.

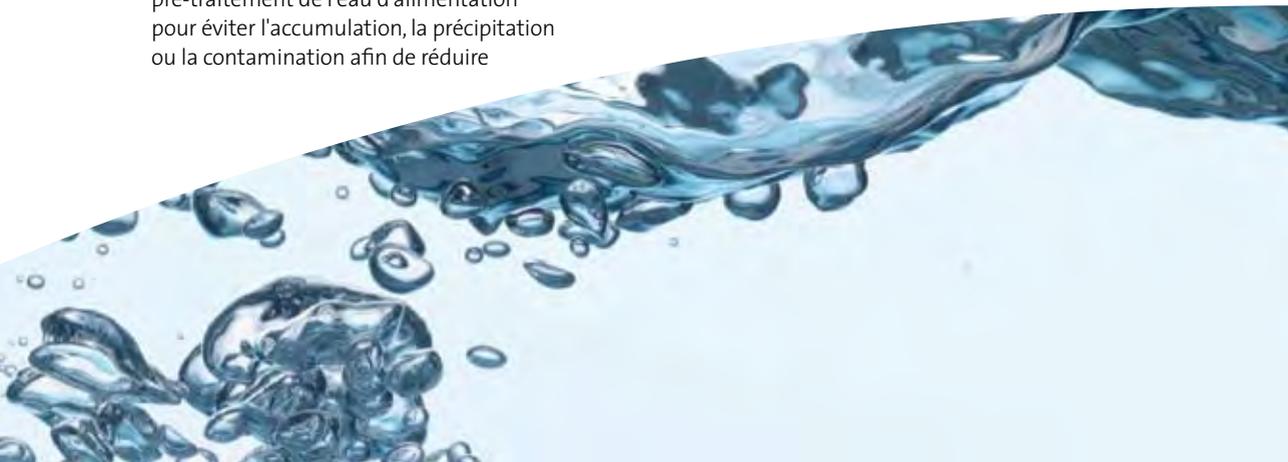
Générateurs de vapeur

Les générateurs de vapeur sont utilisés dans une multitude d'applications incluant l'humidification de la salle blanche, l'hygrométrie, le chauffage à vapeur directe, l'injection et dans les autoclaves et stérilisateurs. La plupart des générateurs de vapeur bénéficient du pré-traitement de l'eau d'alimentation pour éviter l'accumulation, la précipitation ou la contamination afin de réduire

la maintenance et d'améliorer les performances et les niveaux d'hygiène. Les générateurs de vapeur peuvent utiliser de l'eau de qualité Type III avec une conductivité comprise entre 1 à 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (résistivité de 0,02 à 1,0 $\text{M}\Omega\text{-cm}$), qui est généralement produite par osmose inverse après un pré-traitement approprié. Certains organismes appliquent maintenant des spécifications strictes pour l'eau servant à produire de la « vapeur pure » pour être utilisée dans les services de désinfection des environnements des services de santé.

Analyse du Carbone Organique Total (COT)

Cette méthode non spécifique est capable de quantifier la teneur totale en carbone des matériaux. Les applications englobent des utilisations caractérisées par de hauts niveaux (effluents et flux de traitement) jusqu'à des niveaux sous-ppb dans l'eau ultra pure. Les échantillons sont dilués et les réactifs et normes préparés avec de l'eau. Pour les mesures de haut niveau, de l'eau de Type II est indiquée, alors que le travail d'analyse de trace nécessite de l'eau de Type I (ultra pure).





Analyse de l'eau

L'analyse de l'eau s'avère nécessaire pour répondre à une multitude d'objectifs différents, par exemple, pour s'assurer que l'eau potable répond aux normes en vigueur, pour vérifier que les processus de purification ont réussi et pour tester l'environnement des lacs et rivières. L'analyse de l'eau nécessite de l'eau purifiée pour la préparation des échantillons, des normes et blancs et elle doit avoir un niveau de pureté suffisamment élevé afin de ne pas interférer avec les techniques analytiques. Ces applications d'analyse sont généralement effectuées avec de l'eau de Type II d'une résistivité $>5 \text{ M}\Omega\text{-cm}$, COT $<50 \text{ ppb}$ et un comptage bactérien inférieur à 1 CFU/ml.

Préparation du tampon et du support

Le niveau d'eau pure requis pour préparer ou diluer des réactifs dépend de la sensibilité de l'application. Pour de nombreuses applications de chimie générale, la sensibilité n'est pas le facteur principal, et l'eau de Type II est par conséquent suffisamment pure. Elle offre l'avantage supplémentaire de présenter une grande pureté en termes ioniques et si les technologies d'UV et de filtration intègrent la recirculation, elle peut également garantir des niveaux faibles de contaminants organiques et de microorganismes.

Chambres climatiques et salles de croissance

La concentration de sel et la qualité bactérienne de l'eau sont des problèmes importants. La suppression de silice (présente dans certaines eaux d'alimentation mais non éliminée par certaines techniques de purification) est considérée comme importante pour éviter l'« encrassement », c'est-à-dire les dépôts de silice sur les plantes ou les prélèvements. Dans les organisations qui utilisent des salles de visite, la qualité bactérienne est une préoccupation croissante car la contamination par les bactéries de l'air peut nuire aux résultats. Un système de purification de l'eau de Type II ou III convient généralement, cependant si le niveau de bactéries pose problème, le système doit inclure une recirculation complète vers la salle ainsi qu'une recirculation UV en ligne. La gamme de systèmes BIOPURE d'ELGA conçue pour les applications de santé nécessitant un contrôle rigoureux est parfaitement adaptée à ces situations.



Applications analytiques et générales

Technique	Sensibilité	Résistivité* MΩ-cm	COT ppb	Filtre µm	Bactéries CFU/ml	Endotoxine EU/ml	Nucléase	Niveau de l'eau pure
Electrochimie	Général	>5	<50	<0,2	NA	NA	NA	Laboratoire général
	Haute	>18	<10	<0,2	<1	NA	NA	Ultra pure
Débit vers les alambics	Faible	>0,05	<500	NA	NA	NA	NA	Principal
Débit vers les systèmes d'eau ultra pure	Général	>0,05	<50	NA	NA	NA	NA	Principal
	Haut	>1	<10	<0,2	<1	NA	NA	Ultra pure
Flamme-SAA	Général	>5	<500	<0,2	NA	NA	NA	Laboratoire général
GC-MS	Elevée	>18	<3	<0,2	<1	NA	NA	Ultra pure
Chimie générale	Général	>1	<50	<0,2	<10	NA	NA	Laboratoire général
GF-AAS	Elevée	>18,2	<10	<0,2	<10	NA	NA	Ultra pure
Nettoyage des récipients en verre	Général	>1	<50	<0,2	<10	NA	NA	Laboratoire général
	Haute	>18	<10	<0,2	<1	NA	NA	Ultra pure
HPLC	Générale	>1	<50	<0,2	<1	NA	NA	Laboratoire général
	Haute	>18	<3	<0,2	<1	NA	NA	Ultra pure
ICP-AES	Générale	>5	<50	<0,2	NA	NA	NA	Laboratoire général
	Haute	>18	<10	<0,2	<1	NA	NA	Ultra pure
ICP-MS	Générale	>10	<50	<0,2	<10	NA	NA	Laboratoire général
	Haute	>18,2	<10	<0,2	<1	NA	NA	Ultra pure
Chromatographie ionique	Générale	>5	<50	<0,2	<10	NA	NA	Laboratoire général
	Haute	>18,2	<10	<0,2	<1	NA	NA	Ultra pure
Dilution du prélèvement et préparation du réactif	Générale	>1	<50	<0,2	<1	NA	NA	Laboratoire général
	Haute	>18	<10	<0,2	<1	NA	NA	Ultra pure
Extraction en phase solide	Générale	>1	<50	<0,2	<10	NA	NA	Laboratoire général
	Haute	>18	<3	<0,2	<1	NA	NA	Ultra pure
Spectrophotométrie	Générale	>1	<50	<0,2	<1	NA	NA	Laboratoire général
	Haute	>18	<10	<0,2	<1	NA	NA	Ultra pure
Génération de vapeur	Général	>1	<50	<0,2	<1	NA	NA	Laboratoire général
Analyse COT	Générale	>1	<50	<0,2	<10	NA	NA	Laboratoire général
	Haute	>18	<3	<0,2	<1	NA	NA	Ultra pure
Détection de métaux en traces	Générale	>5	<50	<0,2	<10	NA	NA	Laboratoire général
	Haute	>18,2	<10	<0,2	<1	NA	NA	Ultra pure
Analyse de l'eau	Générale	>5	<50	<0,2	<10	NA	NA	Laboratoire général
	Haute	>18	<10	<0,2	<1	NA	NA	Ultra pure

* At 25 °C NA - non applicable ND - non détecté Figures en rouge - impuretés critiques



Applications en bio sciences

(résumé dans le tableau de la page 22)

Applications de recherche

Biologie moléculaire

Centrée sur l'étude des acides nucléiques, des protéines et des enzymes, la recherche de biologie moléculaire peut être gravement affectée par la contamination des microorganismes et des débris et produits de cellule biologiquement actifs associés. Outre l'élimination distincte des nucléases de l'eau, on veillera à garantir qu'une pureté d'eau incorrecte n'a pas d'effet sur les concentrations en sel des solutions préparées pour l'électrophorèse et le buvardage, ainsi que sur la production des réactifs pour le séquençage de l'ADN et l'amplification en chaîne par polymérase (PCR). L'effet de l'acide humique en tant qu'inhibiteur de l'ADN est souvent ignoré. Toutes ces questions peuvent être résolues en choisissant un système d'eau « Niveau génétique » sur mesure de haute qualité qui produira une eau d'une pureté supérieure au niveau de Type I.

Electrophorèse

Les macromolécules peuvent être séparées les unes des autres par plusieurs techniques différentes, dont des méthodes chimiques, l'ultra centrifugation et l'électrophorèse. En ce qui concerne l'électrophorèse, la principale exigence en matière d'eau est l'absence de niveaux significatifs de molécules biologiquement actives telles que les endotoxines (généralement $<0,005$ EU/ml), les nucléases et les protéases (non détectables). Ces conditions sont le mieux remplies par une eau ultra pure d'une résistivité de $18,2$ M Ω -cm, un COT <10 ppb C, une filtration de particule de $0,1$ μ m ou plus fine, et des comptages bactériens inférieurs à 1 CFU/ml.

Electrophysiologie

Les méthodes d'électrophysiologie varient de la mesure des réponses biologiques aux courants électriques et champs électromagnétiques pour l'ensemble des animaux aux études sur des cellules uniques avec des microélectrodes et des techniques de

bride d'assemblage. Ces techniques sont souvent très sensibles et peuvent générer des résultats imprécis si de l'eau contenant des composés inorganiques contaminants relativement nombreux est utilisée. Généralement, de l'eau de Type II avec une résistivité $>1 \text{ M}\Omega\text{-cm}$, un COT $<50 \text{ ppb}$ et un comptage bactérien $<1 \text{ CFU/ml}$ doit être employée.

Analyse d'endotoxine

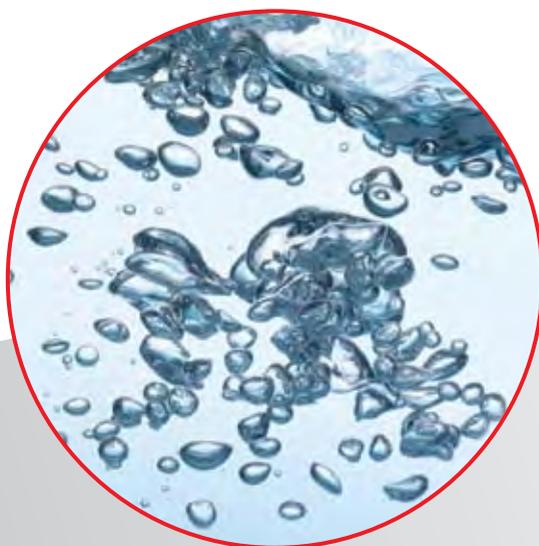
Les spécifications d'endotoxines sont définies pour une grande variété d'applications impliquant l'eau notamment la dialyse, les injectables et la culture cellulaire. Les niveaux maximum autorisés sont compris entre $0,25 \text{ EU/ml}$ (unités d'endotoxine/millilitre) et $0,03 \text{ EU/ml}$. Pour l'analyse d'endotoxine, une eau de Type I (ultra pure) est requise avec une spécification d'endotoxine appropriée généralement de $0,05 \text{ EU/ml}$ ou inférieure. La filtration avec des ultrafiltres ou des filtres chargés, combinée de préférence avec la photooxydation par UV, sera requise.

Histologie

Les cellules pour l'histologie sont fixées et non viables et la pureté de l'eau de Type II est donc appropriée. Les valeurs typiques sont une résistivité $>1 \text{ M}\Omega\text{-cm}$, un COT $<50 \text{ ppb}$ et un comptage bactérien $<1 \text{ CFU/ml}$.

Hybridation

– voir Biologie moléculaire





Culture hors sol

La source d'eau des cultures hors sol doit être suffisamment pure pour permettre de mesurer précisément les concentrations ajoutées de minéraux et nutriments, ainsi que la protection contre les effets indirects éventuels engendrés par la contamination. Par exemple, des niveaux élevés d'éléments dissous, particulièrement le calcium et le magnésium, peuvent conduire à une haute alcalinité qui varie selon la profondeur de l'eau. Le sodium et le chlorure à de fortes concentrations peuvent également produire une toxicité directe sur les plantes ainsi que des dommages indirects en interférant avec l'absorption du calcium, du magnésium, du nitrate et des éléments trace. L'eau de type II, avec des niveaux faibles de contamination ionique, organique et bactérienne, est recommandée pour les cultures hors sol.

Immunocytochimie

L'utilisation des anticorps dans l'immunocytochimie pour la détection de la distribution de protéines spécifiques est sujette aux interférences provenant des microorganismes contaminants et des débris de cellule et produits biologiquement actifs associés ; par conséquent, l'utilisation d'une eau apyrogénique de Type I (ultra pure) est recommandée. Pour ce faire, l'eau, qui a été pré-purifiée par déionisation, osmose

inverse ou distillation, est soumise à un « polissage » puis une ultrafiltration pour garantir la suppression des nucléases et endotoxines.

Analyse microbiologique

L'analyse microbiologique de routine requiert une eau purifiée de Type II qui est en grande partie exempte de contamination bactérienne et possède de faibles d'impuretés ioniques, organiques et particulières. Les valeurs typiques sont une résistivité $>1 \text{ M}\Omega\text{-cm}$, un COT $<50 \text{ ppb}$ et un comptage bactérien $<1 \text{ CFU/ml}$.

Recherche sur les anticorps monoclonaux

Les anticorps monoclonaux sont un outil précieux dans le développement de nouvelles thérapeutiques et de produits de diagnostic *in-vivo*. Les supports ou tampons de haute pureté sont essentiels pour la culture des lignes de cellule sensibles exprimant des anticorps monoclonaux. Alors que de hauts niveaux de composés organiques et inorganiques contaminants et de gaz dissous peuvent avoir un impact direct ou indirect sur la culture, notamment des modifications de pH, la principale préoccupation pour les applications de culture cellulaire est l'effet des microorganismes contaminants et de leurs débris de cellule et produits



biologiquement actifs associés. L'eau utilisée pour la culture des bactéries qui expriment des anticorps monoclonaux doit être au moins de niveau laboratoire général, avec une résistivité $>10 \text{ M}\Omega\text{-cm}$, un COT inférieur à 50 ppb et un comptage bactérien inférieur à 1 CFU/ml. Pour la culture sensible de cellules de mammifères, l'utilisation d'une eau apyrogénique de Type I est recommandée.

Culture de tissu végétal (micropropagation)

Les techniques de micropropagation permettent un clonage à grande échelle des espèces de plante et la production de plantes sans maladie. Pour réduire les effets des espèces biologiquement actives potentiellement contaminantes, l'utilisation d'une eau apyrogénique de Type I (ultra pure) est recommandée.

PCR

– voir Biologie moléculaire

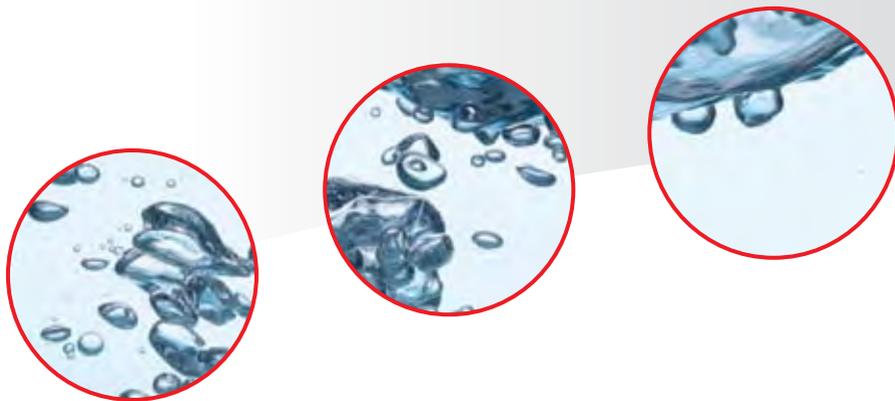
Culture de cellules de mammifères et de bactéries

Une culture cellulaire réussie nécessite des supports et tampons extrêmement purs afin de garantir que les cellules ne contiennent pas de contaminants bactériens, viraux, ni de levures. Alors que de hauts niveaux de composés organiques et inorganiques contaminants et de gaz dissous peuvent

avoir un impact direct ou indirect sur la culture, notamment des modifications de pH, la principale préoccupation pour les applications de culture cellulaire est l'effet des microorganismes contaminants et de leurs débris de cellules et produits biologiquement actifs associés. L'eau utilisée pour la culture de cellules bactériennes qui est recommandée doit être au moins une eau de qualité de Type II avec une résistivité $>10 \text{ M}\Omega\text{-cm}$, un COT $<50 \text{ ppb}$ et un comptage bactérien inférieur à 1 CFU/ml, alors qu'un travail de culture de cellules de mammifères plus sensible requiert une eau apyrogénique de Type I (ultra pure).

Dosage radioimmunologique et dosage d'immunosorption enzymatique (ELISA)

Les réactions d'anticorps utilisés dans la méthode ELISA sont relativement robustes et ne requièrent généralement pas une eau du plus haut niveau de pureté. Une eau de type II avec une résistivité $>10 \text{ M}\Omega\text{-cm}$, un COT $<50 \text{ ppb}$ et un comptage bactérien inférieur à 1 CFU/ml convient.



Applications de santé cliniques

Biochimie clinique et immunologie

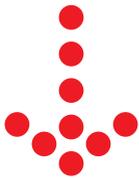
(voir la section 2 Diagnostics cliniques)

Dans les laboratoires cliniques, l'eau doit être conforme aux normes de qualité d'eau appropriées ; la norme la plus adaptée est celle du Clinical Laboratory Standards Institute (CLSI) Type CLRW – voir page 65. L'eau utilisée pour l'alimentation des analyseurs cliniques, ou dans une procédure de préparation ou d'analyse quelconque, doit être de haute qualité et est produite en associant plusieurs technologies de purification. Alors que la qualité de l'eau requise pour les analyseurs cliniques est indiquée par le fabricant, elle a généralement une résistivité $>10 \text{ M}\Omega\text{-cm}$, COT $<50 \text{ ppb}$ et des niveaux de bactéries $<5 \text{ CFU/ml}$. Toutefois, au vu de l'importance croissante des immunoessais dans les équipements d'analyse automatisés, la nécessité d'une meilleure qualité bactérienne augmente. Cela est largement dû au fait que certains dosages utilisent des marqueurs d'enzyme qui peuvent être affectés par les produits issus des bactéries présentes

dans l'eau. Une spécification de bactérie $<1 \text{ CFU/ml}$ (pour l'analyseur plutôt que la sortie du système d'eau uniquement) est nécessaire dans ce cas. Cela requiert une évaluation détaillée de la distribution et du stockage de l'eau. Il est recommandé de contacter votre spécialiste local ELGA à ce sujet.

Endoscopie

Les applications critiques dans le domaine de la santé peuvent nécessiter un niveau très faible de bactéries (descendant jusqu'à $10 \text{ CFU}/100\text{ml}$). Dans certains cas, de l'eau avec des niveaux d'endotoxine faibles est requise pour le rinçage des endoscopes après désinfection. Le niveau d'eau de Type III ou Type II peut être utilisé avec des UV, l'ultrafiltration et un nettoyage régulier. Pour des applications critiques, un système créé sur mesure est recommandé pour atteindre les niveaux de Biopureté nécessaires (par exemple, le système BIOPURE d'ELGA).



Applications en biosciences

Technique	Sensibilité	Résistivité* MΩ-cm	COT ppb	Filtre µm	Bactéries CFU/ml	Endotoxines EU/ml	Nucléase	Niveau de l'eau pure
Culture de cellules bactériennes	Général	>1	<50	<0,2	<1	NA	NA	Laboratoire général
Biochimie clinique	USP/EP	>2	<500	<0,2	<1	NA	NA	Laboratoire général
	CLSI	>10	<500	<0,2	<1	NA	NA	Laboratoire général
Electrophorèse	Elevée	>18	<10	UF	<1	<0,005	ND	Apyrogénique Ultra pure
Electrophysiologie	Général	>1	<50	<0,2	<1	NA	NA	Laboratoire général
ELISA	Général	>1	<50	<0,2	<1	NA	NA	Laboratoire général
Analyse d'endotoxine	Standard	>1	<50	<0,2	<1	<0,05	NA	Apyrogénique Laboratoire
	Avancée	>18	<10	UF	<1	<0,002	ND	Apyrogénique Ultra pure
Histologie	Général	>1	<50	<0,2	<1	NA	NA	Laboratoire général
Culture hydroponique	Général	>1	<50	<0,2	<1	NA	NA	Laboratoire général
Immunocytochimie	Elevée	>18	<10	UF	<1	<0,002	ND	Apyrogénique Ultra pure
Culture de cellules de mammifères	Elevée	>18	<10	UF	<1	<0,002	ND	Apyrogénique Ultra pure
Préparation du support	Général	>1	<50	<0,2	<1	NA	NA	Laboratoire général
Analyse microbiologique	Général	>1	<50	<0,2	<1	NA	NA	Laboratoire général
Biologie moléculaire	Elevée	>18	<10	UF	<1	<0,002	ND	Apyrogénique Ultra pure
Recherche sur les anticorps monoclonaux	Générale	>1	<50	<0,2	<1	NA	NA	Laboratoire général
	Haute	>18	<10	UF	<1	<0,002	ND	Apyrogénique Ultra pure
Culture de tissu végétal	Elevée	>18	<10	UF	<1	<0,002	ND	Apyrogénique Ultra pure
Dosage radio-immunologique	Général	>1	<50	<0,2	<1	NA	NA	Laboratoire général

* At 25 °C NA - non applicable ND - non détecté Figures en rouge - impuretés critiques



SECTION 2

Diagnostics cliniques

– impuretés spécifiques et leur effet sur les tests

La qualité de l'eau est extrêmement importante dans les diagnostics cliniques. La qualité d'eau inférieure aux normes acceptées affecte non seulement la chimie des tests mais peut également affecter le fonctionnement général de l'analyseur, qui, à son tour, réduira la fiabilité des résultats de test et augmentera les temps de calibrage et les coûts de réactifs.

1 Poste de nettoyage du bac

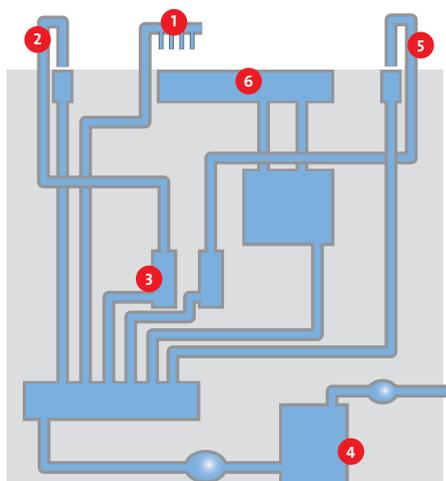
Maintenir une eau de haute qualité pour un nettoyage efficace du bac, en éliminant les poussières et la contamination.

2 Sonde de prélèvement et poste de nettoyage

Maintenir une eau de haute qualité augmente la stabilité du réglage et élimine la contamination de prélèvement à prélèvement.

3 Seringues de pipetage

Eau de haute qualité sans particules pour un pipetage plus exact et précis du prélèvement et du réactif.



Vue schématique de l'utilisation de l'eau purifiée dans un analyseur clinique

6 Bain de l'incubateur

Une eau sans bactéries et particules permet d'effectuer des relevés photométriques précis et exacts.

5 Sonde à réactif et poste de nettoyage

Maintenir une eau de haute qualité sans bactérie fournit une plus longue stabilité de réactif et élimine la contamination réactif à réactif.

4 Réservoir interne

Filtre UV et 0,2 micron pour le contrôle des bactéries et particules, afin de réduire la contamination bactérienne.



L'eau peut être utilisée pour les nombreuses fonctions différentes d'un analyseur clinique, notamment :

- Le lavage des cuvettes de réaction
- L'alimentation des stations de lavage pour les sondes et les pales d'agitateurs
- La dilution des réactifs, prélèvements et détergents
- Les bains de l'incubateur
- Une interface entre une seringue et un échantillon

Une faible qualité de l'eau peut affecter les performances de l'analyseur de nombreuses manières différentes, notamment :

- Réduire l'exactitude du volume de pipetage à cause des particules et bactéries
- Erreurs dans les relevés photométriques dues à l'interférence des particules lorsqu'un bain d'eau est utilisé

- Contamination de lavage de la cuvette, transport d'impuretés et marques d'eau
- Contamination du lavage des prélèvements et sondes à réactif et transport des impuretés
- Affecte le prélèvement et la dilution ce qui génère des erreurs et une stabilité de réactif faible
- En tant que norme zéro (Ca, Mg, PO_4 , HCO_3 , etc.) la stabilité et la sensibilité du calibrage est réduite
- Dans les systèmes de dosage immunologique, les produits dérivés bactériens (notamment la phosphatase alcaline) peuvent interférer avec certains résultats de dosage basés sur les enzymes

L'aspect peut-être le plus important de l'eau pour les analyseurs de pathologie automatisés est la fiabilité. Les laboratoires sans le budget ou l'espace requis pour un système « duplex » ont besoin d'une conception robuste qui incorpore des systèmes de secours à utiliser en cas d'urgence ou panne des systèmes.



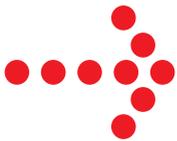
Normes internationales

L'eau purifiée étant obligatoire dans tous les secteurs d'activité et les organisations scientifiques, cela a amené les organismes de normalisation nationaux et internationaux à établir des normes de qualité de l'eau pour différentes applications. L'organisme le plus spécialisé sur le marché de l'analyse clinique est le Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), anciennement NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standards) (pour plus de détails, voir Section 4 : Normes pour l'eau purifiée).

Pour les cas où les applications sont encore plus exigeantes que celles déjà établies, ELGA travaille avec la société d'analyse pour indiquer le niveau d'eau correct.

Clinical Laboratory Standards Institute (CLSI) – Preparation and testing of reagent water in the clinical laboratory – Troisième édition (1997) – Révisée en 2006

Les instructions essentielles pour l'eau purifiée du CLSI 3e édition ont désigné trois principaux types d'eau (Type I-III), le Type I étant le plus adapté aux laboratoires cliniques et à l'eau fournie aux instruments automatisés. Ils ont été remplacés par les termes Clinical Laboratory Reagent Water (CLRW), Special Reagent Water (SRW) et Instrument Feed Water. Voir page 65 pour plus de détails sur ces niveaux.



	Type I	Type II	Type III
Bactéries max. (CFU/ml)	10	1000	NS
pH	NS	NS	5,0 - 8,0
Résistivité (MΩ-cm à 25 °C) min.	10	1	0,1
SiO₂ mg/l max.	0,05	0,1	1
Particules	FILTRE DE 0,2 µm	NS	NS
Contaminants organiques	Charbon actif, distillation ou osmose inverse	NS	NS

Tendances en matière de chimie clinique

Une plus grande efficacité, une meilleure productivité et une rentabilité améliorée sont obtenues grâce à l'automatisation des procédures en matière de chimie clinique. L'automatisation peut désormais être incorporée dans l'identification de prélèvements complexes, la préanalyse (tri des prélèvements, centrifugation, détachage et allocation dans des tubes secondaires codés pour différentes stations de travail en ligne et hors ligne), système de traçage pour les transferts d'échantillons vers différents utilisateurs et enfin un système de stockage réfrigéré pour la rétention d'échantillons permettant des enquêtes et test supplémentaires.

Validation et contrôle des tendances

La validation des systèmes de purification d'eau devient de plus en plus obligatoire c'est-à-dire qu'une preuve objective qui confirme qu'un système de purification répond aux exigences d'une utilisation ou application spécifique doit être fournie. L'eau doit être validée comme étant « adaptée aux utilisations prévues » et les spécifications de pureté doivent être incorporées dans la procédure de validation de purification de l'eau. Cela permet de documenter la capacité du système à fournir des volumes adéquats d'eau purifiée aux spécifications

mentionnées, comme indiqué en détails dans la spécification des exigences de l'utilisateur.

Après validation de l'eau comme « adaptée à l'utilisation prévue », il est essentiel de vérifier qu'elle continue de répondre aux spécifications requises en mesurant et documentant des paramètres définis à intervalles réguliers. De plus, cette approche peut détecter la détérioration des composants de purification avant qu'elle n'ait un impact sur la qualité d'eau requise. La détérioration dans un paramètre mesuré, par exemple les modifications au niveau de la résistivité requise ou le COT, indique le besoin de maintenance du système ou d'enquêtes supplémentaires, pour garantir que la spécification de l'eau obligatoire est respectée en permanence. De plus, l'enregistrement des paramètres critiques sur une durée définie est essentiel pour identifier les modifications progressives de la qualité de l'eau et activer la prise de mesures correctives. Par exemple, si les cartouches d'échange d'ions sont utilisées au-delà de leur durée de vie prévue, des impuretés qui peuvent interférer avec les réactions d'analyse de test peuvent être éluées dans l'eau purifiée à des niveaux qui ne pourront peut-être pas être enregistrés sur les systèmes de contrôle intégrés.





Effet des exigences en matière d'eau pure

Plus grande pureté

Les améliorations en matière de technologies d'analyseur exigent une alimentation en eau de bonne qualité pour garantir des performances élevées et une bonne fiabilité. L'eau étant utilisée dans quasiment chaque processus d'un analyseur, il est primordial que la qualité soit contrôlée et vérifiée pour garantir l'intégrité des résultats de test. L'intégration de technologies multiples en un seul analyseur pour effectuer à la fois des applications de chimie et d'immunologie exige de l'eau pure d'une qualité supérieure pour des tests d'immunologie plus sensibles.

Tandis que des prélèvements et volumes de réactif moins importants réduisent les coûts, une eau de plus haute pureté est requise à cause de l'augmentation de sensibilité nécessaire pour des volumes de prélèvements plus petits.

Tests

Le diagnostic ou l'étendue de certaines maladies est associé(e) aux niveaux des protéines spécifiques, telles que les biomarqueurs, dans le sang – par exemple, des niveaux élevés de Troponin indiquent l'athérosclérose, les peptides natriurétiques de type B indiquent des maladies coronariennes, l'AFP indique le carcinome hépato-cellulaire, le CA-19-9 est corrélé au cancer du pancréas et le PSA est un marqueur du cancer de la prostate. Ces protéines se retrouvent généralement dans des

concentrations très faibles par exemple les nmols/l ou pmols/l et sont détectées par des techniques qui sont extrêmement sensibles. Comparées aux tests/essais traditionnels, ces méthodes de détection actuelles ont l'avantage de réduire le nombre de tests à effectuer. Cependant, du fait qu'elles sont plus susceptibles à l'interférence des contaminants, il est crucial que l'eau soit de niveau appropriée pour qu'elle n'aggrave pas le problème.

Exigences réglementaires

Dans la plupart des pays, les laboratoires de secteur public sont gérés/réglés par un organisme d'accréditation qui établit les normes de fonctionnement et les directives. Alors que cela n'est pas obligatoire pour les laboratoires du secteur privé, la crédibilité importante et les avantages obtenus ont augmenté le nombre de laboratoires enregistrés auprès d'un organisme de certification, par exemple, bien que le Collegiate of American Pathologists (CAP) soit l'organisme d'accréditation aux Etats-Unis, de nombreux laboratoires dans différents pays demandent également un enregistrement CAP. Le CAP recommande que l'eau de laboratoire réponde au minimum à la norme de niveau Clinical Laboratory Reagent Water (CLRW) CLSI.

Les entreprises d'analyse clinique sont également réglementées via des organisations telles que la Federal Drug Administration (FDA) et la Medical Devices Agency. Enfin, les entreprises d'analyse sont tenues de garantir la validation de leurs chimies et l'utilisation d'une eau purifiée conforme à la norme appropriée, afin que tous les résultats soient exacts et reproductibles.

Contaminants éventuels des sources d'eau et technologies de purification

Test clinique*	Interférence *	Source	Suppression
Calcium total	Fluorure	Traitement de l'eau, géologie	RO, IX
	Oxalate	Feuilles, végétation	RO, IX, AC
	Sulfates	Pierres, traitement de l'eau	RO, IX
	Sels de calcium	Pierres, traitement de l'eau	RO, IX
Phosphatase alcaline	Fluorure	Traitement de l'eau	RO, IX
	Oxalate	Feuilles, végétation	RO, IX, AC
	Phosphate	Pierres, détergents, traitement de l'eau	RO, IX
	Sels de zinc	Pierres	RO, IX
	Manganèse	Pierres	RO, IX
	Arséniate	Pierres, pesticides	RO, IX
	Citrate	Agrumes	RO, IX, AC
	EDTA	Processus chimique, détergents	RO, IX, AC
	Bactéries	Canalisation/biofilm	RO, filtre 2 µm, UV, san
	Endotoxines	Canalisation/biofilm	RO, IX, UF
Créatine kinase (CK)	Agents oxydants	Traitement de l'eau	AC
Amylase	Oxalate	Feuilles, végétation	RO, IX, AC
	Citrate	Agrumes	RO, IX, AC
	Fluorure	Traitement de l'eau	RO, IX
	EDTA	Processus chimique, détergents	RO, IX, AC
Lactodéshydrogénase (LDH)	Oxalate	Feuilles, végétation	RO, IX, AC
	Urée	Effluent	RO, AC
Phosphore	Citrate	Agrumes	RO, IX, AC
	Oxalate	Feuilles, végétation	RO, IX, AC
Azote d'urée	Citrate	Agrumes	RO, IX, AC
	Fluorure (conc. élevée)	Traitement de l'eau	RO, IX
Fer	Citrate de sodium	Agrumes	RO, IX, AC
	EDTA	Processus chimique, détergents	RO, IX, AC
	Fluorure	Traitement de l'eau, pierres	RO, IX
	Oxalate	Feuilles, végétation	RO, IX, AC
Magnésium	Citrates	Agrumes	RO, IX, AC
Triglycérides	Glycérol	Produits chimiques anti-gel, plastiques	RO, AC
LDH	Péroxyde d'hydrogène	Produit chimique de nettoyage	AC, UV
Toutes réactions de péroxydase	Péroxyde d'hydrogène	Produit chimique de nettoyage	AC, UV

* Diverses sources notamment : Tietz, Norbert W., ed., Clinical Guide to Laboratory Tests, 2e édition, 1990 et 4e édition, 2006 W.B. Saunders Co.



SECTION 3

Santé

Le nettoyage et la stérilisation de l'équipement médical réutilisable sont de plus en plus réglementés par les directives du secteur et les normes internationales tandis que les préoccupations concernant la maîtrise des infections dans les hôpitaux et la propagation du staphylocoque doré résistant à la méthicilline (MRSA), de l'hépatite, de la maladie de Creutzfeldt-Jakob (CJD) et d'autres agents pathogènes résistants sont de plus en plus fortes. Deux principaux éléments, à savoir la protection des personnes (patients et personnel) et la protection de l'équipement, doivent être pris en compte dans la stérilisation de l'équipement médical réutilisable :

Protection des patients (éviter la contamination croisée)

Les encéphalopathies spongiformes transmissibles, également appelées maladies à prions, sont un groupe d'états progressifs rares affectant le cerveau et le système nerveux des êtres humains et de certains mammifères. Causant une altération progressive de la fonction cérébrale, elles provoquent notamment des troubles de la mémoire, des changements de personnalité et des problèmes de mobilité et sont des maladies (actuellement incurables) conduisant à la mort. Les maladies à

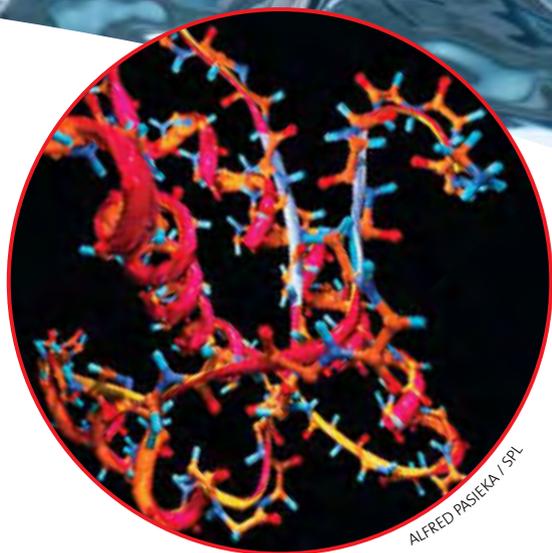
prions humaines les plus courantes sont la maladie de Creutzfeldt-Jakob (CJD) et une nouvelle variante de la maladie de Creutzfeldt-Jakob (vCJD), toutes deux liées à l'encéphalopathie spongiforme bovine (BSE). Généralement, les individus ne présentent pas de symptômes de la maladie pendant de nombreuses années suivant l'infection et par conséquent, lors de cette phase d'incubation, ni eux ni leurs fournisseurs de soins de santé ne savent qu'ils sont potentiellement infectieux, à moins qu'ils n'appartiennent à un groupe à risque reconnu. Dans la mesure où l'agent infectieux responsable de la maladie est très stable et n'est pas

inactivé par les méthodes de routine utilisées pour nettoyer et stériliser les instruments, il existe un faible risque que la transmission puisse avoir lieu au cours de la chirurgie de routine sur ces individus, particulièrement lorsque cela implique le contact avec des tissus à haut risque tels que le cerveau ou le système nerveux central. La lutte contre ces infections secondaires acquises à l'hôpital, également connues sous le nom d'infections nosocomiales et en particulier, la transmission des maladies basées sur les prions, a amené les organismes de santé et les entités professionnelles dans certains pays à réglementer la procédure de décontamination utilisée pour les instruments médicaux, notamment les endoscopes.

Pour éviter la contamination aux prions, les professionnels de la santé doivent s'assurer que leurs instruments et endoscopes sont toujours parfaitement propres, désinfectés et prêts pour l'utilisation. Le nettoyage complet des instruments est nécessaire pour garantir que les agents infectieux adhérents sont éliminés en même temps que la matière organique qui les protège, pour assurer un meilleur contact entre le désinfectant et tout agent infectieux restant sur les surfaces de l'instrument ou de l'appareil médical.

Protection de l'équipement

Les contaminants non organiques tels que la rouille, les dépôts d'eau dure (tartre) et les résidus de nettoyants peuvent, avec le temps, endommager la surface de l'instrument médical et créer un habitat favorable au développement des bactéries. De plus, la chaleur et certains désinfectants (alcools et aldéhydes) sont des fixateurs de tissu et peuvent causer le raidissement des pièces mobiles d'un appareil si les surfaces ne sont pas soigneusement nettoyées avant stérilisation/



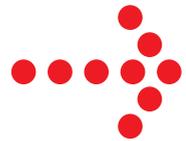
ALFRED PASIEKA / SPL

désinfection. D'autres avantages économiques peuvent être démontrés en soulignant qu'une eau de meilleure qualité permet de réduire les volumes de nettoyants chimiques employés.

Les exigences typiques en matière de qualité de l'eau sont les suivantes :

- **Comptage total des bactéries viables inférieur à 10 CFU/100ml**
- **Niveaux d'endotoxine inférieurs à 0,25 EU/ml**
- **Conductivité inférieure à 30 μ S/cm**
- **Les systèmes d'eau de rinçage doivent être régulièrement désinfectés et validés pour garantir qu'ils sont toujours conformes aux spécifications liées à l'eau**
- **Des échantillons d'eau doivent être prélevés régulièrement pour prouver leur conformité**

Ces instructions et normes visent à réduire le risque d'infection croisée des patients par une multitude de bactéries incluant les mycobactéries, les *pseudomonas* et les *Staphylococcus epidermis*.



Décontamination des endoscopes

La plupart des instruments chirurgicaux sont désinfectés à l'aide d'un processus de nettoyage, de désinfection thermique et de stérilisation ; cependant, les endoscopes et de nombreux autres instruments sont thermiquement labiles. Incapables de tolérer des températures de 60 °C ou supérieures, il est par conséquent impossible de les désinfecter et de les stériliser thermiquement.

Les endoscopes sont ainsi stérilisés à l'aide d'une procédure de désinfection chimique puis rincés dans l'eau purifiée pour retirer toutes traces de désinfectant. Après la décontamination, l'équipement doit être manipulé avec précaution pour réduire le risque de recontamination.

Récemment, l'International Standards Organisation a publié des normes (ISO 15883 partie 4) liées aux exigences et tests des désinfecteurs des lessiveurs employant la désinfection chimique

pour les endoscopes thermolabiles. Ces normes indiquent l'utilisation de l'eau qui a une spécification microbienne <10 CFU/100ml (test sur au moins deux prélèvements) et si le dispositif médical entre en contact avec le courant sanguin ou d'autres zones généralement stériles de la structure, la norme nécessite que l'eau de rinçage finale soit contrôlée et gérée dans les limites indiquées par les réglementations nationales (par exemple HTM0101 au Royaume-Uni ou peut-être la Pharmacopée des Etats-Unis « Eau d'injection » dans certains autres pays). Pour de nombreux pays, cela requiert une spécification d'endotoxine $<0,25$ EU/ml.

Pour atteindre ces normes strictes, un système de purification d'eau qui utilise RO avec les UV en recirculation et la filtration d'endotoxine en ligne est recommandée. Cependant, l'aspect le plus important des exigences est qu'un système de purification d'eau doit être utilisé pour maintenir la biopureté par un nettoyage simple et facile.





SECTION 4

Présentation de la purification de l'eau

Source – production d'eau potable

L'eau purifiée de laboratoire est généralement produite *in situ* à partir de l'eau potable locale qui a été produite par traitement des sources d'eau naturelles. L'exigence générale pour la production de l'eau potable est qu'elle se conforme aux réglementations et possède une clarté, un goût et une odeur acceptables. L'eau naturelle est dérivée de sources d'altitude, telles que des réservoirs, des rivières ou des couches aquifères souterraines ; l'eau potable est produite par une série d'étapes qui peuvent varier avec la source d'eau, les réglementations locales et nationales et le choix des technologies.



L'eau potable est souvent

- Dirigée à travers une série de tamis pour retirer les débris, puis mélangée à l'ozone dans des bassins de mélange pour oxyder les pesticides et les herbicides et tuer les bactéries et les algues
- Traitée pour détruire l'excès d'ozone
- Clarifiée pour supprimer les solides en suspension, qui sont collectés sous forme d'un gâteau de boues (parfois un agent flocculeux tel que le chlorure de polyaluminium est ajouté pour faciliter ce processus)
- Filtrée à travers un filtre à sable par gravité et/ou soumise à une ozonation supplémentaire
- Filtrée à travers un filtre à charbon actif granulaire (GAC) afin de piéger la matière solide et organique
- Traitée au chlore pour tuer les bactéries restantes. Une faible proportion résiduelle est conservée pour maintenir des niveaux bactériens faibles. Une étape d'ultrafiltration supplémentaire est de plus en plus utilisée pour éliminer le *cryptosporidium*.

Variations de la qualité de l'eau brute

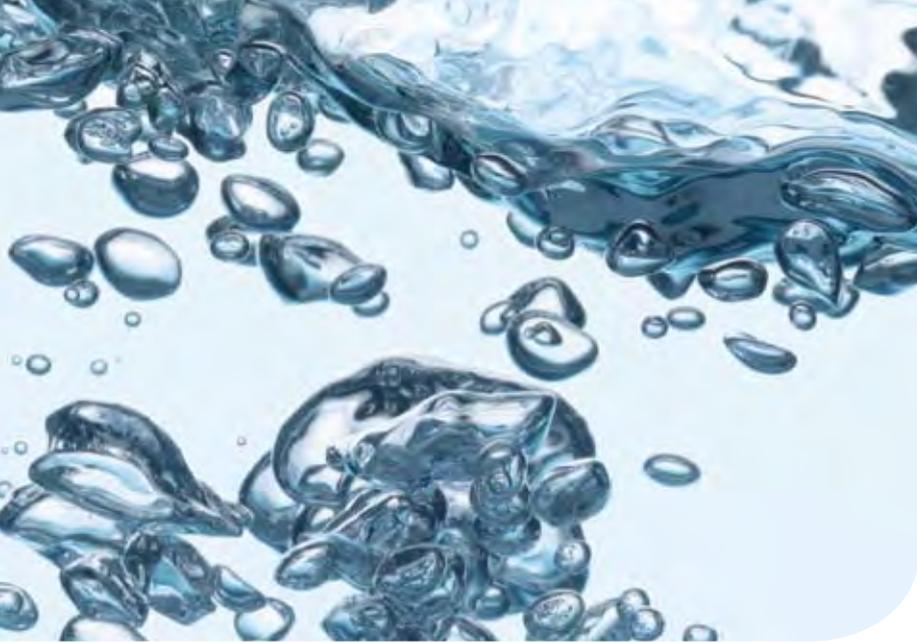
Contrairement aux autres matériaux bruts, la pureté de l'eau potable peut être variable d'une région géographique à une autre et d'une saison à l'autre. L'eau dérivée d'une source de surface en altitude, par exemple, présente généralement un faible contenu de sels dissous et est relativement douce, mais présente une forte concentration de contamination organique, majoritairement colloïdale.

En revanche, l'eau provenant d'une source souterraine a généralement un niveau élevé de sels et de dureté mais un contenu organique faible. Les sources de rivières sont de qualité intermédiaire, mais contiennent souvent des produits provenant des activités industrielles, agricoles et domestiques.

Les variations saisonnières de la qualité de l'eau sont plus apparentes dans les eaux de surfaces. Durant les mois d'automne et d'hiver, les feuilles mortes et les plantes en décomposition libèrent de grandes quantités de matières organiques dans les cours d'eau, les lacs et les réservoirs. Par conséquent, une contamination organique des eaux de surface atteint un pic en hiver et un minimum en été. Les eaux souterraines sont beaucoup moins affectées par les saisons. La qualité et les caractéristiques de la source d'eau potable déterminent le régime de purification requis pour produire l'eau purifiée.

Les qualités de l'eau naturelle varient selon :

- **La géographie**
- **La source c'est-à-dire l'eau de surface, aquifère (source souterraine)**
- **La saison**



Impuretés dans l'eau potable

La capacité unique de l'eau à dissoudre, dans une certaine mesure, quasiment tout composant chimique, et de prendre en charge pratiquement toute forme de vie signifie que les sources d'eau potable contiennent de nombreuses substances en solution ou en suspension. Nombre de ces contaminants peuvent affecter des applications scientifiques par leur interaction avec d'autres substances – dont certaines peuvent être celles que vous analysez.



L'eau naturelle et potable contient cinq grandes catégories d'impuretés :

- **Particules en suspension**
- **Composés inorganiques dissous**
- **Composés organiques dissous**
- **Microorganismes**
- **Gaz dissous**

Particules en suspension

La matière en suspension dans l'eau inclut des particules dures (sable, pierre, limon, débris de canalisation), particules molles (débris végétaux) et particules colloïdales (organiques ou non). Les particules en suspension peuvent encrasser les membranes d'osmose inverse, bloquer les colonnes analytiques à pores fins et gêner le fonctionnement des vannes et compteurs. Les particules colloïdales se transforment en brume sèche ou en vase dans l'eau et interfèrent ainsi avec le fonctionnement des instruments.



Composés inorganiques dissous

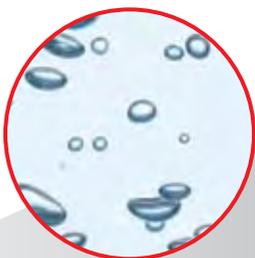
Les substances inorganiques représentent la plus grande partie des impuretés dans l'eau. Elles incluent :

- **Des sels de calcium et de magnésium, qui causent une dureté « temporaire » ou « permanente »**
- **Du dioxyde de carbone, qui se dissout pour produire un acide carbonique de faible acidité**
- **Des sels de sodium**
- **Des silices en provenance des lits de rivière sableux**
- **Des composés de fer ferreux et ferriques dérivés des minéraux et canalisations rouillées**
- **Des chlorures issus de l'intrusion de sel**
- **De l'aluminium produit par le dosage des produits chimiques et minéraux**
- **Des phosphates issus des détergents**
- **Des nitrates issus des engrais**

De nombreux ions peuvent être présents en fonction de la source d'eau naturelle. Même sous forme de trace, les ions inorganiques peuvent affecter à la fois les réactions organiques et biochimiques en jouant le rôle de catalyseur.

Composés organiques dissous

Les impuretés organiques dans l'eau sont principalement d'origine biologique. La décomposition des matériaux végétaux génère des produits dérivés qui incluent des acides humiques et fulviques, des tanins et de la lignine. L'agriculture, l'industrie du papier, les déchets domestiques et industriels génèrent également des composants organiques dont des détergents, des graisses, des huiles, des solvants et des résidus issus des pesticides et des herbicides. De plus, les composés organiques présents dans l'eau peuvent inclure les composants lessivés des canalisations, réservoirs et supports de purification. Les composés organiques dissous peuvent interférer avec les techniques d'analyse et affecter les expériences biologiques, notamment la culture de cellules. Même une légère contamination présente dans l'eau utilisée pour préparer les éluants de chromatographie liquide peuvent causer une instabilité de base, réduire la sensibilité et la résolution et également la durée de vie de la colonne.





Microorganismes

Les bactéries sont les principaux microorganismes qui contaminent l'eau naturelle. La chloration garantit la suppression des bactéries nuisibles, mais l'eau potable contient toujours des microorganismes vivants, par exemple un niveau bactérien type pour une alimentation d'eau potable de laboratoire est de dix unités formant colonie par millilitre (CFU/ml) ou inférieure. Les bactéries sont généralement maintenues à des niveaux faibles en employant des niveaux résiduels de chlore ou autres désinfectants ; cependant, une fois supprimées lors de purification d'eau, les bactéries peuvent proliférer. Les bactéries peuvent interférer dans des expériences de laboratoire directement ou via leurs produits dérivés, tels que des pyrogènes, des phosphatases alcalines ou nucléases.

Gaz dissous

L'eau potable est en équilibre avec l'air et contient ainsi des gaz dissous tels que l'azote, l'oxygène et le dioxyde de carbone. Dans l'eau purifiée, le dioxyde de carbone est dissocié pour former un acide carbonique faible ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$).

Cet anion faible réduit la capacité des résines d'échange d'anions. L'oxygène dissous ne pose généralement problème que lorsqu'il y a formation de bulles. La concentration d'oxygène peut affecter des réactions biochimiques spécifiques, et dans les applications dans lesquelles de l'eau purifiée est utilisée dans des contenants ouverts, elle sera rapidement rééquilibrée avec les gaz contenus dans l'air. L'oxygène et l'azote peuvent tous deux former des bulles nuisant à des processus tels que le comptage des particules ou les mesures du spectrophotomètre.

Mesure des impuretés dans l'eau potable

Afin de concevoir ou sélectionner un système de purification d'eau, il est nécessaire de posséder des informations sur la composition de l'eau d'alimentation, qui est généralement de l'eau potable locale. Les données de qualité moyenne de l'eau pour votre immeuble peuvent être obtenues auprès de votre fournisseur d'eau local. Sinon, un échantillon peut être prélevé et analysé.

Analyse directe de l'eau :

- Le risque de blocage du filtre est estimé à l'aide d'un test d'index d'encrassement (FI), ou, mais moins fiable, la turbidité.
- Les composants inorganiques peuvent être déterminés par :
 - Chromatographie ionique
 - Spectrométrie de masse à plasma couplé par induction
 - Méthodes spectrophotométriques
- La conductivité électrique offre un guide des incidents potentiels.
- Les composés organiques peuvent être déterminés individuellement, par exemple de façon chromatographique, ou par une indication totale du contenu organique à l'aide d'une mesure de carbone organique total (COT).
- Les comptages bactériens viables totaux ou ceux des types individuels peuvent être mesurés par incubation dans un support de croissance adapté.
- Les solides dissous totaux (TDS) sont les résidus (en ppm) produits par l'évaporation d'un échantillon d'eau jusqu'à assèchement et un chauffage à 180°C. Les sels inorganiques formant la plus grande proportion du résidu TDS, ils servent d'indicateur du niveau total de composés inorganiques. Ils peuvent être mesurés directement ou évalués en multipliant la conductivité de l'eau, en $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25 °C, par 0,7.

Fiche technique - filtres de profondeur microporeux

Avantages :

- Ces préfiltres fournissent un moyen économique de supprimer plus de 98 % des solides suspendus en protégeant ainsi les processus en aval de l'encrassement et de l'obstruction
- Haute capacité

Limitations :

- Non régénérable

Méthodes de purification de l'eau

L'eau de la plupart des applications de laboratoire et cliniques est généralement purifiée à partir de l'eau potable. L'objectif général est d'éliminer les impuretés de l'eau potable (telle que l'eau d'alimentation) tout en réduisant la contamination supplémentaire des composants du système de purification et de la croissance bactérienne. La conception du système et la sélection des composants est essentielle au succès. La sélection des étapes initiales d'un système de purification dépendra des caractéristiques de l'eau d'alimentation.

Le processus de purification commence par une étape de traitement préalable pour réduire l'altération des composants de purification d'eau suivants, assurer un fonctionnement fiable et réduire le coût d'exploitation en évitant de remplacer trop souvent les composants onéreux. Les principales technologies de purification de l'eau sont décrites ci-dessous. Elles ont chacune leurs avantages et leurs limites.

Bactéries – défi important

Les microorganismes et leurs produits dérivés représentent un défi particulier car ils pénètrent dans des systèmes de purification d'eau non protégés à partir de l'eau d'alimentation, toutes les ouvertures du système ou par le point d'accès. Ils se développeront sous forme de biofilms sur toutes les surfaces humides des composants de purification d'eau, y compris les réservoirs de stockage et les canalisations d'un système de distribution. Un biofilm est une couche composée en majeure partie de glycoprotéines et d'hétéropolysaccharides dans laquelle les bactéries peuvent se multiplier même lorsque la concentration de nutriments dans l'eau est très faible et la couche protège les organismes du traitement périodique à l'aide de biocides ayant pour principal effet de

tuer les microorganismes planctoniques (en flottement). Le biofilm d'impuretés et les produits dérivés de la croissance et du métabolisme des microorganismes (par exemple les endotoxines) restent des contaminants potentiels de l'eau.

Les défis d'un système de purification d'eau ultra pure consistent à :

- **Supprimer les bactéries présentes dans l'eau d'alimentation**
- **Garantir que le moins de bactéries possibles sont présentes dans l'eau du produit**
- **Eviter que des bactéries n'entrent dans le système et ne le recontaminent**
- **Inhiber la croissance des bactéries dans le système grâce à la conception et au nettoyage périodique**

Présentation des technologies de prétraitement de l'eau

Filtres de profondeur microporeux

Les filtres de profondeur microporeux sont constitués de fibres ou matériels matelassés comprimés pour former une matrice servant de barrière physique bloquant le passage des particules par adsorption ou piégeage aléatoire et sont caractérisés par des valeurs nominales de taille de particule. La plupart des eaux brutes contiennent des colloïdes, qui ont une charge négative légère (mesurée à l'aide du potentiel Zeta). Les performances de filtre peuvent être améliorées à l'aide de micro filtres qui incorporent une surface modifiée, attirant et retenant ces colloïdes produits naturellement, qui sont généralement beaucoup plus petits que les pores de la membrane. Les filtres de profondeur (généralement de 1 à 50 μm) sont généralement utilisés pour éliminer de façon peu coûteuse la majeure partie (> 98 %) des solides suspendus et pour éviter l'encrassement et l'obstruction des appareils de purification en aval. Ils sont remplacés périodiquement.

Fiche de données – charbon actif

Avantages :

- Ces préfiltres éliminent le chlore et la chloramine et réduisent dans une certaine mesure la contamination organique dissoute

Limitations :

- Non efficaces pour éliminer les ions et particules
- Doivent être changés régulièrement pour réduire l'accumulation de bactéries
- Peuvent libérer des particules de charbon

Charbon actif (CA) – dans le support de pré-traitement

Le charbon actif est utilisé pour le pré traitement de l'eau d'alimentation. Il élimine le chlore et la chloramine pour les empêcher d'endommager les filtres de la membrane et les résines d'échange d'ions. La plupart du charbon actif est produit par « activation » du charbon à partir du charbon ou noix de coco, par rotissage de 800 à 1 000 °C en présence de vapeur d'eau et de CO_2 . Un rinçage à l'acide élimine la plupart des oxydes résiduels et autres matériaux solubles. Le charbon actif contient un filet de pores minuscules dont les tailles sont comprises entre 500 et 1 000 nm et une surface d'environ 1 000 mètres carrés par gramme. Le processus d'adsorption est contrôlé par le diamètre des pores dans le filtre à charbon et le débit de diffusion des molécules organiques via les pores. Le débit d'adsorption est fonction du poids moléculaire et de la taille moléculaire des composants organiques.



Le charbon est utilisé sous forme de granules ou de cartouches moulées et encapsulées qui produisent moins de particules fines. Le charbon actif réagit chimiquement avec 2 à 4 fois son poids de chlore pour produire rapidement des chlorures ; par conséquent, même les filtres à charbon de petite taille peuvent éliminer de manière efficace le chlore présent dans l'eau.

En revanche, le charbon décompose les chloramines par un processus de réaction catalytique relativement lent en produisant de l'ammoniaque, de l'azote et des chlorures ; ce processus requiert donc d'importants volumes de charbon. L'encrassement organique (dont l'importance varie d'un site à l'autre) peut réduire l'efficacité du charbon. Cet élément doit être pris en compte lors du choix de la taille des filtres de charbon.

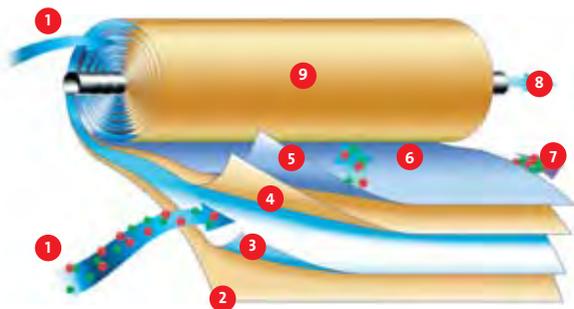
La grande superficie et la forte porosité des charbons actifs, ainsi que les substances qu'ils retiennent, en font un terrain propice aux microorganismes ; ce phénomène peut être atténué en ajoutant des biocides insolubles, tels que l'argent, au charbon. Les lits de charbon actif doivent être régulièrement remplacés ou régénérés afin de réduire au minimum le développement bactériologique.

Présentation des principales technologies de purification de l'eau

Osmose inverse (RO)

Les membranes RO éliminent les polluants de l'eau dont la taille est inférieure à 1 nm de diamètre et suppriment généralement plus de 99 % de la contamination organique et de la contamination particulaire. Cependant, l'élimination des polluants non ioniques dont le poids moléculaire est <100 Daltons peut être faible avec l'osmose inverse. Celle-ci augmente en présence de poids moléculaires plus élevés, en théorie avec des molécules dont le poids moléculaire est >300 Daltons. Ainsi, les particules, colloïdes et microorganismes (y compris les pyrogènes) seront entièrement éliminés. Les gaz dissous ne sont pas supprimés.

Lors du processus d'osmose inverse, l'eau d'alimentation est pompée après le point d'entrée latéral d'une membrane RO sous pression (généralement de 4 à 15 bars, 60 à 220 psi) selon un écoulement transversal. Les membranes RO sont généralement constituées d'un film polyamide et restent stables sur une large plage de pH. Elles risquent cependant d'être endommagées par des agents oxydants comme le chlore. Il est généralement nécessaire de prétraiter l'eau d'alimentation à l'aide de filtres en profondeur microporeux et de charbon actif afin de protéger la membrane contre les particules de grande taille, les métaux de transition et le chlore libre. En règle générale, 15 à 30 % d'eau d'alimentation traversent la membrane (c'est le perméat), le reste sortant de la membrane (c'est le concentrat) qui renferme la plupart des ions ou contaminants organiques, et pour l'essentiel, toutes les particules. Le rapport entre le volume de perméat



- 1 Eau d'alimentation
- 2 Membrane RO
- 3 Espace d'alimentation
- 4 Membrane RO
- 5 Espace de produit
- 6 Perméat
- 7 Concentrat
- 8 Perméat
- 9 Module spirale RO

d'eau d'alimentation est appelé le rendement. L'utilisation d'un système RO à faible récupération permet de réduire l'encrassement de la membrane dû à la précipitation des sels peu solubles. Toutefois, il est possible d'obtenir des rendements allant jusqu'à 75 %, selon la composition de l'eau d'alimentation, de la filtration et du prétraitement d'adoucissement qui lui sont appliqués. Les performances de la membrane d'osmose sont généralement surveillées en mesurant le pourcentage de réjection ionique qui représente la différence entre les conductivités de l'alimentation et du perméat divisées par la conductivité de l'alimentation, calculée sous forme de pourcentage.

La « réjection ionique » et le rendement varient en fonction de l'eau d'alimentation, de la pression d'arrivée, de la température de l'eau et de l'état de la membrane RO. L'osmose inverse, grâce à son efficacité purifiante exceptionnelle, constitue une technologie très rentable pour éliminer la plupart des impuretés. Elle est néanmoins limitée par un débit de production relativement lent et est par conséquent généralement utilisée pour remplir un réservoir avant toute utilisation ou purification ultérieure. L'osmose inverse est généralement complétée par un échange d'ions ou une électrodéionisation.

Fiche de données - osmose inverse

Avantages :

- Élimination efficace de tous les types de polluants à des degrés divers (bactéries, colloïdes, minéraux dissous, particules et pyrogènes)
- Entretien minimal
- Paramètres de fonctionnement faciles à contrôler

Limites :

- Des débits limités par unité de surface nécessitent une membrane de grande superficie ou un stockage temporaire de l'eau
- Prétraitement efficace nécessaire afin d'éviter que la membrane ne soit endommagée par les polluants :
 - Entartrage : Dépôts de CaCO_3 sur la surface
 - Encrassement : organique ou dépôts colloïdaux sur la surface
 - Percement : dégâts physiques causés par les particules

Echange d'ions (IX)

Dans ce procédé, des lits de résines d'échange d'ions peuvent éliminer efficacement les espèces ionisées de l'eau en les échangeant contre des ions H^+ et OH^- . Ces résines sont des billes poreuses inférieures à 1 mm constituées de polymères insolubles hautement réticulés comprenant de grand nombres de sites d'échange fortement ioniques. Les ions des solutions migrent dans les billes où, en fonction de leurs densités de charge relatives (charge par volume hydraté), ils entrent en concurrence pour atteindre les sites d'échange. Les billes de déionisation sont soit cationiques, soit anioniques et échangent soit des ions d'hydrogène contre des cations, par exemple les ions de sodium, calcium et d'aluminium ou des ions d'hydroxyle contre des anions, tels que le chlorure, le nitrate et le sulfate. L'ion d'hydrogène de l'échangeur de cations s'unie avec l'ion d'hydroxyle de l'échangeur d'anions pour former de l'eau pure. Les résines de cation fortes sont des dérivés d'acide polysulfonique de polystyrène réticulé avec du divinylbenzène. Les résines d'anions fortes sont de l'hydroxyde d'ammonium quaternaire de benzyltriméthyle (Type 1) ou de l'hydroxyde d'ammonium quaternaire de benzylidiméthyle (Type 2) dérivés de polystyrène réticulé avec du divinylbenzène.

Les lits de résines d'échange d'ions sont disponibles sous forme de cartouches ou cylindres et sont généralement utilisés pendant une certaine période puis remplacés, lorsque les cations et anions ont remplacé la plupart des sites actifs H^+ et OH^- dans les résines. Les cylindres peuvent être directement alimentés avec de l'eau potable pour fournir de l'eau purifiée sur demande. Lorsqu'ils sont épuisés, ils sont soit renvoyés vers une station de régénération pour rechargement soit mis au rebut. Une plus grande pureté et des durées de vie de résine étendues peuvent être atteintes par prétraitement de l'eau d'alimentation par osmose inverse avant l'échange d'ions ; cette approche est souvent utilisée pour les purificateurs d'eau de laboratoire de grande pureté. Cela évite également l'encrassement de la surface de la résine par de larges molécules organiques, ce qui réduirait la capacité.

Fiche de données - échange d'ions

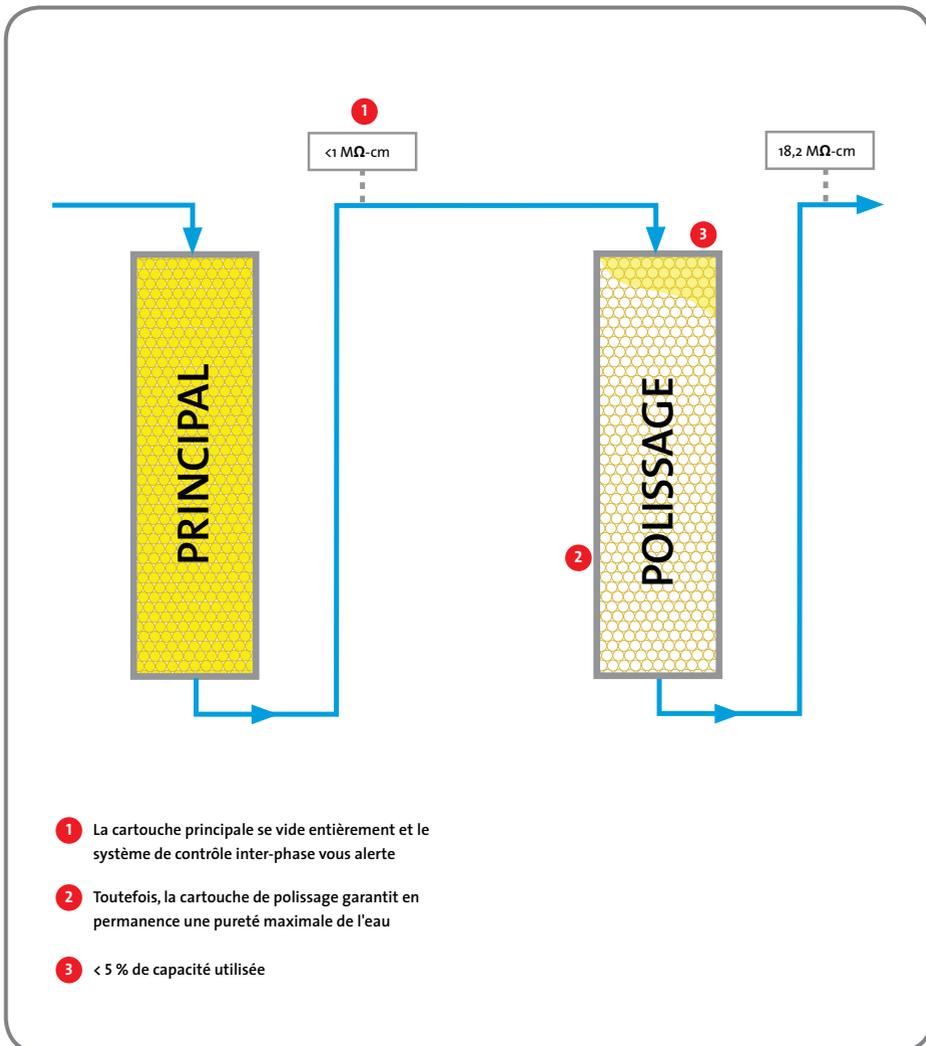
Avantages :

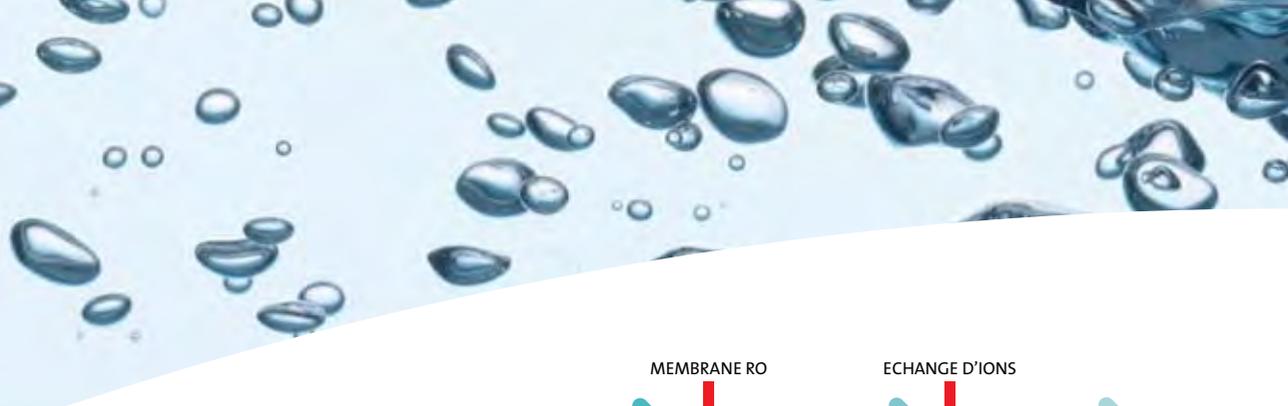
- Supprime les ions inorganiques dissous, ce qui produit une résistivité de 18,2 M Ω -cm (à 25 °C) ; contamination ionique totale <1ppb
- Régénéré par déionisation au moyen d'acides et de basiques ou de l'électrodéionisation
- Assez peu coûteux

Limitations :

- N'élimine pas efficacement les bactéries, composés organiques, particules ou pyrogènes
- Capacité limitée – une fois que tous les sites d'ions sont occupés, les ions ne sont plus retenus
- Des lits déionisés régénérés chimiquement peuvent produire des composés organiques et des particules
- Les résines à usage unique requièrent de l'eau pré-traitée de bonne qualité pour être utilisées efficacement et de façon rentable



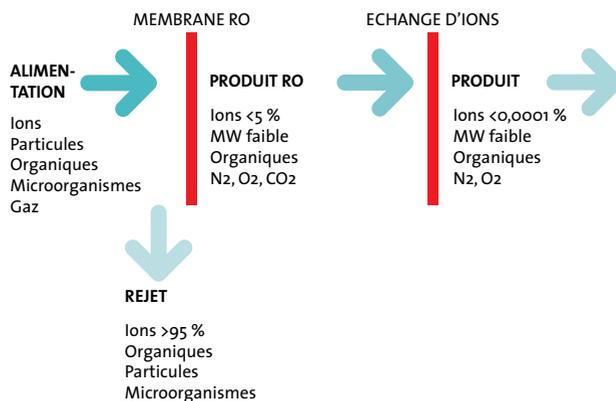




Cette stratégie rend efficace l'utilisation de la résine, car le premier lit n'a pas à être échangé avant que la résistivité intermédiaire ne chute en-dessous de 1 MΩ-cm à 25 °C, ce qui est facilement déterminé, et que le second lit conserve encore quasiment toute sa capacité initiale lorsqu'il est déplacé en première position. D'autres approches moins efficaces incluent le remplacement des lits avant qu'ils ne s'épuisent ou l'utilisation de résines spécialisées liant plus étroitement les espèces faiblement ionisées. Avec un choix de résines adapté, le prétraitement et la conception du système, l'échange d'ions permet de réduire la contamination ionique aux niveaux les plus faibles.

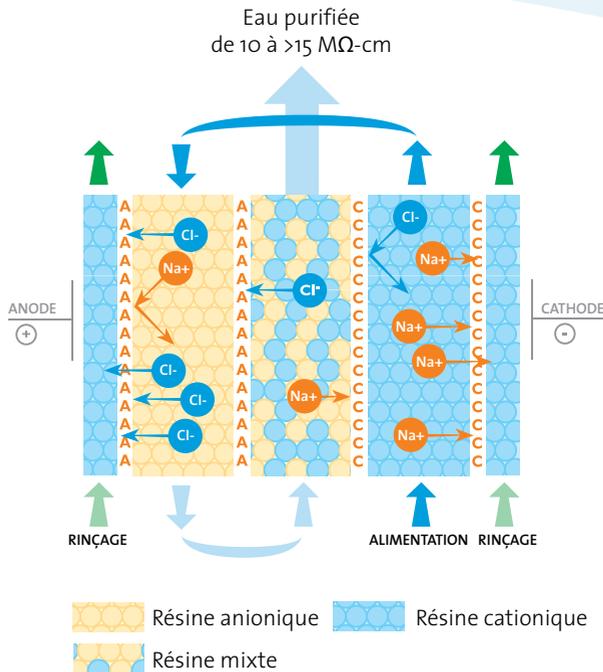
Electrodéionisation (EDI)

L'électrodéionisation (EDI) est une technologie qui combine des résines d'échange d'ions et des membranes de sélection des ions avec un courant continu afin d'éliminer de l'eau les espèces ionisées. Son développement et son utilisation dans la purification d'eau a dépassé certaines des limitations des lits de résine d'échange d'ions, notamment la libération des ions au fur et à mesure de l'épuisement des lits et le besoin associé de modifier ou régénérer les résines. L'eau traverse un ou plusieurs compartiments remplis de résines d'échange d'ions maintenus entre des membranes sélectives de cation ou d'anion. Les ions qui se lient aux résines d'échange d'ions migrent vers un compartiment séparé sous l'influence d'une zone électrique appliquée de façon externe, qui produit également les H⁺ et OH⁻ nécessaires au maintien



des résines à leur état régénéré. Les ions du compartiment séparé sont envoyés au rebut.

Les lits d'échange d'ions dans les systèmes EDI sont régénérés de façon continue, et ils ne s'épuisent pas de la même manière que les lits d'échange d'ions fonctionnant en mode différé. De plus, les lits EDI sont généralement plus petits et restent en service pendant plus longtemps. Les résines utilisées dans les systèmes EDI peuvent se trouver soit dans des compartiments séparés de billes d'anions ou cations, des couches de chaque type étant placées dans un seul compartiment ou un entrelacement de billes de cations et d'anions. Le processus EDI du laboratoire d'ELGA utilise des lits de résines de cations et d'anions séparés ainsi qu'un lit de résines étroitement imbriquées. Les lits séparés de résines de cations et d'anions sont logés dans des cellules vastes offrant une voie de passage pour les ions en transit, ce qui offre des avantages dans la flexibilité de la conception et la simplicité mécanique à l'échelle du laboratoire. La résine des cellules fournit un tampon contre les modifications de la qualité de l'eau d'alimentation.



La qualité de l'eau produite est ensuite améliorée par le passage via un lit de résine mixte. L'osmose inverse est généralement utilisée avant l'EDI pour garantir que la « pile » EDI n'est pas surchargée par des niveaux élevés de sels, de composés organiques ou de particules. Le faible volume des résines dans la pile produit un faible épanchement de molécules organiques. Généralement, le RO supprime près de 95 % des ions ; EDI supprimera environ 95 % des ions restants ainsi que le dioxyde de carbone et la silice. L'eau de produit EDI a généralement une résistivité de 5 à 17 MΩ-cm (à 25 °C) et un contenu COT inférieur à 20 ppb. Les niveaux bactériens sont réduits parce que les conditions chimiques et électriques du système inhibent la croissance des microorganismes. L'EDI ne fournira généralement pas une eau ultra pure d'une résistivité de 18,2 MΩ-cm ; cependant, cela peut être réalisé de façon efficace en intégrant un faible volume de résine d'échange d'ions en aval de la pile. Cette résine a très peu d'ions à éliminer et aura une durée de vie très longue.

Fiche de données - électrodéionisation

Avantages :

- Supprime les ions inorganiques dissous, ce qui génère une résistivité de 5 à 17 MΩ-cm (à 25 °C) et un contenu COT inférieur à 20 ppb
- Ecologique :
- Aucun produit chimique n'est requis pour la régénération de la résine
- Aucune mise au rebut de produit chimique ou de résine
- Les résines des cellules libèrent peu de composés organiques et de tampon par rapport aux modifications de la qualité d'eau d'alimentation

Limitations :

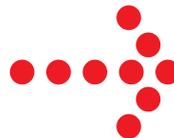
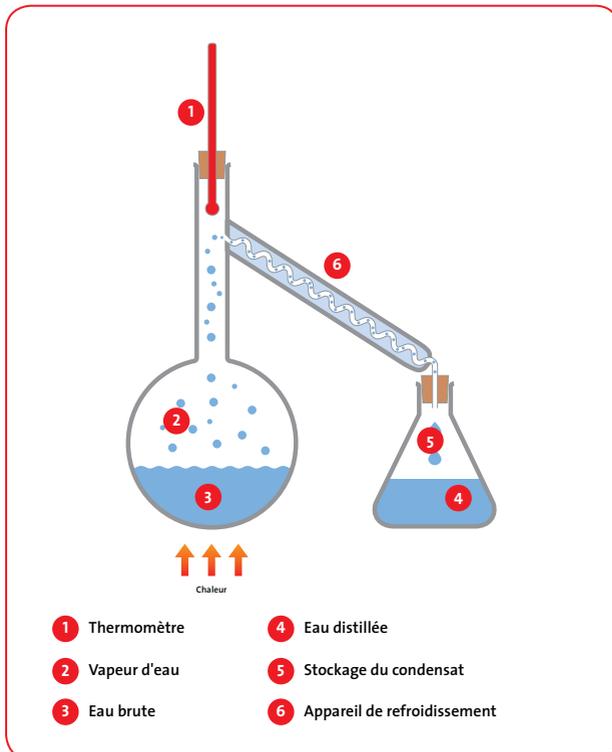
- Supprime uniquement un nombre limité de composés organiques chargés et ne peut pas produire de l'eau ultra pure avec une résistivité de 18,2 MΩ-cm
- L'eau d'alimentation doit être de bonne qualité pour ne pas surcharger la pile EDI avec des composés organiques, des sels plurivalents ou des particules. Elle est généralement traitée par osmose inverse

Distillation

La distillation est une méthode ancienne de purification de l'eau qui sépare l'eau des contaminants en modifiant son état de la phase liquide à la phase gazeuse, pour revenir à une phase liquide. Chacune de ces transitions donne l'occasion de séparer l'eau des contaminants. L'eau est d'abord chauffée au point d'ébullition et la vapeur d'eau monte dans un condensateur où l'eau de refroidissement baisse la température

afin que la vapeur d'eau soit condensée, collectée et stockée. En principe, la distillation peut supprimer toutes les catégories de contaminants de l'eau, à l'exception de ceux dont les pressions de vapeur sont proches de l'eau et des azéotropes. Le procédé de distillation est plus efficace avec de l'eau pré-traitée pour réduire l'accumulation de précipités et l'acheminement des impuretés.

Il est peu probable que les alambics de laboratoire produisent une purification adéquate à partir d'eau d'alimentation non traitée, particulièrement lorsqu'il se produit une précipitation, et les alambics de laboratoire sont le plus souvent alimentés en eau pré-purifiée par RO ou échange d'ions. Les alambics de laboratoire fonctionnent en continu ; au fur et à mesure que l'eau d'ébullition est distillée, elle est remplacée par une nouvelle eau d'alimentation. Une conception soignée est essentielle pour réduire le transfert possible de contaminants moins volatiles par exemple par aspersion ou par entraînement en surface ou de vapeur.



Les contaminants ayant des pressions de vapeur supérieures à l'eau sont éliminés lors de la phase de condensation d'un alambic. Des condensateurs composés (multi-niveaux) qui équilibrent la vapeur et l'eau en ébullition dans des compartiments multiples et spécialisés sont nécessaires pour supprimer ces contaminants de manière efficace. La contamination à partir de l'air ambiant (par exemple la poussière, les matières volatiles, etc.) doit également être réduite.

De même que la RO, la distillation ne génère que lentement de l'eau purifiée et le distillat doit être stocké en vue d'une utilisation ultérieure. Les alambics consomment beaucoup d'énergie – généralement 1kW d'électricité par litre d'eau produite. Selon la conception de l'alambic, l'eau distillée peut avoir une résistivité de près de 1 M Ω -cm lorsque le CO₂ de l'air se dissout dans l'eau distillée. Le distillat sera stérile dès qu'il sera produit. Cependant, pour maintenir sa stérilité, il est collecté dans des bouteilles de stockage stériles puis placé dans un autoclave ; cependant, après ouverture de la bouteille, il est exposé aux bactéries et aux impuretés de l'air et sa pureté se réduit rapidement.

Fiche de données – distillation

Avantages :

- Supprime une large gamme de contaminants
- Longue durée de vie

Limitations :

- Purification de l'eau lente
- Certains contaminants sont transmis en quantités variables dans le condensat
- Doivent être alimentés avec de l'eau purifiée au préalable
- L'eau distillée peut être sujette à la re-contamination durant un stockage prolongé, ce qui nécessite par conséquent un entretien méticuleux
- Peu économique et peu écologique – nécessite de grandes quantités d'électricité pour le chauffage et de grands volumes d'eau du robinet pour le refroidissement



Fiche de données – charbon actif

Avantages :

- Produit une réduction importante de COT
- Longue durée de vie attribuée à une haute capacité d'agglomération

Limitations :

- N'élimine pas tous les contaminants organiques dissous
- Rejette parfois des particules fines et des composants solubles dans le circuit d'eau

Charbon actif – dans l'eau purifiée

La seconde application importante du charbon actif consiste à éliminer les composants organiques de l'eau purifiée, souvent dans le circuit de purification avant le lit final d'échange d'ions. Le charbon actif prélève les contaminants de l'eau au moyen des forces ioniques, polaires et Van der Waals, ainsi que de l'attraction de surface active. Les lits de carbone activés ont tendance à libérer des particules fines et des composants solubles dans le flux d'eau et n'éliminent

pas tous les contaminants organiques dissous, mais leur utilisation peut produire une réduction importante du COT. Une forme plus pure de charbon actif issue de billes de polymères est parfois utilisée pour cette application.

Filtres microporeux

Les filtres à tamis microporeux jouent le rôle de barrière physique au passage des particules et microorganismes dans des systèmes d'eau purifiée. Les filtres à tamis, caractérisés par des valeurs nominales de taille de particules absolues, ont des structures moléculaires uniformes, qui, comme un tamis, retiennent toutes les particules dont la taille de pore est supérieure à celle contrôlée sur sa surface. Des filtres à tamis (0,05 à 0,22 μm) sont généralement utilisés le plus près possible du point d'utilisation pour retenir les microorganismes et les particules fines. Les particules piégées, y compris les microorganismes ou leurs produits métaboliques, et la matière soluble, peuvent être rincées des filtres et un entretien adapté (nettoyage régulier et remplacement périodique) est nécessaire pour conserver les niveaux de performances souhaités. Les filtres récemment installés nécessitent généralement un rinçage avant utilisation pour éliminer les contaminants extractibles. Un filtre à membrane microporeux est généralement considéré comme indispensable dans un système de purification d'eau, à moins d'être remplacé par un ultrafiltre.

Fiche de données – filtres microporeux

Avantages :

- Les filtres à tamis fonctionnent comme des filtres absolus qui retiennent et éliminent tous les microorganismes et particules supérieurs à leurs taille de pore
- S'avèrent efficaces à moins d'être endommagés
- Entretien facile, c'est-à-dire que seul leur remplacement est nécessaire

Limitations :

- Sont obstrués lorsque la surface est couverte de contaminants, et doivent par conséquent être utilisés dans la dernière étape de purification en tant que garantie
- N'éliminent pas les substances inorganiques, organiques ou pyrogènes dissoutes
- Ne peuvent pas être régénérés

Performances de l'ultrafiltre (UF)

Echantillon	Conc. d'endotoxines (EU/ml)	Conc. de bactéries (CFU/ml)
Défi	1000	2×10^7
Post UF-1	<0,001	<0,01
Post UF-2	<0,001	<0,01
Post UF-3	<0,001	<0,01
Post UF-4	<0,001	<0,01
Post UF-5	<0,001	<0,01
Consigner la réduction ₁₀	>6	>9

Ultrafiltres (UF)

Les UF sont des filtres à membrane qui éliminent des particules aussi petites que des macromolécules de protéine. La taille des pores varie généralement de 1 à 10 nm et les membranes en forme de fibres creuses sont souvent utilisées pour générer des débits plus importants. Ils se caractérisent par leur efficacité en termes de réduction de la concentration des contaminants concernés à des niveaux acceptables. Les UF sont généralement installés près de la sortie d'un système de purification d'eau afin de réduire la concentration de microorganismes et des grandes molécules organiques, dont les nucléases et les endotoxines. Les UF doivent être nettoyés régulièrement et/ou remplacés pour garantir leur efficacité. Les UF peuvent être installés de façon traditionnelle, là où le flux d'eau est envoyé directement dans la membrane, ou « en travers » (flux tangentiel) où une partie de l'eau d'entrée traverse la surface de la membrane pour réduire l'encrassement par rinçage des contaminants. L'UF est une technologie excellente pour garantir une qualité stable de l'eau ultra pure, en ce qui concerne les particules, bactéries et pyrogènes.

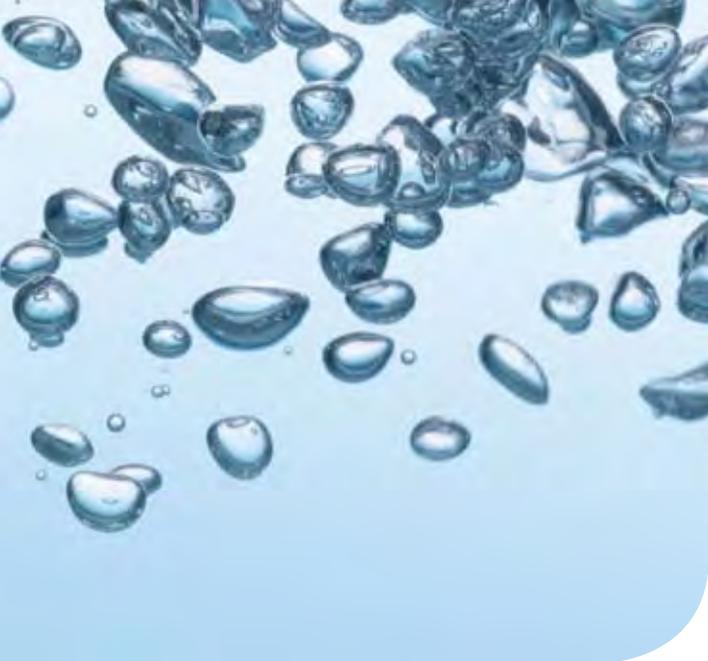
Fiche de données – ultrafiltres

Avantages :

- Élimine efficacement la plupart des colloïdes, enzymes, particules microorganismes et endotoxines au-dessus des valeurs nominales, en les retenant au-dessus de la surface de l'ultrafiltre
- Fonctionnement efficace, à moins qu'il ne soit endommagé
- La durée de vie peut être étendue par une aspersion régulière d'eau sous pression

Limitations :

- N'élimine pas les substances inorganiques ou organiques dissoutes
- Peut s'obstruer en présence d'un haut niveau de contaminants de poids moléculaire élevé

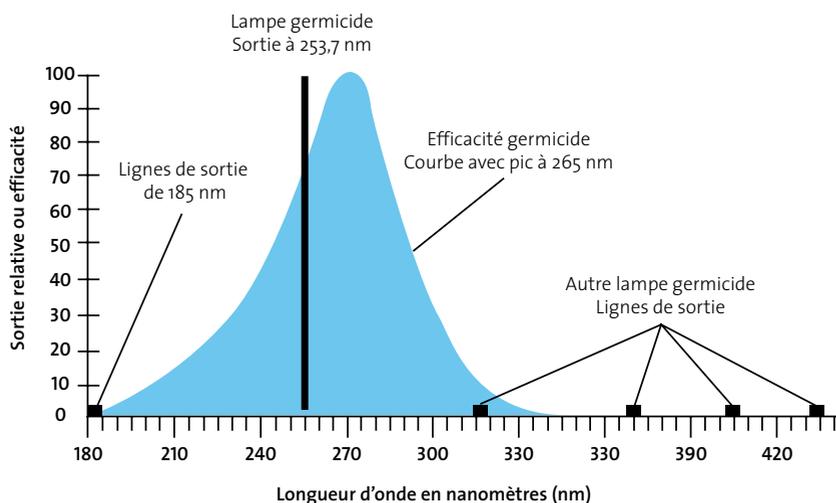


Filtres de purge d'air

Les filtres hydrophobiques microporeux sont souvent installés sur des conteneurs de stockage de l'eau en tant que filtres de purge d'air afin d'éviter que les particules, notamment les bactéries, n'entrent dans l'eau stockée. En combinant le support absorbant avec du support de filtre, les filtres à air composites peuvent également réduire le CO_2 et la contamination organique de l'eau stockée. Un remplacement régulier est obligatoire pour assurer l'efficacité.

Membranes de dégazage (ou désaération)

Un contacteur utilise un filtre à membrane hydrophobique pour éliminer les gaz (tels que le CO_2 , O_2) de l'eau. Le flux d'eau passe d'un côté de la membrane et un balayage de gaz ou vide supprime les gaz de l'autre côté de la membrane. Le taux d'élimination d'une espèce dépend de la perméabilité de la membrane, de la zone de contact, de la durée du contact et des différences de pression partielle à travers la membrane.



Technologies de contrôle des microorganismes

	Filtre microporeux	Ultrafiltre	Osmose inverse	Echange d'ions	Charbon actif	Ultraviolets
Microorganismes	✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓*	✓*	✓✓✓
Endotoxines	✓	✓✓✓	✓✓	✓✓*	✓*	✓

Légende

- ✓✓✓ Elimination parfaite
- ✓✓ Elimination correcte
- ✓ Elimination partielle

* Haute efficacité initiale

Ultraviolets

Les ultraviolets sont largement utilisés en tant que bactéricide et pour casser et photo-oxyder les contaminants organiques en espèces polarisées ou ionisées qui peuvent être ensuite supprimées par échange d'ions. Les sources d'UV dans des systèmes de purification d'eau de laboratoire sont des lampes à mercure basse pression qui produisent une radiation d'une longueur d'onde de 254 nm. Ce processus a l'action bactéricide la plus importante car il endommage l'ADN et l'ARN polymérase à de faibles doses, évitant ainsi la réplication, tandis que des doses plus fortes sont biocides. Les chambres UV et les lampes doivent être conçues pour fournir un dosage suffisant d'UV pour éviter la production de micro-organismes vivants mais inactivés. La radiation à des longueurs d'onde plus courtes (185 nm) est plus efficace pour l'oxydation des composés organiques car elle brise les grandes molécules organiques en composants ionisés plus petits, qui peuvent ensuite être supprimés par un lit de résine d'échange d'ions de haute pureté en aval. L'élimination préalable des ions organiques, par échange d'ions initial, optimise l'efficacité de ce traitement. La radiation UV à 185 nm est un oxydant extrêmement efficace et un composant clé pour produire de l'eau ultra pure avec les plus faibles niveaux de contaminants organiques.

Fiche de données – rayons UV

Avantages :

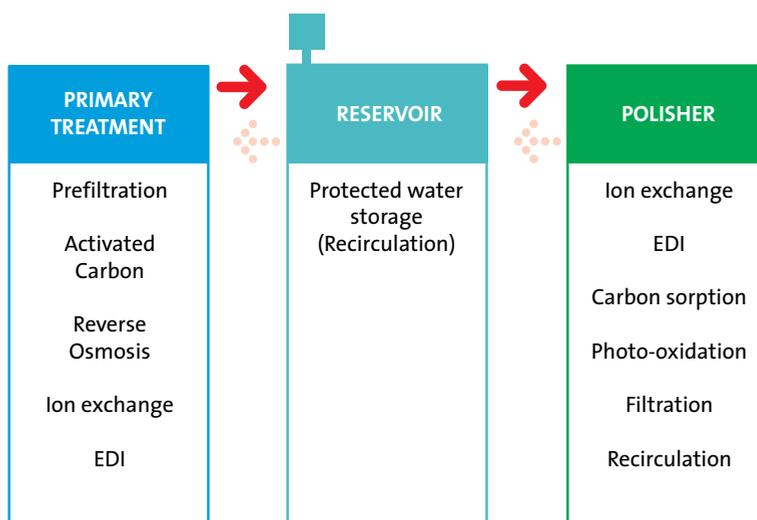
- Oxydation des composés organiques (185 nm et 254 nm) pour atteindre des niveaux de COT < 5 ppb
- Traitement bactéricide efficace

Limitations :

- La photo-oxydation des composés organiques est une étape du polissage qui ne peut réduire les niveaux de COT que de façon limitée
- Pas d'effet sur les ions, particules ou colloïdes
- La résistivité de l'eau est diminuée en raison du CO_2 libéré par la photo-oxydation, car est généré du H_2CO_3 (H^+ , HCO_3^-)

Conception du système

Les différentes technologies de purification de l'eau ont été décrites dans cette section ; chacune a ses avantages et ses limites. Certaines sont capables de supprimer de grandes proportions de plusieurs types d'impuretés, tandis que d'autres conviennent parfaitement pour éliminer un contaminant particulier jusqu'à des niveaux extrêmement faibles. C'est pourquoi, afin d'éliminer tous les contaminants pour produire le niveau de purification voulue pour une application particulière, il est nécessaire d'utiliser une combinaison de technologies.



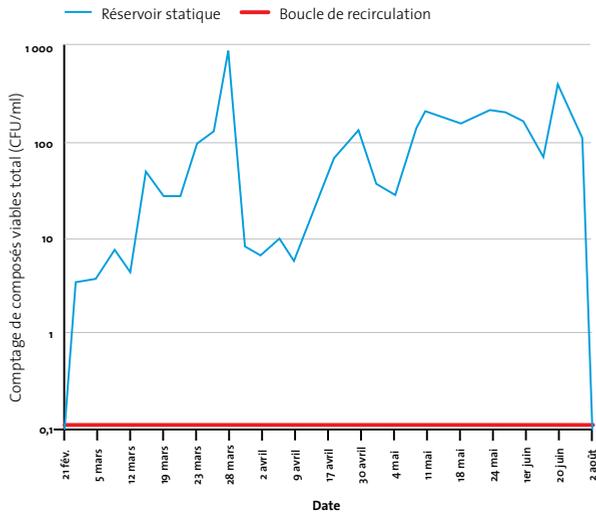
Chaque système nécessitera des traitements préalables basés sur l'eau d'alimentation spécifique, pour l'élimination des particules, du chlore et de la chloramine et, si possible, du calcium et du magnésium. Cette procédure sera suivie de préférence de l'osmose inverse pour éliminer pratiquement tous les colloïdes, les particules et les composés organiques de poids moléculaire élevé et plus de 90 % des ions. L'eau de niveau principal produite, qui est générée de façon relativement lente et stockée dans un réservoir, contiendra certains niveaux de composés organiques, ions, bactéries et débris de cellule, dioxyde de carbone dissous et d'oxygène. Ces étapes peuvent être réalisées dans des unités séparées dans un système local ou plus vaste avec un circuit fournissant de l'eau à un seul laboratoire ou l'ensemble d'un bâtiment.

L'eau est ensuite traitée au moyen d'une ou plusieurs techniques selon la pureté requise – échange d'ions et/ou EDI pour éliminer les ions, charbon actif et autres solutions absorbantes pour éliminer des composés organiques, ultraviolets pour tuer les bactéries et/ou pour oxyder les composés organiques résiduels, microfiltration pour supprimer les particules et les bactéries et ultrafiltration pour éliminer les endotoxines, les protéases et les nucléases. Toutes ces étapes ou certaines d'entre elles peuvent être combinées dans la même unité que l'osmose inverse, ou séparément dans un « polisseur ».





Efficacité de la recirculation et repurification de l'eau sur la contamination bactérienne



1 Système de gestion contrôlé par microprocesseur et capteur de pureté de l'eau

2 Filtre de charbon actif

3 Module de photo-oxydation par rayons UV

4 Recirculation de l'eau via le réservoir de la cuve de vidange afin de stocker l'eau et en maintenir la qualité

5 Cartouche de purification - échanges d'ions plus support absorbant



8 Membrane d'osmose inverse

7 Le filtre de purge d'air composite bloque l'entrée des impuretés de l'air

6 Epurations 18,2 MΩ-cm (0,055 μS/cm) eau ultra pure



	Eau d'alimentation	Post filtre charbon	Post RO	Post UV	Post échange d'ions
Conductivité (µS/cm)	50 à 900	50 à 900	1 à 30	1 à 30	0,055
Calcium (mg/l)	20 à 150	20 à 150	0,4 à 5	0,4 à 5	<0,0001
Sodium (mg/l)	20 à 150	20 à 150	1 à 10	1 à 10	<0,0001
Fer (mg/l)	0,01 à 0,1	0,01 à 0,1	<0,01	<0,01	<0,0001
Bicarbonate (mg/l)	30 à 300	30 à 300	1 à 10	1 à 10	<0,0001
Chlorure (mg/l)	10 à 150	10 à 150	0,5 à 5	0,5 à 5	<0,0001
Sulfate (mg/l)	1 à 100	1 à 100	0,1 à 5	0,1 à 5	<0,0001
COT (mg/l)	0,2 à 5	0,1 à 2	0,05 à 0,2	<0,05	<0,01
Chlore total (mg/l)	0,1 à 1	<0,1	<0,05	<0,05	<0,05
Bactéries (CFU/ml)	10 à 100	10 à 100	1 à 10	<1	<1
Endotoxine (EU/ml)	1 à 100	1 à 100	<1	<1	<0,1
Turbidité	0,1 à 2	0,1 à 1	<0,01	<0,01	<0,01

Le stockage et la distribution sont des sources potentielles de contamination, en particulier par les bactéries. Des procédures de conception et d'entretien appropriées sont nécessaires pour réduire ces problèmes. Les matériaux choisis pour la construction sont également importants et les métaux autres que l'acier inoxydable, doivent être évités. Il existe de nombreux plastiques haute pureté mais on veillera

à éviter ceux qui contiennent des enduits et additifs qui pourraient se lixivier et ainsi contaminer l'eau. Les réservoirs doivent être protégés contre l'entrée des contaminants au moyen de filtres de purge d'air composites adaptés et l'eau purifiée est souvent remise en circulation de façon continue ou intermittente, par l'intermédiaire de certaines technologies de purification pour maintenir la pureté.



Contrôle – Maintenir la pureté de l'eau purifiée

Conductivité/ résistance électrique pour la détection des ions

La conductivité et la résistance électriques sont toutes deux des mesures de la capacité d'un liquide à conduire le courant électrique. La conductivité est la réciproque de la résistance, par exemple conductivité = 1/résistance. Le contenu ionique de l'eau purifiée est fourni par la mesure de la conductivité électrolytique, k , et sa réciproque, la résistance, r .

$$k = F \cdot \sum c_i z_i u_i$$

$$r = 1/k$$

Conductivité faible = haute résistance

En pratique, les unités de conductivité sont généralement utilisées dans des applications qui vont de l'eau brute à l'eau potable et au niveau primaire tandis que les unités de résistance sont utilisées pour l'eau ultra pure déionisée ou obtenue par osmose inverse.

L'unité de conductivité est le Siemen (S/cm) et l'unité de résistance est l'Ohm (Ω -cm). Un méga-ohm ($M\Omega$ -cm) = 1 000 000 ohms.

Puisque la conductivité et la résistance font référence à une zone dans laquelle le courant est mesuré, c'est-à-dire la longueur/zone, il est fréquent de rencontrer des unités exprimées en $M\Omega$ -cm ou $\mu S/cm$.

Il est peu pratique de contrôler toutes les impuretés potentielles dans l'eau purifiée. Les sels inorganiques et les composés organiques dissous sont les principaux contaminants qui affectent la plupart des applications de laboratoire et il est donc important qu'ils soient contrôlés en ligne dans des systèmes d'eau de laboratoire. Les principales techniques rapides en ligne sont la résistance et le COT.

Conductivité	Résistance
0,01 μS	100 $M\Omega$
0,055 μS	18,0 $M\Omega$
0,1 μS	10 $M\Omega$

La conductivité, k , représente les contributions totales des ions individuels dans l'eau et fournit par conséquent une indication non spécifique utile des ions dans l'eau purifiée. Cela inclut tous les ions d'impureté et les ions d'hydrogène et d'hydroxyle provenant de la dissociation naturelle très légère de l'eau. Ces ions d'hydrogène et d'hydroxyle font que l'eau totalement pure a une conductivité de 0,055 $\mu S/cm$ à 25 °C (une résistance de 18,2 $M\Omega$ -cm).

Contrôle des impuretés

Impuretés	Approche de contrôle
Ions	Utilisation de RO, d'échange d'ions, EDI, contrôle de résistance en ligne
Organiques	Utilisation de RO, charbon, photo-oxydation par UV, mesure de COT en ligne
Particules	Utilisation d'un filtre absolu. Test en ligne occasionnel, si nécessaire
Bactéries	Utilisation d'un microfiltre, UV et nettoyage. Test hors ligne
Endotoxines	Utilisation d'un ultrafiltre, photo-oxydation par UV. Test hors ligne
Particules bio-actives	Utilisation d'un ultrafiltre, photo-oxydation par UV. Test hors ligne
Gaz	Dégazage au point d'utilisation. Test en ligne occasionnel, si nécessaire

Conseils

Le stockage de l'eau purifiée qui n'est pas remise en circulation, doit être réduit le plus possible pour limiter la détérioration de qualité et l'apparition de bactéries.

Pour un sel fortement ionisé, la valeur k est approximativement proportionnelle à la concentration du sel dans la solution et aux mobilités de ses ions exprimées en u^+ (cation) et u^- (anion). Les valeurs de u^+ et u^- dépendent également fortement de la viscosité de la solution, et par conséquent, de la température de l'eau t . Pour de nombreux ions, le coefficient de température relatif de u est d'environ $+2\%/^{\circ}\text{C}$. De plus, la valeur de la constante d'équilibre pour la dissociation de l'eau, K_w , dépend également de la température et la conductivité de l'eau pure peut ainsi augmenter de $6\%/^{\circ}\text{C}$. La pratique normale est de corriger automatiquement toutes les valeurs de conductivité et de résistivité à 25°C . La résistivité et la conductivité se mesurent facilement et rapidement à l'aide d'une cellule (capteur) de conductivité en ligne avec câble et d'un compteur, ou d'un écran, et des équipements électroniques associés généralement fournis avec la compensation de température. Le compteur mesure la résistance, R , entre les électrodes de détection de la cellule de conductivité.

Les valeurs de conductivité inférieures à $2\ \mu\text{S}/\text{cm}$ doivent être mesurées en ligne car l'eau de haute pureté absorbe rapidement les contaminants de l'environnement, notamment le dioxyde de carbone, ce qui augmente la conductivité. Bien que la résistivité offre une excellente indication de la qualité ionique de l'eau de haute pureté, elle ne peut pas indiquer la présence ou la concentration des espèces chimiques non ionisées, et n'est pas non plus

Valeurs de conductivité courantes

	$\mu\text{S}/\text{cm}$
1mg/l NaCl	2,2
10mg/l NaCl	22,0
100mg/l NaCl	220,0
1mg/l HCl	8,0
10mg/l CO_2	4,0

sensible aux concentrations d'ions de niveau sous-ppb à cause de l'équilibre avec les ions d'hydrogène et d'hydroxyle provenant de l'eau. Lorsque ces niveaux sont critiques, les contaminants individuels peuvent avoir besoin d'être mesurés à l'aide de techniques analytiques telles que la spectrométrie de masse à plasma couplé par induction, la chromatographie ionique et le spectromètre d'absorption atomique avec four graphite.

Variations de la résistivité en fonction de la température

Température ($^{\circ}\text{C}$)	Résistivité de l'eau pure ($\text{M}\Omega\text{-cm}$)	Résistivité de 21,1 $\mu\text{g}/\text{l}$ NaCl dans l'eau ($\text{M}\Omega\text{-cm}$)
0	86,19	28,21
5	60,48	22,66
10	43,43	18,30
15	31,87	14,87
20	23,85	12,15
25	18,18	10,00
30	14,09	8,28
35	11,09	6,90
40	8,85	5,79
45	7,15	4,89
50	5,85	4,15

Conseils

Un nettoyage régulier est essentiel pour éviter la formation d'un biofilm. Des tablettes de chlore, l'acide péracétique ou le peroxyde d'hydrogène peuvent convenir pour le nettoyage.

Conseils

Pour garantir le bon fonctionnement des capteurs de résistivité, un employé qualifié doit nettoyer les électrodes de la cellule de ligne et les recalibrer régulièrement.

Valeurs fréquentes de COT (ppb)

Eau de distribution	500 - 5 000*
perméat RO	25 - 100
Eau SDI	50 - 500**
RO + DI	10 - 50
Poli	3 - 5
Poli avec des UV de 185 nm	<2

*(généralement de 1 000 à 3 000)

**Peut être plusieurs fois supérieur en cas d'épuisement du cylindre à cause de l'éluion de particules faiblement liées, telles que les particules organiques.

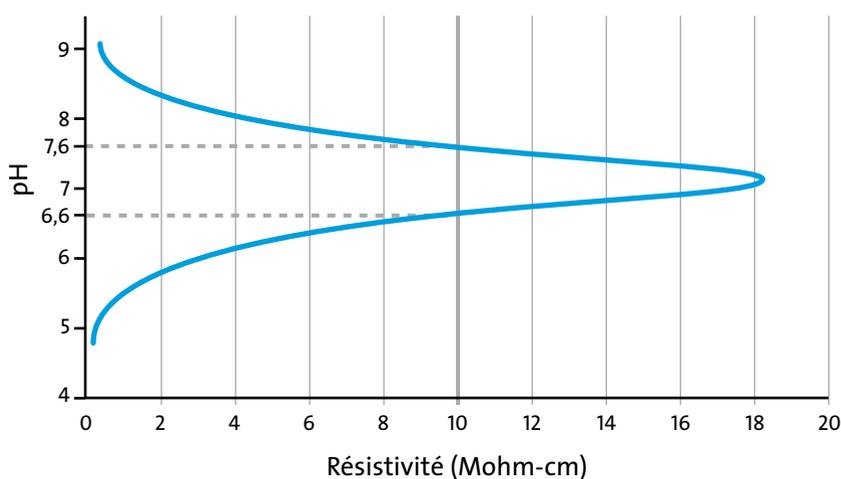
Carbone organique total (COT) pour détecter les composés organiques

La variété et la complexité potentielles des composés organiques dans l'eau purifiée rend difficile leur mesure régulière, c'est pourquoi un indicateur de contamination organique globale est utilisé. La méthode la plus pratique est le COT, qui oxyde les substances organiques dans des échantillons d'eau, puis mesure les produits d'oxydation qui en résultent. Il existe une large gamme d'analyseurs COT, qui peut être en gros subdivisée en deux catégories, les analyseurs qui oxydent tout le carbone en dioxyde de carbone et mesurent sélectivement le CO₂ et ceux qui oxydent partiellement les composés organiques, par exemple en acides, ou oxydent entièrement toutes les espèces présentes et mesurent le changement de conductivité dû à toutes les espèces oxydées. La première catégorie est généralement utilisée hors ligne pour

être conforme aux spécifications COT, tandis que la deuxième est utilisée pour le contrôle en ligne et inclura, par exemple, des contributions d'acides nitriques et sulfuriques provenant de l'oxydation des atomes N et S. Le COT est utilisé principalement pour le contrôle et l'étude de l'évolution. Pour la plupart des eaux, le COT ne peut pas être lié directement à la concentration des molécules organiques car la quantité de carbone est différente selon le type de molécule.

Conseils

Faites toujours circuler au moins 5 litres d'eau purifiée pour effectuer une purge après une période d'inactivité, après le week-end par exemple, particulièrement lorsque l'eau est utilisée pour des applications critiques.



pH

La mesure du pH n'est pas recommandée pour l'eau pure. L'eau de haute pureté développe rapidement des contaminants affectant son pH et présente également une conductance faible, produisant une instabilité dans la plupart des pH mètres. Heureusement, la concentration des ions d'hydrogène affectant à la fois le pH et la résistivité, le pH doit être compris dans certaines limites pour une valeur de résistivité donnée. Par exemple, si la résistivité est de 10 M Ω -cm, le pH doit être compris entre 6,6 et 7,6.

Conseils

Pour éviter la croissance des algues, évitez d'utiliser des réservoirs et canalisations translucides et évitez d'installer des cuves de stockage à proximité des rayons solaires directs ou de sources de chaleur.

Conseils

Changez régulièrement des cartouches d'échange d'ions, en principe tous les six mois, pour réduire l'accumulation de la contamination bactérienne.

Conseils

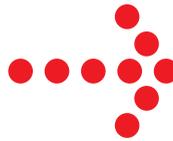
Pour prolonger la durée de vie d'une membrane d'osmose inverse, vérifiez qu'elle est aspergée et nettoyée régulièrement. L'aspersion élimine les particules ou les solides précipités de la surface de la membrane.

Contrôle des spécimens biologiquement actifs

Pour contrôler les spécimens biologiquement actifs, les prélèvements d'eau purifiée sont filtrés à travers un filtre à membrane stérile de 0,22 µm. Les bactéries présentes dans le prélèvement sont retenues sur le filtre, qui est alors placé sur la surface d'un support nutritif faible et incubé. Les nutriments du support se diffusent via le filtre, permettant la croissance de colonies, qui sont généralement comptées après 3 à 5 jours.

Cette technique de « comptage de plaque » nécessitant par nature un long délai avant que les résultats puissent être obtenus, il est essentiel d'utiliser des comptages bactériens réguliers pour contrôler l'acceptabilité bactérienne à long terme. Cela est effectué par microscopie à épifluorescence d'un prélèvement coloré et filtré et peut permettre de détecter et distinguer rapidement les microorganismes vivants et morts, ce qui s'avère utile lorsqu'une action de correction rapide est indiquée. Les comptes d'épifluorescence peuvent être radicalement différents de ceux obtenus par comptage des plaques car les microorganismes se développant dans les systèmes de purification d'eau de laboratoire peuvent se développer lentement ou mal sur les supports de plaques. Les endotoxines sont des lipopolysaccharides présents dans les parois des cellules des bactéries à Gram négatif. Ils produisent des effets indésirables dans de nombreuses

procédures de biologie moléculaire et une réaction toxique s'ils sont injectés à l'homme. Les tests standard basés sur l'activité du *Limulus Amebocyte Lysate* permettent de mesurer les niveaux d'endotoxine. De même, d'autres espèces biologiquement actives telles que le RNase, le DNase et les protéases peuvent gêner fortement de nombreuses techniques de biologie moléculaire. Différents tests spécifiques, souvent sous forme de kit, sont disponibles pour la détection de ces espèces hors ligne.



Conseils

Utilisez des appareils ultrapropres (en verre ou plastique) pour les travaux exigeant de l'eau ultra-pure. Pour les techniques analytiques sensibles, les conteneurs de prélèvements doivent être rincés à l'eau ultra-pure avant utilisation. Les récipients de verre sont recommandés lorsque la qualité organique est importante ; ils peuvent nécessiter une préparation spéciale.

Des procédures doivent être établies pour l'entretien et/ou le remplacement des composants de système de purification d'eau pour garantir que l'eau du produit est constamment conforme aux spécifications. Le contrôle de l'évolution des paramètres de mesure des spécifications d'eau du produit rend possible l'anticipation de certaines tâches d'entretien. La fréquence des opérations de maintenance doit suivre au minimum, les recommandations du fabricant.

Le nettoyage du système de purification et de distribution d'eau est essentiel pour garantir que la contamination microbienne reste dans les limites des spécifications. La fréquence du nettoyage doit être suffisante pour maintenir les spécifications de pureté et est établie à partir de l'utilisation du système, des données d'évolution des contrôles qualité réguliers et de la recommandation du fabricant du système. Les solutions de chlore, l'acide péraétique et le peroxyde d'hydrogène sont souvent utilisés en tant que détergents.

Conseils

La pureté microbiologique de l'eau dans un système de traitement de l'eau ne peut être conservée que par la recirculation de l'eau dans les différents processus de purification via le réservoir de stockage. Le réservoir de stockage doit être scellé et équipé d'un filtre à air anti-bactérien ou filtre de purge d'air composite pour éviter l'entrée d'agents contaminants provenant de l'air.





Normes pour l'eau purifiée

Les normes définissent différents niveaux d'eau et de laboratoire pour des raisons à la fois techniques et économiques. Ces normes ont pour objectif de garantir que la qualité d'eau adéquate est utilisée pour une application spécifique, tout en réduisant les coûts d'exploitation du laboratoire. En général, plus le niveau d'eau requis est pur, plus il est onéreux à produire.

ELGA établit une distinction entre quatre niveaux généraux d'eau de laboratoire purifiée :

Niveau principal

L'eau de niveau principal a le degré de pureté le plus bas et généralement une conductivité de 1 à 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Il peut être produit par des résines d'échange d'anions de base faible chargés, l'osmose inverse ou la distillation simple. Les anions faiblement chargés, tels que le dioxyde de carbone et la silice, peuvent ne pas être supprimés et, par conséquent, seront présents dans ce niveau d'eau. Les applications courantes pour l'eau de niveau principal sont le rinçage d'ustensiles en verre, l'alimentation des machines de lavage et les humidificateurs.

Déionisé

L'eau déionisée a généralement une conductivité de 1,0 à 0,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (une résistivité de 1,0 à 10,0 $\text{M}\Omega\text{-cm}$), et est produite par un échange d'ions à lit mixte à l'aide de résines d'échange d'anions fortement basiques. Elle peut avoir un niveau relativement élevée et variable de contamination organique et bactérienne. Elle est utilisée dans de nombreuses applications, notamment le rinçage, la mise en oeuvre de normes analytiques et de réactifs à but général et la dilution d'échantillons.

Laboratoire général

L'eau de niveau laboratoire général a non seulement une grande pureté ionique, mais également de faibles concentrations de composés organiques et de microorganismes. Une spécification typique serait une conductivité de $<1,0 \mu\text{S}/\text{cm}$ (résistivité $>1,0 \text{M}\Omega\text{-cm}$), une teneur en carbone organique total (COT) $< 50 \text{ppb}$ et un comptage bactérien inférieur à 1 CFU/ml. De l'eau de cette qualité peut être utilisée dans une grande variété d'applications, de la préparation des réactifs et solutions tampon aux supports nutritifs pour la culture de cellules bactériennes et les études microbiologiques. L'eau de niveau Laboratoire peut être produite par distillation double ou des systèmes de purification d'eau intégrant l'osmose inverse et l'échange d'ions ou l'EDI et parfois avec l'absorption et le traitement par UV.



Ultra pure

L'eau de niveau ultra pure s'approche des niveaux de pureté théoriques en termes de résistivité, contenu organique, comptes de particules et bactérien. Ce niveau de pureté est obtenu par polissage de l'eau, qui a été pré-purifiée par échange d'ions, osmose inverse ou distillation. Généralement, l'eau ultra pure a une résistivité de 18,2 M Ω -cm, un COT <10 ppb C, une filtration de particule de 0,1 μ m ou plus fine et des comptages bactériens inférieurs à 1 CFU/ml. L'eau de niveau ultra pure est nécessaire dans de nombreuses techniques analytiques sensibles telles que la chromatographie liquide haute performance (HPLC) de trace, la chromatographie des ions et la spectrométrie à plasma à couplage inductif. L'eau apyrogénique ultra pure est requise dans des applications telles que la culture de cellules de mammifères. L'ultrafiltration permet d'éliminer tous les niveaux importants d'espèces actives biologiquement notamment les endotoxines (généralement <0,005 EU/ml), nucléases et protéases (non détectable).

Les organismes de normalisation appropriés sont :

- **Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) – anciennement NCCLS**
- **L'International Organization for Standardization (ISO)**
- **L'American society for Testing and Material (ASTM)**
- **La Pharmacopée, notamment USP, EP et JP**

Pour les cas où les applications sont encore plus exigeantes que les normes déjà établies, ELGA spécifiera conjointement avec la société ou l'organisation le niveau correct et les méthodes de purification.

Les normes de cette section sont correctes au moment de leur publication mais ne sont cependant pas entièrement cotées et du fait que les normes sont régulièrement révisées et mises à jour, les utilisateurs doivent se référer à la dernière version des normes complètes.

Normes internationales

L'eau purifiée étant obligatoire dans tous les secteurs d'activité et les organisations scientifiques, cela a amené les organismes de normalisation nationaux et internationaux à établir des normes de qualité de l'eau pour différentes applications. L'organisme le plus spécialisé sur le marché des analyseurs cliniques est le Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), anciennement NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standards).

Clinical Laboratory Standards Institute (CLSI) – Preparation and testing of reagent water in the clinical laboratory – 3e édition (1997) – Révisée 2006

Les instructions essentielles pour l'eau purifiée du CLSI ont désigné trois principaux types d'eau (Type I-III), le Type I étant le plus adapté aux laboratoires cliniques et à l'eau fournie aux instruments automatisés.

Clinical Laboratory Standards Institute (CLSI) – Preparation and testing of reagent water in the clinical laboratory – Quatrième édition (2006)

Afin d'encourager les utilisateurs à comprendre les aspects importants liés au choix des systèmes de purification de l'eau, le CLSI a adopté une approche différente dans les instructions révisées. Il a remplacé les désignations de Type I, II, III par une recommandation visant à vérifier que l'eau convient pour l'utilisation.

L'eau de produit répondant à une spécification définie doit être validée comme propre à l'utilisation pour chaque

procédure de laboratoire dans laquelle elle est utilisée. Le système produisant l'eau purifiée doit être validé pour répondre à la spécification des exigences de l'utilisateur. Des prélèvements de contrôle régulier et la documentation de paramètres appropriés doivent être effectués pour vérifier que les technologies de purification d'eau et les systèmes fonctionnent efficacement.

Des procédures doivent être mises en oeuvre pour la maintenance du système afin que le système reste conforme aux spécifications de pureté de l'eau.

Seul un niveau, l'eau réactive de laboratoire clinique, est défini en détails. Il peut être utilisé pour remplacer l'eau de Type I ou II des instructions précédentes. Les autres niveaux, répertoriés ci-dessous, sont décrits en fonction des caractéristiques de leur application et utilisateurs :

- Eau de niveau réactif spécifique (SRW)
- Eau d'alimentation des instruments
- Eau fournie pour utilisation en tant que diluant ou réactif
- Eau en bouteille préconditionnée
- Applications d'autoclave et d'eau de rinçage



	Type I	Type II	Type III
Bactéries (CFU/ml) max.	10	1000	NS
pH	NS	NS	5,0 - 8,0
Résistivité (MΩ-cm à 25 °C) min.	10	1	0,1
SiO ₂ mg/l max.	0,05	0,1	1
Particules	FILTRE 0,2 µm	NS	NS
Contaminants organiques	Charbon actif, distillation ou osmose inverse	NS	NS

Eau de réactif de laboratoire clinique (CLRW)

L'eau CLRW est destinée à répondre aux exigences de la plupart des tests de laboratoire clinique de routine. Les limites indiquées pour les paramètres doivent être respectées au point de sortie de l'eau d'un système de purification en vue du stockage ou de l'utilisation. Les spécifications ont pour but de contrôler les paramètres critiques pour garantir de façon appropriée une eau purifiée pour les procédures de test de laboratoire clinique spécifiques. Il est obligatoire que l'eau de produit final réponde aux spécifications d'impureté, et que les paramètres soient surveillés de façon régulière pour détecter les évolutions indiquant une détérioration dans le processus de purification d'eau.

Tout aspect important des normes est mis en évidence dans les instructions du CLSI. Il souligne que les normes prescrites ne peuvent être que des indicateurs de ce qui peut être considéré comme un niveau acceptable d'eau pure. Il est de la responsabilité du fabricant de l'analyseur de vérifier si une spécification ou un niveau particulier de l'eau convient à une application chimique spécifique sur un analyseur particulier.

Etant donné que la chimie, entre autre, peut être modifiée, ou de nouveaux paramètres introduits, la seule option « fiable » consiste à fournir la meilleure qualité d'eau pour toutes les applications. Même si ces conditions sont réunies, les impuretés spécifiques à certaines applications chimiques doivent être mises en évidence s'il s'avère qu'elles affectent les résultats.

Eau de niveau réactif spécifique (SRW)

Requise pour les tests de laboratoire clinique spécifiques, l'eau de réactif spécifique est une eau pure devant respecter d'autres spécifications de pureté, généralement supérieures à celles de CLRW. La spécification doit inclure les mêmes paramètres que CLRW avec des paramètres supplémentaires si nécessaire. Il peut être nécessaire pour un laboratoire de posséder plusieurs SRW différents. Dans la plupart des cas, on évalue si le SRW convient à une application par des tests lors du développement des dosages à l'aide de techniques de réaction sur spécimen vierge, sur réactif vierge, d'ajout de normes et de test d'interférence. Une fois qualifié, le laboratoire doit déterminer les spécifications et le test de validation pour vérifier si l'eau répond aux exigences de test clinique spécifiques. Les applications courantes d'un SRW sont notamment :

- **L'analyse organique de trace, qui peut nécessiter un COT inférieur ou une spécification d'absorbance spectrophotométrique des UV**
- **Les tests DNA et RNA qui requièrent généralement des spécifications pour les niveaux de protéase et d'activité DNase et RNase**
- **Les analyses des métaux de trace qui requièrent une réaction négative vierge pour chaque métal à mesurer**
- **Eau d'endotoxine faible (0,25 EU ml ou inférieure) peut être nécessaire pour les applications de biologie moléculaire sensibles telles que la culture cellulaire, le test d'organe et la détection des anticorps fluorescents des microorganismes**
- **Une eau à faible teneur en CO₂ peut être nécessaire pour préparer des tampons standard pour le réglage du pH**

Eau d'alimentation des instruments

L'eau d'alimentation des instruments est destinée au rinçage interne, à la dilution et aux bains de trempage des instruments automatisés. L'utilisation de CLRW pour cette application doit être confirmée par le fabricant d'un instrument spécifique et l'eau de cette spécification doit être utilisée.

Le CLSI recommande de vérifier que l'eau de laboratoire convient pour cette utilisation. L'eau doit être validée comme étant appropriée pour chaque procédure de laboratoire dans laquelle elle doit être utilisée. Le système produisant l'eau purifiée doit également être validé. Un contrôle régulier, l'évolution et la documentation de paramètres appropriés doivent être effectués pour vérifier que les technologies de purification d'eau et les systèmes fonctionnent efficacement. Des procédures doivent être établies pour la maintenance du système. Seul un niveau, l'eau réactive de laboratoire clinique, est défini en détails. Les autres niveaux sont décrits par rapport à leur application et définis en détails par l'utilisateur.

Spécifications pour CLRW

Impuretés ioniques – Résistivité 10 MΩ-cm

Impuretés organiques – COT < 500 ppb

Impuretés microbiologiques (numération hétérotrophique sur plaques totale) < 10 CFU/ml*

Contenu de particules – Filtre en ligne 0,2 µm ou plus fin à proximité de la phase de sortie

*les tests d'épifluorescence et d'endotoxine sont facultatifs pour fournir d'autres informations

Spécification de l'Organisation internationale de normalisation pour l'eau destinée à l'usage des laboratoires ISO 3696 : 1987

Cette norme couvre trois classes d'eau, comme suit :

Classe 1

Quasiment exempte d'agents de contamination ioniques et organiques dissous ou colloïdaux. Elle répond aux exigences analytiques les plus strictes, notamment celles de la chromatographie liquide haute performance (HPLC). Cette qualité devrait être obtenue en poursuivant le traitement à partir de la qualité 2, par exemple par osmose inverse ou échange d'ion, puis filtration à travers un filtre à membrane avec des pores de dimension 0,2 µm pour éliminer les particules de matière, ou par redistillation à partir d'un appareil en silice fondue.

Niveau 2

Contaminants non organiques, organiques ou colloïdaux très faibles et appropriés pour des applications d'analyse sensible, telles que la spectrométrie d'absorption atomique (SAA) et la détermination des constituants en quantités de trace. Peut être produit par distillation multiple, échange d'ions ou osmose inverse suivie par la distillation.

Niveau 3

Convient pour le travail d'analyse par voie humide de la plupart des laboratoires et pour la préparation des solutions réactives. Peut être produit par distillation simple, échange d'ions ou osmose inverse. Sauf autre spécification, il doit être utilisé pour le travail d'analyse ordinaire.

Paramètre	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
pH à 25 °C, valeurs d'extrémité comprises	N/A	N/A	5,0 à 7,5
Conductivité électrique en $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25 °C, max.	0,1	1,0	5,0
Contenu max. d'oxygène (O_2) sur matières oxydables en mg/l	N/A	0,08	0,4
Absorbance à 254 nm et 1cm de chemin optique, unités d'absorbance, max.	0,001	0,01	Non spécifié
Résidu après évaporation par chauffage à 110 °C mg/kg, max.	N/A	1	2
Contenu en silice (SiO_2) mg/l, max.	0,01	0,02	Non spécifié



Spécification de la norme American Society for Testing and Materials (ASTM) D1193-06 pour l'eau de qualité réactif

Cette spécification répond aux besoins d'une eau appropriée à l'emploi de méthodes d'analyse chimique et de test physique, le choix de l'un ou l'autre des niveaux étant déterminé par la méthode ou le chercheur.

	Type I*	Type II**	Type III***	Type IV
Conductivité électrique max. ($\mu\text{S}/\text{cm}$ @ 25 °C)	0,056	1,0	0,25	5,0
Resistivité électrique min. ($\text{M}\Omega\text{-cm}$ @ 25 °C)	18,0	1,0	4,0	0,2
pH @ 25 °C	-	-	-	5,0 - 8,0
COT max. ($\mu\text{g}/\text{l}$)	50	50	200	Pas de limite
Sodium max. ($\mu\text{g}/\text{l}$)	1	5	10	50
Silice max. ($\mu\text{g}/\text{l}$)	3	3	500	Pas de limite
Chlorure max. ($\mu\text{g}/\text{l}$)	1	5	10	50

Légende :

*Nécessite l'emploi d'un filtre à membrane de 0,2 μm

**Préparé par distillation

***Nécessite l'emploi d'un filtre à membrane de 0,45 μm

Lorsque les niveaux bactériens doivent être maîtrisés, les types de classes de réactif doivent être conformes à :

	Type A	Type B	Type C
Comptage bactérien total maximum CFU/100 ml	1	10	1000
Endotoxines max. EU/ml	0,03	0,25	-

Normes établies dans la pharmacopée

Des pharmacopées distinctes sont élaborées par un certain nombre d'administrations, notamment aux Etats-Unis, en Europe et au Japon. Chacune spécifie les matériaux, y compris l'eau, à utiliser pour le travail médical. Le niveau de pureté général de l'eau indiqué est le même dans chaque cas, mais diffère dans les détails. Les autres critères sont définis pour l'eau requise pour les applications stériles. Les normes pour l'eau purifiée données dans la Pharmacopée européenne (EP) et la Pharmacopée des Etats-Unis (USP) sont résumées ci-dessous. L'eau pour injection à l'homme ou aux animaux est soumise à des critères bactérien/pyrogène stricts et des méthodes de préparation sont indiquées.

Exigences de pharmacopée relatives à la pureté de l'« eau purifiée »

Propriétés	EP	USP
Conductivité	<4,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20 °C	<1,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25 °C
COT	<500 $\mu\text{g}/\text{l C}$	<500 $\mu\text{g}/\text{l C}$
Bactéries (instructions)	<100 CFU/ml	<100 CFU/ml
Nitrates	<0,2 ppm	-
Métaux lourds	<0,1 ppm	-

Norme européenne EN285

La norme européenne EN285:2006+A1:2008 spécifie les exigences et tests appropriés pour les stérilisateurs à vapeur grande capacité dont le volume de cuve est d'au moins 60 l. Ils sont principalement utilisés dans le domaine de la santé pour la stérilisation des appareils médicaux et leurs accessoires ainsi que pour la production commerciale des appareils médicaux. La norme recommande des valeurs maximales pour les contaminants dans l'eau qui alimente ces appareils.

Valeurs maximales recommandées pour les contaminants à l'entrée des stérilisateurs à vapeur grande capacité (EN285)

Eau d'alimentation	
Résidu d'évaporation	< 10 mg/l
Silicate (SiO_2)	< 1 mg/l
Fer	< 0,2 mg/l
Cadmium	< 0,005 mg/l
Plomb	< 0,05 mg/l
Résidus de métaux lourds à l'exception du fer, du cadmium et du plomb	< 0,1 mg/l
Chlorure (Cl)	< 2 mg/l
Phosphate (P_2O_5)	< 0,5 mg/l
Conductivité (à 25 °C)	< $\mu\text{S}/\text{cm}$
valeur de pH (degré d'acidité)	5 à 7,5
Aspect	Incolore propre sans sédiment
Dureté (Σ ions alcalino-terreux)	< 0,02 mmol/l



Glossaire

Absorption – Processus par lequel une substance est prélevée chimiquement ou physiquement sous forme brute par un matériau (absorbant) et retenue dans les pores et les interstices à l'intérieur.

Adoucissement – Processus de traitement de l'eau par lequel les cations, les ions de calcium et magnésium formant des rugosités notables, sont échangés pour le sodium à l'aide de résines d'échange de cation de forme sodium.

Adsorption – Adhérence des molécules, atomes et types ionisés de gaz ou de liquide à la surface d'une autre substance (solide ou liquide) produite par une variété d'attirances faibles.

Azéotrope – Un mélange de deux composants ou plus avec des compositions de phase vapeur et liquide en équilibre qui sont identiques à une température et une pression donnée.

Bactéricide – Un agent chimique ou physique tuant les bactéries.

Biocide – Un agent chimique ou physique tuant les microorganismes.

Biofilm – Une couche de microorganismes comprise dans une matrice de polysaccharide glycoprotéine, qui adhèrent les uns aux autres et/ou aux surfaces.

Carbone organique total (TOC) – Concentration totale du carbone présent dans les composés organiques.

Cartouche – Conteneur jetable pré-emballé pour loger la résine de purification de l'eau, le support ou la membrane.

Cellule de ligne – Un assemblage d'électrodes placé dans un flux d'eau par lequel la conductivité ou la résistivité est mesurée.

CFU/ml – Unités formant colonie par millilitre. Une mesure des populations microbiennes viables.

Charbon actif – Forme hautement poreuse du charbon utilisée pour absorber des composés organiques et supprimer le chlore et la chloramine.



Colloïde – Une dispersion stable de particules fines dans l'eau dont la taille est généralement inférieure à 0,1 µm. Colloïdes contenant du fer, de l'aluminium, de la silice et les composés organiques fréquemment présents dans les eaux naturelles et potables.

Concentré – Le liquide contenant la matière dissoute et en suspension qui se concentre à l'intérieur d'une membrane et est purgé.

Condensateur – L'étape d'un système de distillation qui supprime suffisamment de chaleur d'un liquide vaporisé ce qui provoque le changement de la vapeur en liquide.

Conductivité – La conductivité est la réciproque de la résistivité. Pour les systèmes de purification de l'eau, la conductivité est généralement rapportée en microSiemens par centimètre (µS/cm) à 25 °C.

Dégazage – Élimination du O₂ et CO₂ de l'eau, généralement par transfert via une membrane hydrophobe. Le CO₂ est supprimé pour augmenter la capacité d'échange d'ions en aval.

Déionisation (DI) – Suppression des ions d'impureté de l'eau. Généralement utilisé en référence à l'échange d'ions – voir Echange d'ions.

Distillation – Processus de purification qui tire parti du changement d'une substance de la phase liquide à la vapeur puis qui revient en phase liquide généralement au point d'ébullition de la substance, afin de la séparer des autres substances dont les points d'ébullition sont plus élevés ou plus faibles.

Dureté – Les caractéristiques d'incrustation et d'obstruction de certaines sources d'eau, dues à de hautes concentrations de calcium et magnésium. La dureté temporaire, due à la présence de magnésium ou

de bicarbonate de calcium, est ainsi qualifiée car elle peut être éliminée par ébullition de l'eau pour convertir les bicarbonates en carbonates insolubles. Les sulfates et chlorures de calcium et de magnésium produisent une dureté permanente de l'eau.

Eau de distribution – L'eau introduite dans un processus de purification.

Echange d'ions (IX) – Le processus de purification d'eau consistant à éliminer les sels ionisés de la solution, en remplaçant les ions d'hydrogène pour les impuretés de cation et les ions hydroxyles pour les impuretés d'anion.

Electrodéionisation (EDI) – Technologie qui combine des résines d'échange d'ions et des membranes de sélection des ions avec un courant continu afin d'éliminer de l'eau les particules d'impureté ionisées.

En ligne – Dans les systèmes de contrôle de l'eau, désigne les appareils de mesure directement reliés au flux d'eau.

Endotoxine – Un composant lipopolysaccharide thermiquement stable provenant de la paroi des cellules de microorganismes à gram négatif viables ou non viables. Peut servir de pyrogène.

Epifluorescence – Méthode microscopie à fluorescence qui peut servir à détecter des bactéries après filtration et coloration.

Filtration – Un processus de purification dans lequel le passage d'un fluide via un matériau poreux produit l'élimination des impuretés.

Grains fins de carbone – Très fines particules de carbone lavables sur un lit de charbon actif.

Gram négatif – Fait référence aux bactéries qui n'absorbent pas la tache violette décrite à l'origine par le Gram.

Hors ligne – Dans les systèmes de contrôle de l'eau, désigne les appareils de mesure non directement reliés au flux d'eau.

Indice d'encrassement – Voir l'indice de densité de la vase.

Ion – Toute particule non agrégée inférieure à la taille colloïdale possédant une charge électrique positive ou négative.

L'Indice de densité de la vase – également appelé Indice d'encrassement, est un test permettant d'évaluer le risque de blocage des filtres par l'eau, à partir du taux de blocage d'un filtre de 0,45 µm dans des conditions standard.

Matières fines – Particules libérées d'un lit de matières, telles que des résines d'échange d'ions.

Microorganisme – Tout organisme trop petit pour être visible à l'œil nu, tel que des bactéries, des virus, des moisissures, la levure, des protozoaires et certains champignons et algues.

Nettoyage – Processus chimique et/ou physique permettant de tuer les microorganismes et de réduire la contamination par les microorganismes.

Osmose inverse (RO) – Un processus dans lequel l'eau est envoyée sous pression à travers une membrane semipermeable afin que soient retenus les composés organiques dissous, les impuretés dissoutes ioniques et en suspension.

Oxydation par ultra-violet (photochimique) – Un processus utilisant une lumière de courte longueur d'onde pour diviser ou oxyder des molécules organiques.

Particules – Quantités discrètes de matières solides dispersées dans l'eau.

Perméat – La solution purifiée qui a été produite par un passage dans une membrane d'osmose inverse semi-perméable.

pH – Une mesure de l'acidité ou de l'alcalinité d'une solution égale à $-\log [H^+]$.

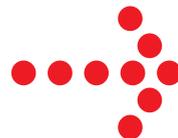
Photo-oxydation – Voir Oxydation par ultra violet (photochimique).

Planctonique – Fait référence aux microorganismes aquatiques flottants.

Point d'utilisation – Un point de distribution dans un système d'eau purifié à partir duquel l'eau peut être prélevée.

Polissage – Etape(s) de traitement final d'un système de purification d'eau.

PPB – Les parties par milliard sont une unité égale à un microgramme par kilogramme d'eau. Les ppb sont numériquement équivalentes à un microgramme par litre dans des solutions aqueuses diluées.



PPM – Les parties par million sont une unité égale à un microgramme par kilogramme d'eau. Les ppm sont numériquement équivalentes à un milligramme par litre dans les solutions aqueuses diluées.

PPT – Les parties par trilliard sont une unité égale à un nanogramme par kilogramme d'eau. Les ppt sont numériquement équivalentes à un nanogramme par litre dans des solutions aqueuses diluées.

Pyrogène – Une catégorie de substances, incluant des endotoxines bactériennes, pouvant entraîner une fièvre lorsqu'elles sont injectées ou infusées.

Régénération – Méthode par laquelle les résines d'échange d'ions épuisés sont réactivées par traitement à l'aide d'un acide ou d'un alcalin fort.

Réservoir – Dans les systèmes de purification d'eau, conteneur recevant des quantités d'eau purifiée.

Résine échangeuse d'anions – Résine d'échange d'ions comportant des sites d'échange chargés positivement immobilisés, qui peuvent lier des types ionisés chargés négativement ou anions.

Résine échangeuse de cations – Résine d'échange d'ions comportant des sites d'échange chargés négativement immobilisés, qui peuvent lier des types ionisés chargés positivement ou cations.

Résistivité – Résistance électrique entre des faces opposées d'un centimètre cube d'un matériau donné à la température indiquée. La résistivité est la réciproque de la conductivité. Pour l'analyse de l'eau, la résistivité est généralement signalée en megaohm-centimètres (M Ω -cm) et corrigée à la valeur à 25 °C. Toutes les valeurs de résistivité auxquelles il est fait

référence dans ce guide sont 25 °C sauf indication contraire.

Solides dissous totaux (TDS) – Mesure du total des sels organiques et inorganiques dissous dans l'eau, obtenue par séchage du résidu à 180 °C.

Stérilisation – Destruction ou suppression de tous les microorganismes vivants.

Turbidité – Le degré de trouble de l'eau causé par la présence de particules en suspension ou de matériaux colloïdaux. La turbidité réduit la transmission de la lumière et est mesurée en unité de turbidité néphélométrique (UTN).

Ultrafiltration – Processus dans lequel l'eau est filtrée par une membrane polymérique dont la structure de pore est très fine.

Unités d'endotoxine (IU/ml ou EU/ml)

– Une quantification de niveaux d'endotoxine par rapport à une quantité spécifique d'endotoxine de référence. 1 EU/ml est approximativement égal à 0,1 ng/ml.

Validation – Confirmation, par la fourniture de preuves objectives, que les exigences d'une utilisation ou application spécifique ont été remplies.

Documentation supplémentaire

Il n'existe pas de livres en anglais traitant exclusivement de la purification de l'eau pour les laboratoires. Le Ultra pure Water Journal (Tall Oaks Publishing) contient des articles intéressants, de même que deux livres de T.H. Meltzer publiés chez le même éditeur : High Purity Water Preparation for the Semiconductor, Pharmaceutical and Power Industries (1993) et Pharmaceutical Water Systems (1996). Il existe également : Handbook of Water Purification, par Walter Lorch, aux éditions McGraw Hill.

Water Treatment Handbook – Degremont, aux éditions Lavoisier.

De nombreuses normes ASTM concernent l'eau purifiée (www.astm.org).

Vous pouvez trouver des informations sur le traitement de l'eau aux adresses www.groupve.com et www.elgalabwater.com

Remarque relative aux droits d'auteur

Le texte écrit, les informations techniques et les illustrations contenues dans ce document sont la propriété de ELGA LabWater, division de Veolia Water Systems Ltd et sont protégés par la législation sur les droits d'auteur.

Les informations sont fournies sans garantie quant aux erreurs ou omissions éventuelles. Aucune partie du Guide Pure LabWater ne peut être copiée, reproduite ou transmise sous quelque forme ou moyen que ce soit, sous forme électronique, mécanique, magnétique ou manuelle notamment par photocopie, enregistrement ou sur des systèmes de stockage et extraction des informations, ni communiquée à des tiers ou utilisée à d'autres fins que l'utilisation personnelle du lecteur sans qu'une autorisation écrite expresse de ELGA LabWater ait été obtenue au préalable.

ELGA LabWater se réserve le droit de modifier sans préavis le texte, les informations techniques et les illustrations contenus dans le présent guide.01/06/2005

Contactez-nous dès aujourd'hui pour plus d'informations.

Pour contacter votre représentant ELGA LabWater le plus proche :

Visitez notre site Web à l'adresse
www.elgalabwater.com

Contactez-nous par e-mail à l'adresse
info@elgalabwater.com

© 2008 ELGA LabWater/VWS (UK) Ltd. Tous droits réservés.

Si vous détectez des erreurs ou omissions ou si vous avez des recommandations relatives à un autre contenu, veuillez nous contacter au +44 (0) 1494 887500 ou via notre site Web : www.elgalabwater.com

Contactez-nous :

Les agences et distributeurs ELGA sont présents dans plus de 60 pays et ont reçu une formation complète sur tous les systèmes ELGA.

Pour connaître votre représentant ELGA le plus proche, rendez-vous sur le site www.elgalabwater.com et sélectionnez votre pays pour obtenir les coordonnées des personnes à contacter.

ELGA Global Operations Centre

Tél. : +44 1494 887 500

Fax : +44 1494 887 505

Courrier électronique : info@elgalabwater.com

Site Web : www.elgalabwater.com

ELGA est le nom de marque mondial de Veolia Water spécialisé dans les solutions de purification d'eau de laboratoire. PureSure est une marque commerciale et une technologie ELGA LabWater. Copyright 2008 ELGA LabWater/VWS UK Ltd. Tous droits réservés. E&OE

Experts LabWater

Notre engagement dans la purification de l'eau de laboratoire vous permet d'obtenir des résultats précis dans vos applications de recherche et de test.

ELGA fait partie intégrante de Veolia, le leader mondial des services dédiés à l'eau et à l'environnement. Veolia Water compte 70 000 collaborateurs dans le monde entier et est renommé pour ses solutions de toute taille dans le domaine de l'eau destinées à des clients sur l'ensemble du cycle de l'eau. L'équipe ELGA est spécialisée dans l'eau et son traitement et contribue de façon continue à l'expertise unique des applications techniques et scientifiques développées depuis 50 ans. Nous sommes habitués à relever les défis rencontrés lors du développement, de l'installation et de l'entretien des systèmes de purification d'eau à point d'accès unique et nous avons une grande expérience des grands projets impliquant la consultation d'architectes, d'experts et de clients.



Engagement
envers la
citoyenneté
mondiale

La Fondation Veolia Environnement soutient des projets dans le monde entier, qui contribuent au développement durable, visant plus particulièrement l'assistance, le développement de la main-d'œuvre et l'environnement.

Depuis 2004, avec un budget annuel de €5 millions, la Fondation a soutenu plus de 450 projets.

(voir www.fondation.veolia.com pour plus de détails).

Labtec Services AG

Nordstrasse 9

CH-5612 Villmergen

T +41 56 619 89 19

F +41 56 619 89 18

info@labtec-services.ch

www.labtec-services.ch

