

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ

SÉRIE DE MONOGRAPHIES

N° 49

**TECHNIQUES ET CONTRÔLE
DU TRAITEMENT DES EAUX**

TECHNIQUES ET CONTRÔLE
DU TRAITEMENT
DES EAUX

CHARLES R. COX

*Formerly Chief, Water Supply Section, New York State Department of Health
Sanitary Engineering Adviser, US Agency for International Development
Consultant en Génie sanitaire, Organisation mondiale de la Santé*



ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ

GENÈVE

1967

Cet ouvrage a paru en anglais sous le titre: *Operation and Control of Water Treatment Processes*, et en espagnol sous le titre: *Práctica y Vigilancia de las Operaciones de Tratamiento del Agua*.

© Organisation mondiale de la Santé 1967

Les publications de l'Organisation mondiale de la Santé bénéficient de la protection prévue par les dispositions du Protocole N° 2 de la Convention universelle pour la Protection du Droit d'Auteur. Les institutions gouvernementales et les sociétés savantes ou professionnelles peuvent, toutefois, reproduire des données, des extraits ou des illustrations provenant de ces publications, sans en demander l'autorisation à l'Organisation mondiale de la Santé.

Pour toute reproduction ou traduction intégrale, une autorisation doit être demandée à la Division des Services d'Édition et de Documentation, Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse. L'Organisation mondiale de la Santé sera toujours très heureuse de recevoir des demandes à cet effet.

Les avis exprimés dans cet ouvrage n'engagent que leurs auteurs.

La mention de firmes et de produits commerciaux n'implique pas que ces firmes et produits commerciaux sont agréés ou recommandés par l'Organisation mondiale de la Santé de préférence à d'autres. Sauf erreur ou omission, une majuscule initiale indique qu'il s'agit d'un nom déposé.

Les désignations utilisées dans ce volume et la présentation des données qui y figurent n'impliquent, de la part du Directeur général de l'Organisation, aucune prise de position quant au statut juridique de tel ou tel pays ou territoire, ou de ses autorités, ni quant au tracé de ses frontières.

IMPRIMÉ EN SUISSE



TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Préface	7
Introduction	9
Chapitre 1. Protection des sources d'approvisionnement	13
Chapitre 2. Contrôle des réservoirs	16
Chapitre 3. Aération	24
Chapitre 4. Prévention et destruction des goûts et odeurs	32
Chapitre 5. Coagulation et floculation	60
Chapitre 6. Sédimentation	90
Chapitre 7. Filtration	106
Chapitre 8. Chloration et autres procédés de stérilisation	150
Chapitre 9. Normes de qualité applicables à l'eau potable Maladies d'origine hydrique	190
Chapitre 10. Fluoration	202
Chapitre 11. Lutte contre la corrosion	216
Chapitre 12. Déferrisation et démanganisation	231
Chapitre 13. Adoucissement et déminéralisation	243
Chapitre 14. Dossiers	271
Chapitre 15. Personnel	274
Chapitre 16. Exploitation des réseaux de distribution	280
Annexe 1. Calcul des concentrations et des doses	285
Annexe 2. Propriétés des produits chimiques utilisés dans le traitement des eaux	289
Annexe 3. Facteurs et tables de conversion	295
Annexe 4. Equations chimiques	303
Supplément: Méthodes de laboratoire	309
Références	413
Choix bibliographique	415
Liste des spécialistes dont les avis ont servi à remanier le texte préliminaire	417
Index	421

PRÉFACE

L'approvisionnement public en eau saine et abondante est un problème que la construction d'usines de traitement et de réseaux d'adduction ne suffit pas à résoudre. De nombreuses épidémies de maladies d'origine hydrique se sont révélées dues à un mauvais fonctionnement des installations et il est évident que la compétence du personnel responsable et la valeur des méthodes qu'il applique présentent une grande importance pour la santé publique. La publication d'un manuel ou guide pratique et sûr qui fasse le point du traitement des eaux répond donc à une nécessité et c'est pourquoi l'OMS a décidé de faire paraître cette monographie qui, espère-t-on, contribuera à améliorer la gestion des approvisionnements.

Cet ouvrage est expressément consacré aux modalités et au contrôle du traitement des eaux réservées à l'usage domestique, à l'exclusion de celles qui sont destinées aux usages industriels.

Il ne faut pas oublier que tous les procédés d'épuration des eaux ont leurs limites. Par conséquent, les eaux brutes doivent répondre à certaines normes de qualité pour pouvoir être traitées de façon efficace, constante et raisonnablement économique. Le traitement des eaux proprement dit n'est que le troisième stade d'un cycle, qui comprend aussi le traitement des eaux usées et l'auto-épuration des eaux de rivière et des eaux souterraines. Il serait dangereux de trop compter sur l'un ou l'autre de ces stades, et les responsables des services des eaux doivent collaborer étroitement avec les services de lutte contre la pollution pour faire en sorte que les ressources naturelles en eau qui les intéressent ne soient pas exagérément polluées. Si tel n'était pas le cas, l'auto-épuration et les divers procédés de traitement ne permettraient plus d'obtenir une eau qui offre toute garantie de potabilité moyennant des dépenses raisonnables.

Cette monographie est une mise au point des techniques modernes de traitement et de contrôle qui s'adresse aux autorités, y compris les autorités de santé publique, responsables de la sécurité des approvisionnements en eau. Elle est cependant destinée avant tout aux directeurs et au personnel d'exploitation et de laboratoire des usines de traitement, et le mode de présentation de l'ouvrage a été conçu à leur intention. Cette monographie expose, bien entendu, les notions théoriques indispensables pour la compréhension des techniques et

procédés qui y sont décrits, mais c'est aux problèmes de caractère pratique qu'elle réserve la première place. Les constructeurs d'installations y trouveront certes d'utiles renseignements, mais le dessein de l'auteur n'a pas été de formuler des normes de construction, mais plutôt de montrer comment on peut tirer le meilleur parti d'installations déjà existantes.

En plus des publications citées dans le texte, l'auteur a largement puisé dans ses propres ouvrages : « Water Supply Control », « Guides to the Design of Water Treatment Plants » et « Water Analytical Procedures », qui répondaient à des besoins particuliers et ne se prêtaient pas à une diffusion générale.

Une version préliminaire, rédigée par le même auteur en 1961, avait été soumise sous forme de document ronéographié à trente-six spécialistes de diverses parties du monde. Le texte a alors été revu et modifié en fonction des observations reçues. La liste de ceux qui ont ainsi contribué à la mise au point de cet ouvrage figure à la page 417. L'OMS tient à leur exprimer ses plus vifs remerciements.

INTRODUCTION

Traiter une eau brute consiste à lui faire subir des modifications physiques, chimiques et biologiques qui la rendent potable. Les procédés de traitement utilisés dans chaque cas particulier dépendent donc de la qualité et de la nature de l'eau brute traitée. Les eaux de puits, par exemple, sont souvent d'une qualité physique et chimique satisfaisante et n'exigent qu'une chloration à titre de protection contre une pollution bactériologique avérée ou éventuelle. A l'opposé, les eaux brutes minéralisées qui peuvent être très polluées par des eaux d'égout et par des déchets industriels ne donnent une eau saine et agréable que par recours à toutes les possibilités de traitement.

La qualité d'une eau brute dépend de multiples facteurs et chaque source d'approvisionnement doit faire l'objet d'une évaluation individuelle. Aussi avant d'organiser un programme d'épuration, est-il indispensable de fixer les critères auxquels doit satisfaire l'eau de captage; ce n'est qu'ensuite qu'on pourra mettre au point un ensemble d'opérations qui garantiront l'innocuité de l'eau offerte au consommateur.

Les procédés de traitement des eaux peuvent être simples (sédimentation, par exemple) ou impliquer des modifications physico-chimiques très complexes (coagulation). Et la complexité de ces réactions peut encore être accrue par des facteurs que l'analyse de l'eau ne révèle pas. Ainsi la dose de sulfate d'aluminium nécessaire au traitement par coagulation d'une eau présentant des caractéristiques déterminées de turbidité, de couleur, de pH et d'alcalinité, diffère parfois de celle qu'exige une autre eau dont les caractéristiques sont en apparence les mêmes. On peut heureusement parer à ces difficultés en procédant par tâtonnement, grâce à des essais en béccher ou en bocal; on détermine la dose de coagulant à utiliser en observant les résultats obtenus dans des séries de bocaux ou de béchers additionnés de doses progressives de sulfate d'aluminium. Mais la dose optimale de sulfate d'aluminium pour un litre d'eau dans les conditions de l'essai en bocal diffère elle-même de celle qui s'impose dans l'usine de traitement. L'expérience enseignera les ajustements nécessaires pour extrapoler à l'exploitation les résultats de laboratoire.

L'examen des manuels de laboratoire tels que les *Normes internationales pour l'eau de boisson* (Organisation mondiale de la Santé) ou les *Standard*

Methods for the Examination of Water and Waste-Water (American Public Health Association) révèle la complexité des méthodes à utiliser, leurs limites et l'ampleur des moyens à mettre en œuvre. Le personnel chargé de la surveillance des usines d'épuration ne dispose pas souvent d'installations complètes et ne possède pas toujours la formation et l'expérience nécessaires à leur utilisation optimale; il est alors contraint de recourir aux épreuves les plus simples. Celles-ci sont indiquées dans les chapitres de la présente monographie qui exposent des procédés déterminés; le supplément consacré aux méthodes de laboratoire décrit chacune de ces épreuves à l'intention du personnel de laboratoire qui ne dispose que d'un matériel restreint. Le choix des épreuves simplifiées a été fait en fonction des facteurs énumérés dans l'introduction à ce supplément, mais il convient de noter que d'autres matériels sont utilisables sous réserve que soient observées les directives d'emploi qui leur sont applicables. Il ne saurait être question, dans le cadre de la présente étude, de décrire tous les instruments et appareils en usage dans les divers pays. Le matériel spécialement conçu permet souvent d'appliquer à l'analyse de l'eau des méthodes simples et pratiques, sur le terrain et dans les usines d'épuration.

Il ne faut pas perdre de vue que le recours à des épreuves rudimentaires constitue une solution de compromis destinée à faciliter le contrôle en laboratoire des installations de traitement des eaux; ces épreuves doivent donc servir d'outils aux exploitants de ces installations. Les services sanitaires compétents doivent assurer un contrôle officiel plus technique de la qualité de l'eau livrée à la consommation publique, car ils disposent en principe des moyens complexes nécessaires et de chimistes, biologistes et ingénieurs qualifiés. Cette évaluation indépendante de la qualité de l'eau distribuée à la population ne signifie pas que l'exploitation et la surveillance des usines de traitement doivent nécessairement relever des services de santé; cette responsabilité incombe essentiellement aux services des eaux.

L'automatisation a été étendue aux installations de traitement des eaux et continue à progresser. A première vue, elle semble apporter une solution aux problèmes d'exploitation face à une pénurie de personnel qualifié, mais les appareils automatiques sont hélas presque toujours coûteux et trop complexes pour être confiés à un personnel inexpérimenté; en outre, nombre de pays sont obligés de les importer. C'est pourquoi les seuls appareils automatiques dont il sera question dans la présente monographie sont des distributeurs de produits chimiques et des chlorateurs à commande par doseurs, des commutateurs à flotteur et des régulateurs de débit.

Les pratiques citées sont le plus souvent celles employées aux Etats-Unis. On s'est toutefois efforcé de mentionner également des techniques utilisées dans d'autres pays, par exemple dans le texte consacré au lavage des filtres.

Le traitement de l'eau ayant pour objectif de la rendre potable, la mesure dans laquelle il est efficace s'exprime en normes numériques de qualité

physique, chimique et bactériologique. En ce qui concerne la qualité de l'eau, il est fait appel aux *Normes internationales pour l'eau de boisson* (Organisation mondiale de la Santé); il convient en outre de consulter le chapitre 9.

Les grandeurs sont exprimées en unités métriques ou en unités anglo-saxonnes selon l'origine ou la nature des installations en cause. L'annexe 3 donne les facteurs de conversion à utiliser pour passer de l'un des systèmes de mesure à l'autre. *Sauf indication contraire, les volumes exprimés en gallons le sont en gallons des Etats-Unis.*
