Questions ouvertes



L'eau, une ressource durable ?

Ouvrage collectif coordonné par
Marie-Claude LECLERC (CNRS) et Pascale SCHEROMM (INRA)

SCÉRÉN
CRDP
ACADÉMIE DE MONTPELLIER

AGROPOLIS
INTERNATIONAL

Responsable de collection : Claude Llena
Suivi de production : Séverine Chevé
PAO : Christophe Herrera
Maquette et photo de couverture : Dominique Poupeau

Directeur du CRDP académie de Montpellier : Jean-Marie Puslecki

© 2008 CRDP académie de Montpellier
Centre régional de documentation pédagogique
Allée de la Citadelle – 34064 MONTPELLIER CEDEX 2

http://www.crdp-montpellier.fr

Tous droits de reproduction et d'adaptation réservés pour tous pays.
Le code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de son article L. 122-5, d'une part que « *les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective* » et, d'autre part, que « *les analyses et les courtes citations justifiées par le caractère critique, polémique, pédagogique, scientifique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées* », « *toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite* » (article L. 122-4).
Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français de l'exploitation du droit de copie, constituerait donc une contrefaçon, c'est-à-dire un délit. « *La contrefaçon en France d'ouvrages publiés en France ou à l'étranger est punie de trois ans d'emprisonnement et de 300 000 euros d'amende* » (articles L. 335-2 et L. 335-3 du code de la propriété intellectuelle).

© CRDP académie de Montpellier

Questions ouvertes

L'eau, une ressource durable ?

Ouvrage collectif coordonné par
Marie-Claude Leclerc, CNRS
Pascale Scheromm, INRA

© CRDP académie de Montpellier

Auteurs et institutions ayant participé à l'ouvrage

(classés par questions)

Coordination : Marie-Claude Leclerc (CNRS) et Pascale Scheromm (INRA)
Remerciements à Gaëlle Courcoux et Valérie Rotival pour leur participation.

1. Molle François, Institut de recherche pour le développement (IRD)
   Servat Eric, IRD
2. Mahé Gil, IRD
3. Desbordes Michel, université Montpellier 2 (UM2)
   Mahé Gil, IRD
   Perrin Jean Louis, IRD
4. Lemoalle Jacques, IRD
5. Farolfi Stefano, Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad)
   Salles Jean Michel, Centre national de la recherche scientifique (CNRS)
   Thoyer Sophie, Centre international d'études supérieures en sciences agronomiques de Montpellier (Montpellier SupAgro)
6. Salles Jean Michel, CNRS
7. Legras Sophie, Montpellier SupAgro
   Thoyer Sophie, Montpellier SupAgro
8. Bosc Bossut Nadine, Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse
   Deblaize Michel, Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse
9. Rio Patrick, Institut national de recherche agronomique (INRA)
   Thoyer Sophie, Montpellier SupAgro
10. Ducrot Raphaël, Cirad
    Faysse Nicolas, Cirad
11. Poupeau Franck, Institut français d'études andines (IFEA)
12. Huchon Jean, Institut français de recherche en Afrique (IFRA)
13. Charmasson Christophe, université Montpellier I (UM1-UFR Droit)
    Moynier Clarisse, UM1-UFR Droit
14. Barbier Bruno, Cirad
    Koutou Mahamoudou, Consultant
    Lamizana Birguy, Consultante
    Yonkeu Samuel, Institut international d'ingéniérie de l'eau et de l'environnement (2iE)
15. Barbier Bruno, Cirad
    Hama Maïga Amadou, 2iE
16. Charron François, Montpellier SupAgro
    Merot Anne, Montpellier SupAgro
17. Desbordes Michel, UM2
    Mahé Gil, IRD
18. Valarié Irina, Conseil général de l'Hérault

© CRDP académie de Montpellier

19. Lenoir Philippe, Conseil général de l'Hérault
Müller Caroline, Conseil général de l'Hérault
20. Ducrot Raphaèle, Cirad
Farolfi Stefano, Cirad
Ferrand Nils, La recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement (Cemagref)
21. Bouarfa Sami, Cirad
Marlet Serge, Cemagref
22. Drakides Christian, CNRS
23. Guégan Jean François, IRD
Roche Benjamin, IRD
Ruffine Rolland, IRD
24. Casellas Claude, UM1
Fenet Hélène, UM1
Gomez Elena, UM1
25. Picot Bernadette, UM1
Rambaud André, UM1
26. Picot Bernadette, UM1
Rambaud André, UM1
27. Heran Marc, UM2
28. Pourcelly Gérald, UM2
29. Bouyer Denis, UM2
Heran Marc, UM2
30. Berger Isabelle, INRA
Delgenès Jean Philippe, INRA
31. Bernet Nicolas, INRA
Spérandio Mathieu, Institut supérieur d'informatique appliquée (INSA)
Wisniewski Christelle, UM2
32. Fossati Odile, IRD
33. Bouleau Gabrielle, Cemagref
34. Balvay Gérard, INRA
Druart Jean Claude, INRA
35. De Wit Rutger, CNRS
Troussellier Marc, CNRS
36. De Wit Rutger, CNRS
Troussellier Marc, CNRS
37. Argillier Christine, Cemagref
Lévêque Christian, IRD
Oberdorff Thierry, IRD
38. Voltz Marc, INRA
39. Le Bissonnais Yves, INRA
40. Simoneau Thierry, INRA

© CRDP académie de Montpellier

Sommaire

Préface de Michel Desbordes, professeur université Montpellier 2 8

Répartition et disponibilité de l'eau sur Terre

1. Risque-t-on de manquer d'eau sur Terre ? 10
2. Existe-t-il un lien entre activité agricole ou forestière et ressource en eau ? 14
3. Quel est l'impact du réchauffement climatique sur les inondations ? 16
4. Le lac Tchad est-il en voie de disparition ? 18

Politique de l'eau et enjeux

5. L'eau est-elle un bien public ou une marchandise ? 20
6. Qu'en est-il du partenariat public-privé dans la gestion de l'eau ? 26
7. Quelle est la politique européenne pour la gestion de l'eau ? 32
8. En France, quelle est la politique de l'eau ? 38
9. Peut-on réguler les pollutions diffuses ? 42
10. Quels sont les conflits multi-usages de l'eau dans les pays émergents ? 46
11. La « guerre de l'eau » en Bolivie est-elle un exemple à suivre ? 50
12. Qu'est-ce qu'un point d'eau dans le désert ? 54

Gestion et protection de la ressource

13. Existe-t-il une protection juridique de l'eau en France ? 58
14. Pourquoi préserver les zones humides ouest africaines ? 62
15. Quels sont les défis pour la gestion de l'eau en Afrique de l'ouest ? 66
16. Comment mieux gérer l'arrosage ? 72
17. Quels outils pour prévenir le risque d'inondation ? 78
18. Quelle eau boit-on et comment arrive-t-elle au robinet ? 82
19. Pourquoi et comment économiser l'eau au quotidien ? 88
20. Comment partager savoirs et points de vue pour une gestion collective de l'eau ? .92
21. Est-il possible d'irriguer avec de l'eau salée ? 94

© CRDP académie de Montpellier

Risques parasitaire et chimique, traitement et production d'eau potable

22. Pourquoi traiter l'eau potable et les eaux usées ? 98
23. L'eau est-elle source de vie des agents pathogènes ? 102
24. Quel est l'impact des contaminants organiques de l'eau sur les écosystèmes ? 108
25. Quelles sont les maladies d'origine hydrique dans les pays en développement ? 112
26. Quels sont les choix pour les programmes d'assainissement dans les pays en développement ? 116
27. Quels sont les procédés mis en œuvre pour produire de l'eau potable ? 120
28. La production d'eau potable par dessalement est-elle compatible avec un développement durable ? 126
29. Comment traiter les eaux usées ? 132
30. Qu'entend-on par gestion durable des boues d'épuration des eaux usées domestiques ? 138
31. Comment mieux valoriser matière organique et nutriments présents dans les eaux usées urbaines ? 144

Eau, environnement et agriculture

32. Quels sont les effets des activités humaines sur l'écologie des rivières ? 148
33. L'eau des lacs et des rivières était-elle de meilleure qualité autrefois ? 154
34. Qu'en est-il de la qualité des eaux lacustres ? Un exemple, le lac Léman. 158
35. Qu'est-ce qu'une lagune côtière ? 162
36. Quel est l'impact de l'homme sur la biodiversité des écosystèmes lagunaires ? 166
37. Qu'entend-on par bio-indicateurs de la qualité des eaux continentales ? 170
38. L'eau et les pesticides font-ils bon ménage ? 176
39. Comment éviter l'érosion hydrique des sols ? 180
40. Comment les plantes utilisent-elles l'eau ? 184

Pour aller plus loin 188

© CRDP académie de Montpellier

PRÉFACE

L'eau source de vie, source de catastrophes… Que n'a-t-on déjà écrit à son sujet ? En ce début de XXIe siècle, alors que les menaces de changements climatiques se précisent sans que leurs conséquences sur cette ressource vitale pour l'humanité ne soient encore vraiment connues, d'aucuns voient déjà dans l'eau un enjeu majeur. Ainsi, au Sommet mondial de Johannesburg, en 2002, les experts avaient indiqué que 1,5 milliard d'habitants de la planète n'avaient pas encore accès à l'eau potable et que 2,5 milliards ne disposaient pas d'un assainissement suffisant. À ce même Sommet mondial avaient été arrêtés les « objectifs du millénium » visant, d'ici 2015, à réduire de moitié les populations mal desservies. Il s'agissait ainsi d'améliorer, au quotidien, la qualité de vie de 300 000 à 400 000 personnes pour des investissements de l'ordre de 200 milliards d'euros en 13 ans, investissements somme toute modestes à l'échelle de la richesse planétaire. Mais les désordres économiques, les égoïsmes des pays dits « riches » en auront décidé autrement, et l'on s'accorde à considérer aujourd'hui que les objectifs ne seront pas atteints. Chaque jour, 25 000 à 30 000 personnes, en majorité des enfants, meurent de maladies hydriques, pendant que des centaines de millions d'autres, principalement des femmes et leurs filles, passent un temps considérable à acquérir de l'eau pour les besoins essentiels de leurs familles. On estime ainsi que ce temps représente environ 90 milliards d'heures, soit l'équivalent de la durée annuelle du travail de la population active française… Il faudra sans doute bien d'autres « Sommets » mondiaux avant que ne se réduisent les inégalités face à l'eau…

Pour nous, l'eau n'est trop souvent qu'un banal produit de consommation, parvenant sans contrainte, autre que tarifaire, aux robinets de nos installations sanitaires. Notre avenir hydrique n'est pas pour autant assuré. Nous redécouvrons, au gré des caprices climatiques, les effets des pénuries et excès de l'eau « naturelle », alors que de plus en plus d'observations nous alertent sur les impacts de nos

© CRDP académie de Montpellier

activités domestiques, industrielles et agricoles, sur la qualité de cette ressource vitale et sur la biodiversité qu'elle héberge. Qu'en sera-t-il bientôt, pour nos régions dites « tempérées », si certains scénarios de changements climatiques devaient se confirmer ?

Il n'y a donc rien d'étonnant qu'au-delà de tout ce qui a déjà été écrit en matière d'histoires d'eau, de multiples questions demeurent, chaque jour plus précises au gré des études et recherches qui leur sont consacrées. Cet ouvrage, édité à la faveur du XIIIe Congrès mondial de l'eau qui s'est tenu à Montpellier du 1er au 4 septembre 2008, atteste de l'ampleur de ce questionnement. Réalisé de façon collective, essentiellement par des chercheurs du pôle montpelliérain de l'eau qui a conquis sa réputation mondiale au fil des ans, il aborde, sans être exhaustif, un grand nombre de thèmes concernant l'eau que nous consommons : va-t-on manquer d'eau ? les guerres de l'eau auront-elles lieu ? l'eau est-elle un bien marchand ? comment mieux gérer l'eau ? comment lutter contre les gaspillages ? quels sont les risques sanitaires et chimiques ? peut-on réutiliser les eaux usées ? comment protéger les hydrosystèmes et leur biodiversité ? …

Dans cet ouvrage, les auteurs ont privilégié une approche destinée à mettre leurs textes à la portée du plus grand nombre de lecteurs. Au-delà de cet intérêt pédagogique évident, ce document traduit également la vitalité du pôle montpelliérain de l'eau amené à jouer, pour les années à venir, un rôle essentiel dans les recherches sur ce fluide vital sans lequel notre planète ne serait qu'un astre mort en route vers un néant définitif.

Professeur Michel Desbordes
Polytech'Montpellier
Université Montpellier 2

© CRDP académie de Montpellier

3

Quel est l'impact du réchauffement climatique sur les inondations ?

En bref…

Une inondation peut être provoquée par une pluie soudaine et violente ou continue et soutenue. Le risque qui lui est associé ne dépend pas uniquement de la quantité de pluie tombée. Il est aussi lié aux caractéristiques du bassin versant, à la saturation en eau du sol, aux régimes d'écoulement, mais surtout à la vulnérabilité du site.

La crue d'un cours d'eau est un phénomène naturel. Elle devient « risque » à partir du moment où elle menace des vies humaines et des biens matériels.

L'homme jugé coupable

Malgré le réchauffement climatique, l'intensité de la pluviométrie n'a pas, pour l'instant, réellement changé dans les régions où règne un climat méditerranéen : les orages et pluies violentes ont toujours été aussi fréquents qu'à l'heure actuelle. Les lits des rivières débordaient déjà là où se produisent aujourd'hui les inondations. Mais la mémoire collective s'est perdue et les habitants s'étonnent maintenant de la hauteur d'une crue. Par contre, la densité du réseau d'observation météorologique et la médiatisation des catastrophes naturelles ont augmenté. La vulnérabilité des villes aux inondations s'est considérablement aggravée : dans les 30 à 40 dernières années, les situations à risque se sont multipliées. Sur le pourtour méditerranéen, mais aussi dans d'autres régions du monde où sévissent des pluies intenses, l'urbanisation intensive a accru le phénomène d'auto-inondation des villes engendré par les eaux de ruissellement sur les zones imperméabilisées telles que chaussées, toitures… Les enjeux politiques et financiers liés à la forte pression démographique sur le littoral et dans les grandes agglomérations ont permis la construction d'habitations dans des zones inondables. À l'époque de leur urbanisation, ces zones, la mémoire collective s'étant perdue, n'étaient pas reconnues comme zones à risque. Certaines, auparavant épargnées par la crue, ne sont devenues inondables qu'une fois englobées dans le tissu urbain, en réceptionnant les eaux des zones imperméabilisées en amont.

Par ailleurs, et particulièrement en France, la société souffre d'un problème d'acceptation du risque. Or, une inondation n'est pas un phénomène aléatoire : là où l'eau est passée, elle repassera… La perception sociale de ce risque est essentielle pour que les populations apprennent à y faire face.

© CRDP académie de Montpellier

L'exemple de la région de Niamey au Niger, en zone sahélienne, illustre bien la complexité de la relation entre climat, activités humaines et hydrosystèmes. Un changement climatique s'y est opéré il y a maintenant 40 ans. La pluie a diminué de 20 à 25 % selon les régions. Parallèlement, la population a augmenté d'au moins 150, voir 200 %. Cette pression anthropique extrême a profondément modifié l'occupation des sols : les zones de couvert végétal se sont au fur et à mesure transformées en zones cultivées, appauvrissant les terres par une agriculture intensive. Les sols cultivés, aux surfaces dégradées et encroûtées, sont beaucoup plus imperméables que les sols sous végétation naturelle, aux racines plus profondes et à l'activité animale plus intense (vers, insectes, etc.). Le ruissellement y est accéléré. Ces régions arides voient ainsi paradoxalement augmenter l'intensité des crues, ce qui menace l'intégrité des barrages et des infrastructures environnantes (digues, routes, …) qui n'ont pas été construits pour résister à de telles pressions. Les répercussions financières sont énormes pour ces régions du monde d'une grande pauvreté.

Quand le climat s'en mêlera…

Les modèles météorologiques prévoient dans les années à venir une augmentation de la pluviométrie annuelle. D'après le rapport du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) réuni à Paris en février 2007, les pluies augmenteraient en moyenne de 1 à 2 % tous les dix ans en Europe. De plus, ces précipitations devraient avoir lieu sur des durées plus courtes et donc devenir encore plus intenses. Selon ce même rapport, sur la base des données de l'Observatoire des inondations de Dartmouth, l'Europe a subi plus de 100 inondations dévastatrices aux cours des cinq dernières années. Elles représentent le premier risque naturel en France : 14 169 communes sont concernées et le montant financier des dommages s'élève entre 150 et 300 millions d'euros par an. Ces inondations ne peuvent pour l'instant être attribuées au changement climatique, mais l'augmentation des précipitations et l'intensification des événements pluvieux menacent d'aggraver la situation dans les zones à risque. Les régions tropicales humides, soumises à une forte pluviométrie, sont en première ligne, notamment les régions d'Asie orientale et d'Asie du sud-est, particulièrement vulnérables car très peuplées.

Pour en savoir plus

- Claude Gilbert, *La catastrophe, l'élu et le préfet*, éd. Presses universitaires de Grenoble, 1990.
- Konstantinos Chatzis, *La pluie, le métro et l'ingénieur*, Paris, éd. l'Harmattan, collection «Villes et entreprise», 2000.

© CRDP académie de Montpellier

19

Pourquoi et comment économiser l'eau au quotidien ?

En bref…

L'eau est une ressource précieuse et fragile. Si les générations précédentes ont profité d'une forme « d'opulence de l'eau », il faut aujourd'hui se rendre à l'évidence : l'eau n'est pas une ressource inépuisable. Il y a donc urgence à ce que chacun prenne ses responsabilités en tant que citoyen, reconsidère ses propres usages de l'eau et y applique des comportements et des techniques économes.

En quoi l'eau est-elle une ressource précieuse et fragile ?

À l'échelle mondiale, la part de l'eau douce sous forme liquide n'excède pas 1 % de l'eau totale sur la planète. Les ressources sont inégalement réparties et ne sont pas accessibles à toutes les populations. Les pays les plus déshérités sont les plus exposés au risque de pénurie, risque encore accru par le réchauffement climatique. Pour ces pays, il ne s'agit pas seulement d'un problème de disponibilité de ces ressources, mais également de capacité technique et financière à les mobiliser.

Aujourd'hui, plus d'1 milliard d'individus n'a pas accès à l'eau potable et 2,5 milliards ne bénéficient pas de l'assainissement. En 2050, entre 2 et 7 milliards d'humains seront vraisemblablement confrontés à une pénurie d'eau, avec pour conséquence subsidiaire la diminution de la production alimentaire.

À l'heure actuelle, dans le bassin méditerranéen, 30 millions de personnes n'ont pas accès à l'eau potable. La menace de pénurie est à prendre d'autant plus au sérieux que ces régions connaissent un afflux considérable de populations concentrées en grande partie sur le littoral, dans des zones situées à l'aval des fleuves. Ces derniers ont souvent été fortement sollicités en amont pour des usages agricoles. Les actuels épisodes de sécheresse se sont ajoutés aux pressions anthropiques sur la ressource. Cela se traduit en certains secteurs sensibles par des déséquilibres entre ressources et besoins, conduisant à des situations de pénurie. Il faut aussi considérer l'impact des fortes températures qui induisent des augmentations ponctuelles des débits nécessaires (effet canicule).

Un cycle global mais des ruptures locales

Le cycle de l'eau, appris dès le plus jeune âge sur les bancs de l'école, paraît de prime abord tout à fait équilibré : les volumes prélevés sont restitués au milieu

© CRDP académie de Montpellier

par le rejet des eaux usées et rechargent les aquifères, ceci selon un cycle sans fin. Toutefois, si le cycle de l'eau se traduit par un équilibre global, il n'en est pas de même si l'on considère les réponses locales aux demandes en eau. En effet, la production d'eau potable est intrinsèquement liée aux caractéristiques hydrogéologiques, géographiques et météorologiques locales. Les ressources étant inégalement réparties dans le temps et dans l'espace, il existe de forts déséquilibres par endroits entre les ressources et les besoins. En France, de nombreux départements subissent des restrictions d'usage en période estivale (arrêtés sécheresse).

On peut retenir trois raisons principales d'économiser l'eau :

– nous sommes déjà en situation de pénurie ponctuelle et ces pénuries vont s'aggraver ; il y a donc urgence à maîtriser nos consommations ;
– restreindre sa consommation d'eau constitue une économie financière : économie sur la facture d'eau et économie d'énergie concernant l'eau chaude ;
– l'eau consommée repart dans les milieux aquatiques sans être complètement dépolluée ; ces rejets génèrent donc une pollution des milieux naturels.

Comment maintenir l'équilibre entre l'offre et la demande en eau ? Quelle responsabilité collective ?

Ce sont les communes, seules ou regroupées en syndicats, qui ont compétence à la distribution de l'eau potable du point de production au compteur de l'usager. Certaines d'entre elles délèguent l'exploitation des équipements à des compagnies fermières. Face aux pénuries d'eau, la mobilisation de nouvelles ressources (l'offre) n'est pas une réponse satisfaisante. Dans la logique d'un développement durable, il convient de promouvoir des actions pour réduire les besoins. Selon le principe de mieux gérer avant d'investir, le rôle des collectivités est en premier lieu de limiter les fuites dans les réseaux. Limiter est le bon terme car on ne verra jamais 100 % des eaux prélevées arriver aux robinets des consommateurs. À cet égard, l'objectif à atteindre a été fixé dans le département de l'Hérault à 75 % (rendement satisfaisant). Les collectivités locales peuvent également rationaliser leurs consommations : arrosage des stades et des espaces verts, alimentation en eau des écoles, gymnases, piscines, bouches à incendie, nettoyage des voiries. Autant d'usages pour lesquels se développent des procédés économes de plus en plus performants. Les élus, tout comme les agents territoriaux, sont de plus en plus sensibilisés aux enjeux du développement durable et les Agendas 21 locaux (Programmes d'actions pour un développement durable, Rio 1992) sont les traductions opérationnelles d'efforts entrepris en faveur d'une réduction des consommations (eau, énergie, déchets, …). Les collectivités doivent tenir compte de la disponibilité des ressources en eau sur leur territoire, au travers d'outils de

© CRDP académie de Montpellier

planification tels les Plans locaux d'urbanisme (PLU) et les Schémas de cohérence territoriale (SCOT).

Quelle responsabilité individuelle ?

Au-delà des compteurs d'habitation, la collectivité n'est plus responsable des gaspillages dans les tuyaux. Si le réseau intérieur du foyer fuit, ces pertes seront directement répercutées sur sa facture d'eau. Par exemple, un robinet qui fuit consomme jusqu'à 300 litres d'eau par jour, ce qui représente près de 1€ par jour. Une recherche des fuites doit être effectuée régulièrement. Souvent, un simple remplacement de joints suffit. Des dispositifs de veille et d'alerte permettent d'éviter des fuites parfois indécelables entre les compteurs et l'habitation. Chaque usager est consommateur d'une part incompressible d'eau, ressource vitale. Mais l'écart existant entre la consommation moyenne journalière d'un Africain (30 l/j) et celle d'un Américain (jusqu'à 600 l/j), doit nous interpeller sur la part « superflue » de nos consommations. En France, la consommation moyenne se situe aux environs de 150 l/jour/habitant. Nous sommes tous consommateurs, nous pouvons chacun individuellement appliquer des économies sans perte de confort. On distingue les économies d'eau dite « actives » qui nécessitent une mobilisation des consommateurs, des économies d'eau dites « passives » liées à l'utilisation d'équipements.

Les économies actives

Les quelques rappels ci-dessous n'ont d'autre intérêt que d'aider chaque individu à se situer comme consommateur, à identifier le minimum à faire, et à adopter des gestes pour optimiser son usage de l'eau.

- l'hygiène corporelle au lavabo représente 45 litres en 3 minutes ;
- les WC consomment 40 litres par personne et par jour, d'où l'intérêt d'installer des chasses économes ;
- fermez le robinet et ressortez votre verre à dent ;
- limitez la durée de votre douche ;
- récupérez les volumes d'eau issus du rinçage des légumes ou de la vaisselle pour l'arrosage des plantes. Utilisez tout simplement les bouchons d'évier ;
- l'arrosage des jardins consomme entre 15 et 20 litres/m^2. Préférez des plantes peu gourmandes en eau, paillez et arrosez le soir ;
- lors du nettoyage des véhicules chez soi, ne laissez pas couler les tuyaux à grande eau. Préférez les stations de lavage ;
- le remplissage des piscines représente 50 à 80 m^3, qu'on ne renouvelle pas chaque année. Une bâche peut limiter les besoins de réajustement en eau.

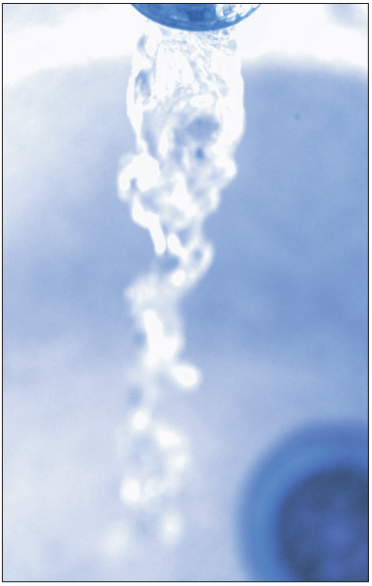
© CRDP académie de Montpellier

Les économies passives

Un certain nombre d'équipements permettent d'économiser l'eau :
- la robinetterie hydroéconome qui se banalise dans le commerce ;
- un dispositif de veille et d'alerte installé sur le compteur ;
- un équipement de récupération des eaux de pluie : simple cuve en pied de gouttière ou citerne enterrée ;
- une technique d'arrosage performante ;
- le nettoyage haute pression pour les lavages extérieurs.

Les produits normalisés (NF) donnent sans doute davantage de garanties de robustesse et d'efficacité.

Si chaque individu fait l'effort de remettre en question ses pratiques quotidiennes, en toute conscience des enjeux de raréfaction des ressources, en situant sa part de responsabilités, et en toute connaissance de ce qu'il peut faire, la somme de ces « petits efforts » peut avoir un réel impact positif. On peut ainsi atteindre plus de 30 % d'économies au sein des foyers. Les gestes économes doivent se généraliser et devenir des réflexes au quotidien. Il ne s'agit pas de renoncer à son confort, mais d'adapter sa pratique pour que l'eau reste une ressource accessible à tous, et non un bien de consommation de luxe.



© C. Herrera – CRDP académie de Montpellier

L'eau, un bien accessible à tous ?

Pour en savoir plus

- Aide aux collectivités : pratiques, techniques, juridiques et économiques : http://www.eaudanslaville.fr/
- Conseil et échange d'expérience en matière d'économie d'eau (Gironde) : http://www.jeconomiseleau.org
- Six agences de l'eau : http://www.lesagencesdeleau.fr/
- Portail d'information sur l'eau : http://eaudoc.oieau.fr

© CRDP académie de Montpellier

27

Quels sont les procédés mis en œuvre pour produire de l'eau potable ?

En bref…

La limpidité d'une eau n'est pas toujours synonyme de pureté. La contamination de l'eau par des microorganismes et la présence de substances chimiques représentent le principal danger pour la santé humaine. Des normes de qualité ont été établies afin de protéger le consommateur.

L'eau distribuée provient en général d'une eau profonde (nappe phréatique) ou d'une eau de surface (source, rivière, fleuve, lac, océan). Plus la qualité de la ressource est dégradée, plus la filière de traitement permettant de potabiliser l'eau est complexe. Une simple chloration (désinfection) peut être suffisante pour une eau profonde, alors qu'il faudra une pré-oxydation, une coagulation-décantation (pour éliminer une partie de la pollution particulaire), une filtration sur sable (pour clarifier l'eau), une oxydation, une adsorption sur charbon actif en poudre (pour éliminer les micropolluants) et une chloration finale pour une eau de surface comme celle du Rhône ou de la Seine.

Les substances indésirables

Une ressource en eau peut contenir, dans des proportions variables, des matières minérales dissoutes (magnésium, sodium, calcium, potassium, bicarbonates, sulfates, chlorures, …), des matières minérales en suspension (argile), des matières organiques diverses issues de la décomposition animale et végétale. On peut trouver des éléments nocifs provenant de rejets des stations d'épuration, d'usines, des produits de traitement des cultures (engrais, pesticides, …) ainsi qu'une pollution virale ou bactérienne due à des déjections animales ou humaines évacuées par le sol ou déversées dans les cours d'eau. La qualité de l'eau est définie par :

- ses caractéristiques organoleptiques, telles que couleur, turbidité (transparence), odeur et saveur. Elles n'ont pas de valeur sanitaire directe. Une eau peut être trouble, colorée, avoir une odeur particulière, et être consommable ;
- ses caractéristiques physico-chimiques, telles que température, pH, présence de chlorures, de sulfates, de sodium, d'aluminium et de résidus secs ;
- sa teneur en substances indésirables (nitrites, nitrates, ammoniaque, hydrocarbures, pesticides, arsenic et mercure) dont la présence est tolérée en faible quantité et régie par une réglementation stricte **[*cf.* tableau ci-contre]**.

© CRDP académie de Montpellier

– des composantes microbiologiques. L'eau ne doit pas contenir de bactéries ou de virus pathogènes. Par contre, les germes banals sont admis, mais en faible quantité. En effet, puisque l'eau est un milieu vivant, une vie bactérienne inoffensive et limitée y est normale.

Limites de qualité des eaux potables

Polluants	Normes	Observations
Odeur (dilution de la solution)	2 mesuré à 12 °C 3 mesuré à 25 °C	Dilution de l'échantillon jusqu'à obtention d'une eau sans odeur
Saveur (dilution de la solution)	2 mesuré à 12 °C 3 mesuré à 25 °C	Dilution de l'échantillon jusqu'à obtention d'une eau sans goût
Couleur	15 $mg.L^{-1}$ Pt Co	Mesure par comparaison visuelle avec une solution étalon de Platine Cobalt (Pt Co)
Turbidité (unité néphélométrique)	2 NTU	Mesure de l'intensité de la lumière à 90 °C d'un faisceau lumineux incident
Température	< 25 °C	> 25 °C, l'exploitant doit faire une demande spécifique
pH à 20 °C	> 6.5 et < 9	
Oxydabilité au $KMn0_4$ à chaud en 10 mn	5 $mg.L^{-1}$	Traduit la présence de matière organique
Résidu sec mg/L	1500 $mg.L^{-1}$	Composés coûteux à enlever
Aluminium	0.2 $mg.L^{-1}$	
Ammonium **Arsenic** **Chlorures**	1 $mg.L^{-1}$ 10 $\mu g.L^{-1}$ 250 $mg.L^{-1}$	
Nitrates	50 $mg.L^{-1}$	Composés difficiles à enlever
Nitrites	0.1 $mg.L^{-1}$	
Pesticides et apparentés	0.5 $\mu g.L^{-1}$	0.1 $\mu g.L^{-1}$ au maximum par composé
Hydrocarbures	0.1 $\mu g.L^{-1}$	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
Mercure	1 $\mu g.L^{-1}$	
Plomb **Sodium** **Sulfates**	10 $\mu g.L^{-1}$ 200 $mg.L^{-1}$ 250 $mg.L^{-1}$	

Source : décret n° 2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine

© CRDP académie de Montpellier

Pour faire face aux pollutions accidentelles, plusieurs dispositifs de sécurité sont mis en place. La protection de la prise d'eau en rivière est assurée par une station automatique d'alerte analysant en continu les principaux paramètres et permettant de détecter les éventuelles pollutions en amont de la prise d'eau. Tout dépassement de seuil est immédiatement signalé au poste de commande de l'usine qui choisit alors, soit de fermer la prise d'eau et de travailler sur les réserves de stockage pendant le passage du flux polluant, soit d'utiliser des réactifs « de crise » comme le charbon actif en poudre pour l'adsorption des micropolluants organiques. De plus, les prises d'eau doivent faire l'objet d'une demande de périmètre de protection (où toute activité est proscrite). Cette zone vise à éliminer tout risque de contamination directe de l'eau captée. Dans le cas d'un forage, la surface de protection est déterminée par les caractéristiques géologiques de l'aquifère afin de limiter les migrations souterraines de substances polluantes.

La filière de traitement de l'eau

La distribution d'eau à Paris, à partir de la Seine, remonte au XIXe siècle. Une pompe à feu envoyait, sans traitement préalable, l'eau sous pression dans un réseau de canalisations. Puis une filtration lente complétée par une stérilisation finale est venue renforcer ce traitement. Depuis cette époque, plusieurs transformations sont intervenues. Elles répondent à deux nécessités : satisfaire des besoins croissants dus à l'évolution démographique, et faire face à l'accroissement de la pollution. Le traitement de l'eau en vue de sa potabilisation est maintenant réalisé au sein d'une usine, par l'intermédiaire d'une série de procédés de traitement. Ceux-ci se composent en règle générale d'une prise d'eau (forage, pompage, retenue), d'une pré-oxydation, d'une adjonction de réactifs (coagulant, charbon actif en poudre), d'une décantation, d'une filtration (sur sable ou sur charbon actif en grain), puis d'une désinfection finale avant stockage dans un château d'eau ou dans un grand réservoir. Cette filière est directement liée à la qualité de l'eau brute et aux risques possibles de pollution accidentelle. Les eaux brutes destinées à alimenter les services de distribution d'eau potable sont sélectionnées selon des critères physico-chimiques très précis.

Un système de pompage

Les pompes prélèvent dans la ressource (nappe phréatique, source, fleuve, lac, océan) la quantité d'eau brute nécessaire pour alimenter la population raccordée. Un dégrilleur ou une crépine, grilles placées devant la pompe, permettent de limiter la présence de gros éléments (feuilles, branches, …) pouvant endommager le système de pompage.

© CRDP académie de Montpellier

Une étape de préoxydation/floculation*

Floculation : rassemblement, sous forme de petits flocons, des particules d'une suspension.

La préoxydation, utilisant l'ozone ou le chlore comme oxydants, permet de fractionner la matière organique et agit aussi sur l'ammoniaque, le fer ou le manganèse. Elle permet d'éliminer plus facilement ces substances au cours de l'étape suivante, dite de clarification. Au cours de cette dernière étape, l'ajout d'un produit chimique floculant (sels de fer ou d'aluminium ou polymère organique) permet la formation de gros agrégats qui seront ensuite plus facilement éliminés.

Une décantation*

Décantation : technique de séparation par gravité des matières en suspension.

L'essentiel des matières en suspension est éliminé par décantation statique. Cette décantation peut se pratiquer en présence de microsable qui alourdit et augmente considérablement la taille des particules à retenir. Ce sable est aspiré dans la phase de décantation pour être recyclé, alors que les matières en suspension seront extraites et iront rejoindre la filière boue.

Une étape de filtration

Les dernières matières en suspension sont éliminées en passant sur un lit de sable de 0,8 à 1,2 mètre d'épaisseur, où l'eau s'écoule à une vitesse de l'ordre de 5 $m.h^{-1}$. Une fois le filtre colmaté, un lavage air-eau à contre courant assure un brassage complet de la masse filtrante et redonne au filtre ses caractéristiques premières. La présence d'un lit de charbon actif en grain permet l'adsorption de nombreux composés organiques et possède un effet bénéfique sur la saveur et sur la rétention de nombreux micropolluants* (présents en petite quantité) organiques comme l'atrazine ou les phénols.

Micropolluant : substance minérale ou organique hautement polluante à très faible dose.

Une désinfection

En fin de traitement, une désinfection assure la destruction des bactéries et des virus. Elle est réalisée par des oxydations intensives (chlore, ozone, UV, …). La présence de chlore dans le réseau de distribution assure le maintien d'un résiduel bactéricide empêchant toute contamination de l'eau sur ce circuit, jusqu'au robinet du consommateur.

Une dernière étape de stockage

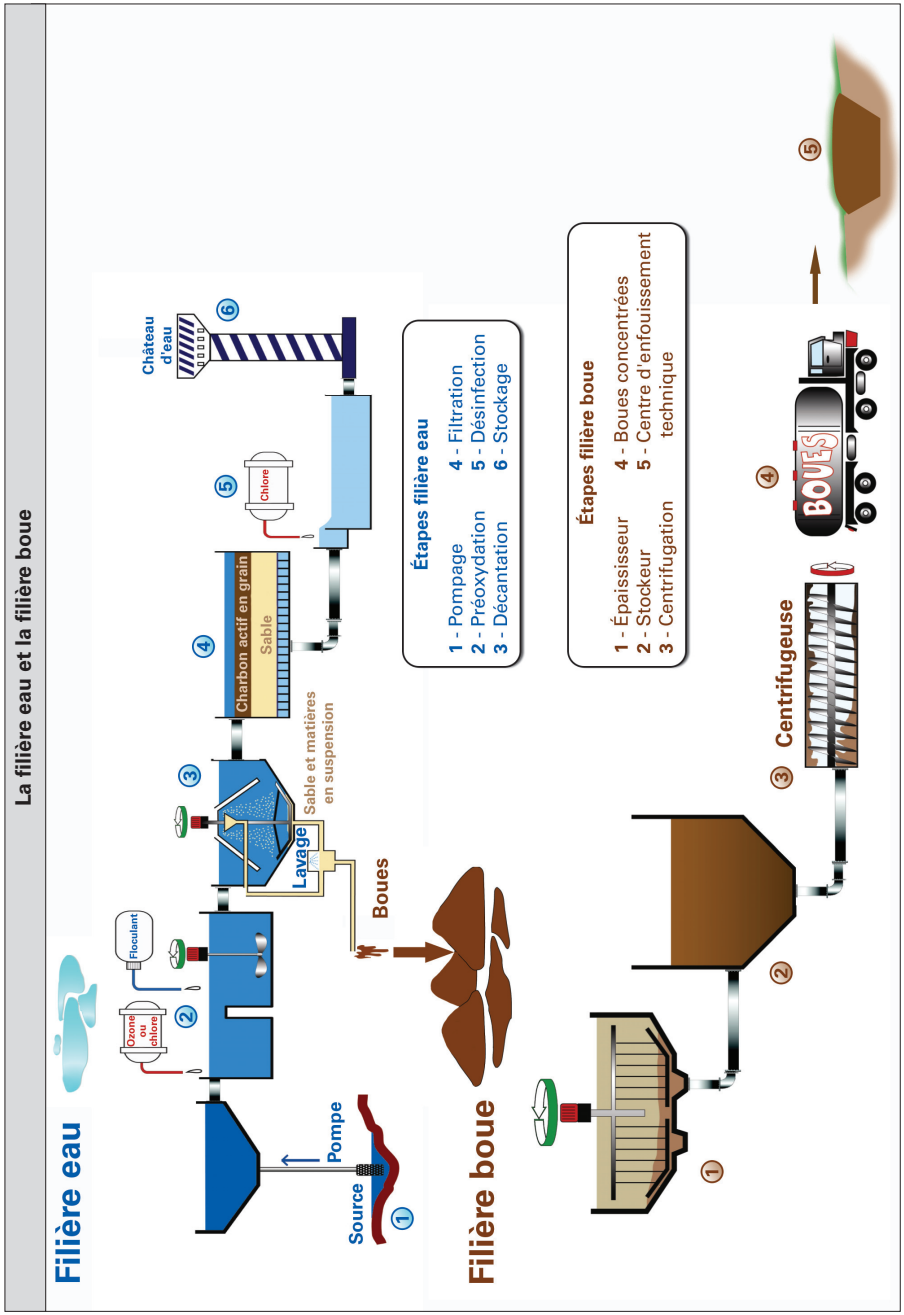
L'eau est stockée à un endroit stratégique où elle pourra s'écouler jusqu'aux robinets des consommateurs avec la pression désirée, en étant protégée des actions de malveillance.

© CRDP académie de Montpellier

La filière boue

Des sous-produits appelés boues sont récupérés au niveau de l'étape de décantation et pendant l'étape de lavage des filtres. Les quantités récupérées sont bien inférieures à celles produites par une station de traitement des eaux usées, et la filière boue fonctionne généralement par intermittence. De plus, les boues produites par la filière eau potable ne sont généralement pas valorisables, en raison de leur caractère minéral et de la présence de composés comme l'aluminium. Ces boues sont donc considérées comme un déchet ultime et partent en décharge.
Les boues issues de l'étape de décantation et du lavage des filtres à sable sont concentrées dans un épaississeur pour réduire leur volume. La mise en rotation d'une herse à l'intérieur de l'épaississeur permet de mieux évacuer l'eau prisonnière des boues, et d'atteindre des concentrations de l'ordre de 40-60 $g.L^{-1}$. Les boues concentrées sont ensuite envoyées vers un stockeur, en attente d'une étape de déshydratation par centrifugation. Cette étape est précédée d'un ajout de polymère qui, en augmentant le caractère hydrophobe des boues, va faciliter leur déshydratation pour atteindre une teneur en matière sèche de l'ordre de 30 %. Pour finir, les boues faiblement chargées en matière organique partent généralement dans un centre d'enfouissement.
Les usines de traitement ont le devoir de produire une eau qui réponde à 64 critères de qualité. Les recherches œuvrent donc à la conception et à l'optimisation de procédés compacts, fiables et performants, capables de gérer simultanément différentes classes de polluants. Parmi ces procédés, ceux utilisant les membranes, notamment la nanofiltration, semblent être des solutions d'avenir. Dans ce dernier cas, les pores extrêmement fins de la membrane, 10 000 fois plus fins qu'un cheveu, représentent une barrière physique pour de nombreux éléments dissous dans l'eau, des molécules organiques jusqu'aux ions minéraux. L'eau abandonne alors la plupart des composés qu'elle contenait initialement pour se retrouver adoucie, stérilisée et exempte de polluants même présents en très faible concentration **[*cf.* question 29]**.

© CRDP académie de Montpellier



© CRDP académie de Montpellier

Questions ouvertes

L'eau, une ressource durable ?

De l'eau en théorie, il y en a pour tous sur la Terre ! Avec 200 000 km^3 disponibles, l'eau douce n'est pas une denrée rare. Mais la répartition de cette ressource sur la planète est loin d'être en adéquation avec celle de la population : près de 2 milliards d'individus, un tiers de l'humanité, vivent en situation de « stress hydrique ». À cette situation inacceptable s'ajoute la forte dégradation de la qualité de l'eau due aux systèmes de production agro-industriels et aux usages domestiques toujours croissants. L'évolution du cadre législatif, une gestion adaptée à la multiplicité des usages, la prise de conscience individuelle et collective contribueront-elles à en faire une ressource durable ?

Cet ouvrage, inspiré des travaux de la communauté scientifique réunie au sein du pôle montpelliérain de l'eau, tente de répondre à cette question fondamentale.

Cemagref · CIRAD · CNRS · Hérault · INRA · IRD Institut de recherche pour le développement · Montpellier SupAgro · UM1 Université Montpellier 1 · UM2 Université Montpellier 2

Ont participé également à cet ouvrage :
l'Agence de l'eau Rhône, Méditerranée et Corse – IFEA (Institut français d'études andines) – IFRA (Institut français de recherche en Afrique) – 2iE (Institut international d'ingéniérie de l'eau et de l'environnement) – INSA (Institut supérieur d'informatique appliquée)

PRIX : . . . . . .18 €
ISSN : . . . . . .en cours
ISBN : 978-2-86626-333-1
RÉF : 340QA058

