

Périodes d'étiage en 2011

dans le bassin du Rhin

Internationale
Kommission zum
Schutz des Rheins

Commission
Internationale
pour la Protection
du Rhin

Internationale
Commissie ter
Bescherming
van de Rijn

Rapport n° 198



Editeur:

Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR)
Kaiserin-Augusta-Anlagen 15, D 56068 Coblenz
Postfach 20 02 53, D 56002 Coblenz
Téléphone +49-(0)261-94252-0, téléfax +49-(0)261-94252-52
Courrier électronique: sekretariat@iksr.de
www.iksr.org

ISBN 3-941994-15-8978-3-941994-15-7

© IKSР-CIPR-ICBR 2012



Internationale Kommission zum Schutz des Rheins
Commission Internationale pour la Protection du Rhin
Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn

Périodes d'étiage en 2011 dans le bassin du Rhin

1. Introduction

Dans le cadre de PLEN-CC11, la délégation néerlandaise a demandé de porter attention au problème des étiages extrêmes en 2011 qui ont débouché à l'échelle nationale sur différentes questions et activités. Il a été convenu que toutes les délégations transmettent un aperçu des connaissances nationales dont elles disposaient sur toutes les phases d'étiage survenues en 2011. Les informations doivent porter sur la situation hydrologique (niveaux d'eau, notamment dans le cours principal du Rhin) et sur les précipitations, sur des rapports officiels relatifs à la période de sécheresse et/ou des communiqués de presse, les mesures prises et des données sur les restrictions appliquées à la suite de la sécheresse.

2. Approche

L'Allemagne, la France, le Liechtenstein, le Luxembourg, les Pays-Bas, l'Autriche et la Suisse ont remis les informations sollicitées fin 2011/début 2012. Le chapitre suivant présente une évaluation intégrée élaborée à partir de ces informations. Le document se termine par quelques conclusions. Le relevé synthétique des contributions nationales figure en annexe.

3. Synthèse des informations envoyées

Météorologie

Les chutes de neige n'ont pas été abondantes en Suisse et en Autriche au cours de l'hiver 2010-2011. Le mois de janvier 2011 y a été chaud et pluvieux, si bien que la neige, peu abondante, a fondu rapidement et rejoint les cours d'eau.

Les mois de février à mai 2011 (compris) ont été très secs sur l'ensemble du bassin fluvial, alors que les mois d'été entre juin et septembre 2011 ont été plus humides qu'en moyenne.

Les mois d'octobre et de novembre 2011 ont été très, voire extrêmement secs. En Hesse/Allemagne, la somme des précipitations en novembre 2011 a été la plus basse jamais mesurée pendant ce mois.

Débits

En regard des conditions décrites ci-dessus, et en particulier des faibles précipitations, l'hydrosystème rhénan a connu deux périodes de débits inférieurs, voire très inférieurs, aux débits moyens : de mars à mai et en novembre. Cette évolution se retrouve dans le Rhin de Bâle aux Pays-Bas. Dans les grands affluents rhénans canalisés comme le Neckar, le Main et la Moselle, les débits ont également été plus faibles que la normale mais le niveau d'eau a cependant pu être maintenu à une hauteur acceptable. A la mi-avril 2011 par exemple, le débit du Rhin au droit de différentes stations d'analyse (entre autres Maxau, Kaub et Cologne) ne représentait que quelque 50% du débit moyen normal à cette période. A Lobith, le niveau d'eau le plus bas jamais observé a été mesuré

le 30 novembre 2011. Le débit le plus bas relevé depuis le début des mesures en 1901 n'a pas été atteint.

Le lac de Constance a connu une période de niveaux d'eau (bien) inférieurs à la moyenne en mai et en juin ; le 13 juin 2011, le niveau d'eau le plus bas jamais relevé (depuis 1950) a été mesuré. Dans l'affluent Ill également, le débit a été extrêmement bas au printemps.

Problèmes et mesures

L'ampleur des problèmes imputables à la sécheresse et aux faibles débits dans les fleuves et l'ordre de grandeur des mesures prises pour réagir à ces problèmes ont été très variables dans le bassin du Rhin. Les problèmes et mesures peuvent être décrits par pays ou usage de l'eau. Le tableau 1 est une liste dressée à titre d'information, montrant dans quels pays des usages déterminés ont subi des impacts négatifs à la suite des périodes de sécheresse.

<i>Pays*</i>	<i>CH</i>	<i>O</i>	<i>Li</i>	<i>D</i>	<i>F</i>	<i>Lu</i>	<i>NL</i>
Usages							
Eau potable					X		X
Ecologie	X						
Aspects qualitatifs							X
Aspects quantitatifs des eaux souterraines			X				
Production énergétique	X	X			X	X	
Industrie							
Agriculture	X			X			X
Activités récréatives					X		
Navigation	X**			X	X	X	X
Sécurité				X			X

Tableau 1 : Tableau synoptique des Etats ayant connu des restrictions des usages de l'eau dans le bassin du Rhin en raison de la sécheresse.

* Un grand nombre des problèmes mentionnés sont surtout apparus au niveau régional ou local (par ex. zones amont de sous-bassins versants du Rhin par exemple).

** Uniquement la navigation rhénane

Spécificités nationales (voir tableau 1)

L'Autriche, le Liechtenstein, l'Allemagne et le Luxembourg n'ont pas ou guère eu de problèmes et n'ont donc pas pris de mesures.

En *Autriche*, la production d'électricité dans les usines hydroélectriques a été légèrement inférieure à la moyenne. En *Allemagne*, des problèmes sont apparus au niveau de l'agriculture. Les semis précoces ont subi de grands dommages ; les plantes plus tardives ont bien surmonté la sécheresse.

Les problèmes sont survenus à une échelle plutôt locale en Suisse. En revanche, ils ont eu plus d'ampleur en France et aux Pays-Bas, et ces deux pays ont pris des mesures en plus grand nombre.

En *Suisse*, l'information du public a surtout porté sur le risque d'incendies de forêts et sur les conséquences de la sécheresse sur le milieu naturel et l'agriculture.

Dans certains cantons, il a été interdit de faire des feux.

Dans le milieu naturel, la sécheresse printanière a particulièrement touché les peuplements d'amphibiens ; la sécheresse qui a sévi au printemps a eu des impacts très négatifs sur le frai des poissons migrateurs.

Comme en Autriche, la production d'électricité dans les centrales hydroélectriques a baissé en Suisse.

Pendant la sécheresse du printemps, l'agriculture a subi des dommages dus à la mauvaise croissance des plantes ; en revanche, la sécheresse d'automne a plutôt amélioré les conditions météorologiques pour les récoltes et la coupe de bois.

Dans quelques cantons, des restrictions de captage d'eau ont été décrétées pour des rivières et cours d'eau de petite taille. Aucune restriction n'a toutefois été appliquée aux grands fleuves et lacs.

En *France*, des restrictions d'usage temporaires de l'eau du robinet, des eaux de surface et des eaux souterraines ont été décrétées de juillet à septembre 2011 pour le cours amont de l'Ille et dans une partie du bassin de la Moselle. Ces restrictions ont couvert la période comprise entre la mi-juin et le mois d'octobre et ont concerné le remplissage des piscines, le lavage des véhicules, l'arrosage des pelouses et espaces verts, l'irrigation des cultures agricoles, de même que les prélèvements et rejets d'eau d'entreprises industrielles spécifiques.

Aux Pays-Bas, la commission nationale de répartition de l'eau (Landelijke Commissie Waterverdeling) a été convoquée avant même le 1^{er} avril 2011 (date à laquelle démarre habituellement l'examen consistant à « prendre le pouls » de la situation dans le contexte d'éventuelles restrictions d'eau ou de difficultés liées à la chaleur). Les problèmes relevés ont notamment porté sur l'assèchement de digues de tourbe, les affaissements de terrain et l'augmentation de la salinité. Les mesures ont consisté en particulier à assurer la sécurité des digues, à lutter contre une trop forte hausse de salinité et à augmenter les réserves en eau.

La navigation rhénane a été perturbée sur tout le cours navigable du Rhin de Bâle jusqu'aux Pays-Bas au sens où les bateliers ont été contraints de circuler avec une moindre charge entre mai et juin tout comme entre octobre et novembre. Ni l'Allemagne, ni la France n'ont pris de mesures de restriction de la navigation. Les Pays-Bas ont émis ici et là quelques interdictions de dépassement sur la voie navigable.

En raison du profil canalisé des tronçons navigables des affluents rhénans, la navigation n'a pas été perturbée dans ces tronçons (en Allemagne) ou ne l'a été que dans une mesure limitée (en France et aux Pays-Bas). En France, la navigation de plaisance et la navigation professionnelle ont été soumises à des restrictions sur la Moselle et dans les canaux de liaison entre la Meuse, La Moselle et le Rhin. D'autres mesures ont également été prises telles que l'interdiction de fonctionnement par éclusées, l'obligation aux bateaux de plaisance de se regrouper pour le passage d'écluses, la coordination de la circulation vers l'amont et l'aval et des restrictions concernant le tirant d'eau.

Usages de l'eau (voir tableau 1)

Le bassin du Rhin est soumis à une exploitation intense. Dans des conditions particulières telles que celles survenues en 2011, certains usages de l'eau peuvent être perturbés. Il n'a été constaté aucune pénurie d'eau potable. Il a cependant été nécessaire aux Pays-

Bas d'interrompre certains captages d'eau potable pour cause de salinité trop élevée des eaux de surface.

Sur le plan *écologique*, il a n'été relevé aucun impact négatif prolongé sur le cours principal du Rhin. Il a été constaté en particulier en Suisse quelques impacts négatifs sur les biocénoses aquatiques dans le cours amont de rivières (pêches « forcées » de sauvetage des poissons).

La qualité des eaux de surface et des eaux souterraines n'a pas été dégradée mais il a fallu gérer certaines phases critiques de hausse de salinité des eaux de surface aux Pays-Bas. La nappe phréatique est parfois tombée à un niveau très bas dans certains pays, avec toutefois des phases de recharge (partielle) dans de nombreux cas.

La *production d'énergie* des centrales hydroélectriques autrichiennes et suisses a nettement baissé pendant les périodes d'étiage.

Dans l'ensemble, l'*industrie* a disposé d'eau en quantité suffisante. Les températures sont restées dans une fourchette normale, de sorte que les (rejets d') eaux de refroidissement n'ont pas posé problème.

En Suisse, en Allemagne, en France et aux Pays-Bas, la navigation a certes été entravée par l'abaissement du niveau d'eau dans le cours principal du Rhin, mais les affluents canalisés tels que le Neckar, le Main et la Sarre n'ont, quant à eux, pas été affectés. Quelques restrictions ont été décrétées à l'adresse de la navigation de plaisance et de la navigation professionnelle (voir également les paragraphes nationaux spécifiques).

A l'exception de quelques rares cas, l'*agriculture* n'a pas subi d'impact négatif majeur. Dans le cas particulier des Pays-Bas, on a craint dans la partie ouest du pays une baisse de rendement des récoltes en raison de teneurs de sel trop élevées dans l'eau. Des dispositions d'approvisionnement alternatives ont été appliquées en tout lieu possible.

L'aspect de la *sécurité* a été un point de préoccupation, tout particulièrement aux Pays-Bas. On a craint que la stabilité de digues (de tourbe) (deuxième ligne de protection contre les hautes eaux) ne soit menacée. En outre, il a fallu maintenir le niveau d'eau dans les polders pour éviter un affaissement de terrain et une hausse de salinité. En Allemagne, quelques bombes de la Seconde Guerre Mondiale mises à jour par la baisse des eaux ont été désamorçées.

A propos des mesures, on retient en synthèse les points suivants :

1. Il n'a pas été constaté de grands problèmes pour un certain nombre d'usages (eau potable, écologie, industrie, eaux souterraines).
2. Là où des impacts ont véritablement été ressentis (baisse de la production d'électricité, restrictions au niveau du trafic fluvial sur le cours principal du Rhin), aucune mesure n'a pu être prise pour neutraliser ces impacts.
3. Dans certains secteurs d'activités, des mesures (préventives) ont pu être prises : agriculture (irrigation –jusqu'à un niveau tolérable – et formes alternatives d'approvisionnement en eau) ; eau potable (gestion économe de l'eau, interdictions d'arrosage) ; écologie (interdiction d'allumer des feux) ; navigation dans les affluents navigables canalisés (régulation) ; sécurité (maintien des niveaux d'eau).

Recherches

Certains pays ont indiqué que des recherches étaient engagées sur la manière de faire front à l'avenir aux problèmes posés par les périodes de sécheresse, et ceci indépendamment de la situation spécifique commune en 2011. On citera comme exemples les études réalisées au Liechtenstein (prélèvements d'eaux de surface à des fins agricoles), en Bavière/Allemagne (analyses sur la gestion des étiages), en Suisse (stratégie de gestion des pénuries locales d'eau) et des Pays-Bas (programme Delta).

4. Conclusions

On peut tirer les conclusions suivantes de la synthèse intégrée :

1. A l'échelle du bassin du Rhin, 2011 s'inscrit dans les annales comme une année météorologique et hydrologique caractérisée par deux périodes de sécheresse et d'étiage, une au printemps et une à l'automne.
2. On peut dire globalement qu'un certain nombre de pays tels que l'Allemagne, le Liechtenstein, le Luxembourg et l'Autriche n'ont pas été particulièrement affectés par les répercussions de ces phases de sécheresse et d'étiage.
3. Les problèmes sont survenus à une échelle plutôt locale en Suisse. En revanche, ils ont eu plus d'ampleur en France et aux Pays-Bas.
4. Hormis l'exemple du problème globalement commun des perturbations dans le secteur de la navigation sur le cours principal du Rhin, on retient que la plupart des problèmes imputables en 2011 à la sécheresse et aux faibles débits fluviaux restent spécifiques à l'un ou l'autre pays. Ainsi, la baisse de production électrique touche en particulier l'Autriche et la Suisse et les aspects de maintien de la sécurité des digues de tourbe et de prévention des affaissements de terrain et de hausse de salinité sont spécifiques aux Pays-Bas.
5. Pour les besoins de la navigation, il a été procédé à une régulation quantitative des eaux dans les affluents **canalisés** du Rhin, par ex. dans le Main, le Neckar et la Moselle. En outre, des mesures de régulation des eaux ont été prises à échelle locale dans le cours amont de petites rivières, à l'encontre du cours principal du Rhin où rien n'a été (ni n'a pu être) fait pour réguler la ressource en eau disponible sous l'angle quantitatif.
6. Les mesures ont moins pour objet de réguler que de contrôler la situation, c'est-à-dire d'atténuer les conséquences d'une baisse de la quantité d'eau disponible. Elles mettent l'accent sur les moyens de préserver les usages, d'économiser la ressource en eau et de prévenir les éventuels dommages.

Mention des références

Allemagne (courriel du 23 décembre 2011; BfG (14 décembre 2011), BAY (19 décembre), BW (19 décembre 2011), HE (20 décembre 2011), NRW (23 décembre 2011), SL (23 décembre 2011)

France (courriel du 20 décembre 2011)

Liechtenstein (courriel du 29 décembre 2011)

Luxembourg (courriel du 22 décembre 2011)

Pays-Bas (rapport sur la sécheresse ; Deuxième Chambre, session 2010-2011, 27 625, n° 212)

Autriche (courriel du 12 décembre 2011)

Suisse (courriel du 13 février 2012)

Annexe :

Relevé synoptique des contributions nationales

Allemagne

En Allemagne, des descriptions nationales de la situation sur les voies navigables fédérales figurent dans quatre rapports de la BfG. Par ailleurs, les Länder fédéraux disposent de descriptions sur la sécheresse. Nous traiterons ci-dessous en premier lieu la description nationale pour passer ensuite à la situation par Land fédéral.

BfG

Météorologie et débits : Au printemps, les voies navigables fédérales ont affiché des niveaux d'eau exceptionnellement bas, mais le faible niveau des eaux n'a pas atteint de valeur éventuellement critique. Les bas niveaux d'eau s'expliquent entre autres par une période de dégel exceptionnelle en janvier suivie d'une phase prolongée sans précipitations. Parmi les voies navigables allemandes, le Rhin a été le plus touché. A la mi-avril, le débit au droit de l'échelle limnimétrique de Maxau était inférieur d'environ 50% au débit normal à cette saison, avec $654 \text{ m}^3/\text{s}$ contre $1300 \text{ m}^3/\text{s}$ (voir figure 1). Ceci a également été constaté à d'autres échelles limnimétriques, par exemple à Kaub ($971 \text{ m}^3/\text{s}$ contre $1820 \text{ m}^3/\text{s}$) et Cologne ($1070 \text{ m}^3/\text{s}$ contre $2360 \text{ m}^3/\text{s}$).

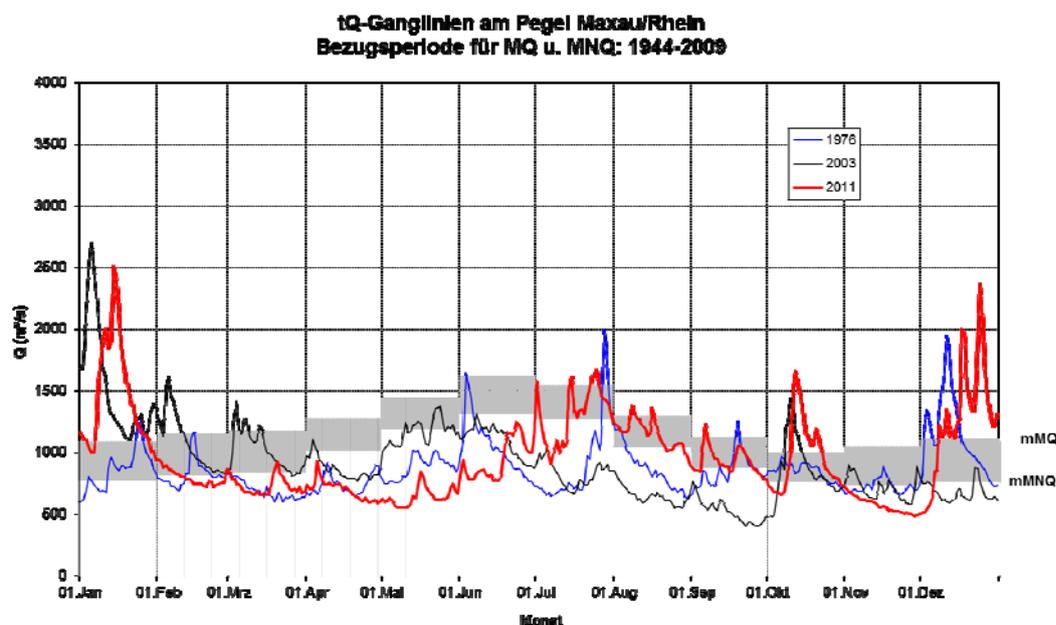


Figure 1 : Echelle de Maxau (Rhin) : comparaison des débits mesurés en 1976, 2003 et 2011 (mMQ = débit mensuel moyen pluriannuel, mMNQ = débit d'étiage mensuel pluriannuel) (source : BfG, 2012)

A la date du 19 avril 2011, le niveau des eaux du lac de Constance était de l'ordre de 286 cm, soit 46 cm de moins que la moyenne pluriannuelle (332 cm) à l'échelle de Constance. Le niveau d'eau le plus bas mesuré depuis 1931 a été atteint le 15 février 2006 avec 229 cm.

A l'automne, les voies navigables allemandes, à l'exception de l'Elbe et de l'Oder, ont affiché de très faibles niveaux d'eau. En général, les niveaux d'eau sont bas en automne en Europe centrale, sauf dans le bassin alpin. Toutefois, le niveau d'eau du Rhin était nettement inférieur à la moyenne en 2011, ce qui s'explique entre autres par l'automne extrêmement sec dans l'ouest de l'Allemagne (voir figure 2). Les débits des grands

affluents, Nahe, Lahn et Moselle, étant également faibles, ils n'ont guère contribué à renforcer le débit du Rhin.

Au droit de la station de Cologne, on a mesuré un débit de 703 m³/s fin novembre 2011, ce qui correspond à d'autres débits extrêmement faibles mesurés lors d'autres années. Le débit le plus faible mesuré jusqu'à présent à Cologne (530 m³/s le 31 octobre 1947) n'a toutefois pas été atteint.

Problèmes et mesures : Le Rhin en Allemagne a été le plus fortement touché par les restrictions imposées à la navigation. Entre Bâle et la frontière germano-néerlandaise, on est passé au-dessous du seuil EE (étiage équivalent) pour le chargement des bateaux. Ceci a eu des impacts sur le chargement autorisé (en termes quantitatifs).

Les grands affluents du Rhin, le Neckar, le Main, la Moselle et la Sarre, ont également accusé des niveaux d'eau faibles qui n'ont cependant pas donné lieu à des restrictions de la navigation.

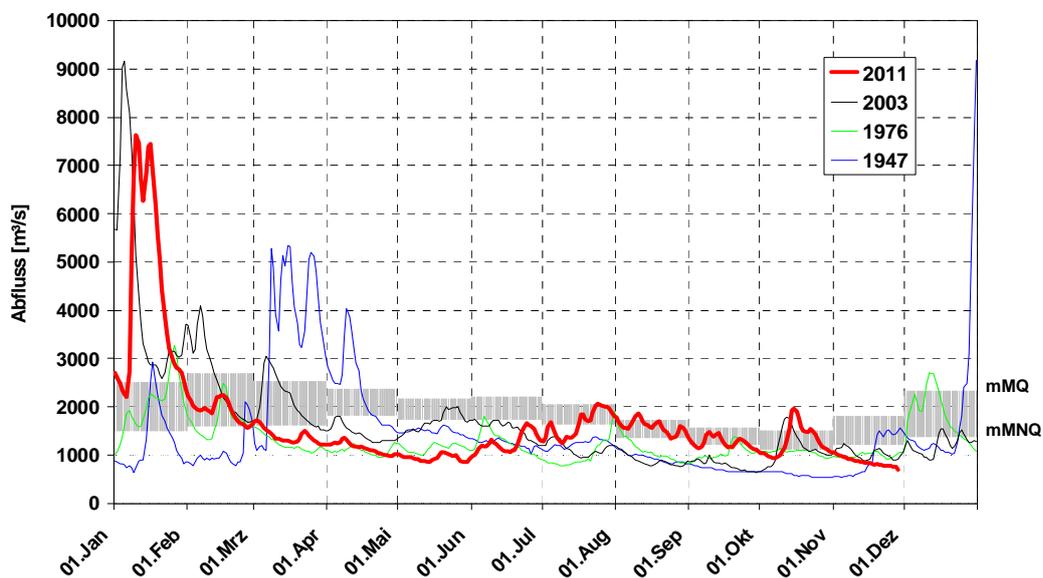


Figure 2 : valeurs journalières du débit à l'échelle de Cologne (Rhin) en 2011 par rapport aux valeurs mesurées pluriannuel (mMQ = débit mensuel moyen pluriannuel, mMNQ = débit d'étiage mensuel pluriannuel)

Il n'a pas été constaté de dommages économiques durables dans les voies navigables allemandes. Lorsque les niveaux d'eau sont bas, l'habitat dont disposent les organismes aquatiques diminue, ce qui peut entraîner la disparition de certains organismes s'ils n'arrivent pas à s'adapter assez rapidement à la baisse du niveau des eaux. Une vitesse d'écoulement croissante peut par ailleurs entraîner une plus forte dérive. L'habitat restreint peut provoquer une hausse des infections et faciliter la prédation. Il faut donc globalement s'attendre à une baisse du nombre d'individus par espèce ; la BfG estime cependant que les populations pourront se rétablir l'année suivante.

En ce qui concerne les conséquences pour l'agriculture, le service météorologique allemand a indiqué le 6 juillet que le printemps sec avait entraîné des pertes de récolte sur les céréales précoces. Les céréales plus tardives, les betteraves à sucre et le maïs, ont cependant bien supporté la sécheresse.

Bavière

Météorologie : Par rapport à la moyenne pluriannuelle des précipitations (1961/1990), la période de janvier à avril 2011 a été trop sèche, voire extrêmement sèche en mars. La période de sécheresse au printemps n'a cependant pas été extrême. Le mois de juillet 2011 a été relativement humide par rapport à la moyenne pluriannuelle 1961 – 1990. Les mois de juin et d'août à octobre ont atteint un niveau moyen. En novembre 2011, la sécheresse a été plus prononcée. A partir du 21 octobre, les anticyclones ont à nouveau dominé. En de nombreux endroits, il n'a pas plu pendant plus de 40 jours.

Débits : Une période d'étiage s'est développée entre début mai et début juin. Pour le Main, qui est canalisé à partir du débouché de la Regnitz et pour lequel il est donc difficile de déterminer le débit en période d'étiage, la station d'analyse de Trunstadt en aval du débouché de la Regnitz joue un rôle important. A partir du mois de janvier, au cours duquel on a observé une onde de crue à deux pics, les valeurs minimales ont dépassé d'un facteur 1,5 la moyenne des débits les plus faibles.

Problèmes et mesures : Entre le 11 mai et le 5 juin et entre le 22 novembre et le 1^{er} décembre, différents rapports sur la sécheresse ont été mis au point et publiés en Bavière.

Depuis 2008, le grand public peut consulter en ligne les données d'étiage fournies par le NID (service d'information sur les étiages). Les étiages se déclinent en quatre niveaux : en vert (pas d'étiage), en jaune (niveau bas), en orange (très bas niveau) et en rouge (nouveau niveau bas mesuré).

A part quelques petits problèmes locaux, la période d'étiage n'a pas entraîné de difficultés spécifiques. Aucun impact écologique n'a été observé. Les teneurs en oxygène sont restées stables et les températures de l'eau dans un ordre de grandeur normal. Du fait des deux crues en janvier, le niveau des eaux souterraines a été normal et aucun problème d'alimentation en eau potable n'a été observé. On n'a pas connaissance d'informations sur la restriction de la navigation sur le Main bavarois.

La Bavière n'a pris aucune mesure relative à la situation d'étiage. Indépendamment de cette situation, le plan d'avertissement et d'alerte Main a été remis à jour. Des études relatives à une gestion des étiages sont en cours de réalisation au niveau de la Bavière.

Bade-Wurtemberg

Débits : Pour le Neckar, les données sont fournies par l'échelle de Lauffen, pour le Rhin par celle de Maxau. A Maxau, le débit mesuré en février et en mars a été inférieur à la moyenne observée entre 1970 et 2010. De début avril à la mi-juin, le débit a été en grande partie inférieur à la valeur minimale pluriannuelle. Ensuite, le débit s'est rapproché de la moyenne pour retomber à nouveau en novembre au niveau de la valeur minimale pluriannuelle.

Problèmes et mesures : Fin 2010, le Bade-Wurtemberg a rédigé une note sur la pénurie d'eau et la sécheresse. Il en ressort qu'il n'y a pas eu lieu de prendre d'autres mesures au Bade-Wurtemberg. Suite à des mesures d'économie d'eau dans l'industrie et les ménages, les besoins en eau ont beaucoup baissé. Dans un proche avenir, les besoins en eau représenteront moins de 10% des ressources en eau disponibles. La ressource en eau est utilisée à environ 80% à des fins de refroidissement et restituée à raison de 98%. Aujourd'hui, seul 0,3% de l'eau est utilisée pour l'arrosage ou l'irrigation agricole.

En situation d'étiage, les impacts restent locaux et limités dans le temps et n'engendrent en aucun cas de dommages durables.

Des études montrent que les précipitations annuelles imputables au changement climatique n'évolueront guère jusqu'en 2050 et que le seul effet sera un décalage des précipitations de l'été vers l'hiver. Il est possible que ce décalage entraîne une hausse des besoins en eau dans l'agriculture. Toutefois, aucune modification de la ressource globale en eau n'est attendue.

Hesse

Météorologie : 2011 a été caractérisée par deux périodes de sécheresse au printemps et en automne. Entre décembre 2010 et novembre 2011 inclus, les précipitations ont atteint 600 mm, soit uniquement 77% des précipitations moyennes observées sur la période 1971-2000. Les mois les plus secs en Hesse ont été le mois de mars avec environ 20% des précipitations moyennes observées durant ce mois et novembre avec seulement 3% des précipitations moyennes. Selon le service météorologique allemand, le mois de novembre 2011 a été le mois le plus sec en Hesse depuis le début des mesures en 1881.

Météorologie et débits : A la fin de la première période de sécheresse, les niveaux d'eau étaient exceptionnellement bas pour cette période de l'année. En mai, on a enregistré les débits les plus bas jamais mesurés sur le Rhin à hauteur de Mayence : 759 m³/s, soit 18 m³/s de moins que le débit minimal mesuré jusqu'à présent en mai. Normalement, de tels débits se produisent à la fin de l'été ou en automne.

Le faible débit du Rhin s'explique d'une part par les faibles précipitations dans la région, d'autre part par le manque d'eau en provenance des Alpes. Le niveau des eaux du lac de Constance, principale source d'apport d'eau du haut Rhin, exception faite de l'Aar, a été particulièrement bas en mai et juin (voir figure 7). Les mois d'été, juillet et août, relativement humides, n'ont pas véritablement atténué la situation d'étiage. Une deuxième période caractérisée par de faibles précipitations de la mi-septembre au mois de décembre a entraîné à nouveau de faibles débits.

Problèmes et mesures : Durant la première période de sécheresse, la navigation a été sensiblement restreinte sur différents tronçons du Rhin ; en revanche, les impacts sur le Main canalisé sont restés faibles.

La deuxième période de sécheresse a à nouveau perturbé la navigation. Par ailleurs, de nombreuses bombes issues de la Seconde Guerre Mondiale ont refait surface.

Rhénanie-Palatinat

Les périodes d'étiage n'ont pas posé problème en 2011 en Rhénanie-Palatinat. En outre, l'approvisionnement en eau est assuré par des réseaux d'alimentation.

Sarre

Le Land de Sarre n'a pas connu de problème du fait que la Sarre est canalisée.

Rhénanie-du-Nord-Westphalie (information jusqu'en novembre)

Météorologie et débits : En mars et en avril 2011, les précipitations ont été inférieures à la moyenne. Les débits sont passés en deçà de la moyenne pluriannuelle, mais dans presque toutes les échelles les débits sont restés supérieurs au débit d'étiage moyen. Il n'y a donc pas eu de situation d'étiage particulière ou extrême telle qu'on l'observe normalement à la fin de l'été/en automne.

Problèmes et mesures : Aucune particularité n'a été relevée quant à la qualité de l'eau (oxygénation, température de l'eau), la mortalité piscicole, l'approvisionnement en eau potable.

France

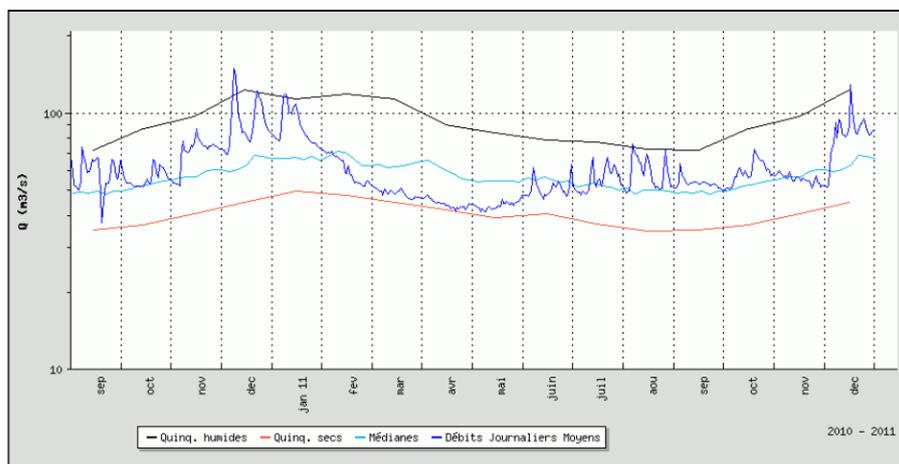
Météorologie : Dans la partie française du bassin du Rhin, la période s'étendant de février à mai 2011 inclus a été nettement plus sèche qu'à l'ordinaire (env. 35% des précipitations moyennes). Les mois de juin et de juillet ont été presque normaux (env. 115% de la moyenne) ; ils ont été suivis par un mois d'août très humide (env. 145% de la moyenne). Les mois de septembre et octobre ont à nouveau été secs (env. 60% de la moyenne), le mois de novembre a été caractérisé par un fort déficit pluviométrique (10% de la moyenne).

Du fait des faibles précipitations, le niveau des nappes souterraines au printemps a été bien inférieur à la moyenne (niveau correspondant à une situation rencontrée tous les 5 à 10 ans, parfois même tous les 20 ans). Au cours de l'été et de l'automne, le niveau des eaux souterraines s'est plus ou moins rétabli, tout en restant inférieur à la moyenne dans la plupart des régions.

Débits : En mai 2011, les débits dans l'Ill et la Moselle ont représenté 20 à 40% du débit moyen ; en novembre, ils ont même été inférieurs de 20% à la moyenne (voir figures 3 et 4).

L'ILL à STRASBOURG [CHASSEUR FROID, LA ROBERTSAU]

code station : A2280350 producteur : DREAL Alsace
bassin versant : 4600 km² e-mail : Hydro.sema.diren-alsace@developpement-durable.gouv.fr



LA MOSELLE à UCKANGE

code station : A8500610 producteur : DREAL Lorraine
bassin versant : 10770 km² e-mail : donneeshydropmetriques-diren-lorraine@developpement-durable.gouv.fr

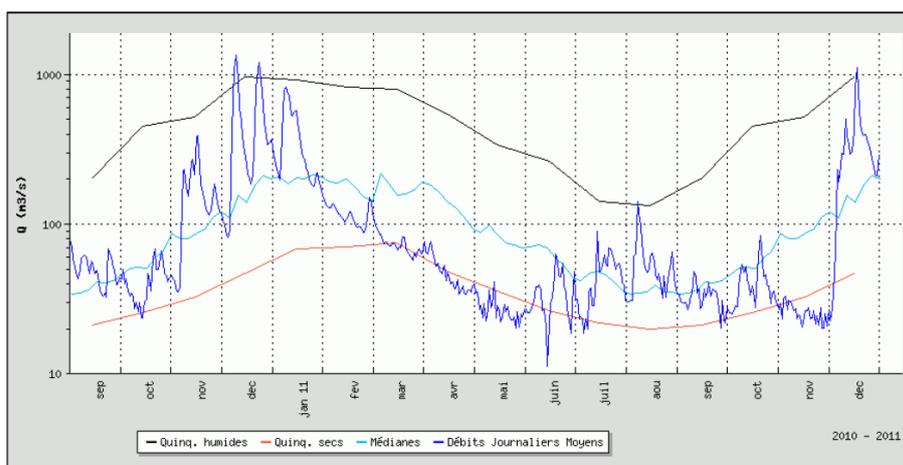


Figure 3 : Débit (à l'échelle logarithmique) de l'Ill et de la Moselle. Quinquennal = tous les 5 ans.

1. Débits moyens mensuels en mai 2011

➔ Débits moyens mensuels très déficitaires

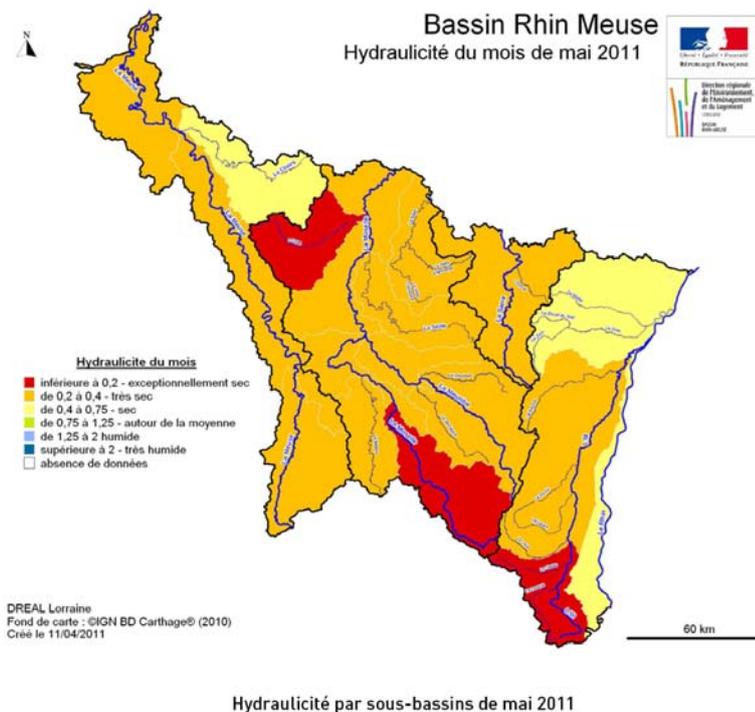


Figure 4 : débits au printemps 2011, exprimés sous forme de débit moyen mensuel en 2011 / débit mensuel moyen pluriannuel

Problèmes et mesures : Les modalités de gestion des épisodes de sécheresse sont transcrites dans des arrêtés cadres interdépartementaux et départementaux. Ces arrêtés cadres définissent des débits-seuils pour chaque hydrosystème. Lorsque ces débits-seuils sont atteints, des principes de vigilance sont progressivement mis en place. Des cellules de crise se réunissent et la fréquence de l'information est rehaussée. Pour finir, des restrictions d'usage d'eau peuvent être adoptées.

Conformément aux règles de gestion définies dans ces arrêtés cadres, des arrêtés préfectoraux de limitation (restriction) provisoire de certains usages sont pris dès que la situation hydrologique le justifie.

Dans le cas des usages industriels, les limitations de prélèvement et de rejet sont définies le plus souvent dans l'arrêté d'autorisation ; ces limitations sont mises en œuvre dès qu'un arrêté départemental de limitation provisoire des usages le spécifie.

Dans le cas particulier des usages relevant de l'utilisation des voies d'eau, les règles de gestion et les limitations sont transcrites dans des avis périodiques à la batellerie. Des notes d'information aux usagers faisant le point sur la situation de la sécheresse ont de plus été éditées en 2011.

Entre avril et juillet 2011, une partie importante de la ressource en eau stockée dans les barrages-réservoirs en amont a été prélevée pour maintenir les débits dans le réseau de canaux et l'hydrosystème. Le niveau des eaux dans les barrages-réservoirs est ainsi largement passé au-dessous des valeurs cibles sur cette période. Les réservoirs ont été rechargés en grande partie durant la seconde moitié de l'année.

L'équipe de suivi écologique de la sécheresse a été vigilante à partir de début mai dans l'ensemble du bassin. Elle a contrôlé environ 200 ruisseaux et sources dans le bassin toutes les 2 à 4 semaines pour surveiller le courant et la ressource en eau. Des débits inférieurs à la moyenne ont été observés en de nombreux points d'analyse ; quelques ruisseaux et sources étaient déjà secs. Par ailleurs, certains indices laissent penser que les brochets et les amphibiens pourraient avoir eu du mal à se reproduire. On a observé une croissance supérieure à la moyenne des plantes aquatiques. En revanche, il n'a pas été constaté de mortalité piscicole particulièrement élevée.

Dans le cours amont de l'III (dans la partie est des Vosges dans les départements Haut Rhin et Bas Rhin), différents arrêtés temporaires portant sur la sécheresse sont entrés en vigueur entre le 15 juin et le 20 septembre. Un arrêté de sécheresse provisoire a également été pris dans la partie occidentale du bassin de la Moselle entre le 13 juillet et le 31 octobre 2011.

Ces arrêtés englobent des interdictions (accompagnées le plus souvent d'exceptions spécifiques) concernant l'utilisation de l'eau potable, des eaux de surface et des eaux souterraines, par ex. pour remplir les piscines, laver les voitures, arroser les jardins, les parcs ou les terrains de sport, nettoyer les rues et les trottoirs et pour l'irrigation dans l'agriculture. Par ailleurs, les arrêtés définissent des valeurs seuils pour le prélèvement d'eau par certaines installations industrielles.

Ces interdictions ne se sont pas appliquées aux nappes d'accompagnement ni aux canaux dans le champ inondable du Rhin ni aux prélèvements dans le Rhin même.

Dans la Moselle et les canaux reliant la Meuse, la Moselle et le Rhin, la navigation a été soumise à quelques restrictions, par exemple interdiction d'écluser à vide, obligation de regrouper les bateaux de plaisance pour passer les écluses, coordination des passages vers l'amont et vers l'aval, restrictions concernant l'enfoncement des bateaux.

Le Rhin frontalier n'a été soumis à aucune restriction, mais les bateaux ne pouvaient être chargés qu'à 65% de leur capacité maximale.

Luxembourg

Débits : La Moselle a connu deux périodes d'étiage consécutives en 2011. A partir de mai, les débits étaient extrêmement faibles. Le débit le plus bas (moyenne journalière) a été mesuré le 15 juin 2011 avec 12,5 m³/s.

Problèmes et mesures : Grâce au recours aux barrages-réservoirs, le niveau de l'eau dans les tronçons canalisés de la Moselle n'a guère été touché par les faibles débits. Les périodes d'étiage n'ont donc pas eu d'impact sérieux sur la faune et la flore aquatique. Les autorités n'ont pas pris de mesures spécifiques. Le prélèvement d'eau n'a pas été limité. Le chargement des bateaux a été provisoirement restreint.

Liechtenstein

Débits : Les données des échelles de 10 stations d'analyse des eaux souterraines situées à proximité du Rhin ont montré que le Rhin alpin accusait de faibles niveaux d'eau.

Problèmes et mesures : Au Liechtenstein, la situation d'étiage en 2011 n'a pas fait l'objet de discussions ni de mesures spécifiques.

Indépendamment de la situation observée en 2011, le Liechtenstein réalise actuellement un projet sur la manière de prélever à l'avenir de l'eau à partir des eaux de surface ou

des eaux souterraines pour l'agriculture en cas de sécheresse, sans que ceci ait pour autant un impact négatif sur le niveau des eaux de surface.

Pays-Bas

Météorologie : Le printemps a été nettement plus sec qu'à l'habitude ; le manque de précipitations durant le printemps 2011 a été comparable aux valeurs de 1976, année extrêmement sèche. En moyenne, les précipitations ont été de 781 mm sur le territoire néerlandais, par rapport à 847 mm en situation normale.

L'année 2011 a été caractérisée par une alternance très nette de périodes très sèches et de périodes très humides. Le printemps a été le plus sec depuis au moins un siècle. Les précipitations se sont limitées à 49 mm de pluie contre 172 mm en général. Les faibles précipitations et l'évaporation importante due au printemps ensoleillé ont donné lieu à une pénurie potentielle de précipitations (précipitations – évaporation) record pour cette saison (voir figure 5).

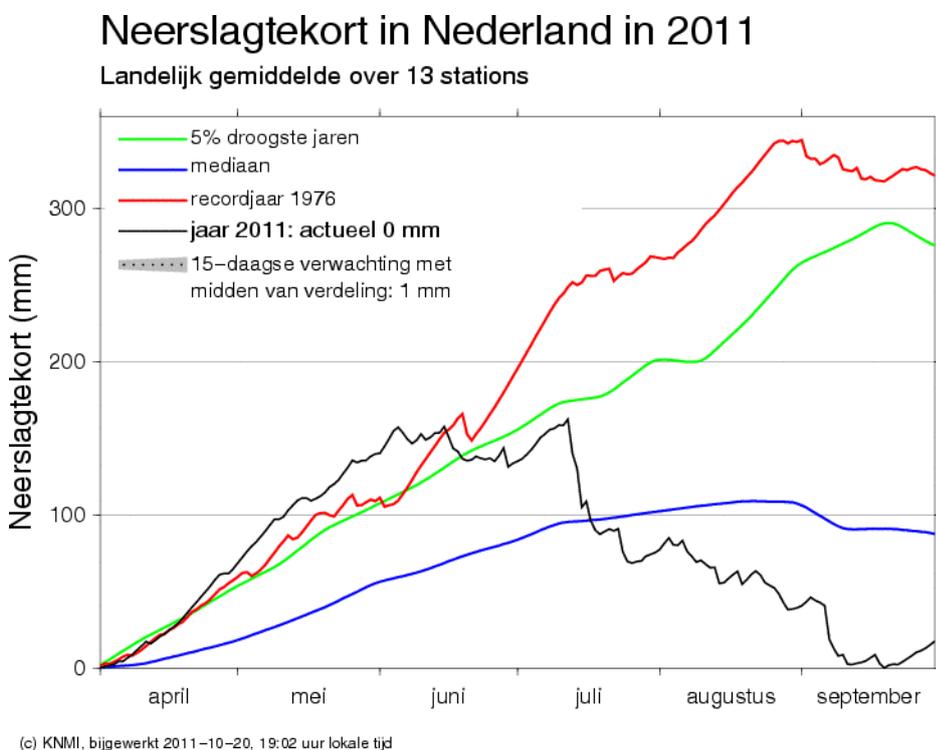


Figure 5 : Pénurie de précipitations aux Pays-Bas en 2011

Débits : Le débit du Rhin a rapidement baissé après la crue de janvier et atteint dans un premier temps des valeurs inférieures à la moyenne pour se rapprocher ensuite des débits les plus faibles jamais mesurés au printemps. Les faibles débits du Rhin se sont maintenus durant toute l'année. Le débit le plus faible enregistré à Lobith au printemps a été mesuré le 31 mai 2011 (894 m³/s). Au cours de l'automne, le débit le plus bas a atteint 783 m³/s le 1^{er} décembre 2011.

A hauteur de Lobith, le niveau des eaux le plus bas jamais mesuré a été atteint le 30 novembre 2011 avec 6,89 m + NAP. Ce niveau est inférieur d'1 centimètre à la valeur la plus faible mesurée jusque-là (6,90 m + NAP). Le 30 novembre, le débit a atteint 789 m³/s. Ce n'est toutefois pas le débit le plus bas jamais mesuré, car le Rhin s'est approfondi au fil des années. Le débit le plus bas mesuré depuis le début des mesures en 1901 a été observé le 4 novembre 1947 (620 m³/s).

Problèmes : Aux Pays-Bas, des problèmes survenus en 2011 en raison de précipitations trop faibles et de bas débits ont porté sur les aspects suivants :

- **Sécurité** : La pénurie d'eau peut avoir de lourdes conséquences, notamment dans les zones marécageuses. L'assèchement de ces zones peut entraîner des problèmes sur les dispositifs (secondaires) de protection contre les inondations. L'assèchement des zones marécageuses entraîne un affaissement du sol. Ce processus étant irréversible, on s'efforce de prévenir autant que possible l'assèchement. L'affaissement du sol peut avoir des impacts entre autres sur les fondations des bâtiments et sur le milieu. Des dommages écologiques irréversibles peuvent également découler d'autres processus, par exemple d'un apport d'eau provenant d'autres zones ou l'assèchement de ruisseaux ou de fossés.
- **Salinité** : Dans l'ouest des Pays-Bas, la salinité des eaux souterraines et des eaux de surface augmente, étant donné que la quantité disponible d'eau douce ne suffit plus à faire reflouer l'eau salée et à drainer les eaux d'infiltration salées hors des polders. Ces phénomènes entraînent des difficultés au niveau du prélèvement d'eau potable et de l'utilisation de l'eau en agriculture et en industrie.
- **Navigation** : restrictions de la navigation dues aux faibles niveaux des eaux.

La menace de pénurie d'eau a duré deux mois. Fin mai, il y a eu de réelles pénuries d'eau. Cette menace de pénurie d'eau s'est maintenue jusqu'à la mi-juillet. Par la suite, les débits du Rhin sont cependant restés inférieurs aux débits moyens. En novembre, des problèmes de salinité sont réapparus pour une brève période du fait d'une tempête en mer combinée à de faibles débits du Rhin.

Mesures : En raison de la menace de pénurie d'eau à partir de mars 2011, des rapports sur la sécheresse décrivant la situation actuelle et l'évolution attendue ont été publiés toutes les semaines. Le dernier rapport sur la sécheresse 2011 (n° 20) est paru le 5 décembre 2011. Les rapports sur la sécheresse ont été établis par la Landelijke Coördinatiecommissie Waterverdeling – LCW (Commission nationale chargée de coordonner la répartition de l'eau) qui s'était réunie en 2011 avant même la date habituelle de début de la 'saison sèche' à partir du 1^{er} avril. La LCW décrit la situation nationale en termes de ressource en eau et examine les mesures à prendre pour répartir l'eau disponible. Elle se base pour ce faire sur des listes nationales qui définissent la priorité accordée à chaque utilisateur d'eau en cas de sécheresse (voir fig. 6). La priorité absolue est donnée à la sécurité et à la prévention de dommages irréversibles.

Catégorie 1 Sécurité et prévention de dommages irréversibles	Catégorie 2 Entreprises d'approvisionnement en eau et énergie	Catégorie 3 Usage important à petite échelle	Catégorie 4 Autres intérêts (aspects écologiques, également pour le milieu)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Stabilité des dispositifs de protection contre les inondations 2. Compactage et tassement (zones marécageuses et tourbières hautes) 3. Milieu (<u>en relation avec la nature des sols</u>) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Approvisionnement en eau potable 2. Approvisionnement en énergie 	<ul style="list-style-type: none"> • Irrigation provisoire de plantes onéreuses • Eau de process 	<ul style="list-style-type: none"> • Navigation • Agriculture • Milieu (tant qu'il n'y a pas de dommage irréversible) • Industrie • Loisirs • Pêche fluviale
Prioritaire par rapport à	Prioritaire par rapport à	Prioritaire par rapport à	

Figure 6 : Listes nationales

De nombreuses mesures ont été prises sur le territoire néerlandais pour retenir autant d'eau que possible et limiter l'intrusion saline :

- *Garantir la sécurité des digues de tourbe et prévenir l'affaissement des sols* : En cas de sécheresse prolongée, la sécurité des digues en tourbe peut être sérieusement compromise ; il peut même arriver qu'elles cèdent, comme ceci s'est passé en 2003 à Wilnis. En situation de pénurie d'eau, la priorité absolue a consisté à prévenir les dommages dus à la sécheresse sur les digues de tourbe dans l'ouest des Pays-Bas. Les associations néerlandaises chargées de la gestion des eaux (*waterschappen*) ont procédé à des inspections spéciales et réparé les digues de tourbe asséchées là où ceci s'avérait nécessaire. Par ailleurs, les digues de tourbe ont été arrosées afin de prévenir un assèchement plus important. Afin d'éviter l'affaissement des sols dans les zones exposées à un plus grand risque, la priorité a été donnée au maintien des niveaux d'eau.
- *Lutter contre la salinité* : Des mesures d'apport d'eau à petite échelle ont été réalisées pour faire face aux teneurs de chlorures élevées relevées au droit du point de prélèvement de Gouda. Ces mesures ont consisté à acheminer de l'eau douce prélevée sur le canal Amsterdam-Rhin et sur le Lek vers le sud de la Hollande afin de maintenir le niveau des eaux dans les landes.
- Eau potable : Il n'y a pas eu de pénurie, mais le secteur agricole, les entreprises industrielles et les particuliers ont été invités à économiser l'eau ;
- *Accroître la ressource en eau* : A compter de la fin avril, les gestionnaires de l'eau ont commencé à retenir de l'eau en maintenant les niveaux d'eau maximaux autorisés dans les lacs et les canaux. Les associations chargées de la gestion des eaux et le Rijkswaterstaat ont pris les mesures usuelles en cas de faibles débits et de sécheresse. Les vannes ont été fermées sur les écluses du Haringvliet et de la digue terminale et les installations de retenue dans le Neder-Rijn et le Lek ont été abaissées autant que possible. Le niveau d'eau visé dans l'IJsselmeer et le Markermeer a été rehaussé de manière à disposer d'un réservoir d'eau plus important pour l'approvisionnement en eau du nord des Pays-Bas. Dans les provinces 'rhénanes' Overijssel, Gelderland, Utrecht, quelques associations chargées de la gestion des eaux ont émis des interdictions d'irrigation. La plupart ont porté sur le prélèvement d'eau à partir des eaux de surface.
- Navigation : La navigation notamment a été entravée par la sécheresse et par les mesures de rétention d'eau douce pour lutter contre la salinité. Les perturbations se

sont manifestées par une réduction du chargement, la gestion limitée des écluses et un chenal de navigation plus étroit. Une interdiction de croisement et de dépassement a été émise pour cinq boucles de l'IJssel. A hauteur de Eefde, une écluse supplémentaire a été mise en service, ce qui a entraîné des retards ; il a donc fallu rallonger les temps de fonctionnement. Les bateaux étant moins chargés, le nombre de bateaux a augmenté. Le chargement des bateaux circulant sur le Rhin a également été restreint.

Le programme Delta analyse dans le long terme quelles sont les stratégies envisageables pour un approvisionnement pérenne en eau douce ; en effet, le système actuel, l'administration et la politique d'approvisionnement en eau douce touchent à leurs limites lorsque les conditions météorologiques extrêmes sont plus fréquentes que par le passé.

Autriche

Météorologie : Dans la province du Vorarlberg, qui correspond à peu près au bassin autrichien du Rhin, les précipitations durant les mois de janvier à novembre 2011 (inclus) ont été d'environ 18% inférieures à celles mesurées en moyenne sur la période 1971 – 2000.

Durant l'hiver 2010/2011, les chutes de neige ont été relativement faibles. Il s'est mis à pleuvoir en janvier et la neige a fondu. De la mi-avril à début juin 2011, les précipitations ont été rares, ce qui s'est traduit par la première période d'étiage en 2011. Pendant les mois d'été, les précipitations sont restés en deça de la moyenne ; au niveau local, de fortes averses accompagnées d'intempéries ont été observées.

La deuxième période sans précipitations a duré de la mi-septembre à début octobre 2011. A la mi-octobre, les précipitations étaient supérieures à la moyenne. Une période extrêmement sèche a suivi en novembre. Il n'a guère plu en novembre 2011 sur l'ensemble du territoire autrichien.

Débits : Juste avant le débouché du Rhin alpin dans le lac de Constance, les débits observés entre la mi-avril et la mi-juin 2011 ont été inférieurs au débit moyen mesuré sur la période 1951-2008. Dans les mois suivants, les débits ont varié dans l'ordre de grandeur de la moyenne pluriannuelle.

Dans la Bregenzer Ach, l'un des principaux affluents autrichiens se jetant dans le lac de Constance, le débit minimal début mai 2011 s'est situé au niveau du débit minimal pluriannuel ; dans la seconde moitié de l'année, le débit a fortement varié pour atteindre à nouveau en novembre 2011 le niveau du débit minimal pluriannuel.

En regard de l'hydraulicité et des débits en résultant dans le Rhin alpin et la Bregenzer Ach, le niveau d'eau du lac de Constance correspondait entre la mi-avril et la mi-juin 2011 au niveau d'eau minimal mesuré sur la période 1976 – 2001 et au niveau moyen pluriannuel pour le reste de l'année (voir figure 7).

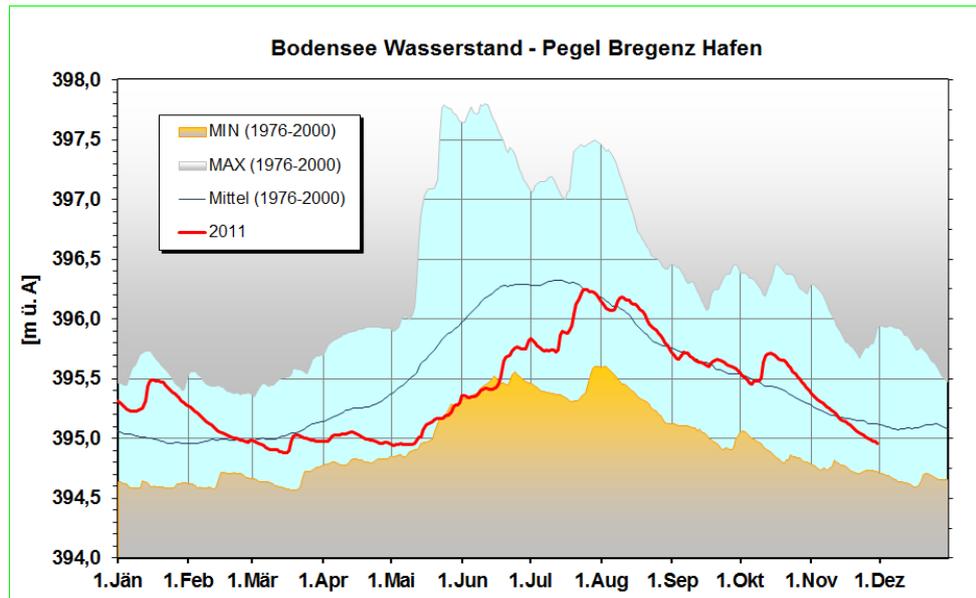


Figure 7 : Evolution des niveaux d'eau dans le lac de Constance

Problèmes et mesures : L'Autriche n'a pas pris de mesures particulières en relation avec la période de sécheresse prolongée au printemps 2011. Les principaux impacts ont été constatés au droit des usines hydroélectriques ; la production d'électricité est restée sensiblement au-dessous de la moyenne pluriannuelle.

Suisse

Météorologie et débits : Au cours de l'hiver 2010/2011, les chutes de neige ont été moins intenses que d'habitude. Par ailleurs, il a moins plu dès début 2011. La faible quantité de neige et les précipitations restreintes se sont traduites par des niveaux d'eau très faibles dans les cours d'eau, les lacs et les nappes d'eau souterraine. En date du 13 juin 2011, le niveau d'eau le plus bas jamais mesuré un 13 juin depuis 160 ans (c'est-à-dire depuis 1850) a été relevé dans la partie du lac de Constance naturel non régulé. Dans d'autres lacs suisses également, le niveau d'eau ou niveau de remplissage est descendu au-dessous de la moyenne.

La deuxième période de sécheresse à l'automne a été rare sans être exceptionnelle. Dans la plupart des grandes rivières, les débits ont été de l'ordre du débit moyen en novembre ou légèrement en deçà de cette valeur. Faisant exception à ce phénomène, les débits de l'Aar en aval du lac de Biene et du Rhin à hauteur de Bâle par exemple ont été sensiblement inférieurs aux valeurs observées normalement en automne.

Problèmes et mesures : Durant les périodes de sécheresse, l'information du public a été renforcée à l'aide de communiqués de presse, de bulletins et par la publication des données mesurées sur internet.

Cette information du public a porté entre autres sur le risque d'incendie dans les forêts, les éventuelles conséquences pour le milieu, notamment pour les poissons et autres organismes aquatiques, ainsi que sur les conséquences éventuelles pour l'agriculture.

Au printemps, de nombreuses mares ont été asséchées durant la période de reproduction des amphibiens, si bien qu'il manque une génération complète dans certaines populations. La période de reproduction des poissons commence à l'automne. Les faibles niveaux d'eau peuvent poser problème aux poissons qui remontent dans les petits cours d'eau car les frayères peuvent s'assécher. C'est notamment le cas des truites. Au niveau local, il a parfois été nécessaire de capturer tous les poissons dans les cours d'eau. Contrairement à 2003 où les températures élevées avaient engendré des taux d'oxygénation trop bas dans les cours d'eau, le taux d'oxygène a été suffisant au cours de l'automne 2011.

Les deux périodes de sécheresse ont eu des impacts sensibles sur la cueillette de champignons ; durant l'été, la récolte de cèpes a été abondante, en revanche les petits champignons d'automne ont fait défaut. 2011 n'a globalement pas été une bonne année à champignons.

Quelques cantons ont émis une interdiction de prélèvement d'eau dans les rivières et ruisseaux durant la première période de sécheresse. Ceci n'a pas été le cas dans les grands fleuves et les lacs. Ainsi, l'eau nécessaire à l'irrigation a pu être prélevée dans le Rhin et le lac de Constance.

A l'automne, la sécheresse a eu un impact positif sur l'agriculture, contrairement au printemps où les terres labourées et les pâturages étaient trop secs. Les récoltes ont été bonnes et le pâturage a pu avoir lieu sans détériorer les sols. Du fait de la sécheresse à l'automne, les pampres de vigne ont dû être arrosés pour éviter le dessèchement.

Comme dans l'agriculture, la sécheresse a facilité la coupe de bois dans la sylviculture. Les éventuels dommages dépendent des conditions météorologiques au cours de l'hiver 2011/2012 et du printemps 2012. Il a été interdit de faire du feu dans les cantons du Tessin, des Grisons et de Saint-Gall.

Les faibles débits ont eu un impact négatif sur la production d'électricité, notamment dans les cantons d'Argovie et de Soleure.

Par ailleurs, les faibles débits ont perturbé la navigation sur le Rhin. Dans le port rhénan à Bâle, les bateaux de fret n'ont pu transporter que la moitié du chargement normal.

Dans différentes parties de la Suisse (entre autres le Jura et le Mittelland au printemps et dans la partie ouest durant l'automne), le niveau des nappes souterraines et des sources a été très bas presque partout. L'approvisionnement en eau potable a toutefois été assuré par un réseau très ramifié d'approvisionnement. Il est à signaler que le changement climatique ne compromettra pas l'approvisionnement en eau potable. Il peut cependant y avoir quelques problèmes dans l'agriculture dans le cas de cours d'eau de petite ou moyenne taille, car l'eau requise pour l'irrigation n'est pas suffisante en regard des faibles débits. Les éventuelles solutions à apporter à ce problème consistent à

- améliorer les techniques d'irrigation ;
- cultiver des plantes nécessitant moins d'eau ;
- mettre en place des équipements de transport régional d'eau.