



# Surveillance des étiages du Rhin et de son bassin par la CIPR

Internationale  
Kommission zum  
Schutz des Rheins

Commission  
Internationale  
pour la Protection  
du Rhin

Internationale  
Commissie ter  
Bescherming  
van de Rijn

*Rapport n° 261*



**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, télécopieur +49-(0)261-94252-52

Courriel électronique: sekretariat@iksr.de

[www.iksr.org](http://www.iksr.org)

# Surveillance des étiages du Rhin et de son bassin par la CIPR

## 1. Introduction

L'inventaire de la CIPR sur les étiages dans le DHI Rhin, publié en 2018 (cf. rapport CIPR n° 248 [ici](#)) , fournit aux États riverains du Rhin une approche commune de compréhension des étiages et de leurs effets transfrontaliers.

Les étiages ont des impacts directs sur la qualité de l'eau, l'écologie et les usages, raison pour laquelle la CIPR souhaite les surveiller intensément à l'avenir dans le bassin international du Rhin.

C'est pourquoi le Groupe d'experts 'Etiages' (GE LW) a pris en 2018 l'initiative de développer en étroite coopération avec la BfG et le portail UNDINE en place à la BfG une **surveillance des étiages de la CIPR** (voir [ici sur UNDINE](#)) qui a déjà recensé l'épisode d'étiage 2018.

Une fois validée sa mise en ligne par la CIPR, cette surveillance des étiages sera accessible sur le site [www.iksr.org/fr/](http://www.iksr.org/fr/) à partir d'une image de démarrage se présentant sous forme de carte complète du bassin du DHI du Rhin avec indication des échelles du Rhin, reliée au portail UNDINE.

**Il est désormais possible, à l'aide de ce monitoring des étiages étendu au Rhin dans son ensemble, de classer directement les événements en les comparant et de détecter les éventuelles évolutions du régime d'étiage.**

Pour pouvoir surveiller les étiages et leur occurrence ou pour analyser l'apparition de phénomènes d'étiage dans des chroniques historiques de débit, il est nécessaire de définir des valeurs seuils pour définir le stade à partir duquel on parle d'étiage et pour en classer l'intensité.

## 2. Détermination d'une classification de conditions de formation d'étiages

On parle d'étiage quand le débit en présence est inférieur à la valeur seuil spécifique fixée pour le cours d'eau considéré. On peut faire appel à des valeurs fixes, la plupart du temps des MNQ<sup>1</sup> tirés de chroniques prolongées ou des paramètres similaires. On peut également se référer à des paramètres variables dans le temps (généralement mensuels) pris comme valeurs comparatives selon les cas considérés. Pour différencier les intensités des étiages entre eux, on doit pouvoir se fonder sur des valeurs seuils échelonnées permettant de classer l'événement de « normal » à « extrême ». Pour donner une vue synoptique des échelles analysées le long du Rhin, on classe les épisodes d'étiage par rapport à des valeurs VCN7<sup>2</sup> pour différents intervalles de récurrence se rapportant à de longues chroniques de référence (1961-2010) de chaque échelle considérée. Le tableau 1 affiche les classes d'étiage sélectionnées en fonction de leur intensité et désignation, de même que sur la base d'une légende de couleurs faisant ressortir les débits inférieurs aux seuils d'étiage définis.

Les faibles débits sont considérés normaux tant que les valeurs ne sont pas inférieures au VCN7 bisannuel pris comme référence. En cas de non-atteinte de ce premier seuil, l'épisode est attribué à la classe « étiage fréquent » tant que les débits ne passent pas au-dessous du seuil d'un VCN7 quinquennal. Si des débits inférieurs aux classes VCN7(T5) à VCN7(T10) surviennent, l'épisode est alors désigné « étiage moins fréquent ». On parle « d'étiage rare » quand le débit est inférieur à un VCN7 décennal et « d'étiage très rare » quand le débit passe sous le seuil du VCN7 bidécennal. La classe d'étiage la plus élevée, celle d'un « étiage extrêmement rare » est atteinte à une échelle

---

<sup>1</sup> MNQ : débit d'étiage moyen

<sup>2</sup> NM7Q : débit d'étiage moyen sur 7 jours consécutifs

donnée quand les débits sont inférieurs à un VCN7 cinquantennal. Cette classification a été fixée après ajustement avec les CIPMS, ce qui fait que le monitoring des étiages de la Moselle effectué par les CIPMS se fonde sur les mêmes classifications que celles appliquées sur le Rhin. Les analyses statistiques correspondantes de détermination des paramètres requis pour les valeurs seuils ont été effectuées dans le rapport CIPR n° 248 publié en 2018 (cf. [ici](#), chap. 7.3.2). Le chapitre 7.3.2 regroupe les analyses statistiques correspondantes de détermination des paramètres requis pour les valeurs seuils et on y trouve dans les tableaux 8 à 12 les valeurs VCN7(T) à appliquer aux échelles du Rhin.

Tableau 1 : définition de classes d'étiage

Couleur	Classe	Intensité	Désignation
vert	0	$\geq \text{VCN7}(T2)$	normal = pas d'étiage
jaune	1	$< \text{VCN7}(T2)$	étiage fréquent
orange	2	$< \text{VCN7}(T5)$	étiage moins fréquent
rouge	3	$< \text{VCN7}(T10)$	étiage rare
violet	4	$< \text{VCN7}(T20)$	étiage très rare
noir	5	$< \text{VCN7}(T50)$	étiage extrêmement rare

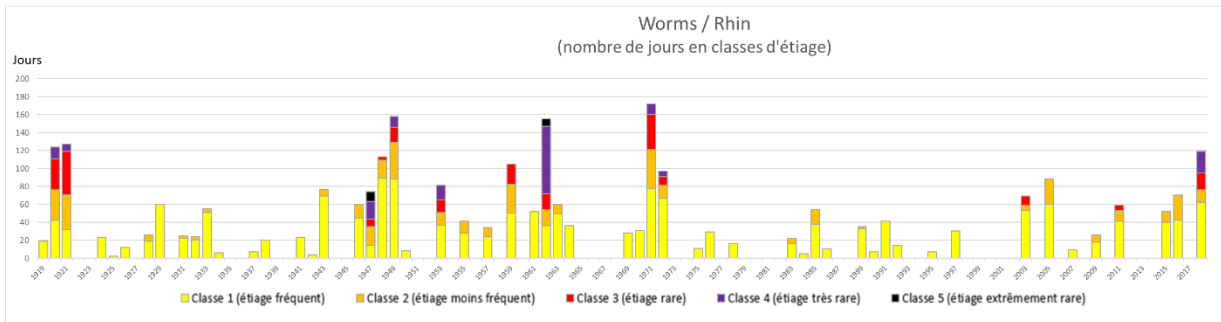
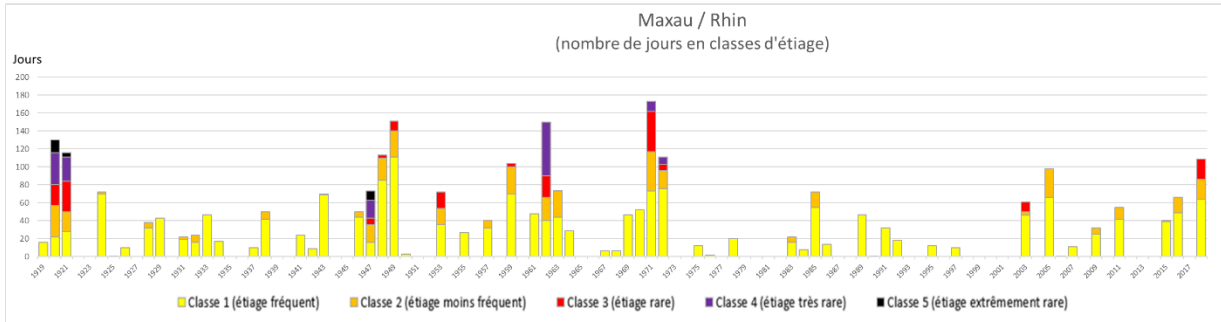
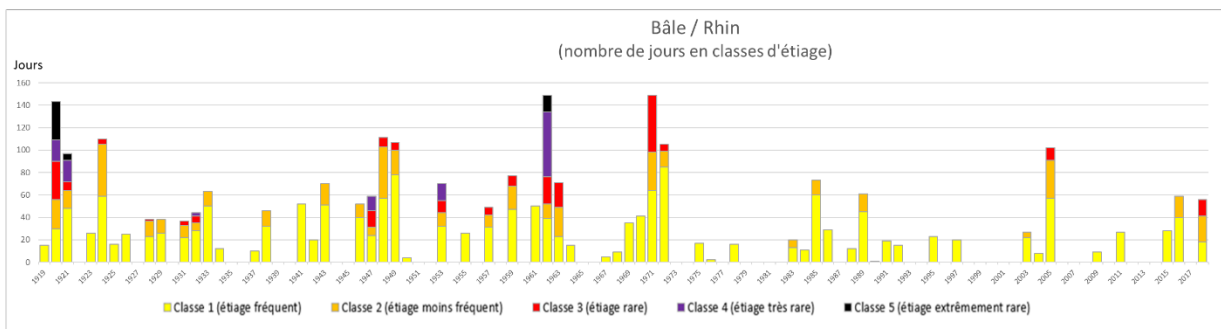
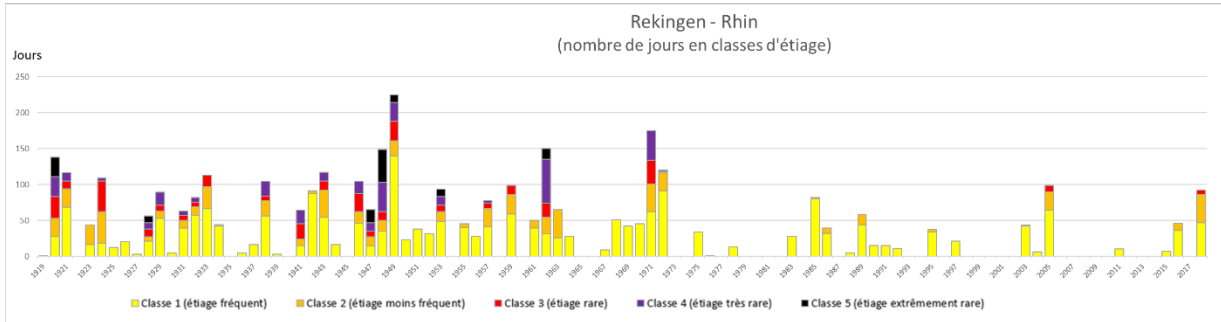
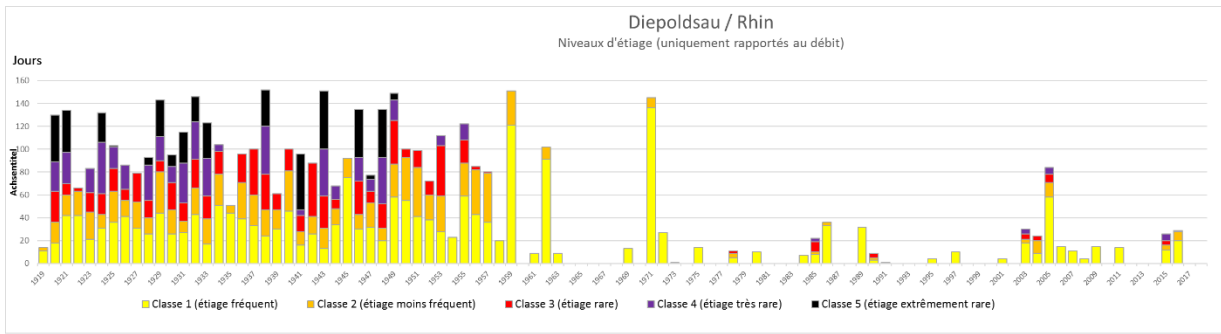
(ajusté avec les CIPMS, voir figure 1)

On a renoncé à relier explicitement les valeurs seuil d'étiage avec les durées d'étiage non atteintes pour conserver des valeurs seuils simples et compréhensibles. Pour le monitoring des étiages, il apparaît cependant utile de suivre également la durée de non-atteinte des seuils respectifs (en jours) en plus de la classe d'étiage atteinte.

### 3. Validation de la classification des étiages à l'aide des chroniques historiques

Les chroniques historiques des échelles ont été soumises à un « monitoring rétrospectif » à l'aide de la classification des étiages définie dans le chapitre précédent.

A titre d'exemple, la figure 1 montre pour les échelles de Bâle, de Kaub et de Lobith l'apparition annuelle de ces classes d'étiage avec la durée correspondante des jours de non-atteinte. Les épisodes d'étiage historiques décrits dans l'inventaire CIPR sur les étiages dans le DHI Rhin (cf. chapitre 7.1 et annexe 2) peuvent être encore mieux appréhendés avec ce monitoring et des événements non décrits jusqu'à présent sont rendus visibles. Les résultats de toutes les échelles analysées figurent en annexe 4. Les classes d'étiages prononcés sont aisément reconnaissables, de même que les épisodes d'étiage nettement plus longs dans l'ensemble survenus dans la première moitié du siècle dernier. Les événements de 1920/1921, de 1946-1949, de 1962 et de 1971 sont clairement ressentis au niveau de pratiquement toutes les échelles. Sur l'ensemble de la période considérée, la classe 5 correspondant à un « étiage extrêmement rare » est atteinte trois fois au niveau des échelles de Bâle et de Kaub et quatre fois à l'échelle de Lobith, ceci toutefois pour des événements variables, ce qui est dû aux régimes hydrologiques différents de ces échelles. La classe 4 d'un « étiage très rare » est atteinte à l'échelle de Bâle pour 6 années à Kaub pour 8 années et à Lobith pour 7 années. Alors que des durées globales de non-atteinte de 140 jours sont constatées pour 3 années à l'échelle de Bâle, on relève à l'échelle de Kaub 4 années avec 140 jours de non-atteinte marquée, dont deux comptent même 180 jours inférieurs au seuil définissant l'étiage. A l'échelle de Lobith, la durée de 140 jours est trois fois dépassée et l'on atteint même un total de 215 jours en 1921. Les épisodes d'étiage sont moins prononcés depuis le milieu des années 1970 : on note en 2005 à l'échelle de Bâle un seul cas d'atteinte de la classe 3 d'un « étiage rare » ( $T < 10$  à 20a) et deux cas (1985 et 2003) à l'échelle de Kaub, la classe 3 étant atteinte en 1991 et 2003 à Lobith. Après l'événement de 2003 nettement ressenti, on compte encore à l'échelle de Kaub 4 années où est atteinte la classe 2 « d'étiage moins fréquent ».



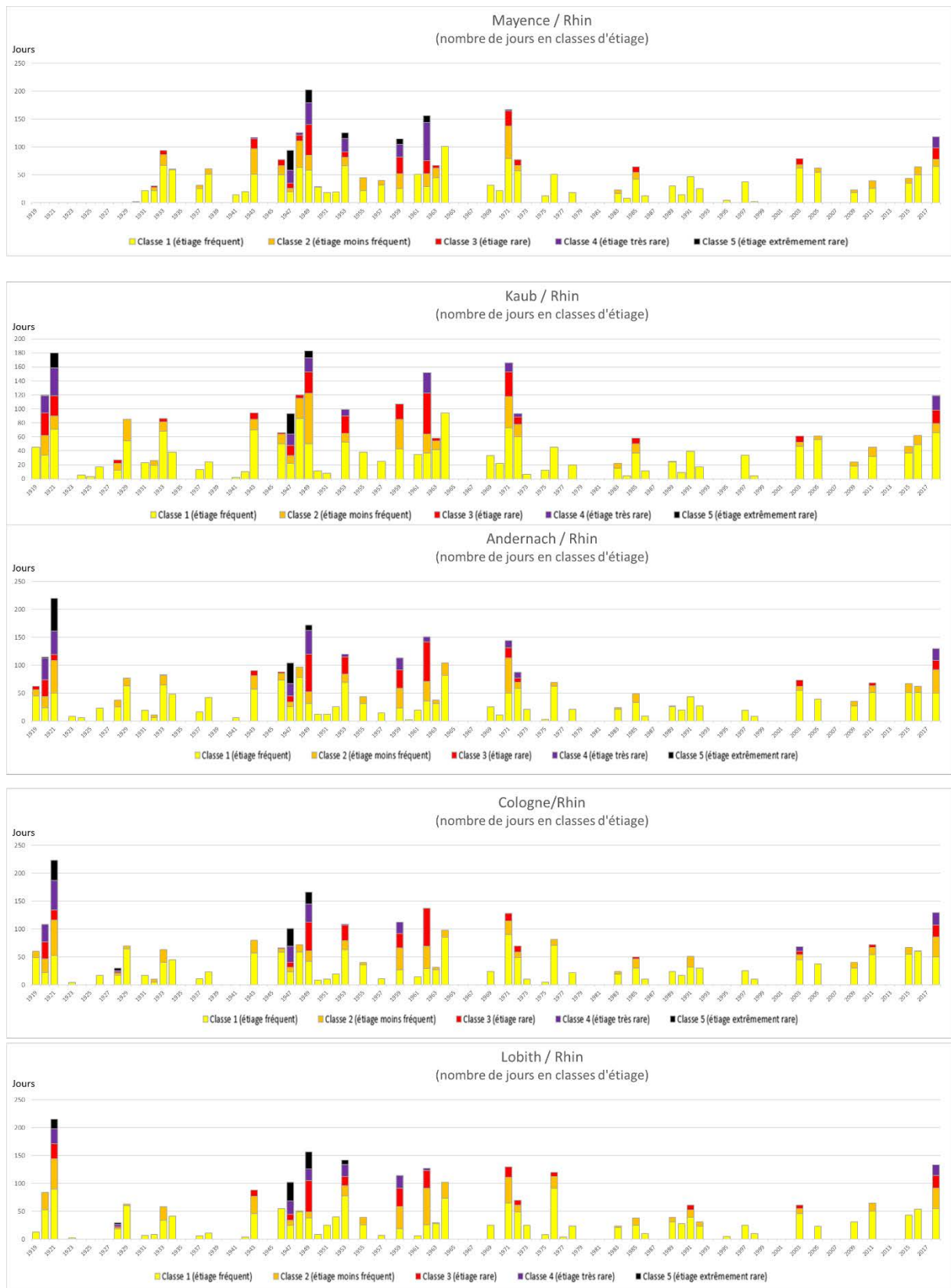


Figure 1 : monitoring rétrospectif aux échelles sélectionnées

Les tableaux 2 à 4 mettent en comparaison le nombre moyen de jours dans l'année avec débits correspondant aux classes d'étiage définies pour différentes décennies et périodes.

Tableau 2 : nombre annuel de jours d'étiage à l'échelle de Bâle

Année	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
1921 - 1930	22,3	8,8	1,4	1,9	0,6
1931 - 1940	15,4	4,5	1,0	0,3	0,0
1941 - 1950	32,6	10,6	3,0	1,3	0,0
1951 - 1960	13,6	4,4	2,7	1,5	0,0
1961 - 1970	21,7	3,9	4,6	5,8	1,5
1971 - 1980	18,4	4,8	5,7	0,0	0,0
1981 - 1990	17,1	3,6	0,0	0,0	0,0
1991 - 2000	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0
2001 - 2010	9,6	3,9	1,1	0,0	0,0
1921 - 2010	17,6	4,9	2,2	1,2	0,2
1921 - 1960	21,0	7,1	2,0	1,3	0,2
1961 - 2010	14,9	3,2	2,3	1,2	0,3

Tableau 3 : nombre annuel de jours d'étiage à l'échelle de Kaub

Année	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
1921 - 1930	16,2	6,0	3,4	4,0	2,1
1931 - 1940	18,5	2,0	0,5	0,0	0,0
1941 - 1950	30,1	14,1	6,2	3,6	3,9
1951 - 1960	16,6	5,5	4,7	0,9	0,0
1961 - 1970	26,3	3,9	6,3	2,9	0,0
1971 - 1980	21,6	6,3	4,5	1,8	0,0
1981 - 1990	10,0	2,1	0,8	0,0	0,0
1991 - 2000	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0
2001 - 2010	12,0	1,7	0,9	0,0	0,0
1921 - 2010	17,9	4,6	3,0	1,5	0,7
1921 - 1960	20,4	6,9	3,7	2,1	1,5
1961 - 2010	15,9	2,8	2,5	0,9	0,0

Tableau 4 : nombre annuel de jours d'étiage à l'échelle de Lobith

Année	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
1921 - 1930	17,0	6,0	2,9	3,1	2,0
1931 - 1940	10,8	2,4	0,0	0,0	0,0
1941 - 1950	22,6	5,3	7,8	4,4	6,5
1951 - 1960	19,5	7,1	4,8	4,5	0,8
1961 - 1970	15,9	9,5	3,2	0,4	0,0
1971 - 1980	26,6	7,9	3,6	0,0	0,0
1981 - 1990	11,5	2,4	0,0	0,0	0,0
1991 - 2000	10,2	2,2	0,8	0,0	0,0
2001 - 2010	10,0	0,9	0,6	0,0	0,0
1921 - 2010	16,0	4,9	2,6	1,4	1,0
1921 - 1960	17,5	5,2	3,9	3,0	2,3
1961 - 2010	14,8	4,6	1,6	0,1	0,0

Les tableaux 2 à 4 permettent de reconnaître la variation des durées moyennes de non-atteinte, majoritairement concordante pour les échelles, au cours des décennies. Les années 1940 correspondent à la décennie de loin la plus marquante. On compte pour cette décennie à Bâle et Kaub environ 300 jours, et à Bâle 226 jours, de débit attribués à la classe 1. Pour Bâle, 106 jours sont placés en classe 2, 141 jours à Kaub et uniquement 53 à Lobith. Pour les classes d'étiage 3 à 5, le nombre de jours de non-atteinte est nettement plus élevé à Kaub, avec 137 jours, qu'à Bâle (43). Il atteint même 187 jours à Lobith. La décennie la moins marquée par les étiages est celle des années 1990. On relève ici à Bâle 77 jours de passage en classe 1 (94 à Kaub, 102 à Lobith) et la classe 2 n'est atteinte ni à Kaub ni à Bâle ; elle l'est en revanche à Lobith pendant 22 jours. A Lobith également, la classe 3 est atteinte pendant 8 jours dans les années 1990 alors que la décennie allant de 2001 à 2010 est encore plus rare en étiages que celle des années 1990.

La comparaison entre la période allant de 1921 à 1960 et la période de référence 1961-2010 met clairement en évidence aux échelles de Kaub et de Lobith une régression des situations d'étiage dans la période de référence la plus récente, en particulier pour ce qui concerne les classes 2 à 5 d'étiages plus rares.

L'adéquation des valeurs seuils fixées est confirmée par vérification des seuils d'étiage et des classes d'étiage comparés aux événements historiques. Les seuils d'étiage sont suffisamment sensibles pour détecter les événements plus petits mais également plus fréquents des 40 dernières années et pour différencier les différentes intensités des épisodes d'étiage. D'autre part, les classes d'étiage définies reflètent également bien les grands événements historiques, qui sont par nature plus rarement atteints, mais qui ressortent nettement du collectif, en particulier au travers de la représentation des durées totales de jours de non-atteinte des seuils d'étiage.

On peut donc confirmer que les valeurs seuils fixées pour les étiages sont appropriées pour un futur monitoring, à condition toutefois que l'on porte également attention au nombre de jours de non-atteinte continue de ces valeurs seuils en plus des débits d'étiage.



#### 4. Surveillance opérationnelle des étiages

La plateforme UNDINE utilisée pour le monitoring CIPR des étiages du Rhin donne en mode de vue cartographique un aperçu synoptique direct et actuel de la situation d'étiage sur le Rhin et les échelles y apparaissent dans des couleurs distinctes correspondant à celles des classes d'étiage.

On peut y lire pour chaque échelle du Rhin (cf. figure 2) les hauteurs de niveau d'eau, les débits d'étiage, leur classification conformément au tableau et les tendances évolutives des dernières 4 heures. Des données sur les évolutions de la température de l'eau indiquées pour des stations d'analyse de la qualité de l'eau sélectionnées viennent compléter ces informations.

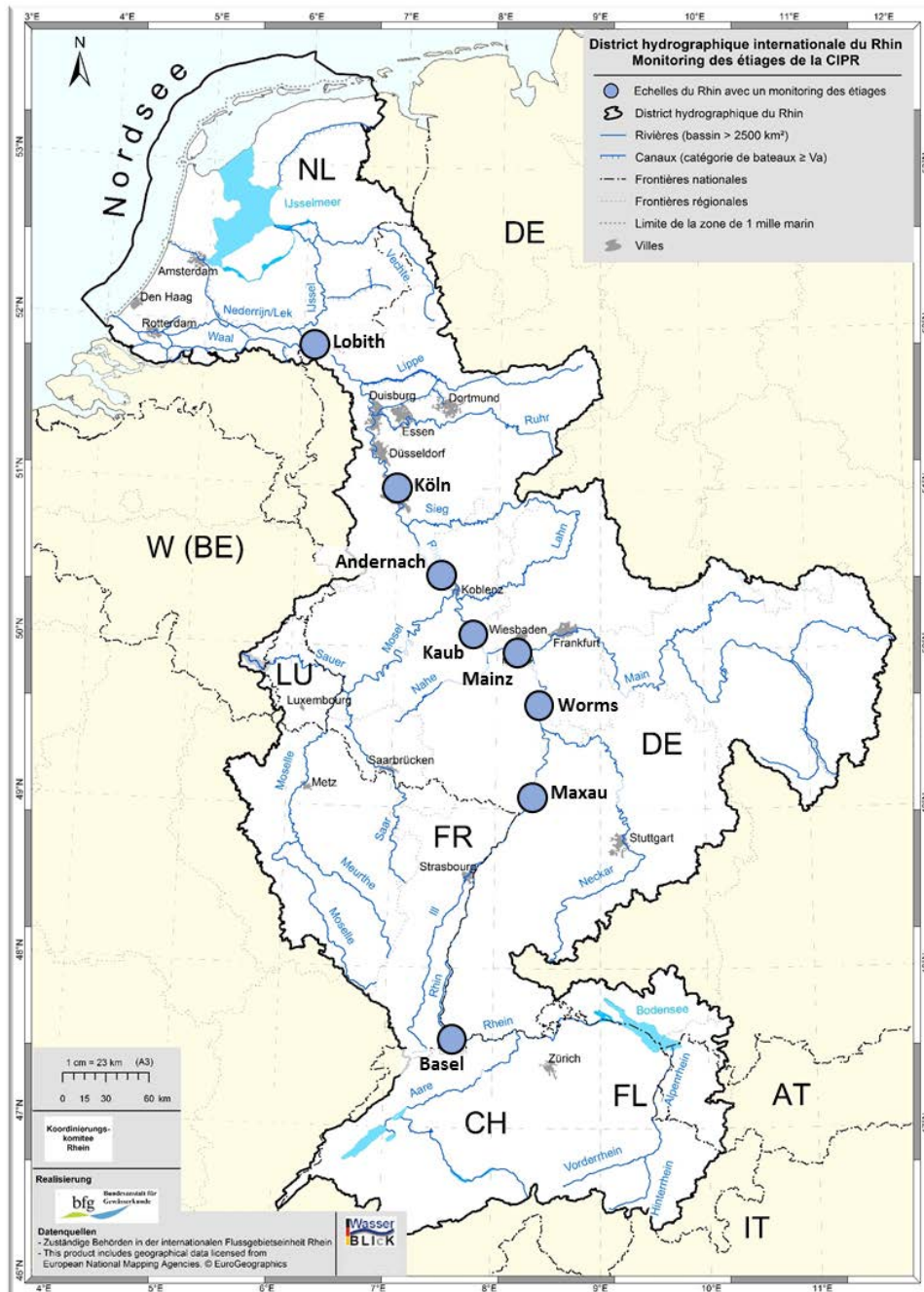


Figure 2 : présentation des échelles du Rhin pour le monitoring des étiages

À l'avenir, la BfG procèdera également à l'intégration du critère de « durée » dans le système de surveillance des étiages.

Dans le monitoring des étiages, l'accent a été mis à escient sur les échelles principales situés le long du Rhin et à partir desquelles peut être observée la transition d'un régime hydrologique nival à un régime pluvio-nival puis pluvial. On est ainsi assuré de pouvoir détecter également les épisodes d'étiage qui ne surviennent que dans les conditions d'un régime particulier. Il est également possible de recenser entre échelle amont et échelle aval les modifications résultant de l'impact de bassins intermédiaires (généralement les grands bassins intermédiaires telles que ceux du Neckar, du Main ou de la Moselle). Dans les bassins des affluents, la surveillance hydrologique est assurée par les États/Länder ou services régionaux de gestion des eaux respectivement compétents, conformément aux problématiques et conditions spécifiques locales. Plus les affluents sont petits, plus doivent être pris en compte les impacts anthropogènes locaux et régionaux. Par ailleurs, le risque d'erreur dans la détermination des débits à partir des niveaux d'eau augmente sensiblement pendant les mois d'été, par ex. sous l'effet de la prolifération des plantes aquatiques, ce qui peut se traduire par des erreurs de calcul de débit de plus de 100 % si ne sont pas pris en compte ou corrigés les phénomènes de ce type. On exclura donc ici tout monitoring automatisé sans connaissances locales ni possibilités d'intervention. Les données de débit des grandes échelles les plus proches du Rhin dans les affluents peuvent être reprises de la plateforme web UNDINE de la BfG pour le bassin du Rhin.

## **5. Classement de l'épisode d'étiage 2018 sur la base de la surveillance CIPR des étiages**

Selon la classification et le monitoring CIPR des étiages, l'épisode d'étiage 2018 a duré par ex. 130 jours aux échelles d'Andernach, de Cologne et de Lobith et les débits sont restés inférieurs à la classe « étiage très rare » pendant environ 20 jours. Les débits minimaux affichent une période de retour de 10 à 15 ans sur le haut Rhin et le Rhin supérieur jusqu'à l'échelle de Maxau, et de 35 à 40 ans à partir de l'échelle de Worms et plus en aval. La durée de l'étiage observée sur le Rhin supérieur jusqu'à l'échelle de Kaub comprise correspond à un épisode de récurrence cinquantennale. Sur le Rhin inférieur, entre Andernach et Lobith, la durée de l'épisode correspond au moins à un étiage centennal. On a noté de nombreuses répercussions sur les usages, notamment sur le prélèvement et l'utilisation de l'eau, l'énergie, la navigation et les transports, l'industrie (par ex. l'industrie chimique avec BASF qui a subi des pertes de 250 millions d'euros), mais aussi sur l'écologie (mortalité piscicole dans le haut Rhin, sauvetage de poissons nécessaire). Néanmoins, malgré des températures de l'eau élevées, le taux d'oxygène est resté élevé dans différentes parties du bassin. Les raisons sont en cours d'investigation.