

# RAPPORT

## REVUE DE L'ÉTAT DES CONNAISSANCES ET DES OUTILS DISPONIBLES EN BAVIÈRE POUR LE PARTAGE DE L'EAU LORSQUE LA RESSOURCE EST LIMITÉE

MONTRÉAL, MARS 2024

Réalisé par

François BONNEVIE-RICARD  
Freya Saima AGUILAR ANDRADE

GROUPE DE RECHERCHE HC<sup>3</sup> – HYDROLOGIE, CLIMAT ET  
CHANGEMENTS CLIMATIQUES

ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE  
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC



## TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION .....	1
CHAPITRE 1 PRÉSENTATION DE LA RÉGION D'ÉTUDE .....	3
1.1 Méthodologie .....	3
1.2 La Bavière .....	3
CHAPITRE 2 PORTRAIT DE LA GESTION DE L'EAU EN BAVIÈRE.....	7
2.1 Structure et organismes de la gestion de l'eau.....	7
2.2 Rôles et responsabilités.....	9
2.2.1 Les principales fonctions du Gouvernement fédéral .....	10
2.2.2 Les communautés des bassins FGG.....	11
2.2.3 Les principales fonctions du Groupe de Travail fédéral/Étatique sur les questions liées à l'eau des Länder (LAWA).....	13
2.2.4 Les principales fonctions de l'Autorité Suprême de Bavière .....	14
2.2.5 Les principales fonctions de LfU.....	15
2.2.6 Les principales fonctions des Autorités Supérieures .....	16
2.2.7 Les principales fonctions des Bureaux de gestion des eaux WWA.....	16
2.2.8 Les principales fonctions des Autorités Inférieures.....	20
2.3 Disposition de l'eau et usages.....	21
2.3.1 Le réseau de distribution bavarois .....	21
2.3.2 Utilisation de la ressource.....	26
CHAPITRE 3 CONTEXTE ET AMPLEUR DES PROBLÉMATIQUES DE MANQUE D'EAU EN BAVIÈRE .....	31
3.1 Contexte climatique .....	31
3.2 Ampleur du manque d'eau.....	33
3.2.1 Indices de stress hydrique .....	37
3.2.2 Indice de Précipitation Standardisé.....	38
3.3 Étude de la sécheresse de 2018 en Bavière.....	39
CHAPITRE 4 OUTILS DE PLANIFICATION DE LA GESTION DE L'EAU.....	43
4.1 Lois et réglementations générales.....	43
4.1.1 Lois et règlements du Parlement Européenne.....	43
4.1.2 Lois et règlements fédéraux allemands.....	44
4.1.3 Lois et règlements bavarois .....	47
4.2 Plans et programmes .....	49
4.2.1 Stratégie nationale de l'Eau .....	49
4.2.2 Programme « Avenir de l'eau de la Bavière 2050 ».....	51
4.2.3 Plans de gestion de 2022 à 2027 des principaux bassins de Bavière.....	53

CHAPITRE 5 OUTILS DE PRÉPARATION, DE SUIVI ET D'AIDE À LA DÉCISION POUR LES COLLECTIVITÉS ET LES AUTRES USAGERS DE LA RESSOURCE EN EAU .....	57
5.1 Outils de surveillance des conditions hydroclimatiques .....	57
5.2 Outils de déclaration de l'état de sécheresse.....	61
CHAPITRE 6 OUTILS DE PARTICIPATION ET D'ENGAGEMENT DE LA SOCIÉTÉ CIVILE ET DES AUTRES USAGERS DE LA RESSOURCE EN EAU	65
6.1 Outils de sensibilisation de la société et autres usagers .....	65
6.1.1 Parrainages de rivières en Bavière.....	66
6.1.2 Les matériels pédagogiques pour les éducateurs/enseignantes.....	67
6.1.3 Les évènements et offres numériques .....	68
6.1.4 Prestation d'expositions par le LfU. ....	70
6.2 Organisations de participation et engagement de la société et autres usagers .....	71
6.2.1 Forum bavarois de l'eau .....	71
6.2.2 Audiences.....	71
6.2.3 Les Associations .....	72
6.2.4 Les voisinages de distribution d'eau.....	73
CHAPITRE 7 PRISE EN COMPTE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA GESTION DE L'EAU .....	75
7.1 Effets attendus des changements climatiques en Bavière.....	75
7.1.1 La coopération KLIWA .....	75
7.1.2 Modélisation des conditions météorologiques par la LMU.....	77
7.2 Programmes de préparation aux changements climatiques .....	79
CHAPITRE 8 CRITIQUE DE LA GESTION DE L'EAU EN BAVIÈRE .....	81
8.1 Éléments positifs de l'approche de gestion de l'eau en Bavière.....	81
8.2 Éléments à améliorer - Revers de l'approche.....	82
CONCLUSION.....	85
LISTE DE RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	91

## LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 2.1	Les bassins fluviaux en Bavière : superficie et principaux bureaux responsables .....18
Tableau 2.2	Tarif pour l'eau potable fournie à la zone tarifaire de la Bavière selon le type de tarif, 2020-2022.....23
Tableau 2.3	Total consommation d'eau annuelle des ressources en eau .....29
Tableau 3.1	Classification de l'indice SPI en fonction des probabilités de non-dépassement .....38
Tableau 4.1	Caractéristiques des bassins hydrographiques .....55
Tableau 6.1	Principales associations économiques, techniques et scientifiques de gestion de l'eau en Bavière .....73



## LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1.1	Zones hydrogéologiques de la Bavière .....4
Figure 1.2	Carte des prises d'eau en Bavière ..... 5
Figure 2.1	Structures et coopération dans la gestion des ressources en eau en Allemagne ..... 8
Figure 2.2	Gestion de l'eau en Bavière ..... 9
Figure 2.3	Cartes des Länder des différentes communautés de bassin FGG..... 12
Figure 2.4	Carte des 17 bureaux de gestion des eaux en Bavière..... 17
Figure 2.5	Carte des sous-bassins versants et frontières administratives pour la gestion de l'eau en Bavière..... 19
Figure 2.6	Répartition de la consommation d'eau potable en Bavière entre les communes ..... 24
Figure 2.7	Conduites d'eau longue distance en Bavière ..... 25
Figure 2.8	Répartition de la consommation en eau des différents secteurs en Allemagne..... 26
Figure 2.9	Évolution de la consommation d'eau par habitant et par an en Bavière et en Allemagne entre 1979 et 2019 ..... 28
Figure 3.1	Précipitations moyennes (en mm) du mois de Juillet de la Bavière de 1971 à 2000 ..... 31
Figure 3.2	Les sept régions climatiques de Bavière en fonction de la précipitation annuelle ..... 33
Figure 3.3	Changement de précipitation annuel de la période de 1971-2000 avec 2018 en Bavière ..... 34
Figure 3.4	Changement de température annuel de la période de 1971-2000 avec 2018 en Bavière ..... 35
Figure 3.5	Différence de la température annuelle moyenne de la période de 1971-2000 avec le 2019 en Bavière ..... 35
Figure 3.6	Pourcentage de précipitation en plus (en bleu) ou en moins

	(en jaune) de 1961 à 2018 par rapport à la moyenne annuelle de la période 1961 - 1990 .....	36
Figure 3.7	Indice de stress hydrique en Allemagne de 1991 à 2019 .....	37
Figure 3.8	Carte de l'indicateur combiné de sécheresse (CDI) en Europe centrale lors de la première dizaine de septembre 2017 (à droite) et 2018 (à gauche) .....	39
Figure 3.9	Anomalies de précipitations mensuelles et déficits pluviométriques cumulés en 2018 par rapport à la moyenne 1971-2000 .....	40
Figure 4.1	Structure de la législation en Bavière.....	43
Figure 4.2	Les dix thèmes stratégiques de la Stratégie nationale de l'Eau .....	50
Figure 4.3	Stratégies du Programme « Avenir de l'eau de la Bavière 2050 ».....	51
Figure 4.4	Les trois piliers prioritaires du Programme « PRO Eaux 2030 » avec les domaines d'action associés .....	53
Figure 4.5	Carte des bassins hydrographiques bavarois.....	54
Figure 5.1	Outils de surveillance des conditions hydriques au niveau régional.....	59
Figure 5.2	Outils de surveillance des conditions hydriques au niveau international.....	61
Figure 5.3	Services d'accès aux informations des risques hydroclimatiques et de déclaration de l'état de sécheresse .....	63
Figure 6.1	Outils principaux de sensibilisation de la société et autres usagers de l'eau .....	65
Figure 6.2	Carte de l'organisation des différents voisinages en Bavière .....	74
Figure 7.1	Variation des débits d'étiage d'été entre les périodes 2041-2070 et 1971-2000 en Bavière .....	76
Figure 7.2	Évolution du débit d'étiage entre 2015 et 2025 en Haute-Bavière .....	77
Figure 7.3	Évolution du volume des précipitations journalières de 2021 à 2030 pour l'un des scénarios .....	78

## **LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES**

BayWG : Bayerisches Wassergesetz = Loi Bavaroise sur l'eau

BMUV : Bundesministerium für Umwelt und Verbraucherschutz = Ministère allemand de l'Environnement

DWD : Deutscher Wetterdienst = Service météorologique National Allemande

EffWB : Effizienz- und Qualitätsuntersuchung der kommunalen Wasserversorgung in Bayern  
= L'étude sur l'efficacité et la qualité de l'approvisionnement en eau municipal en Bavière

FGG : Flussgebietsgemeinschaft = Communauté du bassin

LAWA : Groupe de travail fédéral/étatique sur l'eau

LfU : Bayerisches Landesamt für Umwelt = Office d'État bavarois pour l'Environnement

LMU : Ludwig Maximilians Universität

SPI : Standardized Precipitation Index = Index standard utilisé pour les prévisions de précipitations

StMUV : Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz = Ministère bavarois de l'Environnement et de la Protection des Consommateurs

WHG : Das Wasserhaushaltsgesetz = Loi sur les ressources en eau

WSG : Wasserschutzgebiet = Zone de protection de l'eau

WWN : Wasserwerksnachbarschaften = Voisinage de distributeurs d'eau



## INTRODUCTION

La Bavière, en tant que région éminente au sein de l'Allemagne et de l'Europe, occupe une place de premier plan sur les plans culturel et économique. Ce rapport se propose de détailler cette région en mettant particulièrement l'accent sur sa gestion de l'eau, identifiant les outils et les connaissances déployés pour faire face aux périodes de sécheresse. Les acteurs impliqués dans la gestion de l'eau sont variés, avec une distinction des principaux intervenants. Sur le plan gouvernemental, le Parlement européen, en tête, dicte les directives aux États membres par le biais de la Directive-Cadre sur l'Eau. Les organismes régis par le gouvernement fédéral allemand, tels que le BMUV (ministère allemand de l'environnement), appliquent la loi sur les ressources en eau (WHG) dans l'ensemble des Länders du pays. À l'échelle bavaroise, des acteurs clés comprennent la LfU (Office bavarois pour l'environnement) et le STMUV (l'équivalent bavarois du BMUV). Les acteurs privés, comme les associations et entreprises de distributeurs de l'eau, jouent également un rôle crucial.

La Bavière présente une répartition relativement homogène des sources et des puits sur son territoire, bien que les précipitations varient considérablement du nord au sud. Pour compenser ces disparités, des infrastructures telles que des conduites d'eau longue distance ont été mises en place pour acheminer l'eau des zones humides vers les régions plus sèches. La distribution d'eau publique est assurée par plus de 2000 entreprises de tailles diverses, desservant aussi bien de grandes villes que des communautés plus restreintes.

Pour planifier et gérer les ressources hydriques, la Bavière s'appuie sur le WHG et des plans de gestion pour les quatre régions hydrographiques, avec des plans à plus long terme si nécessaire. Des mesures préventives et de gestion des crises, telles qu'un moniteur de sécheresse et d'inondation, des zones de protection de l'eau, et des réunions de planification entre les entreprises de gestion de l'eau, sont en place. La participation de la population est sollicitée à travers des consultations et audiences pour l'élaboration des plans et des initiatives visant à réduire la consommation d'eau privée sont communiquées par les organismes gouvernementaux.

Bien que la sécheresse soit rare en Bavière, les changements climatiques suscitent des préoccupations quant à l'avenir. Ce rapport s'attache à évaluer les impacts potentiels et les solutions en cours de développement. À travers une exploration détaillée dans les chapitres suivants, nous examinerons les lois, les plans, les programmes, les outils de préparation, la participation des usagers, et les projections climatiques pour comprendre la résilience de la gestion de l'eau en Bavière face aux défis possibles du futur.

# CHAPITRE 1

## PRÉSENTATION DE LA RÉGION D'ÉTUDE

### 1.1 Méthodologie

La gestion de l'eau, comme pour beaucoup de questions publiques en Allemagne, relève de l'autorité locale, c'est-à-dire municipale. Mais la commune reste libre dans sa façon de faire, et peut, par exemple, passer par les services d'une entreprise privée pour approvisionner la population en eau. On trouve donc une grande variabilité dans la taille des infrastructures, leur gestion et également dans leur partage des données. Nous allons concentrer notre étude de la gestion de l'eau sur une seule région allemande : la Bavière. C'est le Länder allemand ayant la plus grande superficie et le deuxième plus peuplé. Ses disparités géologiques et sa place prépondérante dans l'économie allemande en font une région d'étude idéale pour avoir une idée de la gestion de la ressource en eau dans ce pays.

### 1.2 La Bavière

D'une superficie de 70 551,57 km<sup>2</sup> et peuplée par plus de 13 Millions d'habitants en 2022 (« Bavière », 2023), la Bavière est une des régions fortes de l'Allemagne. C'est une région vaste, composée de 4 zones hydrogéologiques distinctes, comme présenté dans la figure suivante (LfU, 2024m).

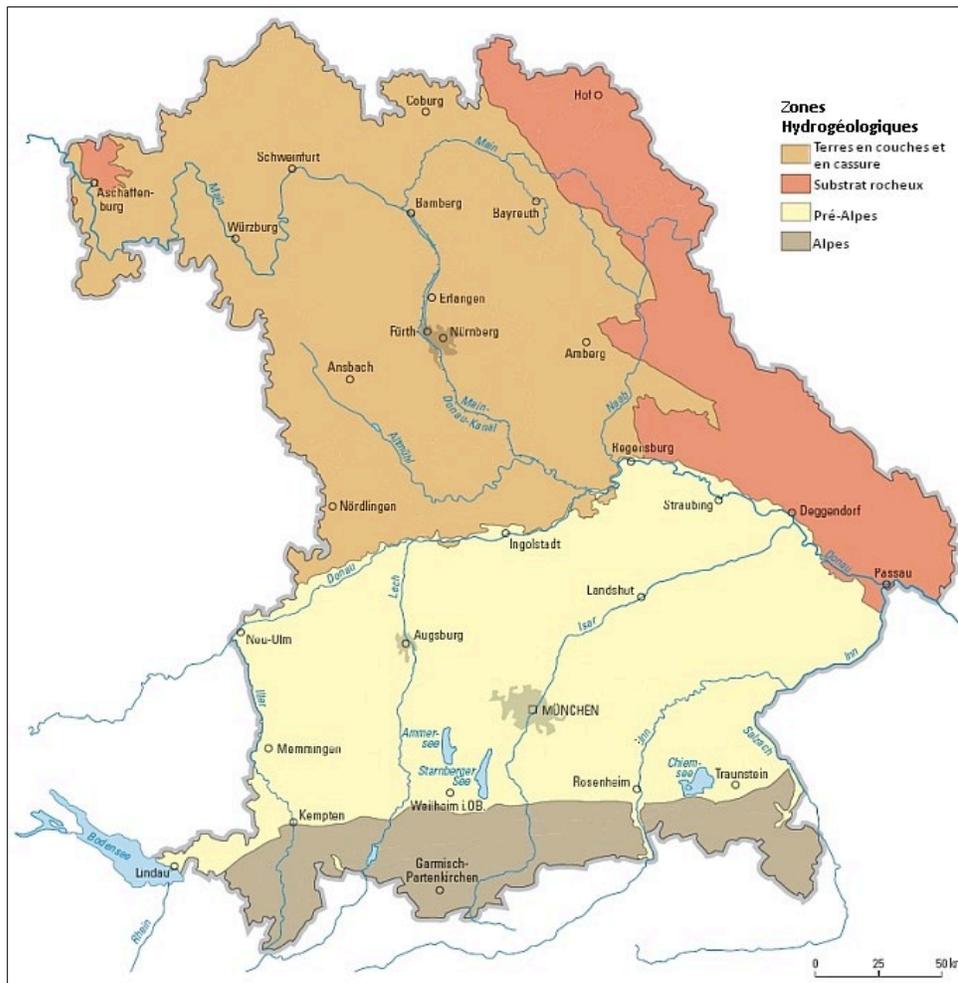


Figure 1.1 Zones hydrogéologiques de la Bavière : les plateaux stratifiés et les zones de failles dans le nord-ouest, les régions du socle ancien dans le nord-est, au sud du Danube le contrefort des Alpes avec les Alpes adjacentes  
Source : Adaptée de LfU (2024m)

Les zones Alpes et pré-Alpes sont celles ayant les ressources en eau les plus importantes, principalement dû à la fonte des glaces des montagnes à la frontière sud. Ce sont des zones très hétérogènes au niveau des sols et de leur capacité à retenir l'eau. On y retrouve donc beaucoup de sources de surfaces et quelques nappes phréatiques. Les deux autres zones géologiques sont plus propices à l'apparition de nappes d'eau souterraines mais sont plus sensibles à la sécheresse.

Les villes principales sont Munich et Augsburg au Sud, et Nurnberg plus au Nord. Nous voyons les principaux foyers de population sur la Figure 1.1 où les principales villes et leur étalement urbain sont représentés. Il peut être intéressant de comparer la localisation des sources d'eau avec l'emplacement des foyers de population pour avoir une idée des défis d'approvisionnement en eau que peut rencontrer la région.

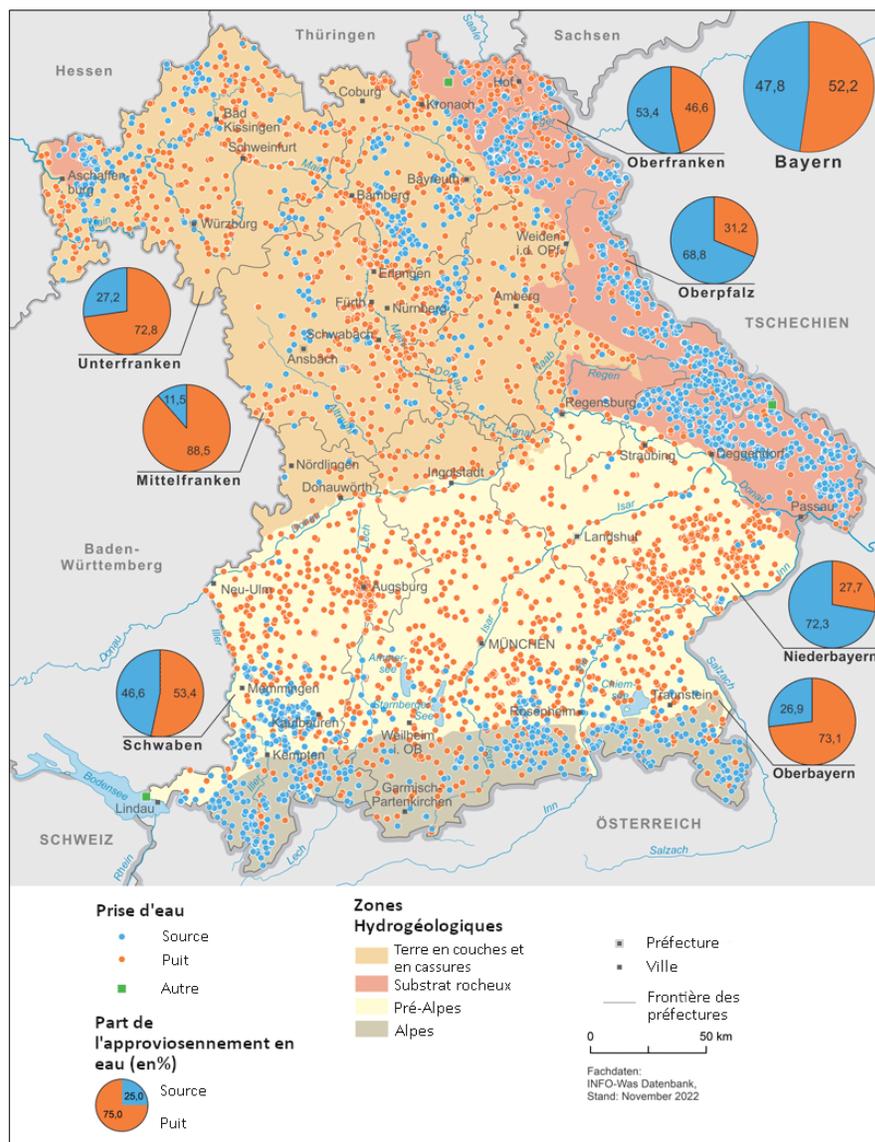


Figure 1.2 Carte des prises d'eau en Bavière  
Source : adaptée de LfU (2024o)

Cette carte souligne d'une part l'abondance en source d'eau de la Bavière, qui est une région historiquement épargnée par le manque d'eau, mais également les disparités d'approvisionnement chez certaines régions du Nord et du Nord-Ouest. Nous parlerons par la suite, dans le chapitre 2, des solutions mises en place pour subvenir aux besoins de ces régions.

## CHAPITRE 2

### PORTRAIT DE LA GESTION DE L'EAU EN BAVIÈRE

#### 2.1 Structure et organismes de la gestion de l'eau

L'Allemagne, en tant que membre de l'Union européenne, la gestion de l'eau en Bavière est inévitablement soumise en premier lieu aux lois du Parlement européen. Celui-ci cherche à établir un cadre d'application des diverses lois régissant le domaine de l'eau, sans entrer dans des détails excessifs, car ces textes doivent être applicables à toutes les régions de l'Union.

À un niveau inférieur, juste avant des échelons des institutions en Bavière, nous atteignons le niveau fédéral. La République fédérale d'Allemagne repose sur un système fédéral, où les fonctions publiques sont réparties entre le gouvernement fédéral et les États fédéraux individuels. Selon la Loi fondamentale, la mise en œuvre des réglementations en matière de gestion des ressources en eau relève exclusivement des États fédéraux et des municipalités. En Allemagne, bien que chaque état, ou « Länder », jouisse d'une grande autonomie, l'État fédéral est présent pour les unifier et établir une ligne directrice. Par conséquent, ces lois fédérales restent également relativement peu précises, offrant ainsi une marge importante de liberté aux régions pour la gestion des ressources en eau.

En Bavière, l'autorité ayant le dernier mot et chargée de faire respecter les lois et principes des institutions précédemment mentionnées est l'Autorité Suprême du gouvernement bavarois. Comme dans la plupart des États fédéraux, la gestion des ressources en eau s'effectue à trois niveaux : l'Autorité Suprême de l'Eau, l'Autorité Régionale de l'Eau et l'Autorité Locale de l'Eau (voir Figure 2.1). Ce système, allant du plus global au plus local, crée de la complexité en termes du nombre de textes à respecter, mais permet une gestion locale des questions d'utilité publique, telles que la gestion de l'eau.

Pour coordonner la politique de gestion de l'eau, les Länder et le gouvernement fédéral ont créé le Groupe de Travail allemand sur les questions liées à l'eau des États fédéraux et du

gouvernement fédéral (Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, LAWA en allemand). Au sein de ce groupe de travail, les Länder coordonnent la mise en œuvre administrative entre eux et harmonisent la législation avec le gouvernement fédéral (BMUV, 2024).

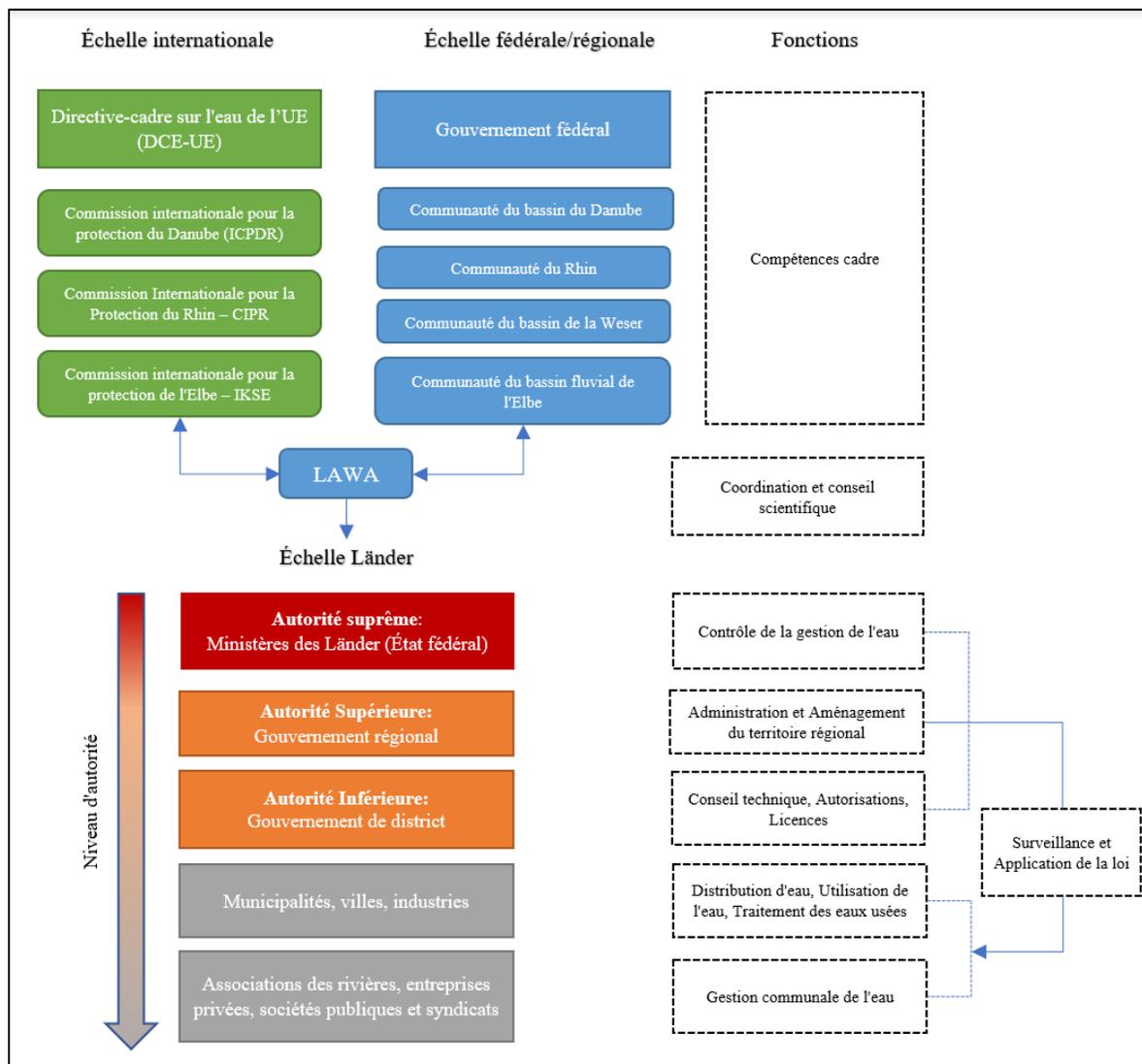


Figure 2.1 Structures et coopération dans la gestion des ressources en eau en Allemagne  
Source : Modifiée du Winnege, & Maurer (2002, 14)

## 2.2 Rôles et responsabilités

Comme mentionné dans le sous-point précédent, la gestion de l'eau de Bavière est organisée par quatre niveaux de gouvernement : fédéral, étatique (Länder), régional et de district ; ainsi que le groupe de travail allemand sur les questions liées à l'eau (LAWA). Dans la Bavière, la plus haute autorité nationale en matière de gestion de l'eau est le ministère bavarois de l'Environnement et de la Protection des consommateurs (StMUV). Ensuite, les sept gouvernements régionaux sont les autorités responsables de la coordination et du regroupement au sein de chaque district administratif et veillent à ce que l'application administrative par les autorités inférieures de l'État soit aussi uniforme que possible. En tant qu'autorités techniques au niveau administratif inférieur de l'État, les 17 bureaux de gestion de l'eau sont chargés de soutenir et de conseiller les gouvernements et les autorités administratives des districts dans l'exécution des tâches de gestion de l'eau (StMUV, 2023).

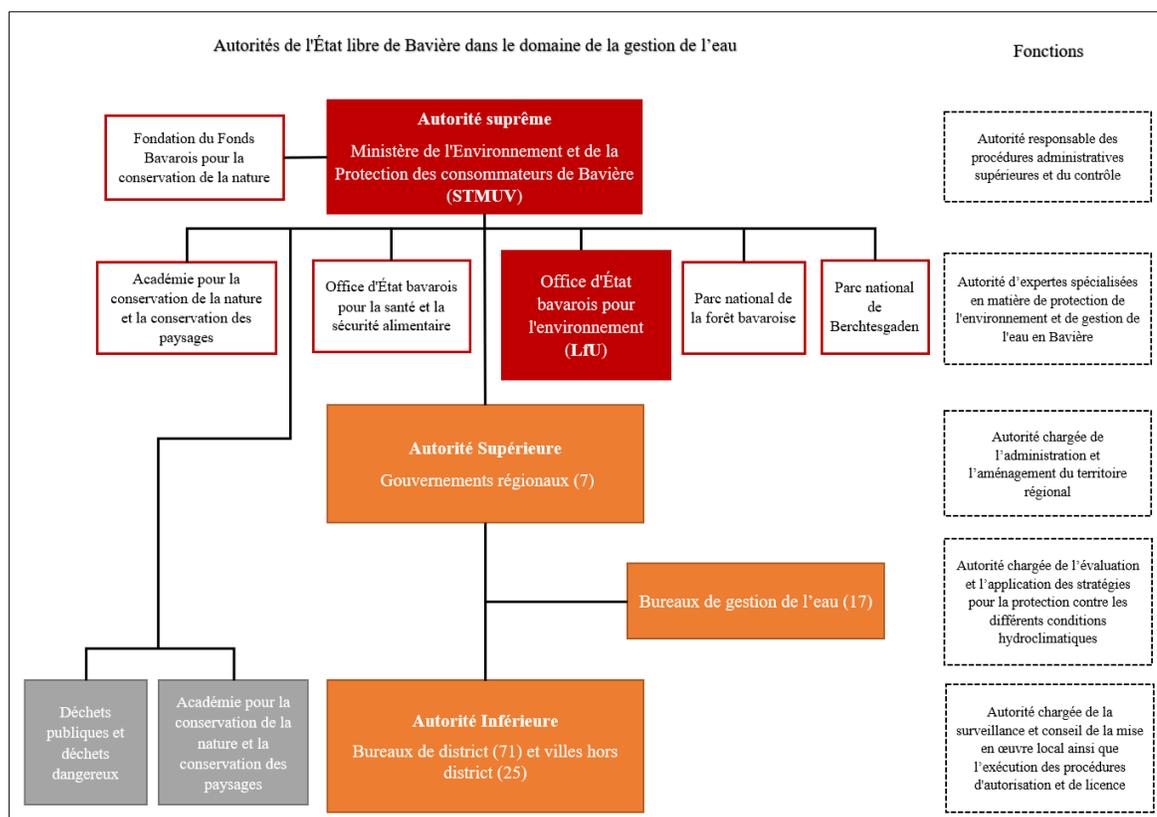


Figure 2.2 Gestion de l'eau en Bavière  
Source : Modifiée du StMUV (2023a)

Puis finalement, les collectivités (villes, districts et municipalités) font la distribution, utilisation et traitement de l'eau, cependant, en ce qui concerne les affaires locales, les collectivités jouissent d'une certaine autonomie (droit d'autodétermination) dans le cadre du droit constitutionnel (Winnegge & Maurer, 2002). Nous présentons ici-haut un aperçu plus détaillé des principaux acteurs en matière de gestion de l'eau dans le Länder de la Bavière (voir Figure 2.2). Leurs principales fonctions de tous les acteurs seront présentées dans les sections suivantes.

### **2.2.1 Les principales fonctions du Gouvernement fédéral**

Selon la répartition des compétences établie par la Loi Fondamentale allemande, le gouvernement fédéral allemand a une compétence législative concurrente dans le domaine de la protection de l'eau. Les Länder peuvent s'écarter des dispositions fédérales, à l'exception des réglementations spécifiques aux substances, aux installations et aux réglementations de l'Union européenne. Cependant, les dérogations sont relativement rares (BMUV, 2024).

L'organisme au niveau fédéral est le ministère fédéral de l'Environnement (BMUV - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, en allemand) qui s'occupe des questions fondamentales de la gestion des ressources en eau en Allemagne, ce qu'on appelle l'autorité-cadre, notamment :

- Promulguer des dispositions générales concernant la gestion des ressources en eau (la Loi fédérale sur l'eau, de la Loi sur les redevances pour les eaux usées, de la Loi sur les détergents et les nettoyants, et de la Loi fédérale sur la conservation de la nature)
- Sauvegarder les intérêts de l'aménagement du territoire et de la gestion des ressources en eau en accord avec les États fédéraux

Les principaux partenaires du ministre fédéral de l'Environnement ayant des tâches en partie indépendantes dans le domaine de la gestion des ressources en eau sont (Winnegge et Maurer, 2002) :

- Le ministère fédéral de la Protection des consommateurs, de l'Alimentation et de l'Agriculture s'occupe et promeut des projets de gestion des ressources en eau dans le secteur rural, y compris des mesures de régulation des débits, de protection contre les inondations, d'irrigation, etc.
- Le ministère fédéral de la Santé est responsable des questions d'approvisionnement en eau potable dans le cadre d'une politique de santé préventive
- Le ministère fédéral des Transports, de la Construction et du Logement est responsable de l'administration des voies navigables fédérales et de toutes les questions relatives à la navigation sur les voies navigables maritimes et intérieures
- Le ministère fédéral de l'Éducation et de la Recherche coordonne les efforts de promotion de la recherche du gouvernement fédéral dans le domaine de la technologie de l'eau.
- Le ministère fédéral de l'Économie et de la Technologie sauvegarde les intérêts économiques liés à toutes les mesures environnementales.
- Le ministère fédéral de la Coopération économique est responsable des questions fondamentales et de la coordination de toute coopération de développement allemande bilatérale et multilatérale.

### **2.2.2 Les communautés des bassins FGG**

Les communautés des bassins (FGG – Flussgebietsgemeinschaft en allemand) sont le résultat de la coopération inter-Länder pour la protection des différents bassins qui compose l'Allemagne. L'objectif de la coopération est la mise en œuvre de la directive-cadre européenne sur l'eau (DCE), de la directive européenne sur la gestion des risques d'inondation (HWRM-RL), la Directive-cadre Stratégie pour le milieu marin européen (MSRL) ainsi que les objectifs des différentes Commissions Internationaux pour la protection des bassins versants. Dans le cas de la Bavière, elle participe dans les FGG du Danube, du Rhin, de l'Elbe et de la Weser.

La Communauté du bassin du Danube (FGG Donau) est une coopération entre les Länder de Bade-Wurtemberg, la Bavière et le Gouvernement fédéral (FGG Donau, 2024). La FGG Rhein

est composée des états de Bade-Wurtemberg, Rhénanie du Nord-Westphalie, Bavière, Rhénanie-Palatinat, Hesse, Sarre, Basse-Saxe et Thuringe (FGG Rhein, 2024). Les Länder qui composent le FGG du bassin versant de l'Elbe sont la Bavière, Berlin, Brandebourg, Hambourg, Mecklembourg-Poméranie occidentale, Basse-Saxe, Saxe, Saxe-Anhalt, Schleswig-Holstein et Thuringe, ainsi que le gouvernement fédéral (FGG Elbe, 2024). Le FGG Weser rassemble les sept Länder qui touchent les bassins versants de la Werra, de la Fulda, de la Weser et du Jade et de leurs affluents : Bavière, Brême, Hesse, Basse-Saxe, Rhénanie du Nord-Westphalie, Saxe-Anhalt et Thuringe (FGG Weser, 2024).

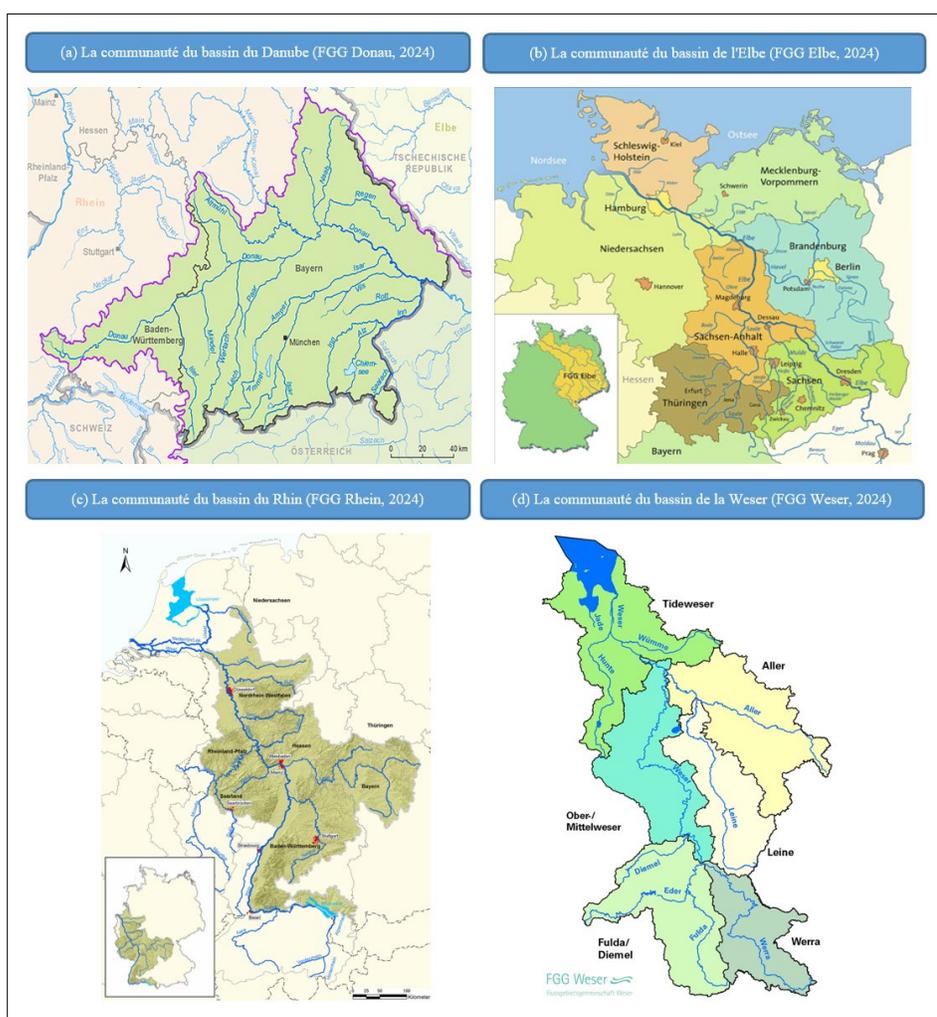


Figure 2.3 Cartes des Länder des différentes communautés de bassin FGG  
Source : Tiré de FGG Donau (2024), FGG Elbe (2024), FGG Rhein (2024) et FGG Weser (2024)

Les FGG regroupent les stratégies des Commissions Internationales pour la protection des bassins versants et du LAWA, les appliquant au sein des plans élaborés sous leur égide. Elles facilitent l'échange régulier d'approches, de méthodes, de données et d'expériences, ainsi que la diffusion des résultats des études scientifiques menées dans les États membres sur l'adaptation au changement climatique. Ces informations sont périodiquement publiées sous forme de plans de gestion, qui sont ensuite examinés et appliqués par les États membres. Les « Plans de gestion de 2022 à 2027 » de la section 4.2.3 constituent la base de la gestion de l'eau conformément aux dispositions des FGG (LfU, 2024p).

### **2.2.3 Les principales fonctions du Groupe de Travail fédéral/Étatique sur les questions liées à l'eau des Länder (LAWA)**

Le LAWA (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser) est le Groupe de Travail Allemand fédéral/étatique sur les questions liées à l'eau des États fédéraux et du gouvernement fédéral, représenté à la fois par le ministère fédéral de l'Environnement et par la Conférence des ministres de l'Environnement (UMK). Créé en 1956 par la fusion des ministères des États de la République fédérale d'Allemagne responsables de la gestion de l'eau et de la législation sur l'eau, le LAWA a pour mission de discuter en détail des questions liées à la gestion de l'eau et à la législation sur l'eau (LAWA, 2024).

L'objectif du LAWA est de discuter des questions interétatiques et communes de gestion de l'eau et de droit de l'eau, d'élaborer des solutions communes et de lancer des recommandations de mise en œuvre. Les questions d'actualité dans les domaines national, supranational et international sont également abordées, discutées sur une large base et les résultats soumis aux organisations compétentes. Pour atteindre ces objectifs, la LAWA a établi cinq groupes de travail permanents couvrant divers sujets tels que la législation sur l'eau, l'hydrologie, la conservation des eaux intérieures et marines, l'écologie, la prévention des inondations, la protection côtière, les eaux souterraines, l'approvisionnement en eau, les eaux usées municipales et industrielles, la gestion des substances polluantes de l'eau et les questions liées au changement climatique (LAWA, 2024).

La coopération internationale entre la LAWA et les comités européens compétents revêt une importance croissante, notamment en ce qui concerne la mise en œuvre de la Directive-cadre européenne sur l'eau (DCE). Les résultats de ce travail servent de base pour la mise en place d'un système de gestion de l'eau normalisé au sein des États fédéraux. Les modèles formulés offrent la flexibilité nécessaire pour tenir compte des caractéristiques régionales spécifiques (LAWA, 2024).

Le LAWA remplit diverses fonctions essentielles, dont l'analyse approfondie des problématiques émergentes dans les domaines de la gestion de l'eau et de la législation sur l'eau. Il s'engage activement dans des discussions inclusives sur des enjeux d'actualité aux niveaux national, supranational et international, soumettant ses conclusions aux instances compétentes. La LAWA assure également le suivi des exigences techniques et juridiques de l'Union européenne et fournit des informations continues et actualisées au grand public à travers diverses publications, tout en mettant à disposition ses documents politiques pour l'ensemble des parties intéressées (LAWA, 2024).

#### **2.2.4 Les principales fonctions de l'Autorité Suprême de Bavière**

Le ministère bavarois de l'Environnement et de la Protection des consommateurs (StMUV - Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz en allemand) a été créé le 8 décembre 1970 en tant que ministère de l'Environnement de l'État libre de Bavière, dont le siège est à Rosenkavalierplatz à Munich. Les tâches de la gestion bavaroise de l'eau consistent principalement à protéger l'eau en tant qu'élément de l'équilibre naturel et en tant qu'habitat pour les animaux et les plantes, à permettre aux hommes d'utiliser l'eau de manière responsable et à les protéger des dangers de l'eau (StMUV, 2024b). En combinaison avec une infrastructure (d'eau) fonctionnelle, l'administration de la gestion de l'eau garantit à long terme les bases de la qualité de vie.

Parmi les principales fonctions du StMUV, on peut trouver (StMUV, 2024b) :

- Agir en tant qu'autorité suprême de l'État en matière de gestion de l'eau
- Surveiller des 17 bureaux de gestion de l'eau et de l'Office national de l'environnement, dans sept gouvernements et dans 96 districts et villes indépendantes
- Interpréter et mettre en œuvre la législation-cadre dans des lois sur l'eau de l'État (Landeswassergesetz) et formuler en conséquence les politiques et objectifs
- Établir les politiques de base et prendre les décisions stratégiques
- Être responsable des procédures administratives supérieures et du contrôle, soutenue par des agences d'experts techniques (LfU, l'Académie, etc.)

### **2.2.5 Les principales fonctions de LfU**

L'Office d'État bavarois pour l'environnement (LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt en allemand) est l'autorité centrale spécialisée en matière de protection de l'environnement et de la nature, de géologie et de gestion de l'eau en Bavière. En tant qu'autorité scientifique et technique centrale de toute la Bavière, la LfU est responsable des questions fondamentales liées à la gestion de l'eau. La LfU conseille le StMUV et fait office de centre de services techniques et scientifiques pour les autorités et institutions chargées de la gestion de l'eau (StMUV, 2024a). Le LfU est en charge des différentes activités, tels que (LfU,2022) :

- Conseiller et informer les entreprises, la science, les autorités, le StMUV, les municipalités, la politique et le public
- Collecter et évaluer des données environnementales pour développer des objectifs, des stratégies et des plans pour l'utilisation durable et la protection de l'environnement
- Agir en tant qu'experts, émettre des avis et agir en tant qu'autorité de surveillance ou autorité d'approbation dans différents secteurs : la gestion des déchets, la protection de l'air, des sols, de l'eau et des eaux souterraines, la protection contre les inondations, le changement climatique, l'énergie, la gestion environnementale, l'approvisionnement en eau, etc.

### **2.2.6 Les principales fonctions des Autorités Supérieures**

Les sept gouvernements régionaux sont les autorités administratives intermédiaires de l'administration de la gestion des ressources en eau. Ils sont responsables de la coordination et de la consolidation au sein de la circonscription respective du gouvernement et assurent une mise en œuvre administrative aussi uniforme que possible par les autorités étatiques inférieures (StMUV, 2024c). Les principales fonctions des Gouvernements Régionaux sont (Winnegge et Maurer, 2002) :

- Responsabilisation de la planification et de la mise en œuvre des grandes procédures et projets
- Administration et aménagement du territoire régional
- Coordination et orientation stratégique de la gestion de l'eau aux niveaux inférieurs
- Octroi de licences pour les installations industrielles polluantes
- Participation du public
- Rapports et stations de mesure.

### **2.2.7 Les principales fonctions des Bureaux de gestion des eaux WWA**

Les 17 bureaux de gestion des ressources en eau (voir Figure 2.4) agissent en tant qu'organismes techniques spécialisés au niveau administratif inférieur de l'État et sont responsables de soutenir et conseiller les gouvernements régionaux ainsi que les autorités administratives de district dans la mise en œuvre des tâches liées à la gestion des ressources en eau. Les responsabilités des bureaux de gestion des ressources en eau comprennent (StMUV, 2024c) :

- Élaborer des stratégies pour la protection contre les inondations sur les plans d'eau et les torrents.
- Appliquer concrètement les mesures de protection définies.
- Assurer la maintenance régulière des dispositifs de protection.
- Fournir des recommandations aux communautés locales.
- Élaborer des prévisions précises pour avertir des risques d'inondation.

- L'aménagement (par exemple, protection contre les inondations, renaturation des cours d'eau) et l'entretien des cours d'eau, rivières sauvages et ouvrages hydrauliques étatiques, y compris les propriétés associées,
- Les mesures de surveillance hydrométéorologique et la supervision technique des cours d'eau,
- Le conseil aux municipalités,
- Le soutien des municipalités dans les domaines de l'élimination des eaux usées, de l'approvisionnement en eau et des cours d'eau non étatiques,
- L'évaluation de la gestion des ressources en eau en tant qu'acteur d'intérêt public dans d'autres procédures.



Figure 2.4 Carte des 17 bureaux de gestion des eaux en Bavière  
Source : Tirée de StMUV (2024aa)

La Bavière adopte une approche de gestion de l'eau axée sur les bassins versants. Elle partage les bassins fluviaux internationaux du Danube, du Rhin, de l'Elbe, ainsi qu'une petite partie du bassin versant de la Weser. À partir de ces quatre principaux bassins versants, la Bavière subdivise la zone de gestion en onze sous-bassins versants, comme illustrés dans la Figure 2.5. Les bureaux de gestion peuvent avoir la responsabilité complète ou partielle sur le sous-bassin versant. Dans le Tableau 2.1, il est possible de voir les bassins versants et leur bureau de gestion responsables.

Tableau 2.1 Les bassins fluviaux en Bavière : superficie et principaux bureaux responsables

Source : Tirée de Bavarian Environment Agency (2002)

<b>Grand bassin versant</b>	<b>Superficie en Bavière (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Zone fluviale</b>	<b>Superficie en Bavière (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Office responsable de la gestion de l'eau</b>
Rhin (principal)	20325	Unterer Main	8380	Aschaffenburg
		Oberer Main	3820	Bamberg
		Regnitz	7520	Nürnberg
		Bodensee	590	Kempton
Danube	48220	Iller-Lech	10100	Bonauworth
		Altmuhl-Paar	6700	Ingolstadt
		Isar	10030	Landshut
		Naab-Regen	9420	Regensburg
		Inn	11970	Passau
Elbe	1977	Eger, Saale	1850	Hof
Weser	48	Fulda, Werra	190	Ortliches WWA

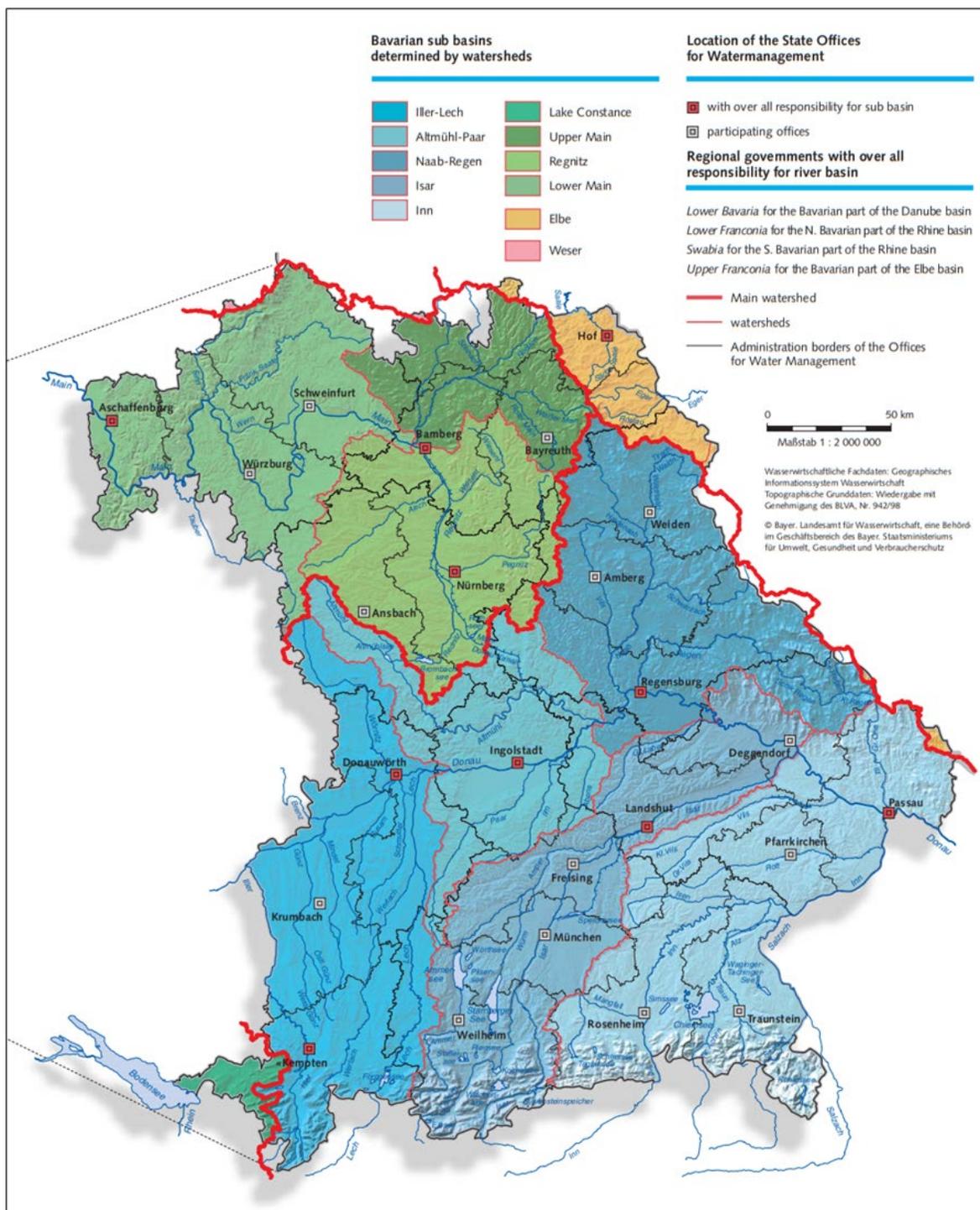


Figure 2.5 Carte des sous-bassins versants et frontières administratives pour la gestion de l'eau en Bavière

Source : Tirée de Bavarian Environment Agency (2002)

### 2.2.8 Les principales fonctions des Autorités Inférieures

Les autorités inférieures de l'eau sont les districts et les villes indépendantes. Chaque district de bassin fluvial en Bavière est tenu d'élaborer un plan de gestion de l'eau spécifique. Les principales fonctions des Gouvernements de district et les Villes hors district sont (Winnege et Maurer, 2002 ; StMUV, 2024c) :

- Exécuter les procédures d'autorisation et de licence
- Surveiller la mise en œuvre locale
- Fournir des conseils techniques pour la mise en œuvre locale
- Procédures en vertu du droit de la gestion de l'eau
- Surveillance des cours d'eau (plus petits) et des rejets
- Entretien et gestion des réseaux d'assainissement et du traitement des eaux usées
- Approvisionnement en eau potable.

Bien que la gestion de l'eau en Allemagne soit un modèle de réussite au niveau national, elle demeure largement méconnue à l'échelle internationale. Plusieurs facteurs contribuent à cette relative obscurité. Tout d'abord, les entreprises d'approvisionnement en eau allemandes sont strictement orientées vers le local, généralement limitées à opérer dans les limites territoriales des municipalités qui les créent. Cette orientation locale crée une barrière à la visibilité internationale, car ces entités restent essentiellement confinées à leur zone d'origine (Kraemer et al., 2007).

Un deuxième facteur important réside dans le niveau d'autorité et d'indépendance accordé aux Länder (États fédéraux) et aux municipalités en Allemagne. La plupart des responsabilités et compétences en matière d'approvisionnement en eau et d'assainissement sont dévolues au niveau subnational (Wackerbauer, 2007). Cette décentralisation complexifie la coopération du secteur avec les institutions internationales de développement, centrées sur la collaboration gouvernementale. La fragmentation des compétences entre les niveaux de gouvernement complique la création d'une stratégie unifiée et globale pour promouvoir la gestion de l'eau allemande à l'échelle mondiale (Wackerbauer, 2009). Toutes ces caractéristiques rendent

difficile la coopération du secteur avec les institutions internationales, entravant ainsi la diffusion de l'expertise allemande en matière de gestion de l'eau au-delà de ses frontières nationales.

## **2.3 Disposition de l'eau et usages**

### **2.3.1 Le réseau de distribution bavarois**

La figure 1.2 du chapitre précédent nous a montré où se situaient les sources d'eau et les puits présents dans la région, et également leur proportion (48% de sources et 52% de puits). Chaque point sur cette carte représente une source répertoriée participant à l'alimentation du système en eau ; il s'agit notamment d'environ 4 400 puits et d'environ 4 100 sources ainsi que de 3 captages d'eau de surface (LfU, 2024o).

Comme chaque commune est responsable de la distribution de l'eau potable à la population locale, chacune d'entre elles a procédé à sa propre manière, et aucun fournisseur majoritaire n'est apparu. Au contraire, ce sont aujourd'hui 2195 entreprises de distribution d'eau différentes qui opèrent dans la région, avec 1683 qui exploitent leur(s) propre(s) source(s) et 512 transmettant de l'eau déjà achetée auparavant (LfU, 2024s). Une grande majorité de ces entreprises ne s'occupe que d'une seule source, et 40% d'entre elles ne distribuent que 4% de la quantité d'eau potable consommée dans la région. Le système fonctionne donc à petite échelle, le rendant très résilient aux différentes perturbations hypothétiques, mais cela le rend également plus difficile à surveiller et à changer dans son ensemble.

Pour toute intervention sur un cours d'eau qui n'est pas de faible importance, une autorisation administrative est nécessaire. L'autorité responsable de l'octroi d'une autorisation est généralement le bureau du district. Dans certains cas, des villes plus grandes faisant partie d'un district peuvent également être responsables (e.g. Munich, Augsburg et Nurnberg). Les prélèvements d'eau souterraine soumis à autorisation doivent être évalués selon les principes d'une gestion durable des ressources disponibles dans le cadre de la procédure juridique de

l'eau. Une utilisation de l'eau de surface ou souterraine nécessite toujours une autorisation au titre de la législation sur l'eau, en particulier lorsque :

- l'on souhaite dériver de l'eau d'un ruisseau, retenir un cours d'eau ou y introduire des substances,
- une surface agricole ou horticole de plus de 1 ha doit être irriguée ou plus de 50 m<sup>3</sup> par jour doivent être utilisés,
- l'irrigation est effectuée par des installations communes,
- une altération négative de la qualité de l'eau souterraine peut se produire (en raison du forage ou de l'introduction/l'injection de substances (outils de forage, additifs de forage lors des forages à circulation, matériaux de construction)) ou
- d'autres utilisations de l'eau souterraine, même exemptées d'autorisation, notamment à des fins d'eau potable, peuvent être affectées.

Une utilisation de l'eau de surface ou souterraine est considérée comme exemptée d'autorisation lorsque :

- le prélèvement est effectué en petites quantités à partir de la première nappe phréatique non captive à des fins agricoles, forestières et horticoles pour maintenir la fertilité du sol, à condition que le forage soit réalisé sans moyens auxiliaires de forage (par exemple, additifs de forage), qu'aucun joint en ciment ne soit introduit dans la zone de l'eau souterraine et que seuls des matériaux de construction approuvés par les autorités de surveillance soient utilisés,
- les activités relèvent de l'usage commun des eaux de surface (par exemple, baignade, abreuvement, sports de glace, etc.),
- l'intervention sur un cours d'eau spécifique est considérée d'importance mineure du point de vue de la gestion de l'eau (par exemple, un étang artificiel qui n'est pas connecté à d'autres cours d'eau).

La redevance pour prélèvement d'eau est une taxe spécifique à chaque Lander en Allemagne pour le prélèvement, l'extraction, le déversement ou des utilisations similaires des eaux

souterraines ou de surface. Les régulations varient entre les Lander, notamment en ce qui concerne le montant de la taxe, les exceptions à l'obligation de paiement et les possibilités de réduction ou de compensation éventuelle. Actuellement, la Bavière ne prélève pas de taxe pour le prélèvement, l'extraction, le déversement ou des utilisations similaires de l'eau souterraine ou de surface (BUND, 2019).

Les entreprises locales de distribution facturent des frais d'eau, mais il s'agit généralement de coûts liés à la mise à disposition - c'est-à-dire pour les tuyaux, les pompes et les travaux d'entretien. En 2019, le prix moyen d'un mètre cube d'eau était de \$2.68 en Bavière (avec un taux de change moyen annuel en 2019 de 1,49 CAD par 1 €), bien en dessous de la moyenne européenne (LfU, 2024s). D'après la LfU (LfU, 2024k), en 2019, environ 958,2 millions de m<sup>3</sup> d'eau, dont 898 millions de m<sup>3</sup> d'eau potable, ont été fournis par les sociétés de distribution d'eau. L'Office fédéral de la statistique allemand nous fournit quelques chiffres concernant le tarif pour la fourniture d'eau potable en Bavière pour la période 2020-2022 (voir Tableau 2.2).

Tableau 2.2 Tarif pour l'eau potable fournie à la zone tarifaire de la Bavière  
selon le type de tarif, 2020-2022

Source : Tirée de L'Office fédéral de la statistique (2023)

Types de tarifs pour la fourniture d'eau potable	Municipalités <sup>2</sup>	Municipalités prélevant une redevance pour l'eau potable	Habitants raccordés	Tarif basé sur la consommation <sup>3, 4</sup>	Redevance domestique commune, indépendamment de la consommation réelle, par l'année <sup>3</sup>	Coûts par ménage de taille moyenne <sup>5</sup> avec une consommation d'eau moyenne <sup>6</sup>
Année <sup>1</sup>				CAD/m <sup>3</sup> <sup>7</sup>	CAD/année <sup>7</sup>	
Charge par mètre cube et redevance de base						
2020	2,001	2,917	12,703,591	2.45	89.29	332.62
2021	2,002	2,916	12,705,972	2.54	93.16	345.25
2022	2,004	2,917	12,711,568	2.60	95.12	353.92
Charge par mètre cube seulement						
2020	158	185	298,459	2.57	-	258.19
2021	157	183	296,078	2.61	-	259.82
2022	152	178	290,570	2.63	-	261.72
Redevance de base uniquement						
2020	21	23	1,577	-	147.88	147.88
2021	21	23	1,577	-	147.80	147.75
2022	21	23	1,577	-	151.58	151.58

La figure 2.6 montre la répartition de la consommation d'eau potable en Bavière. Il apparaît que le sud de la région consomme la majeure partie des ressources, même si la consommation est globalement bien répartie sur l'ensemble du territoire. <sup>1</sup>

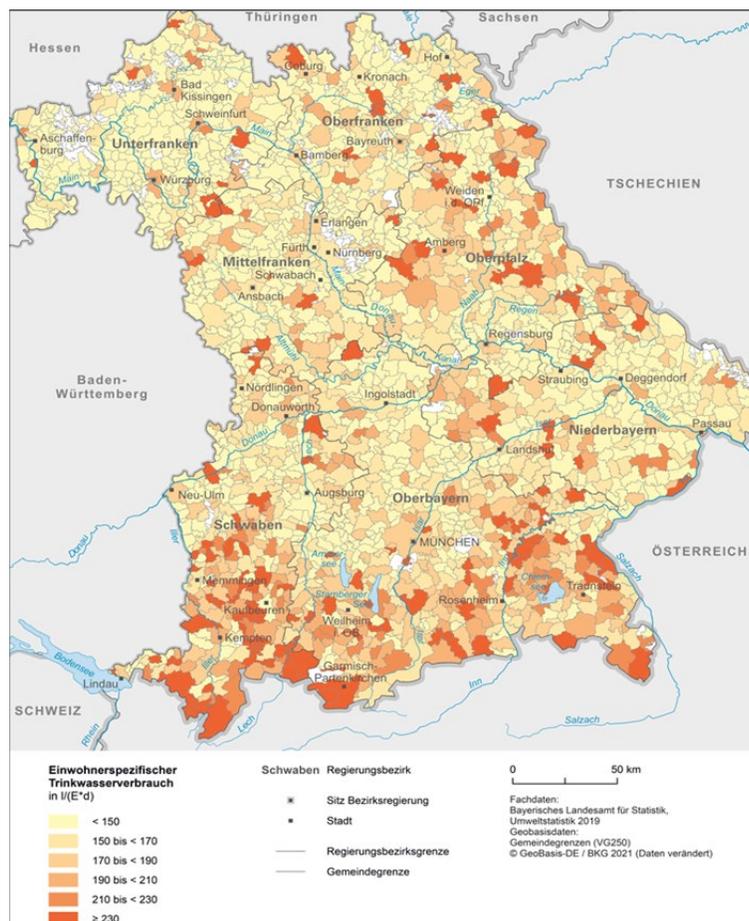


Figure 2.6 Répartition de la consommation d'eau potable en Bavière entre les communes

Source : Tirée de LfU (2024k)

Seuls les types de tarifs pour lesquels des frais ont été prélevés sont pris en compte ici.

- 1: Seulement les municipalités/parties de municipalités connectées au système.
- 2: Données à la date de référence du 1er janvier de chaque année.
- 3: Les frais sont pondérés par le nombre d'habitants connectés au 30 juin 2019.
- 4: Le frais basé sur la consommation doit inclure tous les frais partiels prélevés sur les consommateurs finaux, tels que le frais de prélèvement d'eau, l'amortissement, la contribution à l'investissement et autres frais liés à la consommation.
- 5: Résultats du micro recensement - Population dans les ménages privés à leur résidence principale et secondaire en 2019, Série 1 Série 3.
- 6: Enquête sur l'approvisionnement public en eau, 2019, Série 19 Série 2.1.1.
- 7 : Taux de change moyen annuel entre 2020-2022 de 1,46 CAD par 1 €, incluant la TVA.

En comparant cette carte et celle de la Figure 1.2, un problème de concordance spatiale entre les sources d'eau et les foyers de population apparaît, notamment autour des grandes villes du nord-ouest. Pour pallier ce problème, un grand réseau de circulation souterraine de l'eau a été mis en place dans la région. Ce système s'étend de la manière suivante :

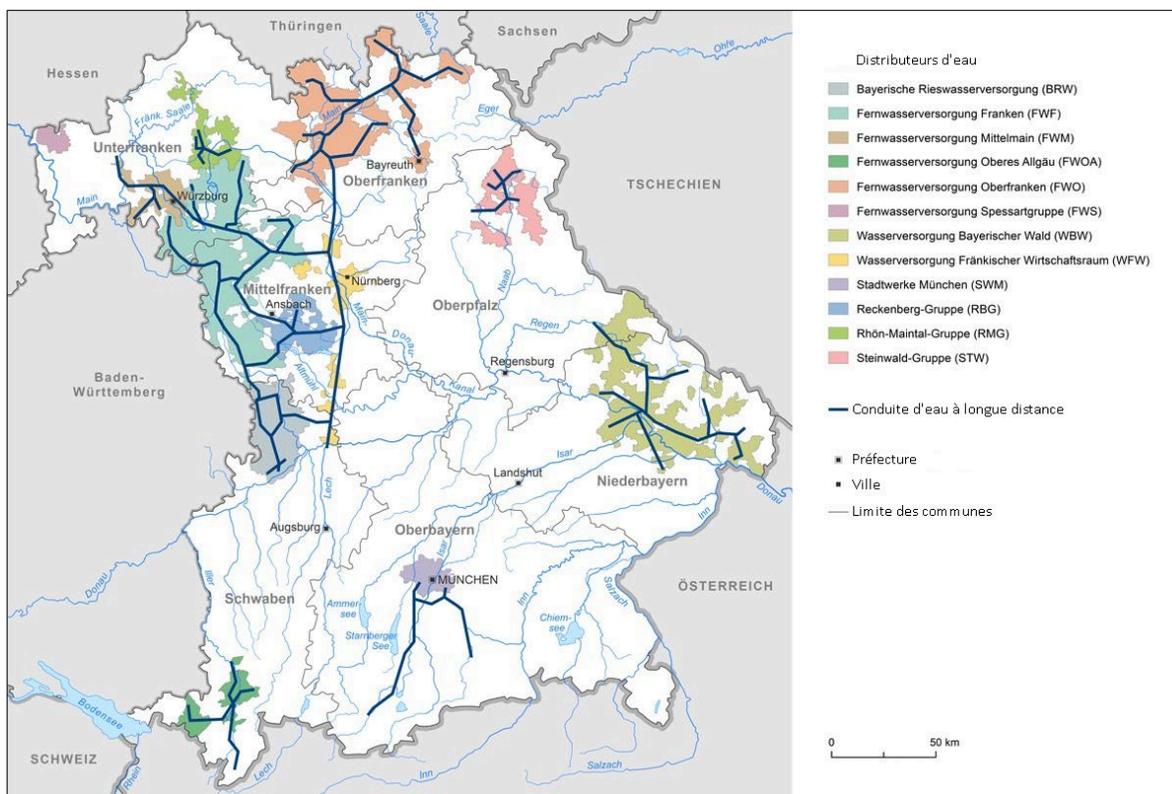


Figure 2.7 Conduites d'eau longue distance en Bavière  
Source : Adapté de (LfU, 2024s)

Ces 12 conduites d'eau permettent d'approvisionner les régions peuplées n'ayant pas accès à une source d'eau suffisante à proximité. Les entreprises propriétaires des conduites fournissent principalement des entreprises locales qui redistribuent l'eau à la population. Bien que cet approvisionnement soit nécessaire pour les communes concernées, cela ne représente que 4% de la distribution d'eau en Bavière (moins de 100 000 m<sup>3</sup> par an) (LfU, 2024s).

### 2.3.2 Utilisation de la ressource

En 2019, l'Allemagne a prélevé environ 20 milliards de mètres cubes d'eau. La répartition de ce volume d'eau entre les différents secteurs est montrée dans la figure 2.8. Cette répartition est également vraie à l'échelle de la Bavière, avec un prélèvement environ 10 fois moindre. Le secteur de l'énergie est le principal consommateur d'eau (plus de 40%), notamment car l'électricité est produite en grande partie (plus de 50% en 2017) (Thorel, 2019) par des centrales nucléaires, à charbon ou à gaz, et qui ont donc besoin d'eau de refroidissement pour fonctionner. Mais il est important de noter que la majeure partie de cette eau est très rapidement restituée à l'environnement.

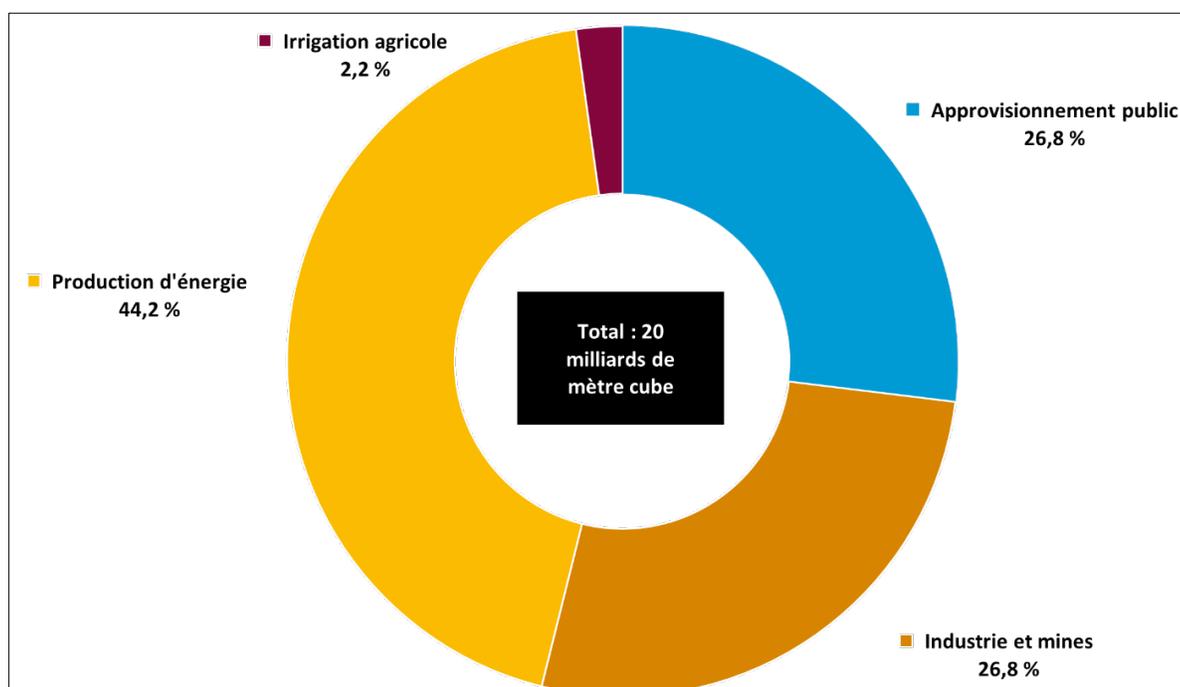


Figure 2.8 Répartition de la consommation en eau des différents secteurs en Allemagne  
Source : Adapté de (Wilke, 2013)

Comme mentionné dans la section 2.3.1, les sociétés de distribution de l'eau sont en charge de l'approvisionnement public. En 2019, environ 958,2 millions de m<sup>3</sup> d'eau, dont 898 millions de m<sup>3</sup> d'eau potable, ont été distribués, ce qui permet de conclure que l'approvisionnement public comprend environ 90 % d'eau potable. Le secteur industriel et minier consomme autant que le

secteur public. Il est important de noter que, dans la majorité des cas, pour les industries et les mines, tout comme pour le secteur de l'énergie, les entreprises prélèvent elles-mêmes l'eau utilisée ; ainsi cette consommation ne se retrouve pas dans les chiffres des entreprises de distribution d'eau dont nous avons pu parler au préalable.

Enfin, c'est l'irrigation agricole qui consomme le moins d'eau, avec seulement 2% du total. En Bavière, les agriculteurs doivent prioriser l'utilisation d'eau stockée à partir des eaux de surface, prélevée lors de périodes de débit suffisamment élevé ou des précipitations. Les besoins en irrigation peuvent également être couverts par les eaux souterraines peu profondes. Cette pratique est toutefois soumise à des conditions strictes pour préserver la qualité des eaux souterraines et garantir que les usages prioritaires comme l'approvisionnement en eau potable. En cas de pénurie, l'agriculture, après le secteur public, a la priorité pour l'approvisionnement en eau. Bien que l'agriculture ne représente pas une grande part de l'activité économique de la Bavière, il n'est pas rare que les agriculteurs s'approvisionnent en eau de façon autonome à travers des puits ou des prélèvements individuels, ce faisant leur consommation ne rentre pas dans les chiffres officiels. En cas de ressources en eau locales éventuellement limitées, une association des exploitations agricoles ou horticoles intéressées pour la construction d'installations communes de captage, de stockage et de distribution d'eau offre les meilleures conditions pour une utilisation durable et évite les conflits d'intérêts. Il est également intéressant de remarquer que la Bavière consomme en moyenne plus d'eau par habitant que le reste de l'Allemagne, comme le montre le graphique suivant.

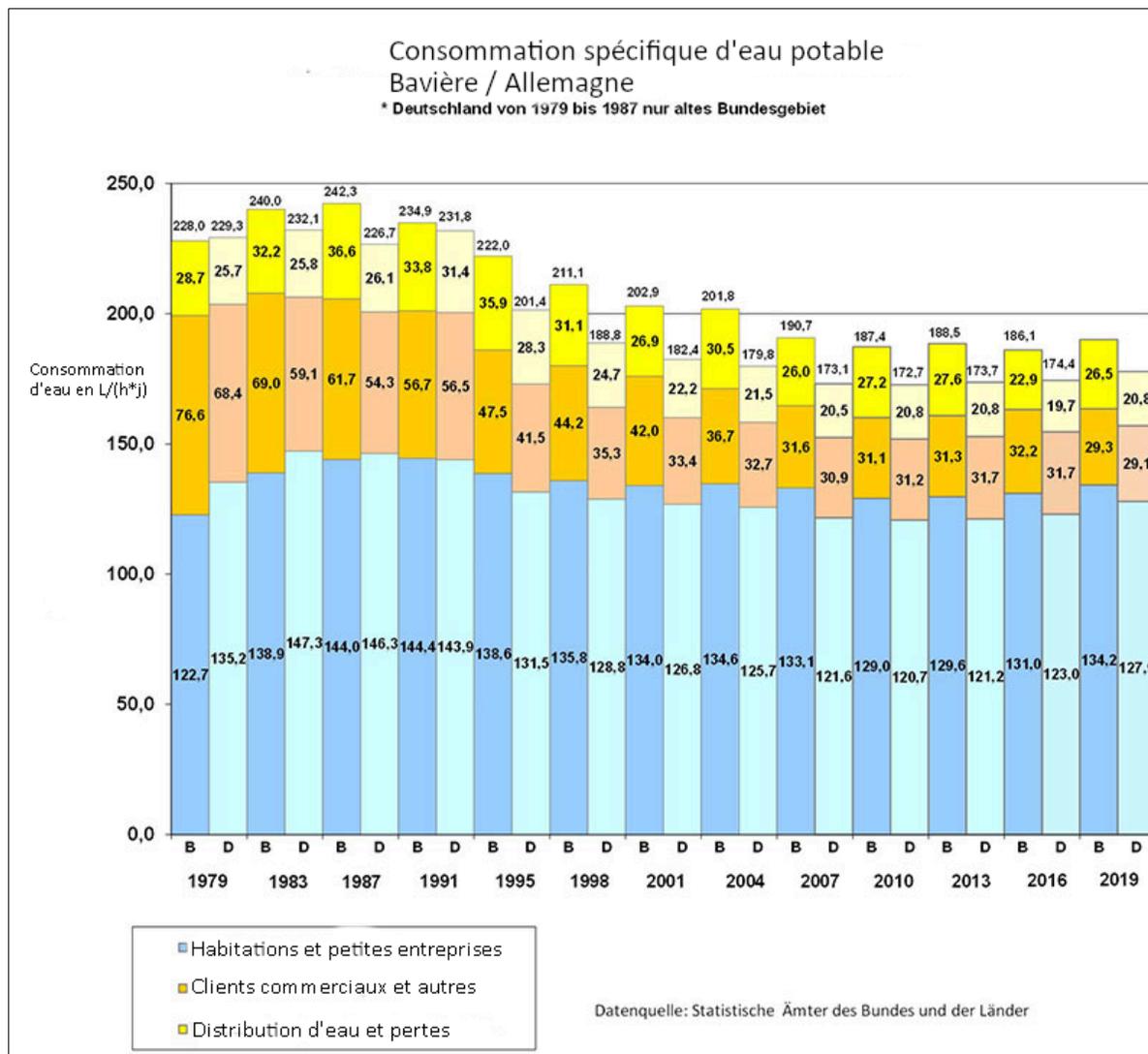


Figure 2.9 Évolution de la consommation d'eau par habitant et par an en Bavière et en Allemagne entre 1979 et 2019  
Source : Adapté de LfU (2024k)

La différence de consommation se fait à la fois au niveau des habitations, mais également à cause des besoins et des pertes de la distribution d'eau elle-même. Ce phénomène peut être en partie dû à la présence des conduites d'eau longue distance, mentionnées dans la section 2.3.1, qui posent un problème technique d'acheminement de l'eau. Le graphique montre également que la consommation d'eau de la région et du pays tend à diminuer avec les années, notamment car les commerces et les petites entreprises ont réduit leurs besoins. De la même manière, la consommation du secteur industriel a fortement diminué, comme le montre le tableau 2.3

suivant, à la fois en Bavière, mais surtout en Allemagne en général, avec une baisse de près de 40% en 20 ans.

Tableau 2.3 Total de la consommation annuelle des ressources en eau : Exploitations industrielles avec plus de 20 employés et plus de 10000 / 2000 m<sup>3</sup>/a de consommation d'eau en Bavière/Allemagne

Source : adapté de (LfU, 2015)

Année	Consommation en eau (en 1000m <sup>3</sup> )	
	Bavière	Allemagne
1991	1 116 243	12 199 667
1995	991 594	10 023 713
1998	1 005 366	9 482 280
2001	998 777	8 650 900
2004	1 043 891	8 753 627
2007	991 111	8 405 558
2010	911 099	8 046 592
2013	834 267	7 341 004

En Bavière, l'eau est donc une ressource abondante, et le système de distribution en place permet de subvenir aux besoins de la société. Avec une consommation des entreprises et des industries en baisse, et une prise de conscience de la population de l'importance de cette ressource, nous pourrions en conclure que la Bavière n'a pas à se soucier de son avenir hydrique. Pour autant, les sécheresses frappant l'Europe ces dernières années n'ont pas épargné la région et les acteurs du milieu commencent à se préparer face à un avenir où la ressource sera contestée.





La figure 3.1 permet de se rendre compte de la différence de précipitation qu'il peut y avoir entre le sud et le nord de la région. Sur la moyenne des mois de juillet de 1971 à 2000, il y a entre 30mm et 100mm de précipitation dans la moitié nord, alors que dans la partie alpine, il y a plus de 250mm. Cette carte permet également de mieux comprendre l'intérêt des conduites d'eau à longue distance acheminant l'eau des zones humides vers le nord plus sec.

Comme l'a montré la figure précédente, les précipitations dans la région ne sont pas également réparties au mois de juillet. Cependant, c'est le cas toute l'année. L'Annexe 1 montre la carte des précipitations annuelles moyennes en Bavière sur la période 1961 – 1990. Les mêmes disparités apparaissent que sur la figure 3.1, et il apparaît même qu'une partie du nord-ouest de la région voit moins de 550mm de précipitation par an, ce qui est équivalent à ce que nous pouvons retrouver dans des régions arides.

Face à ce fort gradient de précipitation en fonction de la localisation, il est possible de séparer la Bavière en 7 régions climatiques distinctes de la manière suivante (voir Figure 3.2):

- Spessart-Rhön le plus au Nord.
- Mainregion au Nord-Ouest, région la plus sèche.
- Ostbayerisches Hugel und Bergland au Nord-Est.
- Donauregion au centre.
- Sudbayerisches Hugelland juste avant les Alpes.
- Alpenvorland, donc les pre-Alpes.
- Les Alpes pour finir au Sud, region la plus humide.



Figure 3.2 Les sept régions climatiques de Bavière en fonction de la précipitation annuelle  
Source : Tirée du LfU (2024aa)

La répartition spatiale des précipitations sépare la Bavière en deux zones, la Bavière du Nord avec un climat plus sec et La Bavière du Sud, classique pour une zone climatique continentale avec de fortes précipitations.

### 3.2 Ampleur du manque d'eau

En Bavière, 2018 a été l'année la plus chaude et 2019 la deuxième depuis le début des relevés en 1881, ce qui en fait les années les plus chaudes sur les 138 ans de registre. Les 10 mois de

février à novembre 2018 se sont distingués par une absence de précipitations jusqu'alors inédite. Au cours des 50 dernières années, 2018 a été la quatrième année la plus sèche dans le nord de la Bavière et la sixième dans le sud. Seules les années suivantes ont connu des précipitations annuelles plus faibles : 2003, 1972, 1971, 2015, 1976 (Bavarian Environment Agency, 2020). Dans les figures suivantes, il est possible d'apprécier le changement de précipitation annuelle, et de température annuelle moyenne de la période de 1971-2000 par rapport à 2018 (voir Figures 3.3 et 3.4) et par rapport à 2019 (voir Figure 3.5).

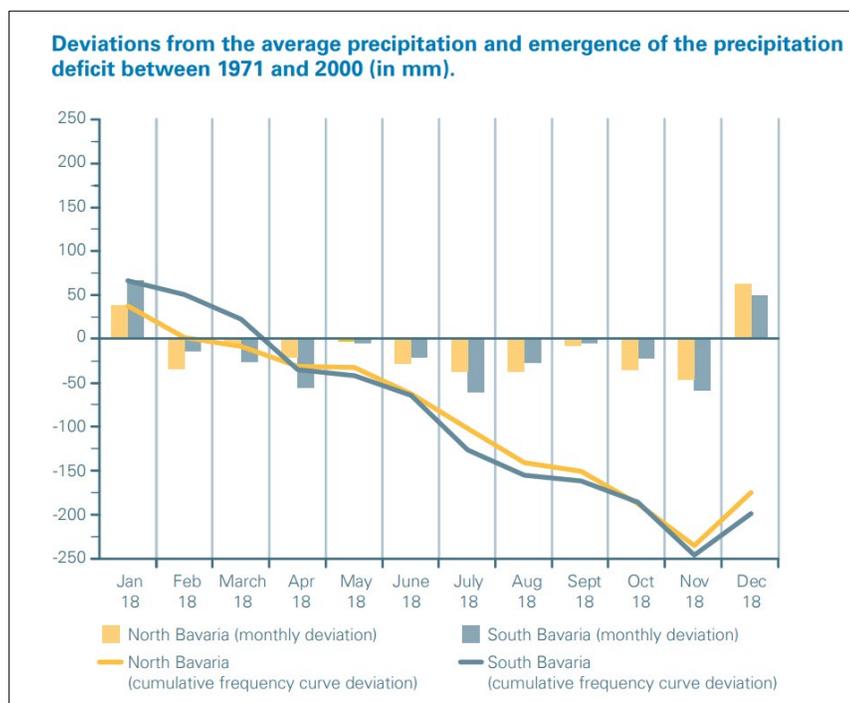


Figure 3.3 Changement de précipitation annuel de la période de 1971-2000 par rapport à 2018 en Bavière  
Source : Tirée de Bavarian Environment Agency (2020)

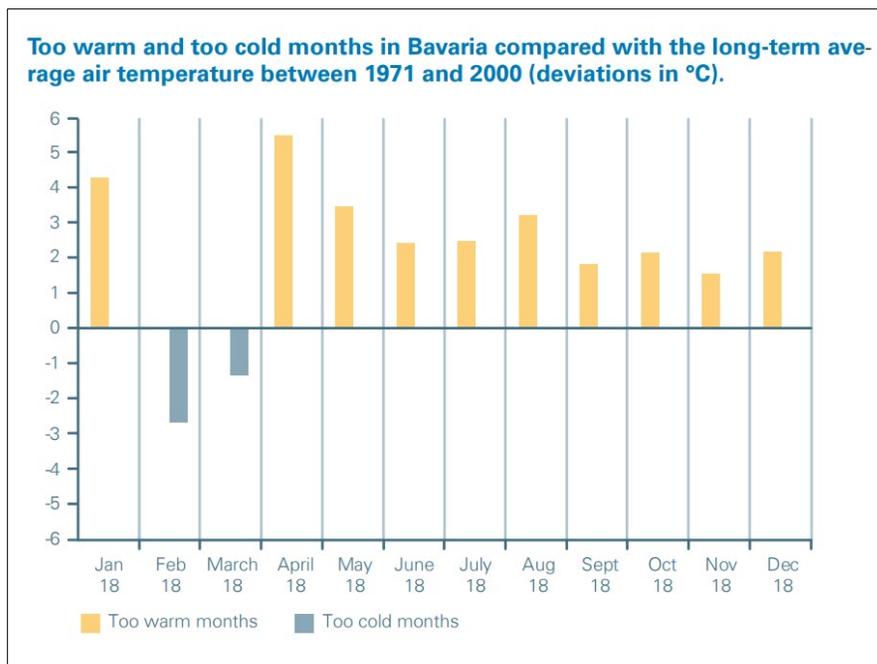


Figure 3.4 Changement de température annuel de la période de 1971-2000 par rapport à 2018 en Bavière  
Source : Tirée de Bavarian Environment Agency (2020)

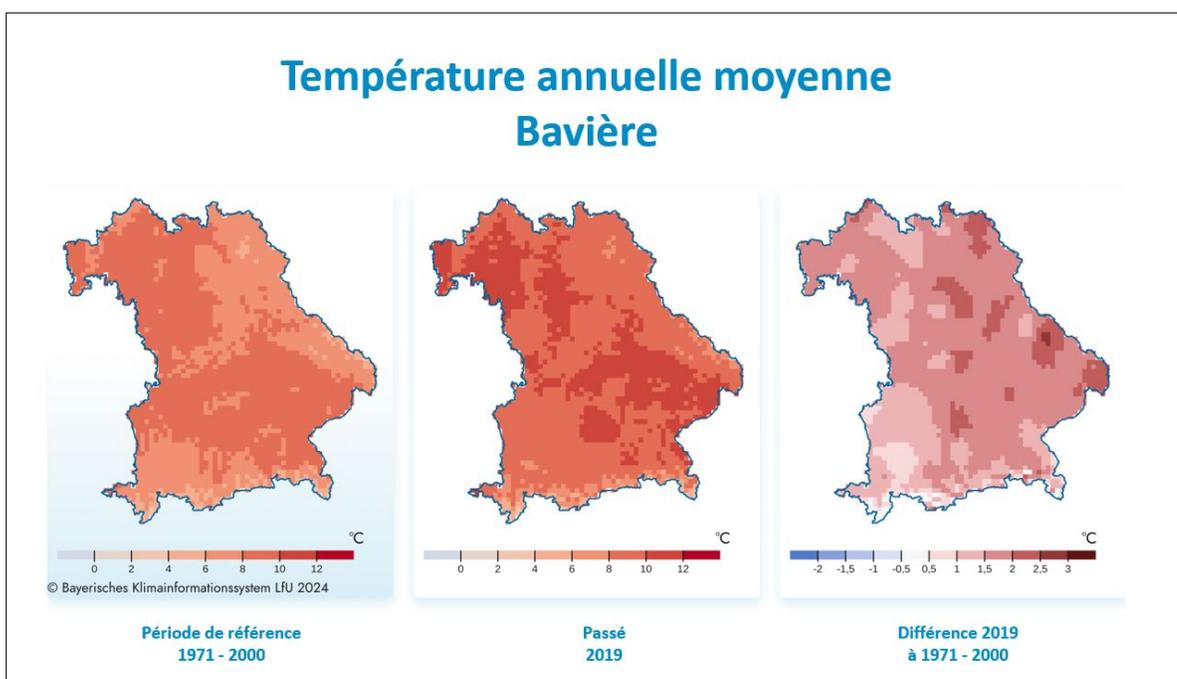


Figure 3.5 Différence de la température annuelle moyenne l'année 2019 et la période 1971-2000 en Bavière  
Source : Tirée du Système d'information climatique bavarois (2020)

À partir de cette information, il est évident que le climat en Bavière devient de plus en plus sec, particulièrement pendant la moitié de l'année estivale. Les données indiquent une tendance à la baisse des précipitations et à la hausse des températures. Ces tendances, combinées à l'augmentation des taux d'évaporation due à l'élévation des températures, entraînera une augmentation des périodes de sécheresse.

Néanmoins, la région demeure sujette aux catastrophes climatiques ; des inondations surviennent environ tous les 5 ans, tandis que les sécheresses estivales observées, telles que celles des dernières années (2018, 2019 et 2022), sont relativement récentes mais pourraient devenir un phénomène plus fréquent dans l'avenir (voir Figure 3.6). Par le passé, la sécheresse n'a jamais été un problème important en Bavière, et les années les plus sèches ne dépassent que rarement une baisse de 25% de précipitations par rapport à la moyenne des années de référence.

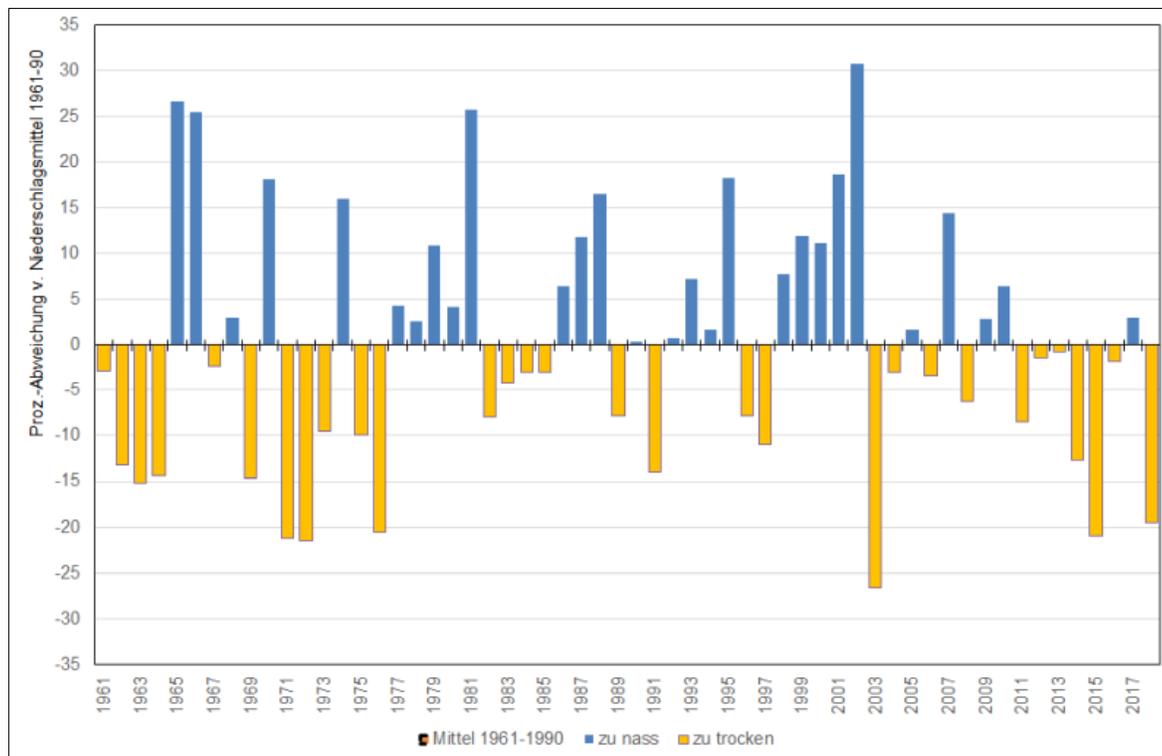


Figure 3.6 Pourcentage de précipitation en plus (en bleu) ou en moins (en jaune) en de 1961 à 2018 par rapport à la moyenne annuelle de la période 1961 - 1990

Source : Tirée du LfU (2024aa)

Sur les 58 années prises en compte dans le graphique précédent, 30 ont reçu moins de précipitations que la moyenne de la période de 1961-1990, mais jamais bien moins de 25% de précipitations en moins. La Bavière connaît donc périodiquement des années sèches, sans réellement être exposée à des sécheresses de très grande ampleur.

### 3.2.1 Indices de stress hydrique

Un indice utilisé pour évaluer la quantité d'eau prélevée par rapport à la quantité disponible est l'indice de stress hydrique. Celui-ci permet de savoir si l'on vide les réserves d'eau de la région ou si les réserves ont tendance à augmenter (donc si la région peut faire face à une période de sécheresse ou non). On dit qu'une région est en stress hydrique si la valeur de l'indice dépasse 20 (donc si plus de 20% des réserves en eau sont utilisées chaque année (voir Figure 3.7).

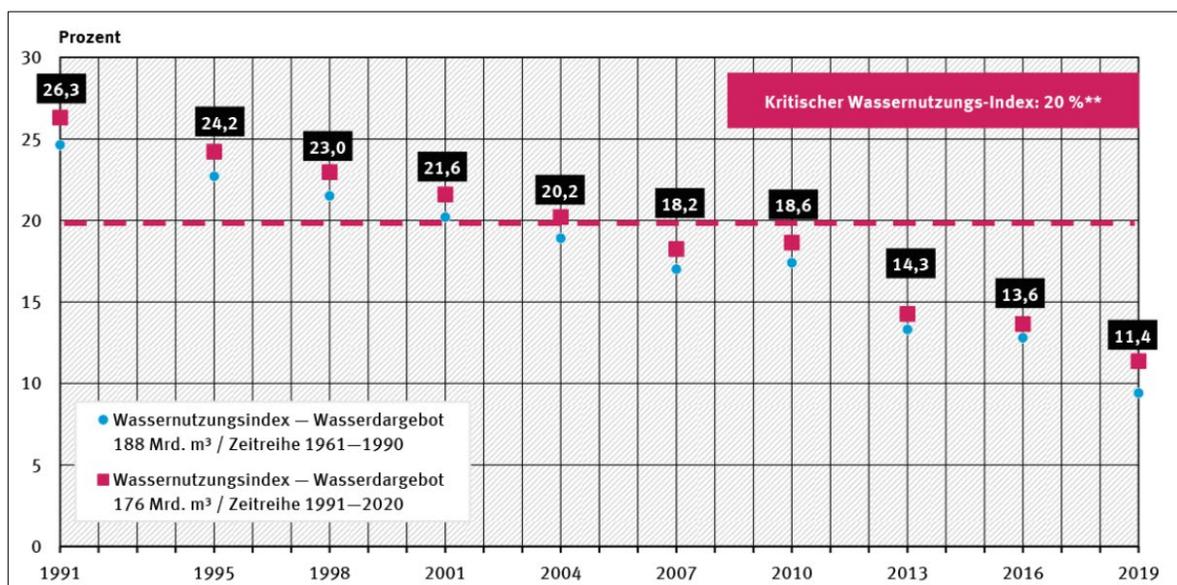


Figure 3.7 Indice de stress hydrique en Allemagne de 1991 à 2019  
Source : Adapté de Wilke (2013)

L'Allemagne n'a plus dépassé le seuil de stress hydrique depuis 2004, principalement grâce à la réduction de la consommation des secteurs de l'énergie et de l'industrie minière, comme

nous avons pu le voir dans la Figure 2.7. Pour autant, les années récentes ont montré que la Bavière pouvait être touchée par la sécheresse, notamment à cause de manque de précipitations en été, et des semaines de canicule intense.

### 3.2.2 Indice de Précipitation Standardisé

D'après les informations données par la LfU, une période sèche météorologique est définie par la succession d'au moins 11 jours avec des niveaux de précipitations journalières inférieurs ou égaux à 1,0 mm (LfU, 2024i). À partir de 11 jours, il existe une graduation de couleur pour évaluer l'intensité de la sécheresse. Le "Standardized Precipitation Index" (SPI) est également utilisé pour évaluer la situation climatique à un instant donné. Cet indice compare les précipitations récentes avec les valeurs historiques (une période pouvant aller de quelques mois à plusieurs années) et attribue à la période actuelle une probabilité de se produire, explicité dans le tableau suivant.

Tableau 3.1 Classification de l'indice SPI en fonction des probabilités de non-dépassement  
Source : Adapté du LfU (2024i)

Probabilité de non-dépassement en %	Valeur SPI	Description
≤ 2,3	≤ - 2,0	Extrêmement sec
2,3 à 6,7	-2,0 à -1,5	Très sec
6,7 à 15,9	-1,5 à -1,0	Modérément sec
15,9 à 84,1	-1,0 à 1,0	Normale
84,1 à 93,3	1,0 à 1,5	Moyennement humide
93,3 à 97,7	1,5 à 2,0	Très humide
≥ 97,7	≥ 2,0	Extrêmement humide

Cet indice combiné au code couleur donne des cartes comme celle de l'Annexe I (avec une période exceptionnellement sèche en 2003 et très humide en 2002) pour évaluer le niveau de sécheresse météorologique de la région.

### 3.3 Étude de la sécheresse de 2018 en Bavière

En 2018, la Bavière a connu un été d'une durée et d'une intensité rares. Ce climat fut présent dans toute la partie Nord de l'Europe, d'avril à septembre. La sécheresse engendrée fut particulière, car elle faisait suite à un hiver humide et des fortes chaleurs début printemps qui ont rendu le sol très humide pour la saison ; il est donc passé d'un état humide à très sec en 5 mois ce qui a posé un stress sur la végétation.

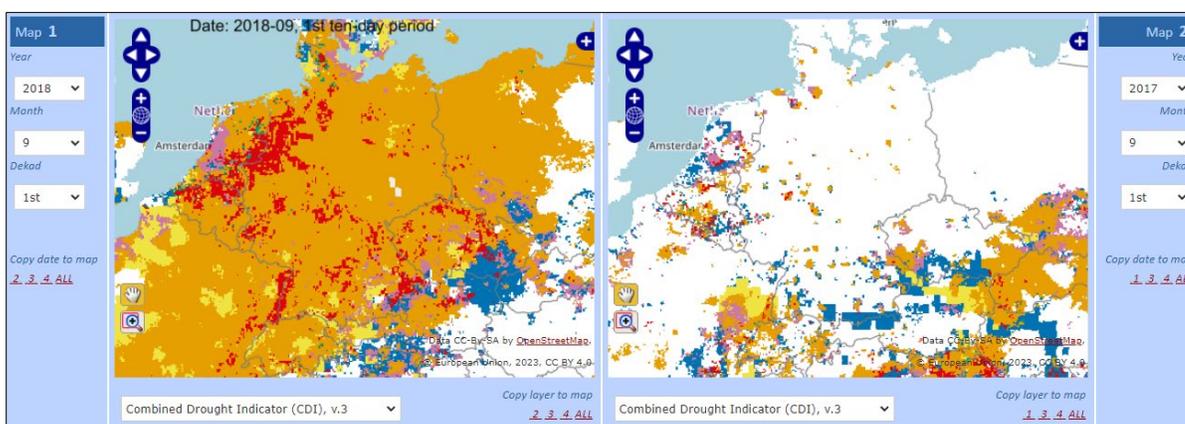


Figure 3.8 Carte de l'indicateur combiné de sécheresse (CDI) en Europe centrale lors de la première dizaine de septembre 2017 (à droite) et 2018 (à gauche)

Source: Adapté de Copernicus (2024a)

La carte de la figure 3.8 montre l'indicateur combiné de sécheresse (CDI) de l'Observatoire européen des sécheresses (EDO). Il est utilisé comme indicateur des sécheresses agricoles car il intègre trois indicateurs de sécheresse : l'indice des précipitations standardisé (SPI), l'humidité du sol et des données de télédétection sur la végétation. La Figure 3.8 illustre clairement l'état anormal de l'Europe centrale à la fin de l'été 2018 lorsque nous faisons la comparaison avec la même période de l'année précédente. Il y a eu environ 25% de précipitations en moins en Bavière entre 2017 et 2018.

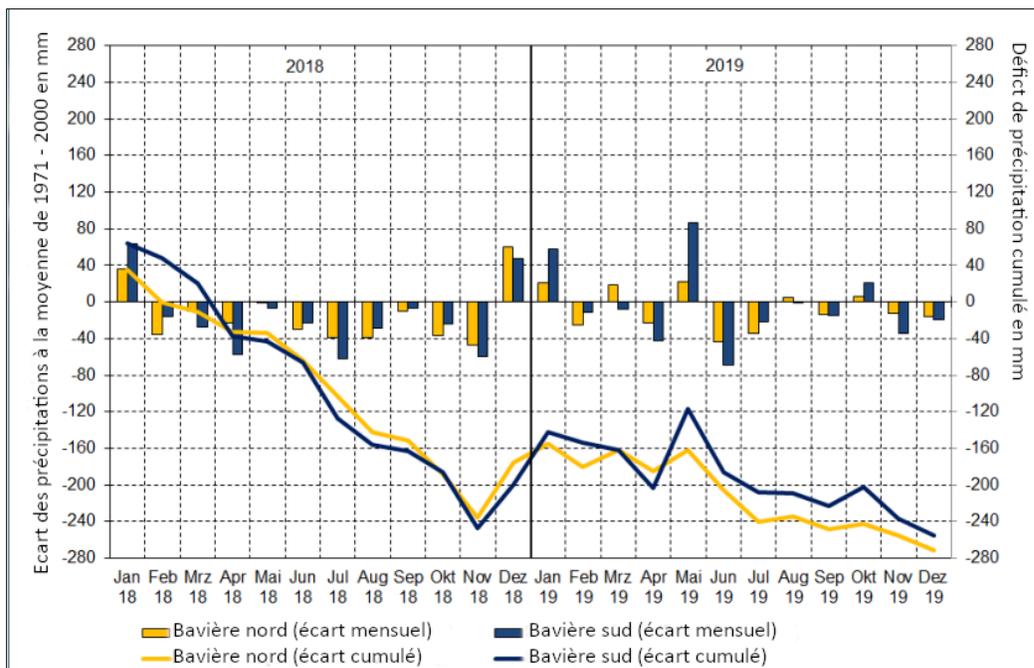


Figure 3.9 Anomalies de précipitations mensuelles et déficits pluviométriques cumulés en 2018 par rapport à la moyenne 1971-2000  
Source : Adapté de Hörath & Balg (2020)

En regardant la Figure 3.9, le déficit de précipitation n'a fait que s'accumuler tout au long de chaque année pour finir par atteindre -240mm par rapport à la moyenne de 1971 à 2000 en novembre 2018. Ce déficit fut en partie compensé par les mois de décembre et janvier assez humides qui suivirent, mais l'année 2019 fut également relativement sèche, et le manque d'eau continua de se faire sentir en Bavière. On voit sur la figure 3.9 que le nord et le sud ont été touchés de manière similaire par cette sécheresse, mais ce sont les zones du nord, où les précipitations sont faibles la plupart du temps, qui y sont le plus sensibles.

Cette sécheresse aura éprouvé le système d'approvisionnement en eau en Bavière, mais n'a pas été assez forte pour le faire flancher. Il n'y a eu aucune pénurie d'eau, et aucun effet négatif global sur l'eau potable issue des sources souterraines n'a été signalé (Schiller, 2023). Les effets notables de cette sécheresse ont été l'assèchement de certains puits domestiques, freinant l'approvisionnement autonome en eau potable. En réponse, certaines restrictions ont été imposées aux installations de distribution d'eau, principalement celles alimentées par des sources. Pour gérer les périodes de sécheresse, l'Administration bavaroise de la gestion de l'eau

a développé des stratégies et des mesures, y compris la restauration des niveaux d'eau à l'aide du réservoir géré par l'État. En 2018, un déversement ciblé d'eau de stockage a eu lieu ; 11 barrages d'une capacité totale de 180 millions de mètres cubes ont été utilisés à cette fin (Bavarian Environment Agency, 2020). De plus, malgré aucune panne signalée par les sociétés de distribution, environ 33% de celles-ci utilisaient plus de 90% de leurs ressources en eau les jours de pointe, et leur capacité de traitement était proche de la charge maximale.

Enfin, cette sécheresse aura eu un effet sur la population qui a pris conscience que le phénomène pourrait devenir un problème dans la région, les entreprises de distribution d'eau ont appris de ce test de résistance de leurs infrastructures et la question de la priorité d'attribution de la ressource a été soulevée en cas de pénurie; mais le risque reste faible, et les ressources en eau sont suffisantes pour passer les années sèches.



## CHAPITRE 4

### OUTILS DE PLANIFICATION DE LA GESTION DE L'EAU

#### 4.1 Lois et réglementations générales

La législation en Bavière s'organise suivant une structure similaire à celle vue dans la section 2.1 lorsque nous parlions de la structure de la distribution de l'eau. Il a une influence à l'International de la part du Parlement européen, au niveau fédéral et notamment au niveau Länder (voir Figure 4.1).



Figure 4.1 Structure de la législation en Bavière  
Source : Tiré de (Braun, 2016)

##### 4.1.1 Lois et règlements du Parlement Européenne

C'est l'Union européenne qui est au sommet de la pyramide. Il faut noter que les directives de l'Union européenne ne s'appliquent pas directement en Allemagne, mais sont transposées dans les lois ou réglementations nationales. Le document officiel du parlement européen pour les questions relatives à l'eau s'appelle « Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau », souvent appelé directive-cadre sur l'eau, ou DCE. Ses objectifs sont

énoncés de la manière suivante : « Cette directive vise à prévenir et à réduire la pollution, à promouvoir une utilisation durable de l'eau, à protéger et améliorer l'environnement aquatique et à atténuer les effets des inondations et des sécheresses. L'objectif global est de parvenir à un bon état écologique pour l'ensemble des eaux. » (Kurrer & Lipcaneanu, 2023).

Cette directive se base sur des principes et usages préexistants et sur des recommandations scientifiques pour fournir une ligne directrice aux états, comme nous pouvons le constater par exemple dans l'article 13, intitulé « Plan de gestion de district hydrographique », où le premier paragraphe impose aux états membres d'avoir un plan de gestion de l'eau divisé en districts hydrographiques (districts liés à un bassin hydrographique) (Fontaine & Glavany, 2000).

Autres deux Directives du Parlement européen sur la gestion de l'eau et qui complètent la DCE sont :

- « Directive 2007/60/CE du Parlement européen et du Conseil relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation », mieux connu comme la Directive Inondation, encadre au niveau européen la gestion des risques d'inondation, et a pour objectif de limiter les conséquences négatives des inondations pour la santé humaine, l'activité économique, le patrimoine culturel et l'environnement (EUROPÉEN, 2007).
- « Directive-cadre 2008/56/CE Stratégie pour le milieu marin (DCSMM) » conduit les États membres de l'Union européenne à prendre les mesures nécessaires pour atteindre ou maintenir un bon état écologique du milieu marin. Un bon état qui doit être établi sur les plans biologique, physique, chimique et sanitaire afin de garantir les fonctionnalités écosystémiques et le maintien des usages dans une logique de gestion durable du milieu (EUROPÉEN, 2008).

#### **4.1.2 Lois et règlements fédéraux allemands**

La législation relative à l'eau en Allemagne se compose principalement de la Loi sur la gestion de l'eau (WHG) et de la Loi sur la taxe d'assainissement des eaux usées (AbwAG). La plupart des instructions administratives et des règlements fédéraux sont basés sur la Loi sur la gestion de l'eau, qui établit un cadre juridique pour la législation sur les ressources en eau des États fédéraux. La Loi sur la taxe d'assainissement pour les eaux usées instaure des incitations économiques visant à réduire la pollution de l'eau et fournit des ressources financières pour les mesures de protection des ressources en eau.

En tant que législation-cadre, la Loi sur la gestion de l'eau (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) est conçue pour fonctionner en conjonction avec les lois sur l'eau des États fédéraux qui complètent le cadre qu'elle établit. La loi s'applique aux masses d'eau de surface, y compris leurs lits, aux masses d'eau côtière (territoriales) et aux eaux souterraines. Les lois sur les eaux intérieures peuvent exempter les petites masses d'eau des réglementations de la loi, et la plupart des États fédéraux ont fait usage de cette possibilité. Aucune exemption n'est cependant possible pour la responsabilité en cas de dommages aux écosystèmes aquatiques et aux exigences de qualité de l'eau (selon l'article 22 de la Loi fédérale sur la gestion de l'eau). Les États fédéraux ont divisé les masses d'eau en « courantes » et « stagnantes », « naturelles » et « artificielles », et en deux ou trois classes en fonction de leur importance. Des listes positives identifient toutes les masses d'eau qui appartiennent à la première classe, ou à la première et à la deuxième classe (les autres appartenant à la dernière classe) ; cette classification a des conséquences sur la propriété des masses d'eau et leur entretien, mais pas sur leur utilisation. (Kraemer, Jäger, 1998). En 2002, la WHG fut modifiée pour rendre compte de la directive-cadre de l'Union européenne, et un cadre sur les eaux marines fut ajouté (Bundesumweltministeriums, 2024).

La question de la sécheresse n'est que très peu présente dans ces lois, car le pays n'a pas eu à légiférer sur cette question par le passé, mais certaines parties peuvent tout de même être intéressantes pour notre étude. Par exemple, la 6e loi de ce texte, réglementant le bilan hydrique, impose une gestion durable des ressources en eau, ce qui implique de respecter le débit minimal nécessaire à la protection de l'état naturel de l'environnement en question lors

de l'exploitation de la ressource. Pour autant, la loi 31 prévoit des exceptions à cette règle, notamment lors d'évènements naturels exceptionnels ou pour garantir l'intérêt du public lorsqu'il n'y a pas d'autre alternative viable (Walhalla Fachredaktion, 2022).

La loi 46 précise qu'aucun permis ou autorisation n'est requis pour extraire et/ou exploiter des eaux souterraines pour le ménage, l'exploitation agricole et l'abreuvement du bétail en « petite quantité », ce qui permet une utilisation non surveillée de l'eau pour les agriculteurs et les ménages s'ils peuvent capter eux-mêmes l'eau sans limite chiffrée.

Enfin, les lois 51 et 52 prévoient la création de zones de protection de l'eau dans les cas où le sous-sol est trop sensible pour la protection générale, ou à proximité des installations de captage. Cette protection vise à prévenir de toute contamination les bassins fournissant l'eau potable de la région, comme par exemple le ruissellement de **pesticides et de nitrates** dû à l'agriculture, l'exploration et les fouilles du sol, ou une utilisation de l'eau pour la production d'énergie (LfU, 2024u).

La deuxième loi importante au niveau fédéral sur la gestion de l'eau est « La Loi sur la taxe d'assainissement des eaux usées - AbwAG ». Elle a été promulguée le 13.09.1976 (Code civil allemand (Bürgerliches Gesetzblatt BGBI. I, p. 2721, modifié p. 3007) et est entrée en vigueur le 01.01.1978). En vertu de cette loi, les communautés ou les industries qui rejettent des eaux usées nuisibles sont assujetties à la perception de cette taxe. Le taux de la taxe est déterminé en fonction du caractère nuisible des eaux usées rejetées.

Pour évaluer le degré de nocivité, l'évaluation se base sur les volumes rejetés, les niveaux de substances oxydables (en tant que Demande Chimique en Oxygène DCO), le mercure, le cadmium, le nickel, le chrome, le plomb, le cuivre et les halogénures organiques (AoX), ainsi que la toxicité pour les poissons des eaux usées. La nocivité est ensuite exprimée en termes d'unité de dommage" SE (Schadeinheit). Une SE correspond approximativement au dommage causé par les eaux usées brutes produites par un habitant en un an (équivalence habitant). Moins les rejets sont nocifs, moins la taxe est élevée.

Les règlements au niveau fédéral sur la gestion de l'eau sont (LfU, 2024n):

- Règlement sur les eaux de surfaces - OGewV
- Règlement sur les eaux souterraines - GrwV
- Règlement sur les eaux usées - AbwV
- Règlement sur les installations manipulant de substances dangereuses pour l'eau – AwSV
- Règlement sur l'agrément et la surveillance des stations d'épuration industrielles – IZÜV
- Règlement sur l'eau potable – TrinkwV
- Règlement administratif général d'application de la loi sur l'évaluation des impacts environnementaux - UVPVwV

#### **4.1.3 Lois et règlements bavarois**

La législation relative à l'eau en Bavière se compose principalement de la Loi bavaroise sur l'eau (BayWG) et de la Loi bavaroise d'application de la loi fiscale sur les eaux usées (BayAbwAG).

La loi bavaroise sur la gestion de l'eau (BayWG) est la loi d'application bavaroise de la loi sur les ressources en eau (WHG) et n'est là que pour apporter certaines clarifications et différences d'application dans le contexte du territoire. En ce sens, ce qui est réglementé dans la BayWG, ce sont les plans d'eau et leur classification, les principes et objectifs de gestion, la propriété des eaux, l'utilisation de l'eau et la protection de l'eau, l'évacuation des eaux usées, l'agrandissement et entretien des plans d'eau, les installations dans ou sur des plans d'eau, l'évacuation des eaux, la surveillance de l'eau, la mesure hydrologique, la planification de la gestion de l'eau, entre autres (Seehofer, 2010).

De l'autre côté, le Land libre de Bavière est tenu de percevoir une taxe d'assainissement (la BayAbwAG) en vertu de la loi AbwAG émise par la Fédération. En principe, la personne qui

rejette des eaux usées dans une étendue d'eau ou les introduit dans le sous-sol est assujettie à cette taxe. Cependant, les municipalités, c'est-à-dire les communes ou les associations de communes, sont indirectement assujetties à la taxe à la place des petits rejets, appelés les "petits rejets", qui consistent en moins de 8 mètres cubes d'eaux usées domestiques ou d'eaux usées similaires (directement) par jour. Cependant, le rejet de petits volumes d'eaux usées domestiques et d'eaux usées similaires est exonéré de la taxe s'il est traité dans une station d'épuration des eaux usées et si les boues sont acheminées vers une installation de traitement des eaux usées prévue à cet effet (par exemple, une station d'épuration avec une station de réception des matières fécales) ou si elles sont éliminées conformément à la réglementation sur les déchets.

Les règlements au niveau bavarois sur la gestion de l'eau sont (LfU, 2024n):

- Règlement sur la surveillance propre – EUV
- Règlement bavarois sur les eaux usées industrielles – IVUABwV
- Règlement sur la libération des eaux pluviales – NWFreiV
- Règlement sur la préservation des eaux municipales – RokAbw
- Règlement sur les experts privés en gestion de l'eau – VPSW
- Règlement sur les plans et les annexes dans les procédures liées à l'eau – WPBV
- Règlement sur la compétence – ZustV

Ce que nous pouvons retenir de la législation bavaroise dans le secteur de l'eau c'est qu'elle ne traite presque pas de la situation de manque d'eau, et encore moins de l'allocation de la ressource en cas de manque. Face à l'augmentation du risque de sécheresse dans la région, certains plans et programmes ont commencé à voir le jour pour apporter des solutions en cas de crise.

## **4.2 Plans et programmes**

Les plans et stratégies dans l'exploitation et la préservation de l'eau en Bavière vient de la « Stratégie nationale de l'Eau », du Programme « Avenir de l'eau de la Bavière 2050 » ainsi que les différents « Plans de gestion de 2022 à 2027 des principaux bassins versants de Bavière » (StMUV, 2023b). En tant que stratégie globale intégrale, « Avenir de l'eau de la Bavière 2050 » fait face aux défis de la gestion de l'eau, renforcés notamment par le changement climatique, à travers les deux programmes « PRO Eaux 2030 » (protection contre les inondations, écologie et fonction sociale) et « Sécurité de l'eau 2050 » (sécheresse et pénurie d'eau).

### **4.2.1 Stratégie nationale de l'Eau**

À l'échelle nationale, le BMUV présente la Stratégie nationale de l'Eau, qui est un premier programme d'actions regroupant des mesures qui seront progressivement mises en œuvre d'ici 2030 (voir Figure 4.2). Lors de la mise en œuvre de la stratégie, les autorités fédérales, étatiques et locales, l'industrie de l'eau et tous les secteurs et groupes économiques utilisateurs d'eau travailleront ensemble pour rétablir un équilibre hydrique naturel et rendre l'industrie de l'eau résiliente au changement climatique. Afin de garantir un large soutien, le BMUV a coordonné la stratégie au sein du gouvernement fédéral, mais aussi avec les Länder et les associations, les experts et les citoyens (BMUV, 2023).



Figure 4.2 Les dix thèmes stratégiques de la Stratégie nationale de l'Eau  
Source : Adapté du BMUV (2023)

#### 4.2.2 Programme « Avenir de l'eau de la Bavière 2050 »

Wasserkunft Bayern 2050 « Avenir de l'eau de la Bavière 2050 » est la stratégie intégrale de l'administration bavaroise de gestion de l'eau pour la gestion à moyen et long terme des ressources en eau, qui en découle des mesures d'adaptation aux conséquences prévisibles du changement climatique et d'autres facteurs de changement. Il comprend les quatre domaines stratégiques de la sécurité de l'eau (sécheresse et sécheresse), de la protection contre les inondations, de l'écologie et de la fonction sociale (StMUV, 2023b).

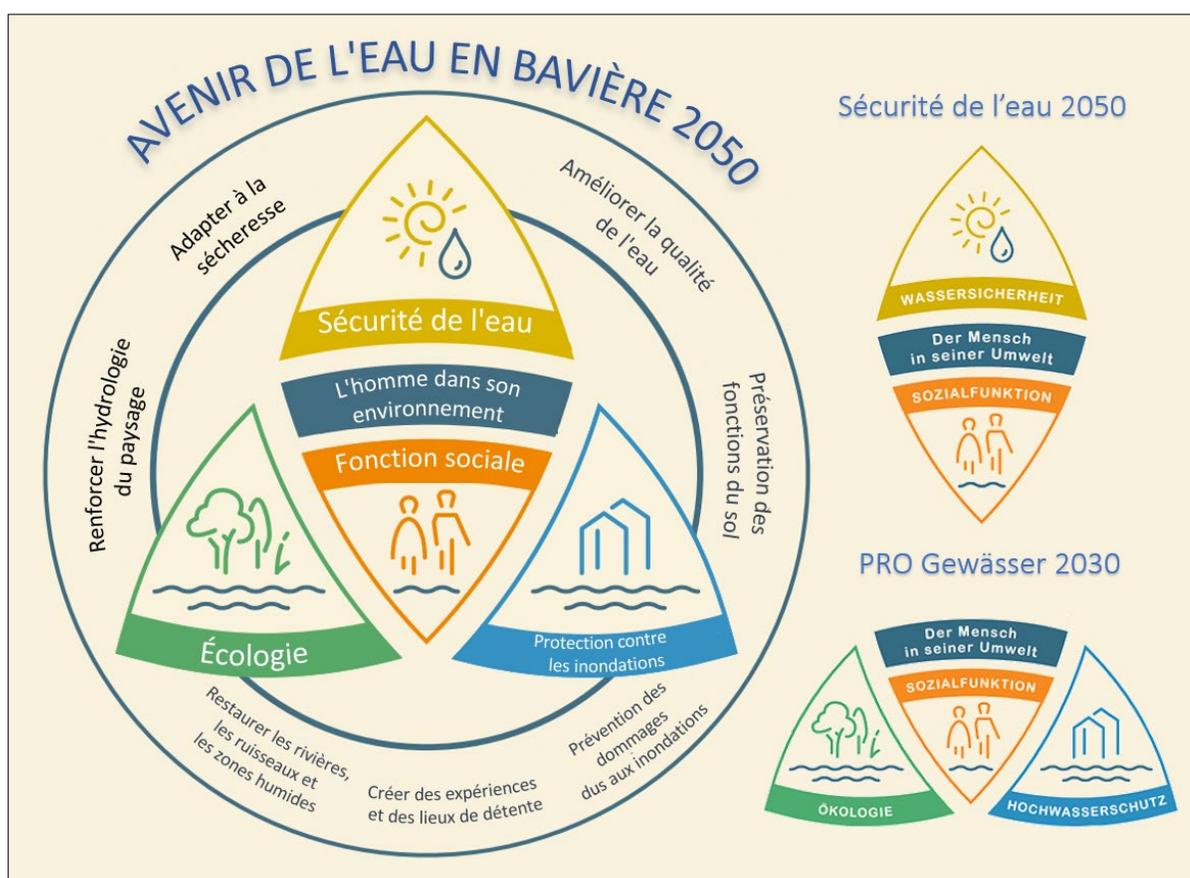


Figure 4.3 Stratégies du Programme « Avenir de l'eau de la Bavière 2050 »  
Source : Adapté du rapport de StMUV (2022, 12)

#### 4.2.2.1 Programme « Sécurité de l'eau 2050 »

Le programme « Sécurité de l'eau 2050 » couvre une gestion exhaustive de la sécheresse et de la pénurie d'eau. L'accent est mis sur la garantie de l'approvisionnement en eau potable public, la réduction de la pollution des eaux usées, une gestion améliorée des ressources en eau du paysage, ainsi que le développement résilient au climat des villages et des villes. En collaboration avec toutes les parties prenantes et les parties concernées (État, collectivités locales, associations, et autres), des projets et des mesures sont planifiés, mis en œuvre et évalués dans neuf domaines thématiques (StMUV, 2023b). Cela vise notamment à :

- Améliorer la fourniture de services essentiels, y compris un approvisionnement sûr en eau potable.
- Examiner et adapter les infrastructures techniques liées à l'eau, telles que l'approvisionnement en eau public, l'approvisionnement en eau à distance, les stations d'épuration, les réservoirs et les transferts.
- Renforcer la gestion des ressources en eau du paysage et, là où c'est nécessaire, rendre l'irrigation durable et respectueuse de l'environnement.
- Promouvoir le développement des espaces urbains selon le principe de la "ville-éponge".
- Garantir la qualité de l'eau et de l'environnement lié à l'eau, même en période de facteurs de stress.

#### 4.2.2.2 Programme « PRO Eaux 2030 »

Un autre programme pour le futur de l'eau en Bavière, et présenté par la LfU, est le PRO Gewässer 2030 (PRO Eaux 2030). Ce programme est un élément de la stratégie concernant l'eau en Bavière à l'horizon 2050, et il vise à réaménager les plans d'eau pour permettre à la fois une meilleure exploitation de cet environnement, ainsi qu'une protection accrue des usagers et des écosystèmes (StMUV, 2022).

Il est organisé autour de 3 piliers : un pilier de protection, majoritairement contre les inondations, en grande partie grâce à un meilleur aménagement du littoral; un pilier écologique,

centré sur la restauration des petits cours d'eau et des plaines inondables pour préserver ces milieux, et un pilier social visant à créer des activités en lien avec les zones aquatiques tout en respectant l'environnement, pour que la population intègre l'importance de ces milieux.

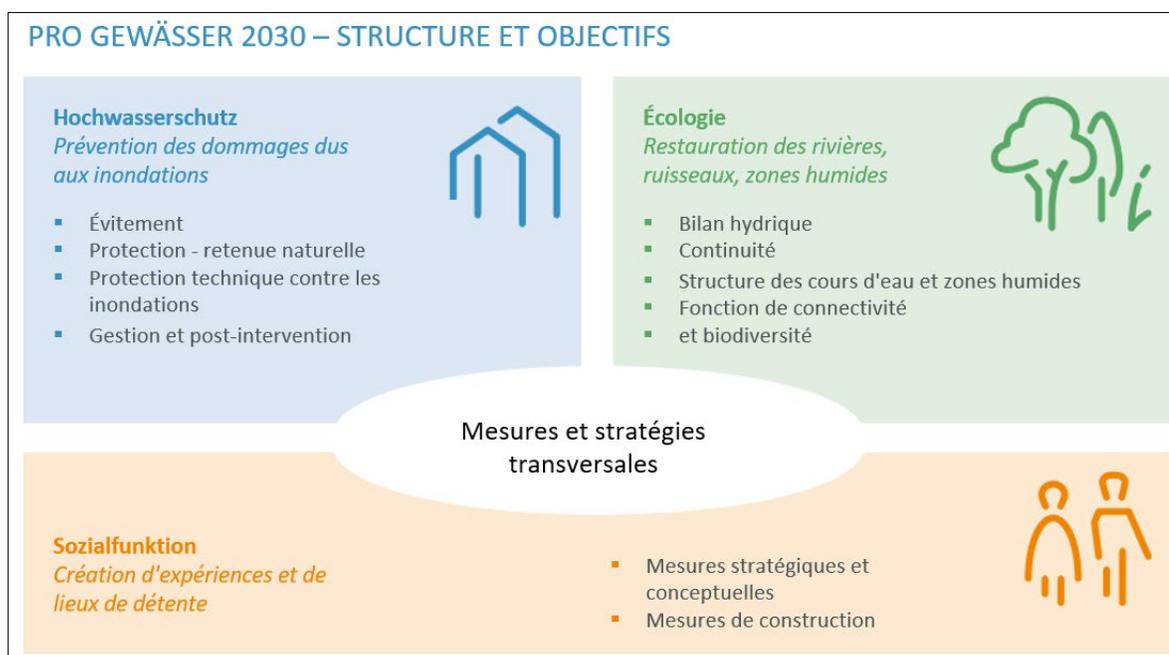


Figure 4.4 Les trois piliers prioritaires du Programme « PRO Eau 2030 » avec les domaines d'action associés

Source : Tirée du rapport de StMUV (2022, 6)

L'annexe 3 montre un exemple de paysage d'agglomération future ayant rempli les défis posés par ce programme.

#### 4.2.3 Plans de gestion de 2022 à 2027 des principaux bassins de Bavière

En 2021, la LfU a publié ses plans de gestion 2022 à 2027 pour les bassins fluviaux faisant partie de la Bavière, plans accompagnés de programmes de mesures sur la même période. Il est mentionné sur le site de l'agence environnementale que ces plans vont constituer la base de la gestion l'eau sur la période, et qu'ils ont été établis en référence à la directive-cadre sur l'eau européenne (LfU, 2024p). Les usagers de l'eau ont eu 6 mois pour discuter ces plans avant leur mise en place. En tout, 4 plans ont été publiés, un pour le bassin du Danube, un pour celui du

Rhin, un pour l'Elbe et un pour la Weser (qui sont les principaux cours d'eau de la région). Ils suivent tous un plan similaire et vont très en détail dans l'exploitation des ressources en eau du bassin concerné. Les frontières géographiques des bassins sont présentées sur la carte suivante.

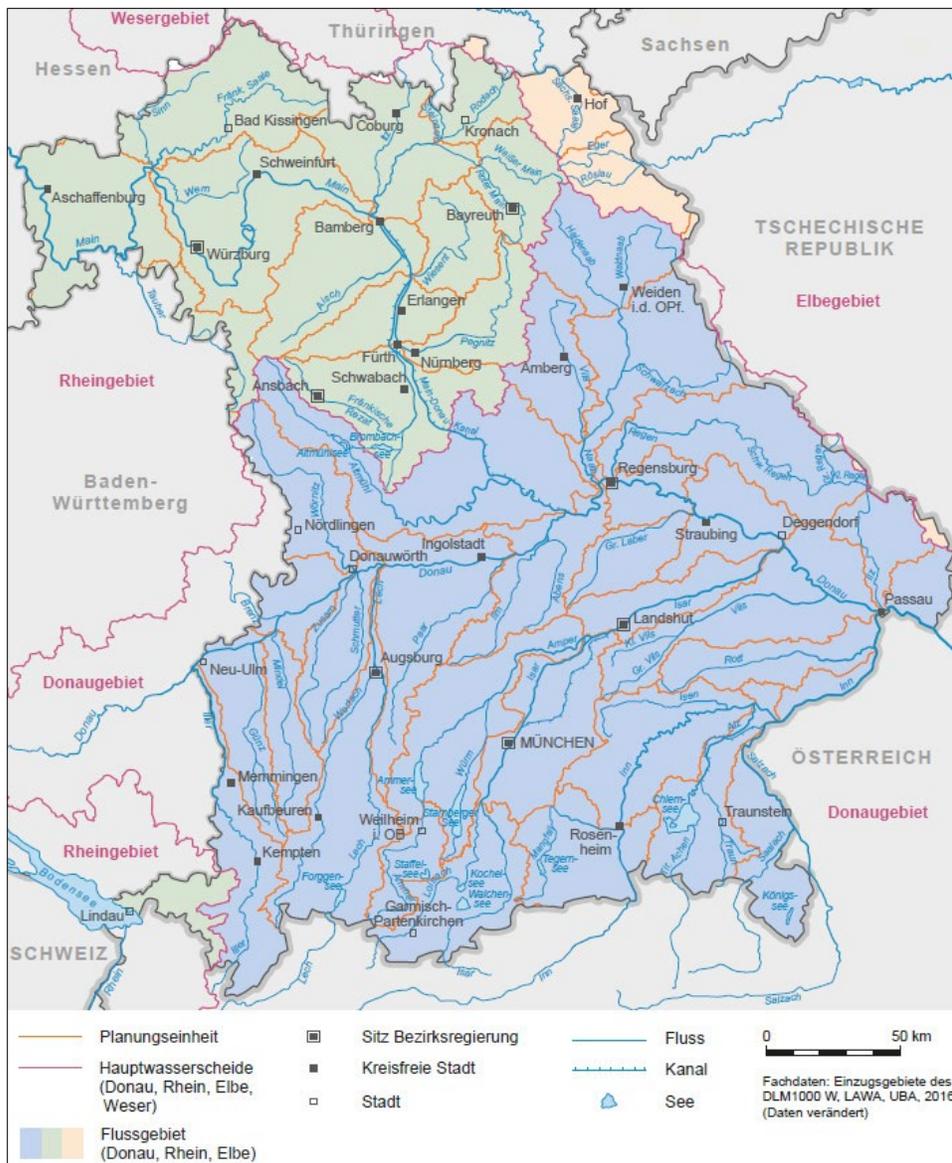


Figure 4.5 Carte des bassins hydrographiques bavarois

Source : Tirée de StMUV (2023a)

Les deux bassins principaux sont celui du Danube en bleu et celui du Rhin en vert. Le bassin de la Weser est constitué des petits territoires en blanc sur la carte au nord du bassin du Rhin.

Ici n'est représenté que la partie bavaroise de ces bassins, mais aucun n'est exclusivement bavarois, et seul celui de la Weser est intégralement allemand ; cela implique une collaboration avec les régions adjacentes pour prendre les mesures affectant leur côté du bassin. En parcourant ces plans de gestions, nous trouvons de nombreux renseignements sur les bassins mentionnés.

Tableau 4.1 Caractéristiques des bassins hydrographiques ;  
Source : Adapté des FGG Donau (2021), FGG Elbe (2021), StMUV (2021) et  
Wahnhausen, & Weser (2021)

Info	Bassin	Danube	Rhin	Elbe	Weser
<b>Superficie bavaroise (km<sup>2</sup>)</b>		48 150	20 290	1976	50
<b>Habitants</b>		8 663 545	3 796 000	< 500 000	< 100 000
<b>Utilisation des terres</b>	<b>Zones bâties</b>	12%	13%		
	<b>Zones agricoles</b>	48%	43%		
	<b>Forêts</b>	34%	39%		
<b>Précipitations moy (mm/an)</b>		1000	793	< 500	
<b>Drain moy (mm/an)</b>		460	310		
<b>Recharge en eau souterraine (mm/an)</b>		240			Entre 50 et 400

Les plans portant principalement sur la Bavière sont ceux du Danube et du Rhin, ils sont ceux susceptibles d'être pertinents pour notre analyse ; les deux autres bassins sont localisés en majorité dans des régions voisines, la partie de la bavière ne fait généralement que s'adapter aux mesures des autres régions.

Si nous étudions le plan d'action du Danube en détail (FGG Donau, 2021), nous retrouvons comme sujet principal l'accroissement de la résilience de la gestion de l'eau aux situations d'inondation et de pollution des sources, et la mise en place d'une approche durable du partage et de la surveillance des zones d'eau sans pour autant proposer de plan précis pour le futur, car la situation du bassin est bonne. On ne trouve que très peu de paragraphes sur la sécheresse (le mot n'apparaît que 14 fois dans 236 pages de l'article), car les modèles climatiques ne prévoient pas de changements significatifs dans le climat (à part des étés légèrement plus secs et des hivers plus humides). Sur la période 1932-2015, aucun changement climatique n'a été

recensé sur le nord du Danube, néanmoins une baisse du niveau d'eau dans les Alpes bavaroises est observée.

Lors de l'été chaud de 2018, certains tronçons de rivières et sources d'eau ont été temporairement asséchés. Cependant, aucun stress hydrique n'a été constaté en Allemagne et aucun effet durable de la sécheresse n'a été ressenti dans le bassin du Danube. Il a également été observé que, lors des étés très chauds et secs, la demande en eau pour l'irrigation des terres agricoles augmente régionalement, ce qui peut entraîner des conflits d'utilisation de la ressource. Mais selon le FGG Donau « ces problèmes seront évités à l'avenir grâce à des projets de gestion des faibles eaux » (FGG Donau, 2021, 57).

Ces plans sont conçus pour définir l'avenir de l'eau en Bavière pour les 5 prochaines années, et le fait que la sécheresse occupe une part quasi inexistante en leur sein montre une fois de plus que la région n'est pas touchée par ce problème, et que les organismes directionnels ont du mal à envisager cela comme une menace pour l'intégrité de la région (LfU, 2024p).

## CHAPITRE 5

### OUTILS DE PRÉPARATION, DE SUIVI ET D'AIDE À LA DÉCISION POUR LES COLLECTIVITÉS ET LES AUTRES USAGERS DE LA RESSOURCE EN EAU

Pour aider les acteurs et les usagers de l'eau à prendre des décisions et à prévoir leurs besoins en cas de situation exceptionnelle, la Bavière dispose de plusieurs outils de surveillance et d'échange de données, pouvant être aussi bien d'origine gouvernementale que citoyenne. Néanmoins, aucune hiérarchie dans l'allocation de l'eau n'a pu être trouvée, la sécheresse n'étant pas un problème récurrent dans la région. Cette question de priorisation de la ressource commence à être posée par les derniers été secs, et des mesures de premier ordre, comme l'arrêt de l'irrigation de champs avec de l'eau potable en cas de pénurie d'eau, sont discutées en ce moment.

#### 5.1 Outils de surveillance des conditions hydroclimatiques

Les Länder sont responsables de la surveillance de l'état hydrologique de leurs rivières et lacs. Les services de renseignement sur l'hydrologie, sur les inondations et les étiages ont été créés à cet effet en Bavière (LfU, 2024g, 2024h, 2024i, 2024j). Ils collectent des données sur les niveaux d'eau, le ruissellement et les précipitations, les évaluent, préparent des plans opérationnels en cas d'inondation et avertissent les personnes concernées (voir Figure 5.1).

- Le Service météorologique allemand (Deutscher Wetterdienst - DWD, 2024) est en charge de fournir les cartes de la température de l'air et des précipitations quotidiennement. Il y a également d'autres cartes disponibles, notamment une carte des zones de sécheresse en Europe centrale.
- Le Service Hydrologique Bavarois (LfU, 2024h) est un service de la part de LfU où il est possible de trouver des données de mesures hydrologiques présentées sous forme de graphiques, de cartes et de tableaux, ainsi que des informations détaillées sur les

stations de mesure. Il y a également la possibilité de télécharger les données de mesure au format CSV de chaque station.

- Le Service bavarois de Renseignement sur les Inondations (LfU, 2024j) est un service d'un service d'alerte aux inondations qui existe depuis plus de 100 ans. Il a fait ses preuves dans l'avertissement des inondations et la mise en œuvre rapide de mesures de protection.
- Le Service d'Information sur les Basses Eaux Bavière (LfU, 2024i), avec ses données de mesure et ses rapports de situation, constitue la base pour des réactions rapides des décideurs, en particulier dans le domaine de la gestion de l'eau, en cas de baisses eaux.
- Le moniteur de sécheresse (Drought Monitor Germany) du centre Helmholtz de recherche environnementale publie quotidiennement une mise à jour du niveau de sécheresse du sol, de la strate supérieure du sol, et de l'eau disponible pour les plantes (Zink et al., 2016). Ces cartes sont basées sur le modèle hydrologique mHM développé dans ce centre de recherche et les données proviennent de 2500 stations météorologiques situées à travers l'Allemagne.

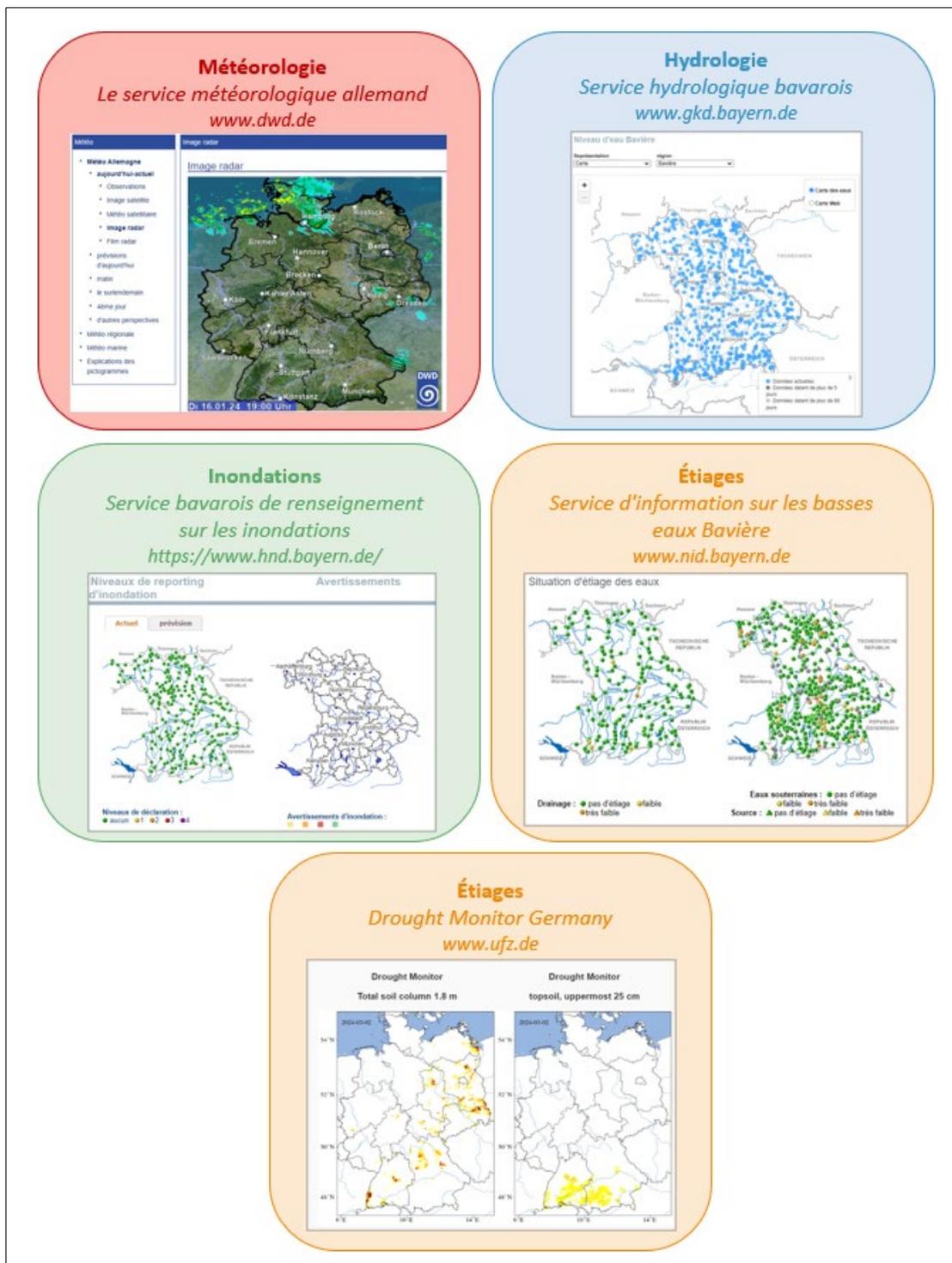


Figure 5.1 Outils de surveillance des conditions hydriques au niveau régional  
Source: adapté de Zink et al. (2016), DWD (2024), LfU (2024h; 2024i; 2024j)

Au niveau international, trois outils majeurs facilitent et contribuent à la surveillance des conditions hydroclimatiques (voir Figure 5.2) :

- Le portail allemand sur les inondations à l'échelle supra-régionale sur Internet (LHP, 2024) (Länderübergreifendes Hochwasserportal) constitue un service offert par le LHP, fournissant une vue rapide de la situation des crues à l'échelle supra-régionale en Allemagne et dans les États voisins.
- L'observatoire européen de la sécheresse (Copernicus, 2024a) est un service géré par le Centre commun de recherche de la Commission européenne. Le portail de l'EDO propose des informations détaillées, des graphiques et des séries chronologiques sur la sécheresse à l'échelle européenne (e.g. voir Figure 3.8).
- Le système européen de sensibilisation aux inondations (Copernicus, 2024b) fournit des informations complémentaires à valeur ajoutée, telles que des prévisions probabilistes de crues à moyen terme, des indicateurs de crues soudaines, ou des prévisions d'impact, à destination des autorités nationales et régionales compétentes.

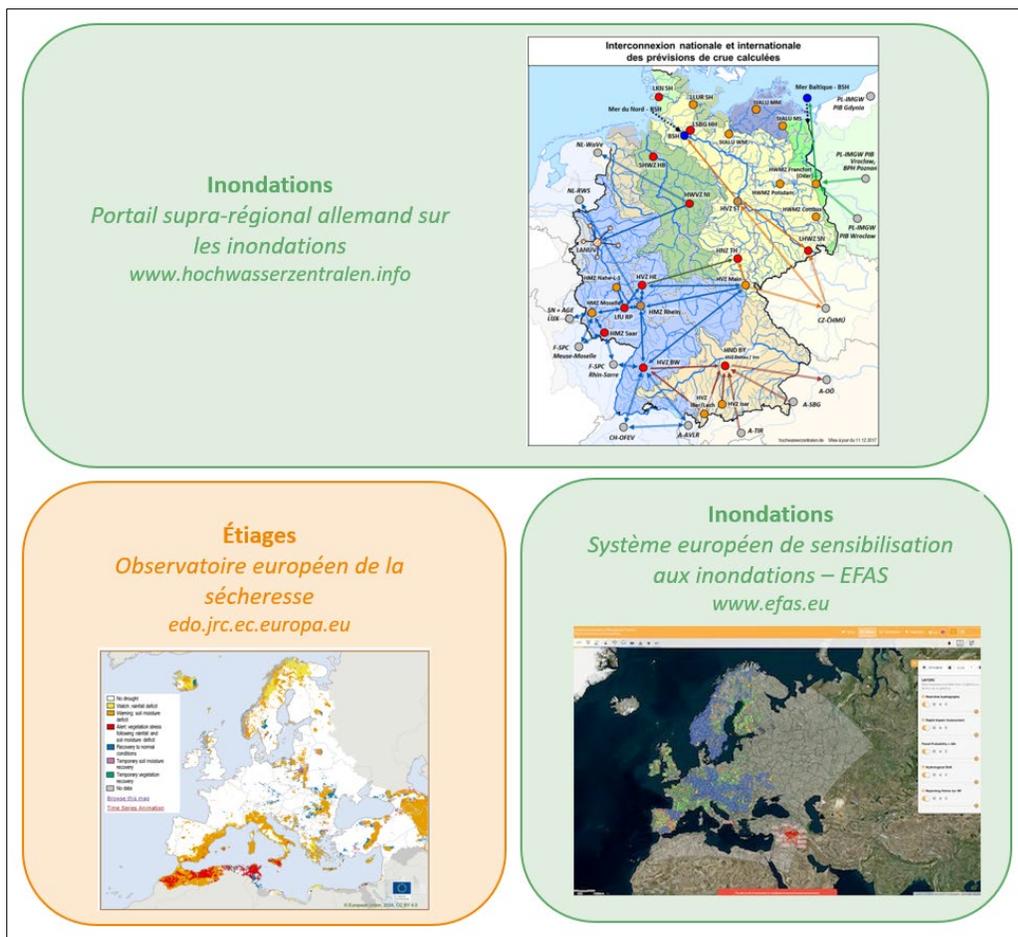


Figure 5.2 Outils de surveillance des conditions hydriques au niveau international  
Source : adapté de Copernicus (2024a, 2024b) et LHP (2024)

## 5.2 Outils de déclaration de l'état de sécheresse

Aux fins de ce projet, un outil de déclaration de la sécheresse est un outil publié par le gouvernement fédéral ou étatique. Il est considéré comme un outil administratif permettant de déclencher des actions spécifiques pour la gestion des sécheresses, comme l'autorisation d'investissements pour le forage de puits d'approvisionnement en eau potable par exemple. Actuellement, en Bavière, l'accent est mis sur les avertissements publics et, sur cette base, sur les précautions individuelles (voir Figure 5.3). Les informations sur les conditions de sécheresse et les mesures prises en réponse sont disséminées entre différents rapports et portails régionaux et nationaux, gérés par divers organismes gouvernementaux au niveau national et

infranational (voir Figure 5.1), mais des outils de déclaration de l'état de sécheresse ou de réponse au manque d'eau sont actuellement absents (OECD, 2023). Bien que l'Allemagne ait mis en œuvre des stratégies pour faire face aux défis liés à l'eau, y compris la sécheresse, il n'existe pas de mécanisme spécifique dédié à la réponse officielle au manque d'eau.

Nous présentons ci-dessous les services d'avertissements publics de l'Union européenne et de l'Allemagne-Bavière (voir Figure 5.3) :

- Le Service de gestion des urgences Copernicus (CEMS) est un système structuré établi par l'Union européenne pour déclarer et gérer efficacement divers événements liés aux catastrophes, notamment les sécheresses. CEMS fournit des informations cruciales pour la réponse d'urgence à différents types de désastres, qu'ils soient d'origine naturelle ou humaine. Il comprend un système de cartographie rapide pour la réponse d'urgence, des cartes de risques et de récupération pour la prévention et la planification, ainsi qu'un composant d'alerte précoce et de surveillance incluant des systèmes dédiés aux inondations, aux sécheresses et aux incendies de forêt (Copernicus, 2020).
- Le Portail allemand de préparation au climat - KliVO est une plateforme qui regroupe des données et des informations sur le changement climatique, ainsi que des services d'adaptation au changement climatique proposés par les autorités du gouvernement fédéral, des États fédéraux et d'autres institutions collaborant avec des entités publiques (Die Bundesregierung, 2022).
- Changement climatique et gestion de l'eau - KLIWA est un projet de collaboration entre les États de Bade-Wurtemberg, de Bavière et de Rhénanie-Palatinat, ainsi que le service météorologique allemand. KLIWA traite actuellement des thèmes tels que les inondations, les faibles niveaux d'eau, les eaux souterraines, les fortes pluies, l'érosion des sols et l'écologie de l'eau (KLIWA, 2015).

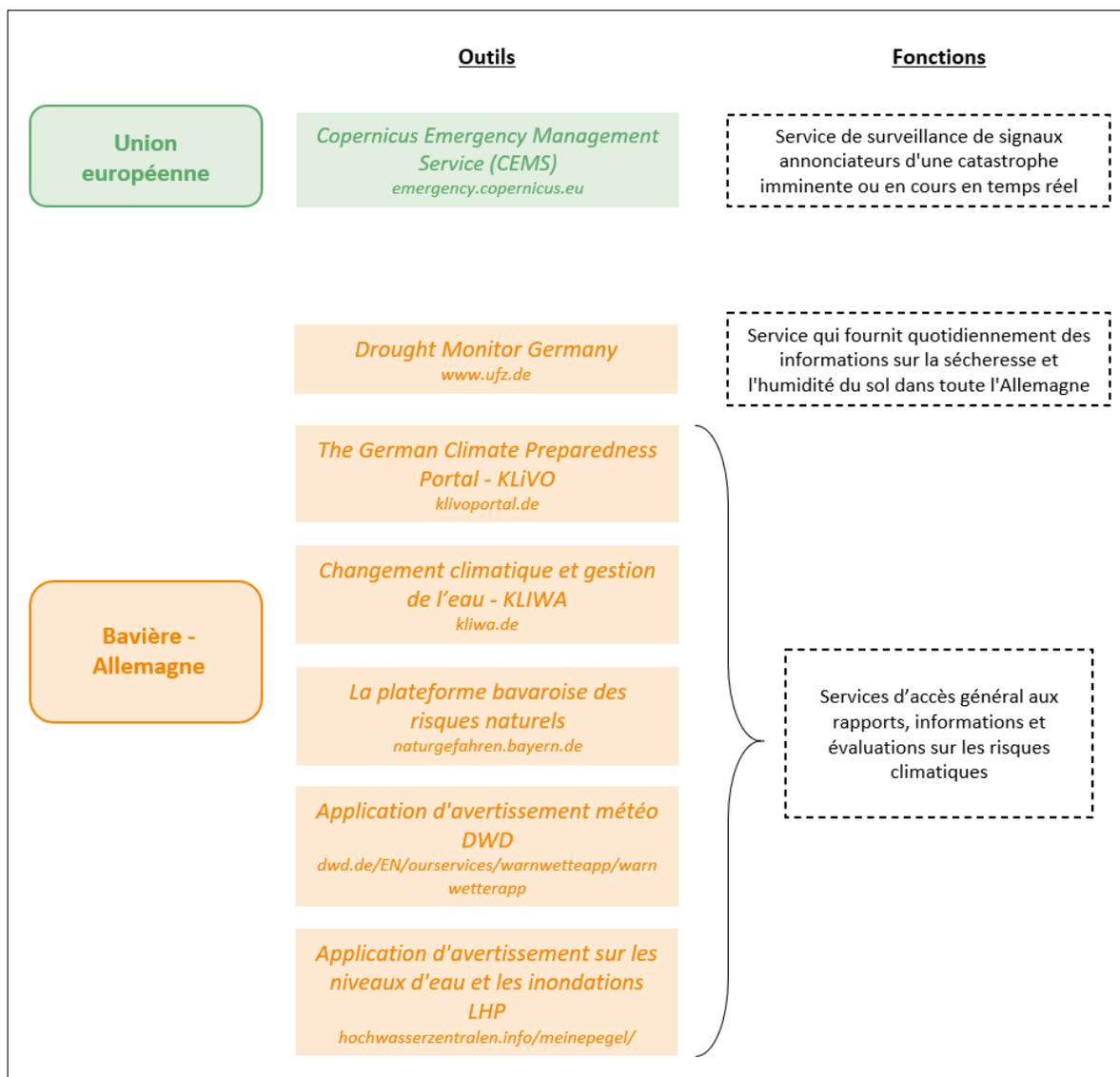


Figure 5.3 Services d'accès aux informations des risques hydroclimatiques et de déclaration de l'état de sécheresse

- La Plateforme bavaroise des risques naturels est un portail internet résultant de la coopération entre les autorités responsables de l'aménagement du territoire, les compagnies d'assurance et les organismes en charge de la prévention des risques naturels. Son objectif est d'optimiser la gestion intégrée des risques, de coordonner les activités et de combler les lacunes de connaissances et de communication entre les différents secteurs (StMUV, 2024d).

- L'Application d'avertissement météo du Service météorologique allemand (DWD) fournit au grand public et aux services d'urgence des informations essentielles sur les alertes en cours et la situation météorologique, conformément à son mandat légal. La situation générale des risques en Allemagne peut être rapidement visualisée sur une carte d'avertissement en couleur, avec des informations détaillées supplémentaires accessibles (DWD, 2024).
- L'Application d'avertissement sur le niveau d'eau et les inondations (LHP) est l'application officielle d'information sur les niveaux d'eau et les inondations, couvrant environ 3 000 jauges en Allemagne (LHP, 2024). Cette application offre diverses informations telles que le niveau d'eau actuel à la jauge, l'hydrogramme du niveau d'eau, les prévisions des niveaux d'eau, etc.

## CHAPITRE 6

### OUTILS DE PARTICIPATION ET D'ENGAGEMENT DE LA SOCIÉTÉ CIVILE ET DES AUTRES USAGERS DE LA RESSOURCE EN EAU

#### 6.1 Outils de sensibilisation de la société et autres usagers

Il existe quatre outils principaux de sensibilisation de la société et autres usagers de l'eau en Bavière : (1) Parrainages de rivières en Bavière ; (2) Les matériels pédagogiques pour les éducateurs/enseignantes (3) Les événements et offres numériques et (4) Prestation d'expositions par le LfU. Ces outils sont montrés dans la figure suivante (voir Figure 6.1) et expliqués dans les sous-sections suivantes.



Figure 6.1 Outils principaux de sensibilisation de la société et autres usagers de l'eau

### 6.1.1 Parrainages de rivières en Bavière

Le parrainage de cours d'eau est une activité bénévole et à but non lucratif sur un cours d'eau (tronçon), dans laquelle les promoteurs de cours d'eau soutiennent les responsables de l'entretien, généralement la communauté, dans la conception et l'entretien des eaux et de leurs berges (LfU, 2010). La collaboration est réglementée dans une convention et est conçue pour une continuité (plusieurs années). Le but du parrainage de cours d'eau est de maintenir l'écosystème d'un plan d'eau, y compris ses berges, dans un état quasi naturel ou, dans la mesure du possible, de le ramener à l'état naturel. Les parrainages de cours d'eau favorisent l'efficacité biologique des plans d'eau et sensibilisent en même temps le public à l'importance et à la préservation des plans d'eau naturels intacts. Pour les personnes engagées et soucieuses de l'environnement, les parrainages de flux offrent une bonne opportunité de participer activement à un domaine diversifié et significatif. Les enfants et les jeunes en particulier peuvent apprendre à assumer la responsabilité de leur environnement (LfU, 2010).

Les parrains de rivières soutiennent la municipalité dans ces tâches. Les activités possibles peuvent être (LfU, 2010):

1. Observer les plans d'eau : Connaître et identifier les espèces animales/végétales, par exemple les petits invertébrés comme les larves d'insectes (module pratique "Apprendre par l'eau" pour les cours d'histoire naturelle). Enquête sur l'état des masses d'eau : mesures chimiques de l'eau à l'aide de méthodes de terrain simples, par exemple la teneur en oxygène et en nutriments, l'acidification. Observer et cartographier les structures et leurs modifications, par exemple les bris de berges, le bois mort, l'affouillement, etc. Détection de débris flottants potentiels, par exemple des tas de bois, des bottes de foin ou des véhicules, qui peuvent entraîner des blocages en cas d'inondations ou de fortes pluies. Localiser et, si nécessaire, mesurer les niveaux d'inondation après une inondation. Contrôler le succès des mesures de renaturation (suivi).
2. Aménager les plans d'eau : Nettoyage de l'eau et des berges : collecte et élimination des déchets (« Rama Dama »). Planter des berges avec des arbres indigènes et prendre

soin des arbres. Suppression des barrières de migration : garder les échelles à poissons exemptes de branches ou de sédiments fins, retirer les seuils de fond. Création de nouveaux ouvrages d'eau : ancrage à l'épreuve des inondations de bois morts ou de pierres dérangementes.

3. Documenter et présenter les résultats : Documenter les observations et les travaux (plans de chantier, photos, croquis, tableaux). Planifier les mesures d'amélioration possibles. Transmettre des informations et des idées au responsable du divertissement et aux autorités compétentes. Rendre les mesures mises en œuvre visibles auprès du public : informer et éduquer les gens, par exemple avec des panneaux d'information ou des dépliants auto-conçus.

### **6.1.2 Les matériels pédagogiques pour les éducateurs/enseignantes**

Le LfU a une variété des offres de matériels pédagogiques et d'apprentissage sur le thème de l'eau pour les enseignants, les éducateurs et les animateurs de groupes. Juste pour mentionner quelques-unes (LfU, 2024f):

- Manuel de l'enseignant "Lieu d'apprentissage de l'eau" : Le document propose du matériel de travail et des informations de base pour des cours interdisciplinaires axés sur des projets destinés aux enfants à partir de la 5e année, directement sur l'eau. Les documents s'adressent aux enseignants, aux employés des stations environnementales, aux associations environnementales et aux prestataires de formation ainsi qu'aux groupes d'action municipaux.
- Polycopié « Expérience de l'eau » : Le document destiné aux éducateurs et aux animateurs de groupe contient de nombreuses options d'action à travers lesquelles les propriétés de l'eau et son besoin de protection sont transmis. Les instructions sont adaptées à l'éducation environnementale extrascolaire chez les enfants et les groupes de jeunes.
- Polycopié « À la découverte des plans d'eau » : Le document propose aux enseignants axés sur la biologie des modules d'enseignement éprouvés et un aperçu technique des

écosystèmes aquatiques indigènes. Les étudiants ont la possibilité d'explorer et de développer une appréciation de la diversité biologique des plans d'eau à ciel ouvert.

- Coffres au trésor et caisses d'eau de la campagne de protection des eaux souterraines : Le « Coffre au trésor d'eau » est une offre éducative des gouvernements de Basse-Franconie et de Moyenne-Franconie destinée aux crèches. Les coffres au trésor contiennent des expériences adaptées à l'âge, des instructions de bricolage et des suggestions sur le thème de l'eau. Le coffret aquatique des gouvernements de Souabe et de Haute-Bavière est conçu pour les enfants en âge d'aller à l'école primaire et offre la possibilité de connaître et d'évaluer la faune d'un ruisseau.
- École aquatique Bavière : L'école de l'eau de Bavière est une offre éducative de la campagne de protection des eaux souterraines. Il s'adresse aux enfants de 3e et 4e années et vise à susciter l'enthousiasme pour le thème de l'eau. En tant qu'installation stationnaire, les écoles aquatiques permettent un enseignement ludique et expérimental de contenus dans la nature. Des dossiers d'élèves et des supports d'enseignement comprenant des unités d'apprentissage sur les thèmes suivants ont également été élaborés pour chaque circonscription administrative : l'élément eau, le cycle de l'eau, l'eau courante, l'approvisionnement en eau, la protection des eaux souterraines, l'évacuation des eaux usées. Pour les enseignants du secondaire (à partir de la 5e année), l'école de l'eau de Basse-Franconie propose des modules d'expérimentation et d'information sur le thème de l'eau sous forme numérique.

### 6.1.3 Les évènements et offres numériques

Le LfU offre de nombreux évènements tout au cours de l'année ainsi que diverses offres numériques et des campagnes, ainsi que des événements culturels et d'information en Bavière (LfU, 2024b). Tels que la Journée mondiale de l'eau le 22 mars, journées d'action pour l'eau pour les enfants, excursions spécialisées sur l'eau, podcasts d'information, applications de plein air et festivals de films fluviaux.

Quelques exemples d'applications et podcasts (LfU, 2024b) :

- Application « BayernTourNatur » : En tant que campagne d'éducation environnementale menée par le ministère bavarois de l'Environnement, le BayernTourNatur propose un transfert de connaissances en association avec une activité physique et une expérience ludique de la nature. Le site Internet et l'application associée contiennent une offre complète pour la réservation de visites guidées et d'excursions dans la nature locale. L'offre comprend de nombreux événements liés à l'eau, comme des explorations de cours d'eau pour les enfants ou des observations et comptages d'oiseaux aquatiques.
- Application « Natur.Digital » : L'objectif de l'application natur.digital du ministère bavarois de l'Environnement est de faire comprendre les besoins de la flore et de la faune bavaroises et de transmettre des connaissances à leur sujet. En tant qu'accompagnateur de plein air, il contient des suggestions de circuits ainsi que des informations et des profils sur les espèces animales et végétales présentes sur le parcours et des points forts pour découvrir la nature.
- Podcast « 100 ans du bureau de gestion de l'eau du Hof » : Podcast sur le thème de l'eau à l'occasion du 100e anniversaire du bureau de gestion de l'eau du Hof.
- Demain commence aujourd'hui – Podcast Environnement et Consommateur : Le podcast vous emmène dans un voyage à travers la Bavière, dans des lieux où sont élaborés des projets d'avenir et de durabilité et où la protection de l'eau et de la nature joue également un rôle majeur.

Quelques exemples d'événements actuels (LfU, 2024b) :

- Journée pratique à l'Office des eaux d'Ansbach le 14 mars 2024 : La journée pratique s'adresse aux étudiants et aux diplômés en ingénierie qui souhaitent s'informer sur les thèmes de la protection contre les inondations, de la transformation écologique du Moyen-Alt Mühl et du système de transfert dans le cadre d'une excursion.
- 2e Main River Film Festival du 14 au 24 mars 2024 : Au Main River Film Festival, une sélection de courts métrages traitant de la relation entre les hommes et les rivières sera projetée dans sept villes situées le long du Main. L'événement souligne la responsabilité

partagée de la population à l'égard de la Main, avec ses riches paysages naturels et culturels en tant qu'habitat pour les hommes, les animaux et les plantes.

- Semaine mondiale de l'eau au Musée en plein air du Haut-Palatinat du 22 au 29. avril 2024 : La Semaine mondiale de l'eau vise à encourager les enfants à utiliser cet élément précieux de manière durable. À l'aide d'un cours sur l'eau comportant de nombreuses stations pratiques, les élèves apprennent de manière ludique des faits intéressants sur l'eau.
- 13e Festival International du Danube 05.-14. juillet 2024 : Le Festival international du Danube 2024 aura lieu des deux côtés de la rive du Danube à Ulm/Neu-Ulm. Le partenariat international du Danube et la rencontre culturelle entre les peuples de tous les pays riverains du Danube sont au centre de l'événement.

#### **6.1.4 Prestation d'expositions par le LfU.**

L'Office d'État bavarois pour l'environnement gère plusieurs expositions itinérantes sur le thème de l'eau (LfU, 2024c). La LfU se charge du transport de l'exposition vers et depuis l'exposition ainsi que de son montage et de son démontage. Il est possible de consulter sur le site internet leur contenu, les groupes cibles et les possibilités de réservation et d'installation. Quelques exemples des expositions sont (LfU, 2024c) :

- L'exposition itinérante « L'eau en ville, à la campagne, en rivière » est un jeu spatial qui peut s'emprunter. Il se compose d'un portail d'entrée et de trois stations de jeu. L'espace requis pour l'ensemble de l'exposition est d'environ 100 m<sup>2</sup>. Les stations et le contenu sont conçus pour les enfants des écoles primaires de 3e et 4e années. Le groupe peut comprendre jusqu'à 24 enfants, et jusqu'à 8 enfants peuvent jouer simultanément à chaque station.
- Risque d'inondation et protection contre les inondations en Bavière : L'exposition donne un aperçu de la manière de gérer les inondations et les risques d'inondation en Bavière. 12 cloisons de séparation décrivent quels types d'inondations peuvent survenir, pourquoi les inondations provoquent des dégâts et comment ces risques peuvent être réduits.

- Action de Protection des Eaux Souterraines : L'objectif de la campagne est de mettre en évidence les possibilités de protection des eaux souterraines, de faire prendre conscience qu'une protection réussie ne peut être réalisée qu'ensemble et d'améliorer la situation des eaux souterraines. Dans le cadre de la campagne, une exposition itinérante comprenant plusieurs éléments d'exposition a été conçue. Il est possible d'utiliser les objets exposés, entre autres, comme accroche-regard lors de conférences ou dans le cadre de journées d'action dans les écoles.

## **6.2 Organisations de participation et engagement de la société et autres usagers**

Afin de renforcer la participation du public, des utilisateurs et des intervenants locaux dans le domaine de l'eau, divers mécanismes et outils ont été établis par le ministère de l'Environnement et d'autres autorités étatiques. Le Forum bavarois de l'eau joue un rôle central parmi ces outils, tout comme les associations de gestion de l'eau et le réseau des voisins de distribution de l'eau, entre autres.

### **6.2.1 Forum bavarois de l'eau**

Le ministère de l'Environnement a initié en 2002 le « Forum bavarois de l'eau ». Ces forums visent à s'impliquer dans la mise en œuvre des politiques et fournissent une plateforme de dialogue et d'échange d'informations entre les associations, les autorités et les représentants des usagers de l'eau à un niveau plus élevé (LfU, 2024e). Lors de ces événements, les associations et les usagers de l'eau reçoivent les dernières informations des autorités sur l'état de la mise en œuvre, tout en ayant l'opportunité de formuler des critiques et des suggestions d'amélioration, allant au-delà des autres moyens de participation disponibles.

### **6.2.2 Audiences**

Afin d'impliquer le public dans le processus de gestion des eaux en bavière, et pour essayer de répondre aux attentes de la société, la LfU organise des réunions ouvertes au public avant la publication des nouveaux plans de gestion des bassins bavarois. Ce processus comprend 3

auditions successives portant respectivement sur l'échéancier et le programme des travaux, les questions importantes relatives à la gestion de l'eau, et enfin les projets et les programmes de mesures à venir, chacune espacées temporellement d'une année. Les auditions débutent 3 ans avant la publication et l'entrée en vigueur des dits plans de gestion, et durent chacune 6 mois pour laisser le temps à la population de faire savoir son avis et ses remarques sur la question. Cette mesure est plutôt bien intégrée au sein des Bavarois et les dernières auditions, qui se sont déroulées de décembre 2018 à juin 2021, ont vu des centaines de questions être posées à cet effet (LfU, 2024a).

### **6.2.3 Les Associations**

Ces associations assument des tâches dans le domaine de la gestion de l'eau dans l'intérêt public et au profit de leurs membres, par exemple en tant qu'associations de traitement des eaux usées, associations de digues, associations de drainage, associations d'entretien des cours d'eau, associations de barrages-réservoirs ou associations de fourniture d'eau potable. Les associations sont organisées en tant que collectivités de droit public et remplissent leurs missions en auto administration fonctionnelle sous une direction bénévole. Elles sont supervisées par leurs bureaux de district. Cette supervision est basée sur la loi fédérale sur les associations de gestion de l'eau (WVG). Le public a également la possibilité de s'impliquer directement dans la gestion de l'eau via des associations dédiées à cette fin. Outre l'approvisionnement en eau et le traitement des eaux usées, elles sont responsables de la préservation des ressources dans le cadre de la directive cadre sur l'eau de l'Union européenne (Kishimoto et al., 2015). Les associations de gestion de l'eau en Allemagne peuvent être créées par des propriétaires fonciers, des entreprises privées et des sociétés publiques, couvrant une grande variété de fonctions, depuis de petits projets de quartier jusqu'à de vastes territoires à l'échelle régionale (voir Tableau 6.1).

Tableau 6.1 Principales associations économiques, techniques et scientifiques de gestion de l'eau en Bavière

Source: adapté de Winnege et Maurer (2002)

Associations	Site web	Échelle	
		Bavière	Allemagne
Association des ingénieurs pour la gestion de l'eau, la gestion des déchets et la construction culturelle (BWK)	bwk-by.de	✓	✓
Association allemande pour la gestion de l'eau, des eaux usées et des déchets e. v.	dwa-bayern.de	✓	✓
Le DVGW – innovations et réglementation dans le secteur du gaz et de l'eau	dvgw.de	✓	✓
fbr – Association fédérale pour l'industrie et les eaux pluviales e. v.	fbr.de		✓
Association des entreprises communales (VKU)	vku.de	✓	✓
Réseau des Lacs Vivants Allemagne	globalnature.org	✓	✓
Association bavaroise de gestion de l'énergie et de l'eau – VBEW	vbew.de	✓	
Association des agriculteurs Bavarois BBV	bayerischerbauer nverband.de	✓	
Association bavaroise de pêche (LFV)	lfvbayern.de	✓	

Aujourd'hui, il existe plus de 12 000 associations en Allemagne dédiées à la gestion des sols et de l'eau, de l'eau et de l'assainissement, ou de systèmes de retenues et de canaux (Kishimoto et al., 2015). Elles reposent sur le principe de la participation des utilisateurs et de l'autonomie locale (Winnege et Maurer, 2002).

#### 6.2.4 Les voisinages de distribution d'eau

Un outil que les usagers de l'eau ont eux-mêmes développé pour échanger des informations et se tenir au courant des changements dans la distribution d'eau est le réseau des voisinages de distribution de l'eau (WWN en allemand). Il se présente sous forme de réunions ponctuelles où les différents acteurs de la gestion de l'eau du même partie de la Bavière se retrouvent et échangent sur leurs besoins et leurs problèmes (Braun, 2016). Cela est particulièrement intéressant dans un tel réseau où les entreprises ne couvrent que des petites régions et où la disponibilité de l'eau dépend de l'utilisation des voisins.



Figure 6.2 Carte de l'organisation des différents voisinages en Bavière  
Source : adapté de Braun (2016)

Ces réunions visent essentiellement à échanger des expériences et des connaissances techniques, mais permettent aussi de s'accorder sur l'utilisation de l'eau lors de période de crue ou d'étiage. Par exemple, en 2014, plus de 500 entreprises ont participé à une revue de leur façon d'opérer la distribution d'eau en Bavière afin d'être à jour sur les techniques et les outils pour mener à bien cette mission. Les acteurs disposant d'infrastructures et de méthodes plus élaborées permettent aux petites entreprises de se maintenir à leur niveau.

## **CHAPITRE 7**

### **PRISE EN COMPTE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA GESTION DE L'EAU**

#### **7.1 Effets attendus des changements climatiques en Bavière**

De nombreux organismes effectuent régulièrement des prévisions sur les futurs changements climatiques en Bavière, principalement dans le dessein d'évaluer l'incidence de ces variations sur la disponibilité en eau dans la région.

##### **7.1.1 La coopération KLIWA**

La coopération KLIWA (Klimaveränderung und Wasserwirtschaft, ce qui signifie « Changement climatique et gestion de l'eau ») est un projet de modélisation et d'évaluation des effets du changement climatique sur le bilan hydrique et l'écologie des bassins dans le sud de l'Allemagne (KLIWA, 2015). Ce projet voit la collaboration des Länder du Bade-Wurtemberg, de la Bavière, du Rhénanie-Palatinat, et du service météorologique allemand (DWD) depuis 1999 (LfU, 2020). Ces travaux servent également à améliorer la modélisation du climat et du ruissellement actuel dans la région. Parmi les résultats de cette coopération, nous pouvons présenter les cartes de la Figure 7.1.

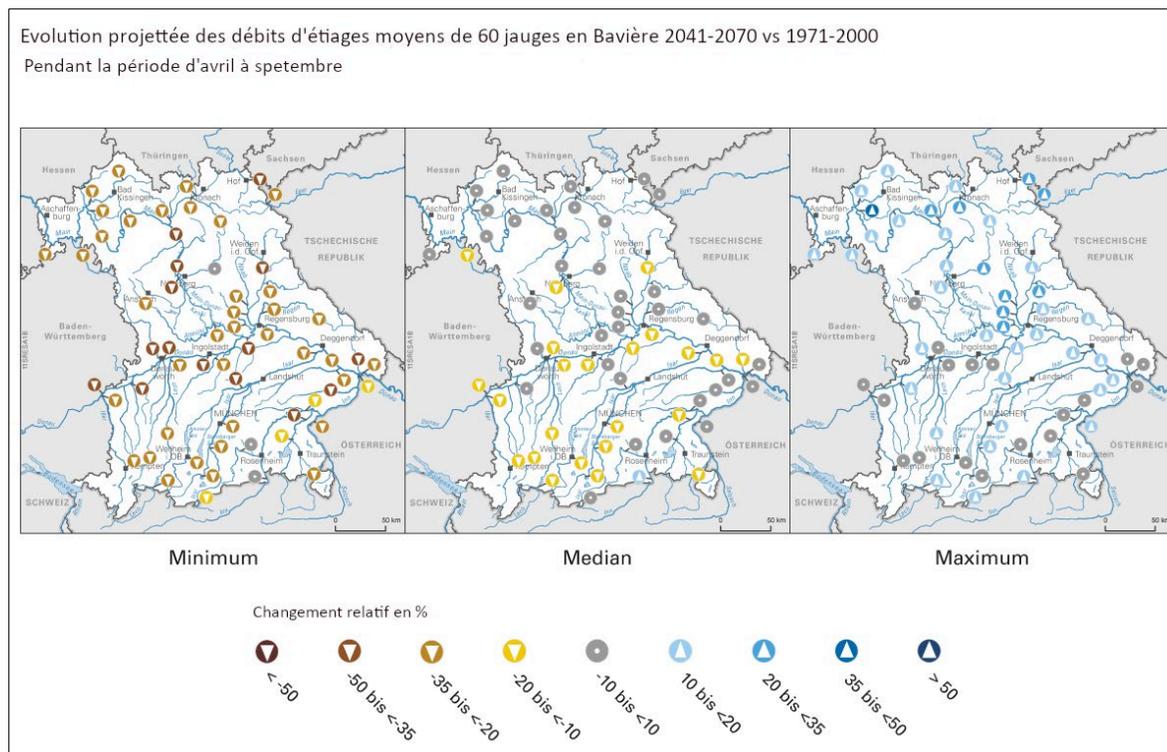


Figure 7.1 Variation des débits d'étiage d'été entre les périodes 2041-2070 et 1971-2000 en Bavière  
Source : adapté de LfU (2020)

Ces cartes présentent la variation attendue, en pourcentage, du débit d'étiage moyen pour 60 jauges, sélectionnées en Bavière ou proche de la frontière, sur la période 2041 à 2070 par rapport à la période de référence 1971 à 2000 (LfU, 2020). Le projet KLIWA présente ici les projections futures sous la forme d'une plage de valeur allant du minimum au maximum obtenus (représentés par les cartes de gauche et de droite) lors de toutes les projections de ruissellement effectuées et la carte médiane représente la valeur moyenne de toutes ces projections ; c'est donc cette dernière qu'il est pertinent d'interpréter.

Cette carte médiane prévoit donc peu de changement du débit d'étiage au nord du Danube, mais au sud de celui-ci, il faut prévoir une baisse d'environ 10% à 20% par rapport à la moyenne historique. De plus, là où la carte des prévisions maximales ne prévoit pas d'augmentation importante généralisée du débit, la carte de prévisions minimales prévoit une baisse importante partout dans la région, et dont l'intensité serait plus élevée autour du Danube

et de Nuremberg. Pour autant, ce sont principalement les régions du nord-ouest de la Bavière qui sont le plus sensibles à une baisse du débit d'été, et cette carte ne montre pas de baisse significative dans cette région. De plus, si l'on regarde la même étude mais pour le débit d'été moyen annuel, présentée en Annexe 4, seules 4 des 60 jauges prévoient une baisse du niveau sur la carte médiane de l'étude (LfU, 2020).

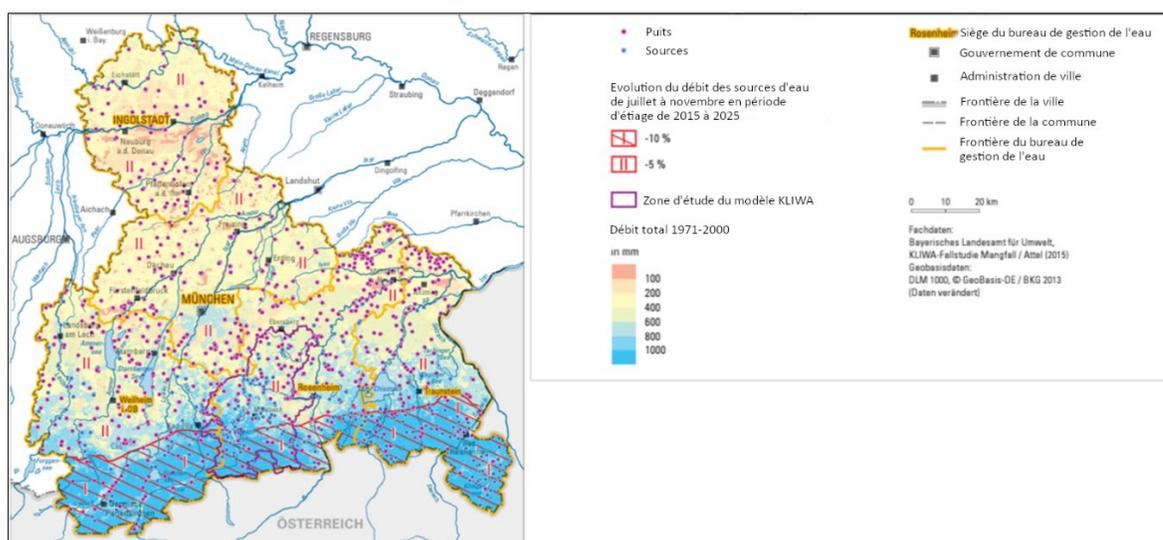


Figure 7.2 Évolution du débit d'été entre 2015 et 2025 en Haute-Bavière  
Source : adapté de Hillenbrand (2016)

Une étude similaire a été conduite par KLIWA sur les débits maximaux en période d'été en Haute-Bavière (Hillenbrand, 2016) (voir Figure 7.2). Cette carte montre également le débit moyen annuel dans cette région, et permet de mettre en perspectives les baisses de débit prévus avec les zones qui ont le plus besoin d'eau lors des périodes sèches. Il est clair que la zone des Alpes, au sud, est la zone qui reçoit le plus de précipitations sur l'année, et c'est également elle qui va voir son débit maximal diminuer le plus (environ 10% de baisse).

### 7.1.2 Modélisation des conditions météorologiques par la LMU

L'université bavaroise, « Ludwig Maximilians Universität » à Munich conduit un programme de recherche qui vise à modéliser avec précision les conditions climatiques futures de la Bavière. Cette modélisation du climat bavarois est basée sur un modèle faisant intervenir un

ensemble de 50 scénarios différents pour l'évolution des précipitations et des températures, et les prévisions débutent en 1961 et vont jusqu'en 2099. Ces scénarios sont regroupés en 3 catégories en fonction de leur pessimisme concernant les précipitations et les hausses de températures dans le futur, et le modèle est connu pour avoir un biais qui accentue les sécheresses estivales (Leduc et al., 2019). Les paramètres utilisés lors de la modélisation hydrologique sont basés sur le modèle WaSiM, pour lequel il a été montré qu'il réalisait une modélisation satisfaisante des bassins et rivières majeurs de la Bavière (Willkofer et al., 2020).

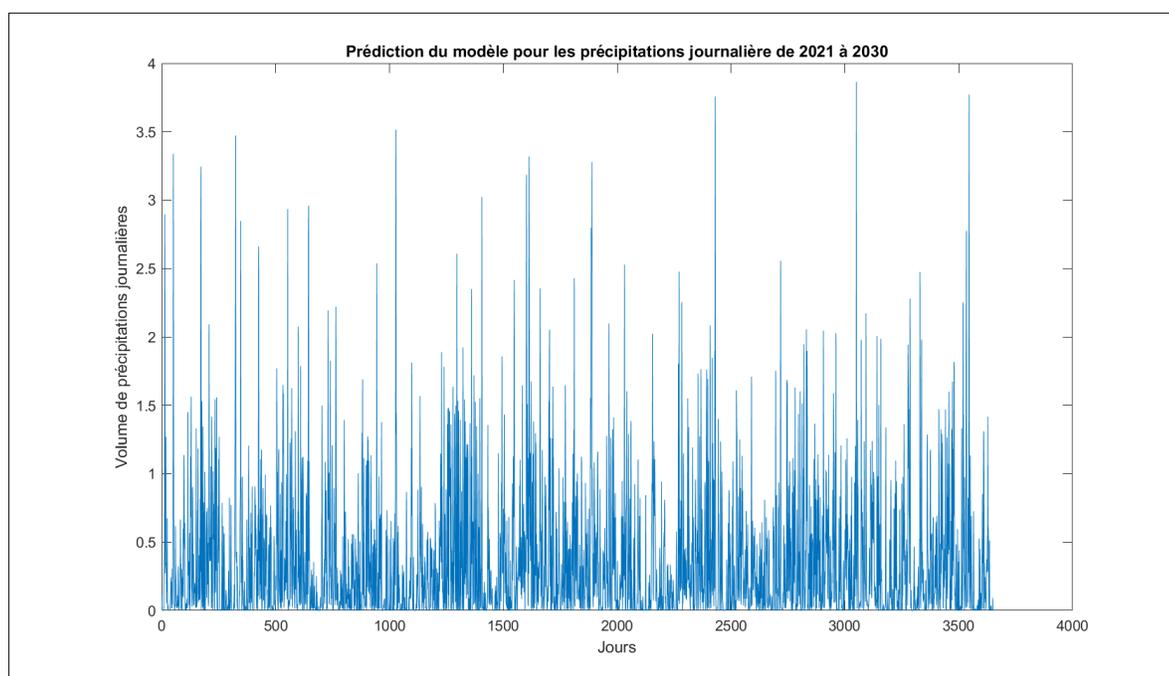


Figure 7.3 Évolution du volume des précipitations journalières de 2021 à 2030 pour l'un des scénarios

Source : adapté de Leduc et al. (2019)

Ce programme de recherche a donc pu calculer 50 scénarios différents pour l'évolution des conditions climatiques bavaroises, donnant accès aux variations potentielles des quantités d'eau de 60 plans d'eau sur le territoire, et une multitude de paramètres comme les précipitations, la température de l'air ou le niveau de recharge des nappes phréatiques, le tout sur l'ensemble des journées de la période d'étude. Le graphique de la figure 8.3 montre une des évolutions potentielles du volume des précipitations dans la décennie à venir. Nous ne pouvons pas distinguer de différence particulière entre le début et la fin du jeu de donnée.

Pour autant, les conclusions attendues de ce programme, encore en cours, sont formelles : même si le volume des précipitations annuelles ne devrait pas significativement diminuer, la période durant laquelle ces précipitations auront lieu va se rétrécir, entraînant une hausse des risques d'inondations lors de ces périodes, et de manque d'eau en dehors. De plus, une hausse des températures est attendue sur l'ensemble du territoire, entraînant une fonte accélérée des réserves d'eau sous forme solide, qui pourrait ainsi accentuer les sécheresses de fin d'été si la fonte de la neige dure moins longtemps.

## **7.2 Programmes de préparation aux changements climatiques**

La Bavière a développé une stratégie intégrale, *Wasserkunft Bayern 2050* (que l'on peut traduire par « Avenir de l'Eau en Bavière 2050 »), comme présentée dans la section 4.2.2, pour gérer l'eau à moyen et long terme en réponse aux effets attendus des changements climatiques (StMUV, 2023b). Cette stratégie est divisée en 4 domaines : protection contre les sécheresses, protection contre les inondations, écologie et fonction sociale de l'eau. Pour atteindre ses objectifs, la Bavière collabore étroitement avec divers acteurs et met en œuvre plusieurs programmes et actions spécifiques :

1. Programme d'action pour les eaux bavaroises : Centré sur les questions écologiques, les inondations, et la fonction sociale des activités aquatiques, ce programme vise à maintenir l'équilibre écologique et à assurer une gestion durable des ressources en eau.
2. Programme de sécurité de l'eau en 2050 : Ce programme aborde la prévention des sécheresses, le maintien de la qualité de l'eau, et l'accroissement de la résilience des zones habitées face aux climats extrêmes.

Parmi les neuf domaines d'actions planifiés, on retrouve:

- Modernisation de l'approvisionnement en eau : Y compris des infrastructures à longue distance pour assurer un approvisionnement fiable.
- Révision des exigences techniques et juridiques : Pour renforcer la protection de l'eau potable, notamment dans les zones de protection de l'eau.
- Projets pilotes pour des structures d'irrigation agricole durables : Adaptées aux conditions de sécheresse.
- Promotion des "villes éponges" : Favorisant l'infiltration de l'eau en milieu urbain.
- Renforcement des systèmes de stockage et de transfert de l'eau : Utiles pour augmenter les niveaux d'étiage durant les périodes de chaleur intense.
- Préservation des sources d'eau souterraines : Une attention particulière est portée à ces sources, qui fournissent la majeure partie de l'eau potable en Bavière et nécessitent peu de traitement.

En outre, la Bavière participe activement aux communautés des bassins (FGG – Flussgebietsgemeinschaft), dont il a été question dans la section 2.2.2. Les FGG sont des coopérations inter-Länder visant à protéger les bassins versants et à mettre en œuvre des directives européennes sur l'eau, les risques d'inondation et le milieu marin. La Bavière participe aux FGG du Danube, du Rhin, de l'Elbe et de la Weser. Les FGG facilitent l'échange de données, de méthodes et d'expériences entre les États membres et publient périodiquement des plans de gestion, comme les « Plans de gestion de 2022 à 2027 », pour améliorer la gestion de l'eau et s'adapter au changement climatique.

## CHAPITRE 8

### CRITIQUE DE LA GESTION DE L'EAU EN BAVIÈRE

#### 8.1 Éléments positifs de l'approche de gestion de l'eau en Bavière

1. Approche de gestion intégrale par bassin versant :

La Bavière adopte une approche de gestion intégrée de l'eau par bassin versant. Cette approche holistique permet une gestion efficace des ressources en eau, en tenant compte des caractéristiques spécifiques de chaque bassin, favorisant ainsi une utilisation durable et équilibrée des ressources.

2. Bonne coopération inter-Länder pour la gestion des bassins versants :

La coopération inter-Länder à travers Communautés des bassins (FGG) démontre un engagement fort en faveur d'une gestion collaborative des ressources en eau. Cette collaboration favorise une approche coordonnée et harmonisée entre différentes régions, renforçant ainsi l'efficacité des mesures de gestion mises en place.

3. Différentes échelles de plans et programmes de gestion de l'eau :

La Bavière a établi divers plans et programmes de gestion de l'eau à différentes échelles, couvrant le niveau fédéral, les bassins versants et les Länder. Cette approche étagée permet une adaptation fine aux spécificités locales tout en étant intégrée dans un cadre national, assurant ainsi une flexibilité et une pertinence accrues des mesures de gestion.

4. Programme « Avenir de l'Eau de la Bavière 2050 » :

Le Programme Avenir de l'Eau de la Bavière 2050, en particulier le volet "Sécurité de l'Eau 2050", témoigne d'une vision prospective en prenant en compte les défis liés aux changements climatiques, notamment la sécheresse. Cette initiative démontre l'engagement à long terme de la Bavière envers une gestion proactive des ressources en eau.

5. Coopération pour l'échange de connaissances :

Les connaissances sur les changements climatiques et leurs impacts sur les ressources en eau sont intégrés à travers la coopération KLIWA (« Changement climatique et gestion de l'eau »), la collaboration avec l'université « Ludwig Maximilians Universität » à Munich et les activités du LAWA, Groupe de travail allemand fédéral/étatique.

6. Outils pour l'engagement communautaire :

Les initiatives telles que le parrainage des rivières, les ressources pédagogiques pour les éducateurs, les événements numériques et les expositions organisées par LfU montrent l'importance de la sensibilisation du public pour promouvoir une gestion durable des ressources en eau et renforcer l'engagement communautaire. Le public a également la possibilité de s'impliquer directement dans la gestion de l'eau via plusieurs associations dédiées à cette fin, les Audiences publiques et le Forum bavarois de l'eau.

## 8.2 Éléments à améliorer - Revers de l'approche

1. Manque de mesures de réponse au manque d'eau à ce jour :

Un défi notable réside dans le manque actuel de mesures spécifiques en réponse à la pénurie d'eau. Une mise en œuvre rapide de stratégies d'adaptation et de réponse aux situations de sécheresse pourrait renforcer la résilience du système de gestion de l'eau.

2. Opération des entreprises d'approvisionnement dans les limites territoriales :

La restriction opérationnelle des entreprises d'approvisionnement dans des limites territoriales peut entraver la gestion optimale des ressources en eau. L'exploration de mécanismes permettant une collaboration transfrontalière plus fluide pourrait améliorer l'efficacité de la gestion de l'eau.

3. Manque d'outils de déclaration de l'état de sécheresse :

L'absence d'outils dédiés pour déclarer l'état de sécheresse peut compliquer la surveillance en temps réel et la mise en œuvre de mesures d'urgence. Le développement et l'adoption d'outils de déclaration sophistiqués pour la sécheresse pourraient renforcer la réactivité du système.

4. Plus d'attention sur les inondations que sur les sécheresses potentielles à l'avenir :

Bien que la Bavière ait accordé une attention significative à la gestion des inondations, il est essentiel de rééquilibrer les priorités pour anticiper efficacement les défis potentiels liés aux sécheresses futures. Une attention accrue à ces aspects pourrait garantir une gestion équilibrée des risques hydriques.



## CONCLUSION

La Bavière a adopté une approche novatrice en matière de gestion de l'eau, privilégiant une stratégie de proximité qui implique une multitude d'acteurs, dont plus de 2000 distributeurs d'eau distincts. En outre, diverses entités gouvernementales et organisationnelles interviennent pour réguler et soutenir la mise en œuvre des lois aux échelles régionale, fédérale et européenne, à chaque niveau de la distribution. L'Agence de l'Environnement de Bavière (LfU) occupe une position centrale en tant qu'acteur gouvernemental clé, supervisant la division de la région en quatre zones hydrographiques pour une gestion et une planification à long terme.

Du point de vue géographique, la Bavière ne présente pas de disparités significatives dans la répartition des sources d'eau et des puits. Cependant, les précipitations annuelles varient considérablement à travers le territoire, définissant différentes régions climatiques, telles qu'une région des Alpes très humide et un Nord-Ouest du pays plus aride.

Les projections climatiques et démographiques indiquent une pression croissante sur la ressource en eau. Néanmoins, la Bavière dispose de ressources inexploitées et d'une gamme de programmes et de plans de gestion visant à répondre à ces défis.

Par ailleurs, la Bavière dispose d'un bon nombre d'outils de surveillance des conditions hydroclimatiques, principalement sous la forme cartographique, lesquels relèvent soient de l'Union européenne (ex. : moniteur de sécheresse), de l'Allemagne (ex. : service météorologique) ou de l'état directement (ex. : service hydrologique). Les connaissances sur les changements climatiques et leurs impacts sur les ressources en eau sont intégrés à travers la coopération KLIWA (« Changement climatique et gestion de l'eau »), la collaboration avec l'université « Ludwig Maximilians Universität » à Munich et les activités du LAWA, Groupe de travail allemand fédéral/étatique.

En Bavière, des outils efficaces tels que le Forum bavarois de l'eau et les Audiences jouent un rôle crucial en renforçant la participation locale et régionale du public dans la gestion de l'eau.

Ces mécanismes pourraient être des exemples intéressants de pratiques à transférer à l'international pour améliorer la gouvernance de l'eau. De plus, les initiatives telles que le parrainage des rivières, les ressources pédagogiques pour les éducateurs, les événements numériques et les expositions organisées par le LfU montrent l'importance de la sensibilisation du public et pourraient être adaptées dans d'autres contextes pour promouvoir une gestion durable des ressources en eau et renforcer l'engagement communautaire.

La participation régulière de la population à la gestion de l'eau en Bavière souligne l'intérêt et la prise de conscience de l'impact de l'usage de l'eau et des changements climatiques sur sa disponibilité. Bien que la Bavière ne dispose actuellement d'aucune mesure spécifique en réponse à la pénurie d'eau, l'avenir de la gestion de l'eau dans la région semble être envisagé avec prévoyance. Il sera intéressant d'observer si des conflits liés à cette ressource peuvent être évités.

# ANNEXE I

## CARTES DE LA BAVIERE

Figure-A I-1 : Carte des précipitation annuelles moyennes en Bavière de 1961 à 1990

Source : adapté de LfU (2024aa)

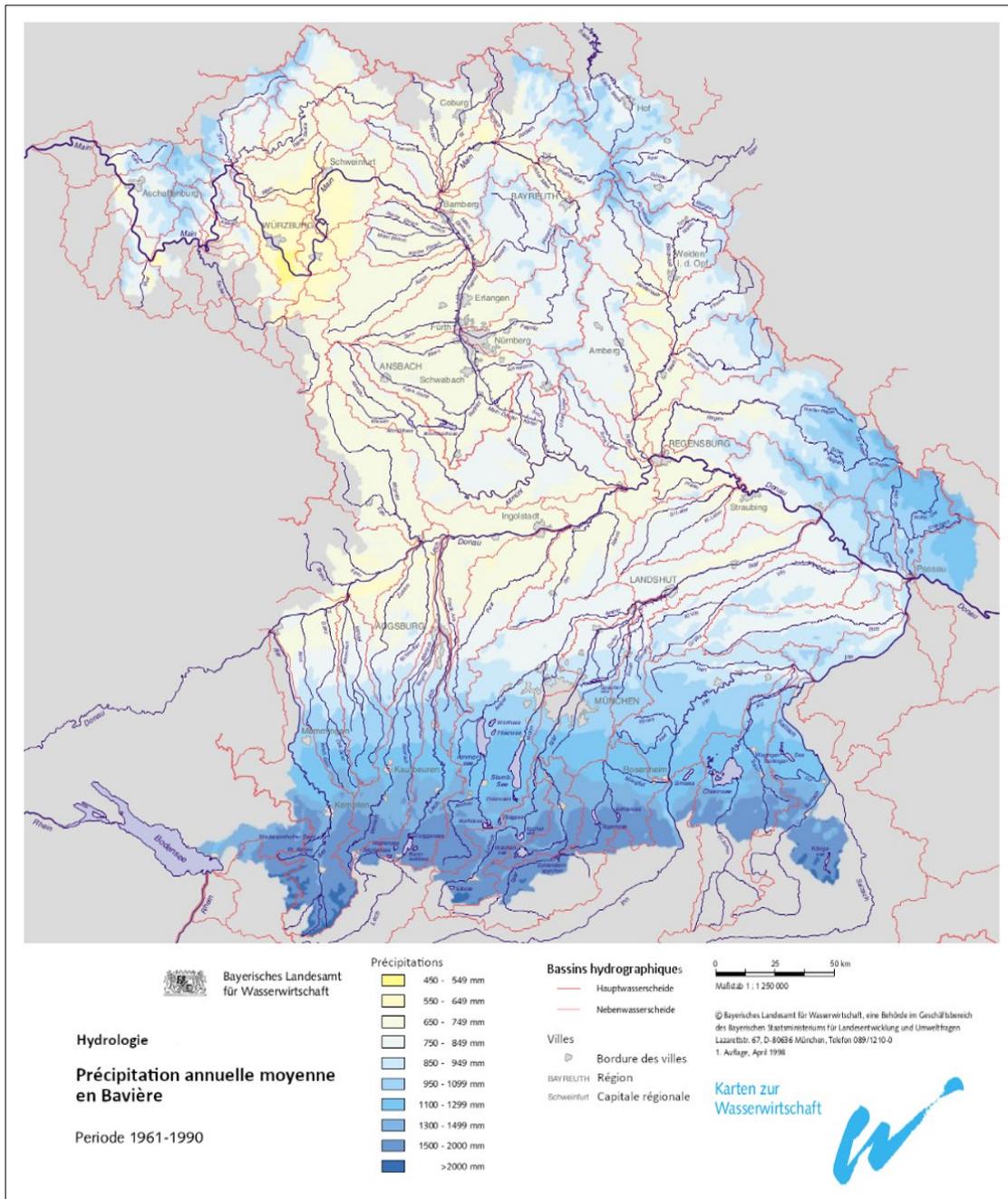
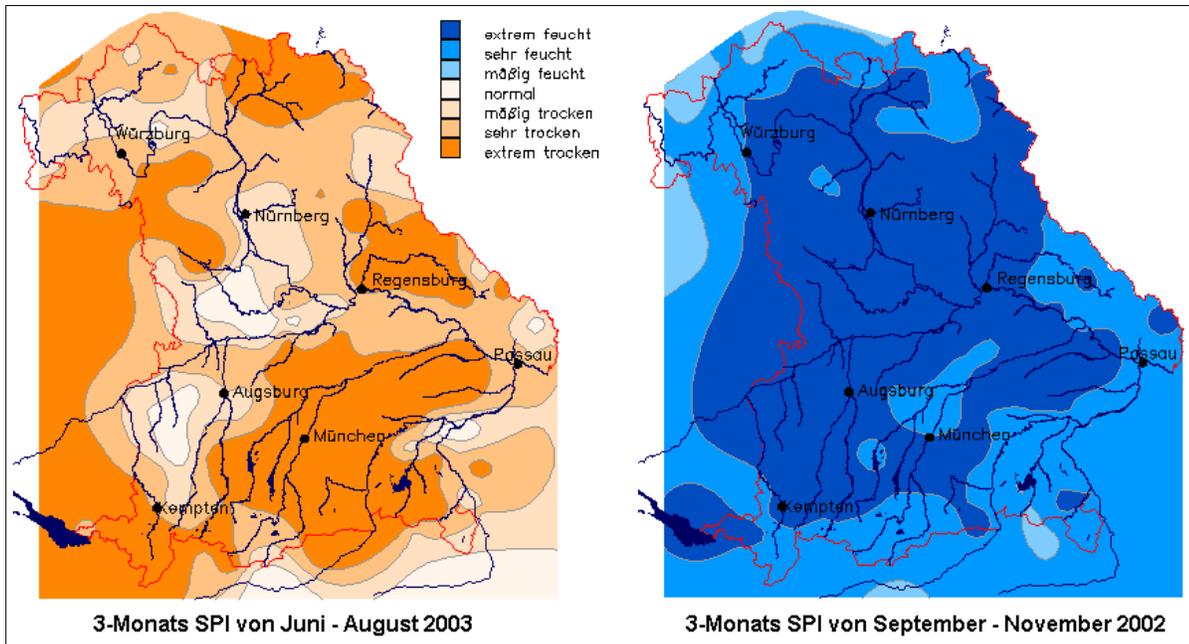


Figure-A I-2 : Carte de sécheresse utilisant l'indice SPI de septembre à novembre 2002 (à droite) et juin à aout 2003 (à gauche)

Source : adapté de LfU (2024i)



## ANNEXE II

### PLANS ET PROGRAMMES

Figure-A II-1 : Paysage aquatique et défis du programme PRO Gewässer 2030  
 Source : tiré de StMUV (2022)

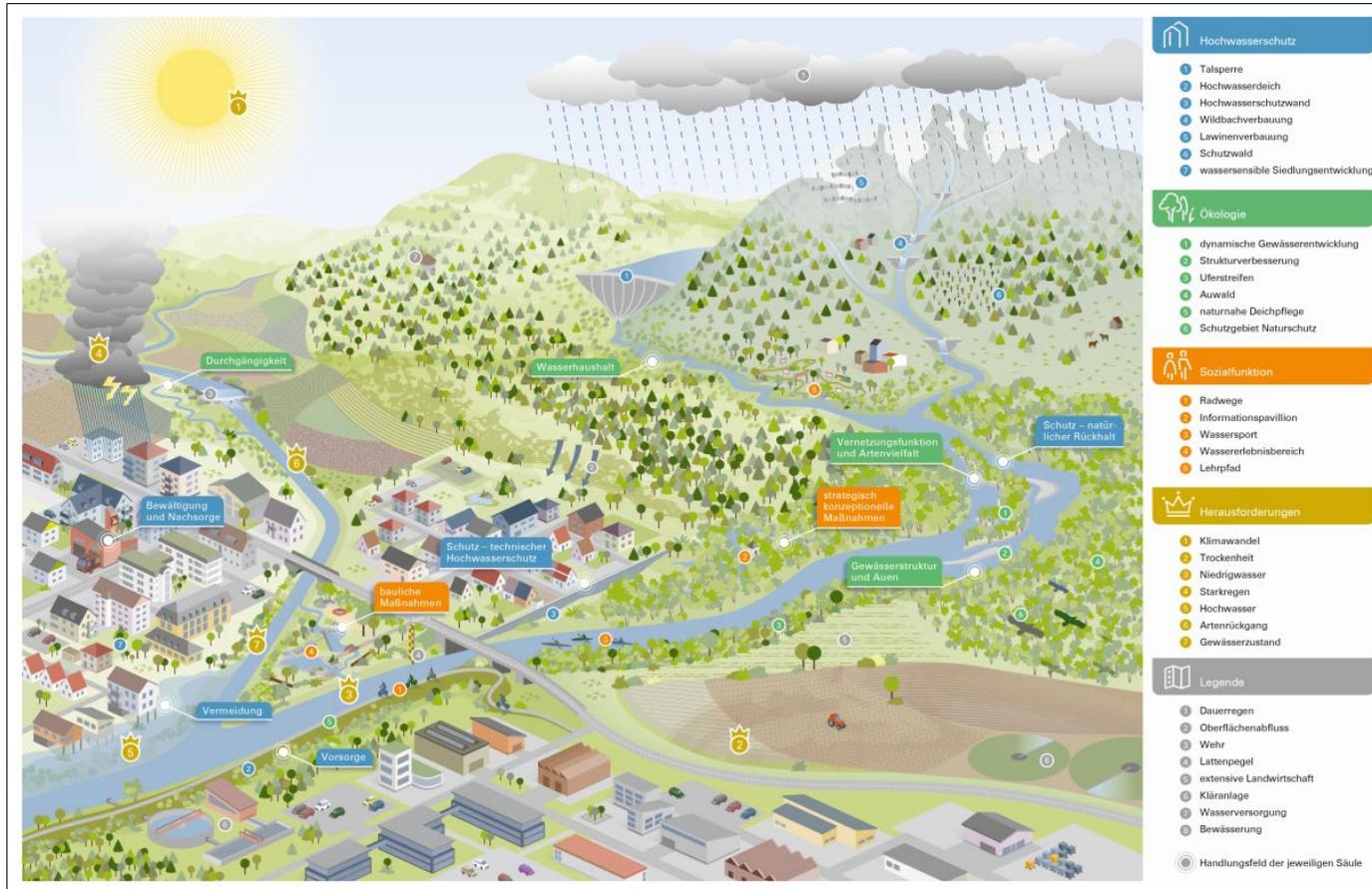
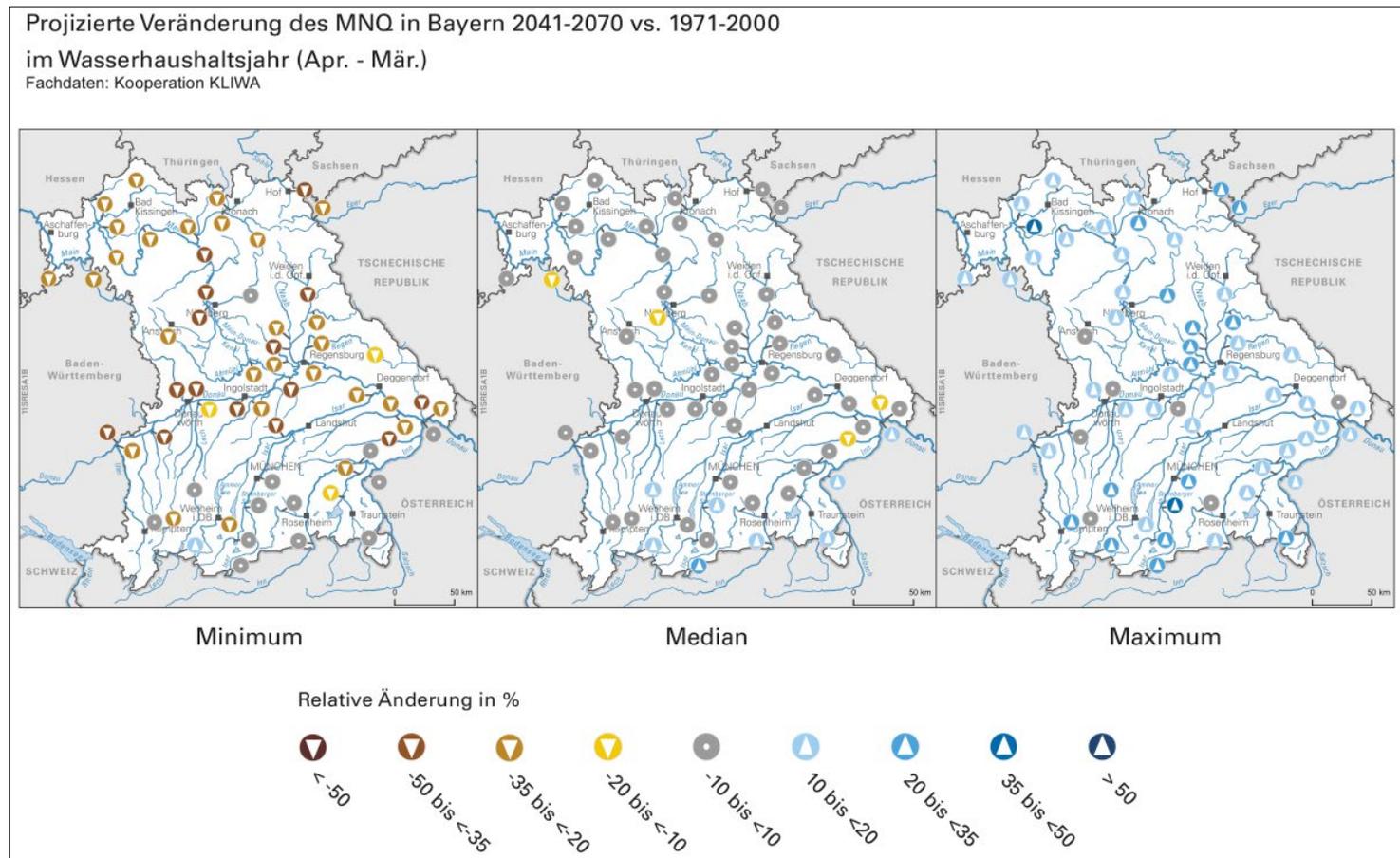


Figure-A II-2 : Variation des débits d'étiage annuel entre les périodes 2041-2070 et 1971-2000 en Bavière  
 Source : adapté de LfU (2020)



## LISTE DE RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bavarian Environment Agency (2002). The European Water Framework Directive and its significance for Bavaria. [En ligne] Repéré à [https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop\\_app000007?SID=1595680311&ACTIONxSETVAL\(artdtl.htm,APGxNODENR:202509,AARTxNODENR:283571,USERxARTIKEL:artlist1.htm\)=Z](https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000007?SID=1595680311&ACTIONxSETVAL(artdtl.htm,APGxNODENR:202509,AARTxNODENR:283571,USERxARTIKEL:artlist1.htm)=Z)
- Bavarian Environment Agency (2013). River basin management planning for rivers, lakes and groundwater. Repéré à [https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop\\_app000000?SID=1739657692&ACTIONxSESSxSHOWPIC\(BILDxKEY:%27lfu\\_was\\_00086%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27\)](https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000000?SID=1739657692&ACTIONxSESSxSHOWPIC(BILDxKEY:%27lfu_was_00086%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27))
- Bavarian Environment Agency (2020) Bavaria; Land of Water - Sustainable Water Management in Bavaria. [En ligne] Repéré à [https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop\\_app000000?SID=1807940365&ACTIONxSETVAL\(artdtl.htm,APGxNODENR:202509,AARTxNODENR:353056,USERxARTIKEL:artlist1.htm\)=Z](https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000000?SID=1807940365&ACTIONxSETVAL(artdtl.htm,APGxNODENR:202509,AARTxNODENR:353056,USERxARTIKEL:artlist1.htm)=Z)
- Bavarian Environment Agency (2022) Plans de gestion 2022 à 2027. [En ligne] Repéré à [https://www.lfu.bayern.de/wasser/wrrl/bwp\\_2227/bwp/index.htm#h13465](https://www.lfu.bayern.de/wasser/wrrl/bwp_2227/bwp/index.htm#h13465)
- Bayerische Staatskanzlei (2010) Bayerisches Wassergesetz (BayWG) Vom 25. Februar 2010 (GVBl. S. 66, 130) BayRS 753-1-U [En ligne] Repéré à <https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayWG>true>
- BMUV - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (2023) Nationale Wasserstrategie. [En ligne] Repéré à <https://www.bmuv.de/publikation/nationale-wasserstrategie>
- BMUV - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (2024) Water protection policy in Germany. [En ligne] Repéré à <https://www.bmuv.de/WS633-1> page consultée le 29 février 2024.
- BONNEVIE-RICARD, François (2024). Revue de l'état des connaissances et des outils disponibles en Bavière et au Québec pour le partage de l'eau lorsque la ressource est limitée. Rapport de projet électronique, Montréal, École de technologie supérieure.
- Braun, G. (2016). Managing high quality drinking water with 2300 bavarian suppliers [En ligne] [https://robvq.qc.ca/wp-content/uploads/2022/09/Braun\\_20161102-Managing-high-quality-drinking-water-with-2300-Bavarian-suppliers.pdf](https://robvq.qc.ca/wp-content/uploads/2022/09/Braun_20161102-Managing-high-quality-drinking-water-with-2300-Bavarian-suppliers.pdf)
- BUND (2019). Die Wasserentnahmeentgelte der Länder. und für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. -BUND. [En ligne] Repéré à [https://www.bund.net/fileadmin/user\\_upload\\_bund/publikationen/fluesse/fluesse\\_was\\_serentnahmeentgelt\\_studie.pdf](https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/fluesse/fluesse_was_serentnahmeentgelt_studie.pdf)
- Bundesumweltministeriums (2024). Das Wasserhaushaltsgesetz. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. [En ligne] Repéré à <https://www.bmuv.de/WS4793>
- Copernicus (2020) The Copernicus Emergency Management Service. [En ligne] Repéré à [https://www.efas.eu/sites/default/files/2021-10/CopEMS\\_Flyer\\_General\\_final\\_1.0\\_2020%20\(1\).pdf](https://www.efas.eu/sites/default/files/2021-10/CopEMS_Flyer_General_final_1.0_2020%20(1).pdf)

- Copernicus (2024a) European Drought Observatory. [En ligne] Repéré à <https://edo.jrc.ec.europa.eu/edov2/php/index.php?id=1000>
- Copernicus (2024b) European Flood Awareness System - EFAS. [En ligne] Repéré à <https://www.efas.eu/en>
- Die Bundesregierung - Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection (2022) The German Climate Preparedness Portal – KliVO. [En ligne] Repéré à [https://www.klivoportal.de/EN/KliVo/klivo\\_node\\_eng.html](https://www.klivoportal.de/EN/KliVo/klivo_node_eng.html)
- DWD – Deutscher Wetterdienst (2024a) Indice de sécheresse – valeurs mensuelles. [En ligne] Repéré à [https://www.dwd.de/DE/leistungen/rcccm/int/rcccm\\_int\\_spi.html](https://www.dwd.de/DE/leistungen/rcccm/int/rcccm_int_spi.html), consulté le 6 mars 2024.
- DWD – Deutscher Wetterdienst (2024b) Application d'avertissement météo. [En ligne] Repéré à <https://www.dwd.de/DE/leistungen/warnwetterapp/warnwetterapp.html>
- DWD Deutscher Wetterdienst (2024c) Service météorologique allemand. [En ligne] Repéré à <https://www.wettergefahren.de/wetter/deutschland/aktuell/radarbild.html>
- EffWB (2018) Étude d'efficacité et de qualité de l'approvisionnement en eau municipale en Bavière [En ligne] Repéré à <https://www.umweltpakt.bayern.de/wasser/publikationen/363/effizienz-qualitaetsuntersuchung-kommunalen-wasserversorgung-in-bayern-effwb-2018>
- EUROPÉEN, P. (2007). Directive 2007/60/CE du Parlement européen et du Conseil, du 23 octobre 2007, relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation. Bruxelles : Union Européenne.
- EUROPÉEN, P. (2008) Directive-cadre 2008/56/CE Stratégie pour le milieu marin (DCSMM) Bruxelles : Union Européenne.
- FGG Donau. (2021). Bewirtschaftungsplan Donau 2022 – 2027, Flussgebietsgemeinschaft Donau, pp 216.
- FGG Donau. (2024). Communauté du bassin du Danube [En ligne]. Repéré à <https://www.fgg-donau.bayern.de/index.htm>, consulté le 7 mars 2024.
- FGG Elbe. (2021). Zweite Aktualisierung des Bewirtschaftungsplans.
- FGG Elbe. (2024). Communauté du bassin de l'Elbe. [En ligne]. Repéré à [https://www.fgg-elbe.de/fgg\\_elbe.html](https://www.fgg-elbe.de/fgg_elbe.html), consulté le 7 mars 2024.
- FGG Rhein (2024). Communauté du bassin du Rhin. [En ligne]. Repéré à <https://fgg-rhein.de/servlet/is/391/>, consulté le 7 mars 2024.
- FGG Weser. (2024). Communauté du bassin de la Weser. [En ligne]. Repéré à <https://www.fgg-weser.de/>, consulté le 7 mars 2024.
- Fontaine, N., & Glavany, J. Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. 327 OJ L (2000). Repéré à <http://data.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj/fra>
- Hillenbrand, C. (2016). Wasserversorgungsbilanz Oberbayern. [En ligne] Repéré à [https://www.regierung.oberbayern.bayern.de/mam/dokumente/2016-06-28\\_wasserversorgungsbilanz\\_oberbayern.pdf](https://www.regierung.oberbayern.bayern.de/mam/dokumente/2016-06-28_wasserversorgungsbilanz_oberbayern.pdf)
- Kishimoto, S., Lobina, E., & Petitjean, O. (2015). Our public water future: The global experience with remunicipalisation. Transnational Institute (TNI)/Public Services International Research Unit (PSIRU)/Multinationals Observatory/Municipal Services Project (MSP)/European Federation of Public Service Unions (EPSU).

- KLIWA - Changement climatique et gestion de l'eau (2015) Fachlicher Rahmen für die Zusammenarbeit der Länder Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz sowie dem Deutschen Wetterdienst zum Thema: Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft (KLIWA). [En ligne] Repéré à <https://www.kliwa.de/index.php>
- Kraemer, R. A., Pielen, B., & de Roo, C. (2007). Regulation of water supply in Germany. CESifo DICE Report, 5(2), 21-26.
- Kurrer, C., & Lipcaneanu, N. (2023, 31 mars). Protection et gestion des eaux | Fiches thématiques sur l'Union européenne | Parlement européen. [En ligne] Repéré à <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/fr/sheet/74/protection-et-gestion-des-eaux>
- LAWA (2024) Groupe de travail fédéral/étatique sur l'eau (LAWA) : À propos de LAWA. [En ligne] Repéré à <https://www.lawa.de/Startseite-358.html> page consultée le 29 février 2024.
- Leduc, M., Mailhot, A., Frigon, A., Martel, J.-L., Ludwig, R., Brietzke, G. B., ... Scinocca, J. (2019). The ClimEx Project: A 50-Member Ensemble of Climate Change Projections at 12-km Resolution over Europe and Northeastern North America with the Canadian Regional Climate Model (CRCM5). *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 58(4), 663-693. <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-18-0021.1>
- LfU (2010) Parrainages de rivières en Bavière - quartiers riverains. Dépliant, p.2 [En ligne] Repérée à [https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop\\_app000006?SID=2105502179&DIR=eshop&ACTIONxSETVAL\(artdtl.htm,APGxNODENR:3771,AARTxNR:lfw\\_wa\\_s\\_00291,AARTxNODENR:9551,USERxBODYURL:artdtl.htm,KATALOG:StMUG,AKATxNAME:StMUG,ALLE:x\)=X](https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000006?SID=2105502179&DIR=eshop&ACTIONxSETVAL(artdtl.htm,APGxNODENR:3771,AARTxNR:lfw_wa_s_00291,AARTxNODENR:9551,USERxBODYURL:artdtl.htm,KATALOG:StMUG,AKATxNAME:StMUG,ALLE:x)=X), le 29 février 2024.
- LfU (2020). Zukünftige Veränderung des mittleren Niedrigwasserabflusses. [En ligne] Repéré à [https://www.lfu.bayern.de/wasser/klimawandel\\_wasserhaushalt/doc/niedrigwasserabfluesse\\_steckbrief\\_mnq.pdf](https://www.lfu.bayern.de/wasser/klimawandel_wasserhaushalt/doc/niedrigwasserabfluesse_steckbrief_mnq.pdf)
- LfU (2022) Déclaration environnementale 2022 de l'Office d'État bavarois pour l'environnement : Version mise à jour pour les sites d'Augsbourg, Kulmbach et Wielenbach. Repéré à [https://www.lfu.bayern.de/publikationen/get\\_pdf.htm?art\\_nr=lfu\\_all\\_00175](https://www.lfu.bayern.de/publikationen/get_pdf.htm?art_nr=lfu_all_00175)
- LfU (2024a) Audiences. [En ligne] Repéré à [https://www.lfu.bayern.de/wasser/wrrl/bwp\\_2227/anhoerungen/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/wasser/wrrl/bwp_2227/anhoerungen/index.htm)
- LfU (2024aa) Cartes climatiques [En ligne] Repéré à <https://www.lfu.bayern.de/wasser/klimakarten/index.htm>
- LfU (2024b) Événements et offres numériques. [En ligne] Repérée à <https://www.lfu.bayern.de/wasser/veranstaltungen/index.htm>
- LfU (2024c) Expositions sur le thème de l'eau. [En ligne] Repérée à <https://www.lfu.bayern.de/wasser/ausstellungen/index.htm>
- LfU (2024d) Exposition photos « Fascination pour l'eau ». [https://www.lfu.bayern.de/wasser/faszination\\_wasser/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/wasser/faszination_wasser/index.htm)
- LfU (2024e) Forum de l'eau de Bavière. [En ligne] Repéré à [https://www.lfu.bayern.de/wasser/wrrl/organisation\\_partizipation/wasserforum\\_bayern/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/wasser/wrrl/organisation_partizipation/wasserforum_bayern/index.htm)

- LfU (2024f) Matériel pédagogique. [En ligne] Repérée à <https://www.lfu.bayern.de/wasser/wasserforscher/lehmaterialien/index.htm>
- LfU (2024g) Service bavarois de renseignement sur les inondations. [En ligne] Repéré à <https://www.hnd.bayern.de/>
- LfU (2024h) Service hydrologique bavarois. [En ligne] Repéré à <https://www.gkd.bayern.de/en/>
- LfU (2024i) Service d'information sur les basses eaux Bavière. [En ligne] Repéré à <https://www.nid.bayern.de/>
- LfU (2024j) Service de renseignement sur les inondations. [En ligne] Repéré à <https://www.lfu.bayern.de/wasser/hochwassernachrichtendienst/index.htm>
- LfU (2024k) Consommation d'eau potable. [En ligne] Repéré à [https://www.lfu.bayern.de/wasser/trinkwasserversorgung\\_oeffentlich/trinkwasserverbrauch/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/wasser/trinkwasserversorgung_oeffentlich/trinkwasserverbrauch/index.htm)
- LfU (2024l) Effets sur les faibles débits d'eau - LfU Bavière. [En ligne] Repéré à [https://www.lfu.bayern.de/wasser/klimawandel\\_wasserhaushalt/auswirkung\\_auf\\_wasserhaushalt/niedrigwasserabfluesse/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/wasser/klimawandel_wasserhaushalt/auswirkung_auf_wasserhaushalt/niedrigwasserabfluesse/index.htm)
- LfU (2024m) Hydrogéologie en Bavière [En ligne] Repéré à <https://www.lfu.bayern.de/geologie/hydrogeologie/index.htm>
- LfU (2024n) Loi/Application de la loi – Eau. [En ligne] Repéré à : <https://www.umweltpakt.bayern.de/wasser/recht/bayern>
- LfU (2024o) Origine de l'eau potable [En ligne] Repéré à [https://www.lfu.bayern.de/wasser/trinkwasserversorgung\\_oeffentlich/trinkwasserherkunft/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/wasser/trinkwasserversorgung_oeffentlich/trinkwasserherkunft/index.htm)
- LfU (2024p) Plans de gestion 2022 à 2027 [En ligne] Repéré à [https://www.lfu.bayern.de/wasser/wrrl/bwp\\_2227/bwp/index.htm#h11696](https://www.lfu.bayern.de/wasser/wrrl/bwp_2227/bwp/index.htm#h11696)
- LfU (2024q) Projete [En ligne] Repéré à [https://www.lfu.bayern.de/wasser/trinkwasserversorgung\\_oeffentlich/projekte/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/wasser/trinkwasserversorgung_oeffentlich/projekte/index.htm)
- LfU (2024s) Struktur Wasserversorgungsunternehmen. [En ligne] Repéré à [https://www.lfu.bayern.de/wasser/trinkwasserversorgung\\_oeffentlich/wasserversorgungsunternehmen/struktur/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/wasser/trinkwasserversorgung_oeffentlich/wasserversorgungsunternehmen/struktur/index.htm)
- LfU (2024t) Utilisation des eaux pluviales. [En ligne] Repéré à [https://www.lfu.bayern.de/wasser/umgang\\_mit\\_niederschlagswasser/regenwassernutzung/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/wasser/umgang_mit_niederschlagswasser/regenwassernutzung/index.htm)
- LfU (2024u) Zones de protection de l'eau potable - LfU Bavière. [En ligne] Repéré à <https://www.lfu.bayern.de/wasser/trinkwasserschutzgebiete/index.htm>
- LHP (2024a) Länderübergreifendes Hochwasserportal. [En ligne] Repéré à <https://www.hochwasserzentralen.de/>
- LHP (2024b) Meine Pegel. [En ligne] Repéré à <https://www.hochwasserzentralen.info/meinepegel/>
- Meijerink, S. (2009). Water policy entrepreneurs: a research companion to water transitions around the globe. Edward Elgar Publishing. Repéré à [https://books.google.ca/books?hl=fr&lr=&id=pgFrwdLoEsoC&oi=fnd&pg=PA325&ots=siyDrHj1ZX&sig=hfPnqzoh5dNuM1NdSVubEs1cxMY&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.ca/books?hl=fr&lr=&id=pgFrwdLoEsoC&oi=fnd&pg=PA325&ots=siyDrHj1ZX&sig=hfPnqzoh5dNuM1NdSVubEs1cxMY&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

- OECD (2023), OECD Environmental Performance Reviews: Germany 2023, OECD Environmental Performance Reviews, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/f26da7da-en>.
- Office fédéral de la statistique (2023) Redevance pour l'approvisionnement en eau potable dans les zones tarifaires selon le type de tarif [En ligne] Repéré à <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Wasserwirtschaft/Tabellen/tw-08-entgelt-trinkwasserversorgung-tarifgeb-nach-tariftypen-2020-2022-land-bund.html>
- Poschlod, B., Willkofer, F., & Ludwig, R. (2020). Impact of climate change on the hydrological regimes in Bavaria. *Water*, 12(6), 1599.
- Pötz, H. (2016). Jenfelder Au, Hamburg | Urban Green-blue Grids. [En ligne] Repéré à <https://urbangreenbluegrids.com/projects/jenfelder-au-hamburg-germany/>
- Schiller, A. (2023, 16 juin). Trockenheit in Deutschland – Fragen und Antworten. Umweltbundesamt. [En ligne] Repéré à <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/extremereignisse/klimawandel/trockenheit-in-deutschland-fragen-antworten>
- StMUV (2022). Programme d'action pour les eaux bavaroises 2030. [En ligne] Repéré à [https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop\\_app000007?SID=1887296905&ACTIONxSETVAL\(artdtl.htm,APGxNODENR:84,AARTxNODENR:365278,USERxARTIKEL:artlist1.htm\)=Z](https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000007?SID=1887296905&ACTIONxSETVAL(artdtl.htm,APGxNODENR:84,AARTxNODENR:365278,USERxARTIKEL:artlist1.htm)=Z)
- StMUV (2023a) Gestion de l'eau en Bavière. [En ligne] Repéré à [https://www.stmuv.bayern.de/themen/wasserwirtschaft/wasserwirtschaft\\_in\\_bayern/organisation.htm](https://www.stmuv.bayern.de/themen/wasserwirtschaft/wasserwirtschaft_in_bayern/organisation.htm)
- StMUV (2023b). L'avenir de l'eau en Bavière 2050. [En ligne] Repéré à [https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop\\_app000007?SID=1887296905&ACTIONxSETVAL\(artdtl.htm,APGxNODENR:84,AARTxNODENR:368774,USERxARTIKEL:artlist1.htm\)=Z](https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000007?SID=1887296905&ACTIONxSETVAL(artdtl.htm,APGxNODENR:84,AARTxNODENR:368774,USERxARTIKEL:artlist1.htm)=Z)
- StMUV (2024a) Application d'informations environnementales. [En ligne] Repéré à <https://www.stmuv.bayern.de/service/mobil/umweltinfo.htm>, consulté le 6 mars 2024.
- StMUV (2024aa) Autorités de gestion des eaux en Bavière. [En ligne] Repéré à [https://www.stmuv.bayern.de/themen/wasserwirtschaft/wasserwirtschaft\\_in\\_bayern/wasseraemter.htm](https://www.stmuv.bayern.de/themen/wasserwirtschaft/wasserwirtschaft_in_bayern/wasseraemter.htm), consulté le 2 mars 2024.
- StMUV (2024b) Approvisionnement en eau en Bavière - principes et objectifs. [En ligne] Repéré à <https://www.stmuv.bayern.de/themen/wasserwirtschaft/versorgung/index.htm>, consulté le 6 mars 2024.
- StMUV (2024c) Hochwasser.Info.Bayern. [En ligne] Repéré à <https://www.hochwasserinfo.bayern.de/>
- StMUV (2024d) La plateforme bavaroise des risques naturels. [En ligne] Repéré à [www.naturgefahren.bayern.de](http://www.naturgefahren.bayern.de)
- Système d'information climatique bavarois (2020) Outil climatique du passé. [En ligne] Repéré à <https://klimainformationssystem.bayern.de/klimatool/klimatool-der-vergangenheit>
- Thorel, J. (2019). La question épineuse de la sortie du nucléaire en Bavière. *Allemagne d'aujourd'hui*, 227(1), 96-104. <https://doi.org/10.3917/all.227.0096>

- Wackerbauer, J. (2007). Struktur- und Entwicklungsperspektiven der deutschen Wasserwirtschaft, ifo Schnelldienst 60 (1), 14–25.
- Wackerbauer, J. (2009). The Water Sector in Germany, CIRIEC. Repéré à <https://www.ciriec.uliege.be/repec/WP09-11.pdf>
- Walhalla Fachredaktion. (2022). Verwaltungsgesetze kompakt. [En ligne] Repéré à <https://doi.org/10.5771/9783802956317>
- Wenger, W. (2010, 1 janvier). Protection de l'eau potable. [En ligne] Repéré à [https://www.lfu.bayern.de/wasser/merkblattsammlung/teil1\\_grundwasserwirtschaft/doc/nr\\_127.pdf](https://www.lfu.bayern.de/wasser/merkblattsammlung/teil1_grundwasserwirtschaft/doc/nr_127.pdf)
- Willkofer, F., Wood, R. R., von Trentini, F., Weismüller, J., Poschlod, B., & Ludwig, R. (2020). A Holistic Modelling Approach for the Estimation of Return Levels of Peak Flows in Bavaria. *Water*, 12(9), 2349. <https://doi.org/10.3390/w12092349>
- Winnege, R., and Maurer, T. (2002) Report No. 27. Water Resources Management: Country Profile Germany. Global Runoff Data Centre (GRDC). [En ligne] Repéré à [https://www.bafg.de/GRDC/EN/02\\_srvcs/24\\_rprtsrs/report\\_27.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bafg.de/GRDC/EN/02_srvcs/24_rprtsrs/report_27.pdf?__blob=publicationFile)
- Zink, M., Samaniego, L., Kumar, R., Thober, S., Mai, J., Schäfer, D., & Marx, A. (2016). The German drought monitor. *Environmental Research Letters*, 11(7), 074002.