

Document  
d'accompagnement  
du référentiel  
de formation



**MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE  
ET DE LA SOUVERAINETÉ  
ALIMENTAIRE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



**Inspection de l'Enseignement Agricole**

**Diplôme :**  
**BTSA Gestion et maîtrise de l'eau (GEMEAU)**

**Module : M5**  
**Pilotage d'une installation hydrotechnique**

### **Préambule**

Les documents d'accompagnement ont pour vocation d'aider les enseignants à mettre en œuvre l'enseignement décrit dans le référentiel de diplôme en leur proposant des exemples de situations d'apprentissage permettant de développer les capacités visées. Ils ne sont pas prescriptifs et ne constituent pas un plan de cours. Ils sont structurés en items recensant les savoirs mobilisés assortis de recommandations pédagogiques.

L'enseignant a toute liberté de construire son enseignement et sa stratégie pédagogique à partir de situations d'apprentissage différentes de celles présentées dans les documents d'accompagnement. Il a aussi la liberté de combiner au sein d'une même situation d'apprentissage la préparation à l'acquisition d'une ou de plusieurs capacités.

Quels que soient les scénarios pédagogiques élaborés, l'objectif est l'acquisition des capacités présentées dans le référentiel de diplôme, qui nécessite de ne jamais perdre de vue l'esprit et les principes de l'évaluation capacitaire.

## Rappel des capacités visées

### Capacité 5 correspondant au bloc de compétences B5 : Piloter une installation hydrotechnique

C5.1. Évaluer le fonctionnement d'une installation existante

C5.2. Réguler le fonctionnement d'une installation

C5.3. Réaliser un diagnostic à partir d'une analyse de dysfonctionnement d'un équipement

C5.4. Assurer la maintenance des équipements

### Finalités de l'enseignement

Cet enseignement répond au champ de compétences « Pilotage d'installations hydrotechniques » dont la finalité est d'optimiser le fonctionnement d'une installation dans le respect des règles de sécurité, des normes environnementales et réglementaires. La fiche de compétences correspondante peut utilement être consultée.

Cet enseignement vise à développer chez l'apprenant les capacités à appréhender le fonctionnement d'une installation dans sa globalité.

Pour cela, l'enseignement aborde l'évaluation et la régulation du fonctionnement d'une installation, le diagnostic de ses dysfonctionnements et la maintenance des équipements. Le recours aux nouvelles technologies, en particulier à l'utilisation de capteurs intelligents et d'outils numériques d'aide à la décision (télégestion, GMAO...) est encouragé.

Cet enseignement permet à l'apprenant de s'approprier les outils, les méthodes et les notions scientifiques et techniques nécessaires à la réalisation du pilotage d'une installation.

Les compétences numériques conformes au cadre de référence des compétences numériques (CRCN) sont mobilisées au service de l'enseignement professionnel.

Cet enseignement s'inscrit dans un contexte de transitions écologique et énergétique. Il vise notamment à sensibiliser l'apprenant :

- à la préservation et à la gestion de la ressource en eau,
- aux économies d'énergie et de consommables,
- à la rationalisation des usages de l'eau.

### Précisions sur les activités supports potentielles

Dans le cadre de la formation, les activités pratiques, les sorties et les études de terrain, les visites techniques, les interventions de professionnels et les activités pluridisciplinaires contribuent à l'acquisition des capacités visées, de même que les expériences vécues ou observées en stages, en entreprises ou dans les ateliers technologiques des établissements.

La Lettre de l'IEA n° 3, de février 2024, « Les expériences en situation professionnelle » peut utilement être consultée :

[https://chlorofil.fr/fileadmin/user\\_upload/01-systeme/structuration/iea/iea-lettre-2402.pdf](https://chlorofil.fr/fileadmin/user_upload/01-systeme/structuration/iea/iea-lettre-2402.pdf)

## Références documentaires ou bibliographiques pour ce module

### Chimie et génie des procédés

- Degrémont SA (2004) *Mémento technique de l'eau : Tome 1* Degrémont 10<sup>ème</sup> édition
- Legrand L., Leroy P. (1995) *Prévention de la corrosion et de l'entartrage dans les réseaux de distribution d'eau*, CIFEC
- Dore M., (1989) *Chimie des oxydants et traitement des eaux*, Tec & doc-Lavoisier
- Ouvrage Collectif, (1997) *Traiter et valoriser les boues*, OTV
- Legube B., (2021) *Production d'eau potable, filières et procédés de traitement*, Dunod
- Behra P., Sigg L., Stumm W., (2006) *Chimie des milieux aquatiques*, Dunod
- Rodier J., (2009) *L'analyse de l'eau*, Dunod
- Guernet M., Herrenknecht-Trottmann C., (2006) *Chimie analytique, équilibres en solution*, Dunod
- Masschelein W. J., (1996) *Processus unitaires du traitement de l'eau potable*, Tec & doc-Lavoisier
- Cardot C., (1999) *Les traitements de l'eau*, Ellipses
- Cardot C., (1989) *Techniques appliquées au traitement de l'eau*, Ellipses
- Edeline F., (1996) *L'épuration physicochimique des eaux*, Cebedoc, Tec & doc-Lavoisier
- Lallemand-Barres A., (1995) *Méthodes de dépollution des eaux souterraines*, BRGM
- Oddou S., Mugnier F., (2007) *La chimie en classe supérieur*, Vuibert
- AFNOR, (1986) *Eau méthodes d'essai*, Afnor
- Ramade F., (1988) *Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau*, Ed Science international
- Mathian R, Magnan Jp, Guettier P, Vachon A, Vidou P, Iwema A, Raby D *L'assainissement des agglomérations : techniques d'épuration actuelles et évolutions*, Agences de l'eau
- Augier H., Bertrand J.P., (2008) *Le livre noir de l'environnement, Etat des lieux planétaires sur les pollutions*, Editions Alphée.
- Barriuso E., (2004) *Estimation des risques environnementaux des pesticides*, INRA éditions
- Leclerc B., (2001) *Guide des Matières Organiques Tome 1 et 2*, ITAB
- Grosclaude G., (1999) *L'eau, milieu naturel et maîtrise, tome 1 et 2*, collection INRA éditions

### Webographie : Revues scientifiques et techniques spécialisées dans le domaine de l'eau et environnement

- <https://www.astee.org/revue-tsm> : *Techniques Sciences et Méthodes (TSM)* éditées par ASTEE
- <http://www.revue-ein.com> : L'eau, l'industries et les nuisances
- [www.fndae.fr/documentation/doc\\_technique.htm](http://www.fndae.fr/documentation/doc_technique.htm) : Documents techniques FNDAE
- [http://www.eau-loire-bretagne.fr/espace\\_documentaire/documents\\_en\\_ligne/guides\\_assainissement/PUBLI\\_Guide\\_cctpSD A.pdf](http://www.eau-loire-bretagne.fr/espace_documentaire/documents_en_ligne/guides_assainissement/PUBLI_Guide_cctpSD_A.pdf) : *Guide pour la rédaction d'un cahier des clauses techniques particulières*
- <http://www.cifec-sa.fr> : *Logiciel de calcul et simulation de l'équilibre calcocarbonique par méthode Legrand Poirier Leroy*

### Bibliographie Hydrobiologie

- Prélèvement des macro-invertébrés aquatiques en rivières peu profondes. XP T 90-333, Qualité de l'eau, [2010] Afnor
- Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN) NF T 90-350 [1985] Afnor
- Méthodes d'échantillonnage biologique - Guide pour le prélèvement des macro-invertébrés benthiques à l'épuisette (indice de classement : T 90-351), NF EN 27828, Qualité de l'eau [1994] Afnor
- Processus d'acquisition des données biologiques. Thème : eaux superficielles continentales. Version 3.0. Service d'Administration Nationale des Données sur l'Eau. SANDRE [2008]
- Circulaire DCE 2007/22 du 11/04/07 relative au protocole de prélèvement et de traitement des échantillons des invertébrés pour la mise en œuvre du programme de surveillance sur cours d'eau, publiée au BO du MEDAD n°2007/12 du 30 juin 2007, modifiée par la circulaire 2008/27 du 20 mai 2008 publiée au JO du 11 juin 2008.
- Tachet H., Bournaud M., Richoux P., Usseglio-Polatera P. *Initiation aux invertébrés des eaux douces* CNRS

éditions

- [2009] Association Française de Limnologie, AQUAREF, ARALEP, Université Lyon I- UMR Ecologie des Hydrosystèmes fluviaux, Geolab
- Angélibert S., Indermühle N., Oertli B. (2008) *IBEM : Indice de Biodiversité des Etangs et Mares. Manuel d'utilisation.*, Ecole d'Ingénieurs HES de Lullier

#### **Bibliographie Microbiologie - Biologie - Ecologie**

- Degrémont SA (2004) *Mémento technique de l'eau : Tome 1* Degrémont 10<sup>ème</sup> édition
- REJSEK F. (2002) *Analyse des eaux : aspects réglementaires et techniques*, CRDP Aquitaine
- DELARRAS C. (2010) *Surveillance sanitaire et microbiologie des eaux, Réglementation, Microorganismes, Prélèvements, Analyses*, Tec & doc-Lavoisier 2<sup>ème</sup> édition
- GAID K. (2022) *Traitement de l'eau potable, tome 3, micropolluants organiques et minéraux*, Iste éditions

#### **Webographie Microbiologie - Biologie – Ecologie :**

Revue scientifique et techniques spécialisées dans le domaine de l'eau (eau potable, eaux usées urbaines, eaux industrielles) et environnement :

- <http://www.revue-ein.com> : *L'eau, l'industries et les nuisances*
- [http://www.fndae.fr/documentation/doc\\_technique.htm](http://www.fndae.fr/documentation/doc_technique.htm) Documents techniques FNDAE
- <http://www.eau-seine-normandie.fr> : Agence de l'Eau Seine Normandie, *Guide pratique des micropolluants dans les eaux du bassin Seine-Normandie*
- <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home.html> *Micropolluants dans les cours d'eau.*
- [www.cipel.org/catalogue/suivi-des-micropolluants-dans-les-eaux-du-leman/](http://www.cipel.org/catalogue/suivi-des-micropolluants-dans-les-eaux-du-leman/) *Métaux et micropolluants organiques dans les eaux du Léman - Rapport 2021*

#### **Bibliographie hydraulique et génie des procédés :**

- DIEF E., Sabaud P., (2022) *Toute la maintenance en 165 fiches* Delagrave
- Cogniel D. Keck D., (2016) *Mémotech maintenance industrielle* Delagrave
- Gaudeau S., Houraji H., Morin J-C., Rey J., (2011) *Maintenance des équipements industriels*, Hachette
- Lencastre A., (2002). *Hydraulique générale*. Eyrolles
- Beaudry J-P., Drapeau J., Rolland J-C. (2009)., *Mécanique des fluides appliquée*, Berger
- Rapina M., (2005). *Les stations de pompage d'eau (6e éd.)*, ASTEE, Lavoisier
- Bourrier R., Selmi B., (2011). *Techniques de la gestion et de la distribution de l'eau : Des ressources à la consommation écogérée*. Le Moniteur
- Bourrier R., Selmi B., (2017). *Guide technique de l'assainissement : Collecte Épuration Conception – Exploitation*. Le Moniteur

#### **Webographie hydraulique et génie des procédés :**

- <http://diaxens.com> Guides et logiciels pour la formation à l'habilitation électrique, la signalisation temporaire de chantier.
- <https://www.vega.com> : VEGA fabricant de capteurs pour la mesure et la détection de niveau et de pression.
- <https://www.fr.endress.com> : Instruments de mesure : débit, niveau, pression, température et analyses des liquides
- <https://www.fr.endress.com> : spécialiste de la mesure pour l'automatisation des process industriels.
- <https://www.pamline.fr> : Saint-Gobain PAM (Pont-à-Mousson) : Fabricant de canalisations en fonte ductile pour les réseaux d'eau et d'assainissement.
- <https://www.suezwaterhandbook.fr/> : Mémento DEGREMONT : Ouvrages de traitement des eaux
- <https://www.bayard.fr> BAYARD : Équipements des réseaux d'eau, d'assainissement et d'irrigation : hydrants, vannes de sectionnement, raccordements, branchements, vannes de régulations, protection des réseaux, équipement des réservoirs, puisage, irrigation, etc.
- <https://www.ramus-industrie.com> : RAMUS INDUSTRIES Équipements de régulation, protection, obturation, équipements sur mesure

## Précisions sur les attendus de formation pour chacune des capacités visées

Capacité évaluée	Critères d'évaluation	Savoirs mobilisés	Disciplines
<b>C5.1 : Évaluer le fonctionnement d'une installation existante</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Exploitation de la documentation technique</li><li>- Réalisation de mesures physiques, biologiques, microbiologiques ou physico-chimiques sur une installation</li><li>- Interprétation de résultats</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Hydraulique en charge</li><li>- Équipements dédiés aux mesures</li><li>- Techniques d'analyses de la qualité des eaux</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Sciences et techniques des équipements / Équipements des aménagements hydrauliques</li><li>- Mathématiques</li><li>- Physique-Chimie</li><li>- Biologie-Écologie</li></ul>

### Conditions d'atteinte de la capacité

Cette capacité est atteinte si l'apprenant, en s'appuyant sur des savoirs et savoir-faire scientifiques et techniques, est capable de déterminer si une installation est fonctionnelle.

Cela nécessite de sa part une capacité à :

- caractériser et expliquer le fonctionnement des ouvrages et des équipements des installations,
- s'approprier les paramètres de fonctionnement,
- réaliser des mesures adaptées pour contrôler le fonctionnement d'une installation,
- interpréter les résultats des mesures.

### Précisions sur les attendus de la formation

La capacité « Évaluer le fonctionnement d'une installation existante » est indispensable afin de piloter toute installation. Elle mobilise des savoirs et des savoir-faire nécessaires au technicien supérieur GEMEAU pour piloter une unité de traitement, une unité de production d'eau potable et de dépollution, un dispositif d'irrigation. Ces acquis lui permettent de les adapter aux hydrosystèmes.

Le terme « installation » désigne tous les ouvrages et leurs équipements associés composant le cycle de l'eau anthropisé (« petit cycle de l'eau ») :

- captages de la ressource en eau,
- unités de potabilisation,
- ouvrages de transport, de stockage, de distribution et de collecte des eaux sous pression,
- unité de traitement des eaux usées,
- unité d'épuration des eaux usées,
- systèmes d'irrigation sous pression,
- etc.

Cet enseignement contextualisé s'appuie en priorité sur des situations professionnelles vécues ou observées. Il vise, notamment à l'appropriation de la description d'une installation en se saisissant de toutes les opportunités (visites, stage, voyage d'études...). L'expérimentation et la démarche scientifique sont à privilégier en développant l'autonomie de l'apprenant, qualité indispensable à son activité professionnelle

ou à sa poursuite d'étude et sa formation tout au long de la vie. Cet enseignement doit être ouvert aux évolutions les plus récentes des techniques, y compris numériques, et des réglementations.

Au regard des attendus, les enseignants des disciplines concernées sont amenés à travailler de façon concertée, notamment dans les progressions et les sujets d'étude.

La protection et la gestion de la ressource en eau sont abordées au travers des activités documentaires comme expérimentales et liées aux objectifs de développement durables (ODD) définis par l'ONU, notamment l'ODD 6 : Garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau. L'importance des gestes professionnels du technicien supérieur GEMEAU est ainsi renforcée.

Le document d'accompagnement « former aux transitions » peut utilement être consulté :

[https://chlorofil.fr/fileadmin/user\\_upload/02-diplomes/referentiels/secondaire/fichiers-communs/dathem-former-tansitions-062024.pdf](https://chlorofil.fr/fileadmin/user_upload/02-diplomes/referentiels/secondaire/fichiers-communs/dathem-former-tansitions-062024.pdf)

Pour les activités pratiques, il est exigé de l'apprenant qu'il soit en capacité d'identifier la réglementation applicable dans le contexte, de produire une analyse contextualisée des risques et de mettre en œuvre les mesures de sécurité pertinentes dans la situation.

La sécurité des biens et des personnes est mise en relation avec l'éducation à la santé et à la citoyenneté.

Les périodes de stage et la pluridisciplinarité participent à l'enseignement attaché aux capacités intermédiaires C5.1, C5.2, C5.3 et C5.4.

### Caractérisation des ouvrages et des équipements des installations

En complémentarité avec le module 4, cet enseignement permet aux apprenants, pour l'ensemble des ouvrages et des équipements composant une installation, de :

- s'approprier leur terminologie,
- connaître leur définition,
- expliquer leur rôle et leurs fonctions,
- maîtriser les bases de leur dimensionnement.

Cet enseignement concerne tout particulièrement les écoulements en charge et les savoirs associés.

### Modélisation hydraulique et traitement des données expérimentales

*Mots-clés : statistiques, modélisation, régression linéaire, incertitudes, écart-type, mise en équation, résolution d'équations, calcul surfacique et volumique, surface de la section d'un solide, équation différentielle, outils numériques et logiciels dédiés.*

Il s'agit d'utiliser de façon contextualisée les outils et les modèles mathématiques pour s'approprier les lois de la mécanique des fluides et d'être en mesure d'exploiter différents types de données.

Les enseignants pourront utilement se référer au DA thématique de mathématiques.

### Description des ouvrages et des équipements d'une installation

*Mots clés : dégrilleur, dessableur, déshuileur, bassin d'aération, clarificateur, centrifugeuse, filtre presse,*

*techniques membranaires, osmose, ozonation, clarification, filtration, filtre planté de roseaux, lit bactérien, lagunage, décantation, mise à l'équilibre calcocarbonique, désinfection (chloration, UV, ozonation), irrigation, stations de pompage des eaux, réseaux sous pression, etc.*

À partir de l'étude d'une diversité de cas concrets (potabilisation, assainissement, etc.), cet enseignement vise la maîtrise du vocabulaire technique de l'ensemble des ouvrages et des équipements. La formation s'attache à présenter plusieurs méthodes de description des installations : circulation des flux, analyse fonctionnelle, etc.

Le choix de la méthode doit mettre en évidence les atouts et contraintes des technologies mises en œuvres dans des contextes de fonctionnement variés.

La formation permet à l'apprenant de :

- présenter une installation complète en utilisant le vocabulaire professionnel,
- distinguer fonction et rôles des éléments constitutifs d'une installation.

#### Bases de dimensionnement des ouvrages et des équipements

*Mots clés : débit, pression, vitesse, diamètre des canalisations, surface, volume, concentration, flux, charges hydraulique et organique, temps de séjour, etc.*

Dans le contexte de l'installation étudiée, la formation conduit l'apprenant à prendre en compte les flux et leur variabilité pour adapter le pilotage de l'installation (qualité des eaux brutes, débit, pression, concentration, flux, charges hydraulique et organique, etc.).

#### Description et analyse du fonctionnement d'une installation

##### Prise en main du cahier d'exploitation

La connaissance de l'historique de l'installation via son cahier d'exploitation par exemple est un préalable nécessaire pour s'approprier son évolution.

##### Représentation d'une installation

*Mots clés : synoptique, schémas, graphiques, dessins, DAO, matrices, abaques, logiciels dédiés, etc.*

La formation permet à l'apprenant de représenter (à l'aide de schémas, graphiques, dessins, DAO, etc.) et légèrer tout ou partie d'une installation dans le but d'expliquer son fonctionnement. Les différentes étapes d'un synoptique sont présentées. La formation aborde : le plan de masse de l'installation, les vues du dessus, les coupes longitudinales et transversales, les profils topographiques, etc. Les séances de formation pratique sont privilégiées. Elles comprennent l'usage des outils numériques utiles à ces représentations. Les enseignants pourront utilement se référer au DA thématique de mathématiques.

##### Paramètres de fonctionnement d'une installation

*Mots clés : ratios hydraulique et organique, valeurs et capacités nominales, débits et pressions d'exploitation, valeurs seuils, foisonnement de boues, production de sulfure de dihydrogène, etc.*

La formation aborde de façon non exhaustive les paramètres et les grandeurs de fonctionnement d'une installation.

L'apprenant distingue les différentes situations de fonctionnement (normal, dégradé, défaillant). Les anomalies sont identifiées.

#### Technologies des équipements de mesure, de contrôle et de pilotage d'une installation

*Mots clés : multimètre, oxymètre, rédoxymètre, rotamètre, détecteur du gaz H<sub>2</sub>S, débitmètre, manomètre, pressostat, sonde piézométrique, autres capteurs et détecteurs, etc.*

L'apprenant est en mesure de choisir et d'utiliser des capteurs et des détecteurs afin d'optimiser le fonctionnement de l'installation et d'en assurer l'entretien et l'étalonnage.

#### Réalisation de mesures physiques, biologiques, microbiologiques ou physico-chimiques sur une installation

##### Choix de techniques d'analyse

*Mots clés : appropriation d'une situation, analyse de données liées aux objectifs de l'analyse, techniques, matériel technique, gestion des déchets, ....*

Il s'agit ici pour l'apprenant de déterminer, à partir de l'analyse d'un contexte professionnel, la technique d'analyse à retenir en réponse à une demande ou un objectif défini.

Le choix porte tout d'abord sur la nécessité de l'aspect qualitatif ou quantitatif de l'analyse ; puis, il s'agit de raisonner le choix de la technique la plus adaptée en s'appuyant sur la fiabilité attendue des mesures, leur reproductibilité et la gestion des déchets engendrés.

Les techniques d'analyse possibles sont présentées dans l'item « Mise en œuvre des protocoles » et doivent être envisagées sous l'angle de leur opportunité dans différentes situations de terrain.

##### Mise en œuvre de protocoles

*Mots clés : gestes techniques, règles de sécurité, gestion des déchets, mesures, fiabilité d'une mesure ou d'un test, microbiologie, sol, eau, gaz, milieux de culture, titrages, volumétrie, colorimétrie, spectrophotométrie, complexométrie, précipitation, acide-base, oxydo-réduction, résines échangeuses d'ions, adsorption, perméabilité, porosité, capacité de rétention en eau, floculation, coagulation, oxygénation, IBGN, IBEM, pression, débit, vitesse, pertes de charge, puissances, tension, intensité, résistance...*

La formation a pour objectif, en fonction du contexte, et dans le respect des règles de sécurité :

- la mise en œuvre de protocoles ;
- la réalisation des prélèvements ;
- la mesure de grandeurs ;
- la conduite d'analyses biologiques, chimiques, microbiologiques, physico-chimiques.

L'enseignement s'appuie préférentiellement sur des activités professionnelles au sein d'unités de traitement et de production d'eau potable, de stations d'épuration, et au niveau de milieux récepteurs (cours d'eau, mares ...).



L'enseignement conduit les apprenants à évaluer la qualité d'une eau. À cet effet, trois catégories de données sont identifiées et utilisées :

- les paramètres physico-chimiques ;
- les concentrations en éléments chimiques ;
- les indicateurs biologiques et microbiologique de la qualité de l'eau.

De nombreuses méthodes d'analyses existent et certaines sont mises en œuvre pour différents types d'installation. Le tableau ci-dessous précise des exemples d'activités de formation réalisables, selon le contexte et la commande, avec les apprenants.

	Unité de traitement et de production d'eau potable	Milieux récepteurs (cours d'eau, mares ...)	Station d'épuration
<b>Paramètres physico –chimiques</b>			
pH	X	X	X
Concentration en oxygène dissous	X	X	X
Conductivité	X	X	
Turbidité et méthode de Secchi	X	X	X
Température	X	X	
Potentiel Rédox	X		X
<b>Concentrations en éléments chimiques</b>			
Demande chimique en oxygène (DCO)		X	X
Demande biochimique en oxygène (DBO5)			X
Carbone organique total (COT)	X	X	
Test d'oxydabilité au permanganate	X	X	
Azote total et azote organique	X	X	X
Azote ammoniacal, nitrique et nitreux	X	X	X
Composés phosphorés et phosphore total		X	X
Titre alcalimétrique	X	X	
Dureté ou titre hydrotimétrique	X	X	
Ions chlorure	X		
Chlore et ions hypochlorites	X		
Matières en suspension (MES et MVS)	X	X	X
Indice de boue, de Mohlman et V30			X
JAR test pour coagulation floculation	X	X	
Temps de succion capillaire (CST) d'une boue			X
Adsorption d'un composé organique sur le charbon actif en grain ou en poudre	X	X	
<b>Paramètres microbiologiques</b>			
Méthodes d'examen bactériologique des eaux	X	X	X
<b>Indicateurs biologiques de qualité des eaux</b>			
Indice biologique global normalisé (IBGN)		X	
Indice biologique macrophytique en rivière (IBMR)		X	
Indice poisson rivière (IPR)		X	
Indice biologique diatomées (IBD)		X	
Indice de biodiversité des étangs et des mares		X	

## Paramètres physico-chimiques :

- **Le pH** (domaine d'application : eau potable, eau brute, eau résiduaire et industrielle)  
Le pH permet de définir le caractère acide ou basique d'un milieu. Il varie dans une plage comprise entre 0 et 14 et est en général mesuré à l'aide d'une électrode combinée. Celle-ci comporte une électrode de référence (argent/chlorure d'argent/chlorure de potassium) et une électrode de mesure qui produit une différence de potentiel comprise entre -400 et +400 mV que l'on mesure à l'aide d'un transmetteur.  
Méthode de référence : NF EN ISO 10523 : "Qualité de l'eau - Détermination du pH"
- **La concentration en oxygène dissous** (domaine d'application eau potable, eau brute, eau résiduaire et industrielle)  
La concentration en oxygène dissous dans l'eau permet d'apprécier la possibilité d'une vie aquatique développée. En effet, pour des concentrations faibles (moins de 5 mg/L), les poissons ne sont plus dans des conditions optimales de vie.  
La valeur de la mesure est directement influencée par des paramètres : la température, la pression atmosphérique et la salinité du milieu. Elle est exprimée en mg par litre dans une plage de 0 jusqu'à la valeur de saturation. La valeur de saturation est définie à partir de la concentration d'oxygène dans l'air à une température donnée. C'est pour cela qu'en général on mesure en simultané la température. Cette valeur est déterminée à partir des tables de la norme NF 90-032.  
Le capteur qui permet de mesurer la concentration en oxygène dissous est une sonde de Clark qui utilise un principe de mesure ampérométrique (méthode électrochimique). On mesure un courant électrique de quelques micro-ampères qui traverse une cellule (anode-cathode) polarisée et séparée du milieu par une membrane perméable aux molécules d'oxygène.  
La méthode chimique de Winckler permet aussi de déterminer la concentration en oxygène dissous d'un échantillon par volumétrie et colorimétrie.  
Méthodes de références :  
NF EN 25814 (ISO 5814)  
NF T 90-106 : "Qualité de l'eau - Dosage de l'oxygène dissous - Méthode de Winkler."
- **Mesure de la conductivité** (domaine d'application eau potable, eau brute, eau résiduaire et industrielle et référence de qualité « eau potable » et milieu naturel)  
La conductivité d'un liquide dépend de sa concentration en sel dissous. Elle permet donc de caractériser globalement un milieu mais ne permet pas de déterminer un produit chimique en particulier.  
La mesure de conductivité peut être réalisée grâce à la technique des sondes à deux électrodes ou avec la technique inductive.  
Méthode de référence : NF EN 27888 (ISO 7888) : "Qualité de l'eau - Détermination de la conductivité électrique"
- **Turbidité et méthode de Secchi** (domaine d'application eau potable, eau brute, eau résiduaire et industrielle)  
La turbidité correspond à la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes telles que les matières colloïdales, les matières en suspension et les micro-organismes.  
La turbidité est mesurée à l'aide d'un procédé optique défini dans la norme NFT 90-033. Elle fait appel à la mesure d'un faisceau infrarouge (860 nm) diffusé à 90°.  
Cette méthode convient surtout pour les mesures en lacs et dans les ouvrages des stations de

traitement et d'épuration des eaux.

Méthodes de références :

NF EN ISO 7027-1 : "Qualité de l'eau - Détermination de la turbidité - Partie 1 : Méthode quantitative"

NF ISO 10260 : "Qualité de l'eau - Mesure de la transparence à l'aide du disque de Secchi"

- **Température** (domaine d'application eau potable, eau brute et référence de qualité « eau potable » et milieu naturel)

La mesure de la température est indispensable lorsqu'on s'intéresse à la concentration en oxygène dissous et la conductivité. Elle est en général incluse dans la sonde de mesure et utilise une sonde platine.

Méthodes de références : NF EN ISO 5667-3 : "Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 3 : Guide pour la conservation et la manipulation des échantillons d'eau"

- **Potentiel Rédox** (domaine d'application eau potable, eau brute, eau résiduaire et industrielle)  
La mesure du potentiel rédox est un outil essentiel pour évaluer l'état oxydant ou réducteur d'une solution ou d'un milieu.

Le potentiel rédox est mesuré à l'aide d'une électrode rédox (ou électrode de platine) en conjonction avec une électrode de référence, généralement une électrode au calomel saturée (ECS) ou une électrode argent/chlorure d'argent (Ag/AgCl).

Méthode de référence : NF EN 27888 (ISO 7888) : "Qualité de l'eau - Détermination de la conductivité électrique"

### **Concentrations en éléments chimiques :**

Leur détermination permet de caractériser la pollution d'un milieu.

- **Demande chimique en oxygène (DCO)**

La DCO est la quantité d'oxygène consommée par les matières existant dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies. En fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau, quelle que soit leur origine organique ou minérale.

Ce test est particulièrement utile pour la caractérisation de toutes les eaux brutes ou traitées par voie biologique ou physico-chimique.

La demande chimique en oxygène (DCO) représente la quantité d'oxygène, exprimée en mg, équivalente à la quantité de dichromate de potassium nécessaire pour oxyder (en milieu acide, à ébullition, en présence d'un catalyseur et pendant deux heures) les matières oxydables contenues dans un litre d'eau à analyser.

Méthodes de références : NF T90 -101 (février 2001) ; NF EN ISO 15705 (novembre 2002)

- **Demande biochimique en oxygène (DBO5)**

La demande biochimique en oxygène est la concentration, en masse d'oxygène dissous, consommée pour l'oxydation par voie biochimique des matières organiques biodégradable contenues dans l'échantillon, dans les conditions de l'essai (c'est-à-dire après incubation durant 5 jours, à 20°C et dans l'obscurité).

Compte tenu de sa limite de détection, la méthode de mesure par dilution et ensemencement, n'est pas applicable aux eaux naturelles.

La mesure de la DBO d'un échantillon peut être réalisée de 2 façons différentes : soit par la méthode des dilutions, soit par la méthode manométrique ou respirométrique.

Méthode de référence : NF EN 1899-2 (mai 1998)

- **Carbone organique total (COT)** (domaine d'application eau potable et eau brute)  
Dans les eaux naturelles, le carbone peut être présent sous différentes formes (minéral ou organique, particulaire ou dissous).  
Les composés carbonés contenus dans les eaux subissent une oxydation qui les transforme en dioxyde de carbone, qui est ensuite dosé à l'aide d'un analyseur infrarouge.  
Le carbone inorganique étant éliminé par dégazage en milieu acide, la détermination conduit directement à la teneur en carbone organique de l'échantillon.  
Les microtests de Lang peuvent être utilisés pour déterminer le COT par lecture spectrophotométrique.  
Méthodes de références : NF EN 1484 (juillet 1997) ; NF T90 -551 (décembre 1988) ; NF EN ISO 8245 (mars 1999)
  
- **Test d'oxydabilité au permanganate** (domaine d'application eau potable et eau brute et référence de qualité « eau potable » et milieu naturel)  
L'indice de permanganate, également connu sous le nom d'indice de permanganate de potassium, est une mesure utilisée pour évaluer la quantité de matière organique ou de substances réductrices présentes dans un échantillon d'eau ou de solution. Cet indice repose sur la capacité du permanganate de potassium à oxyder les substances réductrices dans l'échantillon. C'est une méthode indirecte pour déterminer la présence de composés tels que la matière organique, les nitrites, le fer ferreux, entre autres.  
Méthode de référence : NF T 90-101 : "Qualité de l'eau - Détermination de l'oxydabilité au permanganate"
  
- **Azote total et azote organique** (domaine d'application eau potable, eau brute, eau résiduaire et industrielle et référence de qualité « eau potable », milieu naturel, eau résiduaire et industrielle)  
L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement constitué par des composés tels que des protéines, des polypeptides, des acides aminés, de l'urée. Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral (ammoniacal, nitrates, nitrites), il constitue dans les eaux naturelles la majeure partie de l'azote total ou l'azote global (NGL).  
Les méthodes développées à ce jour ne permettent pas de déterminer directement et spécifiquement l'azote organique présent dans les eaux.  
La teneur en azote total d'une eau peut être approchée par une méthode mettant en œuvre une minéralisation oxydante.  
Si l'on souhaite accéder à la teneur en azote organique, il sera nécessaire de quantifier séparément l'azote ammoniacal (pour l'azote Kjeldahl), ainsi que l'azote de nitrites et des nitrates.  
Méthodes de références : NF EN ISO 25663 (janvier 1994) ; NF T90 -061 (janvier 1994) ; NF EN 12260 (janvier 2004)
  
- **Azote ammoniacal, azote nitrique et nitreux** (domaine d'application eau potable, eau brute, eau résiduaire et industrielle)  
Il est indispensable de doser différentes formes minérales ou organiques de l'azote.  
Le choix de la méthode est déterminé par la concentration en ions ammonium qui est très variable et la présence d'ions interférents tels que les ions chlorure ou fer, les amines et les matières organiques : Azote ammoniacal par méthode titrimétrique, spectrophotométrique de Nessler, Azote nitrique par spectrométrie d'absorption moléculaire, Azote nitreux par spectrométrie

d'absorption moléculaire (réactif de diazotation).

Méthodes de références : NF T90 -110

- **Composés phosphorés et phosphore total** (domaine d'application eau potable, eau brute les eaux résiduaires et industrielles)  
Le phosphore peut exister dans les eaux en solution ou en suspension, à l'état minéral ou organique. Les composés phosphorés qui, sans hydrolyse ou minéralisation, répondent au test spectrophotométrique sont des ortho-phosphates. L'hydrolyse en milieu acide fait apparaître le phosphore hydrolysable et la minéralisation ainsi que le phosphore organique. Les ortho-phosphates sont analysables directement par spectrophotométrie après formation d'un complexe phospho-molybdique.  
Une minéralisation transforme le phosphore organique en ortho-phosphates et permet ainsi d'accéder au phosphore total.  
Méthodes de références : NF EN ISO 6878 (avril 2005) ; NF T90 -023 (août 1984) ; NF EN ISO 15587-1 (mai 2002)
- **Titres alcalimétriques** (référence de qualité « eau potable », milieu naturel)  
A l'inverse de l'acidité, l'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles. On distingue le titre alcalimétrique complet (TAC) et le titre alcalimétrique (TA). La détermination du TA et TAC se fait par méthode titrimétrique colorimétrique basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur.  
Méthodes de références : NF EN ISO 9963-1 (février 1996) ; NF T90 -036 (août 1984)
- **Dureté ou titre hydrotimétrique** (domaine d'application eau potable et eau brute)  
La dureté est déterminée par titrimétrie à l'aide d'une solution d'EDTA.  
Méthodes de références : NF T90 -003 (août 1984) ; NF T90 -016 (août 1984)
- **Ions chlorure** (domaine d'application eau potable et eau brute)  
Parmi les méthodes préconisées, l'argentimétrie est utilisée pour les eaux relativement claires. La potentiométrie convient aux eaux colorées ou troubles pour lesquelles les virages colorimétriques peuvent être difficiles à percevoir.  
Les ions chlorure sont dosés par la méthode de Mohr, en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent, en présence d'un indicateur spécifique.  
Méthode de référence : AFNOR NF ISO 9297 (février 2000)
- **Chlore et les ions hypochlorites** (référence de qualité « eau potable »)  
L'oxydation par voie physico-chimique est utilisée en traitement des eaux avec des objectifs variables que sont la désinfection pour éviter tout risque de contamination bactériologique, la précipitation des composés dissous tels que le fer et le manganèse, la dégradation des composés organiques responsables de la couleur, de l'odeur et du goût de l'eau, la transformation de polluants non biodégradables en substances assimilables par les bactéries et l'élimination de l'azote ammoniacal. Le choix de l'oxydant à utiliser dépend de son pouvoir oxydant et de sa sélectivité par rapport à la pollution ciblée.  
Le chlore est largement utilisé sur les stations de traitement en désinfection finale en raison de son caractère rémanent.  
Le dosage du chlore résiduel se fait par méthode iodométrique,  
Le dosage du chlore résiduel total, libre ou combiné s'appuie sur la méthode DPD-chloromètre  
Méthodes de références : NF EN ISO 7393 (mars 2000) ; NF T 90-037-3 (mars 2000) ; NF EN ISO 7393-

1 (mars 2000) ; NF T 90-037-1 (mars 2000).

- **Matières en suspension** (MES et MVS) (domaine d'application eau potable, eau brute les eaux résiduaires et industrielles)

La détermination des matières en suspension (MES) dans les eaux usées se fait soit par filtration sur membrane, soit par centrifugation suivie d'un séchage à 105 °C.

Un traitement à 550°C permet d'obtenir par différence la teneur en matières organiques en suspension, appelées aussi matières volatiles en suspension (MVS) pour les eaux résiduaires et industrielles.

Méthode de référence :

NF EN 872 : "Qualité de l'eau - Détermination des matières en suspension - Méthode par filtration sur filtre en fibre de verre"

NF T 90-029 : "Qualité de l'eau - Détermination des matières volatiles en suspension (MVS) dans les eaux - Méthode gravimétrique"

- **Indice de boue, indice de Mohlman et V30** (référence eaux résiduaires et industrielles)

Les indices de boue et de Mohlman sont des paramètres utilisés dans le traitement des eaux pour évaluer la qualité des boues générées au cours du processus de traitement, en particulier dans les systèmes de coagulation-floculation et de décantation.

L'indice de boue est un paramètre qui mesure la capacité de la boue à se décanter ou à se séparer de l'eau clarifiée. Il est utilisé pour évaluer la performance des procédés de traitement de l'eau en termes de formation et de gestion des boues.

Méthodes de références :

NF EN 902 : "Qualité de l'eau - Détermination de la sédimentation des boues dans les décanteurs secondaires"

NF T90-114 : "Qualité de l'eau - Détermination du volume de boues"

- **JAR test pour une coagulation-floculation** (domaine d'application eau potable, eau brute les eaux résiduaires et industrielles et référence de qualité « eau potable », milieu naturel, eau résiduaire et industrielle)

Les eaux de surface contiennent des impuretés diverses dont les matières colloïdales. Ces particules, responsables en partie de la couleur de l'eau et de sa turbidité, doivent être éliminées. Comme les colloïdes ne sont pas décantables à cause de leur petite taille (1 µm à 1 nm), il est donc nécessaire d'utiliser une autre méthode pour leur élimination : la coagulation-floculation. Cette étape fait intervenir un coagulant qui va permettre de déstabiliser les colloïdes pour favoriser leur agglomération.

Le JAR test est une méthode couramment utilisée pour optimiser les processus de coagulation-floculation dans le traitement de l'eau. Il permet de déterminer les conditions optimales de traitement, telles que la dose de coagulant, la vitesse de mélange, et le temps de sédimentation, en simulant à petite échelle le processus de traitement de l'eau.

Applications du JAR Test :

\* optimisation de la dose de coagulant : le JAR test aide à déterminer la quantité exacte de coagulant nécessaire pour maximiser la clarification tout en minimisant les coûts et les produits chimiques résiduels.

\* évaluation des conditions de traitement : Il permet d'évaluer l'effet de différentes conditions de mélange et de sédimentation sur l'efficacité du processus.

\* adaptation aux variations de qualité de l'eau : le JAR test peut être utilisé régulièrement pour ajuster les conditions de traitement en fonction des variations de la qualité de l'eau, comme la

turbidité ou la couleur.

Méthodes de références :

NF EN 872 - "Qualité de l'eau - Détermination des matières en suspension - Méthode par filtration sur filtre en fibre de verre" : Cette norme est utilisée pour évaluer l'efficacité de la coagulation-floculation en mesurant les matières en suspension avant et après traitement.

NF T90-320 - "Qualité de l'eau - Essais en laboratoire pour le traitement des eaux - Floculation": cette norme fournit des méthodes pour tester l'efficacité des produits chimiques utilisés dans le processus de floculation. Le JAR test est souvent utilisé comme méthode pratique pour réaliser ces tests.

- **Temps de Succion Capillaire (CST) d'une boue** (référence boues résiduaires et industrielles)

La (CST), ou Temps de Succion Capillaire, est une mesure utilisée pour évaluer les propriétés de drainage et la vitesse à laquelle l'eau est absorbée ou transportée à travers des matériaux poreux, comme les sols ou les boues d'une station d'épuration.

Méthodes de références : NF ISO 3340 : "Sol - Détermination de l'élévation capillaire"

- **Adsorption d'un composé organique sur le charbon actif en grain ou en poudre (CAG/CAP)** (domaine d'application eau potable, eau brute)

L'adsorption est un processus où les molécules d'un soluté (ici, un composé organique) se fixent à la surface d'un adsorbant (le charbon actif). Le charbon actif en grain est un matériau hautement poreux, avec une grande surface spécifique, ce qui le rend très efficace pour adsorber une large gamme de composés organiques.

Des isothermes d'adsorption type Freundlich ou Langmuir sont appliquées afin de déterminer la capacité ultime d'adsorption d'un adsorbant vis-à-vis d'un soluté (exemple les substances humiques).

Méthodes de références : NF EN 12902 : "Produits utilisés pour le traitement de l'eau destinée à la consommation humaine - Charbons actifs - Méthodes d'essai".

## Paramètres microbiologiques

Méthodes d'examen bactériologique des eaux (numération des bactéries hétérotrophes, coliformes totaux, coliformes thermotolérants et *Escherichia coli*).

## Indicateurs biologiques de la qualité de l'eau

Les animaux et les végétaux qui colonisent les milieux aquatiques possèdent des exigences diverses vis-à-vis de ce milieu. Certains organismes vivants vont ainsi être sensibles à des variations de pH, de température, à des modifications du contexte nutritionnel (composés minéraux ou matière organique). Ces organismes sont donc susceptibles de réagir aux modifications du milieu aquatique et peuvent alors servir d'indicateur de la perturbation existante. Différents indicateurs peuvent être mis en œuvre pour évaluer la qualité biologique du milieu récepteur étudié.

- **Indice biologique global normalisé (IBGN)** (référence de qualité milieu naturel)

La détermination de l'IBGN se fait par prélèvement du macrofaune benthique en suivant un protocole d'échantillonnage représentatif des différents types d'habitats (nature de support, vitesse du courant) puis par le tri et l'identification des taxons.

Méthodes de références : NF T 90-350 (mars 2004) ; NF T 90-374 (décembre 2006)

- **Indice biologique macrophytique en rivière (IBMR)** (référence de qualité milieu naturel)  
La détermination de IBMR repose sur une observation in situ des peuplements macrophytiques. Une identification des taxons et l'établissement d'une liste floristique permettent le calcul de l'IBMR.  
Méthodes de références : NF T 90-395 (octobre 2003) ; NF EN 14184 (avril 2004)
  
- **Indice poissons rivière (IPR)** (référence de qualité milieu naturel)  
La détermination de IPR consiste à mesurer, sur une station donnée, l'écart entre la composition du peuplement observé à partir d'un échantillonnage par pêche électrique et la composition du peuplement attendue en situation de référence.  
Méthodes de références : NF T 90-344 (mai 2004) ; NF EN 14011 (juillet 2003)
  
- **Indice Biologique Diatomées (IBD)**  
NF T 90-354 « Qualité de l'eau – Échantillonnage, traitement et analyse de diatomées benthiques en cours d'eau et canaux » (décembre 2007)
  
- **Indice de biodiversité des étangs et des mares (IBEM)**

Pression, débit, vitesse, pertes de charge, puissances mécanique et hydraulique amènent à des mesures nécessaires pour atteindre les capacités visées dans le domaine de l'hydraulique.

Les mesures des valeurs des tensions, des intensités (nominale, de démarrage), de résistance, des puissances électriques (active, réactive, apparente), en courant continu comme en courant alternatif, sont essentielles pour mobiliser les capacités attendues dans le domaine de l'électricité.

L'ensemble de ces mesures et les protocoles associés peuvent se mettre en œuvre dans le laboratoire, en hall technologique ou directement au niveau des installations professionnelles y compris en entreprise, en milieux récepteurs (bilan 24 heures).

Les incertitudes liées aux mesures sont abordées en priorisant :

- la nature des sources d'erreur (opérateur, matériel, etc.),
- l'écriture d'un résultat d'analyse.

La quantification des incertitudes se fait à partir d'outils mathématiques donnés à l'apprenant.

#### Interprétation de résultats et conformité

*Mots clés : unités légales et usuelles, seuil, valeur guide, limite de qualité, référence de qualité, norme, niveau de rejet, classe de qualité du milieu, conformité, incertitudes, fiabilité, amélioration, performances, etc.*

Suite aux résultats obtenus, l'apprenant est en mesure de poser un diagnostic et de l'interpréter. Il compare ses résultats aux valeurs guide et en déduit la procédure à mettre en œuvre notamment en termes de sécurité (sanitaire, électrique, etc.) en répondant aux normes et aux références de qualité attendues.



Capacité évaluée	Critères d'évaluation	Savoirs mobilisés	Disciplines
<b>C5.2 : Réguler le fonctionnement d'une installation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Qualité du paramétrage dans le contexte</li> <li>- Mise en fonctionnement</li> <li>- Contrôle du fonctionnement et stratégies correctives</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caractérisation des équipements électrotechniques pilotés</li> <li>- Fonctionnement des moteurs</li> <li>- Pilotage des équipements en mode normal/dégradé</li> <li>- Représentations graphiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sciences et techniques des équipements / Équipements des aménagements hydrauliques</li> <li>- Mathématiques</li> <li>- Technologies de l'informatique et du multimédia</li> <li>- Physique-Chimie</li> </ul>

### Conditions d'atteinte de la capacité

Cette capacité est atteinte si l'apprenant, en s'appuyant sur des savoirs et savoir-faire scientifiques et techniques, est capable d'optimiser les performances énergétiques et les charges d'exploitation d'une installation.

Cela nécessite de sa part une capacité à maîtriser :

- le fonctionnement et l'asservissement des moteurs électriques,
- l'optimisation du fonctionnement des installations.

### Précisions sur les attendus de la formation

#### Caractérisation des équipements électrotechniques

Il s'agit d'amener les apprenants à démarrer, à conduire et à surveiller les installations pilotées par des équipements électrotechniques afin d'optimiser ou améliorer les performances de l'installation.

#### Composants électrotechniques

La maîtrise du réglage et du fonctionnement des composants électrotechniques est nécessaire à la maintenance des équipements électrotechniques. L'apprenant est formé à l'utilisation des principaux matériels que sont le disjoncteur magnétothermique, le contacteur moteur, le démarreur électronique, le variateur de vitesse, etc. Le réglage de ces composants électrotechniques nécessite l'appropriation et la manipulation en autonomie et en sécurité d'appareils de mesure.

#### Moteurs électriques

La grande majorité des installations étant équipée de moteur électrique, l'optimisation, la maintenance et la maîtrise des coûts amènent l'apprenant à s'interroger sur le dimensionnement et le choix des moteurs électriques. Les activités proposées sont liées avec celles du module M7.

## Régulation d'une installation

La régulation d'une installation a pour objectif d'en améliorer les performances. Sa mise en œuvre mobilise des équipements électrotechniques et des régulateurs hydrauliques.

### Programmation des équipements électrotechniques

La programmation des équipements électrotechniques amène à s'intéresser aux connecteurs logiques (ou, et, non, non et, non ou, ou exclusif) et les instructions conditionnelles (si alors, tant que). La lecture de schéma électrique et de GRAPhe Fonctionnel de Commande des Étapes et Transitions (GRAF CET) est nécessaire à la compréhension du fonctionnement de l'installation.

### Supervision des procédés automatisés

L'apprenant est formé à l'exploitation des données d'une supervision informatique des procédés automatisés.

L'analyse des données recueillies par le système de supervision (données numériques, représentations graphiques), au cours du fonctionnement de l'installation, permet de proposer des stratégies correctives (solutions d'optimisation, de détection de dysfonctionnements, etc.).

### Régulateurs hydrauliques

L'apprenant est formé au pilotage de régulateurs hydrauliques : régulateur de pression, régulateur de débit, régulateur de niveau (robinet altimétrique, robinet à flotteur, etc.), stabilisateur de pression amont ou aval, vanne de survitesse, etc.

Capacité évaluée	Critères d'évaluation	Savoirs mobilisés	Disciplines
<b>C5.3 : Réaliser un diagnostic à partir d'une analyse de dysfonctionnement d'un équipement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exploitation de la documentation technique</li> <li>- Analyse fonctionnelle</li> <li>- Utilisation des outils d'aide au diagnostic</li> <li>- Pertinence du diagnostic</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Méthodologie de la maintenance</li> <li>- Diagnostic de dysfonctionnement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sciences et techniques des équipements / Équipements des aménagements hydrauliques</li> </ul>

### Conditions d'atteinte de la capacité

Cette capacité est atteinte si l'apprenant, en s'appuyant sur des savoirs et savoir-faire scientifiques et techniques, est capable d'établir un diagnostic en cas de défaillance d'une installation.

Cela nécessite de sa part une capacité à :

- identifier et caractériser la nature du dysfonctionnement,
- proposer d'éventuelles investigations complémentaires pour affiner le diagnostic,
- formuler le diagnostic.

### Précisions sur les attendus de la formation

#### Analyse du dysfonctionnement

L'apprenant est amené à analyser un dysfonctionnement en s'appuyant sur des moyens d'alerte et en proposant des investigations complémentaires.

#### Moyens d'alerte

L'apprenant doit être en mesure de caractériser la nature du dysfonctionnement : technique (usure normale, panne récurrente, incident technique inattendu, défaut de sécurité...) ou humaine (erreur de manipulation, défaut d'organisation du travail, ...) en s'appuyant sur :

- les moyens de surveillance, de suivi et de contrôle d'une installation : télésurveillance, téléalarmes, télégestion, etc.,
- les différentes documentations techniques des ouvrages et équipements d'une installation, ainsi que les cahiers d'exploitation ou cahiers de vie,
- les facteurs limitants les performances d'une installation.

L'apprenant est en mesure de :

- comparer les données dont il dispose aux différentes valeurs guide, valeurs de seuil réglementaire, etc.,
- interpréter l'ensemble des informations des systèmes de contrôle et d'alerte.

## Investigations complémentaires

Suite à l'identification du dysfonctionnement, le futur technicien met en œuvre des investigations complémentaires pour affiner son analyse et anticiper le délai d'intervention dont il dispose.

Pour cela, l'enseignement porte sur :

- les tests d'essai des équipements électrotechniques d'une installation (exemple : vérifier si un relais thermique est déclenché),
- les analyses physico-chimiques de contrôle (exemple : si alarme de défaut de chloration au captage, contrôler le taux de chlore résiduel dans l'eau distribuée pour alerter les services concernés),
- les modalités techniques pour assurer la continuité de service (exemple : connaissance des interconnexions et des maillages des réseaux d'eau potable pour la sécurisation de l'alimentation en eau potable),
- les procédures à utiliser (exemple : fiches d'intervention pour le personnel d'astreinte),
- les logigrammes,
- des abaques (Diagramme Hallopeau-Dubin,...) pour vérifier les paramètres de fonctionnement d'une installation.

Pour conduire cet enseignement, en complément des enseignements de la capacité intermédiaire C5.1, il est nécessaire d'aborder les savoirs relatifs :

- au transport des eaux sous pression (hydraulique en charge, fontainerie, etc.),
- au traitement des eaux (potabilisation, épuration, analyses physico-chimiques et microbiologiques, etc.),
- à la gestion des sous-produits (matières de vidange, plans d'épandage, etc.).

## Formulation du diagnostic

L'apprenant doit rendre compte du diagnostic effectué en justifiant les origines du dysfonctionnement en vue d'établir une stratégie d'intervention.

Capacité évaluée	Critères d'évaluation	Savoirs mobilisés	Disciplines
C5.4 : Assurer la maintenance des équipements	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stratégie d'intervention préventive et corrective</li> <li>- Choix des outils et des approvisionnements</li> <li>- Remise en service</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Opération de maintenance préventive et corrective</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sciences et techniques des équipements / Équipements des aménagements hydrauliques</li> </ul>

### Conditions d'atteinte de la capacité

Cette capacité est atteinte si l'apprenant, en s'appuyant sur des savoirs et savoir-faire scientifiques et techniques, est capable d'assurer le fonctionnement au quotidien d'une installation en planifiant les opérations de maintenance préventive et en organisant la mise en œuvre des interventions de maintenance corrective nécessaires

Cela nécessite de sa part une capacité à :

- mettre en œuvre les outils de planification de la maintenance préventive (création et saisie de données dans des bases de gestion des équipements ,etc.),
- travailler en sécurité (habilitation électrique, opérations de mise en sécurité des installations et des personnels, EPI, EPC, etc.),
- gérer les approvisionnements,
- assurer la remise en service d'une installation.

### Précisions sur les attendus de la formation

#### Stratégie d'intervention préventive et corrective

##### Organisation de la maintenance

L'apprenant doit savoir organiser les interventions de maintenance préventive et corrective de 1<sup>er</sup> ou 2<sup>ème</sup> niveau : actions techniques, administratives et de management, destinées à maintenir ou à rétablir une installation dans son état de bon fonctionnement.

##### Organisation de la sécurité

Les consignes de sécurité doivent être intégrées aux actions :

- prise en compte des risques électriques, hydrauliques, chimiques, etc.
- sécurisation des biens et des personnes (EPI),
- sécurisation de la zone d'intervention (EPC),
- etc.

#### Gestion des approvisionnements

À partir de cas concrets, l'enseignement vise à mettre l'apprenant en situation de choisir un équipement pour améliorer le fonctionnement d'une installation.

L'apprenant doit avoir connaissance des circuits d'approvisionnement des pièces et des consommables, des procédures de renouvellement des équipements, de l'utilisation des catalogues fournisseurs, de l'utilisation des logiciels dédiés au choix d'équipements, etc.

### **Remise en service d'une installation**

À partir de l'étude de cas concrets, l'enseignement vise à former l'apprenant à la remise en service d'une installation en :

- maîtrisant les opérations de maintenance courante (exemple : échange standard d'une vanne fuyarde),
- suivant des protocoles de remise en service (exemple : purge, vidange, nettoyage, désinfection de canalisations après travaux),
- contrôlant les performances de l'installation remise en service (exemple : contrôle du débit refoulé par une pompe de relevage après son débouchage),
- gérant le devenir des déchets du chantier : les circuits de valorisation des déchets sont mentionnés (tri sélectif, recyclage, etc.).