

**Document
d'accompagnement
du référentiel
de formation**



Inspection de l'Enseignement Agricole

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

Module M8
Élaboration de solutions techniques

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 C8 correspondant au bloc de compétences B8 : Élaborer des solutions techniques dans le cadre d'un projet d'aménagement hydraulique

- C8.1 : Réaliser un diagnostic de l'existant
- C8.2 : Rédiger un cahier des charges fonctionnel et technique
- C8.3 : Concevoir un projet technique adapté à la demande

Finalités de l'enseignement

Cet enseignement répond au champ de compétences « conception de solutions techniques pour un projet d'aménagement hydraulique » dont la finalité est de construire une proposition à partir d'une demande en tenant compte des réglementations et des aspects environnementaux, techniques et économiques. La fiche de compétences correspondante peut être utilement consultée.

Cet enseignement pluridisciplinaire vise à mettre en situation les apprenants afin de développer leurs qualités d'analyse, de synthèse, de conception, de projection et de communication au cours du processus d'élaboration d'un projet d'aménagement hydraulique. Cet enseignement doit être conduit selon une approche systémique adossée à une ou des commande(s). Selon les situations, les apprenants sont amenés à travailler sur une partie d'un projet complexe ou sur un projet de dimension plus modeste qui peut être issu d'une commande formulée en langage commun. L'enseignement vise à ce que le titulaire du BTSA « GEMEAU » soit en capacité de proposer un projet et d'assurer la production des documents nécessaires à sa présentation et à sa réalisation.

Précisions sur les activités supports potentielles

Les projets développés dans le module 8 sont à l'échelle d'un périmètre défini et d'un bassin versant. Exemples de projets : Extension d'un réseau d'eau potable, d'eau usée, mise en conformité d'un réseau, poste de relevage, réseau d'eau pluviale, retenue d'eau, lac collinaire, bassin de rétention, station d'épuration, microcentrales, station de lagunage et de phytoépuration, barrages, seuils, ouvrages de Restauration de Terrains de Montagne (RMT), digues, ouvrages de lutte contre les inondations, etc.

L'enseignement s'appuie sur des situations concrètes, des expériences professionnelles vécues (en stage, en formation, ou autres...), des activités pluridisciplinaires. L'exploitation des voyages d'études, visites et interventions professionnelles est indispensable pour faire acquérir aux apprenants des références techniques et culturelles.

Les acquis des modules M2, M4 et M7 sont réinvestis dans la conduite du projet lié au M8.

Références documentaires ou bibliographiques pour ce module

Bibliographie STAEAH

- Lencastre A. (2002) *Hydraulique générale*. Eyrolles
- Vazquez J. (2016) *Hydraulique à surface libre*. Broché
- Tanguy J-M. (2009) *Traité de l'hydraulique environnementale*, Hermes-Lavoisier Tome 1, Volume 2
- Gilli E. (2012) *Hydrogéologie Objets, méthodes, applications*. DUNOD
- Degoutte G. *Diagnostic, aménagement et gestion des rivières (2° Éd.) Hydraulique et morphologie fluviales appliquées*, Lavoisier
- Guignard J-C., Bruyelle J-C., Krommydas C. (2017) *Conception et dimensionnement des systèmes de gestion des eaux pluviales et de collecte des eaux usées*. Mémento technique, ASTEE
<https://www.astee.org/publications/memento-technique-2017/>
- Bourrier R., Satin M., Selmi B. (2017) *Guide technique de l'assainissement : Collecte Épuration Conception – Exploitation*, Broché
- Gilli E. et al., (2012) *Hydrogéologie : objets, méthodes, applications 3e édition*, Sciences Sup, Dunod,
- FUN MOOC *Des rivières et des hommes : hydrologie, hydraulique et géomorphologie*

Bibliographie TIM :

- SIGEA : les ressources SIG pour l'Enseignement Agricole
<https://sigea.educagri.fr/>
- Tutoriels Qgis Jean Marc GILLIOT INRAE/AgroParisTech
https://www.youtube.com/channel/UCMkgh_J_xpXrCVirn1P9_A
- Offre de formation Acoustice SIG
<https://acoustice.educagri.fr/course/view.php?id=851>
- Pour débuter auprès de nos publics (niveau Bac Techno) :
<https://acoustice.educagri.fr/course/view.php?id=734>
- Nouvelles technologies d'imageries :
<https://acoustice.educagri.fr/course/view.php?id=898>

Bibliographie et MOOC SIG

- <https://www.coursera.org/learn/sig-1>
- <https://www.coursera.org/learn/sig-2>
- Exemple d'utilisation de la photogrammétrie
https://www.caroline-thibault-architecte.com/photogrammetrie-droned-une-station-d-epuration---calcul-de-cubatures-et-coupes_ad109.html
- Roelandt N., *Introduction à la géomatique et mise en place d'un système d'information géographique*
<https://livre.fnac.com/a13614925/ROELANDT-NICOLAS-SIG-Introduction-a-la-geomatique-et-mise-en-place-d-un-systeme-d-information-geographique#omnsearchpos=1>
- Alalli G. Apprendre QGIS par l'exemple : *Quand le Système d'Information Géographique devient libre*
<https://www.amazon.fr/Apprendre-QGIS-par-lexemple-dInformation/dp/1517565766>

Bibliographie SESG :

- La politique publique de l'eau en 5 questions, FUN MOOC CNFPT (9 h)
- Les fondamentaux des marchés publics FUN MOOC CNFPT (21 h)
- Wdiloecher, Cusant, (2020), *Manuel de l'étude des prix entreprises du BTP* Eyrolles
- Hamburger L., (2021) *Maitre d'œuvre du bâtiment : guide pratique technique et juridique*, Eyrolles

- Norme NF EN 16271 février 2013 *management par la valeur. Expression fonctionnelle du besoin et cahier des charges*
- Hamburger L., (2019) *Prestataire AMO Bâtiment travaux publics* Eyrolles
- CEREMA 2022 *Gestion intégrée de l'eau en milieu urbain : une série de fiches du Cerema*
<https://www.cerema.fr/fr/actualites/gestion-integree-eau-milieu-urbain-serie-fiches-du-cerema> Vu le 14/10/2022
- Agence de l'Eau Loire Bretagne Avril 2016 *Diagnostic et schéma directeur d'assainissement collectif des eaux usées Guide pour la rédaction d'un cahier des clauses techniques particulières*
http://www.eau-loire-bretagne.fr/espace_documentaire/documents_en_ligne/guides_assainissement/PUBLI_Guide_cctpS_DA.pdf vu le 14/10/2022
- Démarches.interieur.gouv.fr Direction de l'eau; information légale et administrative, *Assainissement des eaux usées domestiques* <https://www.demarches.interieur.gouv.fr/particuliers/assainissement-eaux-usees-domestiques> vu le 14/10/2022
- démarches.intérieur.gouv.fr Direction de l'eau; information légale et administrative, *Procédures de marchés publics* <https://www.demarches.interieur.gouv.fr/professionnels/procedures-marches-publics> vu le 14/10/2022
- INRAE *L'agriculture va-t-elle manquer d'eau ?* Ressources N°2 Avril 2022
<https://www.inrae.fr/dossiers/lagriculture-va-t-elle-manquer-deau>

Bibliographie Biologie-écologie : voir la bibliographie du M5

Précisions sur les attendus de formation

Capacité évaluée	Critères d'évaluation	Savoirs mobilisés	Disciplines
C8.1 : Réaliser un diagnostic de l'existant	<ul style="list-style-type: none"> - Identification des éléments du contexte du projet - Relevés de terrain, collecte et utilisation des données - Pertinence du diagnostic 	<ul style="list-style-type: none"> - Ressource en eau sur le périmètre d'étude - Géomatique et Topographie - Acteurs et politiques publiques de l'eau - Réglementation 	<ul style="list-style-type: none"> - Sciences et techniques des équipements / Équipements des aménagements hydrauliques - Technologies de l'informatique et du multimédia - Agronomie - Sciences économiques, sociales, et de gestion /Gestion de l'entreprise - Biologie-Écologie - Mathématiques

Conditions d'atteinte de la capacité

La capacité est atteinte si l'apprenant, en phase préalable à l'élaboration d'un projet d'aménagement hydraulique, est en mesure, après l'appropriation des attentes du commanditaire, de collecter des données et de les analyser pour réaliser un diagnostic multicritère du territoire lié au projet.

Attendus de la formation

On entend par diagnostic multicritères un diagnostic qui intègre les dimensions environnementales, socio-économiques et réglementaires. Ce diagnostic implique obligatoirement un éclairage interdisciplinaire et une approche systémique du territoire d'étude.

Des études de cas pluridisciplinaires incluant des visites et des relevés de terrain sont à privilégier.

Approche du contexte d'un projet

L'approche du projet doit être systémique et se faire à l'échelle d'un bassin versant.

Cet enseignement est présenté en relation avec celui apporté en M7. La chronologie des enseignements entre les modules M7 et M8 est laissée à l'appréciation de l'équipe pédagogique.

Notion de bassin versant

Le bassin versant est défini. Ses principales caractéristiques sont présentées : forme, taille, altitude, dénivelé, climat, pédologie, géologie, facteurs anthropiques et occupation du territoire... Les apprenants doivent être en mesure de comprendre les intérêts et les limites de cette échelle d'étude en fonction du projet étudié.

Approche environnementale

L'approche environnementale est abordée selon les items suivants :

- Ressource en eau sur un territoire

Le cycle de l'eau, l'hydrologie, l'hydrogéologie permettent aux apprenants de comprendre l'état de la disponibilité de la ressource en eau sur un bassin versant. Les notions à aborder pour l'hydrologie sont ruissèlement, transport sédimentaire, hydrogramme, régime hydrologique, indice de Gravelius. Les notions à aborder pour l'hydrogéologie sont la typologie des nappes, la piézométrie, la circulation des eaux souterraines, les relations nappes-cours d'eau. D'autres notions peuvent être pertinentes selon le territoire et le projet étudié (ex : marnage...).

- Agronomie

- Biodiversité

Les apprenants doivent être en mesure de caractériser les différents types d'hydrosystèmes (eau courante, eau stagnante et zones humides). Ils doivent en comprendre la structure, le fonctionnement et l'évolution.

- Bon état écologique

La formation aborde en particulier la notion de continuité écologique (transport sédimentaire et migration des espèces halieutiques).

Approche socio-économique

- Acteurs et usages de l'eau

Approche réglementaire

- Politiques publiques de l'eau

Les politiques publiques sont abordées à différentes échelles (du local à l'international).

- Réglementation

Approche prospective

À partir d'un ou deux exemples simples, la formation permet de mettre en évidence le devenir et la durée de vie d'un projet en fonction de scénarii probables d'évolution sociale, économique et environnementale (ex : surestimation de la capacité d'un réseau d'eau potable pour tenir compte de l'évolution démographique, disponibilité de la ressource face au changement climatique...)

Collecte et utilisation des données

Relevés de terrain

- Topographie

La formation apporte les savoirs indispensables à la compréhension des mesures, ainsi que les outils mathématiques nécessaires à l'exploitation de ces données. Les apprenants doivent maîtriser la prise de mesures (topométrie) et faire le lien entre les mesures de terrain et leur exploitation réalisée essentiellement à l'aide d'outils informatiques (tableurs pour le traitement des données brutes et logiciels et applications professionnels de type SIG) afin de pouvoir restituer ces données sous forme de cartes et de plans.

Des activités pluridisciplinaires peuvent compléter cet enseignement. Les savoir-faire doivent être consolidés par l'expérience lors des périodes de mise en situations professionnelles.

- Méthodes de levé topographique

Les apprenants sont amenés à mobiliser les outils mathématiques nécessaires aux calculs topométriques (transfert de coordonnées d'un système polaires vers un système cartésien et vice versa, loi du sinus, formule d'Al Kashi, formule de Heron, trigonométrie dans le triangle rectangle). La formation comprend :

- La présentation des méthodes topométriques : altimétrie et planimétrie ;
- Le déroulement des opérations de topographie ;
- L'utilisation des appareils de mesures usuels ;
- L'acquisition de données terrains via des capteurs embarqués sol ou aérien (drone, balise RTK, Lidar...).

Les choix des méthodes et des instruments de topométrie sont réalisés en fonction de l'objectif de la mesure et de la précision souhaitée (Matériels et incertitudes des mesures). La formation comprend l'interprétation des écarts-types, la vérification et le réglage des instruments de topométrie.

- Utilisation des outils de la géomatique

Les apprenants sont amenés à mobiliser :

- Les outils mathématiques nécessaires au géoréférencement (coordonnées d'un vecteur, distance dans un repère orthonormé, norme d'un vecteur, logique mathématique) ;
- Les fondamentaux de la cartographie utilisant des données géoréférencées (cf. <https://sigea.educagri.fr/>) ;
- Le principe de localisation par satellite ;
- Les logiciels ou applications de SIG type QGis, ArcGis, ArcGis online pour réaliser des cartes.

La formation comprend une introduction à la photogrammétrie.

Le contenu des enseignements ci-dessous est mis en relation avec celui des modules M4, M5 et M7. La chronologie des enseignements entre ces modules est laissée à l'appréciation de l'équipe pédagogique.

- Indices biologiques

IBGN, indice diatomées, indice macrophyte, indice poissons... Ils sont remobilisés en fonction du projet réalisé.

- Qualité de l'eau (DCO, DBO, MES, nitrates, phosphates...)

L'utilisation de mallette d'analyse de terrain est recommandée. Les prélèvements de terrain suivis d'une analyse en laboratoire sont possibles. Les dispositifs de captation automatiques sont abordés (stations automatisées, drones aquatiques). Le lien avec les cycles biogéochimiques de l'azote et du phosphore est fait.

- Métrologie (débit, pression...)
- Géologie (carottage, profil...)
- Pédologie (texture, structure, perméabilité...)

- Climatologie

L'usage d'une station climatique locale automatisée est recommandé.

Recherche documentaire et utilisation de bases de données

De nombreux documents (rapports annuels, thèses, rapports d'activité, lettre d'actualité, Plan d'Aménagement et de Gestion Durable (PAGD), documents d'urbanisme, cartes géologiques, cartes pédologiques...) peuvent être mobilisés pour alimenter le diagnostic de l'existant.

L'utilisation des données libres et ouvertes est à privilégier quand cela est possible. (cf. <https://www.data.gouv.fr>).

Les sites des SAGE et des agences de l'eau <https://www.lesagencesdeleau.fr/> peuvent être valablement consultés. Le site eaufrance.fr est un site portail permettant l'accès à de nombreuses données.

Exemples de bases de données :

- climatologie (météo-France) : <https://meteofrance.com/>
- piézométrie (BRGM) : <https://www.brgm.fr/fr>
- hydrologie (banque hydro) : <https://hydro.eaufrance.fr/>
- biodiversité (OFB) : <https://www.ofb.gouv.fr/>
- qualité de l'eau (ARS) : sites régionaux (ex : <https://www.iledefrance.ars.sante.fr/eaux-0>)
- cartographie (IGN, géoportail...) : <https://www.geoportail.gouv.fr/>, <https://www.ign.fr/>
 - base de données régionale transversale : <http://geoportail.biodiversite-nouvelle-aquitaine.fr/visualiseur/>
- ...

Traitement des données

- Bilan hydrologique

L'objectif de ce bilan est de déterminer les pluies nettes permettant l'alimentation des cours d'eau et des nappes. Il se fait donc à l'échelle du bassin versant. Ici l'outil tableur peut être valablement mobilisé.

- Mobilisation d'outils statistiques et de représentations graphiques dont tableur-grapheur

Statistique à deux variables (nuages de points, coordonnées point moyen, relation entre les deux variables, coefficient de corrélation linéaire, équation des droites de régression, utilisation du modèle pour estimer les valeurs X ou Y, ajustement logarithmique, exponentiel, polynomial).

Les apprenants doivent être en mesure d'utiliser toutes les fonctions de traitement de données du tableur y compris les tableaux et les graphiques croisés dynamiques.

- Mobilisation d'outils de représentation cartographique (SIG)

Des outils de type Qgis, Arcgis online sont utilisés. Différents types de cartes sont réalisés utilisant des données géolocalisées issues de fichiers txt, kml, csv, shp, json, xml... Le site Sigea (<https://sigea.educagri.fr/>) peut être consulté pour trouver des ressources nécessaires à l'enseignement de la géomatique.

Diagnostic de l'existant

Les situations de formation pluridisciplinaires sont à privilégier pour enseigner cet item.

Analyse des données liées au projet

À partir d'une étude de bassin versant, les enseignants amènent les apprenants à croiser les données récoltées de manière à confronter les logiques d'acteurs avec la ressource en eau sans perdre de vue la hiérarchie des usages : alimentation en eau potable (AEP) et les autres usages.

Intégration d'un projet dans le périmètre d'étude

L'enseignement s'appuie sur des aménagements hydrauliques existants ou en projet afin d'étudier leurs interactions ou leurs impacts sur leur périmètre d'implantation.

Capacité évaluée	Critères d'évaluation	Savoirs mobilisés	Disciplines
C8.2 : Rédiger un cahier des charges fonctionnel et technique	<ul style="list-style-type: none"> - Appropriation de la méthodologie d'un cahier des charges - Pertinence du contenu au regard de la demande - Qualité du livrable 	<ul style="list-style-type: none"> - Choix des équipements - Chiffrage, marchés publics et contrats 	<ul style="list-style-type: none"> - Sciences et techniques des équipements / Équipements des aménagements hydrauliques - Sciences économiques, sociales, et de gestion /Gestion de l'entreprise

Conditions d'atteinte de la capacité

La capacité est atteinte si l'apprenant est en mesure de rédiger un cahier des charges fonctionnel et technique simple qui intègre et décline les besoins exprimés par un commanditaire.

Attendus de la formation

L'enseignant s'efforce de présenter plusieurs exemples de cahier des charges issus de différents maîtres d'ouvrage ou de cabinets d'assistance à la maîtrise d'ouvrage afin de permettre aux apprenants de dégager les invariants constituant un cahier des charges pour différents types d'aménagements hydrauliques (ouvrages de traitement, réseaux, ouvrages de régulation de débit...).

Cahier des charges fonctionnel et technique

Définition du cahier des charges

Document de formalisation des besoins du maître d'ouvrage qui se situe en amont du dossier de consultation des entreprises (DCE). Il permet de borner les attentes d'un maître d'ouvrage sur le plan fonctionnel et technique.

Notions de marchés publics

La formation s'appuie sur :

- l'étude de différents marchés publics,
- la loi MOP,
- les droits et obligations des parties (MOA, AMOA, MOE, Entreprise...).

Architecture et contenus d'un cahier des charges

A minima un cahier des charges comprend l'expression des besoins du commanditaire, le contexte et l'objet de la consultation, le contenu des prestations à réaliser, dont les volets techniques, financiers et le phasage. Les contenus concernant la planification et l'organisation du travail sont présentés en relation avec l'enseignement apporté en M6. Les aspects concernant la Qualité Sécurité Environnement (QSE) sont à prendre en compte.

Certains cahiers des charges permettent des propositions de variantes, il est important d'expliquer et d'illustrer ce concept.

Par ailleurs, il convient de montrer aux apprenants l'importance des documents d'illustration qui peuvent agrémenter un cahier des charges pour en faciliter la lecture et la compréhension (schémas, coupes techniques, plans...).

Analyse critique de cahiers des charges

À partir d'étude de cas, il convient d'analyser des cahiers des charges au regard de contraintes territoriales, environnementales, réglementaires et socio-économiques différentes (disponibilité de la ressource, budget de la maîtrise d'ouvrage (MOA), enjeux du territoire, délais de réalisation...).

Capacité évaluée	Critères d'évaluation	Savoirs mobilisés	Disciplines
C8.3 : Concevoir un projet technique adapté à la demande	<ul style="list-style-type: none"> - Pertinence des solutions proposées - Détermination du coût du projet - Qualité des représentations et de la modélisation 	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensionnement et choix des équipements - Calcul économique - Modélisation hydraulique - CAO/DAO 	<ul style="list-style-type: none"> - Sciences et techniques des équipements / Équipements des aménagements hydrauliques - Sciences économiques, sociales, et de gestion /Gestion de l'entreprise - Technologies de l'informatique et du multimédia - Agronomie - Mathématiques

Conditions d'atteinte de la capacité

La capacité est atteinte si l'apprenant est en mesure de concevoir, dimensionner, chiffrer, documenter et proposer une solution technique répondant à une commande contextualisée.

Attendus de la formation

À partir d'exemples diversifiés, l'enseignant s'efforce de former les apprenants au dimensionnement technico-économique et au choix des équipements afin qu'ils soient en mesure de concevoir des projets techniques et de les documenter.

Dimensionnement et choix des équipements

L'enseignement de cette partie du module 8 concerne les écoulements à surface libre (cours d'eau, canaux, passe à poisson, seuil, barrage, réduction débit, champs d'expansion, digue...). Les ouvrages d'assainissement non collectif sont traités dans le module 4. Les ouvrages d'assainissement des eaux pluviales et d'irrigation sont traités dans le module 7.

Caractérisation des écoulements à surface libre

L'enseignement de cette partie permet à l'apprenant d'apprécier :

- Les caractéristiques des écoulements à surface libre (périmètre mouillé, section d'écoulement, hauteur d'écoulement, tirant d'eau, largeur au miroir, rayon hydraulique, lit majeur, lit mineur) ;
- La structure morphologique des cours d'eau ;
- Les régimes d'écoulement : nombre de Froude, débit, vitesse moyenne, profondeur, pente du canal, coefficient de rugosité, pertes de charge dues au frottement (Manning-Strickler...), distribution des vitesses dans un canal ; notion d'influence aval, courbes de remous, ressauts hydrauliques, seuils, déversoirs, etc. ;

- Le fonctionnement d'un réseau hydraulique à surface libre : les écoulements uniformes et permanents, l'écoulement fluvial et l'écoulement torrentiel et les phénomènes d'ondes qui leur sont associés (courbes de remous, variation de niveau...);
- Les techniques de calcul de dimensionnement des réseaux à surface libre.

Les mathématiques sont mobilisées pour les calculs (périmètres, surfaces, débit...), la résolution d'équations, l'utilisation des puissances, les conversions d'unités, le dimensionnement des ouvrages (Formule de Manning-Strickler...).

L'utilisation du solveur de la calculatrice est ici vivement encouragée.

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

Éléments constitutifs d'un écoulement à surface libre

L'enseignant envisage les principaux éléments constitutifs associés à l'écoulement, la métrologie associée et les techniques de gestion des réseaux.

Pour les réseaux d'assainissement, l'enseignant aborde a minima les éléments suivants :

- Déversoir d'orage ;
- Bassin d'orage ;
- Poste de relevage ;
- Prétraitement (Séparateur à hydrocarbure ...);
- Gestion des eaux pluviales (ici sont remobilisés les contenus traités en M7) ;
- Mesures associées (métrologie).

Pour les écoulements naturels, l'enseignant aborde a minima les éléments suivants :

- Passe à poisson ;
- Seuil ;
- Barrage ;
- Champs d'expansion ;
- Digue ;
- Mesures associées (métrologie).

Les notions de zonage (PLU et assainissement) sont abordées. Cet enseignement est présenté en relation avec ceux apportés en M5 et M7.

Systèmes de mobilisation de la ressource

La formation comprend :

- Les techniques de captage, les techniques de forage ;
- Les tests de pompage ;
- Les périmètres de protection et aire d'alimentation des captages.

Dimensionnement d'ouvrage

À partir d'exemples choisis hors ANC (traité en M4) et irrigation (traités en M7), l'enseignant aborde les principes du dimensionnement.

Choix d'un aménagement hydraulique

À partir d'exemples concrets, l'enseignant amène les apprenants à faire une analyse comparative entre différentes options techniques afin de retenir une solution adaptée au diagnostic et au cahier des charges (dimensions environnementales, socio-économiques et réglementaires).

Dimensionnement économique d'un projet

Évaluation des besoins

La formation permet de déterminer et de quantifier les besoins humains, les besoins en matériels et en matériaux (fournitures, logistique) pour la réalisation d'un chantier.

Chiffrage

La formation aborde :

- L'utilisation de barèmes, références et bases de données ;
- La détermination des coûts : les mathématiques sont ici mobilisées pour déterminer des coûts maximums à l'aide d'étude de fonctions appropriées (second et troisième degré par exemple) ;
- L'optimisation du choix de matériel (acquisition, location) et gestion des stocks ;
- L'établissement de budgets, devis, BPU, DQE. Les mathématiques financières sont ici mobilisées pour calculer des annuités, des amortissements ;
- L'utilisation d'indicateurs économiques et financiers ;
- Élaboration de variantes d'offres de prix et d'avenants ;
- Les mesures compensatoires ;
- L'élaboration de mémoires technico-économiques et environnementaux ;
- ...

Suivi économique

La formation permet :

- La comparaison : budget prévisionnel / budget réalisé ;
- L'analyse des écarts. Cet enseignement est présenté en relation à celui apporté en C6.2.
- ...

Représentation et modélisation d'un système hydraulique dans le cadre d'un projet

Mise en œuvre d'un logiciel professionnel de modélisation hydraulique sur un projet concret

En tant que de besoin et en fonction des projets, des logiciels de modélisations de réseaux d'eau potable (porteur, EPANET), de réseaux d'assainissement (CANOE, EPASWMM), de modélisation de cours d'eau (HEC-RAS...) sont utilisés.

Mise en œuvre d'un logiciel professionnel de CAO/DAO sur un projet concret

La formation vise à permettre aux apprenants de s'approprier les objectifs de la représentation graphique. Les notions de plan de masse, de profil en long, de profil en travers, vues, coupes ... (définition et règles de représentation) sont présentées.

En tant que de besoin et en fonction des projets, les logiciels de CAO/DAO sont utilisés (Autocad, FreeCad, Inskape, TurboCad, Sketchup, SolidWorks...). La formation permet :

- D'aborder l'environnement, les concepts élémentaires et les fonctionnalités du logiciel choisi ;
- De réaliser des dessins, des plans cotés et des coupes ;
- De réaliser la mise en page ;
- De réaliser des impressions.

Un accent particulier est mis sur l'interopérabilité CAO/DAO – SIG et modélisation - SIG dont imports/exports. L'import de fichiers issus de logiciels de photogrammétrie dans les logiciels de CAO/DAO est abordé. Les notions de géométrie vu dans la capacité 8.1 du M8 sont remobilisées.

Modèles mathématiques pour les écoulements hydrauliques

La formation aborde :

- Le modèle différentiel pour les écoulements hydrauliques ;
- Les fonctions exponentielles type $K e^{ax}$ ou $a \ln(x) + b$;
- La détermination des minimum et maximum d'une fonction à l'aide de la dérivation ;
- Les équations différentielles du 1er ordre et du second ordre à coefficient constant ;
- Le modèle intégral ;
- La notion de primitive d'une fonction continue, calcul d'intégrales à l'aide de primitives.