

Document d'accompagnement du référentiel de formation



Inspection de l'Enseignement Agricole

Diplôme :
BTSA GEMEAU

Module :
M 52 Ressources en eau et aménagement hydraulique

Objectif général du module :
Analyser, à l'échelle d'un territoire, les données biophysiques, chimiques, agronomiques et écologiques nécessaires à la conception ou la gestion d'un aménagement hydraulique.

Indications de contenus, commentaires, recommandations pédagogiques

Ce module permet d'apporter aux apprenants les savoirs et les savoir-faire nécessaires à la mise en oeuvre d'une démarche d'analyse et à la compréhension, à différentes échelles, des transferts (eaux, sols, polluants, sédiments,...) au sein des territoires et des hydrosystèmes.

Les notions indispensables d'hydrologie, d'écologie, d'agronomie, d'hydrochimie, d'hydrobiologie, de géologie et de géotechnie, sont acquises à partir de l'étude de cas concrets.

Objectif 1 : Étudier les ressources en eau d'un territoire à différentes échelles

Cet objectif consiste à réaliser une approche globale des circulations de l'eau sur un territoire donné. Il vise à apporter les éléments nécessaires pour analyser les données d'un hydrosystème en vue de la conception ou la gestion d'un aménagement hydraulique. L'approche est basée, chaque fois que possible, sur des études de cas et des mises en situation pratiques.

Objectif 1.1 Identifier les principales ressources en eau en précisant les échelles d'étude

Mots-clés :

hydro-éco-région, bassin versant, masses d'eau, aquifère, nappe phréatique, cours d'eau, nappes fluviales, réservoirs artificiels

Initier notamment les apprenants à la notion de « masses d'eau » ainsi qu'à l'utilisation des bases de données existantes (exemples : Sandre, Cartage, Ades, etc.).

Identifier les caractéristiques d'un bassin versant (*forme, taille, altitude, dénivelé, climat, pédologie, géologie, facteurs anthropiques, occupation du territoire, etc.*) puis montrer les intérêts et les limites de cette échelle d'étude en fonction de la problématique envisagée.

La description d'un bassin versant peut être réalisée à partir d'études de cas en lien avec le thème de pluridisciplinarité « eaux-territoire-société ».

Objectif 1.2 Établir un bilan hydrologique

Mots-clés :

cycle de l'eau, bilan hydrologique, P, ETP, ETR, drainage, pluie efficace, typologie des climats, analyse fréquentielle

Évaluer l'ordre de grandeur des différents flux : P, ETP, P efficaces, ETR...

Construire le bilan hydrologique d'un territoire donné.

Étudier les caractéristiques de différents types de climats à partir de l'étude de données climatologiques

Montrer l'importance du climat sur le bilan hydrologique, en prenant différents exemples et établir une typologie des climats (en lien avec le module M51).

Objectif 1.3 Caractériser les différentes ressources en eaux superficielles et souterraines

Mots-clés :

cycle de l'eau, hydrosystème, ruissellement, hauteur d'eau, débit, hydrogramme, exutoire, flux, circulation de l'eau superficielle, caractéristiques d'un aquifère, typologie des aquifères, nappe libre, nappe captive, multicouches, piézomètre, surface piézométrique, circulation des eaux souterraines, relation eaux superficielles-eaux souterraines, résurgence, notions de sédimentologie

Présenter les principaux phénomènes hydrologiques à l'échelle d'un territoire ou d'un bassin versant, en abordant notamment :

- les caractéristiques d'un réseau hydrographique et les aptitudes hydrogéologiques des roches (porosité, perméabilité, loi de Darcy, ...);
- la circulation des eaux souterraines et des eaux de surface et leurs conséquences : érosion, transport, mécanismes de transport des particules sédimentaires, capacité de transport (diagramme de Hjulström);
- les relations entre les eaux superficielles et les eaux souterraines.

L'approche est basée sur des mises en situation pédagogiques à partir de cas concrets : levés et cartes piézométriques, observations de terrain, construction d'un hydrogramme, ...

Objectif 1.4 Étudier les caractéristiques hydriques d'un sol à l'échelle de la parcelle

Mots-clés :

porosité, perméabilité, humidités d'un sol, fonctions de pédotransfert, hydromorphie, réserves en eau d'un sol, circulation de l'eau, bilan hydrique.

Les pré-acquis de bac technologique STAV concernant les caractéristiques d'un sol et les relations « sol-climat-plante », sont nécessaires à la conduite de cet objectif. Il est conseillé de présenter la circulation et les mouvements de l'eau à l'échelle de la parcelle, et de mettre en évidence les notions de réserve hydrique d'un sol et de bilan hydrique.

L'approche est basée sur des mises en situations pédagogiques à partir de cas concrets : observations de profils pédologiques ou culturaux et d'états de surface, estimation de réserve à l'aide de fonctions de pédotransfert, calcul de bilans hydriques, ...

Objectif 2 : Apprécier la qualité de l'eau

Mots clés :

polarité, solvation, conductivité, densité, typologie des solutions, turbidité, unités spécifiques, équilibres chimiques, loi d'action de masses, les lois de modération, loi de Henry, TH, TA, TAC, DBO₅, DCO, indice de permanganate, concentration en espèces caractéristiques.

Objectif 2.1 Présenter les propriétés physico-chimiques de l'eau liées à la structure de la molécule

L'étude de la géométrie et de la polarité de la molécule d'eau permet d'aborder les propriétés de solvation et de conductivité qui sont fondamentales pour la suite.

Les principales propriétés physiques de l'eau sont présentées. Les relations entre certains paramètres importants sont exposées : masse volumique (ou densité) en fonction de la température par exemple.

Objectif 2.2 Caractériser les solutions et établir leur typologie.

Les différents types de solutions (ou de mélanges particuliers) sont identifiés et caractérisés : solution vraie, suspension colloïdale, émulsion ...

Les notions de concentration molaire, massique sont rappelées rapidement dans le but d'introduire les unités spécifiques (m³.L⁻¹ et °F).

Les mesures de matières en suspension (MES) et de turbidité sont interprétées. On présente le disque de Secchi.

Objectif 2.3 Caractériser les principaux équilibres chimiques permettant d'évaluer les paramètres de qualité de l'eau.

La loi d'action de masses est rappelée. Elle est appliquée aux différents équilibres chimiques.

Les lois de modération sont énoncées sans être approfondies. Par contre on les applique en insistant sur l'influence de la concentration, de la température et de la pression sur les équilibres.

Les notions d'acido-basicité et l'expression du pH sont rappelées. On se limite aux calculs à partir du pH et non l'inverse.

On prend comme exemples d'équilibres acido-basiques, ceux liés au gaz carbonique dissous et à l'azote ammoniacal.

Les notions de titre alcalimétrique (TA) et de titre alcalimétrique complet (TAC) sont introduites et leurs valeurs sont interprétées.

Les notions de base de l'oxydoréduction sont rappelées afin d'introduire les nombres d'oxydation.

La loi de Nernst peut être présentée, mais celle-ci n'est pas exigible et encore moins démontrée.

Les diagrammes de Pourbaix sont explicités et exploités dans le cas du traitement du fer et du manganèse.

Les équilibres de solubilité sont étudiés. La solubilité *s* est introduite ainsi que le produit de solubilité *K_s* et le *pK_s*. Le cas du fer et /ou de l'aluminium est (sont) des exemples à privilégier. L'influence du pH sur les différentes formes en solution est mis en exergue.

Les équilibres de complexation permettent d'expliquer les titres hydrotimétrique total, calcique, magnésien. Les valeurs de ces paramètres sont interprétées.

Dans les équilibres gazeux, on s'intéresse à l'interface eau-air. La loi de Henry est présentée et appliquée avec les unités du Système Internationale mais aussi avec les unités usuelles,

Les notions exposées ci-dessus sont appliquées au cas d'une eau mise à l'équilibre calco-carbonique en abordant les traitements correctifs (cas d'une eau agressive ou incrustante)

Les notions de DBO₅, DCO, Indice permanganate, NK, NGL font partie de ce module, mais sont abordées expérimentalement dans le module M58.

Objectif 2.4 Présenter les caractéristiques de l'écologie microbienne des eaux.

Mots-clés :

algues, bactéries, virus, protozoaires, substrat, croissance bactérienne, modèle de Monod

Ce sous-objectif doit apporter les bases qui serviront à l'objectif 4.5 du module M53. Il convient de le traiter en lien avec l'objectif 3.3.

Objectif 2.5 Évaluer la qualité biologique et microbiologique de l'eau d'un écosystème dulçaquatique.

Mots-clés :

IBGN et autres types d'indices biologiques, détermination d'un indice biologique, indice diatomées, microbiologie en lien avec la qualité de l'eau.

Il s'agit de présenter les différents types d'indices biologiques en insistant sur le caractère intégrateur des pollutions. L'enseignant veille, chaque fois que possible, à privilégier les mises en situation pratiques en laboratoire ou sur le terrain (interprétation d'un indice biologique, caractérisation d'un microorganisme, etc.).

Objectif 3 : Préciser les caractéristiques des écosystèmes dulçaquatiques et celles de l'écosystème « sol »

Cet objectif constitue une approche écologique, biologique et microbiologique de la ressource en eau. L'eau est aussi considérée comme un milieu du vivant, en étroite interaction avec le sol.

On s'appuie sur les pré-requis d'écologie générale, pour faire comprendre globalement le fonctionnement des écosystèmes dulçaquatiques et les principes des indices biologiques en vue d'apprécier la qualité biologique des masses d'eau.

Il vise aussi à expliquer les flux de matière et leur évolution dans les milieux dulçaquatiques et terrestres, notamment en vue de la compréhension des phénomènes d'épuration biologique.

L'approche est basée, chaque fois que possible, sur des études de cas concrets à réaliser sur le terrain.

Les acquis de microbiologie sont réinvestis dans le M58 pour caractériser la qualité microbiologique d'une eau potable. (remarque à intégrer éventuellement à l'objectif 32)

Objectif 3.1 Expliquer le fonctionnement et la dynamique des écosystèmes dulçaquatiques lotiques et lenticques

Mots-clés :

écosystème, biotope, biocénose, écosystèmes lotiques et lenticques, hydromorphologie, flux de matière, bioaccumulation, bioconcentration, bioamplification, qualité microbiologique d'une eau potable, aptitude du cours d'eau à la vie piscicole, Systèmes d'Évaluation de la Qualité (SEQ)

Il est conseillé de privilégier les approches comparatives (écosystèmes lotique et lenticque), les appuis sur des exemples professionnels et les mises en situation pratiques en laboratoire ou sur le terrain (réalisation d'études, par exemple une évaluation d'aptitude piscicole)

Objectif 3.2 Préciser les caractéristiques et le rôle de différents types de zones humides

Mots-clés :

caractéristiques d'une zone humide, hydromorphie, plantes hygrophiles, marais, prairies inondables.

Les différents types des zones humides peuvent être repérés en se référant à la convention de Ramsar. Identifier les caractéristiques des zones humides en insistant sur leur rôle écologique, hydrologique, physico-chimique et patrimonial.

Objectif 3.3 Présenter les cycles biogéochimiques spécifiques aux milieux dulçaquatiques

Mots-clés :

Cycle de l'azote et du phosphore, recyclage de la matière minérale, eutrophisation, dystrophisation, processus d'autoépuration et d'épuration biologique, flux géochimiques dans le paysage : zones tampons, phénomènes érosifs.

Présenter les caractéristiques des cycles biogéochimiques de l'azote et du phosphore, en insistant sur leur importance pour le maintien et la survie des écosystèmes.

Montrer l'évolution d'un milieu dulçaquatique en cas d'eutrophisation et de dystrophisation.

Sensibiliser, à partir d'un exemple local, les apprenants à l'écologie du paysage.

Des calculs simples de bilans minéraux à l'échelle d'un bassin versant peuvent être réalisés.

Objectif 3.4 Expliquer l'activité biologique d'un sol

Mots-clés :

facteurs d'évolution de la matière organique, activité microbienne, pouvoir épurateur du sol.

S'appuyer sur les pré-acquis de bac technologique STAV sur le fonctionnement d'un sol.

Expliquer l'évolution de la matière organique (humification , minéralisation,...),

Mettre en évidence les facteurs influençant l'activité microbienne du sol.

Expliquer le pouvoir épurateur du sol et montrer son importance, mais aussi ses limites, dans des applications variées (assainissement, zones tampons, épandage, bandes enherbées etc.)

Objectif 4 : Mettre en évidence les liens existant entre les pratiques agricoles et les ressources en eau

Remarques : Les impacts des pratiques liées directement à un système hydrotechnique (système d'irrigation, réseau de drainage, etc.) sont étudiés plus spécifiquement dans le module M53.

Objectif 4.1 Expliquer l'importance agronomique de l'eau à l'échelle de la plante et à celle de la production agricole.

Mots clés :

effets sur croissance et le développement, conséquence d'un stress hydrique, sécheresses édaphique ou hydrologique

S'appuyer sur les pré-acquis de bac technologique STAV sur le fonctionnement d'un peuplement végétal.

Objectif 4.2 Caractériser l'incidence des pratiques agricoles sur les flux d'eau

Ne pas viser une approche exhaustive mais privilégier les thématiques et problématiques ayant un intérêt régional à partir de l'étude de cas concrets.

Privilégier, chaque fois que possible, la démarche suivante :

- Identification des facteurs anthropiques en cause (en complément des facteurs du milieu vu dans l'objectif 2) :
 - pratiques : travail du sol, amendements, (drainage, irrigation), choix et conduite systèmes cultures, ...
 - aménagements : répartition spatiale des cultures, assolement, couverts, maillage bocager,...
- Diagnostic (présentation de démarches possibles)
- Présentation de solutions possibles :
 - des stratégies préventives et curatives de l'érosion,
 - des stratégies d'adaptation au manque d'eau ou aux limitations des prélèvements : esquisse, évitement, tolérance, rationnement (à traiter en lien avec l'objectif 1 du M53)
 - des stratégies vis-à-vis d'un excès d'eau : drainage, assainissement, choix des espèces cultivées

Objectif 4.3 Caractériser l'incidence des pratiques agricoles sur la qualité de l'eau

Ne pas viser une approche exhaustive mais privilégier les thématiques et problématiques ayant un intérêt régional à partir de l'étude de cas concrets.

Privilégier, chaque fois que possible, la démarche suivante :

- Identification des facteurs anthropiques (en complément des objectifs 2 et 3) :
 - pratiques : fertilisation, protection phytosanitaire, effluents, irrigation , drainage, ...
 - aménagements : répartition spatiale des cultures, assolement, bandes enherbées, types de couverts, haies, agroforesterie ...,
- Diagnostic (présentation de démarches possibles : exemples : bilan CORPEN , indicateurs de pression polluante, IFT, ...)
- Présentation de stratégies préventives et curatives à l'échelle de la parcelle ou de l'exploitation ou d'un territoire.

Objectif 5 : Apprécier l'adéquation entre les ressources hydriques et les demandes en eau en fonction des usages

Cet objectif intégratif du module est à construire à partir d'une ou de plusieurs études de cas clairement identifiées. Il peut être pertinent de faire sur un territoire, l'inventaire des usages (eau potable, irrigation, etc.), une estimation des disponibilités en fonction de la quantité et de la qualité des ressources en eau disponibles et une évaluation de l'accessibilité ou de la vulnérabilité de la ressource en eau, d'un point de vue qualitatif ou quantitatif.

Cet objectif est avant tout à visée méthodologique ; il peut fournir aux apprenants l'occasion :

- de rechercher des paramètres ou des données adaptées à une problématique,
- de mobiliser des méthodes pertinentes d'appréciation de la quantité ou de la qualité (réalisation d'indices biotiques, interprétation d'analyses en tenant compte des usages et de la réglementation),
- de formuler un jugement global à l'issue d'une analyse.

A traiter en lien avec le M51 et la pluridisciplinarité « eau , territoires, sociétés »

Objectif 6 : Prendre en compte des données géotechniques et topographiques interférant avec l'aménagement hydraulique

Objectif 6.1 Caractériser les propriétés et les comportements mécaniques d'un sol

Mots clés :

Mécanique des sols et essais : identification des sols, stratigraphie, sondage, prospection électrique, teneur en eau, analyse granulométrique, limites d'Atterberg, cohésion, cisaillement, compactage, frottements internes, œdométrie, glissement, tassement,...

Ce sous-objectif consiste à faire acquérir les fondements de mécanique des sols prérequis pour aborder les objectifs 6.2, 6.3, 6.4.

La mise en œuvre des essais, en laboratoire ou in-situ, est plus spécifiquement à aborder dans le module M58.

Objectif 6.2 Utiliser les documents d'urbanisme ou d'aménagement

Mots clés :

PLU (Plan Local d'Urbanisme), SCOT (schéma de cohérence territoriale), Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE...), Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE)

Eviter toutes redondances avec les modules M 56 et M 51.

Aborder ce sous-objectif de façon pragmatique à partir de cas concrets en lien avec les activités pluridisciplinaires.

Objectif 6.3 Prendre en compte des données géotechniques interférant avec les équipements

Mots clés :

érosion, fondations et soutènements

Etudier les données hydrotechniques afin d'établir les documents du zonage d'assainissement.

























Etudier les documents nécessaires à l'implantation de l'assainissement non collectif.




















Objectif 6.4 Prendre en compte des données topographiques ou géomorphologiques interférant avec la gestion du risque inondation.

Mots clés :

PPRI, étude de cas concret

Références documentaires ou bibliographiques pour ce module

	La géologie au service des hommes, entretiens de Saint Cloud, bulletin de la société Géologique de France, 8 ^{ème} série, tome I, n°7, 1985
	Comprendre et enseigner la planète terre, J.M. Caron, A. Gauthier, A. Schaaf, J. Ulysse, J. Wozniak, Ophrys 2004
	Environnements géologiques et activités humaines, H. Chamley, Vuibert 2002
	Géologie de la matière organique, F. Baudouin, N. Tribovillar, J. Trichet, SGF-Vuibert, 2008
	Hydrogéologie – Objets, méthodes, applications, E. Gilli, C. Mangan, J. Mudry, Dunod 2004
	Géologie, Bases pour l'ingénieur, Aurèle Parriaux, Presses polytechniques et universitaires romandes, 600 p. [2009]
	Hydrologie, une science pour l'ingénieur, B. Hinsay, C. Picouet, A. Musy, Presses polytechniques et universitaires romandes, 616 p. [2009]
	Les bases de la sédimentologie, H. Chamley, Dunod 2004
	Sciences de la Terre et de l'univers, A. Brahic, M. Hoffert, R. Maury, A. Schaaf, M. Tardy, Vuibert 2006
	Terre, portrait d'une planète, Marshak, De Boeck 2010-10-21
	L'eau, milieu naturel et maîtrise, GROSCLAUDE (G.) (coord.), tome 1 et 2, collection « Un point sur... », INRA éditions, 1999
	Sols et environnement, Girard-Walter-Rémy-Berthelin-Morel, [2008] Dunod
	Le sol - Propriétés et fonctions : Phénomènes physiques et chimiques, applications agronomiques et environnementales, R.Calvet, [2003] La-France agricole, Dunod
	Le Sol, sous la direction de P. Stengel, L. Brucker et J. Balesdent, INRA, [2009] Editions QUAE
	Diagnostic de la pollution des eaux par les produits phytosanitaires, CORPEN, groupe phytopratt, , JUIN 2001
	Elevages et environnement, Espagnol S- Leterme P, [2010] Quae, Educagri
	Conserver les zones humides, Barnaud G-Fustec E, [2007] Quae, Educagri
	Ecologie du paysage, F. Burel, J. Baudry, Editions TEC et DOC, 358p., [1999]
	Pour une gestion spatiale de l'eau ; Comment sortir du tuyau ? ; Narcy JB, [2004] Peter Lang éditions Bruxelles , collection Ecopolis
	Milieu aquatique et document d'incidences ; D. BARIL, [2000] Collection mise au point
	Chimie des oxydants et traitement des eaux, M.DORE, [1989] Tec & doc-Lavoisier
	Processus unitaires du traitement de l'eau potable, W~.J.MASSCHELEIN, [1996] Tec & doc-Lavoisier
	Mémento technique de l'eau, Degrémont, [1989] Tec & doc-Lavoisier
	Les traitements de l'eau, C.CARDOT, [1999] Ellispes

	Techniques appliquées au traitement de l'eau, C.CARDOT, [1989] Ellisipes
	L'analyse de l'eau, J. RODIER, [2009] Dunod
	Chimie des milieux aquatiques, L. SIGG – P. BEHRA –W. STUMM, [2006] Dunod
	La chimie en classe supérieur, S. ODDOU, [2007] Vuibert
	Eaux méthodes d'essai, afnor, [1986] Afnor
	Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau, F. RAMADE, [1988] Ediscience international
	L'assainissement des agglomérations: techniques d'épuration actuelles et évolutions, agences de l'eau et ministère de l'environnement Agences de l'eau
	Le livre noir de l'environnement, Etat des lieux planétaire sur les pollutions , H.AUGIER , JP.Bertrand, [2008] Editions Alphée.
	Estimation des risques environnementaux des pesticides, E.Barriuso (coord.), [2004] Collection « Un point sur... »,INRA éditions
	Guide des Matières Organiques Tome 1 et 2,B.Leclerc, [2001] ITAB
	INRA, <i>Productions Végétales et Sécheresse</i> , revue Innovations Agronomiques, sur site internet du CIAG, http://www.inra.fr/ciag , juin 2008,
	INRA, Expertise « sécheresse et agriculture », novembre 2006, http://www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/secheresse_et_agriculture_rapport_d_expertise
	Gestion des peuplements végétaux et des ressources du milieu, cours d'agronomie, T. DORE, AGROPARISTEC, http://138.102.82.2/cours/agronomie/gestion-des-peuplements-vegetaux-et-des-ressources-du-milieu=article11.html [consulté le25/10/10]
	BRUAND (A.), COUSIN (I.), RICHARD (G.) , <i>Prédiction des propriétés de rétention en eau des sols : outils disponibles et perspectives</i> , dans « <i>Les fertilités du sol et les systèmes de culture</i> », 6 ^{èmes} rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse de terre, THEVENET (G.) et FAEDY (L.) ed., COMIFER, Paris, nov. 2003, pages 87-96 .
	Extrait cours ; Géotechnique, INSA Toulouse, M CYR, J LERAU, [2009] http://www.cours-genie-civil.com/IMG/pdf/chapitre_1-proprietes_physiques_des_sols.pdf
	L'étude d'impact sur l'environnement ; P. Michel , BCEOM, [2001] http://ufcna.com/Etude-impact-objectif.pdf
	Vers une agriculture plus respectueuse de l'environnement. La dynamique de la production de techniques agricoles plus écologiques en France, S Bonny, [1994] Cahiers Agricoles : http://www.john-libbey-eurotext.fr/fr/revues/medecine/bdc/e-docs/00/04/1A/3C/article.phtml
	Protection des cultures et préventions des risques de pollution des eaux par les produits phytosanitaires utilisés en agriculture, C.O.R.P.E.N.,[1995] http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN_1995_06_protection_culture_prevention_risque_pollution_resume.pdf
	Interactions entre agriculture et environnement. Quels outils de diagnostic ? ADEME/MAPA. Paris. Actes du colloque du 2 avril 1997.