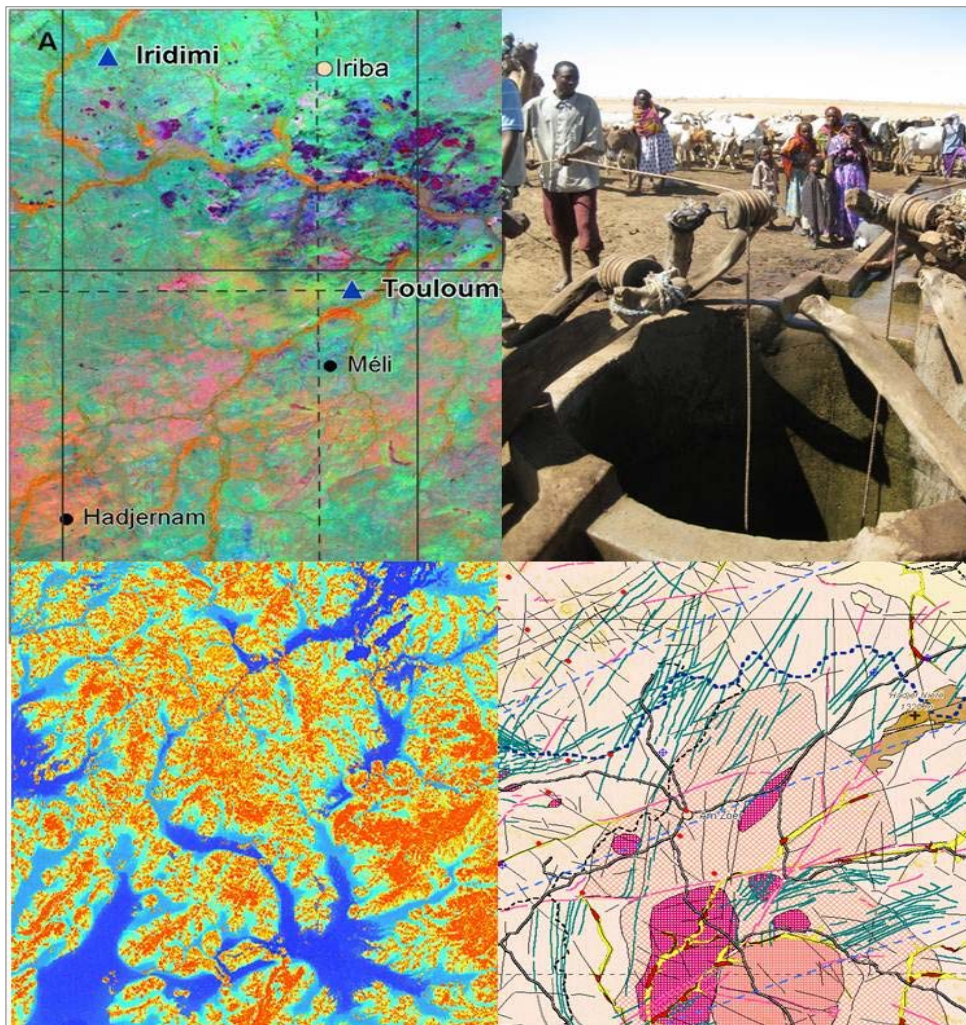




MASTER I HydroSIG

CONCEPT et MAQUETTE



1. Présentation

Le Schéma Directeur de l'Eau et de l'Assainissement (SDEA) du Tchad met l'accent sur la nécessité de renforcer les connaissances dans les secteurs hydrogéologiques et hydrologiques afin de mieux appréhender le fonctionnement et les interactions des grands aquifères qui sont encore très mal connus. Le renforcement des capacités nationales est une priorité pour assurer une mise en valeur durable des ressources en eau, cela afin de contribuer au développement social et économique du pays. A cet effet, la mise en route d'un Master professionnel en Hydrogéologie et SIG (Master HydroSIG) au Tchad, contribuera à la réalisation des objectifs du SDEA en offrant une formation hautement spécialisée aux cadres tchadiens, formation étroitement liée à la production de nouvelles connaissances,

2. Objectifs

La formation en Master Professionnel HydroSIG a le double objectif de former des professionnels du secteur de l'eau et des étudiants à la compréhension et à la résolution des problèmes de gestion qualitative et quantitative des eaux de surface et souterraines, du sol et à l'utilisation des systèmes d'information géographique à des fins d'analyses spatiales. L'enseignement et les stages qui lui sont associés conduiront à la formation de spécialistes à même d'appréhender les ressources en eau du territoire tchadien.

Le programme offre aux participants une composante théorique, complétée par des exercices, des études de cas et des mises en situation.

A la fin du programme, les candidats seront en mesure de :

- Caractériser les aquifères
- Comprendre les interactions entre eaux de surface et eaux souterraines
- Cartographier les ressources en eau
- Cartographier les différents types de sol
- Caractériser la qualité des eaux
- Identifier des zones favorables au développement de l'irrigation
- Réaliser des enquêtes de terrain et des échantillonnages

- Optimiser la gestion de la ressource en eau en proposant des aménagements locaux
- Proposer des stratégies pour faciliter les relations éleveurs/agriculteurs
- Collecter, maintenir et analyser des données de terrain géolocalisées
- Produire, gérer et maintenir des bases de données
- Utiliser les SIG à des fins d'analyses géospatiales

3. Public-cible

Le Master HydroSIG propose aux professionnels du secteur d'approfondir leurs connaissances dans le domaine de la gestion des ressources en eaux de surface et souterraines, à travers une approche intégrant les technologies d'analyses numériques les plus avancées. Une attention particulière sera adressée aux cadres concernés du Ministère de l'Hydraulique Rurale et Urbaine, pour lesquels 10 places seront réservées. La filière pourra s'ouvrir à d'autres professionnels du secteur (ministères sectoriels, entreprises privées, etc.) dans la limite des places disponibles.

Le Master HydroSIG s'adresse également aux étudiants titulaires d'une Licence en sciences de la terre ou de tout autre diplôme équivalent. Quatorze places seront réservées à ces étudiants lors de la prochaine rentrée académique. Afin de garantir une équité entre les deux institutions universitaires tchadiennes actuellement en charge de la formation de géologues et d'hydrogéologues, à savoir l'université de N'Djaména et l'Institut Universitaire Polytechnique et de Mongo, 7 étudiants proviendront de chacune de ces institutions pour pourvoir aux quatorze places réservées. Ultérieurement, le nombre de places pourrait être élargi, si les ressources et les capacités le permettent.

En termes d'opportunités, le Master HydroSIG permettra aux cadres concernés du Ministère de se faire reclasser à la fonction publique. Il permettra, en plus des débouchés potentiels (v. ci-dessous), aux étudiants qui le désirent de poursuivre leur cursus universitaire vers le troisième cycle dans les domaines de l'hydrogéologie, de la géologie et des techniques d'interprétations et d'analyses spatiales.

L'accès des femmes tchadiennes à la formation supérieure constituera une priorité au cours du processus de sélection des candidats. Cette priorité n'occultera cependant pas la

nécessité de tenir compte des compétences des candidats au moment de leur recrutement. Ainsi, le processus de sélection se fera sur la base du principe « **à compétences égales, la priorité sera donnée à la femme** ».

4. Domaines à couvrir et priorités

Sans sous-estimer les aspects théoriques essentiels, le Master HydroSIG met la priorité sur les enseignements pratiques à finalité professionnelle. Les travaux dirigés, pratiques, les stages de terrain et les travaux personnels de l'étudiant prennent une place principale, avec des volumes horaires, des crédits ECTS et des coefficients d'évaluation importants.

Les modules obligatoires fondamentaux, domaines essentiels de la formation, sont les suivants :

- l'hydrogéologie générale et la gestion des ressources en eaux souterraines ;
- l'hydrologie et la gestion des eaux de surface ;
- les méthodes de prospection géophysique appliquées à la recherche de l'eau ;
- l'hydrochimie et la qualité des eaux; la pollution et la vulnérabilité des aquifères ;
- les méthodes modernes de cartographie, combinant les techniques de télédétection, SIG et le terrain;
- l'implantation, la réalisation et le test d'ouvrages de captages et d'adduction.

Une place importante est également réservée aux aspects environnementaux, notamment l'impact des changements climatiques sur la ressource en eau. Les principes de géochimie isotopique (isotopes stables et radiogéniques) et les travaux pratiques seront introduits au deuxième semestre.

L'enseignement comprendra également des modules transversaux fondamentaux consacrés au monde professionnel et à la problématique de l'eau dans sa globalité au Tchad, cela sous forme des cours suivants:

- Anglais technique
- Sociologie du développement (approche axée sur les problèmes sociologiques liés à la gestion de l'eau, notamment en milieu rural)
- Législation de l'eau au Tchad
- Gestion de projets et gestion de l'entreprise

Un module de Communication et Méthodologie de Recherche Scientifique sera proposé au premier semestre afin d'améliorer les aptitudes relatives à la recherche d'informations scientifiques, la rédaction de rapports et la communication orale. Ces connaissances seront

mises en œuvre par l'étudiant tout au long du cursus de Master 1 sous forme de rapports de stages de terrain, de rapports de travaux pratiques, de restitutions orale et écrite d'articles scientifiques, etc.

Une partie des cours du premier et du deuxième semestre seront optionnelles afin d'offrir aux étudiants, dans le cadre du système LMD, une certaine flexibilité au niveau de l'approfondissement de leurs connaissances en fonction de leur sensibilité scientifique, tout en maintenant intact l'objectif de la formation. Au premier semestre l'étudiant pourra choisir entre:

- *Géologie Structurale I* ou *Ressources Minérales et Énergétiques* ;
- *Sédimentologie* ou *Géologie de l'Afrique* ;
- *Topographie et géomorphologie* ou *Représentation Cartographique*.

et au deuxième semestre entre :

- *Géologie structurale II* ou *Génie Civil appliqué aux ouvrages hydrauliques* ;
- *Géostatistiques* ou *Gestion des risques hydrologiques*.

Des séminaires et conférences permettront d'approfondir la connaissance de la problématique de l'eau, sur des aspects technologiques, sociologiques, environnementaux, etc. L'organisation de ces séminaires et conférences se fera grâce à la coordination avec les autres cursus universitaires, les partenaires sur place travaillant dans le domaine ou la venue d'experts internationaux.

5. Spécificités

Cette formation professionnelle diplômante est destinée à la fois aux étudiants issus de la filière universitaire traditionnelle et aux professionnels du secteur de l'eau souhaitant développer leurs connaissances dans le domaine de l'hydrogéologie et des technologies numériques du traitement et de l'analyse de l'information spatiale. Le Master HydroSIG a une vocation résolument pratique et opérationnelle dans les domaines de l'hydrogéologie, notamment en régions à dominante climatique sahélienne et saharienne, cela en recourant aux technologies numériques les plus avancées dans le domaine de l'interprétation et de l'analyse spatiale.

Cette mixité socioprofessionnelle a pour ambition de créer des réseaux d'échange et de collaboration entre les professionnels du secteur de l'eau, les entrepreneurs du secteur privé, le monde universitaire et les jeunes diplômés. Elle résultera notamment de l'interaction entre les milieux professionnels et universitaire dans l'élaboration de la

maquette des programmes. *Ainsi, non seulement dans le paysage académique tchadien mais aussi dans toute la région sahélienne, ce Master est particulièrement original dans la mesure où, d'amont en aval, il résulte d'une interaction forte entre université et milieu professionnel.*

6. Débouchés et activités futures des participants

L'implication de professionnels nationaux, qui affichent également une expérience dans l'enseignement, est un gage important pour assurer une formation bien en phase avec les débouchés professionnels actuels et futurs liés à l'eau sur le territoire tchadien.

Dans le cadre de leurs engagements contractuels, les participants professionnels du secteur de l'eau, détachés de leurs obligations professionnelles pour la durée de la formation, retourneront en priorité dans leurs institutions d'origine afin de mettre en œuvre les techniques et les méthodes acquises. Ces professionnels auront la possibilité de revaloriser leur carrière à l'issue de la formation en se reclassant dans la fonction publique tchadienne.

Les cadres du MHRU ou les étudiants issus de la filière universitaire, pourront également, au terme du 2^{ème} semestre de Master HydroSIG, poursuivre leurs études en transitant sur une 2^{ème} année de Master dans le domaine des sciences de la terre, de l'hydrogéologie ou de la télédétection & SIG.

Les débouchés pour les étudiants issus de la filière universitaire seront essentiellement la fonction publique tchadienne, auprès des ministères sectoriels, ou la contractualisation par des organismes privés, spécialisés dans le domaine de l'eau. En effet, de nombreuses entreprises privées spécialisées dans les travaux de captage et d'adduction d'eau existent au Tchad.

7. Contraintes ou services à assumer

Le Master HydroSIG a pour vocation d'offrir une formation professionnelle axée sur la pratique liée à la gestion de l'eau. Sa mise en œuvre impliquera un budget conséquent dans les infrastructures et la logistique (matériels pour travaux pratiques, logiciels et licences, sorties de terrain, etc.), mais aussi l'équipement d'une bibliothèque, la prise en charge du personnel non universitaire aux enseignements, etc.

Le financement octroyé par la Coopération Suisse dans le cadre du projet « RésEau – Cartographie des Ressources en Eau » permettra de pourvoir aux besoins d'investissement en équipements dûment identifiés. La qualité et le choix des supports à fournir sont déterminants sur la qualité résultante de la formation.

Les nombreuses grèves qui secouent le monde universitaire tchadien représentent un risque considérable au bon déroulement de l'année académique du Master. Pour minimiser ce risque, le Centre National d'Appui à la Recherche hébergera le Master HydroSIG, dans un local qui lui sera entièrement dévolu. Les travaux pratiques seront par contre pour la plupart effectués à la Faculté des Sciences Exactes et Appliquées, sise au quartier Farcha.

L'absence d'une connexion internet régulière et fiable pourrait représenter une contrainte majeure à l'exécution des activités de formation, impliquant en grande partie sur l'utilisation des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (Télétection & SIG, nombreuses modélisations numériques sollicitées par certains travaux pratiques, travail personnel des étudiants, etc.).

Afin de compléter les compétences présentes au sein du Consortium des Universités et Instituts Tchadiens (CUIT), des professionnels du secteur de l'eau ou des cadres supérieurs de ministères sectoriels seront invités à participer aux enseignements. Les externes au CUIT devront être rétribués dans le cadre du budget des institutions sous tutelle du Ministère de l'Enseignement, de la Recherche et de la Formation Professionnelle Supérieurs (MERFPS), responsables de ce Master.

Un soutien financier à mobiliser dans le cadre d'un accord qui liera la Coopération Suisse, l'Ambassade de France et le MERFPS permettra d'assurer la participation ou l'appui d'enseignants et chercheurs en provenance d'institutions étrangères, dont l'Université de Neuchâtel (3 professeurs), l'université de N'Gaoundéré (un professeur), l'IRD (2 professeurs) et l'Université de Nancy (un professeur). Il est de la responsabilité du MERFPS de mettre en place un plan de renforcement du corps enseignant tchadien, en soutenant la formation de Docteurs ès-Sciences dans le domaine de l'eau. L'appui de la Coopération Française est attendu dans ce cadre.

8. Organisation de l'enseignement

Le Master HydroSIG est organisé par le Ministère de l'Enseignement, de la Recherche et de la Formation Professionnelle Supérieurs (MERFPS), à travers l'Université de N'djaména, le Centre National d'Appui à la Recherche et l'Institut Universitaire Polytechnique de Mongo.

Ces institutions, regroupées dans le cadre d'un Consortium présidé par le Recteur de l'Université de N'djaména, participent à la formation en mobilisant les ressources humaines, financières et matérielles requises à la mise en œuvre du cursus. La coordination des activités de conception et de planification du démarrage du Master HydroSIG est placée sous la supervision du Directeur de la Recherche Scientifique et Technique.

UNIVALOR S.A., partenaire du CUIT, sera chargé des aspects logistiques liés à la mise en œuvre de la formation. Les cours pratiques seront dispensés à la Faculté des Sciences Exactes et Appliquées de Farcha et les cours théoriques ainsi que les activités nécessitant un l'usage de l'outil informatique seront dispensés au CNAR.

Les cours sont regroupés comme suit:

- cours magistraux (CM): 37% au premier semestre, 32% au deuxième semestre ;
- travaux dirigés (TD): 15% au premier semestre, 12% au deuxième semestre ;
- travaux pratiques (TP): 17% au premier semestre, 30% au deuxième semestre ;
- travail personnel de l'étudiant (TPE): 32% au premier semestre, 26% au deuxième semestre.

La programmation des cours s'effectuera selon un calendrier hebdomadaire ou sous forme de cours bloqués, encore appelés cours-blocs, lorsque la présence de l'enseignant concerné à N'djaména est ponctuelle. Un calendrier académique (emploi du temps) sera élaboré ultérieurement en tenant compte de la disponibilité des enseignants locaux et étrangers, des jours fériés, etc. La rentrée académique est prévue pour Octobre 2013.

Quinze jours de stages de terrain seront planifiés durant le deuxième semestre. Ils sont organisés comme suit :

Un stage « Eau » : *Hydrogéologie, Hydrochimie & Hydrologie*. Le stage aura une durée de 5 jours et s'effectuera aux alentours de N'Djaména. Il comprendra:

- ✗ 2 jours de stage en Hydrogéologie/Hydrologie
- ✗ 3 jours de stage en Hydrochimie et qualité des eaux

Un stage « Socle et Couverture », qui se déroulera aux alentours de Mongo et permettra de couvrir en 5 jours, les aspects suivants :

- ✗ GPS et validation d'images satellitaires (1 jour)
- ✗ Pédologie et Sédimentologie (1 jour)
- ✗ Géologie structurale et Coupe Géologique (1 jour)
- ✗ ? Hydrogéologie et Géophysique (2 jours)

Trois sorties, d'une durée de 1 jour chacune, sont programmées pour effectuer une prospection hydrogéologique, en recourant notamment à la géophysique et pour suivre la réalisation d'un captage d'eau et d'un essai de pompage

La formation met également l'accent sur les travaux pratiques. Ainsi, parmi les TP qui représentent le cœur de la formation, on peut noter :

- 12h de pratique dans un laboratoire d'analyses des eaux ;
- 9h de cartographie de la vulnérabilité des aquifères ;
- 30h de pratique sur des logiciels SIG ;
- 40h de pratique sur les applications de la télédétection et de la cartographie géologique à l'établissement des cartes hydrogéologiques et à la caractérisation des aquifères ;
- 22h d'interprétation de données géophysiques à l'aide de logiciels.

9. Évaluation et validation du Master HydroSIG

Le Master 1 HydroSIG est mis en place dans le cadre de la réforme LMD régie par des critères spécifiques. Ce système vise à renforcer les capacités des systèmes d'enseignement supérieur en proposant une offre de formation adaptée à la professionnalisation dans un cadre harmonisé. Plusieurs événements, dont la Déclaration des Chefs d'État de la zone CEMAC du 11 février 2005 à Libreville sur la construction de l'espace CEMAC de l'enseignement supérieur, de la Recherche et de la formation professionnelle, le séminaire tenu du 29 Août au 02 Septembre 2006 à N'djaména sur le thème « *L'Enseignement Supérieur Tchadien et le Système LMD : une conférence pour mieux comprendre les enjeux de la réforme* », ont permis, en regroupant différents acteurs issus de divers secteurs, dont l'éducation et l'entreprise, de poser les jalons du Système LMD et de ses possibilités d'application, en tenant compte des spécificités de la zone CEMAC.

Dans le cadre du Système LMD, la première année de Master équivaut à la validation de 60 crédits ECTS répartis en deux semestres (30 crédits par semestre). Un crédit équivaut à un volume horaire compris entre 15 et 20 heures ; ce qui correspond à une fourchette de 900 à 1200 heures de charges horaires à répartir sur deux semestres académiques, comprenant chacun 14 à 16 semaines.

Les matières sont regroupées en Unité d'Enseignement Obligatoire Fondamentale (UEOF : 18 crédits par semestre), Unité d'Enseignement Obligatoire Transversale (UEOF : 06 crédits par semestre) et Unité d'Enseignement Optionnelle (UEO : 6 crédits par semestre).

Trois cas de figures peuvent être distingués selon qu'une matière est composée:

- des cours magistraux (CM), des travaux dirigés (TD), des travaux pratiques (TP) et des travaux personnels (TPE) ;
- des CM, des TD et des TPE ;
- ou seulement des TP.

L'évaluation des compétences d'un étudiant porte à la fois sur les aspects théoriques (cours magistraux) et pratiques (travaux pratiques) de la formation. L'investissement personnel de l'étudiant sera évalué à travers des rapports produits dans le cadre de travaux nécessitant du temps de recherche personnel et comptabilisé avec les notes de travaux pratiques. Ce sera, par exemple, le cas des stages de terrain qui feront l'objet d'un rapport intégrant à la fois les résultats de terrain et un travail personnel de recherche par l'étudiant pour l'élaboration d'un argumentaire scientifique rigoureux. Le calcul des moyennes tiendra compte des pourcentages suivants :

- matières avec travaux pratiques : 30% pour les contrôles des connaissances théoriques en cours de semestre (contrôles continus ou CC : leur nombre sera laissé au soin de l'enseignant), 30% pour l'évaluation des TP (dont 40% pour les rapports que l'étudiant produit à l'issue de chaque séance de TP et 60% pour un examen de TP qui interviendra en fin de semestre) et 40% pour un examen dit terminal qui permet d'évaluer les connaissances théoriques et se déroulera sur une période bloquée à la fin du semestre.
- Matières sans travaux pratiques : 40% pour les contrôles des connaissances théoriques en cours de semestre (contrôles continus) et 60% pour un l'examen terminal.

Le tableau suivant résumant la situation en termes de CC et examens sur le déroulement d'une année académique entière, cours par cours.

N.B. : Les cours seront ultérieurement regroupés en modules afin de réduire le nombre d'évaluations.

Tableau 1: Tableau des évaluations. A: premier semestre; B: deuxième semestre.

National de formation des formateurs, créé dans le cadre du plan triennal de renforcement des capacités en termes des ressources humaines au sein du Ministère de l'Enseignement, de la Recherche et de la Formation Professionnelle Supérieurs représente une source additionnelle de financement pour assurer la formation des enseignants tchadiens impliqués dans le Master HydroSIG. Ainsi, les ressources humaines locales compétentes, qui représenteront plus des 2/3 des enseignants au démarrage, seront suffisantes pour assurer, à moyen terme, l'ensemble des responsabilités académiques liées au Master HydroSIG.

b) ***Les ressources financières***

Les moyens financiers nécessaires à la mise en œuvre du Master seront mobilisés à plusieurs niveaux, local et extérieur. Au niveau local, les institutions impliquées ayant déjà l'expérience du fonctionnement en consortium, alloueront des lignes de crédits de leur budget au Master HydroSIG, à l'instar des autres Masters (exemple du Master ESSO) mis en route dans le cadre du même Consortium.

En particulier, le fonctionnement en consortium garantira un accès plus facile à des ressources financières plus importantes.

L'appui financier du projet « RésEau – Cartographie des ressources en Eau du Tchad » se focalisera sur l'achat de matériels ou logiciels, et sur l'appui aux stages de terrain. L'achat de matériels de terrain et de logiciels est gage de bonne qualité pour la formation et représente également un élément de pérennisation, au moins à moyen terme, car une partie des équipements seront neufs et en principe garantis. Dans la mesure où leur maintenance sera organisée et effective, ces équipements représenteront un réel investissement sur la durée.

c) ***Ressources matérielles et infrastructures***

Le CNAR fournira à la rentrée prochaine une salle de classe pour le Master HydroSIG. Dans le cadre de son projet de construction de nouvelles infrastructures, il réservera un complexe pour abriter le Master. En outre, le service de Télédétection du CNAR sera équipé et constituera de cette sorte une plate-forme facilitant la réalisation de travaux pratiques en télédétection & SIG.

N.B.: Un système de monitoring et évaluation sera mis en place dès le début. Si l'évaluation s'avère satisfaisante à l'issue des premiers moments de la mise en route du Master, et au terme d'un audit des ressources humaines, matérielles et financières nécessaires, le montage d'une deuxième année de Master à N'Djamena sera envisagé. En

attendant, les étudiants compléteront, s'ils le désirent, leur cursus à l'Université de N'Gaoundéré.

11. Défis importants à relever

Le Master HydroSIG est conçu dans le but de fournir au Tchad les compétences suffisantes pour relever les défis de développement qui se posent dans de nombreux domaines, en particulier dans celui de l'eau. Il s'agit en réalité d'un domaine transversal et la mise en œuvre de la formation contribuera efficacement à résoudre les problèmes qui se posent aujourd'hui de manière cruciale dans les différents secteurs ci-dessous :

- l'agriculture ;
- l'accès à l'eau potable ;
- la santé humaine et animale ;
- la gestion des conflits agriculteurs/éleveurs, généralement déterminés par l'accès aux points d'eaux permanents, rares dans certaines régions du Pays ;
- la gestion rationnelle et durable des ressources en eau ;

Au cours de la mise en œuvre de la formation, certains défis devront être relevés. En particulier, la mise sur pied de cette formation dans le cadre d'un consortium impliquera l'établissement entre les partenaires d'un esprit de franche collaboration à tous les niveaux. Dans les administrations universitaires, les responsables, généralement issus de l'Université de N'djaména du fait de l'antériorité de celle-ci par rapport aux autres institutions, ont l'expérience du travail d'équipe et travaillent ensemble depuis de longues années. A ce niveau, la pratique de la collaboration est donc déjà de rigueur. En revanche, les enseignants, enseignants-chercheurs et chercheurs tchadiens entretiennent généralement peu de contacts entre eux sur le plan professionnel. Le Master HydroSIG, conçu dans le cadre d'un Consortium inter-universitaire devra à cet égard changer les choses en instaurant un esprit de collaboration et de franchise, que les principaux acteurs auront le devoir de cultiver.

D'un autre côté, les liens entre les Entreprises et l'Université sont très faibles au Tchad. Il s'agira cependant de les développer significativement pour que la formation proposée soit en bonne adéquation avec les besoins réels des entreprises concernées et

facilite l'accès à l'emploi des diplômés. Favoriser les partenariats Entreprises/HydroSIG constituera ainsi un autre important défi à relever.

12. Difficultés majeures à surmonter

A son démarrage, le Master HydroSIG sera destiné à deux catégories différentes de candidats:

- les professionnels du secteur de l'eau, issus notamment du Ministère en charge de l'eau ;
- les étudiants issus de la filière universitaire classique, nantis d'une Licence en géologie ou d'un diplôme équivalent.

Une disparité existera naturellement entre ces deux catégories, l'une issue directement des universités, avec des connaissances théoriques relativement bonnes, mais une connaissance pratique limitée ; l'autre, issue du milieu professionnel, avec des connaissances théoriques défraîchies, mais une expérience de terrain suffisante. D'une telle disparité surgiront des difficultés qui devront être surmontées afin que les objectifs de la formation soient pleinement atteints.

La planification des cours sera soumise à des contraintes majeures liées d'une part à la disponibilité des enseignants, issus de différents horizons, et d'autre part aux risques potentiels des grèves estudiantines, récurrentes à l'université de N'djaména. Une solution devra être trouvée pour garantir l'achèvement des programmes dans les délais impartis nonobstant ces différentes contraintes.

La mise en œuvre du Master HydroSIG nécessitera l'intervention de nombreux enseignants issus des milieux professionnels. La rémunération de ces derniers nécessitera des lignes de crédits spécifiques, qui doivent être prévues dans le budget du CUIT. Or le démarrage du Master est prévu pour Septembre 2013, et son coût, en cours d'élaboration, n'est pas prévu dans le budget en cours des institutions.

Enfin, le risque d'évasion vers des secteurs plus alléchants des formateurs ayant bénéficié d'une formation doctorale représente une menace sérieuse à la pérennité du Master. Cette « fuite des cerveaux » à l'échelle locale, principalement vers l'industrie pétrolière implanté au Tchad , a déjà eu dans le passé des conséquences néfastes sur la dynamique de l'enseignement supérieur, causant même la fermeture d'un Master d'Hydrogéologie créé antérieurement à l'Université de N'djaména.

13. Solutions délicates à trouver

Les difficultés et les défis énumérés ci-dessus nécessitent des solutions spécifiques, dont la recherche incombe aux différents partenaires responsables de la mise en œuvre du Master HydroSIG. Le tableau suivant énumère quelques solutions qui peuvent être appliquées à certaines de ces difficultés.

Tableau 2: Types de problèmes liés à la mise en route du Master HydroSIG et solutions envisageables.

Type de problème	Solution envisageable	Responsables
Disparité du niveau des candidats	Regroupement des étudiants en binômes composés d'un professionnel et d'un étudiant issu de l'université	Responsable académique du Master + enseignants + étudiants.
Présence ponctuelle à N'djaména de certains enseignants	Établir à temps et diffuser le calendrier de la mobilité de chaque enseignant ; organiser des « emplois du temps » mixtes, avec des cours-blocs (enseignants en présence partielle) et des cours hebdomadaires (enseignants en présence permanente).	Responsable académique du Master + enseignants.
Budget de démarrage en 2013 non pris en compte dans le budget ordinaire des institutions	Frais d'inscription + contribution « extra » des institutions + collectif budgétaire (?) ¹	MERFPS + Responsable administratif Master (Point Focal DRST/MERFPS) + Responsables CUIT + Partenaires.
Liens entreprise/université inexistant	Faire de la communication auprès des entreprises ; mettre les étudiants en stage dans celles-ci ; etc.	Responsable administratif + responsable académique Master
Grèves estudiantines récurrentes à l'université	Implanter les cours au CNAR	Responsables CUIT
« Fuite des cerveaux » formés	Faire signer des engagements sur des durées déterminées au personnel enseignant ayant bénéficié d'une bourse de formation.	MERFPS

1

La question est déjà posée au niveau du Ministère et des institutions du CUIT. Une solution sera trouvée, car il ne s'agit pas d'un problème nouveau. En outre, comme le problème ne se pose que pour les trois premiers mois de démarrage (Octobre à Décembre), les ressources propres liées à l'inscription des étudiants, etc., peuvent couvrir les dépenses de fonctionnement en attendant l'alimentation budgétaire à partir des autres ressources.

14. Profils, connaissances requises & conditions d'accès

Les candidats devront être titulaires d'une Licence en Sciences de la Terre ou d'un diplôme équivalent.

Le recrutement des étudiants se fera par dépôt de candidatures (CV, lettre de motivation et relevé des notes). Une commission mixte, composée d'au moins deux enseignants, de trois représentants du CUIT, de trois représentants des enseignants, de deux représentants du MERFPS, d'un représentant du MHRU, d'un représentant d'UNOSAT et le cas échéant d'un représentant de l'Université de Neuchâtel, sera chargée d'examiner les dossiers de candidature (pour les étudiants issus de la filière traditionnelle) et de convoquer les candidats en provenance du MHRU à un entretien individuel. L'entretien portera sur les motivations du candidat à participer au Master 1 HydroSIG et sera suivi d'un test des connaissances.

S'il s'avère que les candidatures conformes aux critères de sélection issues du MHRU est inférieur au nombre des places prévues, les places restantes seront affectées à des candidats d'autres provenances.

15. Calendrier année universitaire 2013/2014

L'ouverture à candidatures pour les agents du MHRU se déroulera entre mi-avril et mi-mai 2013. L'ouverture à candidatures et inscription pour les licenciés de la filière universitaire se déroulera entre mi-juin et mi-juillet 2013.

Le début des cours pour la première promotion du Master 1 HydroSIG s'effectuera en octobre 2013.

N.B. : Le calendrier académique détaillé sera fourni ultérieurement.

16. Conditions d'inscription

Les frais d'inscription par étudiant seront définis ultérieurement. Leur montant sera fixé en fonction de la catégorie de l'étudiant (professionnel ou étudiant *classique*) sur la base d'une évaluation qui tiendra compte du coût de la formation (heures supplémentaires des professeurs du CUIT, frais d'impression des cours et photocopiés, impressions de rapports, frais de connexion internet, charges liées aux stages de terrain, etc.). L'étudiant, en plus des frais d'inscription, devra songer à son propre déplacement, à l'achat de livres de cours et de matériels de terrain (marteaux, boussoles, etc). Il devra être en possession d'un ordinateur portable.

Le paiement des frais d'inscriptions se fera en trois tranches échelonnées sur le premier semestre. Les frais d'inscription des agents du MHRU sont à la charge du projet « RésEau – Cartographie des Ressources en Eau du Tchad ».

Dr. Moussa Isseini

Ministère de l'Enseignement, de la Recherche et de la
Formation Professionnelle Supérieurs
Directeur de la Recherche Scientifique et Technique
Point focal du projet ResEAU au MERFPS
Enseignant-chercheur à l'IUPM (Dpt Génie Géologique)
e-mail: imoussa2010@gmail.com
Tél. : +235 91 91 44 85 ou +235 62921596

17. Renseignements

Pour tous renseignements relatifs au Master HydroSIG, contacter:

Maquette

Tableau des enseignements
Programme du 1^{er} semestre

Unités d'Enseignements	Modules	Codes	Volumes horaires					Crédits	Enseignants
			CM	TD	TP	TPE	Σ		
U.E.1. Module Transversal Fondamental	Communication et Méthodologie de la Recherche Scientifique	CMR – 17	10	-	-	10	20	1	Ahounta Djimbalbaye
	Sociologie du développement et gestion de l'eau	SOD – 17	15	-	-	5	20	1	Vincent de Paul Allambadoumbel
	Anglais technique 1	ANG – 17	20	20		25	65	4	Rititingar Apollinaire
U.E.2. Module Obligatoire Fondamental	Hydrogéologie générale	HYG – 27	24	10	6	20	60	3	Zwahlen, Djoret & Abderamane Hamit
	Hydrologie 1	HYD – 27	20	10	-	10	40	2	Ngounou Ngatcha & Béchir
	Écologie et environnement	ECO – 27	20	5	-	15	40	2	Barka Abakoura
	Géophysique I	GPH – 27	20	20	-	20	60	3	Adoum Isaac
	Hydrochimie et qualité des eaux	HQE – 27	10	6	30	14	60	3	Hunkeler & Edith
	Gestion des Bases de Données	GBD – 27	10	-	15	15	40	2	Warou Abadji
	SIG	SIG – 27	10		36	14	60	3	Antoinette & Ouya
U.E.3. Module Optionnel	Géologie structurale I	OP1 – 37A	15	5	-	10	30	2	Moussa Isseini
	Ressources minérales et énergétiques	OP1 – 37B	15	5	-	10	30	2	Sandrine
	Sédimentologie	OP2 – 37A	20			10	30	2	Moussa Abdéramane
	Géologie de l'Afrique	OP2 – 37B	20			10	30	2	Jean-Claude Doumnang
	Topographie et géomorphologie	OP3 – 37A	25	-	-	15	40	2	Mopeng
	Représentation cartographique	OP3 – 37B	-	-	30	0	30	2	Hamza Brahim

Programme du 2^{ème} semestre

Unités d'Enseignements	Modules	Codes	Volumes horaires					Crédits	Enseignants
			CM	TD	TP	TPE	Σ		
U.E.1. Module Transversal Fondamental	Législation de l'eau	LDG – 18	15	-	-	5	20	1	MHRU
	Gestion des projets	GDP – 18	10	-	-	10	20	1	Université N'Djaména
	Gestion des entreprises	GDE – 18	10	-	-	10	20	1	Université N'Djaména
	Anglais technique 2	ANG – 18	15	15	-	15	45	3	Rititingar Appolinaire
U.E.2. Module Obligatoire Fondamental	Hydrogéologie générale 2	HYG - 28	15	6	6	13	40	2	Zwahlen, Djoret & Abderamane Hamit
	Hydrologie 2	HYD - 28	-	-	20	0	20	1	Béchir
	Pédologie	PED – 28	15	5	6	14	40	2	Kaguina Bangoba & Sylvie Dousset
	Géophysique II	GPH – 28	6	-	40	14	60	3	Hamza Brahim
	Vulnérabilité et pollution des aquifères	VUL – 28	10	5	21	4	40	2	Pierre Deschamps & Abderamane Hamit
	Aménagements hydrauliques	AHD – 28	10	10	10	10	40	2	Loukmane, Abdelkerim Mustapha
	Téledétection et Cartographie Géologique	TCG – 28	25	-	42	13	80	4	Philippe Brunner, J-C Doumnang & Libar
	Géochimie isotopique	ISO – 28	10	5	-	5	20	1	Édith Kadjangaba
	Datation des eaux	DAT – 28	10	5	-	5	20	1	Pierre Deschamps
	Forages	FOR - 28	14	6	12	8	40	2	Abdelhakim Moustapha
U.E.3. Module Optionnel	Géologie structurale II	OP1 – 38A	10	5		10	25	2	Isseini Moussa
	Génie Civil appliqué aux ouvrages hydrauliques	OP1 – 38B	10	5	15	10	40	2	Walbadet Ezechiel
	Géostatistiques	OP2 – 38A	5	5	10	10	30	2	Rirabe
	Gestion des risques hydrologiques	OP2 – 38B	10	10		10	30	2	Béchir

Liste & contacts des enseignants référents au Tchad

Nom	Prénom	Institution	Fonction	Téléphone	Adresse mail	Matières
Moussa Barka	Isseini	DRST/MERFPS	DRST	62921596 91914485	imoussa2010@gmail.com	Géologie structurale 1 & 2
Dénénodji	Abakoura	IUPM	Enseignant-chercheur	99567278	abak_gada@yahoo.fr	Écologie
Djoret	Antoinette	CNAR/MERFPS	Assistante de recherche	66206788	dene_antou@hotmail.com	SIG
Hamza	Daira	CBLT	Expert Hydrogéologue	66208545	djoreda@yahoo.fr	Hydrogéologie 1 & 2
Adoum	Brahim	IUPM	Enseignant-chercheur	63166188	hbmarco2010@yahoo.fr	Géophysique 2 & Représentation
Moussa	Isaac	UNDJ	Chef Dep. Géologie	66296554	hbrahim10@gmail.com	Géophysique 1
Bangoba	Abderamane	UNDJ	Vice Doyen	66281377	isacust@yahoo.fr	Sédimentologie
Abderamane	Kaguina	IUPM	Enseignant-chercheur	66281377	mellah03@yahoo.fr	Pédologie
Kadjangaba	Hamit	UNDJ	Enseignant-chercheur	66281377	ab_hamit@yahoo.fr	Hydrogéologie 1 & 2 Vulnérabilité
Doumnang	Edith	UNDJ	Enseignant-chercheur	66281377	abderamanehamit@gmail.com	Hydrochimie & Géochimie isotopique
Libar	Jean-Claude	UDS	Vice Recteur	60797826	edithkadjangaba@hotmail.fr	Téledétection & Géologie régionale
Abdelhakim	Joseph	CNAR/MERFPS	Service Télédetection	66296570	jdoumnang2002@yahoo.fr	Téledétection
Ahounta	Mustapha	STH/MHRU	Directeur des Travaux	66244590	libarjoseph@yahoo.fr	Aménagements hydrauliques & Irrigation
Vincent de Paul	Djimbalye	CNAR/MERFPS		66295236	abdelh.musta@gmail.com	Communication et méthodologie
Béchir	Allambadoumbel	FSSH/Univ. Ndj.	C D/Sociologie	66304984	ahounta1.9@gmail.com	Sociologie et gestion de l'eau
Loukmane	FSEA			66124242	alavin2paul@yahoo.fr	Hydrologie 1, 2 & Gestion des rivières
Rititingar	Bichara	Université d'Ati		66218014/99263626	bechir_hiss@yahoo.fr	Aménagements hydrauliques
Warou	Appolinaire	FSEA/Anglais		63087122	louknan.bichara@gmail.com	Anglais technique 1 & 2
Walbadet	Abadji	CNAR/MERFPS		66264729	warouabadjalifa@gmail.com	Gestion des Bases de Données
Diondoh	Ezechiele			66310453	sdiondoh@yahoo.fr	Génie civil et ouvrages hydrauliques
Mopeng	Sandrine	FSEA	Enseignant-chercheur	66296616		Ressources minérales
Oya	Boundoro Henry				bondoroouya@yahoo.fr	Géomorphologie
Job Andigue				63542060		SIG
						Topographie

Programme détaillé des enseignements au 1^{er} semestre

UE1 - CMR-17

COMMUNICATION ET MÉTHODOLOGIE

DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Enseignants: Fidel Tonalta, Ahounta Djimbalbaye, Gilbert Menguy

Mots clefs : Étude synthétique et critique d'un corpus de documents; maîtrise des outils de communication orale; présentation orale; processus et questions de recherche; objectifs de recherche; formulation des hypothèses; recherche bibliographique; collecte des données; présentation et discussion des résultats; citations, notes et références bibliographiques.

Charge horaire: 20 heures (10 h CM et 10h TPE)

Crédits: 1.

Contrôles de connaissance: contrôles continus (40%), examen final (60%).

Résumé/objectif du cours: Le cours est destiné à apprendre aux étudiants comment organiser un travail de recherche scientifique et présenter des résultats scientifiques, à la fois sur le fonds et sur la forme.

Bibliographie :

BEAUD, M. (1988). *L'art de la thèse : Comment préparer et rédiger une thèse de doctorat, un mémoire de DEA ou de maîtrise ou de tout autre travail universitaire*. Éditions La Découverte.

FRAGNIÈRE, J.P. (1986). *Comment réussir un mémoire*. Éditions Dunod.

N'DA, P. (2006). *Méthodologie de la recherche*. EDUCI,. Abidjan, 3^{ème} édition.

CEFAÏ, D. (2003). *L'enquête de terrain*. Éditions la Découverte, collection Recherches, Paris.

DE LAGARDE, J (1983). *Initiation à l'analyse des données*. Éditions Dunod.

BORDERIEUX, J., CARMES, D.P. (2010). *Communication scientifique et technique*. Éditions Dunod, Collection Parcours Ingénieur.

SOUILLARD, F., SOUILLARD, A. (2003). *La communication scientifique en Anglais*. Éditions Langues pour Tous, 319 p.

LAFFONT, H. BACHSCMIDT, P. (2009). *L'anglais pour l'ingénieur : Guide pratique de la communication scientifique et technique*. Ellipses Marketing, 215 p.

UE1 – SOD-17

SOCIOLOGIE DU DÉVELOPPEMENT ET

GESTION DE L'EAU

Enseignants : Vincent de Paul Allambadoumbel & Han Van Dijk (séminaires/conférences)

Mots clefs : bases de la sociologie ; techniques d'enquêtes; gestion et usages de l'eau en milieu rural.

Charge horaire: 20 heures (15h CM et 5h TPE)

Crédits: 1

Contrôles de connaissance: contrôles continus (40%), examen final (60%).

Résumé/objectif du cours: Ce cours vise à initier l'étudiant au domaine de la sociologie du développement, en développant les principales théories du développement intégrées à une perspective analytique et critique des problèmes liés à la gestion et l'usage de l'eau en milieu rural.

Bibliographie

COPANS, J. (2010). *Sociologie du développement : Domaines et approches*. Armand Colin, 2^{ème} édition, 128 p.

DAMAMME, A. (2013). *Genre, action collective et développement*. Éditions L'Harmattan, 244 p.

HERVIEU, B., PURSEIGLE, F. (2013). *Sociologie des mondes agricoles*. Armand Colin, 320 p.

RIUTORT, P. (2010). *Précis de sociologie*. Presses Universitaires de France, 640 p.

UE1 – ANG-17

ANGLAIS TECHNIQUE 1

Enseignants : Rititingar Appolinaire.

Mots clefs : Elements de grammaire anglaise; vocabulaire et compréhension de texte;

Charge horaire: 65 heures (40h CM & TD; 25 h TPE).

Crédits: 4.

Contrôles de connaissance: contrôles continus (40%), examen final (60%).

Résumé/objectif du cours: Le cours d'anglais technique a pour objectifs de consolider les bases en anglais. Il s'agit de former les étudiants à la pratique de l'anglais et de les mettre en situation de présenter leur CV en anglais.

N.B.: le cours tiendra compte du niveau moyen des étudiants

Bibliographie :

PIAT, J.B. (2004). *Vocabulaire anglais courant*. Éditions Librio, 98 p.

BRENNER, G., RAYMOND C. (2006). *L'anglais pour les nuls*. Éditions Générales First, 231 p.

BONNEROT, A.-M. (2003). *Conjugaison anglaise*. Éditions J'ai Lu, 128 p.

BONNEROT, A.-M. (2003). *Grammaire anglaise*. Éditions J'ai Lu, 91 p.

UE2 – HYG-27

HYDROGÉOLOGIE GÉNÉRALE

Enseignants : Dr Djoret, CBLT

Dr Abderamane Hamit, Université de N'Djaména

Participation ou appui de Prof. François Zwahlen, CHYN, Université de Neuchâtel, Suisse.

Mots clefs : Aquifères et fonctionnement des aquifères; propriétés hydrodynamiques; loi de Darcy; piézométrie; essais de pompage; recharge et paléorecharge des systèmes aquifère; recharge naturelle et artificielle des aquifères; hydrogéologie régionale et aquifères transfrontaliers.

Charge horaire: 60 heures (34h CM & TD; 6h TP et 20h TPE).

Crédits: 3.

Travaux pratiques: interprétation des essais de pompage (détermination de la perméabilité et de la transmissivité); établissement et lecture d'une carte piézométrique; essais pratiques sur la loi de Darcy et les essais de traçage.

Contrôles de connaissance: contrôles continus (30%), TP (total 30%, dont 40% pour les comptes rendus des exercices TP et 60% pour l'examen de TP), examen final (40%).

Résumé/objectifs du cours: Ce cours a pour objectifs d'approfondir les connaissances en hydrogéologie, en introduisant le concept de fonctionnement des aquifères, les intérêts et les applications de l'hydrogéologie, les notions d'hydrogéologie régionale et d'aquifères transfrontaliers.

Bibliographie

BANTON, O. (1998). *Hydrogéologie: multiscience environnementale des eaux souterraines*. Éditions Ellipses marketing, 460 p.

BEAR, J. (1972). *Dynamics of fluids in porous media*. Éditions American Elsevier, New-York-London-Amsterdam,.

BEAR, J. (1979). *Hydraulics of groundwater*. Éditions Mac Graw Hill Inc.

BODELLE, J., MARGAT, J. (1980). *L'eau souterraine en France*. Éditions Masson.

CASTANY, G., MARGAT, J. (1977). *Dictionnaire français d'hydrogéologie*. Éditions BRGM.

FETTER C.W. (1993). *Applied hydrogeology*. Éditions Prentice Hall.

GILLI, E., MANGAN, C., MUDRY, J.N. (2008). *Hydrogéologie: objets, méthodes et applications*. Éditions Dunod, 339p.

SCHNEIDER, J.-L. (1989). *Géologie et hydrogéologie de la République du Tchad*. Thèse Université d'Avignon, France, 547p.

SCHNEIDER, J.-L., WOLFF, J.-P. (1992). *Carte géologique et cartes hydrogéologiques au 1/1 500 000 de la République du Tchad. Mémoire explicatif*. 2 volumes. Documents du BRGM.

WALTON, W.C. (1970). *Groundwater resource evaluation*. Éditions Mc Graw Hill.

CASTANY, G. (1963). *Traité pratique des eaux souterraines*. Éditions Dunod.

CASTANY, G. (1968). *Prospection et exploitation des eaux souterraines*. Éditions Dunod.

CHOW (19674). *Handbook of applied hydrology*. Éditions McGraw Hill.

EAGLESON, P.S. (1970). *Dynamic hydrology*. Éditions McGraw Hill.

UE2 – HYD-27

HYDROLOGIE

Enseignants : Dr Ngounou Ngatcha (Université de N'Gaouderé, Cameroun), Béchir (Université de N'djaména, Tchad).

Mots clefs : Notions de climatologie; cycle hydrologique; ETP-ETR; crue; débit; bilan hydrique; bassin versant.

Charge horaire: 40 heures (30h CM & TD; 10h TPE)

Crédits: 2.

Contrôles de connaissance: Contrôles continus (40%), examen final (60%).

Résumé/objectifs du cours: Le cours a pour objectifs d'initier les étudiants à la connaissance des processus fondamentaux du cycle hydrologique, la quantification des principales composantes du cycle de l'eau dans un bassin versant.

Bibliographie

BRAVARD, J.P., PETIT F. (1997). Les cours d'eau. Éditions Armand Colin.

CHOW V. T. (1988). *Applied Hydrology*. Éditions McGraw-Hill International.

COSANDEY C., ROBINSON M. (2000). *Hydrologie continentale*. Éditions Armand Colin.

DE MARSILY G. (1995). *L'eau*. Éditions Flammarion, Collection DOMINOS.

HINGRAY, B., PICOUET, C., MUSY, A. ET COLLECTIF (2004). *Hydrologie. Tome 2: une science pour l'ingénieur*. Éditions Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 600 p.

JACQUES, G. (1996). *Le cycle de l'eau*. Éditions Hachette, Collection Les fondamentaux.

KIRBY M.J. (1978). *Hillslope Hydrology*. Éditions John Wiley & Sons.

MAIDMENT, D. R. (1993). *Handbook of Hydrology*. Éditions McGraw International.

MEYLAN P., MUSY A. (1999). *Hydrologie Fréquentielle*. Éditions HGA, Bucarest.

MUSY, A. & HIGY, C. (2004). *Hydrologie. Tome 1: une science de la nature*. Éditions Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 314 p.

MUSY A., HIGY, C. (1998). *Hydrologie Appliquée*. Éditions HGA Bucarest.

RÉMÉNÉRIAS G. (1976). *Hydrologie de l'ingénieur*. Éditions Eyrolles, Paris.

ROCHE M. (1963). *Hydrologie de surface*. Éditions Gauthier-Villars, Paris.

SINGH V.P. (1995). *Computer models of watershed hydrology*. Water Resources Publications, 1129 p.

VIESMAN, W., KNAPP, J., LEWIS, G., HARBAUGH, T. (1972). *Introduction to Hydrology*. Éditions Harper and Row, New York.

WARD R.C., ROBINSON M. (1990). *Principles of Hydrology*. Éditions Mc Graw-Hill, Londres.

UE2 – HQE-27 HYDROCHIMIE ET QUALITÉ DES EAUX

Enseignants : Dr Edith Kadjangaba, Université de N'djaména.

Participation ou appui de Prof. Daniel Hunkeler, CHYN, Université de Neuchâtel, Suisse.

Mots clefs : Les principaux ions des eaux naturelles; les équilibres chimiques; pH-Eh; conductivité; indice de saturation; balance ionique; faciès hydrochimiques; microbiologie; DBO5; DCO; SAR; logiciel DIAGRAMME; normes (OMS, nationales).

Charge horaire: 60 heures (16h CM & TD; 30h TP et 14h TPE).

Crédits: 3.

Travaux pratiques (4 séances de 3h chacune): Méthodes d'analyses des eaux au laboratoire (titration, photométrie, spectro-photomètre visible-UV, spectromètre à AA et à flamme, méthodes microbiologiques).

Stages de terrain: voir Vulnérabilité et pollution des aquifères.

Contrôles de connaissance: contrôles continus (30%), TP (total 30%, dont 40% pour les comptes rendus des exercices TP et 60% pour l'examen de TP), examen final (40%).

Résumé/objectifs du cours: Ce cours va permettre aux étudiants d'acquérir des connaissances sur les processus régissant la minéralisation de l'eau et de mettre à leur disposition les outils nécessaires à la détermination de la qualité des eaux.

Bibliographie:

RODIER, J., LEGUBE, B., MERLET, N. ET COLLECTIF. (2009). *L'analyse de l'eau*. 9^{ème} édition, Dunod, 1526 p.

UE2 – GBD-27

GESTION DES BASES DE DONNÉES

Enseignant : Warou Abadji (CNAR)

Mots clefs : Conception et gestion de bases de données; architecture d'une geodatabase; couches d'informations; Access; Base; Oracle.

Charge horaire: 40 heures (10h CM, 15h TP et 15h TPE)

Crédits: 2.

Travaux pratiques: Le cours focalisera essentiellement sur des travaux dirigés et pratiques à l'ordinateur. *On utilisera des logiciels libres de gestion de bases de données, notamment le logiciel libre Base de la suite Open Office.*

Contrôles de connaissance: contrôles continus (30%), TP (total 30%, dont 40% pour les comptes rendus des exercices TP et 60% pour l'examen de TP), examen final (40%).

Résumé/Objectifs du cours: Le cours a pour objectifs de donner aux étudiants le niveau requis pour la création, la gestion et l'exploitation d'une base de données. Un intérêt particulier sera accordé aux bases de données spatiales ou géodatabases.

Bibliographie :

MEIER, A. (2006). *Introduction pratique aux bases de données relationnelles*. Éditions Springer-Verlag.

ELMASRI, R. & NAVATHE, S. (2004). *Conception et architecture des bases de données*. Éditions Pearson Education.

Tutoriels du logiciel Base d'Open Office disponibles sur internet.

UE2 – SIG-27

SIG

Enseignant : Mme Antoinette Denenodji (CNAR), Ouya Bondoro (CNAR).

Mots Clefs : notions de géodésie; GPS; collecte et traitement des données (graphique et alphanumérique); geodatabase et couches d'informations (requêtes); présentation de logiciels SIG (QGIS, ArcGIS, Mapinfo); vectorisation; analyses spatiales; cartes thématiques; Google Earth.

Charge horaire: 60 heures (10h CM, 36h TP et 14h TPE).

Crédits: 3.

Travaux pratiques: Interface QGIS et introduction à Mapinfo et ArcGIS; manipulations (tabulation et requêtes); analyses des objets dans l'espace (intersection, inclusion, tampon, distance, surface, densité, etc).

Stages de terrain: Un stage de terrain d'une semaine (Télédétection/SIG, Pédologie/Sédimentologie, Géologie Structurale, Géophysique) qui comprendra les aspects suivants:

- **Téledétection/SIG (1 jour): relevé de points GPS, validation des données des images satellitaires.**
- Géophysique II (2 jours): application sur le terrain des méthodes électriques (sondage et trainée), tomographie, électromagnétique (VLF).
- Pédologie/Sédimentologie (1 jours): coupes stratigraphiques, identification des structures et figures sédimentaires; profil pédologique, exploitation des tranchées.
- Géologie structurale (1 jour): Etude des structures tectoniques caractéristiques de la déformation discontinue et plicative (mesures, représentations et interprétations d'éléments structuraux).

N.B.: Les heures de stage de terrain seront comptabilisées dans le cadre des Travaux Pratiques de Téledétection et cartographie géologique, module du second semestre.

Contrôles de connaissance: contrôles continus (30%), TP (total 30%, dont 40% pour les comptes rendus des exercices TP et 60% pour l'examen de TP), examen final (40%).

Résumé/Objectifs du cours: Le cours a pour objectifs de fournir aux étudiants les compétences nécessaires pour la création et l'exploitation d'un système complet d'informations géographiques. Un système d'information géographique est un système d'information capable d'organiser et de présenter des données alphanumériques spatialement référencées, ainsi que de produire des plans et des cartes. Les systèmes d'information géographique se rapportent à toutes les connaissances relatives au milieu physique, organisées en couches superposées, dont le croisement permet des synthèses utiles à la gestion et à la prise de décisions prévisionnelles.

Bibliographie :

DENÈGRE, J., SALGE, F. (2004). *Les systèmes d'information géographique*. Éditions PUF, Collection Que Sais-je ? 128 p.

MILLER, F.P., VANDOME, F. A., McBREWSTER, J., (2010). *Système d'information géographique : Métadonnée, liste des logiciels SIG, applications des systèmes d'information géographique, système d'information, géomatique, géolocalisation*. Éditions Alphascript Publishing, 112 p.

UE2 – GPH-27

GÉOPHYSIQUE 1

Enseignant : Dr Adoum Issac (Université de N'djaména).

Mots clefs : Principes des méthodes de prospection; introduction à la sismique réfraction; RMP; gravimétrie;. méthodes électriques; diagraphie; électromagnétisme. **Contenu des travaux dirigés:** gravimétrie (calculs de champs de pesanteur, calculs des effets gravimétrique de quelques objets simples), électricité (calculs des résistivités, détermination des structures de terrain, abaques, électromagnétiques (calculs des champs magnétiques terrestres), sismique (détermination des structures d'un terrain, vitesses, épaisseur, pendages à partir de données existantes).

Charge horaire: 60 heures (40h CM & TD; 20 h TPE).

Crédits: 3.

Contrôles de connaissance: Contrôles continus (40%) et examen final (60%).

Résumé/Objectifs du cours: Le cours a pour objectifs d'initier l'étudiant aux connaissances théoriques de base en géophysique et de préparer à leurs applications.

Bibliographie :

DUBOIS, J. & DIAMENT, M. *Géophysique: cours et exercices*. Éditions Dunod.

C.MEYER DE

STADELHOFE. *Applications de la géophysique aux recherches d'eau*. Université de Lausanne, Édition Lavoisier.

ASTIER J.L. (1971). *Géophysique appliquée à l'hydrogéologie*

MECHLER, P. (1982). *Les méthodes de la géophysique*. Éditions BORDAS, Paris.

UE2 – ECO-27 ECOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Enseignant : Mr Barka Abakoura (IUPM)

Mots clefs : Notions d'écologie; enjeux sur la gestion de la ressource en eau en fonction du changement climatique; impact des activités anthropiques sur le système climatique global; impacts des activités anthropiques sur le système aquatique; gaz à effet de serre: impacts sur la température et le cycle de l'eau; variabilité climatique multi-échelles; mousson; zone de convergence intertropical.

N.B.: Un séminaire sur les diatomées en tant qu'indicateurs paléoclimatiques sera présenté dans le cadre de ce cours (Florence Sylvestre de l'IRD et son étudiante de thèse Irène: à comptabiliser comme TPE).

Charge horaire: 40 heures (25h CM & TD; 15h TPE).

Crédits: 2.

Contrôles de connaissance: Contrôles continus et évaluation du travail personnel de l'étudiant (40%), un examen final (60%).

Résumé/Objectifs du cours: Le cours vise à donner les bases de l'écologie, son impact sur les fluctuations de la ressource en eau, ainsi que son intérêt pour la gestion durable de la ressource en eau.

Bibliographie :

BARBAULT, R. (1990). *Écologie générale*. Éditions Masson, 269 p.

RAMADE, F. (1989). *Écologie appliquée*. Éditions McGraw Hill, 578 p.

UE3 – OP1-37A GÉOLOGIE STRUCTURALE 1

Enseignant : Dr Moussa Isseini (IUPM & MERFPS).

Mots clefs : Force de surface; force de volume; contrainte et déformation; le cercle de Mohr; les mécanismes de déformation. *Travaux dirigés* sur la quantification de la déformation, la projection stéréographique, etc.

Charge horaire: 30 heures (20h CM &TD; 10h TPE).

Crédits: 2.

Contrôles de connaissance: Contrôles continus et TPE (40%), examen final (60%).

Résumé/Objectifs du cours: Ce cours vise avant tout à donner les bases de l'étude mécanique de la déformation des roches et à introduire les mécanismes de déformation des roches.

Bibliographie :

NICOLAS, A. (1989). *Principes de tectonique*. Éditions Masson.

BÉREST P. ET AL. (2000). *Manuel de mécanique des roches*. Tomes 1 & 2. Les Presses de l'École des Mines de Paris.

BÉLOUSSOV, V.V. & PARTCHEVSKY, O. (1974). *Géologie Structurale*. Éditions MIR, 295 p.

MERCIER, J. & VERGELY, P. *Tectonique*. Éditions Dunod.

Ramsay, J.G. (1967). *Folding and fracturing of rocks*. McGraw-Hill, New York, 568 p.

UE3 – OP1-37B RESSOURCES MINÉRALES ET

ENERGÉTIQUES

Enseignant : Sandrine Diondoh (Université de N'djaména).

Mots clefs : métallogénie ; processus de dépôt des métaux ; gisements ; Classifications descriptives et génétiques des gîtes minéraux ; généralités sur les méthodes d'étude des gîtes minéraux; les gîtes d'origine magmatique : magmatisme basique et ultrabasique, magmatisme felsique alcalin, magmatisme felsique calco-alcalin; les gîtes d'origine hydrothermale; les gîtes d'origine sédimentaire; distribution spatio-temporelle des gîtes métallifères.

Charge horaire: 30 heures (20h CM &TD; 10h TPE).

Crédits: 2.

Contrôles de connaissance: Contrôles continus et TPE (40%), examen final (40%).

Résumé/Objectifs du cours: Ce cours a pour objectifs de donner les notions relatives aux processus de formation des gisements métallifères, l'identification des paragenèses associées aux minéralisations, la description et les méthodes d'étude des gîtes métallifères.

Bibliographie :

ARNDT, N. & GANINO, C. (2010). *Ressources minérales : cours et exercices corrigés*. Éditions Dunod, 192 p.

JÉBRAK, M. & MARCOUX, E. (2008). *Géologie des ressources minérales*. Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune, Québec, 667 p.

ROBB, L. (2005). *Introduction to ore-forming processes*. Blackwell, Oxford, 373 p.

UE3 – OP2-37A SÉDIMENTOLOGIE

Enseignants: Dr Moussa Abderamane (Université de N'Djaména).

Mots clefs: processus sédimentaires (altération, érosion, transport, dépôt, évaluation post-sédimentaire); pétrographie sédimentaire; sédimentologie des faciès (rides, mega-rides, figures de charge, fentes de dessiccation); bassin sédimentaire.

Charge horaire: 40 heures (20h CM, 10h TP, 10h TPE).

Crédits: 2.

Travaux pratiques: Description et reconnaissance des roches sédimentaires (à l'oeil nu et au microscope) et identification des roches sédimentaires; analyse granulométrique d'un sable par tamisage; .

Stages de terrain: Un stage de terrain d'une semaine (Télétection/SIG, Pédologie/Sédimentologie, Géologie Structurale, Géophysique) qui comprendra les aspects suivants:

- Télétection/SIG (1 jour): relevé de points GPS, validation des données des images satellitaires.
- Géophysique II (2 jours): application sur le terrain des méthodes électriques (sondage et trainée), tomographie, électromagnétique (VLF).
- **Pédologie/Sédimentologie (1 jours): coupes stratigraphiques, identification des structures et figures sédimentaires; profil pédologique, exploitation des tranchées.**
- Géologie structurale (1 jour): Etude des structures tectoniques caractéristiques de la déformation discontinue et plicative (mesures, représentations et interprétations d'éléments structuraux).

N.B.: Les heures de stage de terrain seront comptabilisées dans le cadre des Travaux Pratiques de pédologie, module du second semestre.

Contrôles de connaissance: contrôles continus (30%), TP (total 30%, dont 40% pour les comptes rendus des exercices TP et 60% pour l'examen de TP), examen final (40%).

Résumé/Objectifs du cours: le cours vise à présenter les principaux mécanismes de géodynamique externe et l'origine des roches sédimentaires.

Bibliographie :

CHAMLEY, H., DECONINK, J.-F. (2011). *Bases de la sédimentologie*. Éditions DUNOD, 3^{ème} édition, 224 p.

CHAMLEY, H. (1990). *Sédimentologie*. Éditions DUNOD.

CHAMLEY, H. (1990). *Sedimentology*. Springer-Verlag, 285 pp.

COJAN, I. & RENARD, M. (2006). *Sédimentologie*. 2^{ème} édition, DUNOD, 444 p.

VATAN, A. (2000). *Manuel de sédimentologie*. Éditions TECHNIP, 397 p.

MILLER, F.P., VANDOME, A.F. & MCBREWSTER, J. (2010). *Sédimentologie*. Éditions Alphascript publishing, 68 p.

- PROTHERO, D., SCHWAB, F. (1998). *Sedimentary geology : an introduction to sedimentary rocks and stratigraphy*. Éditions Freeman & Co, 422 pp.
- VATAN, A. (2000). *Manuel de sédimentologie*. Éditions TECHNIP, 397 p.
- MILLER, F.P., VANDOME, A.F. & MCBREWSTER, J. (2010). *Sédimentologie*. Éditions Alphascript publishing, 68 p.
- READING, H.G. (1996). *Sedimentary environments: processes, facies and stratigraphy*. Éditions Blackwell, 688 pp.
- TUCKER, M. (2001). *Sedimentary petrology* (3rd edition). Éditions Blackwell, 262 pp.

UE3 – OP2-37B GÉOLOGIE DE L'AFRIQUE

Enseignant: Dr Jean-Claude Doumnang (Université de N'djaména).

Mots clés: cratons, bassins, grandes structures géologiques, orogénèses.

Charge horaire: 30 heures (20h CM, 10h TPE).

Crédits: 2.

Contrôles de connaissance: Contrôles continus et TPE (40%), examen final (60%).

Résumé/Objectifs du cours: L'objectif de ce cours est d'introduire les grands traits géologiques et structuraux de l'Afrique.

Bibliographie:

FURON, R. (1960). *Géologie de l'Afrique*. Éditions Payot, 350 p.

UE3 – OP3-37A REPRÉSENTATION CARTOGRAPHIQUE

Enseignant : Mr Hamza Brahim (IUPM).

Mots clefs : DAO (Inkscape, Adobe Illustrator), cartographie automatique (Surfer, Corel Draw).

Charge horaire: 30 heures (total, 30h TP).

Crédits: 2.

Travaux pratiques: DAO et représentation cartographique à l'aide de logiciels libres.

Contrôles de connaissance: rapport de séances de TP (40%), examen final de TP (60%).

Résumé du cours : L'objet du cours est d'initier à la cartographie géologique assistée par l'ordinateur.

Bibliographie :

FOLEY, J. (2000). *Introduction à l'infographie*. Éditions VUIBERT, 592 p.

GÉMY, C. (2009). *Inkscape efficace. Réussir ses dessins vectoriels*. Éditions EYROLLES, Collection Accès Libre, 258 p.

UE3 – OP3-37B TOPOGRAPHIE ET GÉOMORPHOLOGIE

Enseignants: Andigüe Job (topographie), Dr. Mopeng (géomorphologie)

Mots clefs: Principes de topographie, topométrie, niveau, planimétrie, triangulation, points géodésiques; relief; paysages; etc.

Charge horaire: 40 heures (15h Géomorphologie; 10h CM topographie, 15h TP topographie).

Crédits: 2.

Travaux pratiques: planimétrie, altimétrie.

Contrôles de connaissance: contrôles continus (30%), TP (total 30%, dont 40% pour les comptes rendus des exercices TP et 60% pour l'examen de TP), examen final (40%).

Résumé/Objectifs du cours: Le cours a pour objectifs d'initier les étudiants aux levés topographiques (topographie) et à leur fournir les bases nécessaires en géomorphologie pour connaître l'origine, la nature et l'évolution des reliefs (géomorphologie).

Bibliographie :

CHAPUT, J.P. (2006). *Initiation à la géomorphologie*. Éditions Ellipses, Collection Université-Géographie, 172 p.

VALADAS, B. (2005). *Géomorphologie dynamique*. Éditions Armand Colin, Collection Campus Géographie, 192 p.

PECH, P. (1999). *Géomorphologie structurale*. Éditions Armand Colin, Collection Synthèse Géographie, 94 p.

MILLES, S. & LAGOFFUN, J. (1999). *Topographie et topométrie moderne. Volume 1 : Techniques de mesure et de représentation*.

MILLES, S. & LAGOFFUN, J. (1999). *Topographie et topométrie moderne. Volume 2: Calculs*.

Programme des enseignements au 2^{ème} semestre

UE1 – LDG-18 LÉGISLATION DE L'EAU

Enseignants : MHRU

Mots clefs : Code de l'Eau: décrets et arrêtés d'application; aquifères transfrontaliers (lac Tchad, grès de Nubie, bassin du Niger, bassin du Logone-Chari); Charte de l'Eau; cadre institutionnel de la gestion de l'eau (acteurs, etc).

Charge horaire: 20 heures (15h CM, 5h TPE he).

Crédits: 1.

Contrôles de connaissance: Contrôles continus et TPE (40%), examen final (60%).

Résumé/Objectifs du cours: Le cours a pour objectif de présenter le cadre institutionnel lié à la problématique de l'eau au Tchad.

Bibliographie:

Code de l'eau, République du Tchad.
Charte de l'eau.

UE1 – GDP-18 GESTION DE PROJET

Enseignant : Université de N'Djaména

Mots clefs : Objectifs d'un projet, méthodologie de mise en oeuvre, cycle de vie d'un projet, méthode PERT, diagramme de GANTT, Elaboration de projet, passation de marchés, la gestion des calendriers, la gestion des ressources, la gestion des tâches.

Charge horaire: 20 heures (10h CM, 10h TPE).

Crédits: 1.

Contrôles de connaissance: Contrôles continus et TPE (40%), examen final (60%).

Résumé/Objectifs du cours: Le cours a pour objectif d'initier les étudiants à la conception et au suivi rigoureux du cycle de vie d'un projet.

Bibliographie:

AÏM, R. (2013). *L'essentiel de la gestion de projet*. Éditions Gualino, 136 p.

FERNANDES, S., ENGLENDER, O. (2010). *La communication dans la gestion de projet*. Éditions Vuibert, 231 p.

SAGE, S. PORTNY, S., BILLON, C. (2011). *La gestion de projet pour les Nuls*. Éditions Générales First, Collection Pour les Nuls, 411 p.

BUTTRICK, R. (2012). *Gestion de projets : Le guide exhaustif du management de projet*. Éditions Pearson, 532 p.

GAREL, G. (2011). *Le management de projet*. Éditions la Découverte, 128 p.

BOUCHAOUIR, F., DENTINGER, Y., ENGLENDER, O. (2011). *Gestion de projets : 50 outils pour agir*. Éditions VUIBERT, 384 p.

UE1 – GDE-18 GESTION DES ENTREPRISES

Enseignant : Université de N'Djaména

Mots clefs : Droit de travail; gestion des ressources humaines; système de management; qualité et environnement.

Charge horaire: 20 heures (10h CM, 10h TPE).

Crédits: 1.

Contrôles de connaissance: Contrôles continus et TPE (40%), examen final (60%).

Résumé/Objectifs du cours: L'objectif de ce cours est de fournir à l'étudiant un niveau de pratique des techniques de gestion et plus particulièrement, en marketing et en finance, pour lui permettre d'avoir une idée claire de la fonction de gestionnaire opérationnel.

Bibliographie:

CABANE, P. (2013). *Manuel de gouvernance d'entreprise : Missions et fonctionnement des conseils, meilleures pratiques de gouvernance, rôles des administrateurs*. Éditions Eyrolles, Collection Références, 251 p.

DELEUZE, G., IPPERTI, P., LANGLOIS, J.-P., (2013). *L'analyse des risques : concepts, outils, gestion, maîtrise*. Éditions EMS, Collection Pratiques d'Entreprise, 338 p.

SOPARNOT, R. (2012). *Organisation et gestion de l'entreprise*. Éditions DUNOD, Collection les Topos, 128 p.

UE1 – ANG-18

ANGLAIS TECHNIQUE 2

Enseignants : Rititingar Appolinaire (Université de N'djaména).

Mots clefs : Lecture et traduction d'articles de vulgarisation dans le domaine des géosciences; préparation et présentation d'exposés dans les domaines de l'hydrogéologie et de l'environnement.

Charge horaire: 45 heures (30h CM & TD; 15h TPE).

Crédits: 3.

Contrôles de connaissance: contrôles continus (40%), examen final (60%).

Résumé/Objectifs du cours: Le cours d'anglais technique 2 a pour objectifs de former les étudiants à l'utilisation du lexique anglais dans le domaine de la géologie en général et de l'hydrogéologie en particulier. Il a pour but de permettre aux étudiants de présenter des résultats scientifiques, par voie orale et écrite, ainsi que l'initiation au débat scientifique.

Bibliographie :

VAUBOURG, P., MARGAT, J. (1997). *Lexique d'Hydrogéologie Français-Anglais*. Éditions BRGM.

UE2 – HYG-28

HYDROGÉOLOGIE GÉNÉRALE 2

Enseignants : Dr Djoret, CBLT

Dr Abderamane Hamit, Université de N'Djaména

Participation ou appui de Prof. François Zwahlen, CHYN, Université de Neuchâtel, Suisse.

Mots clefs : Aquifères et fonctionnement des aquifères, propriétés hydrodynamiques, loi de Darcy, piézométrie, essais de pompage, recharge et paléorecharge des systèmes aquifère, recharge naturelle et artificielle des aquifères, hydrogéologie régionale et aquifères transfrontaliers.

Charge horaire: 40 heures, 21h CM+TD, 6h TP et 13h TPE

Crédits: 2.

Travaux pratiques: interprétation des essais de pompage (détermination de la perméabilité et de la transmissivité), établissement et lecture d'une carte piézométrique; essais pratiques sur la loi de Darcy et les essais de traçage

Contrôles de connaissance: 1-2 contrôles continus (30%), TP (total 30%, dont 40% les comptes rendus des exercices TP, et 60% examen TP), examens terminaux (40%)

Résumé du cours: Ce cours comprend une partie « fonctionnement des aquifères » qui sera enseigné par un collègue de l'Université de Neuchâtel.

Bibliographie :

UE2 – HYD-28 HYDROLOGIE

Enseignants : Béchir (Université de N'djaména, Tchad).

Mots clefs : ETP-ETR; crue; bassin versant; hydrométrie; météorologie.

Charge horaire: 20 heures (20h TP)

Crédits: 2.

Travaux pratiques (stage de terrain): Deux jours de terrain aux environs de N'Djaména, sur les aspects suivants:

- Hydrométrie (mesure de vitesse, calcul de débit).
- Visite de station météo

Contrôles de connaissance: Travaux pratiques (40% pour les comptes rendus et 60% pour l'examen de TP).

Résumé du cours: voir semestre 1.

Bibliographie : voir semestre 1.

UE2 – VPQ-28 VULNÉRABILITÉ ET POLLUTION DES AQUIFÈRES

Enseignants : Dr Abderamane Hamit (Université de N'Djaména), Dr Pierre Deschamps (IRD).

Mots clefs : zone non-saturée & zone saturée; définition de la vulnérabilité (critères et indices); cartographie de la vulnérabilité d'un aquifères (méthode DRASTIC, méthode GOD); échanges eau-sol-roche; gestion de la ressource en eau (p.e. GIRE); traitement des eaux.

Charge horaire: 40 heures (15h CM & TD, 21h TP, 4 h TPE).

Crédits: 2.

Travaux pratiques: Établissement des cartes de vulnérabilité (3 séances de 3h chacune).

Stage de terrain (3 jours): mesure du niveau d'eau; échantillonnage des eaux souterraines; mesure des paramètres physico-chimiques (T, pH, conductivité, Eh, O₂ dissous); mesures chimiques in-situ (NO², NO³, etc); essais de traçage.

Contrôles de connaissance: 1 contrôle continu, 1 rapport TP (carte), 1 rapport stage terrain (TP), examen TP, examen final. Contrôle continu (30%), TP (total 30%, dont 40% pour les comptes rendus des exercices TP et 60% pour l'examen de TP), examen final (40%).

Résumé/Objectifs du cours: Ce module permettra à l'apprenant de pouvoir cartographier de la **vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines** d'une zone d'étude. Il lui permettra d'identifier les zones à haut risque de contamination, indépendamment du type de polluant. Enfin il permettra de bien planifier l'occupation des sols ou, du moins, lui permettre de cibler les zones où des mesures rigoureuses de protection devraient être adoptées dans le but d'une gestion efficace et durable de la ressource en eau. Le module est composé d'une partie « cours magistral » (50%) qui permettra d'acquérir les notions indispensables à la cartographie de la vulnérabilité et de la pollution des aquifères. 20% des heures seront consacrées aux travaux dirigés et 30% des heures aux travaux personnels des étudiants qui permettront d'évaluer la maîtrise des différentes méthodes existantes telles que la méthode DRASTIC, la méthode GOD, etc.

Bibliographie :

CRIQUI, F. (1965). *Pollution, épuration et traitement de l'eau*. Editions Diagrammes du Monde, N° 103.

UE2 – ISO-28

GÉOCHIMIE ISOTOPIQUE

Enseignants : Dr Edith Kadjangaba (Université de N'Djaména).

Mots clefs : isotopes stables (¹⁸O, ²H), principes de base (fractionnement, etc); effet de continentalité; traçage isotopique (définition de l'origine des eaux); quantification de la recharge. Les *Travaux Dirigés* porteront sur des études de cas.

Charge horaire: 20 heures (15h CM & TD, 5h TPE).

Crédits: 1.

Contrôles de connaissance: contrôle continu (40%) et un examen final (60%).

Résumé/Objectifs du cours: Le but de ce cours est de donner aux étudiants des notions théoriques sur les isotopes stables de l'eau (¹⁸O et ²H) dans un premier temps, puis de leur montrer l'utilité de ces derniers comme traceurs à travers des exemples pratiques.

Bibliographie :

ROLLINSON, H. (1993). *Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation*. Éditions Longman, 352 p.

UE2 – DAT-28

DATATION DES EAUX

Enseignant : Pierre Deschamps (IRD).

Mots clefs : Concept d'âge de l'eau; concept "âge masse"; "particule tracking"; traceurs transitoires; Tritium; ³H-³He; SF₆; CFC; ¹⁴C; ³⁶Cl. Les *Travaux Dirigés*: porteront sur des études de cas.

Charge horaire: 20 heures (15h CM & TD, 5h TPE).

Crédits: 1.

Contrôles de connaissance: contrôle continu (40%) et un examen final (60%).

Résumé du cours: L'objectif du cours est de présenter les méthodes de datation des eaux naturelles.

UE2 – TCG-28

TÉLÉDÉTECTION ET CARTOGRAPHIE

GÉOLOGIQUE

Enseignants : Dr Jean-Claude Doumnang, Université de
Mr Joseph Libar, CNAR.

N'djaména.

Participation et appui de Pr Philippe Brunner, CHYN Université de Neuchâtel

Mots clefs : Les bases d'interprétation des photos aériennes et de la télédétection spatiale (18h CM), traitement d'images satellites (optique, radar, MNT) et applications; Ilogiciels: Ilwis, ERDAS, SPRING, ENVI, Adobe Illustrator, Photoshop (v. CS).

Charge horaire: 80 heures (25h CM, 42h TP à raison de 12 séances de 3h + 6h terrain, 13h TPE).

Crédits: 4.

Travaux pratiques: 1) amélioration du contraste, composition coloré, filtres, neo-canaux, indices, classification, appliqué à des cas d'étude d'occupation de sol 2) extraction des informations à partir de modèles numériques de terrain (courbes de niveau, réseau hydrographique, pentes, etc.) 3) application de la télédétection à des fin météorologiques 4) application de la télédétection à l'interprétation géologique.

Stage de terrain (comptera pour 6h de TP): Un stage de terrain d'une semaine (Télédétection/SIG, Pédologie/Sédimentologie, Géologie Structurale, Géophysique) qui comprendra les aspects suivants:

- **Télédétection/SIG (1 jour): relevé de points GPS, validation des données des images satellitaires.**
- Géophysique II (2 jours): application sur le terrain des méthodes électriques (sondage et trainée), tomographie, électromagnétique (VLF).
- Pédologie/Sédimentologie (1 jours): coupes stratigraphiques, identification des structures et figures sédimentaires; profil pédologique, exploitation des tranchées.
- Géologie structurale (1 jour): Etude des structures tectoniques caractéristiques de la déformation discontinue et plicative (mesures, représentations et interprétations d'éléments structuraux).

N.B.: Une préférence sera faite à l'utilisation des logiciels libres de télédétection.

Contrôles de connaissance: Contrôles continus, comptes rendus des TP, examens finaux. Contrôle continu (30%), TP (total 30%, dont 40% pour les comptes rendus des exercices TP et 60% pour l'examen de TP), examen final (40%).

Résumé/Objectifs du cours: Le cours a pour objectif de fournir les bases de la télédétection (Joseph Libar), ses applications en cartographie géologique (Dr. Jean-Claude Doumnang) et les applications spécifiques à l'hydrogéologie (Pr. Philippe Brunner).

Bibliographie :

BARNES, J. (1988). *Basic geological mapping*. Geological Society of London Handbook series, 112 p.

IRARD, M.C. & GIRARD, C.M. (1999). *Traitement des données de télédétection*. Éditions DUNOD, 529 p.

STEINBERG, J. (2000). *Cartographie : Télédétection-Systèmes d'information géographique*. Éditions CDU SEDES, 159 p.

UE2 - GPH-28

GÉOPHYSIQUE 2

Enseignant : Mr Hamza Brahim (IUPM).

Mots clefs : Rappel des principes et mise en œuvre ; La géophysique appliquée à la recherche et à la gestion des ressources en eau; identification des sites d'implantation de forages : méthodes électriques, électromagnétiques et diagraphies.

Charge horaire: 60 heures (6 h CM, 40h TP dont 22h labo et 3 jours de terrain, 14h TPE).

Crédits: 3.

Travaux pratiques: interprétations des données réelles à l'ordinateur (usage des logiciels QLS, Res2inv, Win sev).

Stage de terrain: Un stage de terrain d'une semaine (Télédétection/SIG, Pédologie/Sédimentologie, Géologie Structurale, Géophysique) qui comprendra les aspects suivants:

- Télédétection/SIG (1 jour): relevé de points GPS, validation des données des images satellitaires.
- **Géophysique II (2 jours): application sur le terrain des méthodes électriques (sondage et trainée), tomographie, électromagnétique (VLF).**
- Pédologie/Sédimentologie (1 jours): coupes stratigraphiques, identification des structures et figures sédimentaires; profil pédologique, exploitation des tranchées.
- Géologie structurale (1 jour): Etude des structures tectoniques caractéristiques de la déformation discontinue et plicative (mesures, représentations et interprétations d'éléments structuraux).

Contrôles de connaissance: 40% pour le rapport de terrain (acquisition et traitement des données) et 60% pour l'examen final de TP.

Résumé/Objectifs du cours: Le cours porte sur les applications des méthodes géophysiques dans le domaine de l'hydrogéologie.

Bibliographie : voir Géophysique 1.

UE2 – AHD-28

AMÉNAGEMENTS HYDRAULIQUES

Enseignants : Abdelhakim Mustapha (STH, MHRU)

Loukmane Bichara (Université d'Ati).

Mots clefs : Introduction à l'hydraulique générale (lois de Bernouilli, dimensionnement des ouvrages des systèmes AEP; enseignant: Loukmane Bichara); puits pastoraux (description des puits modernes, différentes phases d'exécution, équipements de surface, essais de débit sur puits); surcreusement des mares; micro-barrages; seuils d'épandage; introduction à la conception et gestion d'un périmètre irrigué.

Charge horaire: 40 heures (20 CM & TD, 10h TP et 10 h TPE).

Crédits: 2.

Travaux pratiques/dirigés: Calcul de pertes de charges; quantification des besoins en eau; dimensionnement d'un réseau ramifié et maillé (abaques); détermination de capacité d'un réservoir.

Contrôles de connaissance: Contrôles continus, comptes rendus des TP, examens finaux (TP et cours). Contrôle continu (30%), TP (total 30%, dont 40% pour les comptes rendus des exercices TP et 60% pour l'examen de TP), examen final (40%).

Résumé/Objectifs du cours: Le cours a pour objectif d'introduire les différentes techniques d'aménagements hydrauliques.

UE2 – FOR-28

FORAGES

Enseignant : Abdelhakim Mustapha (STH).

Mots clefs : Techniques et méthodes de forage; équipements de forage; développement de forage; essais de débit; diagnostique (caméra d'inspection) et procédés de réhabilitation des forages; choix de type de pompe; maintenance des équipements.

Charge horaire: 40 heures (20h CM & TD, 12h TP répartis en 2 jours de terrain, 8h TPE).

Crédits: 2.

Travaux pratiques (02 jours de stage de terrain): Visite d'un site de réalisation d'un forage, suivi des travaux, définition de l'installation, développement (1 jour); essais de pompage (1 jour).

Contrôles de connaissance: Contrôle continu (30%), TP (total 30%, dont 40% pour les comptes rendus des exercices TP et 60% pour l'examen de TP), examen final (40%).

Résumé/Objectifs du cours: Présenter les différentes étapes de réalisation d'un forage et connaissance pratique à travers un stage de terrain.

Bibliographie :

LEBLOND A. & LECA, F. (1963). *Cours de forage*. Éditions TECHNIP.

UE2 – PED-28

PÉDOLOGIE

Enseignant : Pr Sylvie Dousset (Université de Nancy 1)

Bangoba Kaguina (IUPM).

Mots clefs : Altération ; pédogenèse ; sol ; profil ; horizon ; argile ; fraction organique ; fraction minérale ; toposéquence ; principes généraux de la classification et de la cartographie des sols ; dynamique de l'eau dans les sols.

Charge horaire: 40 heures (20h CM & TD, 6h TP organisé en un jour de terrain, et 14h TPE).

Crédits: 2.

Travaux pratiques (stage de terrain): Un stage de terrain d'une semaine (Télédétection/SIG, Pédologie/Sédimentologie, Géologie Structurale, Géophysique) qui comprendra les aspects suivants:

- Télédétection/SIG (1 jour): relevé de points GPS, validation des données des images satellitaires.
- Géophysique II (2 jours): application sur le terrain des méthodes électriques (sondage et trainée), tomographie, électromagnétique (VLF).
- **Pédologie/Sédimentologie (1 jours): coupes stratigraphiques, identification des structures et figures sédimentaires; profil pédologique, exploitation des tranchées.**
- Géologie structurale (1 jour): Etude des structures tectoniques caractéristiques de la déformation discontinue et plicative (mesures, représentations et interprétations d'éléments structuraux).

Contrôles de connaissance: 1 contrôle continu, 1 rapport de terrain, examen final. Contrôle continu (30%), rapport de terrain comptant pour les TP (30%), examen final (40%).

Résumé/Objectifs du cours: Le cours a pour objectifs de présenter la genèse des sols, leur évolution et leur classification, en insistant sur la dynamique de l'eau dans les sols.

Bibliographie :

HILLEL D. (1974). *L'eau et le sol : Principes et processus physiques*. Éditions Vander, Louvain.

MUSY A., SOUTTER M. (1991). *Physique du sol*. Presses Polytechniques Universitaires Romandes, Lausanne.

UE3 – OP1-28A GÉOLOGIE STRUCTURALE 2

Enseignant : Dr Moussa Isseini (IUPM & MERFPS).

Mots clefs : Niveaux structuraux; analyse de la déformation discontinue en contexte extensif, compressif et décrochant ; analyse de la déformation continue homogène ; analyse de la déformation continue hétérogène (exemple détaillé des plis).

Charge horaire: 40 heures (15h CM & TD, 15h TP, 10h TPE sous forme de rapport de stage de terrain, comptabilisé dans les notes de TP).

Crédits: 2.

Travaux pratiques: TP 1 : Profil topographique; **TP 2:** Coupe géologique en terrain sédimentaire 1 (structure tabulaire); **TP 3:** Coupe géologique en terrain sédimentaire 2 (structures plissées); **TP 4 & 5 :** Représentation des failles sur les coupes géologiques précédentes.

Stages de terrain (comptera pour 6h de TP): Un stage de terrain d'une semaine (Télédétection/SIG, Pédologie/Sédimentologie, Géologie Structurale, Géophysique) qui comprendra les aspects suivants:

- Télédétection/SIG (1 jour): relevé de points GPS, validation des données des images satellitaires.

- Géophysique II (2 jours): application sur le terrain des méthodes électriques (sondage et trainée), tomographie, électromagnétique (VLF).
- Pédologie/Sédimentologie (1 jours): coupes stratigraphiques, identification des structures et figures sédimentaires; profil pédologique, exploitation des tranchées.
- **Géologie structurale (1 jour): Etude des structures tectoniques caractéristiques de la déformation discontinue et plicative (mesures, représentations et interprétations d'éléments structuraux).**

Contrôle de connaissance: contrôles continu, rapport de terrain, comptes rendu des TP, examen final. Contrôle continu (30%), TP (total 30%, dont 40% pour les comptes rendus des exercices TP et 60% pour l'examen de TP), examen final (40%).

Résumé/Objectifs du cours: Le cours de Géologie structurale 2 complète le cours de Géologie structurale 1. Il approfondit les connaissances préalablement acquises en insistant sur leurs applications en hydrogéologie. C'est pourquoi un intérêt particulier sera porté sur les failles. Les structures tectoniques sont d'abord présentées dans les différents chapitres du cours magistral. Ces connaissances sont ensuite complétées par des travaux dirigés (projection stéréographique), des travaux pratiques portant sur l'identification (en carte) et représentation (en coupe) des différents types de failles et l'étude sur le terrain de structures tectoniques caractéristiques, principalement celles de la déformation discontinue et plicative (mesures, représentations et interprétation d'éléments structuraux).

Bibliographie :

NICOLAS, A. (1989). *Principes de tectonique*. Éditions MASSON.

BÉLOUSSOV, V.V. & PARTCHEVSKY, O. (1974). *Géologie Structurale*. Éditions MIR, 295 p.

MERCIER, J. & VERGELY, P. *Tectonique*. Éditions DUNOD.

RAMSAY, J.G. (1967). *Folding and fracturing of rocks*. Éditions McGraw-Hill, New York, 568 p.

UE3 – OP1-28B GÉNIE CIVIL APPLIQUÉ AUX OUVRAGES

HYDRAULIQUES

Enseignant : *Walbadet Ezechiel*

Mots clefs : béton armé; superstructure des puits, des forages et des réservoirs.

Charge horaire: 40 heures (15h CM & TD, 15h TP, 10h TPE).

Crédits: 2.

Travaux pratiques: calculs et cas pratiques de dimensionnement dans la construction d'une dalle, d'un réservoir, etc.

Contrôles de connaissances: Contrôle continu (30%), TP (total 30%, dont 40% pour les comptes rendus des exercices TP et 60% pour l'examen de TP), examen final (40%).

Résumé/Objectifs du cours: Le cours a pour objectifs de présenter les principaux ouvrages hydrauliques et de fournir des éléments de calculs et des cas pratiques liés à leur conception et à leur construction.

UE3 – OP2-28A GESTION DES RISQUES

HYDROLOGIQUES

Enseignant : Béchir (Université de N'djaména).

Mots clefs : types de risques, préparation, surveillance, prévision, systèmes d'alerte, réponse, mesures d'atténuation du risque.

Charge horaire: 30 heures (20h CM & TD, 10h TPE).

Crédits: 2.

Contrôles de connaissance: Contrôle continu (40%), examen final (60%).

Résumé/Objectifs du cours: Présenter les principaux risques hydrologiques et les mesures de prévention, de gestion et de restauration.

Bibliographie :

GIRET, A. (2007). *Le risque hydrologique : du concept à sa gestion*. Éditions Le Manuscrit, 252 p.

S. COLES, L. R. PERICHI, AND N. SISSON (2003). *A fully probabilistic approach to extreme rainfall modelling*. J. Hydrol., 273 :35#50.

Hubert, P. (2005). *La prédétermination des crues*. C.R. Géosciences, 377:219#227.

ANCEY, C. (2006). *Dynamique des avalanches*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne.

UE3 – OP3-28B GÉOSTATISTIQUE

Enseignant : Dieudonné Rirabe

Mots clefs : Rappels de statistiques et probabilités; analyses corrélatoire et spectrale; Krigeage; variance; interpolation; Surfer, Geostatistica, SPSS, XLStat.

Charge horaire: 30 heures (10h CM & TD, 10h TP, 10h TPE).

Crédits: 2.

Contrôles de connaissance: Contrôle continu (40%), examen final (60%).

Résumé/Objectifs du cours : Le cours a pour objectif de présenter les bases de la géostatistique et son utilisation pour la résolution de problèmes mathématiques tels que ceux qui peuvent se poser à l'ingénieur hydrogéologue dans le cadre de ses activités.

Bibliographie :

MORGENTHALER S. (1997). *Introduction à la statistique*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.

ARMSTRONG, M. (1997). *Géostatistique linéaire: application au domaine minier*. Éditions Presses de l'Ecole des Mines de Paris, 112 p.

CHILÈS, J.-P., AND DELFINER, P. (1999). *Geostatistics: Modeling spatial uncertainty*. Wiley, New York, 695 p.

WACKERNAGEL, H. (1993). *Cours de géostatistique multivariable*. Centre de Géostatistique, Ecole des Mines de Paris, Fontainebleau, 80 p.

WACKERNAGEL, H. (1995). *Multivariate geostatistics: an introduction with applications*. Springer, Berlin. 256 p.

DOMINIQUE, F. (2002). *Statistique inférentielle*. Cours et exercices corrigés. DUNOD.