




4.00 crédits	22.5 h + 22.5 h	Q2
--------------	-----------------	----

Enseignants	Vanclooster Marnik ;
Langue d'enseignement	Anglais > Facilités pour suivre le cours en français
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Préalables	<ul style="list-style-type: none"> - Phénomènes de transfert - Sciences du sol - Hydrologie générale - Physique du sol
Thèmes abordés	<p>Le cours vise à initier les étudiants à la modélisation des écoulements (transport d'eau, transport des solutés, transport thermique) dans les sols partiellement saturés en eau et les nappes aquifères à l'échelle de la formation pédo-géologique, en régime stationnaire et transitoire. Les thèmes suivants sont abordés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Concepts théoriques gouvernant le transfert de l'eau, des solutés et d'autres substances polluantes dans les sols partiellement saturés en eau et les nappes aquifères hétérogènes ; - Approches de modélisation mathématique des processus de transport dans les sols et nappes aquifères (approches analytiques, approches numériques, fonction de transfert) ; - Méthodes de caractérisation des propriétés hydrodynamiques des sols et des nappes aquifères ; - Intégration des aspects d'hydrodynamique des sols et des nappes dans l'ingénierie et la gestion des eaux et des sols.
Acquis d'apprentissage	<p>A la fin de cette unité d'enseignement, l'étudiant est capable de :</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Contribution de l'activité au référentiel AA (AA du programme) M1.1 ; M1.2 ; M1.3 ; M2.1 ; M2.2 ; M2.3 ; M5.1 ; M5.6 ; M5.8 ; M6.1 ; M6.2 ; M6.4 ; M6.9 ; M7.1 ; M7.2 ; M8.1 ; M8.2 ; M8.3 ; M8.4 ; b. Formulation spécifique pour cette activité des AA du programme <p>Au terme du cours (2 ECTS), et des TP (2 ECTS), les étudiants seront en mesure :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'expliquer les principes d'écoulement de l'eau et des solutés (y compris des polluants) dans les sols et les nappes aquifères ; <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> - de concevoir et appliquer les équations de transfert au cas des écoulements en milieu non-saturé (sols) et saturé (nappes aquifères), en régime permanent et transitoire ; - de discuter et comprendre le fonctionnement des différentes techniques de caractérisation hydrodynamique des sols et des nappes aquifères; - d'estimer, par des méthodes traditionnelles et des méthodes avancées (modélisation inverse, assimilation de données), les propriétés hydrodynamiques des sols et des nappes aquifères ; - d'appliquer la modélisation hydrodynamique pour solutionner des problèmes complexes d'ingénierie des eaux et du sol.
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	<p>L'examen comprend 3 volets:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Examen QCM par écrit. Questions théoriques spécifiques sous forme QCM. 20 questions QCM pendant 40 minutes. Cette partie compte pour 30 % de la cote finale 2. Examen "Etude de cas". Examen oral avec préparation écrit. L'étudiant analyse une étude de cas complexe permettant d'évaluer sa capacité à intégrer les différents éléments de la matière pour résoudre un problème complexe d'hydrodynamique du sol. Préparation écrite 1h40, défense orale 20 minutes. Cette partie compte pour 30 % de la cote finale 3. Examen exercice: Résolution d'un problème concret en salle informatique avec logiciel spécifique (Hydrus et/ou Modflow). Préparation 50 minutes, défense orale 10 minutes. Cette partie compte pour 40 % de la cote finale. <p>L'évaluation porte sur la cohérence des réponses, l'exactitude des réponses, la qualité du document de préparation, la qualité de la défense orale.</p> <p>L'examen peut se faire ou en anglais</p>

Méthodes d'enseignement	<p>Cours magistraux: Classe inverse. À travers le site du cours (Moodle), l'étudiant a accès à un syllabus, des capsules vidéos qui expliquent les fondations théoriques et des notebooks Python permettant d'illustrer certains aspects. Les classes en présentiel permettent de répondre aux questions et approfondir la matière.</p> <p>En raison de la capacité limitée d'accueil des auditoriums (crise COVID-19), certains cours peuvent se donner à distance</p> <p>Travaux pratiques: Exercices en salles informatiques.</p>
Contenu	<p>La gestion durable des sols et eaux souterraines nécessite des approches pour quantifier les flux hydriques et la matière qui l'accompagnent (nutriments, polluants) dans les milieux souterrains. Dans ce cours nous établissons les bases pour modéliser les flux hydriques et les solutés (nutriments, polluants...) dans les sols et nappes aquifères.</p> <p>Cours magistraux : Approches méthodologiques de modélisation quantitative, appliquées au transfert de l'eau dans le sol, au transfert des solutés (nutriments, polluants...) dans le sol, au transfert de l'eau dans les nappes aquifères</p> <ul style="list-style-type: none"> • Equations de transfert de l'eau dans le sol (équation de Richards, équation de Fokker-Planck), de transfert des solutés dans le sol (équation de convection dispersion, avec dégradation, adsorption, eau mobile-immobile), de diffusion de l'eau dans des nappes aquifères. • Approches de résolution : solutions analytiques (transformation de Laplace et de Boltzman) ; solutions numériques (différences finies, éléments finis) ; solutions intégrées (fonction de transfert). • Méthodes de caractérisation des paramètres hydrodynamiques. Méthodes de laboratoire, méthodes in situ. Modélisation inverse. • Application : infiltration de l'eau dans le sol, transport des polluants dans le sol, essais de pompage dans une nappe aquifère. <p>Travaux pratiques : Les principaux concepts présentés lors des cours seront illustrés par des exercices en salle informatique en utilisant des notebooks en Python et des logiciels open source..</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estimation des paramètres hydrodynamiques à partir des observations en laboratoire. • Solutions analytiques de transport d'eau et solutés. • Modélisation numérique dans les sols non-saturés en eau en utilisant HYDRUS 1-D. • Modélisation de la diffusion dans les nappes souterraines par MODFLOW.
Ressources en ligne	<p>Site Moodle du cours</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organisation du cours • Syllabus du cours • Capsules vidéos • Notebooks en Python • Énoncés des travaux dirigés
Bibliographie	<p>M. Vanclooster, 2019. Modelling soil and subsoil hydrodynamic processes. Syllabus AGRO-UCLouvain. 120 pp.</p>
Autres infos	<p>Ce cours est donné en anglais, mais utilise a 'french friendly' format.</p>
Faculté ou entité en charge:	<p>AGRO</p>

Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)				
Intitulé du programme	Sigle	Crédits	Prérequis	Acquis d'apprentissage
Master [120] : ingénieur civil des constructions	GCE2M	4		
Master [120] : bioingénieur en sciences et technologies de l'environnement	BIRE2M	4		
Master [120] : bioingénieur en chimie et bioindustries	BIRC2M	4		
Master [120] en sciences agronomiques et industries du vivant	SAIV2M	5		