



4.00 crédits

22.5 h + 22.5 h

Q2

Enseignants	Vanclooster Marnik ;
Langue d'enseignement	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> <p>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 ;</p> <p>b. Formulation spécifique pour cette activité des AA du programme 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>Examen oral avec une préparation écrite. L'examen comprend 3 volets:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. une étude de cas complexe permettant d'évaluer la capacité de l'étudiant à intégrer les différents éléments de la matière pour résoudre un problème complexe d'hydrodynamique du sol ; 2. des questions théoriques spécifiques. 3. résolution d'un problème concret en salle informatique (Hydrus et/ou Modflow) <p>L'évaluation porte sur la cohérence de la réponse, l'exactitude des réponses, la qualité du document de préparation, la qualité de la défense orale.</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>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 • Enoncés 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 peut être donné en anglais.</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] : 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	4		