

- Faculté des sciences
- [www.unine.ch/sciences](http://www.unine.ch/sciences)

## Géothermie avancée (3GH2157)

Filières concernées	Nombre d'heures	Validation	Crédits ECTS
<b>Master en hydrogéologie et géothermie</b>	<b>Cours: 50 pg</b>	<b>contrôle continu: 1</b>	<b>7</b>

ph=période hebdomadaire, pg=période globale, j=jour, dj=demi-jour, h=heure, min=minute

### Période d'enseignement:

- Semestre Printemps

### Equipe enseignante:

Yassine Abdelfettah, post-doctorant  
Pierre Perrochet, Professeur  
Philippe Renard, Directeur de recherche  
François-D. Vuataz, chargé d'enseignement  
NN

### Objectifs:

Initier les étudiants aux techniques et méthodes utilisées pour l'exploration et l'exploitation des ressources géothermiques profondes

### Contenu:

Transport de chaleur (20 h – 2 ECTS)

- Propriété thermique des roches
- Heat flow à la surface et en profondeur
- Radioactivité et production de la chaleur
- Mesures de températures dans un forage
- Mesures de la conductivité et la capacité thermique

Méthodes d'ingénierie géothermique (20 h – 2 ECTS)

- Méthodes de forage
- Diagraphies géophysiques (logs électriques, density logs, resistivity logs, imaging logs, gamma ray, etc.)
- Base des méthodes de carottages électriques
- Interprétation des carottages électriques
- Essai hydraulique
- Essai de traçage
- Méthodes chimiques
- Méthodes de stimulation hydraulique, chimique, combinée
- Base de mécanique des roches en vue de la fracturation
- Théorie de la microsismicité
- Evaluation de la microseismicité

Exploitation des réservoirs (20 h – 2 ECTS)

- Extraction des fluides géothermiques
- Processus de Carnot
- Conversion de la chaleur en électricité (Cycle Organique de Rankine, Cycle de Kalina)
- Corrosion et dépôts dans les installations

Hydrogéochimie et prospection des fluides géothermiques (10 h – 1 ECTS)

- Composés chimiques des fluides et des gaz
- Interactions eau-roche
- Altérations hydrothermales et minéraux secondaires
- Isotopes stables et radioactifs
- Géothermométrie
- Equilibres chimiques des espèces dissoutes
- Systèmes de mélange et caractéristiques des composantes.
- Méthodes de stimulation chimique
- Aspects environnementaux des fluides et des gaz

URLs
1) <a href="http://geothermal.marin.org/">http://geothermal.marin.org/</a> 2) <a href="http://www.geothermal-energy.org/">http://www.geothermal-energy.org/</a> 3) <a href="http://www.geothermie-perspectives.fr/">http://www.geothermie-perspectives.fr/</a> 4) <a href="http://www.geothermie.ch/">http://www.geothermie.ch/</a>

- Faculté des sciences
- [www.unine.ch/sciences](http://www.unine.ch/sciences)

## Géothermie avancée (3GH2157)

### Forme de l'évaluation:

Contrôles continus

### Documentation:

- Arnorsson S. (ed.), 2000. Isotopic and chemical techniques in geothermal exploration, development and use. International Atomic Energy Agency, Vienna, 351 pp.
- Darwin V.E. and Singer J.M., 2007. Well logging for Earth Scientists. 2nd Edition, Springer Verlag.
- Dickson M. H. & Fanelli M. (eds.), 2003. Geothermal energy, utilization and technology. Renewable Energies series, UNESCO publ., Paris, 205 pp.:  
<[www.geothermal-energy.org/314,what\\_is\\_geothermal\\_energy.html](http://www.geothermal-energy.org/314,what_is_geothermal_energy.html)>.
- Economides M. J. & Ungemach P. O., 1987. Applied Geothermics. Wiley- Intersci. Public., New York.
- ENGINE Coordination Action, 2008. Best practice handbook for the development of unconventional geothermal resources with a focus on enhanced geothermal system. ENGINE Coordination Action (ENhanced Geothermal Innovative Network for Europe):  
<<http://engine.brgm.fr/BestPractiseHandbook.asp>>.
- Hardage B.A., 2000. Vertical Seismic Profiling: Principles. 3rd Edition, Elsevier.
- Kearey P., Brooks M. and Hill I., 2002. An Introduction to Geophysical Exploration. 3rd Edition, Blackwell Publishing
- Lemale J. & Jaudin F., 1998. La géothermie, une énergie d'avenir. Agence régionale de l'environnement et des nouvelles énergies Ile-de-France (ARENE).
- Mazor E., 2004. Chemical and isotopic groundwater hydrology. CRC Press.
- Simpson F. and Bahr K., 2005. Practical Magnetotellurics. 1st Edition, Cambridge University Press.
- Telford W.M., Geldart L.P. and Sheriff R.E., 1990. Applied Geophysics. 2nd Edition, Cambridge University Press.

### Pré-requis:

- Cours d'introduction à la géothermie
- Cours d'Hydrogéologie générale
- Hydrodynamique et processus de transport

### Forme de l'enseignement:

Cours-bloc, exercices, travaux pratiques

URLs	1) <a href="http://geothermal.marin.org/">http://geothermal.marin.org/</a> 2) <a href="http://www.geothermal-energy.org/">http://www.geothermal-energy.org/</a> 3) <a href="http://www.geothermie-perspectives.fr/">http://www.geothermie-perspectives.fr/</a> 4) <a href="http://www.geothermie.ch/">http://www.geothermie.ch/</a>
------	--