

# Le nouvel institut F.-A. Forel de 2009 à nos jours = New Forel, from 2009 and beyond

Autor(en): **Slaveykova, Vera I.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences [2004-ff.]**

Band (Jahr): **65 (2012)**

Heft 1-2

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-738348>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Le nouvel Institut F.-A. Forel de 2009 à nos jours

## New FOREL, from 2009 and beyond

Vera I. SLAVEYKOVA\*

### Introduction

L'Institut F.-A. Forel est un département pluridisciplinaire de la Section des Sciences de la Terre et de l'environnement, Faculté des Sciences de l'Université de Genève, orienté vers la recherche et l'enseignement en sciences naturelles de l'environnement. Sa mission principale est de former des étudiants et d'apporter de nouvelles connaissances touchant à la nature complexe des questions environnementales, maintenant et pour le futur. L'Institut est fier de porter le nom de ce savant hors pair mondialement reconnu comme le père d'une nouvelle discipline, la limnologie, qu'il définit comme «*l'océanographie des lacs*». Un savant dont on a aussi donné le nom à un glacier en Antarctique: le Glacier Forel, douzième plus haut sommet du Groenland, ainsi qu'à une des premières échelles universelles de l'intensité des séismes: l'échelle de Rossi-Forel.

Créé il y a 32 ans dans l'idée de reconnaître l'héritage scientifique et de promouvoir l'approche pluridisciplinaire de F.-A. Forel, l'Institut a connu un nouveau développement très dynamique depuis 2009. Actuellement, les recherches menées à l'Institut Forel dépassent largement les frontières de la limnologie et permettent de mieux comprendre le fonctionnement des systèmes naturels, les pressions environnementales qui s'exercent sur eux et l'équilibre des services écosystémiques qu'ils fournissent. L'Institut F.-A. Forel abrite plusieurs groupes de recherche qui étudient les aspects géologiques, phy-

siques, chimiques, biologiques et écotoxicologiques de l'eau, ainsi que des groupes concernés par l'énergie, la climatologie, l'analyse et la modélisation spatiales des données, l'archéologie préhistorique et la physiologie des plantes. Les enseignants de l'Institut F.-A. Forel et de ces équipes de recherche se trouvent aussi associés à l'Institut des Sciences de l'Environnement (ISE) et participent à l'effort de développement de ce champ scientifique au sein de l'Université de Genève.

La présente contribution décrit très sommairement les activités de recherche dans différents domaines représentés à l'Institut pendant la période 2010-2012. Elle complète l'article de Dominik et Loizeau (2012)<sup>1</sup> publié dans ce volume qui décrivent en détail l'histoire de ces activités depuis la création de l'Institut par le Prof. J.-P. Vernet. Le rapport d'activité complet de 2011 qui a servi de base au présent texte, peut être consulté sur le site internet de l'Institut Forel: [www.unige.ch/forel/index.html](http://www.unige.ch/forel/index.html).

### Sciences de l'eau

*Les domaines de recherche traditionnels liés aux sciences de l'eau de l'Institut F.-A. Forel représentent toujours le noyau des activités actuelles à l'Institut. Ils se focalisent autour de la limnologie, la géologie de l'environnement, la physico-chimie, la biogéochimie et l'écotoxicologie des lacs, réservoirs et cours d'eau, la biologie, la biodiversité et l'écologie aquatique.*

Les milieux lacustres naturels et les réservoirs hydro-électriques à forte contamination ont continué d'être au centre de l'intérêt des recherches en **Limnologie**

<sup>1</sup> Dominik J, Loizeau J-L. 2012. 1981-2010: Trente ans de recherche à l'Institut F.-A. Forel. Arch. Sci. 65: 25-42.

\* Institut F.-A. Forel, Directrice, Sciences de la Terre et environnement, Faculté des Sciences, Université de Genève 10, route de Suisse, CH-1290 Versoix, Suisse. E-mail: Vera.Slaveykova@unige.ch

**et géologie de l'environnement** menées par le Dr. Jean-Luc Loizeau (limnologie, sédimentologie et géochimie isotopique), le Dr. John Poté (microbiologie, biologie moléculaire) et le Prof. Walter Wildi (géologie de l'environnement, limnologie physique). Ces recherches concernent entre autres la courantologie lacustre et les mécanismes de remobilisation et de transfert de sédiments<sup>2</sup> et de substances, l'interaction entre les sédiments et la microfaune, le bilan et l'évolution des apports par des sources majeures, i.e. stations d'épuration<sup>3,4</sup>. Les lacs récoltent les eaux et les sédiments des bassins versants continentaux, ainsi que des apports atmosphériques naturels et anthropogéniques. En plus de ces apports directs, des processus chimiques, biologiques et physiques sont responsables de la production interne, des transformations et transferts au sein de la colonne d'eau des lacs (Fig. 1). L'étude des sédiments qui enregistrent l'évolution de l'environnement naturel et l'impact anthropique, permet une meilleure compréhension de l'évolution de l'environnement naturel et de l'impact humain à court, moyen et à long terme. L'étude de ces lacs, qui sont d'importants réservoirs d'eau potable, permet de mieux comprendre l'évolution du territoire au cours des grands cycles climatiques (glaciation/déglaciation). Des recherches sont réalisées sur la comparaison entre plusieurs lacs du Plateau Suisse au cours des derniers millénaires (réflexion sismique, sédimentologie) et sur la dynamique sédimentaire à court terme<sup>5</sup>, tels que les apports liés aux crues et aux tremblements de terre

- <sup>2</sup> Loizeau J-L, Jüstrich S, Wildi W. 2010. Swiss examples of the impacts of dams on natural environments and management strategies for sediment control. NEAR curriculum in Natural Environmental Science, *Terre & Environnement*, 88: 199-204.
- <sup>3</sup> Poté J, Haller L, Kottelat R, Sastre V, Arpagaus P, Wildi W. 2009. Persistence and growth of faecal culturable bacterial indicators in water column and sediments of Vidy Bay, Lake Geneva, Switzerland. *J. Environ. Sci.* 21: 62–69.
- <sup>4</sup> Haller L, Tonolla M, Zopfi J, Peduzzi R, Wildi W, Pote J. 2011. Composition of bacterial and archaeal communities in freshwater sediments with different contamination levels (Lake Geneva, Switzerland) *Wat. Res.* 45: 1213-1228.
- <sup>5</sup> Sastre V, Loizeau J-L, Greinert J, Naudts L, Arpagaus P; Anselmetti F, Wildi W. 2010. Morphology and recent history of the Rhone River Delta in Lake Geneva (Switzerland). *Swiss J. Geosci.* 103:33-42.
- <sup>6</sup> Fiore J, Girardclos S, Pugin A, Gorin G, Wildi W. 2011. Würmian deglaciation of western Lake Geneva (Switzerland) based on seismic stratigraphy. *Quat. Sci. Rev.* 30: 377-393.
- <sup>7</sup> Le Thi AD, De Pascali, F, Umgiesser G, Wildi W. 2012. Structure thermique et courantologie du Léman. *Arch. Sci.* 65: 65-80.
- <sup>8</sup> Bravo AG, Loizeau J-L, Ancey L, Ungureanu VG, Dominik J. 2009. Historical record of mercury contamination in sediments from the Babeni Reservoir in the Olt River, Romania. *Env. Sci. Pol. Res.* 16,66-75.

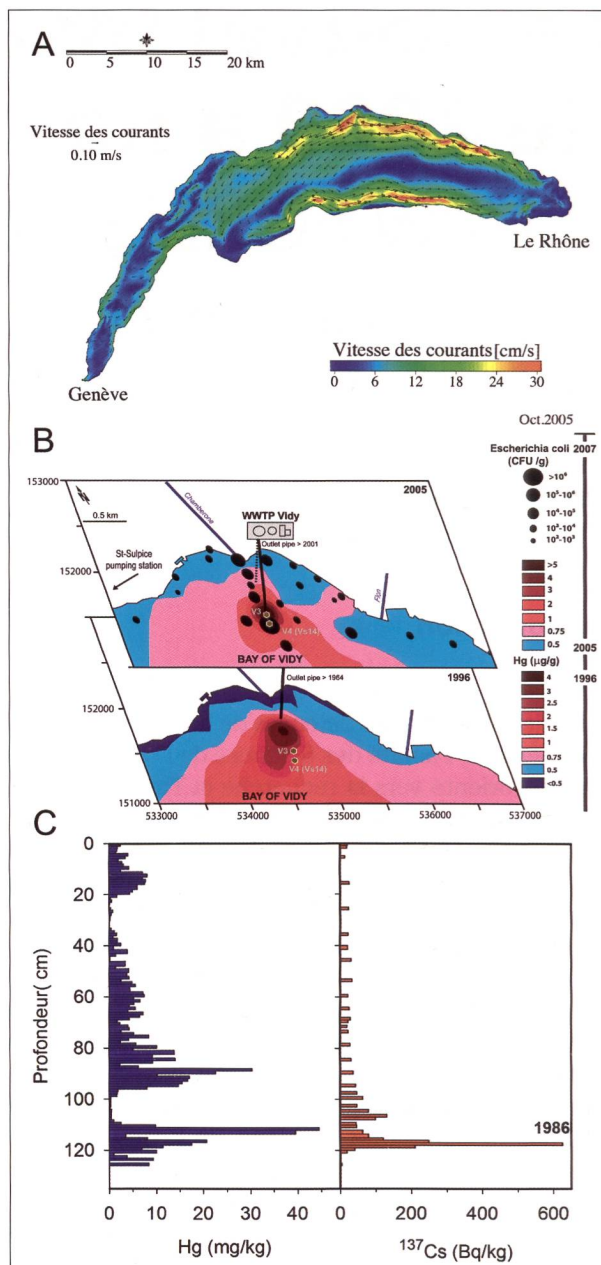


Fig. 1. Exemple d'activités en limnologie et géologie de l'environnement: A) modélisation des courants lacustres - exemple du Léman<sup>7</sup>; B) étude de la contamination des sédiments lacustres de la Baie de Vidy, Léman, par le mercure et les bactéries; C) reconstruction de l'histoire de la contamination des sédiments d'un lac de barrage en Roumanie par du mercure (Hg)<sup>8</sup>.

(notamment dans le bassin versant valaisan du Léman), car ces événements, qui affectent directement les populations environnantes, sont eux aussi enregistrés dans les archives sédimentaires lacustres<sup>6</sup>. En 2013, nous espérons pouvoir repourvoir le poste du Prof. W. Wildi par un successeur dans le domaine de la limnologie physique.

Les processus de base qui gouvernent le comportement des éléments traces, des micropolluants et des nanoparticules manufacturés dans les systèmes aquatiques et leurs interactions avec les différents constituants biotiques et abiotiques des eaux naturelles<sup>9</sup> sont au cœur des activités menées dans le domaine de **la Biogéochimie environnementale et écotoxicologie**, dirigées par la Prof. Vera I. Slaveykova. Cette compréhension est essentielle pour l'évaluation de l'aspect chimique de la qualité des eaux et de leurs risques environnementaux. Un concept unificateur de ce large domaine de recherche est la biodisponibilité qui permet de relier les processus aux interfaces aquatiques avec les effets à différents niveaux d'organisation biologique. Le but à long terme de ces études est d'appliquer les connaissances fondamentales acquises à l'anticipation des effets combinés des changements globaux, des stress physiques et chimiques sur la qualité des eaux, afin d'en prévoir les conséquences et d'en prévenir les risques potentiels. Les principaux thèmes de recherche comprennent l'étude des processus chimiques et biologiques gouvernant le comportement des éléments traces toxiques<sup>10</sup> et des nanoparticules<sup>11</sup> dans les systèmes aquatiques et leurs interactions avec les différents constituants biotiques et abiotiques des eaux naturelles, l'impact et les effets des éléments traces toxiques et des nanoparticules sur le génome, protéome et métabolome des producteurs primaires (Fig. 2).

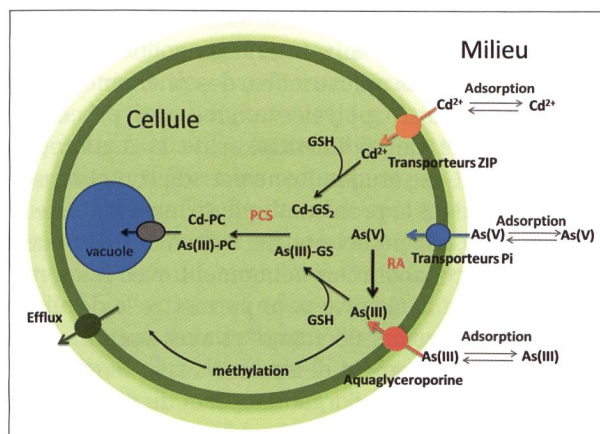


Fig. 2. Biodisponibilité et transformation cellulaire de l'arsénique et cadmium étudié par le groupe de biogéochimie environnementale et écotoxicologie.

Une direction de recherche novatrice pour l'Institut F.-A. Forel inclut le développement de biocapteurs<sup>12</sup> et de nouvelles technologies de pointe «lab-on-a-chip» permettant de mesurer in-situ l'impact de micropollution. Les travaux de développement des outils de biosurveillance<sup>13</sup> (Dr. Claudia Cosio), des bioindicateurs et de la biodiversité aquatique (en collaboration avec le Dr. E. Castella), ainsi que la spéciation chimique (Dr. Séverine Le Faucheur) sont menés. Les études des cycles biogéochimiques dans les réservoirs contaminés par le mercure<sup>14</sup> menées par Prof. Janusz Dominik et l'évaluation de l'impact du transfert trophique du mercure<sup>15</sup> représentent aussi une partie importante de la recherche dans ce domaine. Ces recherches sont poursuivies par la prof. V. Slaveykova après la retraite du prof. J. Dominik en 2011 à travers des collaborations et avec sa participation active. Les activités dans ce domaine seront renforcées dès janvier 2013 avec l'arrivée de la Prof. Christel Hassler (professeure boursier de FNS) qui possède des compétences concernant la biogéochimie marine et lacustre du fer.

Dans les écosystèmes aquatiques, l'accumulation, la circulation et le transport de la matière en suspension mais aussi des polluants associés, introduits par les activités humaines, doivent être compris et étudiés à la fois sur le plan expérimental mais aussi théorique afin d'évaluer leurs impacts précis à long terme. La caractérisation et la compréhension des processus physico-chimiques qui gouvernent la circulation des polluants, et de la matière en suspension, dans les milieux aquatiques font ainsi l'objet d'études théoriques, expérimentales et de modélisation dans le groupe de **Physico-Chimie environnementale** du Dr. Serge Stoll qui a rejoint l'Institut F.-A. FOREL en 2009. Une attention particulière est portée sur la thématique des nanoparticules manufacturées et nano-

- <sup>9</sup> Terrier-Waerber M-L, Stoll S, Slaveykova VI. 2012. Trace metal behavior in surface waters: emphasis on dynamic speciation, sorption processes and bioavailability. Arch. Sci. 65: 119-142.
- <sup>10</sup> Spierings J, Worms I, Miéville P, Slaveykova VI. 2011. Effect of humic substance photoalteration on lead bioavailability to freshwater microalgae. Environ. Sci. Technol. 45: 3452-3458.
- <sup>11</sup> Worms I, Boltzman J, Garcia M, Slaveykova VI. 2012. Cell-wall dependent effect of carboxyl-CdSe/ZnS quantum dots on lead and copper availability to green microalgae. Environ. Poll. 167:27-33.
- <sup>12</sup> Suárez G, Santschi C, Martin OJF, Slaveykova VI. 2013. Biosensor based on chemically-designed anchorable cytochrome c for the detection of H2O2 released by aquatic cells. Biosens Bioelectron. 42C: 385-390.
- <sup>13</sup> Regier N, Frey B, Converse B, Roden E, Grosse-Honebrink A; Bravo AG, Cosio C. 2012. Effect of *Elodea nuttallii* Roots on Bacterial Communities and MMHg Proportion in a Hg Polluted Sediment. Plos One, e45565.
- <sup>14</sup> Guedron S, Huguet L, Vignati DAL, Liu B, Gimbert F, Ferrari BJD, Zonta R, Dominik J. 2012. Tidal cycling of mercury and methylmercury between sediments and water column in the Venice Lagoon (Italy). Mar. Chem. 130: 1-11.
- <sup>15</sup> Bravo AG, Loizeau J-L, Richard A, Rubin JF, Ungureanu VG, Amouroux D, Dominik J. 2010. Mercury human exposure through fish consumption in a reservoir contaminated by a chlor-alkali plant: Babeni reservoir (Romania). Environ. Sci. Poll. Res. 17:1422-1432.

technologies. Les recherches se focalisent sur l'importance des processus aux interfaces solides-solution des nanoparticules industrielles, des phénomènes de complexation entre polyélectrolytes, des processus d'agrégation et de sédimentation de la matière en suspension. Ces études trouvent de nombreuses applications dans la problématique si importante de la production d'eau potable et du traitement des eaux usées<sup>16,17</sup> en collaboration notamment avec les services industriels de Genève pour permettre le développement de nouveaux flocculants et ainsi optimiser les processus de traitement de l'eau.

La compréhension de l'organisation et du fonctionnement des écosystèmes aquatiques continentaux et les changements de leur diversité biologique sont au cœur des études dans le domaine de l'écologie et de la biodiversité. Ces études s'articulent autour de trois grandes thématiques: **L'écologie des écosystèmes aquatiques d'eau douce**, thématique menée par le Prof. Jean-Bernard Lachavanne jusqu'à sa retraite en juillet 2012; **L'évaluation et la restauration des écosystèmes** étudiées par le Dr. Emmanuel Castella et la nouvelle thématique **d'écologie microbienne** développée par Prof. Baastian Ibelings. La recherche sur les macrophytes aquatiques des écosystèmes d'eau stagnante et l'écologie de characées (Prof. J.-B. Lachavanne), l'identification de métriques de biodiversité permettent d'évaluer la qualité écologique des étangs et des petits plans d'eau. Les recherches sur l'écologie des characées, le développement de bases de données des characées de Suisse (Dr. Dominique Auderset-Joye) ont contribué d'une manière importante à l'établissement d'une liste rouge et à la conservation des characées<sup>18</sup>. La modélisation de la diversité biologique et son application à l'évaluation des écosystèmes et à leur restauration est l'objet principal des études menées par Dr. E. Castella. Les systèmes biologiques concernés sont essentiellement des milieux courants d'eau douce (grands fleuves et leurs zones

alluviales, rivières glaciaires) et les communautés d'invertébrés qui y vivent. Ces recherches visent à modéliser la distribution des communautés d'invertébrés aquatiques en fonction de variables environnementales et à prédire leurs modifications sous l'effet de changements, comme le réchauffement ou la restauration des milieux. Le programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône français est l'un des cadres principaux de ces recherches<sup>19</sup>.

Les activités en écologie microbienne (Prof. B. Ibelings) se focalisent sur les mécanismes qui contrôlent la biodiversité du phytoplancton dans les écosystèmes lacustres. La biodiversité est étudiée à tous les niveaux écologiques: (i) son origine dans l'évolution des individus étudiés en évolution expérimentale en laboratoire; (ii) au niveau des populations génétiques; en particulier la co-évolution des diatomées hôte et chytride parasite; (iii) les interactions des communautés; comment les populations de phytoplancton sont réunissent pour former une communauté et quels sont les principaux filtres environnementale et des interactions biologiques conduisant à cette assemblée processus; (iv) le rôle de la biodiversité microbienne dans les services rendus par les écosystèmes aux hommes, comme par exemple, l'approvisionnement en eau potable, la pêche et le tourisme.

Les mécanismes d'acclimatation et de réponses à l'environnement par les végétaux, la perception de leur environnement physique (lumière, température, stress chimiques et mécaniques) et la manière dont cette perception est transmise à différentes parties d'une même plante<sup>20,21</sup> sont étudiés dans le groupe de **Physiologie végétale et environnementale** du Dr. Robert Degli Agosti.

*L'association de groupes de recherche dans les domaines de l'énergie, de la climatologie et celui des analyses et modélisations spatiales enrichit de manière significative les activités de l'Institut F.-A. FOREL et ouvre la voie à des développements inter- et multidisciplinaires nombreux.*

## ■ Energie

Les recherches interdisciplinaires dans le domaine des systèmes et filières énergétiques par le groupe du Prof. Bernard Lachal s'effectuent dans une optique de maîtrise de la demande, d'amélioration de l'efficacité énergétique et d'intégration des énergies renouvelables. Basées sur une approche par problèmes fondée sur des retours d'expérience de projets ou de programmes innovants, les activités de groupe sont centrées autour des axes de recherche suivants: (i) *Systèmes énergétiques innovants* – analyse in situ de systèmes énergétiques innovants, principalement

<sup>16</sup> Palomino D, Stoll S. 2013. Fulvic acids concentration and pH influence on the stability of hematite nanoparticles in aquatic systems, *J Nanopart Res.* 15:1428.

<sup>17</sup> Carnal F, Stoll S. 2011. Adsorption of Weak Polyelectrolytes on Charged Nanoparticles. Impact of Salt Valency, pH, and Nanoparticle Charge Density. *Monte Carlo Simulations J. Phys. Chem. B*, 115:12007–12018.

<sup>18</sup> Auderset-Joye D, Schwarzer A. 2012. Liste Rouge Characées. Espèces menacées en Suisse, état 2010. L'environnement pratique N°1113. Office fédéral de l'environnement, Berne; Laboratoire d'écologie et de biologie aquatique de l'Université de Genève. 72p.

<sup>19</sup> Paillex A, Dolédec S, Castella E, Méricoux S. 2009. Large river floodplain restoration: predicting species richness and trait responses to the restoration of hydrological connectivity. *J. Appl. Ecol.* 46: 250–258.

<sup>20</sup> Favre P, Degli Agosti R. 2007. Voltage-dependent action potentials in *Arabidopsis thaliana*. *Phys. Plant.* 131: 263-272.

<sup>21</sup> Favre P, Greppin H, Degli Agosti R. 2011. Accession-dependent action potentials in *Arabidopsis*. *J. Plant Physiol.* 168: 653-660.

liés à la valorisation d'énergies renouvelables pour des prestations thermiques (chaud/froid), ainsi que l'analyse des synergies et conflits entre composants du système et du bilan énergétique global, dans le but de favoriser l'émergence de solutions intelligentes et reproductibles<sup>22</sup>. (ii) *Energie, territoire et réseaux thermiques* – basé sur l'analyse de systèmes énergétiques régionaux et des enjeux territoriaux liés (indicateurs énergétiques pertinents, contraintes technico-économiques des filières, logiques d'acteurs), intégration des aspects économiques et organisationnels; analyse des opportunités et des contraintes liées aux infrastructures thermiques telles que les chauffages à distance multi-ressources, pour un maillage et une cohérence territoriale dans une perspective de société à 2000W. (iii) *Efficacité énergétique et maîtrise de la demande* – modélisation de la demande d'énergie et évaluation des économies induites par des campagnes d'incitations auprès des consommateurs analyse technico-économique et impact environnemental dans le domaine de la rénovation énergétique des bâtiments, retour d'expérience et potentiel<sup>23</sup>. (iv) *Solaire: ressource et transformateurs* – acquisition continue de données météorologiques, sur le long terme, dans le canton de Genève en milieu urbain, semi-urbain et rural. Développement, analyse et validation de modèles d'évaluation des différents paramètres du rayonnement solaire dans le but d'une bonne connaissance de la ressource au niveau spatial et temporel. Etudes des transformateurs de l'énergie solaire incidente: caractéristiques, modélisation, développement industriel des systèmes thermiques et photovoltaïques

## ■ Climatologie

Les thèmes de recherches sur le changement climatique et ses impacts sont menés sous la direction du Prof. Martin Beniston.

L'estimation des tendances climatiques à l'échelle européenne et alpine, basée sur l'observation, la simulation mathématique d'événements extrêmes dans un

climat plus chaud est étudiée à l'aide de modèles climatiques régionaux; l'étude des impacts physiques et économiques des extrêmes climatiques sur le tourisme, les infrastructures et les forêts; l'étude des risques naturels face aux changements climatiques<sup>24</sup>, en utilisant différentes techniques expérimentales et informatiques; l'étude des changements des ressources en eau dans des régions de montagne telles que les Alpes, les Andes, ou l'Asie Centrale<sup>25</sup> (Fig. 3), ainsi que les conséquences de ces changements pour différents acteurs économiques; l'évaluation des impacts d'un climat plus chaud sur la qualité de l'eau dans les lacs suisses; conséquences possibles pour la santé publique sont parmi les nombreux thèmes de recherches développés dans ce domaine.

## ■ Analyses et modélisations spatiales

Les recherches dans le domaine de l'Analyses et modélisations spatiales, du groupe du Prof. Anthony Lehmann s'articulent autour des Systèmes d'Information Géographique et comprennent notamment les bases de données, les statistiques, la programmation, l'Internet. L'objectif du groupe est de mettre en œuvre ces technologies afin de combler le fossé entre les sciences de l'environnement, le grand public et les décideurs. Parmi un large spectre de thèmes de recherches on peut mentionner: (i) l'amélioration de la capacité des institutions et des personnes du bassin versant de la mer Noire à créer et à utiliser les systèmes modernes d'observation de l'environnement et de partage de l'information via le web; (ii) l'évaluation de l'impact de différents scénarios climatiques, démographiques et d'utilisation du sol sur l'hydrologie du bassin versant de la mer Noire et l'impact de changements climatiques sur l'avifaune de Suisse, ainsi que sur les ressources en eau des régions de montagnes; (iii) l'évaluation de la gestion intégrée des zones côtières de la Méditerranée et de la mer Noire ainsi que des ressources naturelles en Afrique

*Le transfert de l'équipe d'archéologie préhistorique et anthropologie en janvier 2011 enrichit l'approche du nouvel Institut F.-A. FOREL avec la profondeur historique des problèmes environnementaux et l'interaction homme - environnement.*

## ■ Archéologie préhistorique et anthropologie

Ces recherches menées sous la direction de la Prof. Marie Besse sont centrées sur la préhistoire récente – à savoir le Néolithique et les âges des métaux – principalement de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique (Fig. 3). L'archéologie préhistorique, mais également la paléanthropologie, l'archéobotanique et l'archéo-

<sup>22</sup> Fraga C, Mermoud F, Hollmuller P, Pampaloni E, Lachal B. 2012. Direct Coupling Solar and Heat Pump at Large Scale: Experimental Feedback From an Existing Plant. SHC 2012 - International Conference on Solar Heating and Cooling for Building and Industry, San Francisco. Energy Procedia, 30: 590-600.

<sup>23</sup> Cabrera D, Seal T, Bertholet J-L, Lachal B. 2011. Evaluation of energy efficiency program in Geneva - Evaluation methodology and experience feedback for two subprograms using bottom-up approach. Springer Energy Efficiency, 5: 87-96.

<sup>24</sup> Beniston M. 2012. Impacts of climatic change on water and associated economic activities in the Swiss Alps. J. Hydrol. 412-413: 291-296.

<sup>25</sup> Sorg A, Bolch T, Stoffel M, Solomina O, Beniston M. 2012: Climate change impacts on glaciers and runoff in Tien Shan (Central Asia). Nature Climate Change, 2: 725-731.



Fig. 3. A: Dessin d'André Houot du Campement magdalénien d'Etrembières (Haute-Savoie, France) au pied du Salève vers 13 000 av. J.-C. B: l'abri mésolithique de Château-d'Oex (Vaud, Suisse) vers 6000 av. J.-C. C un village néolithique du littoral lémanique vers 4000 av. J.-C. D: village néolithique de Corsier-Port à Genève (Suisse) vers 3000-2800 av. J.-C. avec en arrière-plan la pointe d'Yvoire et le Jura. Dessins d'André Houot (d'après Gallay A. 2006<sup>29</sup>).

zoologie font partie des domaines privilégiés qui sont développés pour aborder les fonctionnements techniques, économiques, sociaux et idéologiques des sociétés du passé.

La préhistoire régionale est également un sujet d'étude privilégié, avec des recherches portant notamment sur les sites d'habitat, terrestres<sup>26</sup> et lacustres<sup>27</sup> de Suisse occidentale et des régions voisines. En paléoanthropologie les marqueurs d'activités, les traits non-métriques ou épigénétiques, l'analyse des isotopes et la fouille de sépultures sont les méthodes développées actuellement<sup>28</sup>. Les collections ostéoarchéologiques – environ 13 000 squelettes venant de Genève, Valais, Vaud, Soudan – constituent une base d'études et de comparaison privilégiée. Le volet principal des recherches en archéozoologie se développe en étroite collaboration avec le Muséum d'Histoire Naturelle (Dr. Jacqueline Studer) et concerne les mammifères, les oiseaux, les poissons et les mollusques consommés ou exploités par les habitants des régions semi-arides de Jordanie, de Syrie et d'Arabie saoudite au cours du premier millénaire de notre ère. Un second axe de recherche porte sur l'évolution des spectres fauniques et l'exploitation des animaux en Suisse aux périodes pré- et protohistoriques.

<sup>26</sup> Besse M, Piguet M. 2011. Le site préhistorique du Petit-Chasseur (Sion, Valais) 10. Un hameau du Néolithique moyen. Lausanne: cahiers d'archéologie romande (Cahiers d'archéologie romande 124, Archaeologia vallesiana 6), 424 pages.

<sup>27</sup> Pugin C, Corboud P-O. 2010. Deux sites préhistoriques littoraux étudiés à Chevroux VD: Denévaraz-en-Deçà et Chevroux 11. In: Annuaire d'archéologie suisse, 93:75-100.

<sup>28</sup> Desideri J, Besse M. 2010. Swiss Bell Beaker population dynamics: eastern or southern influences? *Archaeol. Anthropol. Sci.*, 2: 157-173.

<sup>29</sup> Gallay A (ed.) 2006. rééd. 2008. Des Alpes au Léman: images de la préhistoire. Gollion, Ed. Infolio.

Cet exposé succinct illustre la large gamme d'activités courantes du nouvel Institut F.-A. Forel et leur caractère unique pluri- et interdisciplinaire. Actuellement, plus de 80 enseignant(e)s, collaborateurs-trices, post-doctorant(e)s, et doctorant(e)s travaillant sur trois sites – Versoix, Battelle et Acacias – contribuent au développement de ces activités. Ils consacrent l'essentiel de leur enseignement aux programmes environnementaux développés dans le cadre du Master universitaire en sciences de l'environnement (MUSE); aux enseignements dans des cursus de Bachelor, Master et écoles doctorales de la Faculté des Sciences. Le rassemblement des tous les collaborateurs de l'Institut sous un même toit prévu pour 2015 permettrait l'intégration des forces vives à la fois de l'Institut F.-A. Forel et des autres groupes au sein de l'ISE. Ces nouvelles synergies permettront d'adresser les défis environnementaux actuels et futurs dans leurs dimensions multiples (sciences naturelles, économiques, sociales et politiques) et de promouvoir le développement des sciences de l'environnement comme pôle d'excellence à l'Université de Genève.

## Remerciements

Je remercie la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève pour son soutien financier et son aide dans la réalisation de ce volume spécial à l'occasion du centenaire du décès de F.A. FOREL, ainsi que son Président le Prof. Michel Grenon et le Rédacteur-en-chef Dr. Robert Degli Agosti pour son aide précieuse et décisive. Finalement, je tiens aussi à remercier les Autorités de l'Université de Genève et tout particulièrement son rectorat pour leur soutien à toutes les manifestations en l'honneur de F.A. FOREL.