

1981-2010: Trente ans de recherche à l'Institut F.-A. Forel

Janusz DOMINIK^{1,*} et Jean-Luc LOIZEAU¹

Ms. reçu le 3 octobre 2012, accepté le 21 décembre 2012

Abstract

1981-2010: Thirty Years of Research at the Institute F.-A. Forel. – *The Institute F.-A. Forel was founded by Prof. Jean-Pierre Vernet in 1980 to carry out research leading to an understanding of natural processes in freshwater environments and their modification by human activity. This paper reviews the evolution of research themes, during the last three decades as related to various stresses imposed on aquatic ecosystems and also in the context of understanding natural processes. The first decade was primarily devoted to the study of Lake Geneva sediments – their formation, transport, metal and organic contaminations and their role in eutrophication. The second decade reinforced the previous research well beyond Lake Geneva and its watershed, but also opened new research areas in ecotoxicology and in the transport of contaminants associated with colloids. In the third decade the research became more interdisciplinary while the geologic component remained a core theme. The bioavailability of metals became the central point of research highlighting the relation between colloidal forms (characteristics, distribution, and behaviour) and their effects on organisms in the aquatic environment. Moreover, numerous studies were carried out on characterisation and persistence of bacterial communities in contaminated sediments. Simultaneously, climate evolution in the last few thousands years was derived from sedimentary records in many lakes, mostly in Europe and South America.*

Keywords: *Limnology, limnogeology, research history, geochemistry, ecotoxicology, lake sediments, pollution*

Résumé

L'Institut F.-A. Forel, créé en 1980 sous l'impulsion du Prof. J.-P. Vernet, s'est essentiellement consacré, au niveau de la recherche, à la compréhension des processus naturels se déroulant dans les eaux douces et aux perturbations anthropiques de ces processus. Les axes de recherches ont évolué aux cours des trois décennies résumées dans cet article, suivant d'une part, les problèmes auxquels sont confrontés les milieux naturels, et, d'autre part suivant l'avancée des connaissances sur ces processus. Trois périodes sont distinguées avec une première décennie essentiellement consacrée à l'étude des sédiments du Léman – formation, transport, contamination métallique, rôle dans l'eutrophisation du lac. La seconde décennie consolide les recherches effectuées dans la période précédente et étend son cercle d'activité au-delà de la région lémanique, mais ouvre également de nouvelles voies en écotoxicologie et transport des contaminants liés aux colloïdes. La troisième décennie consacre une plus grande interdisciplinarité, tout en gardant une composante géologique forte. D'une part la biodisponibilité des métaux est au centre des recherches mettant en relation les formes colloïdales (nature, distribution, comportement) et les effets sur les organismes vivant dans le milieu. De plus des études sont menées sur la caractérisation et la persistance des communautés bactériennes présentes dans les sédiments contaminés. D'autre part l'évolution du climat au cours des derniers millénaires est déduite des enregistrements des sédiments lacustres dans de multiples sites en Europe et en Amérique du Sud.

Mots-clés: *Limnologie, limnogéologie, géochimie sédimentaire, paléoenvironnement, contaminant, colloïdes*

1. La création et les activités de l'Institut F.-A. Forel

L'Institut F.-A. Forel est créé officiellement en octobre 1980 comme une unité de recherche et d'enseignement rattachée à la Section des sciences de la Terre de la Faculté des sciences de l'Université de

Genève. Son fondateur et premier directeur, le Prof. Jean-Pierre Vernet, n'a pas ménagé ses efforts pendant près de 10 ans pour aboutir à la création d'un Institut dédié à l'étude des lacs et en particulier du Léman. «La Bécassine», une petite maison située au bord du Léman à Versoix, est attribuée à l'Institut (Fig. 1) et les premiers laboratoires sont aménagés.

¹ Institut F.-A. Forel, Section des sciences de la Terre et de l'environnement, Faculté des sciences, Université de Genève, 10 route de Suisse, 1290 Versoix, Suisse

* Adresse actuelle: Istituto di Scienze Marine – Consiglio Nazionale delle Ricerche, Arsenale – Tesa 104, Castello 2737/F, 30122 Venezia, Italie. E-mail: Janusz.Dominik@unige.ch



Fig. 1. « La Bécassine », maison au bord du lac à Versoix, abrite depuis 1980 l'Institut F.-A. Forel (photo J. Dominik).

Fig. 1. « La Bécassine », on Lake Geneva shore at Versoix, houses the Institut F.-A. Forel since 1980.

Selon les intentions de son fondateur, l'Institut: *perpétuerait l'œuvre et la mémoire de François Alphonse Forel*, père de la limnologie et auteur de près de 200 communications scientifiques et d'une œuvre monumentale intitulée: *Le Léman – monographie limnologique*, dont le troisième et dernier volume paraît en 1902.

Dès sa fondation, l'Institut a trois missions principales: i) l'enseignement et la recherche fondamentale, ii) le service à la Cité et la recherche appliquée, et iii) l'établissement d'un réseau de collaborations tant nationales qu'internationales.

La première équipe est constituée par l'effectif du Laboratoire de limnogéologie déjà en place depuis 1970 et complété par quelques nouveaux chercheurs et doctorants. Avec le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) en France, ce Laboratoire a mis sur pied le groupe GEOLEM (abréviation de «Géologie Léman») pour étudier, dès 1970, la géologie, morphologie et l'histoire climatique du bassin lémanique avec des méthodes géophysiques, sédimentologiques et palynologiques. Forte du soutien du «Canada Center for Inland Waters» (CCIW) à Burlington, Ontario, la recherche sur la pollution en mercure et les formes du phosphore dans les sédiments du Léman a été initiée. Par la suite, le Dr Richard Thomas du CCIW est nommé Prof. Invité et puis Associé (un titre à l'époque signifiant

«à temps partiel»), qui par son expérience et son charisme aide dans le choix des directions de recherche et contribue au rayonnement de l'Institut pendant 20 ans. Un symposium intitulé: *From Geology to Environmental Risk Assessment in Lakes and Rivers* est organisé en son honneur à l'occasion de sa retraite en 2000, dont certaines présentations constituent un numéro spécial de la revue: *Lakes and Reservoirs: Research and Management* (Dominik 2004). En reconnaissance de sa contribution exceptionnelle, l'Université de Genève honore le Prof. Richard Thomas en lui conférant le titre de Docteur honoris causa en 2005.

Les relations internationales sont encore renforcées par l'organisation d'une série de conférences prestigieuses telles que: *International Symposium on the Interactions between Sediments and Water*, en 1984,; *Heavy metals in the Environment* en 1989, *Environmental Contamination* en 1992, *The impact of global environmental problems on continental and coastal marine waters* en 2003 et une série d'ateliers pour le réseau NEAR (Network for Environmental Assessment and Remediation of aquatic systems) à partir de 1997.

En 1993 l'activité de l'Institut F.-A. Forel est évaluée par un groupe d'experts extérieurs qui exprime une opinion positive sur sa performance dans la recherche et l'enseignement, mais préconise un renforce-

ment de la structure notamment par un poste de professeur en chimie aquatique. Cette recommandation reste sans suite; au contraire, après le départ à la retraite du Prof. Vernet en 1995, son poste n'est pas renouvelé à cause de coupures budgétaires générales à l'Université. Le Prof. Walter Wildi, professeur au Département de Géologie et Paléontologie de la Section de sciences de la Terre, transféré à l'Institut Forel en 2009, assume la direction de l'Institut pour la période 1995-2011. Durant cette période, l'Institut joue un rôle central à l'Université de Genève dans l'enseignement en sciences naturelles de l'environnement. En 2009, suite de la réorganisation de ce secteur à la Faculté de sciences, la plupart des unités de recherches en environnement des différentes sections sont rattachées à l'Institut F.-A. Forel: le laboratoire d'écologie et de biologie aquatique (Prof. J.-B. Lachavanne), le groupe Energie (Prof. B. Lachal), le groupe de physico-chimie environnementale (Dr S. Stoll), le groupe d'analyse et modélisation spatiale (Prof. A. Lehmann), et en 2012 les laboratoires d'archéologie préhistorique et anthropologie (Prof. M. Besse) et de physiologie végétale et environnementale (Dr. R. Degli Agosti). La direction est confiée à la Prof. Vera Slaveykova, nommée professeure ordinaire en 2010, succédant au Prof. Janusz Dominik partant à la retraite en 2011.

Les effectifs de l'Institut restent très modestes jusqu'en 2009 avec le rattachement à l'Institut de groupes de recherche de la Faculté des sciences évoqué ci-avant. Entre 1980 et 1993, l'Institut compte entre 4 et 5 postes à plein temps financés par l'Université, chiffre doublé par les postes de doctorants issus des projets soutenus par le Fonds national de la recherche scientifique et des contrats privés issus de mandats de recherche. Dans les années 1990 et 2000, le nombre de collaborateurs augmente par l'apport de postes attachés au Centre en sciences naturelles de l'environnement de la Faculté des sciences, et atteint une quinzaine de poste à plein temps. Ce chiffre explose après 2009 suite aux rattachements susmentionnés, et atteint actuellement une centaine de collaborateurs, des doctorants aux professeurs, financés soit par le budget de l'Université, soit par des fonds externes.

Le but de cet article est de résumer les activités scientifiques de l'Institut. Il ne discute ni de la contribution à l'enseignement en sciences de la Terre et à la Faculté des sciences, ni des services à la Cité.

2. Evolution de la recherche

Ce chapitre résume les 30 années d'activités scientifiques de l'Institut F.-A. Forel (1981-2010), surtout sur la base des publications parues dans les périodiques indexés par Thomson Reuters' Web of Knowledge. Ce résumé est non-exhaustif, puisque il

s'attache à décrire les principales directions de recherche qui présentent une certaine continuité. Les travaux des groupes de recherche qui sont associés à l'Institut F.-A. Forel à partir de 2009 ne sont pas cités, sauf s'ils sont parus en 2009 et 2010, sont thématiquement proches du profil de la recherche précédente de l'Institut, et dont l'Institut F.-A. Forel figure dans l'adresse d'un ou de plusieurs auteurs.

2.1 Les pionniers (1981-1990)

Lors de la première décennie, la recherche se focalise sur deux thèmes principaux:

- i) la géochimie des sédiments lacustres et fluviaux: aspects méthodologiques et cycle des éléments;
- ii) le taux de sédimentation et le transport des sédiments dans le Léman et ses affluents. De plus, quelques travaux portent sur les changements climatiques et anthropiques déchiffrés à partir des enregistrements sédimentaires dans le Léman et d'autres lacs.

La fin des années 70 correspond à la période du maximum des émissions des pollutions métalliques et des nutriments dans le milieu aquatique. Les scientifiques s'inquiètent – nous ne pouvons pas continuer de polluer si nous ne voulons pas détruire l'écosystème aquatique et mettre en danger la qualité de l'eau potable pour la population de nos régions. L'eutrophisation des lacs en Suisse est très avancée, les concentrations des métaux et des polluants organiques sont toujours en augmentation. Une tâche importante pour les chercheurs de l'Institut F.-A. Forel est de documenter les changements et de déterminer la tendance de la pollution dans nos lacs et nos rivières.

Les géologues ont l'habitude de lire l'histoire ancienne de roches sédimentaires de toutes époques, à condition de pouvoir établir une échelle chronologique fiable. Pour les sédiments récents, deux types de datation sont en cours de développement: la méthode basée sur la décroissance radioactive du ^{210}Pb et sur un marqueur du temps, le ^{137}Cs . Ce dernier est déposé dans les sédiments lors de la retombée des radio-isotopes émis par les essais nucléaires dans l'atmosphère (avec un maximum en 1963) puis, en 1986, en provenance de la centrale nucléaire de Tchernobyl. La méthode ^{210}Pb , par contre, utilise un radio-isotope naturel qui se trouve dans l'atmosphère suite à l'émanation du ^{222}Rn du sol et la retombée de sa fille ^{210}Pb sur l'eau et puis dans les sédiments, formant un excès par rapport à sa grand-mère, le ^{226}Ra , emprisonné dans les grains des particules sédimentaires. En mesurant la décroissance de cet excès de ^{210}Pb avec la profondeur (ou le temps) dans les sédiments, l'échelle de temps peut être établie pour les

derniers 100 à 120 ans. Doté dès 1982 d'un laboratoire de mesure de faibles radioactivités équipé de détecteurs alpha et gamma, les chercheurs de l'Institut profitent pleinement de la possibilité de dater les sédiments, une avant-garde à cette époque. La datation radio-isotopique des sédiments prélevés sur une trentaine de sites dans le Léman permet d'estimer un taux moyen d'accumulation de sédiments récents (Vernet et al. 1984). Pour documenter les changements climatiques et anthropiques à plus longue échelle de temps, des datations par ^{14}C , mesurées dans des laboratoires externes, sont effectuées.

Les variations de taux de sédimentation et la signature anthropique dans les sédiments sont examinées d'une façon comparative dans les lacs du Bourget, d'Annecy et le Léman (Vernet et Favarger 1982). Des travaux de l'Institut de cette époque montrent les tendances à l'augmentation de quelques polluants (Zn, Pb, Cd, Cr), la stabilisation (Cu, Sn, PCBs) ou la diminution d'autres (DDT), attestées par les profils de concentration dans les carottes de sédiment prélevées dans le Léman (p. ex. Elghobary et al. 1987; Thomas et al. 1984; Wang et al. 1986). Toutefois, une contamination élevée des sédiments en mercure, déjà signalée par Vernet et Thomas (1972), est confirmée. Suite à ces résultats les teneurs en mercure dans les poissons des lacs suisses sont examinées (Favarger 1982a). Il s'avère que les teneurs en mercure de certaines espèces de poissons du Léman sont parmi les plus élevées de Suisse, s'approchant de la limite tolérable pour la consommation. L'évolution des concentrations fait l'objet d'un suivi et, grâce à l'intervention musclée des autorités pour empêcher les émissions de mercure, le problème est finalement remédié.

L'importance des sédiments comme dépôt de la contamination est démontré. Tout de même, on s'interroge sur le sort final des métaux mis en circulation par l'homme. Pour l'étudier, il faut disposer d'une méthodologie fiable et de solides connaissances de la géochimie des sédiments. Ces aspects fondamentaux

et méthodologiques font l'objet de plusieurs études (Bouvier et al. 1982; Carignan et al. 1985; Favarger 1982b; Jaquet et al. 1982a; 1982b; Nembrini et al. 1982). Il devient de plus en plus clair qu'une partie prédominante des métaux ainsi qu'une majeure partie du phosphore sont transportées sous forme particulaire. On s'attache donc à développer une méthode permettant de séparer une quantité suffisante de particules en suspension, transportées par les rivières, pour conduire plusieurs analyses différentes, y compris l'analyse granulométrique. On opte pour la centrifugation en continu (Burrus et al. 1989; Burrus et al. 1990a; 1990b; Santiago et al. 1990); un choix judicieux qui permettra de faire des études des formes particulières du phosphore dans les rivières (Burrus et al. 1990a; 1990b), mais restera aussi une technique souvent utilisée dans la décennie à venir. Parmi plusieurs résultats importants obtenus sur l'apport du phosphore dans le Léman par le Rhône, notons seulement une prédominance de l'apatite, forme minérale quasi inerte, ne contribuant pas à l'eutrophisation du lac. Dorénavant, la lutte contre l'eutrophisation doit donc se concentrer sur l'orthophosphate en solution et sur une forme mobile du phosphore – le phosphore inorganique non-apatitique. La méthode d'analyse des espèces chimiques du phosphore est introduite à Genève par son auteur, Julian Williams, en même temps qu'au Canada, et débouche ici sur de nombreuses applications (p.ex. Burrus et al. 1990a; 1990b; Span et al. 1990).

Un effort considérable est porté sur la compréhension du transport des sédiments dans le bassin versant, le delta du Rhône et le centre du lac. La dispersion de la suspension dans le lac sous forme d'un panache turbide au niveau de la thermocline est observée et décrite (Dominik et al. 1983), ainsi que le transport discontinu sous forme de courants de densité qui entretiennent le canyon principal du delta (Giovanoli et Lambert 1986; Lambert et Giovanoli 1988). On suppose que ces courants apportent un peu d'oxygène au fond du lac, qui souffre d'un déficit chronique d'oxy-

Fig. 2. « La Licorne », bateau de recherche de l'Institut F.-A. Forel est basé sur le Léman. Ce bateau est équipé d'une grue hydraulique permettant la mise à l'eau d'équipements lourds de mesure et d'échantillonnage (carottier, bouteille de prélèvement, flûtes sismiques). Il peut accueillir jusqu'à 12 personnes. (photo J.-L. Loizeau)

Fig. 2. « La Licorne », research vessel of the Institute based on Lake Geneva. This boat is equipped with an hydraulic crane allowing the use of heavy equipment such as sediment corer, water sampling bottle or seismic geophone chain. It can hold up to 12 persons.



gène, épuisé par la minéralisation de la masse excessive de phytoplancton tombant de la surface du lac vers la profondeur. Pour étudier le transport des particules et des contaminants associés, les techniques de traçage radio-isotopique (^{210}Pb , ^7Be , ^{137}Cs , ^{234}Th) se développent d'une façon originale. Elles trouvent leur application dans la quantification de processus de transfert bassin versant/lac et eau du lac/sédiments (Dominik et al. 1987; 1989).

La première décennie de l'Institut se caractérise par un développement intensif de l'infrastructure (bâtiment, laboratoires, bateaux) (Fig. 2) et des techniques de pointe (formes chimiques du phosphore, radio-isotopes, métaux par spectrométrie par torche à plasma (inductively coupled plasma – optical emission spectrometry, ICP-OES), sondes pour paramètres physico-chimiques mesurés *in situ*) et leur valorisation dans l'étude des processus physiques (transport) et chimiques (cycle des éléments), et dans la recherche appliquée aux problèmes d'eutrophisation et de pollution.

2.2 La diversification (1991-2000)

La décennie 1991-2000 apporte la diversification des thèmes de recherche en fonction d'une augmentation du nombre des jeunes chercheurs et suite au changement de directeur de l'Institut. Toutefois, les principaux axes de recherche sont conservés et se voient même renforcés.

Les travaux sur l'eutrophisation concernent plusieurs lacs suisses, français et italiens (Léman, Lugano, Nantua, Annecy) et permettent d'élaborer des publications comparatives et de synthèse (Feuillade et al. 1995; Liu et al. 1996; Span et al. 1992; 1994). Elles démontrent, entre autres, que les sédiments sont une source interne de phosphore, mais aussi que les dépôts de courants de turbidité sont capables d'emprisonner le phosphore dans les sédiments et par conséquent contribuent à l'amélioration de l'état trophique (Léman, lac de Lugano). Grâce aux investissements dans les stations d'épuration, l'apport externe en matière organique d'origine urbaine doit diminuer. Pour suivre cette évolution, encore faut-il pouvoir déterminer la part de la matière organique particulière en provenance des stations d'épuration (Thomas et al. 1991). A cette période, quand l'apport externe en phosphore est en diminution, la connaissance des caractéristiques des sources internes devient cruciale pour établir des projections concernant la vitesse de ré-oligotrophisation du lac. Il s'avère également que le transport du phosphore et des polluants métalliques par les particules et en phase colloïdale doit être étudié en détail pour comprendre mieux leur cycle dans le milieu lacustre. En particulier, les études effectuées sur le lac de Lugano démontrent l'importance du cycle du fer dans un bas-

sin stratifié en permanence (Lienemann et al. 1999; Perret et al. 2000). Les processus d'adsorption des éléments traces, la coagulation des colloïdes et l'agrégation des diatomées sont examinés en utilisant les radio-isotopes environnementaux (par exemple ^7Be) et par modélisation (Hofmann et Filella 1999; Steinmann et al. 1999). Ces études suggèrent une capacité importante d'auto-purification des lacs grâce au balayage de la colonne d'eau par les colloïdes et les particules qui, suite à une agrégation rapide, sédimentent au fond du lac. Toutefois, les conditions d'oxydo-réduction peuvent ralentir ce processus pour certains éléments (phosphore, fer et manganèse) ou radio-isotopes, par exemple le ^{137}Cs (Dominik et Span 1992; Span et al. 1992).

Les apports des sédiments par le Rhône et la formation des dépôts sédimentaires, en particulier dans le delta lacustre du Rhône, font l'objet d'études approfondies (Loizeau 1998; Loizeau et Dominik 2000). Les propriétés magnétiques des sédiments sont une fonction de l'apport des minéraux magnétiques détritiques, mais localement également de l'apport et de la transformation bactérienne du fer en provenance des stations d'épuration qui rejettent une quantité importante d'hydroxydes de fer utilisés pour la déphosphatation (Gibbs-Eggar et al. 1999). En plus des méthodes radio-isotopiques, la susceptibilité magnétique (Loizeau et al. 1997) et les maxima de concentration en mercure (Dominik et al. 1991; 1992) deviennent les marqueurs de temps dans les sédiments du Léman, permettant d'établir des corrélations et une chronologie même dans des sédiments perturbés. Par exemple, dans une partie du Léman, les sédiments présentent une surface ondulée (Fig. 3), décrite pour la première fois par Vernet (1966) suite à une plongée au bord du mésoscaphe «Auguste Piccard». Ces structures, nommées «pillow-hollow» sont ensuite observées lors de nombreuses plongées effectuées par des scientifiques dans le Léman à bord du mésoscaphe de Jacques Piccard, le «F.-A. Forel», et plus récemment en sous-marins russes MIR. Quelle que soit l'origine de ces structures, il est évident qu'elles sont entretenues par les poissons, qui nichent dans les «hollows» et érodent une partie du sédiment (bio-érosion) (Dominik et al. 1992).

Avec une expertise confirmée en sédimentologie et (radio) géochimie des sédiments et en des méthodes modernes de mesures granulométriques (p. ex. Loizeau et al. 1994) les chercheurs de l'Institut F.-A. Forel s'exportent. Par exemple, la collaboration avec la Smithsonian Institution à Washington D.C. (USA) aboutit dans une série de publications sur la sédimentologie et la géochimie du delta du Nil et de son système lagunaire (Arbouille et Stanley 1991; Dominik et Stanley 1993; Hova et Stanley 1991; Loizeau et Stanley 1993, 1994). Plus proche, en France, suite à la collaboration entamée déjà dans les années 80 avec les chercheurs de l'Université de Bordeaux (Jouan-

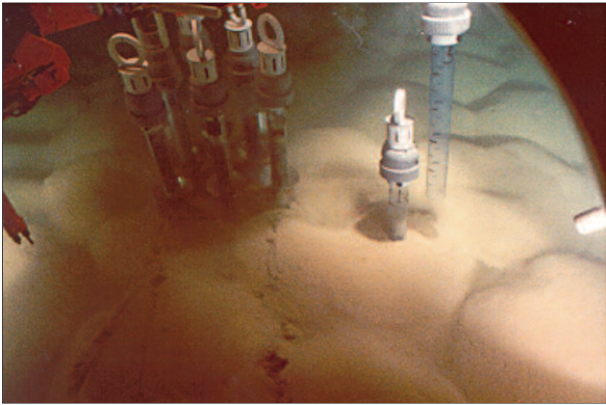


Fig. 3. Structures en coussins (« pillow-hollow ») observées au fond du Léman à maints endroits. L'origine de ces structures d'une dizaine de centimètres de haut pour une extension horizontale de quelques décimètres n'est pas encore connue. Suite à l'échantillonnage de ces structures à l'aide du mésoscaphe de J. Piccard « F.-A. Forel » (on distingue les tubes servant au carottage), Dominik et al. (1992) ont montré qu'elles sont utilisées et rafraîchies par des poissons de fond comme les lottes (*Lotta lotta*), (photo J. Dominik).

Fig. 3. Pillow-hollow structures found on Lake Geneva bottom at many places. These structures are generally about 10 cm high and a few decimeters wide. Their origin is still unknown. After sampling using the submersible "F.-A. Forel" of J. Piccard (sampling tube on the picture), Dominik et al. (1992) showed that these structures are used and maintained by bottom fish (*Lotta lotta*).

neau et al. 1989), les sédiments et les polluants associés sont examinés dans les milieux océaniques côtiers et fluviaux (Gonzalez et al. 1991; Jouanneau et al. 1998). Les sédiments et les polluants sont également étudiés dans le Rhône en aval du Léman jusqu'à la Méditerranée, en collaboration avec des chercheurs français (Santiago et al. 1993).

Grâce à l'acquisition d'un spectromètre de masse (ICP-MS) et à la création d'un laboratoire ultra-propre, les métaux traces peuvent être désormais mesurés dans l'eau à des niveaux de concentrations très basses (Gueguen et al. 1999). De plus, la technique de mesure de la proportion des isotopes stables est développée pour le plomb et le strontium (Monna et al. 2000b; Monna et al. 1998). La signature isotopique du plomb est ensuite utilisée pour déterminer l'importance relative des sources de contamination par le plomb dans les sédiments du Léman (Monna et al. 1999b), la contamination des sédiments par les activités minières préhistoriques dans la montagne de Harz (Monna et al. 2000a), mais également dans les lichens et les aérosols en Sicile pour identifier le plomb d'origine volcanique et celui de sources anthropiques (Monna et al. 1999a).

Une large ouverture sur la collaboration internationale de la décennie 1991-2000 aboutit également

dans l'introduction des nouvelles techniques et favorise aussi l'esprit interdisciplinaire. Encore une fois, l'impulsion vient du Canada par Richard Thomas, professeur associé à l'Institut F.-A. Forel, qui propose une extension logique de la géochimie des nutriments et des polluants métalliques par un complément biologique – les biotests. Les premiers travaux concernent la biodisponibilité du phosphore particulaire pour les algues. Appliqués aux affluents du Léman, les biotests montrent que les algues utilisent une partie du phosphore fixé sur les particules si les teneurs en phosphate dans l'eau sont faibles (Santiago et Thomas 1992). Les biotests algaux complétés par un test bactérien et un test sur les crustacés (*Daphnia magna*) sont ensuite utilisés pour caractériser la toxicité des sédiments et des matières en suspension du Rhône jusqu'à la Méditerranée (Santiago et al. 1993). L'utilisation des biotests est encore dans son enfance et demande un effort méthodologique considérable pour assurer une interprétation correcte des résultats. Ainsi Pardos et al. (1999b) confirment la toxicité du soufre pour les bactéries dans le test Microtox, ce qui peut compromettre la détection de la toxicité due aux polluants métalliques. Pardos et al. (1998) comparent la sensibilité de la croissance de la population avec l'activité photosynthétique des algues comme indice de la toxicité de zinc et du cadmium pour les algues. Les biotests avec *Hydra attenuata* sont également développés et comparés avec le test Microtox (Pardos et al. 1999a) dans des eaux en provenance de stations d'épuration en parallèle avec l'examen de la spéciation des métaux (Guéguen et al. 2000). Ces travaux marquent le début d'une collaboration avec des institutions de recherche de pays d'Europe centrale, en particulier avec la Pologne et la Roumanie.

La seconde moitié de la décennie apporte un renforcement du groupe «géo» avec les pôles de recherche focalisés sur la paléoclimatologie et la limnogéologie. L'histoire quaternaire du bassin lémanique est revue et actualisée par Wegmuller et al. (1995) et Wildi et Pugin (1998). Beres et al. (2000) révisent l'origine des structures géomorphologiques énigmatiques dans la vallée du Rhône en utilisant la technique du géoradar. Une reconstruction des différentes phases de la dernière déglaciation dans la région lémanique est proposée par Moscariello et al. (1998). Les variations du niveau lacustre à l'époque du Bronze sont déduites des dépôts d'oolithes (Moscariello 1997).

2.3 Vers l'interdisciplinarité (2001-2010)

La première décennie du 21^e siècle apporte la consolidation des deux groupes dont les thèmes de recherche sont centrés sur la limnogéologie pour l'un et la géochimie aquatique et l'écotoxicologie pour l'autre. Bien que le nombre de chercheurs permanents n'aug-

mente que marginalement (avant 2009), les directions de recherche se diversifient encore, en particulier grâce aux subventions du FNRS, à la coopération internationale et à la participation aux programmes européens ou bilatéraux. De plus, l'intensification de la collaboration avec quelques chercheurs du groupe de chimie environnementale de la Section de chimie et biochimie de la Faculté de sciences (Prof. J. Buffle), spécialement dans le domaine des colloïdes, résulte en de nombreuses publications.

Quelques publications de nature générale en géochimie aquatique concernent la répartition des métaux entre les phases particulaire, colloïdale et dissoute dans le milieu fluvial (Vignati et al. 2005a; Vignati et Dominik 2003) et la géochimie aquatique d'éléments peu étudiés comme l'antimoine ou le bismuth (Filella 2010a; Filella et al. 2009; Filella et Williams 2010). Dans la continuité de la recherche sur la géochimie des lacs, le bilan de silice dissoute est établi pour le lac de Lugano (Hofmann et al. 2002).

A la fin de la décennie précédente, il est apparu clairement que le destin des éléments traces réactifs dans le milieu aquatique est largement déterminé par leur association avec les particules et les colloïdes. Dans l'eau filtrée, une partie de métaux ne se présente pas sous forme dissoute mais est adsorbée à la surface des colloïdes, dont le comportement n'est pas bien connu. Un effort majeur porte donc sur la caractérisation des colloïdes (phase solide dont au moins une dimension se situe entre 1 nm et 1 µm selon l'International Union of Pure and Applied Chemistry). Cela demande de nouvelles méthodes d'observation (Chanudet et Filella 2006b), de séparation (Gueguen et al. 2002; Kottelat et al. 2008; Rossé et al. 2006; Vignati et al. 2006) et des techniques adéquates de mesure (Rossé et Loizeau 2003; Walther et al. 2006). Une part non négligeable des colloïdes est composée des différents types de matière organique, dont la nature doit être établie pour comprendre les interactions des colloïdes avec les métaux (Chanudet et Filella 2006a; Chanudet et al. 2006; Filella 2010b). Une méthode originale de mesure directe des formes colloïdales des éléments par ICP-MS est progressivement mise en place (Degueldre et Favarger 2003, 2004; Degueldre et al. 2004; 2006a; 2006b). De plus, le développement de techniques de prétraitement de l'eau de mer permet de mesurer simultanément les éléments majeurs et les éléments traces par ICP-MS (Gueguen et al. 2001). Malgré des progrès dans les mesures des formes du chrome par ICP-MS couplé avec la chromatographie liquide (HPLC) (Pereira de Abreu et al. 2003), une technique voltamétrique s'avère plus pratique et plus sensible pour déterminer le Cr total et le Cr(VI) dans l'eau (Bobrowski et al. 2004a; 2004b).

Indépendamment des travaux sur la méthodologie d'observation des colloïdes dans les milieux naturels, les propriétés physico-chimiques des colloïdes en

présence de poly-électrolytes sont examinées dans un système expérimental ou modélisé (Seijo et al. 2009a; 2009b), et la conformation des poly-électrolytes en présence de ions spécifiques est investiguée par simulation Monte-Carlo (Carnal et al. 2010).

Avec une batterie analytique assez exceptionnelle pour étudier les colloïdes, plusieurs projets sont entrepris avec des objectifs variés. Une étude de la matière colloïdale est menée dans le lac de Brienz (Suisse), ses affluents et son bassin versant (Chanudet et Filella 2006b, 2007a, b; 2008) pour expliquer un manque périodique de transparence de l'eau. Les colloïdes minéraux en provenance de l'Aar, principal affluent du lac alimenté par les glaciers, sont très abondants dans l'épilimnion du lac en été. Ils coagulent et sédimentent lentement, entre autre à cause de la pauvreté en matière organique de ce lac ultraoligotrophe. De plus, le zooplancton n'influence pas l'agrégation à cause de sa faible abondance (Filella et al. 2008).

Les efforts analytiques investis dans la caractérisation des colloïdes et dans la technique de spéciation des métaux sont justifiés car la contamination métallique des rivières et des réservoirs devient un des thèmes principaux de la recherche en géochimie environnementale. Ainsi, la contamination par le chrome en provenance de tanneries fait l'objet d'études approfondies. Les cas de contaminations extrêmes et intermittentes des rivières Fez (Maroc) et Dunajec (Pologne) sont examinés en détail. Les célèbres tanneries de Fez, sujet préféré des photographes, sont à l'origine de la pollution catastrophique de la rivière traversant la vieille ville. La matière organique et les «potions magiques» de tannage contenant le chrome et les colorants sont directement rejetées dans la rivière. Les concentrations en chrome sont très élevées jusqu'à la confluence avec la rivière Sebou (Koukal et al. 2004). Même si une grande partie du chrome se trouve sous forme colloïdale, peu accessible pour les organismes aquatiques (Dominik et al. 2007), l'utilisation de l'eau pour l'irrigation présente un risque certain. La contamination de la rivière Dunajec en Pologne est moins extrême, mais ici aussi la grande partie du chrome est sous forme particulaire ou colloïdale (Dominik et al. 2003; 2007). Le chrome (III), considéré comme peu toxique par rapport au chrome (VI), s'accumule dans les sédiments des rivières et finalement dans les sédiments du réservoir en aval des tanneries (Pawlikowski et al. 2006; Szalinska et al. 2003; 2010) restant en principe peu biodisponible. Toutefois, les études récentes suggèrent que la toxicité de chrome (III) pour les algues peut être largement sous-estimée (Vignati et al. 2010) à cause de conditions expérimentales inadéquates (Vignati et al. 2008a).

Puisque la biodisponibilité des métaux en vraie solution est, a priori, plus grande que celle des métaux des phases particulaire et colloïdale, plusieurs étu-

des sur les rivières contaminées sont effectuées pour déterminer la répartition des métaux entre ces phases. Dans la partie supérieure de la Vistule, contaminée par des mines de charbon et de zinc et plomb, la fraction colloïdale des métaux diminue avec la salinité à cause de la coagulation de colloïdes à partir d'un certain seuil de salinité (Gueguen et Dominik 2003). Le rôle protecteur des colloïdes (substances humiques, polysaccharides) contre la toxicité est aussi démontré dans des conditions de laboratoire (Koukal et al. 2003; 2007). Une certaine toxicité de l'eau pour les algues est constatée en absence des colloïdes (Gueguen et al. 2004). Les métaux toxiques dans la phase colloïdale du système Lambro-Pô (Italie) ne sont pas disponibles pour les algues, mais peuvent induire une toxicité chez les rotifères (Vignati et al. 2005b). Les métaux associés à la suspension ou aux sédiments ne sont donc pas directement biodisponibles pour les producteurs primaires, mais peuvent être assimilés par les consommateurs, par exemple, par les organismes benthiques vivant dans les sédiments. Il existe donc un intérêt à étudier la contamination des sédiments qui accumulent les polluants, et en particulier les sédiments des réservoirs qui peuvent être resuspendus lors de vidanges ou autres travaux de génie civil et ainsi libérer les contaminants accumulés dans le passé. Pour cette raison, la contamination des sédiments de rivières (Vignati et al. 2003, 2008b) et de réservoirs (Justrich et al. 2006; Lachavanne et al. 2006; Wildi et al. 2004; Wildi et al. 2003; Wildi et al. 2006) est soigneusement examinée. Un effort particulier est concentré sur la zone la plus polluée du Léman, la Baie de Vidy, une région du lac recevant les rejets de la station d'épuration de l'agglomération lausannoise. La contamination par les métaux, en particulier par le mercure, déjà bien connue dans la décennie précédente, est réévaluée en relation avec le déplacement du point de rejet en plus grande profondeur. Les études apportent une amélioration de la connaissance sur la circulation de l'eau dans la baie (Goldscheider et al. 2007), sur la nature, l'étendue et l'évolution temporelle de la contamination (Loizeau et al. 2004; Pardos et al. 2004; Poté et al. 2008) et sur les communautés bactériennes et leurs activités (Haller et al. 2009a; 2009b; Poté et al. 2009a; 2009b).

La contamination de réservoirs sur la rivière Olt en Roumanie est un autre cas de pollution par le mercure qui fait l'objet d'un travail très complet comprenant l'historique de la pollution à partir des sédiments (Bravo et al. 2009b), la méthylation (Bravo et al. 2009a) et les concentrations dans les poissons et les cheveux de la population locale (Bravo et al. 2010a). La pollution en provenance de l'usine chimique de chlore-alcali est jugée comme grave et menace la santé des consommateurs de poissons provenant de ces réservoirs.

Les tests écotoxicologiques enrichissent la palette des méthodes utilisés pour l'évaluation de l'état du milieu aquatique, mais aussi posent-ils quelques problèmes d'interprétation. Les tests de laboratoire sont-ils vraiment réalistes et utiles? Un effort semble nécessaire pour donner aux biotests de laboratoire une crédibilité environnementale et, en même temps, pour développer les biotests «in-situ» avec une capacité diagnostique élevée (Vignati et al. 2007). Une réflexion plus générale sur les principes d'évaluation du risque des polluants dans le milieu aquatique et dans les déchets solides est également menée (Ferrari et al. 2004; 2006). D'une manière plus générale, les points de vue sur les méthodes de la surveillance et l'évaluation de l'état de milieu aquatique, y compris les sédiments (Bettinetti et al. 2009; Vignati et al. 2009), ainsi que les analyses de coût-bénéfice d'épuration de l'eau (Haller et al. 2007; Hutton et al. 2007) sont publiés.

Une autre direction d'études environnementales est aussi ouverte par des applications de méthodes de biologie moléculaire aux plantes et aux bactéries. L'introduction dans l'environnement d'organismes génétiquement modifiés pose des questions sur la persistance, la dispersion et la transformation de l'ADN dans les différents compartiments de l'environnement, tels que la végétation (Ceccherini et al. 2003; Poté et al. 2005), le sol (Demaneche et al. 2008; 2010b; Poté et al. 2003; 2007), l'eau de surface et les sédiments (Bravo et al. 2010b; 2010a; Poté et al. 2009c), et aussi l'eau souterraine (Poté et al. 2009c). En bref, les travaux cités démontrent que malgré une décomposition assez rapide de l'ADN encore dans les plantes, une partie de l'ADN est retrouvé dans le sol et le milieu aquatique.

Une autre application importante de la biologie moléculaire pour les études environnementales est l'introduction des biomarqueurs du stress, telle que la peroxydase. Les travaux de base sont effectués pour mieux comprendre les fonctions spécifiques des différents gènes des peroxydases III (Cosio et Dunand 2010).

Bien que le milieu aquatique soit au centre des intérêts de la recherche à l'Institut F.-A. Forel, il ne peut pas être séparé du compartiment atmosphérique et du sol, qui constituent des sources de pollution. La dynamique de la déposition atmosphérique est suivie par les traceurs radioactifs naturels du plomb et du béryllium dans la région lémanique (Caillet et al. 2001). Une partie considérable du plomb anthropique dans le milieu aquatique provient de l'atmosphère. Les isotopes stables du plomb mesurés dans les différentes matrices récepteurs, tels que les lichens, les aiguilles de pin et même les façades des bâtiments peuvent renseigner sur l'origine du plomb atmosphérique (Monna et al. 2001; 2006; 2008). Le travail est aussi poursuivi avec succès sur l'identification des activités préhistoriques minières et sidérur-

giques par les mesures des isotopes de plomb déposés dans les tourbières du Morvan et du Pays Basque en France (Monna et al. 2004a; 2004b).

La sédimentologie lacustre reste un domaine de recherche actif et se développe grâce à de nouveaux équipements acoustiques et sismiques. Les images sismiques haute définition sont obtenues de la molasse et des sédiments du Quaternaire du Léman (Beres et al. 2003). Plusieurs publications décrivent les deltas lacustres de la Promenthouse (Baster et al. 2003), de la Versoix (Ulmann et al. 2003), et du Rhône avec une morphologie précise obtenue par un échosondeur multifaisceaux (Sastre et al. 2010). Cette carte bathymétrique, première depuis celle établie par Hörlmann, Gosset et Delebecque en 1885 et interprétée par F.-A. Forel (1892), est analysée en fonction des changements des distributaires du Rhône et des processus de transport, en particulier ceux menant à la formation et au maintien des canyons sous-lacustres. Les méthodes sismiques et l'examen des sédiments datés par ¹⁴C permettent d'établir un historique des activités des courants profonds du lac à partir des zones d'érosion, non-déposition et d'accumulation des sédiments lors de l'Holocène dans une région du Petit-lac. Ces courants peuvent ensuite donner des indications sur les vents dominants dans la région lémanique (Girardclos et al. 2003). Une synthèse des résultats retrace l'histoire environnementale et climatique de la région ouest-lémanique (Girardclos et al. 2005). En s'appuyant que sur les travaux récents, cette synthèse utilise les données sismiques, stratigraphiques, paléobotaniques, glaciologiques, hydrodynamiques et sédimentologiques pour en déduire les stades du retrait du glacier du Rhône, le régime de vents, les variations de niveau du lac, l'intensité de l'érosion dans le bassin versant et l'évolution de la végétation due aux variations climatiques et l'activité anthropique du début du retrait du glacier à nos jours. Plusieurs reconstructions paléo-environnementales sont proposées à partir d'études de sédiments lacustres en Suisse et dans d'autres régions d'Europe. L'évolution de l'état trophique du lac d'Annecy depuis la dernière glaciation est reconstruite en mesurant les formes du phosphore dans les sédiments

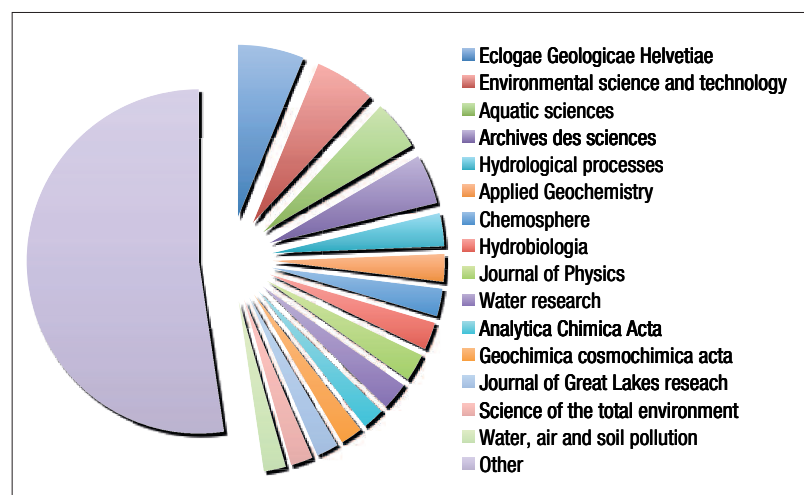
(Loizeau et al. 2001). Les conditions hydrologiques sont reconstruites pour les 19^e et 20^e siècles dans le Petit Lac d'Annecy à partir de la nature des sédiments (Foster et al. 2003). En examinant les variations de la qualité et de la quantité de la matière organique ainsi que d'une série de marqueurs biochimiques dans les sédiments du lac Albano en Italie, plusieurs changements dans la nature du phytoplancton et de la productivité sont constatés et attribués aux variations climatiques et paléo-environnementales dans le bassin versant lors de l'Holocène (Ariztegui et al. 2001; Hanisch et al. 2003). Dans les sédiments du même lac, un enregistrement climatique de haute résolution pour la période du maximum de la dernière glaciation est obtenu (Chondrogianni et al. 2004).

Les études paléo-environnementales dans le milieu lacustre sont complétées par quelques travaux géochimiques et paléobotaniques dans le bassin versant. En particulier, les phytolites des plantes alpines contiennent une quantité appréciable d'aluminium s'ils sont produits par le bois. Une application intéressante pour déterminer les variations de la limite altitudinale de la forêt en fonction des variations climatiques est donc envisagée (Carnelli et al. 2001; 2002). Les études du milieu alpin sont enrichies par l'investigation des produits de combustion de biomasse dans un glacier alpin (Thevenon et al. 2009) et dans les sédiments océaniques et lacustres à l'échelle globale (Thevenon et al. 2010). Ces produits peuvent être considérés comme des indicateurs intéressants pour détecter les incendies et les changements dans les pratiques agricoles.

Un chapitre important des études climatiques et paléoenvironnementales est constitué par une série de travaux effectués en Amérique du Sud. La participation dans des projets internationaux se solde par une moisson impressionnante de publications, qui apportent des informations rares et des données uniques sur les paléoenvironnements du Quater-

Fig. 4. Répartition des publications de l'Institut F.-A. Forel (1981-2010) entre les journaux scientifiques. Parmi les 87 journaux ayant publié des recherches de l'Institut, les 8 journaux les plus cités sont mentionnés.

Fig. 4. Distribution of the Institut F.-A. Forel publications among 87 scientific journals. The top 8 journals are reported.



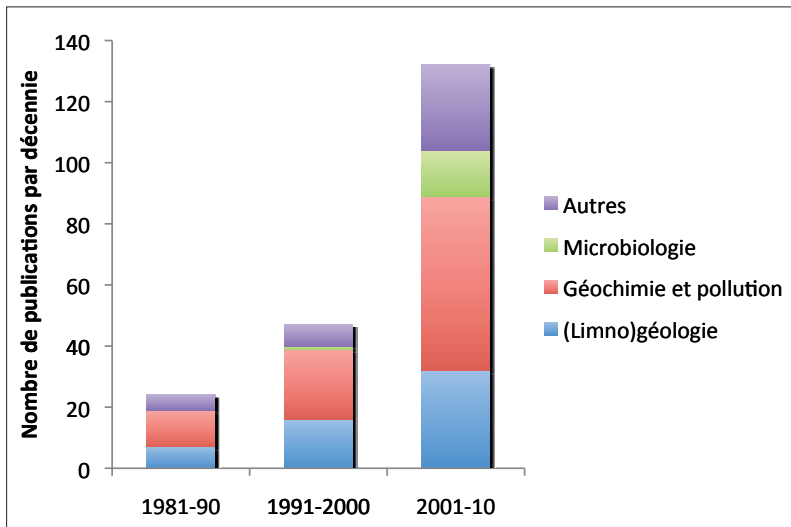


Fig. 5. Nombre de publications de l'Institut F.-A. Forel entre 1981 et 2010, répertoriées par Thomson Reuters' Web of Knowledge, et groupées par décennie et par discipline.

Fig. 5. Number of publications issued from the Institut F.-A. Forel between 1981 and 2010, indexed by Thomson Reuters' Web of Knowledge, and grouped by decades and discipline.

naire. Les paramètres climatiques tels que humidité, vents, niveaux de lac, hydrologie etc., de l'hémisphère sud sont déduits des proxies enregistrés dans les sédiments lacustres ou lagunaires (Anselmetti et al. 2006; Gilli et al. 2005a; 2005b; Haberzettl et al. 2008; Hajdas et al. 2003; Hillesheim et al. 2005).

En résumé, la recherche est très riche en thématiques au cours de la 3^e décennie, de plus en plus impliquée dans les programmes internationaux et résolument interdisciplinaire. Elle souffre quelque peu de la dispersion des modestes moyens à disposition et d'un toujours faible effectif de chercheurs confirmés par rapport au large spectre des thématiques de recherche.

3. Statistiques des publications

Les résultats de recherche sont publiés dans 87 différentes revues ou journaux scientifiques indexés par Thomson Reuters' Web of Knowledge. La dispersion est grande (Fig. 4), puisqu'un peu plus de la moitié de ces journaux ont publié moins de 4 articles soumis par les auteurs de l'Institut F.-A. Forel. Les 8 journaux ayant publié le plus d'articles de chercheurs de l'Institut sont recensés sur la figure 4. Il faut noter parmi eux quelques titres très réputés en sciences de l'eau et de l'environnement.

L'évolution du nombre de publication par décennie, qui sont répertoriées par Thomson Reuters' Web of Knowledge, est présentée sur la Fig. 5. L'augmentation du nombre des publications résulte

surtout de la pression croissante exercée sur les jeunes chercheurs par leur milieu professionnel et de la participation à des projets internationaux et interdisciplinaires qui résulte dans un nombre croissant d'auteurs pour chaque publication (en moyenne 3, 4 et 5 auteurs dans les décennies consécutives). En normalisant le nombre total de publications dans chaque décennie par le nombre d'auteurs (chaque nom n'étant pris en compte qu'une seule fois), on observe une diminution de ce ratio en 1991-2000 par rapport à la décennie précédente et puis une stabilisation.

En général, la proportion entre la limnogéologie d'une part et la géochimie et la pollution d'autre part, reste constante, mais il faut noter une contribution croissante de la microbiologie aquatique (Fig. 5).

Remerciements

Les auteurs remercient John Poté, Davide Vignati et Walter Wildi pour leur relecture du manuscrit, R. L. Thomas pour la vérification du résumé en anglais, et Robert Degli Agosti pour sa précision dans tous les aspects éditoriaux.

Bibliographie

- ANSELMETTI FS, ARIZTEGUI D, HODELL DA, HILLESHEIM MB, BRENNER M, GILLI A, MCKENZIE JA, MUELLER AD. 2006. Late Quaternary climate-induced lake level variations in Lake Peten Itza, Guatemala, inferred from seismic stratigraphic analysis. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 230: 52-69.
- ARBOUILLE D, STANLEY DJ. 1991. Late quaternary evolution of the Burullus lagoon region, north-central Nile delta, Egypt. *Marine Geology*, 99: 45-66.
- ARIZTEGUI D, CHONDROGIANNI C, LAMI A, GUILIZZONI P, LAFARGUE E. 2001. Lacustrine organic matter and the Holocene paleoenvironmental record of Lake Albano (central Italy). *Journal of Paleolimnology*, 26: 283-292.
- BASTER I, GIRARD-CLOS S, PUGIN A, WILDI W. 2003. High-resolution seismic stratigraphy of an Holocene lacustrine delta in western Lake Geneva (Switzerland). *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 96: S11-S20.
- BERES M, GREEN AG, PUGIN A. 2000. Diapiric origin of the Chessel-Noville hills of the Rhone Valley interpreted from georadar mapping. *Environmental & Engineering Geoscience*, 6: 141-153.
- BERES M, SCHEIDHAUER M, MARILLIER F. 2003. Imaging Molasse and Quaternary sediments in Lake Geneva, Switzerland, with 3-D high-resolution seismic reflection methods: A case study. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 96: S31-S38.
- BETTINETTI R, GALASSI S, FALANDYSZ J, CAMUSSO M, VIGNATI DAL. 2009. Sediment Quality Assessment in the Gulf of Gdansk (Baltic Sea) Using Complementary Lines of Evidence. *Environmental Management*, 43: 1313-1320.
- BOBROWSKI A, BAS B, DOMINIK J, NIEWIARA E, SZALINSKA E, VIGNATI D, ZAREBSKI J. 2004a. Chromium speciation study in polluted waters using catalytic adsorptive stripping voltammetry and tangential flow filtration. *Talanta*, 63: 1003-1012.
- BOBROWSKI A, MOCAK J, DOMINIK J, PEREIRA H, BAS B, KNAP W. 2004b. Metrological characteristics and comparison of analytical methods for determination of chromium traces in water samples. *Acta Chimica Slovenica*, 51: 77-93.
- BOUVIER JD, JAQUET JM, VERNET JP. 1982. Estimation of polymetallic contaminations in rivers by sediment analysis - a methodological study. *Archives des Sciences*, 35: 23-40.
- BRAVO AG, DOMINIK J, BOUCHET S, AMOUROUX D, UNGUREANU VG, ZOPFI J. 2009a. Methylmercury concentrations and sulphate-reducing bacteria in freshwater sediments contaminated by a chlor-alkali plant: Babeni Reservoir, Romania. *Proceedings on the 7th WSEAS International Conference on Environment, Ecosystems and Development (EED 2009)*: 196-200|250.
- BRAVO AG, LOIZEAU J-L, BOUCHET S, RICHARD A, RUBIN JF, UNGUREANU V-G, AMOUROUX D, DOMINIK J. 2010a. Mercury human exposure through fish consumption in a reservoir contaminated by a chlor-alkali plant: Babeni reservoir (Romania). *Environmental Science and Pollution Research*, 17: 1422-1432.
- BRAVO AG, LOIZEAU JL, ANCEY L, UNGUREANU VG, DOMINIK J. 2009b. Historical record of mercury contamination in sediments from the Babeni Reservoir in the Olt River, Romania. *Environmental Science and Pollution Research*, 16: 66-75.
- BRAVO AG, WILDI W, POTE J. 2010b. Kinetics of plant material mass loss and DNA release in freshwater column. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 73: 1548-1552.
- BURRUS D, THOMAS R, DOMINIK J, VERNET J. 1989. Recovery and concentration of suspended solids in the upper Rhône River by continuous flow centrifugation. *Hydrological Processes*, 3: 65-74.
- BURRUS D, THOMAS RL, DOMINIK B, VERNET JP, DOMINIK J. 1990a. Characteristics of suspended sediment in the upper Rhone River, Switzerland, including the particulate forms of phosphorus. *Hydrological Processes*, 4: 85-98.
- BURRUS D, THOMAS RL, DOMINIK J, VERNET JP. 1990b. Seasonal Delivery of the Particulate Forms of Phosphorus to Lake Geneva From the Upper Rhone River. *Aquatic Sciences*, 52: 221-235.
- CAILLET S, ARPAGAUS P, MONNA F, DOMINIK J. 2001. Factors controlling Be-7 and Pb-210 atmospheric deposition as revealed by sampling individual rain events in the region of Geneva, Switzerland. *Journal of Environmental Radioactivity*, 53: 241-256.
- CARIGNAN R, RAPIN F, TESSIER A. 1985. Sediment porewater sampling for metal analysis - a comparison of techniques. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 49: 2493-2497.
- CARNAL F, ULRICH S, STOLL S. 2010. Influence of Explicit Ions on Titration Curves and Conformations of Flexible Polyelectrolytes: A Monte Carlo Study. *Macromolecules*, 43: 2544-2553.
- CARNELLI AL, MADELLA M, THEURILLAT JP. 2001. Biogenic silica production in selected alpine plant species and plant communities. *Annals of Botany*, 87: 425-434.
- CARNELLI AL, MADELLA M, THEURILLAT JP, AMMANN B. 2002. Aluminum in the opal silica reticule of phytoliths: A new tool in palaeoecological studies. *American Journal of Botany*, 89: 346-351.
- CECCHERINI MT, POTE J, KAY E, VAN VT, MARECHAL J, PIETRAMELLARA G, NANNIPIERI P, VOGEL TM, SIMONET P. 2003. Degradation and transformability of DNA from transgenic leaves. *Applied and Environmental Microbiology*, 69: 673-678.
- CHANUDET V, FILELLA M. 2006a. The application of the MBTH method for carbohydrate determination in freshwaters revisited. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 86: 693-712.
- CHANUDET V, FILELLA M. 2006b. Particle size and mineralogical composition of inorganic colloids in glacier-melting water and overlying ice in an Alpine glacier, Oberaargletscher, Switzerland. *Journal of Glaciology*, 52: 473-475.
- CHANUDET V, FILELLA M. 2007a. The fate of inorganic colloidal particles in Lake Brienz. *Aquatic Sciences*, 69: 199-211.
- CHANUDET V, FILELLA M. 2007b. Submicron organic matter in a peri-alpine, ultra-oligotrophic lake. *Organic Geochemistry*, 38: 1146-1160.

- CHANUDET V, FILELLA M, QUENTEL F. 2006. Application of a simple voltammetric method to the determination of refractory organic substances in freshwaters. *Analytica Chimica Acta*, 569: 244-249.
- CHANUDET V, FILELLA V. 2008. Size and composition of inorganic colloids in a peri-alpine, glacial flour-rich lake. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 72: 1466-1479.
- CHONDROGIANNI C, ARIZTEGUI D, ROLPH T, JUGGINS S, SHEMESH A, RIETTI-SHATI M, NIESSEN F, GUILIZZONI P, LAMI A, MCKENZIE JA, OLDFIELD F. 2004. Millennial to interannual climate variability in the Mediterranean during the Last Glacial Maximum. *Quaternary International*, 122: 31-41.
- COSIO C, DUNAND C. 2010. Transcriptome analysis of various flower and silique development stages indicates a set of class III peroxidase genes potentially involved in pod shattering in *Arabidopsis thaliana*. *BMC Genomics*, 11: 528.
- DEGUELDRE C, FAVARGER PY. 2003. Colloid analysis by single particle inductively coupled plasma-mass spectroscopy: a feasibility study. *Colloids and Surfaces a-Physicochemical and Engineering Aspects*, 217: 137-142.
- DEGUELDRE C, FAVARGER PY. 2004. Thorium colloid analysis by single particle inductively coupled plasma-mass spectrometry. *Talanta*, 62: 1051-1054.
- DEGUELDRE C, FAVARGER PY, BITEA C. 2004. Zirconia colloid analysis by single particle inductively coupled plasma-mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta*, 518: 137-142.
- DEGUELDRE C, FAVARGER PY, ROSSE R, WOLD S. 2006a. Uranium colloid analysis by single particle inductively coupled plasma-mass spectrometry. *Talanta*, 68: 623-628.
- DEGUELDRE C, FAVARGER PY, WOLD S. 2006b. Gold colloid analysis by inductively coupled plasma-mass spectrometry in a single particle mode. *Analytica Chimica Acta*, 555: 263-268.
- DEMANECHÉ S, SANGUIN H, POTÉ J, NAVARRO E, BERNILLON D, MAVINGUI P, WILDI W, VOGEL TM, SIMONET P. 2008. Antibiotic-resistant soil bacteria in transgenic plant fields. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105: 3957-3962.
- DOMINIK J. 2004. Introduction to the special issue. *Lakes & Reservoirs: Research & Management*, 9: 1-1.
- DOMINIK J, BAS B, BOBROWSKI A, DWORAK T, KOUKAL B, NIEWIARA E, DE ABREU MHP, ROSSE P, SZALINSKA E, VIGNATI D. 2003. Partitioning of Chromium (VI) and Chromium (III) Between Dissolved and Colloidal Forms in a Stream and Reservoir Contaminated With Tannery Waste Water. *Journal de Physique IV*, 107: 385-388.
- DOMINIK J, BURRUS D, VERNET JP. 1983. A preliminary investigation of the Rhone River plume in eastern Lake Geneva. *Journal of Sedimentary Petrology*, 53: 159-163.
- DOMINIK J, BURRUS D, VERNET JP. 1987. Transport of the Environmental Radionuclides in an Alpine Watershed. *Earth and Planetary Science Letters*, 84: 165-180.
- DOMINIK J, LOIZEAU J-L, FAVARGER P-Y, VERNET J-P, THOMAS RL. 1991. History of mercury contamination reconstructed from high-resolution radio-isotopic dating of sediment cores in Lake Geneva. In: Vernet JP (ed) *Heavy Metals in the Environment*. Elsevier, pp 273-294.
- DOMINIK J, LOIZEAU J-L, SPAN D. 1992. Radioisotopic evidence of perturbations of recent sedimentary record in lakes: a word of caution for climate studies. *Climate Dynamics*, 6: 145-152.
- DOMINIK J, SCHULER C, SANTSCHI PH. 1989. Residence Times of Th-234 and Be-7 in Lake Geneva. *Earth and Planetary Science Letters*, 93: 345-358.
- DOMINIK J, SPAN D. 1992. The Fate of Chernobyl Cs-137 in Lake Lugano. *Aquatic Sciences*, 54: 238-254.
- DOMINIK J, STANLEY DJ. 1993. Boron, Beryllium and Sulfur in Holocene Sediments and Peats of the Nile Delta, Egypt - Their Use as Indicators of Salinity and Climate. *Chemical Geology*, 104: 203-216.
- DOMINIK J, VIGNATI DAL, KOUKAL B, DE ABREU MHP, KOTTELAT R, SZALINSKA E, BAS B, BOBROWSKI A. 2007. Speciation and environmental fate of chromium in rivers contaminated with tannery effluents. *Engineering in Life Sciences*, 7: 155-169.
- ELGHOBARY H, ASTRUC A, ASTRUC M, GIOVANOLI F, PINEL R. 1987. A comparative study of tin profiles with other metals and phosphorus pattern in lacustrine sediments. Mobility and pollution. *Environmental Technology Letters*, 8: 279-288.
- FAVARGER PY. 1982a. Mercury contamination of fish from Swiss lakes, 1973-1979. *Chimia*, 36: 365-372.
- FAVARGER PY. 1982b. Simultaneous determination of 31 elements in lacustrine sediments by I C P. *Analytical techniques in environmental chemistry*, 2: 371-376.
- FERRARI B, MONS R, VOLLAT B, FRAYSSE B, PAXEUS N, LO GIUDICE R, POLLIO A, GARRIC J. 2004. Environmental risk assessment of six human pharmaceuticals: Are the current environmental risk assessment procedures sufficient for the protection of the aquatic environment? *Environmental Toxicology and Chemistry*, 23: 1344-1354.
- FERRARI BJD, MASFARAUD J-F, MAUL A, FERARD J-F. 2006. Predicting uncertainty in the ecotoxicological assessment of solid waste leachates. *Environmental Science & Technology*, 40: 7012-7017.
- FEULLADE M, DOMINIK J, DRUART JC, LOIZEAU JL. 1995. Trophic Status Evolution of Lake Nantua as Revealed by Biological Records in Sediment. *Archiv für Hydrobiologie*, 132: 337-362.
- FILELLA M. 2010a. How reliable are environmental data on 'orphan' elements? The case of bismuth concentrations in surface waters. *Journal of Environmental Monitoring*, 12: 90-109.
- FILELLA M. 2010b. Quantifying 'humics' in freshwaters: purpose and methods. *Chemistry and Ecology*, 26: 177-186.
- FILELLA M, PHILIPPO S, BELZILE N, CHEN YW, QUENTEL F. 2009. Natural attenuation processes applying to antimony: A study in the abandoned antimony mine in Goesdorf, Luxembourg. *Science of the Total Environment*, 407: 6205-6216.
- FILELLA M, RELLSTAB C, CHANUDET V, SPAAK P. 2008. Effect of the filter feeder *Daphnia* on the particle size distribution of inorganic colloids in freshwaters. *Water Research*, 42: 1919-1924.

- FILELLA M, WILLIAMS PA. 2010. Antimony Biomethylation in Culture Media Revisited in the Light of Solubility and Chemical Speciation Considerations. *Environmental Toxicology*, 25: 431-439.
- FOREL F-A. 1892. Le Léman - monographie limnologique, vol 1. Rouge, Lausanne.
- FOSTER GC, DEARING JA, JONES RT, CROOK DS, SIDDLER DJ, HARVEY AM, JAMES PA, APPLEBY PG, THOMPSON R, NICHOLSON J, LOIZEAU JL. 2003. Meteorological and land use controls on past and present hydro-geomorphic processes in the pre-alpine environment: an integrated lake-catchment study at the Petit Lac d'Annecy, France. *Hydrological Processes*, 17: 3287-3305.
- GIBBS-EGGAR Z, JUDE B, DOMINIK J, LOIZEAU JL, OLDFIELD F. 1999. Possible evidence for dissimilatory bacterial magnetite dominating the magnetic properties of recent lake sediments. *Earth and Planetary Science Letters*, 168: 1-6.
- GILLI A, ANSELMETTI FS, ARIZTEGUI D, BERES M, MCKENZIE JA, MARKGRAF V. 2005a. Seismic stratigraphy, buried beach ridges and contourite drifts: the Late Quaternary history of the closed Lago Cardiel basin, Argentina (49 degrees S). *Sedimentology*, 52: 1-23.
- GILLI A, ARIZTEGUI D, ANSELMETTI FS, MCKENZIE JA, MARKGRAF V, HAJDAS I, MCCULLOCH RD. 2005b. Mid-Holocene strengthening of the Southern westerlies in South America - Sedimentological evidences from Lago Cardiel, Argentina (49 degrees S). *Global and Planetary Change*, 49: 75-93.
- GIOVANELLI F, LAMBERT A. 1986. Interflows of Rhone River into Lake Geneva - results of current measurements performed in August 1983. *Schweizerische Zeitschrift Fur Hydrologie-Swiss Journal of Hydrology*, 47: 159-178.
- GIRARDLOS S, BASTER I, WILDI W, PUGIN A, RACHOUD-SCHNEIDER AM. 2003. Bottom-current and wind-pattern changes as indicated by Late Glacial and Holocene sediments from western Lake Geneva (Switzerland). *Eclogae Geologicae Helveticae*, 96: S39-S48.
- GIRARDLOS S, FIORE J, RACHOUD-SCHNEIDER AM, BASTER I, WILDI W. 2005. Petit-Lac (western Lake Geneva) environment and climate history from deglaciation to the present: a synthesis. *Boreas*, 34: 417-433.
- GOLDSCHIEDER N, HALLER L, POTE J, WILDI W, ZOPFI J. 2007. Characterizing water circulation and contaminant transport in Lake Geneva using bacteriophage tracer experiments and limnological methods. *Environmental Science & Technology*, 41: 5252-5258.
- GONZALEZ JL, JOUANNEAU JM, DOMINIK J, BOUTIER B. 1991. Particulate Cd and Hg Fluxes to the Sediment in the Marennes-Oleron Bay - Origin and Evolution. *Environmental Technology*, 12: 209-216.
- GUEGUEN C, DOMINIK J, PARDOS M, BENNINGHOFF C, THOMAS RL. 2000. Partition of metals in the Vistula River and in effluents from sewage treatment plants in the region of Cracow (Poland). *Lakes & Reservoirs*, 5: 59-66.
- GUEGUEN C, BELIN C, DOMINIK J. 2002. Organic colloid separation in contrasting aquatic environments with tangential flow filtration. *Water Research*, 36: 1677-1684.
- GUEGUEN C, BELIN C, THOMAS BA, MONNA F, FAVARGER PY, DOMINIK J. 1999. The effect of freshwater UV-irradiation prior to resin preconcentration of trace metals. *Analytica Chimica Acta*, 386: 155-159.
- GUEGUEN C, DOMINIK J. 2003. Partitioning of trace metals between particulate, colloidal and truly dissolved fractions in a polluted river: the Upper Vistula River (Poland). *Applied Geochemistry*, 18: 457-470.
- GUEGUEN C, DOMINIK J, PERRET D. 2001. Use of chelating resins and inductively coupled plasma mass spectrometry for simultaneous determination of trace and major elements in small volumes of saline water samples. *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*, 370: 909-912.
- GUEGUEN C, GILBIN R, PARDOS M, DOMINIK J. 2004. Water toxicity and metal contamination assessment of a polluted river: the Upper Vistula River (Poland). *Applied Geochemistry*, 19: 153-162.
- HABERZETTL T, KUCK B, WULF S, ANSELMETTI F, ARIZTEGUI D, CORBELLA H, FEY M, JANSSEN S, LUCKE A, MAYR C, OHLENDORF C, SCHABITZ F, SCHLESER GH, WILLE M, ZOLITSCHKA B. 2008. Hydrological variability in southeastern Patagonia and explosive volcanic activity in the southern Andean Cordillera during Oxygen Isotope Stage 3 and the Holocene inferred from lake sediments of Laguna Potrok Aike, Argentina. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 259: 213-229.
- HAJDAS I, BONANI G, MORENO PI, ARIZTEGUI D. 2003. Precise radiocarbon dating of late-glacial cooling in mid-latitude South America. *Quaternary Research*, 59: 70-78.
- HALLER L, AMEDEGNATO E, POTE J, WILDI W. 2009a. Influence of Freshwater Sediment Characteristics on Persistence of Fecal Indicator Bacteria. *Water Air and Soil Pollution*, 203: 217-227.
- HALLER L, HUTTON G, BARTRAM J. 2007. Estimating the costs and health benefits of water and sanitation improvements at global level. *Journal of Water and Health*, 5: 467-480.
- HALLER L, POTE J, LOIZEAU JL, WILDI W. 2009b. Distribution and survival of faecal indicator bacteria in the sediments of the Bay of Vidy, Lake Geneva, Switzerland. *Ecological Indicators*, 9: 540-547.
- HANISCH S, ARIZTEGUI D, PUTTMANN W. 2003. The biomarker record of Lake Albano, central Italy - implications for Holocene aquatic system response to environmental change. *Organic Geochemistry*, 34: 1223-1235.
- HILLESHEIM MB, HODELL DA, LEYDEN BW, BRENNER M, CURTIS JH, ANSELMETTI FS, ARIZTEGUI D, BUCK DG, GUILDERSON TP, ROSENMEIER MF, SCHNURRENBERGER DW. 2005. Climate change in lowland Central America during the late deglacial and early Holocene. *Journal of Quaternary Science*, 20: 363-376.
- HOFMANN A, FILELLA M. 1999. Transport of suspended matter in the hypolimnion of Lake Lugano: a comparison of field observations and model predictions. *Journal of Great Lakes Research*, 25: 865-882.
- HOFMANN A, ROUSSY D, FILELLA M. 2002. Dissolved silica budget in the north basin of Lake Lugano. *Chemical Geology*, 182: 35-55.
- HOWA HL, STANLEY DJ. 1991. Plant-rich Holocene sequences in the northern Nile Delta plain, Egypt: petrology, distribution and depositional environments. *Journal of Coastal Research*, 7: 1077-1096.

- HUTTON G, HALLER L, BARTRAM J. 2007. Global cost-benefit analysis of water supply and sanitation interventions. *Journal of Water and Health*, 5: 481-502.
- JAQUET J-M, NEMBRINI G, GARCIA J, VERNET J-P. 1982a. The manganese cycle in Lac Léman, Switzerland: the role of *Metallogenium*. *Hydrobiologia*, 91: 323-340.
- JAQUET JM, DAVAUD E, RAPIN F, VERNET JP. 1982b. Basic concepts and associated statistical methodology in the geochemical study of lake sediments. *Hydrobiologia*, 91-2: 139-146.
- JOUANNEAU JM, WEBER O, GROUSSET FE, THOMAS B. 1998. Pb, Zn, Cs, Sc and rare earth elements as tracers of the Loire and Gironde particles on the Biscay shelf (SW France). *Oceanologica Acta*, 21: 233-241.
- JOUANNEAU JM, WEBER O, LATOUCHE C, VERNET JP, DOMINIK J. 1989. Erosion, Non-Deposition and Sedimentary Processes Through a Sedimentological and Radioisotopic Study of Surficial Deposits From the Ouest-Gironde Vasiere (Bay of Biscay). *Continental Shelf Research*, 9: 325-342.
- JUSTRICH S, HUNZINGER L, WILDI W. 2006. Sedimentary and geochemical balance of a dam without flushing: the case study of the Wettingen reservoir (Switzerland). *Archives des Sciences*, 59: 141-150.
- KOTTELAT R, VIGNATI DAL, CHANUDET V, DOMINIK J. 2008. Comparison of small- and large-scale ultrafiltration systems for organic carbon and metals in freshwater at low concentration factor. *Water Air and Soil Pollution*, 187: 343-351.
- KOUKAL B, DOMINIK J, VIGNATI D, ARPAGAU S, SANTIAGO S, OUDDANE B, BENAABIDATE L. 2004. Assessment of Water Quality and Toxicity of Polluted Rivers Fez and Sebou in the Region of Fez (Morocco). *Environmental Pollution*, 131: 163-172.
- KOUKAL B, GUEGUEN C, PARDOS M, DOMINIK J. 2003. Influence of humic substances on the toxic effects of cadmium and zinc to the green alga *Pseudokirchneriella subcapitata*. *Chemosphere*, 53: 953-961.
- KOUKAL B, ROSSE P, REINHARDT A, FERRARI B, WILKINSON KJ, LOIZEAU J-L, DOMINIK J. 2007. Effect of *Pseudokirchneriella subcapitata* (Chlorophyceae) exudates on metal toxicity and colloid aggregation. *Water Research*, 41: 63-70.
- LACHAVANNE J-B, JUGE R, WILDI W. 2006. Stakes regarding the Rhone River. The flush-drains of the Verbois dam: a local issue with regional and global ramifications. *Archives des Sciences*, 59: 115-120.
- LAMBERT A, GIOVANOLI F. 1988. Records of riverbone turbidity currents and indications of slope failures in the Rhone delta of Lake Geneva. *Limnology and Oceanography*, 33: 458-468.
- LIENEMANN CP, MONNERAT M, DOMINIK J, PERRET D. 1999. Identification of stoichiometric iron-phosphorus colloids produced in a eutrophic lake. *Aquatic Sciences*, 61: 133-149.
- LIU RM, HOFMANN A, GULACAR FO, FAVARGER PY, DOMINIK J. 1996. Methane concentration profiles in a lake with a permanently anoxic hypolimnion (Lake Lugano, Switzerland-Italy). *Chemical Geology*, 133: 201-209.
- LOIZEAU J-L, ARBOUILLE D, SANTIAGO S, VERNET J-P. 1994. Evaluation of a wide range laser diffraction grain size analyser for use with sediments. *Sedimentology*, 41: 353-361.
- LOIZEAU J-L, PARDOS M, MONNA F, PEYREMANN C, HALLER L, DOMINIK J. 2004. The impact of a sewage treatment plant's effluent on sediment quality in a small bay in Lake Geneva (Switzerland-France). Part 2: Temporal evolution of heavy metals. *Lakes & Reservoirs: Research & Management*, 9: 53-63.
- LOIZEAU J-L, STANLEY DJ. 1993. Petrological-statistical approach to interpret recent and sub-recent lagoon subfacies, Idku, Nile delta of Egypt. *Marine Geology*, 111: 55-81.
- LOIZEAU J-L, STANLEY DJ. 1994. Bottom sediment patterns evolving in polluted Mariut Lake, Nile Delta, Egypt. *Journal of Coastal Research*, 10: 416-439.
- LOIZEAU JL. 1998. Les processus de sédimentation récents dans le Haut-lac (Léman) d'après la morphologie et l'analyse sédimentologique des dépôts superficiels. *Archives des Sciences*, 51: 13-25.
- LOIZEAU JL, DOMINIK J. 2000. Evolution of the Upper Rhone River Discharge and Suspended Sediment Load During the Last 80 Years and Some Implications for Lake Geneva. *Aquatic Sciences*, 62: 54-67.
- LOIZEAU JL, DOMINIK J, LUZZI T, VERNET JP. 1997. Sediment core correlation and mapping of sediment accumulation rates in Lake Geneva (Switzerland, France) using Volume Magnetic Susceptibility. *Journal of Great Lakes Research*, 23: 391-402.
- LOIZEAU JL, SPAN D, COPPEE V, DOMINIK J. 2001. Evolution of the trophic state of Lake Annecy (eastern France) since the last glaciation as indicated by iron, manganese and phosphorus speciation. *Journal of Paleolimnology*, 25: 205-214.
- MONNA F, AIUPPA A, VARRICA D, DONGARRA G. 1999a. Pb isotope composition in lichens and aerosols from eastern Sicily: insights into the regional impact of volcanoes on the environment. *Environmental Science & Technology*, 31: 2277-2286.
- MONNA F, DOMINIK J, LOIZEAU JL, PARDOS M, ARPAGAU S. 1999b. Origin and evolution of Pb in sediments of Lake Geneva (Switzerland-France). Establishing a stable Pb record. *Environmental Science & Technology*, 33: 2850-2857.
- MONNA F, DONGARRA G, VARRICA D, AIUPPA A. 2001. Contribution of isotopic geochemistry to the origin of lead in the atmosphere of Sicily. *Archives des Sciences*, 54: 205-222.
- MONNA F, GALOP D, CAROZZA L, TUAL M, BEYRIE A, MAREMBERT F, CHATEAU C, DOMINIK J, GROUSSET F. 2004a. Environmental impact of early Basque mining and smelting recorded in a high ash minerogenic peat deposit. *Science of the Total Environment*, 327: 197-214.
- MONNA F, HAMER K, LEVEQUE J, SAUER M. 2000a. Pb isotopes as a reliable marker of early mining and smelting in the Northern Harz province (Lower Saxony, Germany). *Journal of Geochemical Exploration*, 68: 201-210.
- MONNA F, LOIZEAU JL, THOMAS B, GUEGUEN C, FAVARGER PY, LOSNO R, DOMINIK J. 2000b. Noise identification and sampling frequency determination for precise Pb isotopic measurements by quadrupole-based Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry. *Analisis*, 28: 750-757.

- **MONNA F, LOIZEAU JL, THOMAS BA, GUEGUEN C, FAVARGER PY.** 1998. Pb and Sr isotope measurements by inductively coupled plasma-mass spectrometer: efficient time management for precision improvement. *Spectrochimica Acta Part B-Atomic Spectroscopy*, 53: 1317-1333.
- **MONNA F, PETIT C, GUILLAUMET JP, JOUFFROY-BAPICOT I, BLANCHOT C, DOMINIK J, LOSNO R, RICHARD H, LEVEQUE J, CHATEAU C.** 2004b. History and environmental impact of mining activity in Celtic Aeduan territory recorded in a peat bog (Morvan, France). *Environmental Science & Technology*, 38: 665-673.
- **MONNA F, POUJOL M, LOSNO R, DOMINIK J, ANNEGARN H, COETZEE H.** 2006. Origin of atmospheric lead in Johannesburg, South Africa. *Atmospheric Environment*, 40: 6554-6566.
- **MONNA F, PUERTAS A, LEVEQUE F, LOSNO R, FRONTEAU G, MARIN B, DOMINIK J, PETIT C, FOREL B, CHATEAU C.** 2008. Geochemical records of limestone facades exposed to urban atmospheric contamination as monitoring tools? *Atmospheric Environment*, 42: 999-1011.
- **MOSCARIELLO A.** 1997. Lacustrine ooidal sands in Lake Geneva (Switzerland): Sedimentological evidence for high-energy conditions and lake-level rise in the Late Bronze Age. Climatic implications and constraints on the location of lake-dwelling. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 90: 143-150.
- **MOSCARIELLO A, PUGIN A, WILDI W, BECK C, CHAPRON E, DE BATIST M, GIRARDLOS S, OCHS SI, RACHOUD-SCHNEIDER AM, SIGNER C, VAN CLAUWENBERGHE T.** 1998. Post-wuerm deglaciation in the lacustrine environments of the western end of the Lake Geneva basin (western Switzerland and France). *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 91: 185-201.
- **NEMBRINI G, CAPOBIANCO JA, GARCIA J, JACQUET JM.** 1982. Interaction between interstitial water and sediment in 2 cores of Lac Lemán, Switzerland. *Hydrobiologia*, 91: 363-375.
- **PARDOS M, BENNINGHOFF C, DE ALENCASTRO LF, WILDI W.** 2004. The impact of a sewage treatment plant's effluent on sediment quality in a small bay in Lake Geneva (Switzerland-France). Part 1: Spatial distribution of contaminants and the potential for biological impacts. *Lakes & Reservoirs: Research & Management*, 9: 41-52.
- **PARDOS M, BENNINGHOFF C, GUEGUEN C, THOMAS R, DOBROWOLSKI J, DOMINIK J.** 1999a. Acute toxicity assessment of Polish (waste) water with a microplate-based *Hydra attenuata* assay: a comparison with the Microtox (R) test. *Science of the Total Environment*, 244: 141-148.
- **PARDOS M, BENNINGHOFF C, THOMAS RL.** 1998. Photosynthetic and population growth response of the test alga *Selenastrum capricornutum* Prinz to zinc cadmium and sediment elutriates. *Journal of Applied Phycology*, 10: 145-151.
- **PARDOS M, BENNINGHOFF C, THOMAS RL, KHIM-HEANG S.** 1999b. Confirmation of elemental sulfur toxicity in the Microtox assay during organic extracts assessment of freshwater sediments. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 18: 188-193.
- **PAWLIKOWSKI M, SZALINSKA E, WARDAS M, DOMINIK J.** 2006. Chromium originating from tanneries in river sediments: a preliminary investigation from the upper Dunajec River (Poland). *Polish Journal of Environmental Studies*, 15: 885-894.
- **PEREIRA DE ABREU MH, VIGNATI D, DOMINIK J.** 2003. Chromium in rivers impacted by tannery wastes determined by high performance liquid chromatography - inductively coupled plasma mass spectrometry. *Journal de Physique IV*, 107: 1041-1044.
- **PERRET D, GAILLARD JF, DOMINIK J, ATTEIA O.** 2000. The diversity of natural hydrous iron oxides. *Environmental Science & Technology*, 34: 3540-3546.
- **POTÉ J, BRAVO AG, MAVINGUI P, ARIZTEGUI D, WILDI W.** 2010a. Evaluation of quantitative recovery of bacterial cells and DNA from different lake sediments by Nycodenz density gradient centrifugation. *Ecological Indicators*, 10: 234-240.
- **POTÉ J, CECCHERINI MT, ROSSELLI W, WILDI W, SIMONET P, VOGEL TM.** 2010b. Leaching and transformability of transgenic DNA in unsaturated soil columns. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 73: 67-72.
- **POTÉ J, CECCHERINI MT, VAN VT, ROSSELLI W, WILDI W, SIMONET P, VOGEL TM.** 2003. Fate and transport of antibiotic resistance genes in saturated soil columns. *European Journal of Soil Biology*, 39: 65-71.
- **POTÉ J, GOLDSCHIEDER N, HALLER L, ZOPFI J, KHAJEHNOURI F, WILDI W.** 2009a. Origin and spatial-temporal distribution of faecal bacteria in a bay of Lake Geneva, Switzerland. *Environmental Monitoring and Assessment*, 154: 337-348.
- **POTÉ J, HALLER L, KOTTELAT R, SASTRE V, ARPAGAU S, WILDI W.** 2009b. Persistence and growth of faecal culturable bacterial indicators in water column and sediments of Vidy Bay, Lake Geneva, Switzerland. *Journal of Environmental Sciences-China*, 21: 62-69.
- **POTÉ J, HALLER L, LOIZEAU JL, BRAVO AG, SASTRE V, WILDI W.** 2008. Effects of a sewage treatment plant outlet pipe extension on the distribution of contaminants in the sediments of the Bay of Vidy, Lake Geneva, Switzerland. *Bioresource Technology*, 99: 7122-7131.
- **POTÉ J, MAVINGUI P, NAVARRO E, ROSSELLI W, WILDI W, SIMONET P, VOGEL TM.** 2009c. Extracellular plant DNA in Geneva groundwater and traditional artesian drinking water fountains. *Chemosphere*, 75: 498-504.
- **POTÉ J, ROSSE P, ROSSELLI W, VAN VT, WILDI W.** 2005. Kinetics of mass and DNA decomposition in tomato leaves. *Chemosphere*, 61: 677-684.
- **POTÉ J, ROSSELLI W, WIGGER A, WILDI W.** 2007. Release and leaching of plant DNA in unsaturated soil column. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 68: 293-298.
- **ROSSÉ P, LOIZEAU JL.** 2003. Use of single particle counters for the determination of the number and size distribution of colloids in natural surface waters. *Colloids and Surfaces a-Physicochemical and Engineering Aspects*, 217: 109-120.
- **ROSSÉ P, VIGNATI D, DOMINIK J.** 2006. Effects of continuous flow centrifugation on measurements of trace elements in river water: intrinsic contamination and particle fragmentation. *Hydrological Processes*, 20: 2745-2754.
- **SANTIAGO S, THOMAS R, LOIZEAU J, FAVARGER P, VERNET J.** 1990. Further discussion on the intercomparison of the trace metal concentrations and particle-size of fluvial sediment recovered from 2 centrifuge systems. *Hydrological Processes*, 4: 283-287.
- **SANTIAGO S, THOMAS RL.** 1992. Phytoplankton Utilization of Phosphorus Bound to Suspended Sediments From Selected Tributaries to Lake Geneva. *Journal of Great Lakes Research*, 18: 372-389.

- **SANTIAGO S, THOMAS RL, LARBAIGT G, ROSSEL D, ECHEVERRIA MA, TARRADELLAS J, LOIZEAU JL, MCCARTHY L, MAYFIELD CI, CORVI C.** 1993. Comparative ecotoxicity of suspended sediment in the lower Rhone River using algal fractionation, Microtox and *Daphnia magna* bioassays. *Hydrobiologia*, 252: 231-244.
- **SASTRE V, LOIZEAU J-L, GREINERT J, NAUDTS L, ARPAGAU P, ANSELMETTI F, WILDI W.** 2010. Morphology and recent history of the Rhone River Delta in Lake Geneva (Switzerland). *Swiss Journal of Geosciences*, 103: 33-42.
- **SEJO M, POHL M, ULRICH S, STOLL S.** 2009a. Dielectric discontinuity effects on the adsorption of a linear polyelectrolyte at the surface of a neutral nanoparticle. *Journal of Chemical Physics*, 131: 174704.
- **SEJO M, ULRICH S, FILELLA M, BUFFLE J, STOLL S.** 2009b. Modeling the Adsorption and Coagulation of Fulvic Acids on Colloids by Brownian Dynamics Simulations. *Environmental Science & Technology*, 43: 7265-7269.
- **SPAN D, ARBOUILLE D, HOWA H, VERNET JP.** 1990. Variation of nutrient stocks in the superficial sediments of Lake Geneva from 1978 to 1988. *Hydrobiologia*, 207: 161-166.
- **SPAN D, COPPEE V, BALVAY G, BERTHIER F, MARTIN C, VERNET J-P.** 1993. Recovery from eutrophic to oligotrophic states in lakes: Role of sediments. In: Vernet J-P (ed) *Environmental contamination*, vol 55. *Studies in Environmental Science* edn. Elsevier, Amsterdam, pp 303-322.
- **SPAN D, DOMINIK J, LAZZARETTI MA, VERNET JP.** 1992. The Role of Sediments in the Phosphorus Cycle in Lake Lugano. 1. Geochemical Approach. *Aquatic Sciences*, 54: 277-284.
- **SPAN D, DOMINIK J, LOIZEAU JL, ARPAGAU P, VERNET JP.** 1994. Phosphorus Evolution in 3 Sub-Alpine Lakes - Annecy, Geneva and Lugano - Influence of Lake Restoration Managements. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 87: 369-383.
- **STEINMANN P, BILLEN T, LOIZEAU JI, DOMINIK J.** 1999. Beryllium-7 as a tracer to study mechanisms and rates of metal scavenging from lake surface waters. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 63: 1621-1633.
- **SZALINSKA E, DOMINIK J, BOBROWSKI A, BAS B.** 2003. Fate of tannery chromium contamination in a stream: Temporal and spatial evolution of chromium(III) and chromium(VI). *Journal de Physique IV*, 107: 1275-1278.
- **SZALINSKA E, DOMINIK J, VIGNATI DAL, BOBROWSKI A, BAS B.** 2010. Seasonal transport pattern of chromium(III and VI) in a stream receiving wastewater from tanneries. *Applied Geochemistry*, 25: 116-122.
- **THEVENON F, ANSELMETTI FS, BERNASCONI SM, SCHWIKOWSKI M.** 2009. Mineral dust and elemental black carbon records from an Alpine ice core (Colle Gnifetti glacier) over the last millennium. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 114.
- **THEVENON F, WILLIAMSON D, BARD E, ANSELMETTI FS, BEAUFORT L, CACHIER H.** 2010. Combining charcoal and elemental black carbon analysis in sedimentary archives: Implications for past fire regimes, the pyrogenic carbon cycle, and the human-climate interactions. *Global and Planetary Change*, 72: 381-389.
- **THOMAS RL, SANTIAGO S, GANDAIS V, ZHANG L, VERNET JP.** 1991. Forms of particulate phosphorus and the sediment carbon/nitrogen ratio as indicators of phosphorus origins in aquatic systems. *Water Pollution Research Journal of Canada*, 26: 433-451.
- **THOMAS RL, VERNET JP, FRANK R.** 1984. Sigma-DDT, PCBs, and HCB in the sediments of Lake Geneva and the upper Rhone River. *Environmental Geology*, 5: 103-113.
- **ULMANN M, WILDI W, LEMMIN U.** 2003. Sediment distribution on a current-dominated lake delta (Versoix delta, Lake Geneva, Switzerland). *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 96: S91-S97.
- **VERNET J-P.** 1966. Prise de vues sous-lacustres dans le Léman lors de plongées du mésoscaphe «Auguste Piccard». *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, 69: 287-292.
- **VERNET J-P, THOMAS RL.** 1972. Levels of mercury in the sediments of some Swiss lakes including Lake Geneva and the Rhone river. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 65: 293-306.
- **VERNET J, FAVARGER P.** 1982. Climatic and anthropogenic effects on the sedimentation and geochemistry of lakes Bourget, Annecy and Lemman. *Hydrobiologia*, 91: 643-650.
- **VERNET JP, DOMINIK J, FAVARGER PY.** 1984. Texture and Sedimentation Rates in Lake Geneva. *Environmental Geology*, 5: 143-149.
- **VIGNATI DAL, BEYE ML, DOMINIK J, KLINGEMANN AO, FILELLA M, BOBROWSKI A, FERRARI BJ.** 2008a. Temporal decrease of trivalent chromium concentration in a standardized algal culture medium: Experimental results and implications for toxicity evaluation. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 80: 305-310.
- **VIGNATI DAL, BURDINO E, CONGIU AM, CICALA F, PARDOS M, NIEDDU GF, UGAZIO G.** 2008b. Quality evaluation of sediments from 24 tributaries of the Po River, Italy. *Water Air and Soil Pollution*, 190: 129-141.
- **VIGNATI DAL, CAMUSSO M, DOMINIK J.** 2005a. Estimation of the truly dissolved concentrations of Cd, Cu, Ni, and Zn in contrasting aquatic environments with a simple empirical model. *Ecological Modelling*, 184: 125-139.
- **VIGNATI DAL, DOMINIK J.** 2003. Parametrizing the relationship between K(d)s and K(p)s in contrasting aquatic systems. *Journal de Physique IV*, 107: 1345-1348.
- **VIGNATI DAL, DOMINIK J, BEYE ML, PETTINE M, FERRARI BJD.** 2010. Chromium(VI) is more toxic than chromium(III) to freshwater algae: A paradigm to revise? *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 73: 743-749.
- **VIGNATI DAL, DWORAK T, FERRARI B, KOUKAL B, LOIZEAU JL, MINOUFLET M, CAMUSSO MI, POLESSELLO S, DOMINIK J.** 2005b. Assessment of the geochemical role of colloids and their impact on contaminant toxicity in freshwaters: An example from the Lambro-Po system (Italy). *Environmental Science & Technology*, 39: 489-497.
- **VIGNATI DAL, FERRARI BJD, DOMINIK J.** 2007. Laboratory-to-field extrapolation in aquatic sciences. *Environmental Science & Technology*, 41: 1067-1073.

- **VIGNATI DAL, LOIZEAU JL, ROSSE P, DOMINIK J.** 2006. Comparative performance of membrane filters vs. high-surface area filtration cartridges for the determination of element concentrations in freshwater systems. *Water Research*, 40: 917-924.
- **VIGNATI DAL, PARDOS M, DISERENS J, UGAZIO G, THOMAS R, DOMINIK J.** 2003. Characterisation of Bed Sediments and Suspension of the River Po (Italy) During Normal and High Flow Conditions. *Water Research*, 37: 2847-2864.
- **VIGNATI DAL, VALSECCHI S, POLESSELLO S, PATROLECCO L, DOMINIK J.** 2009. Pollutant partitioning for monitoring surface waters. *Trends in Analytical Chemistry*, 28: 159-169.
- **WALTHER C, BUCHNER S, FILELLA M, CHANUDET V.** 2006. Probing particle size distributions in natural surface waters from 15 nm to 2 µm by a combination of LIBD and single-particle counting. *Journal of Colloid and Interface Science*, 301: 532-537.
- **WANG ZJ, ELGHOBARY H, GIOVANOLI F, FAVARGER PY.** 1986. Interpretation of metal profiles in a sediment core from Lake Geneva - Metal mobility or pollution. *Schweizerische Zeitschrift Fur Hydrologie-Swiss Journal of Hydrology*, 48: 1-17.
- **WEGMULLER S, AMBERGER G, VERNET JP.** 1995. Montfleury formation near Geneva: Palynology and sedimentology of a Mid-Pleistocene sequence. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 88: 595-614.
- **WILDI W, DOMINIK J, LOIZEAU J-L, THOMAS RL, FAVARGER P-Y, HALLER L, PERROUD A, PEYTREMANN C.** 2004. River, reservoir and lake sediment contamination by heavy metals downstream from urban areas of Switzerland. *Lakes & Reservoirs: Research & Management*, 9: 75-87.
- **WILDI W, HOFMANN A, MONNERAT M, PERROUD A.** 2003. Sediment contamination in a river reservoir (Wettingen Reservoir, Switzerland): Present situation and history. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 96: S127-S133.
- **WILDI W, KOUKAL B, ISCHI V, PERROUD A.** 2006. Sediment quality of the Verbois reservoir, comparison with sediments of Swiss rivers and Lake Geneva. *Archives des Sciences*, 59: 131-140.
- **WILDI W, PUGIN A.** 1998. Histoire géologique du relief du bassin lémanique. *Archives des Sciences*, 51: 5-12.