

CURRICULUM VITAE DETAILLE

Sylvain HUON

Maître de Conférences à l'Université Pierre & Marie Curie (UPMC – Paris VI)
UFR 928 "Sciences de la Terre et évolution des milieux naturels"

Adresse :

Université Pierre & Marie Curie (UPMC - Paris VI)
UMR 7618 (UPMC - CNRS – INRA – ENS – ENSCP – INAPG) BIOEMCO
"Biogéochimie et Ecologie des Milieux Continentaux"
Tour 56, couloir 56-66, 4^{ème} étage
Case courrier 120. 4 place Jussieu. 75252 Paris cedex 05 (France).
Tél. : (+33) (0)1 44 27 72 82
Fax : (+33) (0)1 44 27 41 64
e-mail : huon@ccr.jussieu.fr
Site WEB : www.biologie.ens.fr/bioemco

Formation

2006

Thèse d'habilitation à diriger des recherches
(HDR, soutenance prévue au printemps 2006)

1982 – 1985

Doctorat en Géologie de l'Université Louis-Pasteur I de Strasbourg.
Thèse soutenue le 24 juin 1985 à Strasbourg.
Co-direction : A. Piqué et N. Clauer

1977 – 1982

DEA de Géologie (Université Louis-Pasteur I, Strasbourg)
Maîtrise de Géologie (Université Louis-Pasteur I, Strasbourg)
Licence en Géologie (Université de Nice)
Deug B - variante chimie (Université de Nice)

Emplois successifs

Septembre 1993

Maître de Conférences à l'Université Pierre & Marie Curie (UPMC).
Affectation : UFR 928 "Sciences de la Terre et évolution des milieux naturels".
Rattachement : UMR 7618. Directeur : Pr Luc Abbadie.

1991 – 1993

Demandeur d'emploi. Les contrats et postes occupés en Suisse depuis 1986, non renouvelables, se sont achevés fin octobre 1991.

1989 – 1991

- Chargé de recherche contractuel à l'Institut de Géologie de l'Université de Neuchâtel. Poste à mi-temps (avril – octobre 1991). Responsable : Pr B. Kübler.
- Maître-assistant au Département de Minéralogie de l'Université de Genève. Poste contractuel à mi-temps (juin – octobre 1991). Responsable : Pr M. Delaloye.
- Chargé de recherche contractuel au Laboratoire de Géochimie Isotopique de l'Université de Lausanne. Poste à mi-temps (octobre 1990 – mars 1991). Responsable : Pr J.-C. Hunziker.

- Assistant au Département de Minéralogie de l'Université de Genève (même statut que précédemment).

1986 – 1989

- Chargé de recherche contractuel (Fonds National de la Recherche Scientifique, Suisse) à l'Institut de Géologie de l'Université de Neuchâtel. Poste à mi-temps (avril 1987 – septembre 1989).

Responsable : Pr B. Kübler.

- Assistant au Département de Minéralogie de l'Université de Genève. Charge d'enseignement (cours de géologie structurale) et charge technique (dosages ⁴⁰Ar au laboratoire de Géochronométrie). Poste contractuel à mi-temps (janvier 1986 - juillet 1991).

Responsable : Pr M. Delaloye.

1985 – 1986

Boursier de recherche post-doctorat à l'Université de Neuchâtel (Suisse).

Durée : août 1985 - avril 1986.

Responsable : Prof. J.-P. Schaer

1982

Stagiaire dans une usine d'extraction et de traitement de kaolin (juillet – septembre 1982). Employeur : Société Nouvelle d'Exploitation des Kaolins du Morbihan (SNEKM), Usine de Lanvrian, 56270 Ploemeur.

Enseignement

Base statutaire annuelle en heures "équivalent – TD" de 192 heures
(Prévision 2005 - 2006 : 217 heures "équivalent – TD")

Enseignement à l'UMPC (1993 – 2004)

1) TP-TD SCVT13 (1994–2004) et ST 45 (1994–1999)

2) Module méthodologie "TOAE" (1999–2001).

3) CM-TD Deug 2^{ème} année module ST7 "Géochimie 2" (1993-2003).

4) TD Licence module L05 "Géochimie" (1993-2004).

5) TD Maîtrise module M4 (1994-2000).

6) CM-TD DEA "Fonctionnement physique, chimique et biologique de la biosphère continentale" (1994-2004).

7) CM-TD-Leçons Préparation au CAPES-géologie (depuis 2002).

Enseignement hors UFR 928 (1995 – 2004, convention Université Paris I)

1) CM-TD "Paléoclimatologie et Histoire du climat au Quaternaire" DEA "Environnement et Archéologie" (co-habilité : UPMC – Paris I – Paris X – INAPG – Université de Besançon - MNHN) (1997-2005).

2) CM-TD-TP "Géologie" MST "Conservation du Patrimoine" (2001-2005).

Enseignement en LMD à l'UMPC (à partir de 2004)

1) Licence S.T. Mention Sciences de la Terre

- LT102 "Comprendre et gérer la Terre" (TD-TP)

- LT307 "Géochimie de la surface" (CM-TD-TP)

2) Préparation au CAPES (géologie)

- "Climatologie - Paléoclimatologie au Quaternaire" (leçons-TD-TP)

3) Master Mention SDUEE (spécialités GG et ECH)

- M1 Stage de Recherche (GG)

- M2 Parcours Biosphère continentale (ECH). Module "Couplages bio-physico-chimiques dans les sols" (TD)

- M2 Parcours Sols (ECH). Module "Physico-chimie du sol" (CM-TD)

- M2 Parcours Archéologie & Environnement (ECH). NU 452 "Paléoclimatologie et Histoire du climat au Quaternaire" (CM-TD)

Enseignement LMD hors UFR 928 (2005, convention Université Paris I)

Master CRBC (Conservation – Restauration des Biens Culturels)
- "Géologie" (filière sculpture) (CM-TD-TP)

Encadrement de mémoires bibliographiques et stages à l'UPMC

- 1) Stage de laboratoire DEUST "Technicien de l'eau" (UPMC)
 - 2) Stages bibliographiques en Maîtrise Sciences Naturelles (UPMC)
 - 3) Stages de Maîtrise Sciences de la Terre (UPMC)
 - 4) Stage de laboratoire Licence ST – LT317 (UPMC)
 - 5) Stages de recherche de DEA (Environnement et Archéologie, Biosphère continentale, Sciences et Techniques de l'Environnement)
 - 6) Stage de laboratoire en Master 1 (GG)
 - 7) Stages de recherche en Master 2 parcours Biosphère continentale
- => 11 stages DEA - Master 2 co-encadrés entre 1999 et 2006.

Participation à l'encadrement de thèses de doctorat

1992 - Naoul Rais (Doctorat de l'Université de Bretagne occidentale, Brest) – *Caractérisation minéralogique, cristallographique et isotopique (K-Ar) d'un métamorphisme polyphasé de faible intensité. Exemple : les Grauwackes cambriennes du Maroc occidental*. Invité au jury de soutenance.

2001 - Federica Tamburini (Doctorat de l'Université de Neuchâtel, Suisse) – *Phosphorus in marine sediments during the last 150,000 years: exploring relationships between continental weathering, productivity and climate*. Examineur

2002 - Rachel Hosein (Doctorat de l'Université de Neuchâtel, Suisse) – *Biogeochemical weathering processes in the glacierized Rhône and Oberaar catchments, Switzerland and the Apure catchment, Venezuela*. Examineur

2003 - Boris Bellanger (Doctorat de l'Université Paris VII) – *Transfert de carbone organique dans le réseau hydrographique par érosion hydrique. Application à un bassin versant en zone tropicale humide (Rio Boconó, Andes vénézuéliennes)*. Invité au jury de soutenance.

2006 - Co-encadrement prévu de thèses de doctorat à l'UPMC (ED 129 – Sciences de l'Environnement en Ile-de-France) pour :

- Hai An Phan Ha, partenariat IRD, bourse AUF Vietnam accordée pour 2005-2008.
- Warinya Thothong, partenariat IRD et AIT (Asian Institute of Technology, Bangkok), bourse de soutien de thèse de doctorat à l'IRD demandée pour 2006-2009 (1^{ère} session 2006).

Fonctions électives à l'UPMC

Membre élu de la commission de spécialistes 35 à l'UPMC (depuis 1997)

Membre élu du conseil de l'UFR 928 à l'UPMC (depuis 2001)

Compétences techniques particulières

- Géochronométrie : K-Ar, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, Rb-Sr, ^{14}C
- Isotopes stables : matière organique sols - sédiments ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$)
- Isotopes stables : eau, carbonates ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$, $\delta^{13}\text{C}$)
- Isotopes radioactifs à courte période : sols, eau (^{137}Cs , ^{210}Pb , ^7Be)
- Chimie des éléments majeurs et traces : minéraux, eau
- Minéralogie des minéraux argileux (MEB, MET, diffraction des RX)
- Métrologie de terrain : mesures physico-chimiques et hydrologiques (sondes multi-paramètres et sondes chimiques de terrain).

"Reviews" scientifiques (revues internationales, projets)

Paleoceanography, Chemical geology, CRAS Paris, Marine geology, Earth & Planetary Sciences Letters, Marine & Freshwater Research, Quaternary Sciences Reviews, NSF (USA), FNS (Suisse).

Projets et actions de recherche et d'équipement financés

1997 – 1999

Programme INSU PROSE 53 : "Transfert de carbone organique par érosion sur un bassin versant des Andes vénézuéliennes (caractérisation de l'origine, suivi, modélisation et bilan)." Coordination : S. Huon (montant : 50305€).

2000 – 2002

Programme INSU PNSE 12 : "Impact de la pratique de défriche-brûlis sur la dynamique de la matière organique et l'érosion hydrique et aratoire d'un petit bassin versant au Laos."

Coordination : S. Huon (montant : 41536€).

Septembre 2003 – Septembre 2004

"Congé pour recherches" accordé par l'UPMC (dispense d'enseignement).
Financement IRD de deux missions longue durée (4 mois + 3 mois) avec affectation en Thaïlande dans l'UR 176 de IRD.

2003 – 2005

Acquisition d'une sonde multi-paramètres de type CTD-90 équipée de 12 capteurs et 3 fluorimètres pour la mesure haute-résolution (temps de réponse : $5 \cdot 10^{-3}$ s) de paramètres environnementaux in-situ dans l'eau (ASD-Sensortech - SST, Allemagne) et d'un spectro-photomètre UV immergeable pour la mesure des concentrations en nitrates et nitrites in-situ dans l'eau (TriOS GmbH, Allemagne). Co-financement : IFR-EGER (20266€) et IRD-UR 176 (39510 €).

Participation à d'autres programmes de recherche

Programme INSU Variante (1998-2000)

Coordination : F. Grousset (DGO – UMR EPOC, Bordeaux).

ACI Ecologie quantitative (2002-2006) : "Ingénierie agro-écologique : des alternatives aux systèmes de culture sur fortes pentes en Asie du Sud-Est".
Coordination : A. de Rouw (IRD-UR 176).

Programme FFEM (2002-2007) : "Bilan comparé des émissions - séquestration des gaz à effet de serre dans les systèmes de culture agro-écologiques (semis direct sous couverture végétale) et les systèmes de culture traditionnels : Atelier Laos".

Coordination : C. Valentin (IRD-UR 176).

Programme ACI-FNS ECCO (2003-2005) : "Hydro-biogéochimie des éléments - traces, du carbone et de l'azote dans les fractions colloïdale et dissoute des rivières amazoniennes".

Coordination : M. Benedetti (LGE - Université Paris VII).

Collaborations informelles pour l'étude géochimique et isotopique du concrétionnement calcaire d'aqueducs romains dans le sud de la France.
Collaboration : J.L. Guendon (MMSH Univ. Aix-Marseille I) et M. Regert (C2RMF, Paris).

Résumé de mes travaux de recherche (1982 - 1997)

Les travaux de recherche que j'ai effectués entre 1982 et 1997 ont pour but de mieux comprendre et quantifier des processus qui interviennent dans les environnements sédimentaires de surface (origine, transport et mélange de minéraux détritiques dans les sédiments océaniques, enregistrements paléo-environnementaux dans les travertins et sédiments carbonatés continentaux) et lors du passage au métamorphisme (réhomogénéisation isotopique des minéraux argileux, effets thermiques de faible intensité sur le système K-Ar). Une double approche, minéralogique et géochimique, y est systématiquement mise en oeuvre. Les systèmes isotopiques étudiés sont à la fois considérés comme des "traceurs" et des "méthodes de datation" et l'étude des relations entre compositions, minéralogique et isotopique, est systématiquement privilégiée.

1 - Datation K-Ar du métamorphisme hercynien au Maroc et d'événements thermiques liés à l'ouverture de l'Atlantique Nord

Mes travaux de thèse de doctorat (1982-1985) étaient consacrés à la datation K-Ar du métamorphisme hercynien et des phases tectoniques associées pour des formations méta-sédimentaires paléozoïques du Maroc. L'objectif de ce travail était d'établir une distinction entre des âges "géologiquement significatifs" et des "âges mixtes" correspondant à un mélange de minéraux détritiques et de minéraux en équilibre avec les conditions d'un métamorphisme de faible intensité. En effet, les températures atteintes sont en-dessous de la température de fermeture des minéraux (Dodson, *Contrib. Mineral. Petrol.* 40, 1973) et l'on peut supposer que la réhomogénéisation isotopique des minéraux est incomplète et que les âges mesurés ne sont pas significatifs.

Le couplage d'analyses, granulométrique, minéralogique et microstructurale et de mesures isotopiques K-Ar sur des fractions granulométriques de schistes ardoisiers montre que les âges apparents K-Ar dépendent de la taille, de la composition et de la position des minéraux (micas blancs) dans la schistosité. La relation qui relie ces différents paramètres est complexe. Les résultats obtenus permettent néanmoins d'estimer l'âge du métamorphisme principal vers 370 Ma dans l'Est du Maroc (Debdou, Mekam) et entre 330 Ma et 290 Ma à l'Ouest du Maroc (Meseta et Massif Central marocain). Il est même possible de dater la superposition de deux phases tectono-métamorphiques, distinctes l'une de l'autre, vers 330 Ma et 300 Ma (Tazzeka) ou de vérifier la synchronicité de la mise en place de granitoïdes et du métamorphisme des schistes ordoviciens encaissants vers 290 Ma (Oulmès). Un mécanisme de réhomogénéisation isotopique par "seuils granulométriques" est proposé pour expliquer les variations obtenues en fonction de la taille des minéraux. Ce travail a été poursuivi en Suisse, en collaboration avec A. Piqué (UBO-Brest), J.J. Cornée (Université de Provence, Aix-Marseille I) et N. Clauer (CGS-Strasbourg) pour la marge atlantique de la Meseta marocaine et dans le Haut-Atlas. Les âges K-Ar obtenus diminuent jusque vers 185-220 Ma à la fois dans le socle hercynien et dans la couverture triasico-liasique. Ces âges anormalement "jeunes" par rapport à ceux obtenus dans d'autres segments de la chaîne hercynienne (370-290 Ma) sont interprétés comme résultant d'événements liés aux phases d'expansion thermique et de "rifting" qui accompagnent au Maroc l'ouverture de l'Atlantique Nord. Il est possible de "simuler" les âges apparents K-Ar mesurés à partir un modèle de diffusion volumique de l'argon-40. On peut alors estimer à la fois la durée et la température du processus de réhomogénéisation isotopique K-Ar et proposer un mécanisme de réchauffement du socle hercynien et de sa couverture sédimentaire lié à la remontée du manteau supérieur au début de l'ouverture océanique.

Outre ma thèse de doctorat soutenue en juin 1985, l'ensemble de ces travaux a donné lieu à 5 publications (n° A1, A2, A6, A12, A13) ainsi qu'à plusieurs présentations orales lors de colloques et de réunions thématiques (n° R1, R4).

2 - Datation K-Ar du métamorphisme de faible intensité dans les Alpes

Ce travail a été entrepris dans le cadre d'une bourse de recherche post-doctorale et de contrats de recherche FNS à Université à Neuchâtel entre 1985 et 1987 en collaboration avec MM. Burkhard, B. Kübler (Université de Neuchâtel) et J.C. Hunziker (Université de Lausanne). Il se situe dans la prolongation de mes travaux de doctorat, mais porte cette-fois-ci sur des calcaires anchi - épimétamorphiques du domaine alpin (nappes helvétiques).

L'analyse minéralogique par diffraction X de fractions granulométriques décarbonatées avec déconvolution de spectres (fonction Pearson VII), permet d'identifier des mélanges de muscovite et de phengite $2M_1$ qui ne sont pas décelables à l'analyse de routine. Les âges apparents K-Ar sont plus élevés (≈ 37 Ma) pour les fractions argileuses des échantillons ne contenant que de la phengite. Ces âges sont reliés aux premiers stades du métamorphisme alpin qui entraînent la "recristallisation" des micas détritiques en phengites. Des âges apparents situés vers 28 Ma, 20 Ma et 15 Ma (pour ces mêmes fractions argileuses) correspondent à la "cristallisation" de muscovites lors du maximum thermique alpin ou de phases tectoniques secondaires (mylonites) et à la rehomogénéisation des phengites initiales par seuils granulométriques. Un modèle, faisant intervenir des processus de cristallisation et de diffusion volumique de l'argon permet d'interpréter comme significatifs des âges K-Ar mesurés sur les mélanges muscovite-phengite. Par contre, la composition $^{18}O/^{16}O$ des fractions micacées est mixte. Un échange à l'équilibre des isotopes de l'oxygène n'est jamais obtenu, ceci quelle que soit la taille des minéraux. Les couples quartz-calcite permettent cependant d'estimer à environ 290°C la température atteinte lors du métamorphisme alpin dans les nappes helvétiques.

Ce travail a fait l'objet de 5 publications (n° **A3, A4, A10, A15, A17**) ainsi qu'à plusieurs présentations orales lors de colloques et de réunions thématiques (n° **R2, R5, R6, N1, N2, N3, N4**).

3 – "Événements de Heinrich" dans l'Atlantique Nord

Un programme d'analyses, minéralogique, géochimique et isotopique K-Ar et Rb-Sr a été mis en oeuvre pour caractériser les sources et mélanges de minéraux d'origine terrigène dans des sédiments quaternaires de l'Atlantique Nord et, de relier les variations observées aux changements de circulation océanique et à la variabilité climatique pendant la dernière période glaciaire. Ce travail a été effectué en collaboration avec P. Ruch, R. Jantschik et B. Kübler (Université de Neuchâtel) et H. Heinrich (Hydrographisches Institute de Hambourg) sur du matériel provenant de carottes sédimentaires du site NOAMP (Northeast Atlantic Monitoring Program, 46-49°N, 17-22°W). Les variations climatiques des derniers 400 ka BP (isotopes stages 1-12) sont enregistrées dans le sédiment en continu par l'alternance de séquences riches et pauvres en carbonates. C'est sur ce site qu'a été mise en évidence pour la première fois la succession de phases paroxysmales de décharges de matériel détritique par les icebergs au cours de la dernière période glaciaire ("événements de Heinrich", Heinrich, *Quaternary Res.* 29, 1988). Ces événements de courte durée (quelque 10^2 années, Bond et al., 1992), qui correspondent à l'invasion par les glaces de l'Atlantique Nord sont maintenant bien corrélés aux variations de la composition isotopique des glaces au Groenland (Bond et al., *Nature* 365, 1993). L'âge du plus récent de ces événements (vers 14 ka) s'insère sur la courbe de remontée du niveau marin à la transition dernier glaciaire – interglaciaire actuel, établie à partir des constructions coralliennes (Bard et al., *Nature* 346, 1990).

Pour quatre des six phases (H₁, H₂, H₄, H₅), les âges K-Ar mesurés pour des fractions argileuses et silteuses des sédiments varient entre 800 et 1200 Ma environ. Ils sont compatibles avec l'érosion de roches localisées sur les boucliers précambriens du Canada et au Groenland où se trouvaient les calottes glaciaires à l'origine des icebergs. Cette signature isotopique se distingue nettement de celle de la sédimentation ambiante des périodes climatiques froides ou chaudes où les âges sont plus "jeunes" (370-600 Ma). Les phases H₃ et H₆ pour lesquelles les âges K-Ar ne diffèrent pas de ceux du sédiment ambiant indiquent une origine géographique différente pour le matériel terrigène (Scandinavie ?). Les rapports isotopiques ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr permettent de considérer les silicates détritiques (en dehors des périodes d'apport par les icebergs) comme un mélange d'au moins 2 sources de Strontium. Pendant les périodes froides, le mélange est plus riche en minéraux anciens (>1200 Ma), très différenciés (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr > 0.730) alors que pendant les stades interglaciaires, les apports par les courants de fond de matériel détritique d'origine basaltique sont plus abondants (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr < 0.730). Ce mélange est confirmé par l'analyse K-Ar et Rb-Sr de "dropstones" de granitoïdes provenant des socles précambriens et calédoniens (âges K-Ar mesurés : 2500 Ma, 1985 Ma, 1400 Ma et 400 Ma) et de basaltes provenant d'Islande (âges K-Ar mesurés : 20 Ma et 3 Ma). Les teneurs en éléments-majeurs et les spectres de terres-rares mesurés sur les sédiments sont cohérents avec l'interprétation d'un mélange binaire de matériel détritique dont les pôles ont une composition de granitoïde et de basalte. L'utilisation des méthodes conventionnelles K-Ar et Rb-Sr constitue donc un bon support pour les corrélations stratigraphiques et le traçage des paléocirculations pour les reconstitutions climatiques au Quaternaire récent. C'est à partir de ces travaux que l'on a pu valider l'hypothèse que les paroxysmes d'apport terrigène par les icebergs en surface coïncidaient avec des changements majeurs dans la circulation océanographique de fond (NADW, branche de la circulation thermohaline). Cette hypothèse est confirmée par des mesures ⁴⁰Ar/³⁹Ar qui mettent en évidence une réduction drastique des apports terrigènes en provenance d'Islande par la circulation de fond pendant les phases H₁, H₂, H₄ et H₅.

Ce travail a fait l'objet de 6 publications (n° A5, A7, A8, A9, A11, A14) et à des présentations orales lors de colloques et de réunions thématiques (n° R3, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R15, R16, N5, N7, N8). Une mini-conférence organisée au Lamont-Doherty Earth Observatory (LDEO, Columbia University, NY-USA) les 30 - 31 mars 1992 a permis de faire une synthèse de nos données (n° A9, R12) avec celles des équipes américaines (G. Bond, LDEO) et françaises (F. Grousset, DGO Bordeaux et L. Labeyrie, LSCE Gif/Yvette).

4 - Traçage isotopique dans le système carbonate – eau (Charophytes, dépôts lacustres Holocènes, travertins d'aqueducs)

Dès 1989, je me suis intéressé à l'utilisation des isotopes stables (¹⁸O/¹⁶O, ¹³C/¹²C) pour étudier, à partir de mesures de concentrations naturelles, les processus de calcification (charophytes actuels de plans d'eau peu profonds), identifier les sources et mélanges de carbonates biologiques et détritiques dans les sédiments lacustres (craies Holocènes du lac de Neuchâtel en Suisse, évaporites Holocènes d'une sebkha en Tunisie) et suivre les changements hydrologiques se produisant dans les systèmes d'adduction d'eau (travertins des aqueducs romains de Fréjus et de Nîmes).

Ces différents travaux menés en collaboration avec P.O. Mojon (Université de Lausanne), J. Médus (Université Aix-Marseille III), C. Parron (CEREGE, Université Aix-Marseille III), J.L. Guendon (Université de Provence, Aix-Marseille I) et M. Regert (C2RMF-Musée du Louvre, Paris) ont donné lieu à plusieurs publications et présentations orales (n° A16, A18, A22, R14). Seule la recherche menée sur les travertins d'aqueducs romains a été poursuivie avec pour objectif principal de relier la variabilité du concrétionnement calcaire dans les aqueducs avec la variabilité climatique et les modalités de la gestion de l'eau dans les systèmes d'adduction pendant l'Antiquité.

Résumé de mes travaux de recherche depuis 1997

Le sol est l'un des compartiments majeurs du cycle du carbone ($\approx 1600 \cdot 10^{15}$ g de carbone organique) mais son rôle, "puits" ou "source" de carbone pour l'atmosphère, reste encore mal connu. Si le réchauffement climatique actuel favorise la "séquestration" de carbone dans la végétation et les sols, la déforestation, l'agriculture et le changement d'usage des terres sont responsables de pertes importantes par érosion ($\approx 1.14 \cdot 10^{15}$ gC.an⁻¹; Lal, *Advances in Soil Science*, 1995) et minéralisation des matières organiques qui limitent l'efficacité de ce stockage. Ces phénomènes sont particulièrement importants dans les régions tropicales qui contribuent pour 30% au stock de carbone organique dans les sols mais où les flux, particulaire et dissous, transportés par les rivières sont les plus élevés (> 2.0 tC.km⁻².an⁻¹; Ludwig et al.; *Global Biogeochem. Cycles* 10, 1996).

Depuis 1997, je consacre la plus grande partie de mes activités de recherche au milieu tropical. Les objectifs principaux sont de suivre la dynamique du carbone organique (érosion, stockage et minéralisation dans les sols et les sédiments), de relier cette dynamique aux variabilités, hydrologique et climatique, du milieu étudié (régime hydrologique saisonnier, modalités du transport, processus de dilution et de mélange) et de déterminer l'impact "hors-site" des transferts d'eau et de carbone (qualité de l'eau, minéralisation et temps de résidence du carbone, émissions de gaz à effet de serre). Au cours de ces dernières années, j'ai pu mener à bien des travaux de terrain sous forme de missions, (1) au Venezuela (programme PROSE, 1997-1999), (2) au Laos (programme PNSE, 2000-2002, programme FFEM 2002-2007, ACI-Ecologie quantitative 2002-2006) et (3) en Thaïlande (deux missions de longue durée IRD, 2003-2004). Des collaborations sont actuellement en train de se mettre en place pour le Vietnam. Afin de mieux caractériser les relations entre érosion, sédimentation et variabilité climatique, un effort particulier a été dévolu à l'étude des flux terrigènes dans les sédiments de l'Atlantique Nord (4) au cours des dernières périodes glaciaires et interglaciaires (stades isotopiques 5-7).

1 – Erosion et transfert de carbone organique sur un bassin versant andin (Rio Boconó, 1620 km², Venezuela)

Le bassin versant du Rio Boconó se situe dans une zone tectoniquement active de la cordillère des Andes (altitude : 200-4000 m, 08°57'-09°31'N, 70°02'-70°34'W). Le climat tropical à mousson d'été est contrôlé par un fort gradient altitudinal. Les sols, qui se développent sur un substratum géologique, cristallin et méta-sédimentaire, sont cultivés à 40%, y compris sur fortes pentes. En collaboration avec le "Centro de Ecologia" de l'Université des Andes à Boconó (F. Velasquez), le MARNR à Caracas (Ministerio del Ambiente et de Los Recursos Naturales Renovables, M. Cornières-Vallès, A. Moreau), l'INRA (V. Vallès) et l'Institut de Géologie de l'Université de Neuchâtel (P. Steinmann, K. Follmi), nous avons pu échantillonner et mesurer simultanément aux principales zones de confluence des cours d'eau, les flux de carbone organique générés lors d'épisodes de crue (parcelles expérimentales de 30 m², sous-bassins versants emboîtés de 25-364-574-938-1630 km²). En complément, plusieurs campagnes de mesures et d'échantillonnage ont été menées dans la retenue d'eau (122 km², 2850 10⁶ m³, profondeur maximale de 72 m) située à l'exutoire du bassin versant du Rio Boconó, afin de suivre les effets "hors-site" de l'érosion sur la qualité de l'eau et la minéralisation du carbone organique ainsi que dans le réseau hydrographique de la plaine d'inondation des Llanos sur un transect, Rios Boconó - Guanare - Portuguesa - Apure jusqu'à la confluence avec l'Orénoque.

Les principaux résultats obtenus dans ce programme de recherche sont résumés ci-dessous.

1) Le transfert de carbone organique particulaire (COP) par érosion des sols n'est conservatif que pour les fractions granulométriques de taille relativement faible (<50 μm ou <200 μm dans notre cas). Au-delà d'un seuil donné (30 $\text{ml}\cdot\text{s}^{-1}$ et 0.5 $\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ sur sol nu et sol sous culture de café), il existe une correspondance directe entre la composition de la matière organique dans le sol (0-20 cm) et celle des matières en suspension transportées par la lame d'eau ruisselée. Les quantités de COP exportées dans les écoulements torrentiels (2.7–6.2 $\text{kgC}\cdot\text{ha}^{-1}$ pour un épisode pluvieux) sont comparables à celles qui sont obtenues sur la lame d'eau ruisselée des sols (0.3–13.0 $\text{kgC}\cdot\text{ha}^{-1}$ pour le même épisode pluvieux). A l'échelle de la parcelle, les exportations de COP sont contrôlées par le couvert végétal et s'échelonnent entre 2.2 $\text{kgC}\cdot\text{ha}^{-1}$ (maïs), 21 $\text{kgC}\cdot\text{ha}^{-1}$ (café) et 270 $\text{kgC}\cdot\text{ha}^{-1}$ (sol nu) pour la saison des pluies (5 mois).

2) Pendant les épisodes de crue, on observe, à l'échelle du bassin versant, le relais dans le temps de différents types de matières organiques, peu humifiées en basses eaux et en décruet et bien minéralisées au pic de crue. Ces différences traduisent la contribution croissante par érosion des matières organiques des sols à la charge solide en suspension. Les relations hyperboliques entre COP et MES (Meybeck; *Am. Journal Sci.*, 282 ; 1982) reflètent alors le changement de composition (et de source) des matières organiques et donc l'intensité de l'érosion des sols sur les versants. Pendant les épisodes de crue particulièrement intenses, la signature isotopique $\delta^{15}\text{N}$ des MES transportées par les rivières s'écarte de celle des sols sur le bassin versant. Cette différence indique qu'une fraction du COP transporté provient de l'érosion incisive (ou d'un transport de masse) de roches du substratum rocheux (COP fossile contenu dans des formations géologiques). Ainsi, pendant un épisode de crue de forte intensité (période de retour : 10 ans) la contribution des matières organiques d'origine lithique se trouve au pic de crue en proportion équivalente à celle fournie par l'érosion des sols s.s.

3) Plus de 90% de la charge solide sédimente dans la retenue d'eau située à l'exutoire du bassin versant du Rio Boconó. Ce phénomène induit le stockage moyen de $21 \pm 5 \cdot 10^3 \text{ tC}\cdot\text{an}^{-1}$ (sur 15 ans). La minéralisation des matières organiques dans la colonne d'eau est contrôlée par le temps de résidence de l'eau. Des conditions anoxiques stables immédiatement sous la thermocline sont observées pour une partie de la retenue d'eau. La vitesse de minéralisation des matières organiques en suspension y est réduite par un facteur de 2-10 en fonction de la saison (43 $\mu\text{molC}\cdot\text{l}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ contre 83-444 $\mu\text{molC}\cdot\text{l}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$). Dans son ensemble, la retenue d'eau se comporte comme un puits de carbone.

4) Le bassin versant du Rio Apure contribue (en fonction de la saison) pour 4-22% du carbone organique dissous et 12-22% du COP au cours principal du bassin moyen de l'Orénoque. Pour ces eaux très turbides, la production primaire est relativement faible (avec 0.4-2.0 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ de Chlorophylle-a) par rapport au transport terrigène.

Une grande partie de ce travail a été intégrée dans les travaux de doctorat de M. Cornières (Université d'Avignon, 1997) et de B. Bellanger (Université Paris VII, 2003). Pour l'instant il a donné lieu à 5 publications (n° A19, A24, A25, A26, A27) et à des présentations orales lors de colloques et de réunions thématiques (n° R21, R22, R23, N10, N12).

2 – Erosion et stockage du carbone organique sur un bassin-versant cultivé par défriche-brûlis (Houay Pano, 67 ha, Laos)

En collaboration avec C. Valentin, A. de Rouw et O. Ribolzi (IRD - UR 176), P. Bonté (LSCE, Gif/Yvette) et le NAFRI ((National Agricultural and Forestry Research Institute du Laos), nous développons une étude de l'érosion de sols cultivés sur un petit bassin versant agricole dans le nord du Laos. Cette étude est basée sur le couplage de la mesure des stocks de carbone organique et des inventaires ^{137}Cs (retombées des essais nucléaires atmosphériques des années 1950-1960). Le bassin versant étudié, Houay Pano, est situé dans une région montagneuse à climat tropical de type mousson d'été (altitude : 425–718 m, 19°51'N-102°10'E). Les cultures se font sur fortes pentes et occupent environ 74% de la surface

(essentiellement riz pluvial, maïs et larmes de Job). Les agriculteurs pratiquent une culture itinérante par défriche-brûlis, technique traditionnelle encore très répandue dans les régions tropicales du SE asiatique et soupçonnée d'induire une forte érosion et perte de fertilité des sols. Depuis 1999, ce bassin versant est équipé et suivi par l'IRD (UR 176) et le NAFRI avec pour objectifs de quantifier l'érosion des sols et de la relier à l'intensification progressive de la mise en culture (avec réduction de la durée des jachères) qui accompagne la sédentarisation de la population rurale depuis la fin des années 1970.

Cette double approche permet d'estimer les taux d'érosion (et d'accumulation) du carbone organique des sols à partir de relations entre activités ^{137}Cs résiduelles et concentrations en carbone organique qui ont pu être établies sur les versants cultivés. Du fait de l'absence de labour mais d'opérations de sarclage répétées et de la rotation des jachères sur le bassin versant, les taux calculés depuis 1963 (référence estimée : $615 \pm 20 \text{ Bq.m}^{-2}$) sont très variables (moyenne 78 sols : $5.1 \pm 6.5 \text{ t.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$) mais indiquent que les sols perdent du carbone depuis leur mise en culture. Les exportations de terres estimées (en moyenne : $1.6 \text{ t.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$ pour 7 années de cultures et 30 années de jachère) ou mesurées à l'échelle du bassin versant (moyenne pour 2001 - 2004 $\approx 3.5 \text{ t.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$) restent inférieures aux taux d'érosion déterminés à partir des inventaires ^{137}Cs , ce qui indique qu'une part importante des matières érodées sédimente sur les versants et dans le thalweg. Des comptages ^{137}Cs sont actuellement en cours dans les zones de dépôt du bassin versant avec pour objectif de mesurer le volume de sédiment accumulé (depuis 1963) et la quantité de carbone organique qui a pu y être stockée. L'impact des changements de pratique agricole sur l'érosion des sols est aussi suivi à l'échelle de 4 sous-bassins versants expérimentaux (témoin en défriche-brûlis, semi-direct sans labour sous couvert végétal en C_4 , jachère améliorée et cultures en courbes de niveau) à partir de : 1) mesures des stocks de carbone organique (avec marquage $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ naturel) après 5 ans d'expérimentation (2002 - 2007) et ; 2) suivis des flux de matière (et de carbone) générés par l'érosion à l'exutoire des sous-bassins pendant cette même période. Ce dispositif est complété par une expérimentation agronomique menée pour des sols de plaines sous très faibles pentes (site de Ban Napok) avec 4 parcelles-témoins (labour) et 4 parcelles sans labour (semi-direct sous couvert de végétation en C_4) et par l'étude de quelques champs en jachère longue durée dans la région proche du bassin versant.

Ces travaux sont en cours jusqu'à 2008. Ils ont donné lieu pour l'instant à 2 publications (n° A26, A27) et à des présentations orales lors de colloques et de réunions thématiques (n° R22, R26, R27, N14, N16).

3 – Impact de l'érosion sur le stockage de carbone et la "qualité de l'eau" dans une retenue agricole à l'exutoire d'un bassin versant cultivé (Mae Thang, Thaïlande).

La Thaïlande a construit, entre 1951 et 1994, 438 retenues d'eau dont le volume de stockage varie entre $0.1 \cdot 10^6$ et $17750 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, essentiellement pour assurer ses besoins en eau pour l'agriculture. Les retenues de faible à moyenne capacité ($<20 \cdot 10^6 \text{ m}^3$), qui représentent 75% du nombre total, sont généralement situées à l'exutoire de petits bassins versants dont les sols sont cultivés (ou en partie cultivés). En collaboration avec J.-L. Janeau, O. Planchon et O. Grünberger (IRD-UR 176), Loïc Tenhage (LEH, Université de Toulouse) et P. Parkpian (AIT, Bangkok), nous cherchons à : 1) quantifier l'érosion à l'échelle du bassin versant à partir de la mesure du volume de sédiments accumulés dans la retenue d'eau depuis sa construction ; 2) préciser le rôle "source" ou "puits" de carbone des sédiments de la retenue et ; 3) évaluer l'impact des transferts de matière sur la qualité de l'eau par l'étude des systèmes redox actifs dans la colonne d'eau.

En activité depuis 1995, la retenue collinaire de la Mae Thang (202 ha, $35 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, profondeur maximale de 43 m, surface irriguée : 3200 ha) draine un bassin versant qui s'étend sur 121 km^2 entre 250 et 1800 m d'altitude ($18^\circ 13' 08'' \text{N}$, $100^\circ 19' 22'' \text{E}$). Les cultivateurs thaïlandais exploitent les secteurs déboisés de basse altitude sur des pentes inférieures à 30%. Des minorités ethniques (Mabri et Hmuong), implantées sur les pentes boisées, pratiquent une agriculture de subsistance avec défriche-brûlis itinérante. Les mesures d'érosion effectuées par l'IRD-UR 176 montrent que les pertes en terres des secteurs cultivés de basse altitude n'excèdent pas $5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Par contre, les taux d'érosion estimés à partir des activités ^{137}Cs résiduelles des sols depuis 1963 sont plus élevés (moyenne : $13 \pm 8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$). Des événements exceptionnels peuvent expliquer cet écart. C'était le cas en juin 2004 avec l'exportation d'environ $5 \cdot 10^5 \text{ t}$ de sédiments dans la retenue d'eau après un cumul de précipitations de 217 mm pendant 5 h (soit une érosion globale de $42 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ sur le bassin versant). L'alternance, à l'échelle centimétrique, de niveaux sédimentaires sombres et de niveaux argileux clairs nous permet de séparer les apports de la saison sèche (production biologique de surface préservée dans les sédiments) de ceux de la saison humide (apports dus à l'érosion et à la production de surface) et de relier, année par année, la sédimentation terrigène à l'usage (et au changement d'usage) des sols sur le bassin versant et à la variabilité inter-annuelle des précipitations et des écoulements. Avec des temps de résidence plus élevés et des taux de minéralisation plus faibles que dans les sols, les systèmes lacustres sont généralement assimilés à des puits de CO_2 vis-à-vis de l'atmosphère (stockage annuel estimé à $160 \cdot 10^{12} \text{ gC}$ dans les sédiments, Dean & Gorham, *Geology* 26, 1998). Néanmoins, les eaux de surface sont fréquemment sursaturées en CO_2 et le rôle, "source" ou "puits" de carbone des retenues tropicales, reste encore mal connu. Dans le but de préciser ce rôle, nous avons été amenés à mettre en place des suivis réguliers de la colonne d'eau de la retenue. Il est en effet possible d'étudier la minéralisation des matières organiques à travers la caractérisation des systèmes redox actifs dans la colonne d'eau, en quantifiant la génération de phases carbonées (HCO_3^- , carbone organique dissous, CH_4) et azotées (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+), la solubilisation de métaux traces et la compétition entre systèmes redox actifs (réduction des sulfates et production de CH_4). Des premiers travaux effectués en 2004 et 2005 nous ont permis de mettre en évidence : 1) une forte désoxygénation de la colonne d'eau sous la thermocline due à l'excès de matières organiques terrigènes dans la colonne d'eau et ; 2) un relativement faible apport de nutriments par le bassin versant qui a pour effet de favoriser le développement de cyanobactéries (50-90% de la biomasse planctonique entre mai et décembre 2004) au détriment des populations algales. La qualité de l'eau de la retenue (faible oxygénation, présence de phases réduites contaminantes), sa capacité de stockage du carbone et la dynamique planctonique semblent largement contrôlées par les transferts de matières et d'eau du bassin versant.

Pour renforcer ces travaux en cours, il est prévu, à partir de juin 2006, d'encadrer une étudiante en doctorat en partenariat avec l'AIT (Asian Institute of Technology, School of Environment, Resources and Development). Cette collaboration étendrait aussi notre thème de recherche à l'étude du transfert et du stockage dans les sédiments de contaminants (par ex. : pesticides, métaux lourds). Pour l'instant, ce travail a donné lieu à des présentations orales lors de colloques et de réunions thématiques (n° R25, R28, N15).

4 - Sédimentation organique terrigène dans l'Atlantique Nord et variabilité climatique au Quaternaire récent

Les études, minéralogique, géochimique et isotopique de silicates détritiques de sédiments de l'Atlantique Nord m'ont permis de participer à la mise en évidence de changements climatiques rapides au cours des derniers 70,000 ans BP ("Evénements de Heinrich", Huon et al., 1991 ; Jantschik & Huon, 1992 ; Huon & Ruch, 1992 ; Bond et al., 1992 ; Huon & Jantschik, 1993 ; Grousset et al., 1993). L'ampleur globale de ces phénomènes attribués à des phases de débâcle massive

des calottes glaciaires dans l'Atlantique Nord a été largement reconnue depuis (ex. : Bond et al, *Nature* 365, 1993 ; Broecker, *Nature* 372, 1994) et a contribué à mettre en avant, dans les modèles climatiques, le couplage de la circulation thermohaline avec la dynamique glaciaire en période climatique froide (Paillard & Labeyrie, *Nature* 372, 1994) et probablement aussi au cours du réchauffement actuel (Bryden et al., *Nature* 438, 2005). En collaboration avec F. Grousset (DGO, Bordeaux) et F. Tamburini (ETH-Zürich, Suisse) nous cherchons à caractériser et quantifier la fraction organique terrigène des sédiments au cours des phases de débâcle glaciaire et à étendre cette approche à des périodes climatiques plus anciennes correspondant aux stades isotopiques 5-7.

Les travaux menés sur les sédiments de la carotte SU90-09 (43°05'N - 31°05'W, profondeur : 3375 m), nous ont permis de caractériser et quantifier les apports de matières organiques terrigènes de faible taille (<50 µm) à partir de leur composition isotopique ($\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$). La fraction terrigène représente entre 20% (sédimentation ambiante) et 90% (événements de Heinrich H₁, H₂, H₄ et H₅) des matières organiques fines présentes dans le sédiment. Les flux de carbone organique sont plus importants pendant les phases de débâcle de glace. La redistribution du phosphore dans les sédiments, mise en évidence à partir d'une procédure d'extraction sélective (Ruttenberg, *Limnol. Oceanogr.* 37, 1992), montre que l'abondance des phases liées au fer et des phases authigènes s'est considérablement réduite pendant les événements de Heinrich. Cette réduction traduit des conditions de moindre oxygénation des sédiments à mettre en relation avec une stratification marquée de la colonne d'eau et à une réduction drastique de la circulation de fond. Ces approches devraient nous permettre de mieux relier les conditions d'érosion sur les continents (matières organiques provenant des sols ou des roches), le transport et la sédimentation terrigène dans la zone oligotrophe de l'Atlantique Nord et l'ampleur de la circulation océanique de fond pour des situations climatiques contrastées, notamment lors des débâcles glaciaires et au cours du dernier interglaciaire.

Pour l'instant, ces travaux en cours ont donné lieu à 3 publications (n° **A20**, **A21**, **A23**) et à des présentations orales lors de colloques et de réunions thématiques (n° **R18**, **R19**, **R20**, **N11**, **N13**).

Liste des publications

Publications dans des revues à comité de lecture

Septembre 2005 : citation index 860 (isiknowledge.com, publications référencées)*

A1. Piqué A., **Huon S.** & Clauer N. (1984) - La schistosité hercynienne et le métamorphisme associé dans la vallée de la Meuse, entre Charleville-Mézières et Namur (Ardennes franco-belges). *Bull. Soc. Belge Géol.* 93 : 55-70.

A2. **Huon S.**, Piqué A. & Clauer N. (1987) - Etude de l'orogénèse hercynienne au Maroc par la datation K-Ar de l'évolution métamorphique de schistes ardoisiers. *Sci. géol. Bull.* 40 : 273-284.

A3. **Huon S.**, Kübler B. & Hunziker J.-C. (1988). Identification de mélanges de micas blancs par diffraction X, application à des séries carbonatées faiblement métamorphisées. *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.* 68 : 185-202.

A4. Kübler B., Jantschik R. & **Huon S.** (1990) - Minéralogie et granulométrie des poussières éoliennes dites "sahariennes" du 24 avril 1989 à Neuchâtel. *Bull. Soc. Neuch. Sci. Nat.* 113 : 75-98.

A5. **Huon S.**, Jantschik R., Kübler B. & Fontignie D. (1991) - Analyses K-Ar, Rb-Sr et minéralogiques des fractions argileuses de sédiments quaternaires, Atlantique NE : résultats préliminaires. *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.* 71 : 275-280.

A6. Hassani A.E., **Huon S.**, Hoepffner C., Whitechurch H. & Piqué A. (1991) - Une déformation d'âge Ordovicien moyen dans la zone des Sehoul (Meseta marocaine septentrionale). Regard sur les segments "calédoniens" au NW de l'Afrique. *C. R. Acad. Sci. Paris* 312 : 1027-1032.

A7*. Jantschik R. & **Huon S.** (1992) - Detrital silicates in Northeast Atlantic deep-sea sediments during the Late Quaternary : Mineralogical and K-Ar isotopic data. *Eclogae geol. Helv.* 85/1 : 195-212.

- A8***. Huon S. & Ruch P. (1992) - Mineralogical, K-Ar and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ isotope study of Holocene and Late Glacial sediments of a deep-sea core from the NE Atlantic Ocean. *Marine Geology* 107 : 275-282.
- A9***. Bond G., Heinrich H., Broecker W.S., Labeyrie L., McManus J., Andrews J.T., Huon S., Jantschik R., Clasen S., Simet C., Tedesco K., Klas M., Bonani G. & Ivy S. (1992) - Evidence for massive discharges of icebergs into the North Atlantic ocean during the last glacial. *Nature* 360 : 245-249.
- A10***. Cosca M., Hunziker J.-C., Huon S. & Masson H. (1992) - Radiometric age constrains on mineral growth, metamorphism and tectonism of the Gummfluh Klippe, Switzerland. *Contrib. Mineral. Petrol.* 112 : 439-449.
- A11***. Huon S. & Jantschik R. (1993) - Detrital silicates in Northeast Atlantic deep-sea sediments during the Late Quaternary : Major element, REE and Rb-Sr Data. *Eclogae geol. Helv.* 86/1 : 195-218.
- A12***. Huon S., Piqué A., Cornée J.-J., Liewig N., Clauer N., Rais N. & Zayane R. (1993). Mise en évidence au Maroc d'événements thermiques d'âge triasico-liasique lié à l'ouverture de l'Atlantique Nord. *Bull. Soc. géol. France* 164/2 : 25-36.
- A13***. Huon S., Piqué A., Cornée J.-J., Liewig N., Clauer N., Rais N. & Zayane R. (1993) - Triassic-Liassic thermal events related to the opening of the Atlantic : evidence from Morocco. Traduction de : *Bull. Soc. géol. France* 164/2 : 25-36 dans *International Geology Review* 35/6 : 566-584.
- A14***. Grousset F.E., Labeyrie L., Sinko J.A., Cremer M., Bond G., Duprat J., Cortijo E. & Huon S. (1993) - Patterns of ice-rafted detritus in the Glacial North-Atlantic (40-50°N). *Paleoceanography* 8/2 : 175-192.
- A15**. Spring L., Bussy F., Vannay J.C., Huon S. & Cosca M. (1993) - Early Permian granitic dykes of alkaline affinity in the Indian High Himalaya (Upper Lahul SE Zaskar) : Geochemical characterization and geotectonic implications In : Himalayan tectonics, P.J. Treloar and M. Searle Eds. *Geol. Soc. London Special Pub.* 74 : 251-264.
- A16***. Huon S. & Mojon P.-O. (1994) - Déséquilibre isotopique entre eau et parties calcifiées de Charophytes actuels (*Chara globularis*) : résultats préliminaires. *C. R. Acad. Sci. Paris* 318 : 205-210.
- A17***. Huon S., Burkhard M. & Hunziker M. (1994) - Mineralogical, K-Ar, stable and Sr isotope systematics of K-white micas during very-low grade metamorphism of limestones (Helvetic nappes, western Switzerland). *Chemical geology* 113 : 347-376.
- A18**. Guendon J.L., Parron C., Huon S., Gebara C. & Michel J.M. (1994) - Premiers résultats de l'étude géochimique des concrétions calcaires de l'aqueduc romain de Fréjus. *Bull. Archéol. de Provence* 24 : 66-80.
- A19**. Cornielès M., Huon S., Roger L., Travi Y., Vallès V. & Velasquez F. (1997) - Transferts d'eau et de MES dans un bassin versant andin. In : Milieux poreux et transferts hydriques, *Bull. GFHN* 40 : 38-42.
- A20***. Grousset F.E., Cortijo E., Huon S., Hervé L., Richter T., Burdloff D., Duprat J. & Weber O. (2001) - Zooming in on Heinrich layers. *Paleoceanography* 16, 3 : 240-259.
- A21***. Huon S., Grousset F.E., Burdloff D., Mariotti A. & Bardoux G. (2002) - Sources of fine organic matter in the North Atlantic Heinrich layers : $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ isotope tracers. *Geochim. Cosmochim. Acta* 66, 2 : 223-239.
- A22**. Guendon J.L., Huon S., Parron C. & Bonté S. (2002) - Les concrétions calcaires, témoins du fonctionnement de l'aqueduc. In : L'aqueduc romain de Fréjus. Chapitre 6, C. Gebara et J.M. Michel Eds. p. 163-215. *Revue archéologique de la Narbonnaise supplément* 33.319p.
- A23***. Tamburini F., Huon S., Steinmann P., Grousset F.E., Adatte T. & Follmi K. (2002) - Dysaerobic conditions during Heinrich events 4 and 5 : evidence from phosphorus distributions in a North Atlantic deep-sea core. *Geochim. Cosmochim. Acta* 66, 23 : 4069-4083.
- A24***. Bellanger B., Huon S., Steinmann P., Chabaux F., Velasquez F., Vallès V., Arn K., Clauer N. & Mariotti A. (2004) - Oxic - anoxic conditions in the water column of a tropical freshwater reservoir (Peña-Larga, NW Venezuela). *Applied Geochem.* 19, 8 : 1295-1314.
- A25***. Bellanger B., Huon S., Velasquez F., Vallès V., Girardin C. & Mariotti A. (2004) - Monitoring soil organic carbon erosion with $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ on experimental field plots in the Venezuelan Andes. *Catena* 58, 2 : 125-150.
- A26**. Huon S., Valentin C., Bonté P. & Mariotti A. (2005) - Suivi de l'érosion du carbone organique des sols à l'aide de traceurs isotopiques : deux études de cas pour des bassins versants cultivés sur fortes pentes (Laos, Venezuela). *Bulletin du Réseau Erosion* 22 : 309-322.
- A27**. Huon S., Bellanger B., Bonté P., Sogon S., Podwojewski P., Girardin C., Valentin C., de Rouw A., Velasquez F., Bricquet J.-P. & Mariotti A. (2006). Monitoring soil organic

carbon erosion with isotopic tracers : two case studies on cultivated tropical catchments with steep slopes (Laos, Venezuela). In : Soil erosion and Carbon Dynamics, Roose E., Lal R., Barthès B., Feller C. & Stewart B.A. eds. pp. 301-328, N° Spécial *Advances in Soil Science*. CRC Press, Boca Raton. Florida (USA).

Thèse de doctorat de Géologie (1985)

Titre : "Clivage ardoisier et réhomogénéisation isotopique K-Ar dans des schistes paléozoïques du Maroc. Etude microstructurale et isotopique." Soutenue le 24 juin 1985 à l'Université Louis-Pasteur I de Strasbourg. Mention "très honorable".

Jury : MM. Y. Tardy (CNRS Strasbourg), N. Clauer (CNRS Strasbourg), J.-C. Hunziker (Université de Lausanne, Suisse), A. Piqué (Université de Strasbourg), A.W.B. Siddans (Université de Syracuse, USA).

Colloques et conférences internationales

R1. Huon S., Piqué A. & Clauer N. (1987) - Cleavage development and K-Ar isotopic rehomogenization in Paleozoic slates from Morocco. *Terra Cognita* 7, p. 293 (EUG IV, Strasbourg).

R2. Huon S., Kübler B. & Hunziker J.-C. (1989) - Identification of mixtures of K-white micas within carbonate rocks: application to K-Ar dating. *Terra Cognita* 9, p. 345 (EUG V, Strasbourg).

R3. Ruch P. & **Huon S.** (1989) - Carbonate and terrigenous fluxes: the origin of sediments during the last 13,000 years. *Terra Cognita* 9, p. 438 (EUG V, Strasbourg).

R4. Huon S. (1989) - Datation K-Ar du métamorphisme hercynien au Maroc. Colloque international de Géologie franco-marocaine, Strasbourg. p. 125.

R5. Huon S. & Burkhard M. (1990) - Very-low grade metamorphism of carbonate rocks from the Swiss helvetic nappes (Mineralogical, K-Ar and oxygen isotopic study). IGC 294, Manchester. 1p.

R6. Cosca M., Hunziker J.-C., **Huon S.** & Baud A. (1991) - Mineral growth, metamorphism and tectonism of the Gummfluh Klippe: evidence from $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, K-Ar, Rb-Sr and stable isotopic measurements. *Terra cognita* 11 (EUG VI, Strasbourg).

R7. Heinrich H., Jantschik R. & **Huon S.** (1991) - Northeast Atlantic Ocean ice-rafting and paleoceanography during the last Glacial cycle. EGS, Wiesbaden. 1p.

R8. Kübler B., Jantschik R. & **Huon S.** (1991) - Minéralogie et granulométrie des poussières éoliennes, dites "sahariennes". *Swiss Climate Abstracts* 91/2, p.17.

R9. Grousset F.E., Labeyrie L., Sinko J.A., Bond G., Duprat J., Cremer M. & **Huon S.** (1992) - Patterns of ice-rafted detritus in the Glacial North-Atlantic (40-50°N). 4th Int. Conf. Paleoceanography, ICP IV, Kiel. p. 129.

R10. Bond G., Heinrich H., **Huon S.**, Broecker W.S., Labeyrie L., Andrews J.T., McManus J., Clasen S., Tedesco K., Jantschik R., Simet C., Klas M. & Bonani G. (1992) - Evidence for massive discharges of icebergs into the glacial North Atlantic. 4th Int. Conf. Paleoceanography, ICP IV, Kiel. p. 72.

R11. Clasen S., **Huon S.**, Jantschik R. & Meischner D. (1992) - Drastic changes in NE-Atlantic deep-sea sediments and faunas : evidence of recurrent Late Quaternary ice surges. 4th Int. Conf. Paleoceanography, ICP IV, Kiel. p. 85.

R12. Huon S., Jantschik R. & Heinrich H. (1992) - K-Ar and Rb-Sr isotopic record of enhanced ice-rafting events in NE Atlantic sediments. Conference on "Daansgard-Oeschger events", Lamont-Doherty Earth Observatory NY.30-31 mars.

R13. Jantschik R., **Huon S.**, Ruch P. & Kübler B. (1994) - Identification des phases glaciaires paroxysmales par l'étude détaillée du matériel terrigène des sédiments océaniques quaternaires. In : Actes du Colloque "Géoprospective" UNESCO-Ecole des Mines de Paris-ANDRA-BRGM. Paris 18-19 avril. pp. 105-106.

R14. Médus J., **Huon S.**, Parron C. & Laval H. (1994) - Pollen and stable isotope records of a Late Quaternary sebkha (Kasserine, Tunisia). INQUA Workshop on *Laminated sediments in sebkhas - salt lakes and the mapping of the Holocene vegetation of the southern Mediterranean*. Tunis octobre 1994.

R15. Kübler B., Jantschik R., **Huon S.** & Ruch P. (1995) - Relation between the "Heinrich event" n°1 in the NW Atlantic and the Younger Dryas of Western continental Europe. *Terra cognita* 13, (EUG VIII, Strasbourg).

R16. Huon S., Monié P., Jantschik R. & Kübler B. (1998) - K-Ar and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ isotopic signature of enhanced ice-rafting supply in the NE Atlantic. 24th EGS meeting Nice 20-24 avril 1998, *Annales Geophysicae* 16, p.729.

- R17.** Ladouche B., Biron P., Najar G., Millet A., **Huon S.**, Richard P. & Bariac T. (1998) - The contribution of evapo-transpiration to the enrichment of ^{18}O and ^2H in the water vapor under natural conditions. 24th EGS Meeting Nice 20-24 avril 1998, *Annales Geophysicae* 16, p.525.
- R18.** Grousset F.E., Richter T., Cortijo E., **Huon S.**, Duprat J. et Weber O. (1999) - Zooming in on Heinrich events 1 and 2. AGU San Francisco. Déc. 1999.
- R19.** **Huon S.**, Grousset F.E., Burdloff D., Mariotti A. & Bardoux G. (2001) - Sources of fine organic matter in the North Atlantic Heinrich layers : $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ isotope tracers. 7th Int. Conf. Paleoceanography (ICP VII), Sapporo, Japon 16-22 sept. 2001.
- R20.** **Huon S.**, Tamburini F. & Grousset F.E. (2002) - Dysaerobic conditions during Heinrich events : evidence from organic matter and phosphorus data. 27th EGS meeting Nice 22-25 avril 2002. *Annales Geophysicae* 4, 1 p.
- R21.** Bellanger B., **Huon S.**, Velasquez F., Vallès V., Girardin C. & Mariotti A. (2002) - Experimental study of soil organic matter loss by erosion in the Venezuelan Andes : $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ tracers. 27th EGS meeting Nice 22-25 avril 2002, *Annales Geophysicae* 4, 1 p.
- R22.** **Huon S.** & Valentin C. (2002) - Approche isotopique de l'érosion du carbone organique des sols pour deux bassins versants cultivés de montagne à fortes pentes, situés en zone tropicale (Laos, Venezuela). Coll. Int. "Landuse management on erosion and carbon sequestration". Montpellier 23-28 sept. 2002.
- R23.** Hosein R., Arn K., **Huon S.** & Follmi K. (2002) - Detrital phosphorus weathering rates and mechanisms : comparing tropical and glacial catchments. *Geochim. Cosmochim. Acta* 66 (15A) : A343 Suppl. 1.
- R24.** Steinmann P., Rossi P., **Huon S.**, Eilrich B. & Casati S. (2003) - Unexpected DNA fingerprinting pattern in a deep peat bog : evidence for methanotrophs at the bottom ? 27th EGS (AUG-EGS-EUG) meeting Nice 6-11 avril 2003. *Annales Geophysicae* , 1 p.
- R25.** Thothong W., **Huon S.**, Janeau J.-L. & Boonsaner A. (2004) - Monitoring off-site effects of soil erosion on a water reservoir (The Mae Thang reservoir, Phrae province, Thailand). Int. Conf. "Innovative Practices for Sustainable Sloping Lands and Watershed Management". Chiang Mai (Thailand). 5-9 Sept. 2004.
- R26.** Bonté P., **Huon S.**, Valentin C., Telès V., de Rouw A. & Podwojewski P. (2004) - Monitoring soil erosion with ^{137}Cs inventory measurements on small-cultivated catchments with steep slopes in SE Asia (Laos, Vietnam, Thailand). In : Int. Conf. "Land Use Change and Soil and Water Processes in Tropical Mountains Environments". Luang Prabang (Lao PDR). 14-17 déc. 2004.
- R27.** **Huon S.**, Bonté P., Girardin C. & Valentin C. (2004) - Monitoring rainwater and soil particles contribution to stream flow with ^7Be and ^{210}Pb activity measurements during flood events on the Houay Pano catchment (Lao PDR). In : Int. Conf. "Land Use Change and Soil and Water Processes in Tropical Mountains Environments". Luang Prabang (Lao PDR). 14-17 déc. 2004.
- R28.** Thothong W., **Huon S.**, Tenhage L., Janeau J.-L. & Boonsaner A. (2004) - Monitoring off-site effects of soil erosion on water quality in the Mae Thang reservoir (Northern Thailand). In : Int. Conf. "Land Use Change and Soil and Water Processes in Tropical Mountains Environments". Luang Prabang (Lao PDR). 14-17 déc. 2004.

Notes techniques, séminaires et conférences nationales

-
- N1.** **Huon S.** (1987) - Technique de fractionnement granulométrique par ultra-centrifugation en flux continu (appareillage et technique). *Cahiers Institut Géologie* 12 p. Université de Neuchâtel (Suisse).
- N2.** **Huon S.** (1987) - Datation du métamorphisme transporté dans les Préalpes Médiannes: données minéralogiques et isotopiques K-Ar et Rb-Sr, 1 page, 5^{ème} Réunion GTS (Fribourg, Suisse).
- N3.** **Huon S.** (1988) - Déterminations isotopiques K-Ar dans des calcaires faiblement métamorphisés du Malm des nappes helvétiques. 1 page, 2^{ème} PNR 20 (Sion, Suisse).
- N4.** **Huon S.** (1990) - Datation K-Ar du métamorphisme alpin dans des calcaires du Malm des nappes helvétiques occidentales. 1p., 7^{ème} Réunion GTS (Bâle, Suisse).
- N5.** **Huon S.** & Delaloye M. (1991) - Géochimie isotopique et variations climatiques. Cas de l'Atlantique Nord. *Cahiers de la Faculté des Sciences de Genève* 22 : 27-35.
- N6.** **Huon S.**, Bronner G. et Vauchez A. (1992) - Le groupe allochtone d'Ijil (dorsale Reguibat, Mauritanie): témoin d'une chaîne intracratonique du Proterozoïque inférieur. RAST Toulouse, 1p.
- N7.** Kübler B., Jantschik R., **Huon S.** & Mocariello A. (1994) - Micas, âges apparents et paléoenvironnements. In *Journées de Minéralogie*. SFMC, GFA & UMIBEL ed. 1p. Lille 4-6 juillet 1994.

N8. Huon S., Monié P., Grousset F.E. & Jantschik R. (1996) - Etude isotopique (K-Ar, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$) des apports par les icebergs dans l'Atlantique NE au cours de la dernière glaciation. RST Orléans, 1p.

N9. Steinmann P., Eilrich B. & Huon S. (2001) - Production and export of DOC from an ombrotrophic peat bog. ACE, Dijon, 1p.

N10. Huon S. (2001) - Mesure de flux de carbone liés à l'érosion et au ruissellement (transferts solides). 1^{ère} réunion FFEM. IRD Montpellier, 29-30 octobre 2001.

N11. Huon S. (2002) - Dysaerobic conditions during Heinrich events: evidence from organic matter and phosphorus data. Sem. IPSL Paris.

N12. Huon S. (2002) - Flux de carbone organique par érosion hydrique sur un bassin versant andin. 2^{ème} réunion FFEM, IRD Montpellier, 26 février 2002.

N13. Huon S. (2002) - Enregistrement de la variabilité climatique rapide dans les archives sédimentaires de l'Atlantique Nord : cas de la matière organique. Séminaire au Collège de France (cours Pr. Edouard Bard). Paris 29 novembre 2002.

N14. Valentin C. & Huon S. (2003) - Comparaison de la séquestration du carbone dans les systèmes de culture agro-écologiques et les systèmes de culture traditionnels au Laos (Provinces de Vientiane et de Luang Prabang). 3^{ème} réunion FFEM. IRD Montpellier, 3 mars 2003.

N15. Huon S. (2003) - Oxic - anoxic conditions in the water column of the Mae Thang reservoir (Mae Yom watershed, Thailand). IWMI-SEA (International Water Management Institute, South East Asia, Kasetsart University, Bangkok, Thaïlande). Juillet 2003.

N16. Huon S. (2004) - Premiers résultats des mesures de carbone organique sur les parcelles expérimentales de Ban Napok (Laos PDR). 4^{ème} réunion FFEM. IRD Montpellier. Mars 2004.