

# JCU ePrints

This file is part of the following reference:

**Gauthier, Anthony (2009) *Production and fate of dissolved organic matter in ecosystems with low human impact*. PhD thesis,  
James Cook University.**

Access to this file is available from:

<http://eprints.jcu.edu.au/11378>

Cotutelle de Thèse :

UNIVERSITE DE BOURGOGNE  
Ecole Doctorale E2S -  
Environnement, Santé / STIC

JAMES COOK UNIVERSITY  
School of Earth and Environmental  
Sciences

THESE

Présentée pour l'obtention du titre de  
Docteur en Sciences de la Terre et de l'Environnement par

**Anthony GAUTHIER**  
(Master of Science)

**PRODUCTION ET DEVENIR DES MATIÈRES ORGANIQUES  
DISSOUTES DANS LES HYDROSYSTEMES FAIBLEMENT  
ANTHROPISÉS**

\*\*\*

**PRODUCTION AND FATE OF DISSOLVED ORGANIC  
MATTER IN ECOSYSTEMS WITH LOW HUMAN IMPACT**

Thèse soutenue publiquement le 23 octobre 2009 devant le jury composé de :

G. GRUAU – Directeur de recherche – CNRS - Université de Rennes	Rapporteur
W. LUDWIG - Professeur – Cefrem - Université de Perpignan	Rapporteur
M. BIRD – Professor – James Cook University – Cairns, Australie	Examineur
C. HENAULT – Directeur de recherche – INRA – Dijon	Directrice de thèse
P. AMIOTTE-SUCHET – Maître de conférences – Université de Bourgogne	Codirecteur de thèse
P. NELSON – Senior lecturer - James Cook University – Cairns, Australie	Codirecteur de thèse

**Anthony GAUTHIER**

**2009**

Laboratoire d'accueil :

UMR-INRA 1229 Microbiologie du Sol et de l'Environnement, UFR des Sciences de la  
Terre et de l'Environnement, Université de Bourgogne







Cotutelle de Thèse :

UNIVERSITE DE BOURGOGNE  
Ecole Doctorale E2S -  
Environnement, Santé / STIC

JAMES COOK UNIVERSITY  
School of Earth and Environmental  
Sciences

THESE

Présentée pour l'obtention du titre de  
Docteur en Sciences de la Terre et de l'Environnement par

**Anthony GAUTHIER**  
(Master of Science)

**PRODUCTION ET DEVENIR DES MATIERES ORGANIQUES  
DISSOUTES DANS LES HYDROSYSTEMES FAIBLEMENT  
ANTHROPISES**

\*\*\*

**PRODUCTION AND FATE OF DISSOLVED ORGANIC  
MATTER IN ECOSYSTEMS WITH LOW HUMAN IMPACT**

Thèse soutenue publiquement le 23 octobre 2009 devant le jury composé de :

G. GRUAU – Directeur de recherche – CNRS - Université de Rennes	Rapporteur
W. LUDWIG - Professeur – Cefrem - Université de Perpignan	Rapporteur
M. BIRD – Professor – James Cook University – Cairns, Australie	Examineur
C. HENAULT – Directeur de recherche – INRA – Dijon	Directrice de thèse
P. AMIOTTE-SUCHET – Maître de conférences – Université de Bourgogne	Codirecteur de thèse
P. NELSON – Senior lecturer - James Cook University – Cairns, Australie	Codirecteur de thèse

Anthony GAUTHIER

2009

Laboratoire d'accueil :

UMR-INRA 1229 Microbiologie du Sol et de l'Environnement, UFR des Sciences de la  
Terre et de l'Environnement, Université de Bourgogne





## Résumé

### **Production et devenir des matières organiques dissoutes dans les hydrosystèmes faiblement anthropisés.**

Les matières organiques dissoutes (MOD) constituent un paramètre essentiel de la qualité des milieux aquatiques et du fonctionnement des écosystèmes. La production de MOD dans les sols et leur devenir lors de leur transfert dans les bassins versants ont été étudiés au cours d'expérimentation réalisées à différentes échelles, du microcosme de sol au bassin versant, à l'aide du traçage isotopique des formes stables du carbone ( $\delta^{13}\text{C}$ ). À l'échelle du bassin versant, nous avons mis en évidence le rôle des zones humides dans la formation du carbone organique dissous (COD). Lors d'évènement de crues nous avons néanmoins observé la mobilisation de plusieurs sources de COD pour alimenter les rivières. Au cours d'expérimentations de laboratoire, nous avons démontré que le type d'essence forestière influence le devenir du carbone extractible à l'eau contenu dans les sols. La substitution de forêts natives par des plantations de *Douglas* diminue les apports de carbone dans le sol et les vitesses de minéralisation du carbone organique du sol lesquelles dépendent aussi de la température. Pourtant, l'évolution du carbone extractible à l'eau des sols de forêt, conditionnée par le type d'essences, ne dépend ni des vitesses de minéralisation du carbone ni de la température. Nous avons donc conclu que dans les horizons de surface des sols forestiers, le COD ne provient pas principalement de la décomposition de la matière organique du sol mais de la végétation par l'intermédiaire des lessivats de litière.

*Mots clés* : matière organique dissoute, carbone organique dissous, carbone organique extractible, enrésinement, solution de sol, minéralisation,  $^{13}\text{C}$ , eau des rivières

## Abstract

### **Production and fate of dissolved organic matter in ecosystems with low human impact.**

Dissolved organic matter (DOM) is an essential parameter of quality and aquatic ecosystem functioning. The production of DOM in soils and its fate as it moves through the catchment were studied during experiments conducted at different scales, from the soil microcosm to the catchment, using natural abundance tracing of stable carbon isotopes ( $\delta^{13}\text{C}$ ). At the catchment scale, we highlighted the role of wetlands in the formation of dissolved organic carbon (DOC). During discharge events we nevertheless observed the mobilisation of several sources of DOC to feed rivers. During laboratory experiments, we demonstrated that forest type influences the fate of water extractable organic carbon content in soil. The substitution of native forests by Douglas plantations reduces carbon inputs into the soil and mineralisation rates of soil organic carbon, which also depend on temperature. However, the water extractable organic carbon content of forest soils, which is influenced by the forest type, depends neither on carbon mineralisation rate nor temperature. We have therefore concluded that in the surface horizons of forest soils, the DOC mainly originates, not from the decomposition of soil organic matter but rather, from the vegetation via litter leachate.

*Key words*: dissolved organic matter, dissolved organic carbon, extractable organic carbon, land use change, soil solution, mineralisation,  $^{13}\text{C}$ , stream water





## Remerciements – Avant propos

Et voilà ! 4 ans...on m'aurait dit que je mettrais autant de temps, je ne l'aurai pas cru ! Et pourtant me voilà arrivé au bout de toutes ces manips, de toutes ces prises de têtes sur les résultats. Je ne compte pas les fichiers Excel ou les fichiers Word. J'ai même du mal à compter le nombre d'échantillons que j'ai analysés ou récupérés. Il reste du boulot pour plusieurs années (et des milliers d'euros) pour arriver à tous les analyser !

Thanks to Paul Nelson for his welcome, the discussions, his availability and his efforts to understand my English. If a league of reactivity exists, then he is certainly on the world podium! Thanks to him for allowing me to experience life "outside France." All these moments spent in Australia will remain unforgettable...

Merci à Philippe Amiotte-Suchet, mon « voisin derrière la vitre ». Très utile d'ailleurs cette séparation, car il ne pouvait pas ne pas me répondre lorsque je frappais à sa porte ! Merci à lui de m'avoir accompagné et guidé pendant ces 4 années. Merci également pour sa présence sur le terrain en alternance avec Florian afin de ne pas se retrouver seul dans un Morvan qui n'est pas toujours très peuplé !

Merci à Catherine Hénault pour ses conseils avisés et son implication durant ces quatre années. Elle a eu la patience de me faire découvrir l'organisation et le cheminement d'une manip de laboratoire durant laquelle elle s'est impliquée sans compter.

Merci à Messieurs Gérard Gruau et Wolfgang Ludwig en leur qualité de membres du jury. Merci d'avoir accepté d'évaluer ce travail malgré leurs obligations professionnelles.

Merci à l'ensemble des membres de l'UFR des Sciences de la Terre et de l'Environnement et en particulier à ceux de l'UMR Biogéosciences. Merci pour votre accueil. Un grand merci à Carmela Chateau pour son aide parfois dans l'urgence. Ce travail a bénéficié du soutien financier de mon laboratoire d'accueil ainsi que de celui du Conseil régional de Bourgogne et de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie. Merci au Ministère des Affaires Etrangères et à EGIDE dans le cadre du partenariat Hubert Curien franco-australien « FAST ».

Merci à Jean Lévêque de m'avoir accompagné durant ces 4 années pour les broyages, les lyophilisations, les filtrations, les préparations de boulettes et j'en passe ! Maintenant je n'ose plus partir sans ma blouse ou sans me laver les mains ! Merci pour sa patience et sa pédagogie.

Merci à Marie-Jeanne Milloux pour le temps passé sur l'analyse de mes échantillons sur le spectromètre. Elle est sûrement la seule à connaître le nombre de « boulettes » et le temps qu'il a fallu pour les confectionner. Merci pour tous les conseils et le soutien que vous m'avez apporté pendant ces années.

Merci à Florian Bizouard de m'avoir accompagné sur le terrain qu'il pleuve, neige ou vente. Il restera de formidables souvenirs de nos aventures avec la BX qui n'a quelques fois pas rempli complètement son rôle de « locomotion » faute de batterie, liquide de frein ou de suspensions...Merci pour ses longues discussions cyclistes pendant le trajet et surtout en période de Tour de France !

Merci à toute l'équipe de l'INRA de Nancy présentent sur le site du Breuil : Bernd Zeller, Dominique Gelhaye, Jacques Ranger. Ils m'ont permis d'avoir accès à leur base de données, aux sols ainsi qu'aux solutions chaque mois sur le site. Merci également pour leur disponibilité par e-mail ou au téléphone.

Merci à Stéphane Garnier et Paul Alibert pour leurs conseils et de m'avoir aiguillé sur le choix des tests statistiques.

Merci à Yves Richard et Cédric Cuccia de m'avoir fourni les bases de données météorologiques.

Merci à Dany Lévêque de la DIREN Bourgogne pour son accueil et pour les données concernant les débits des cours d'eau du Morvan.

Merci aux thésards et ex-thésards que j'ai pu côtoyer durant ces 4 ans. Merci à Michael, Coco « ma meilleure amie », Sylvain, Mathieu, Olivier, Elise qui étaient déjà là lors de mon arrivée et avec qui j'ai passé de très bons moments à la fac ou à l'extérieur. Merci à Aurélie qui a toujours un sourire ou un mot gentil, et courage pour cette dernière année ! Merci et bonne fin de thèse à Sébastien. On aura vécu les mêmes galères en même temps, ce qui parfois rassure et aide à surmonter les obstacles. Merci à Elodie pour les quelques mois passés dans le même bureau. Merci à Benjamin, Raphaël, Guillaume, les 3 compères, avec qui j'ai passé peu de temps mais qui ont toujours eu des mots sympas dans les couloirs ou lors des petites soirées « thésards ».

Merci à mon bureau qui m'a donné le gout de l'humidité et de la chaleur : pas de fenêtre pendant 4 ans, un ventilateur au bout de 3 ans, ça laisse des traces forcément !

Merci à tous mes colocataires de bureau ou aux étudiants qui ont participé à mes manips : Jacques, Karin, Maud, Sophie, Mickael, Jean-François, Arnaud, David, Anne-Claire et Chloë.

Merci à Cédric, Gérald, Arnaud, Guillaume, Boris, Johann, Manu, Clément qui m'ont permis de me changer les idées en me dégourdissant un peu les jambes et le reste du corps. De bonnes parties de manivelles ça vide la tête ! Merci également à Véro pour me soutenir mentalement comme elle dit. Ne crois pas que tu es meilleure que moi à Tétris : je t'ai laissé gagner faute de temps !

Merci à Lyle, Lily, Kratos, Mimi, Gerfanion, Kroquette, Maïlys et tous les autres des RR de m'avoir eux aussi permis de rire et de penser à autre chose.

Merci à mes parents qui n'ont pas toujours compris ce que je faisais toute la journée dans mon bureau mais qui m'ont toujours soutenu, bien qu'un peu inquiets à l'idée de me voir partir seul à l'autre bout du monde. Merci aussi à Beau papou, Audrey et une forte pensée à Belle-mamoune.

Enfin merci à Déborah qui comprenait pourquoi je ne voulais pas parler « travail » en rentrant à l'appartement. Merci à elle d'avoir accepté tous les sacrifices pendant 4 ans et de m'avoir soutenu dans les moments difficiles. Promis on va partir en vacances ensemble !

Et puis merci à tous ceux que j'aurai pu oublier de mentionner ici !

# Table des matières

Remerciements – Avant propos .....	5
Table des matières .....	7
Liste des tableaux .....	17
Introduction générale.....	21
I. Literature review: production and transfer of dissolved organic matter in continental environments. ....	29
1. Role of DOC in the environment .....	29
2. Definition .....	30
3. DOC in forest and agricultural soils.....	32
3.1. Sources and sinks .....	32
3.2. Spatial distribution .....	34
3.3. Transport and fluxes .....	35
3.4. Factors controlling DOC concentration and quality .....	36
4. DOC in rivers .....	40
5. DOC in wetlands .....	42
6. Carbon isotopes as a tracer of DOC sources and dynamics .....	43
7. Methods of DOC extraction and related errors .....	47
8. Conclusion.....	50
II. Dissolved organic matter in Morvan stream waters: production and transfer dynamics in relation to vegetation cover and and other characteristics of catchment.....	53
1. Introduction .....	53
2. Materials and methods .....	55
2.1. Site description.....	55
2.2. Watershed characteristics.....	55
3. Field collection of water samples.....	60
4. Laboratory analysis of water .....	60
4.1. Total suspended sediments and particulate organic carbon .....	60
4.2. Dissolved organic carbon.....	62
4.3. Total dissolved solids and major inorganic components .....	64
4.4. Flow event.....	64
4.5. Data analysis .....	65
5. Results and discussion.....	65

5.1. Discharge .....	65
5.2. Physico-chemical properties of water .....	67
5.3. Dissolved organic carbon.....	74
5.4. Flow event of the 26 November 2006 on the Houssière River.....	81
6. Conclusion.....	84
III. Production de carbone organique dissous dans des systèmes tempérés à faible pression anthropique : le cas d'une tourbière et des écosystèmes forestiers du Morvan. ....	
	89
1. Introduction .....	89
2. Matériels et méthodes.....	91
2.1. Présentation des sites .....	91
2.2. Analyses statistiques .....	100
3. Résultats .....	100
3.1. La production de COD dans la zone humide de Montbé.....	100
3.2. La production de carbone organique dissous dans l'écosystème forestier du site du Breuil-Chenue .....	108
4. Discussion .....	115
4.1. Les concentrations en COD dans les eaux de nappe de la tourbière de Montbé .	115
4.2. Variabilité spatiale des concentrations en COD dans la nappe.....	116
4.3. Variabilité temporelle des concentrations en COD dans la nappe.....	116
4.4. Les concentrations en COD dans le drain et l'influence des facteurs climatiques	118
4.5. Effet du peuplement forestier sur les concentrations en COD dans les solutions de sol	118
4.6. Flux de COD en zone humide et en zone forestière .....	120
5. Conclusion.....	121
IV. Dynamics of the water extractable organic carbon pool during mineralisation in soils from a Douglas fir plantation and an oak-beech forest – an incubation experiment .....	
	125
Abstract .....	126
1. Introduction .....	127
2. Materials and Methods .....	129
2.1. Site description and soil sampling .....	129
2.2. Incubation design .....	130
2.3. Extraction of WEOC.....	131
2.4. Sample analysis.....	131
2.5. Data analysis .....	132
3. Results .....	134
4. Discussion .....	141

5. Conclusion.....	145
6. Acknowledgements .....	146
7. References .....	147
Conclusions générales .....	157
1. Objectifs et stratégies .....	157
2. Les zones de forte production de COD .....	158
2.1. Les zones humides .....	158
2.2. La production et les flux de COD dans les zones forestières .....	159
3. Le transfert de MOD dans les cours d'eau .....	160
4. Influence du couvert forestier à l'échelle du sol .....	162
5. Conclusions .....	163
6. Perspectives .....	165
6.1. Quantification et participation des environnements producteurs de MOD .....	165
6.2. Suivi de crues .....	165
6.3. Etudes hydrologiques des zones humides.....	166
Références bibliographiques .....	169
Annexes .....	181



## Liste des figures

Figure I-1: DOC as an element of the carbon cycle (Schimel et al. 1995). Stocks and fluxes are respectively expressed in GtC and GtC. a <sup>-1</sup> .....	31
Figure I-2: Particle size distribution and molecular weight of the main components of organic matter in natural waters (Petitjean et al. 2004).....	32
Figure I-3: Sources and sinks of DOM in soils (Bolan et al., 2004) (Sources: 1. Throughfall; 2. Root exudates; 3. Microbial lysis; 4. Humification; 5. Litter and root decomposition; 6. Organic amendments. Sinks: 7. Microbial degradation; 8. Microbial assimilation; 9. Lateral flow; 10. Sorption; 11. Leaching). .....	33
Figure I-4 : Concentrations and fluxes of DOC in temperate forest ecosystems (Michalzik et al. 2001) (a) Mean annual concentrations of DOC and (b) annual fluxes of DOC along a vertical profile (bulk = bulk precipitation; TF = throughfall precipitation; Oi = litter, Oe = fermented, Oa = humic layer; A, B and C = horizons of the mineral soil). .....	36
Figure I-5 : Soil $\delta^{13}\text{C}$ profiles in four catchments. F: deciduous vegetation, R1 and R2: coniferous vegetation, M: mixed vegetation (Linglois 2003). .....	45
Figure I-6 : Carbon isotopic composition ( $\delta^{13}\text{C}$ ) of solid and dissolved organic matter in the different compartments of catchments with mixed vegetation and coniferous vegetation. In catchment M (scheme (a), mixed vegetation), isotopic composition of solid and dissolved organic matter of the litter and the upper soil layer were measured on material sampled under oak trees. The isotopic composition of organic matter of litter from coniferous vegetation is shown nearby to allow easy comparision (Amiotte-Suchet et al. 2007). .....	47
Figure II-1: Location and elevation of the 6 catchments. ....	57
Figure II-2: A - Rainfall at Montsauche-les-Settons (data from Météo France), continuous discharge (lines) and discharge at the times of sampling (black points) at the outlet of the 6 catchments. B - Specific discharge at the outlet of the 6 catchments. ....	66
Figure II-3: Water temperature in the 6 streams over the course of the year.....	67
Figure II-4: Daily minimum and maximum air temperature at Montsauche-Les-Settons during the sampling period (data from Météo France). .....	68



Figure II-5: Electrical conductivity of the 6 streams.....	69
Figure II-6: Water pH in the 6 streams. ....	69
Figure II-7: TDS concentrations in the 6 streams. ....	70
Figure II-8: TDS concentration as a function of electrical conductivity in the 6 streams. ....	71
Figure II-9 : TSS concentrations, POC concentrations and POC contents in the 6 streams during the sampling period.....	73
Figure II-10: DOC concentrations in the 6 streams during the sampling period. ....	74
Figure II-11: Relationships between DOC concentration and specific discharge for each river. Circles (○●) are for samples from June to October, squares (□■) for samples from November to June. White colour (○□) represents samples collected during flow events and black symbols (●■) represents samples collected during inter-flow event periods.....	75
Figure II-12: Daily mean specific DOC fluxes in the 6 streams during the sampling period..	76
Figure II-13: Cumulative DOC fluxes for the 6 streams.....	76
Figure II-14: Relationships between mean DOC concentration and mean catchment slope and proportion of wetland calculated either from compound topographic index (CTI) or directly (hydromorphic soils parameter). Legend: see previous figures. ....	79
Figure II-15: Isotopic signature of the dissolved organic carbon in the 6 streams over the course of the study period. ....	80
Figure II-16: DOC isotopic composition as a function of DOC concentration. ....	80
Figure II-17: Rainfall at Montsauche-Les-Settons (data from Météo France), discharge and position of the flow event of the 26 November 2006 in the Houssière River.....	81
Figure II-18: Hourly discharge, DOC, TSS and POC concentrations during the flow event. .	82
Figure II-19: River DOC, POC and TSS concentrations as a function of discharge during the flow event, showing a clockwise hysteresis patterns. Arrows indicate chronology. ....	83

Figure II-20: $\delta^{13}\text{C}$ -DOC and $\delta^{13}\text{C}$ -POC during the flow event. The grey zone represents the range of $\delta^{13}\text{C}$ -DOC and $\delta^{13}\text{C}$ -POC values in the samples taken fortnightly over the course of the year. ....	84
Figure III-1 : Localisation des deux sites : la tourbière de Montbé et la forêt de Breuil-Chenue .....	91
Figure III-2 : Carte de localisation des piézomètres sur la tourbière de Montbé et profondeur de tourbe (d'après PNRM 2005).....	94
Figure III-3 : Plan du site expérimental de la forêt de Breuil-Chenue (Ranger 2004).....	98
Figure III-4 : Variation de la température moyenne de l'eau en surface et en fond des piézomètres (avec écart type) et dans le drain de la tourbière de mai 2007 à juin 2008 en comparaison avec les températures journalières minimum et maximum de l'air à Montsauchelles-Settons (Données Météo France).....	101
Figure III-5 : Variation du débit mesuré sur le drain et du débit de l'Houssière à Chaumard. Les débits de l'Houssière présentés ici sont les moyennes mobiles sur 7 jours. Nous avons aussi représenté les débits pour chaque journée de prélèvement afin de pouvoir comparer l'Houssière avec le drain de la tourbière. ....	102
Figure III-6 : Variation de la hauteur d'eau dans les piézomètres. Les mesures ont été effectuées en rapport avec la surface du sol. ....	102
Figure III-7 : Variations du pH de l'eau dans les piézomètres et dans le drain de la tourbière. ....	103
Figure III-8 : Variations de la conductivité électrique de l'eau dans le drain et dans les piézomètres de la tourbière pendant la campagne de prélèvement. ....	104
Figure III-9 : Schéma vertical des différentes concentrations en COD et en WEOC ( $\text{mg l}^{-1}$ ) mesuré sur le site de la tourbière. Les valeurs de COD pour le drain et les piézomètres (p4, p5, p6, p7 et p9) sont les moyennes sur la campagne d'échantillonnage (traits en pointillés) alors que les valeurs de WEOC ont été obtenues après extraction sur un carottage de 1 m (trait plein) à proximité du piézomètre 9. ....	105

Figure III-10 : Evolution comparée de la température de l'air, de l'eau du drain et des concentrations en COD des eaux du drain. ....	106
Figure III-11 : Variations des concentrations en carbone organique dissous dans le drain et les piézomètres de la tourbière pendant la campagne de prélèvements en comparaison avec les températures de l'air.....	107
Figure III-12 : Relation entre le pH et les concentrations en COD dans les eaux de la tourbière. Pour des raisons de lisibilité, les valeurs en fond et en surface de piézomètre sont représentées avec le même figuré.....	107
Figure III-13 : A : Climat et pédoclimat du couple Douglas-Hêtre. Les données de température et d'humidité présentées ici sont les moyennes journalières : humidité à 15 cm de profondeur, température de l'air et du sol à 15 cm de profondeur sur la parcelle Douglas et humidité et température du sol à 15 cm de profondeur sur la parcelle Hêtre. B : Précipitations journalières et températures de l'air à la station Météo France de Montsauche-les-Settons durant la campagne de prélèvement. ....	109
Figure III-14 : Evolution des concentrations en COD sur les 2 parcelles échantillonnées. On remarque que les solutions collectées directement sous la litière présentent des valeurs bien supérieures aux échantillons collectés dans le sol ainsi que les pluviollessivats. ....	112
Figure III-15 : Relation entre les concentrations en COD des solutions prélevées sur les 2 parcelles forestières. ....	112
Figure III-16 : Relation entre les concentrations moyennes en COD et le pH moyen des solutions. La droite de régression a été établie sans les points provenant des pluviollessivats. ....	113
Figure III-17 : Evolution des flux spécifiques de COD sur les 2 parcelles échantillonnées..	115
Figure IV-1: Relationship between soil moisture and SOC contents of the initial soil samples .....	135
Figure IV-2: $\delta^{13}\text{C}$ values (mean $\pm$ standard deviation) of the SOC, WEOC and $\text{CO}_2$ pools at the start ( <i>black</i> ) and end ( <i>grey</i> ) of the incubation at 8, 12, 20 and 28°C. "Initial" values for $\text{CO}_2$ are for $\text{CO}_2$ collected at the end of the first week of incubation .....	136

Figure IV-3: Cumulative CO <sub>2</sub> production (mean ± standard deviation) of the soil samples during the incubation.....	137
Figure IV-4: δ <sup>13</sup> C of CO <sub>2</sub> emitted (mean ± standard deviation) during the incubation of the soil samples at 8, 12, 20 and 28°C .....	138
Figure IV-5: δ <sup>13</sup> C value of the produced CO <sub>2</sub> after 98 days of incubation of the soil samples at 8, 12, 20 and 28°C.....	139
Figure IV-6: Water extractable organic carbon (WEOC) content during the incubation of the soil samples at 8, 12, 20 and 28°C .....	139
Figure IV-7: δ <sup>13</sup> C of water extractable organic carbon (WEOC) during the incubation of the soil samples at 8, 12, 20 and 28°C. Mean and standard deviation are represented.....	140



## Liste des tableaux

Table I-1 : Regional analyses of stream and river DOC concentrations and significant predictors (Mulholland 2003).....	41
Table I-2 : Distribution of DOC in wetland soils (Bossio et al. 2006). ....	42
Table I-3 : Concentration of DOC in aqueous extracts of two soil profiles in wetland (Kalbitz and Wennrich 1998).....	43
Table II-1 : Morphological characteristics and proportion of various land uses in the six catchments.....	59
Table II-2: Mean pH, temperature and electrical conductivity. Values followed by the same letter are not significantly different. ....	67
Table II-3: Mean, minimum and maximum values of TSS and POC concentration and C content of TSS. Values followed by the same letter are not significantly different. Standard deviations are in brackets. ....	72
Table II-4: DOC concentrations, fluxes and specific fluxes calculated using methods described in materials and methods section. For specific DOC fluxes, mean and standard deviation were calculated using all methods. Values followed by the same letter are not significantly different. Values in brackets represent standard deviations. ....	78
Table III-1 : Pédoclimat (température et humidité) pour le couple Douglas-Hêtre pendant la période de collecte des échantillons. Les différences statistiques ont été calculées entre essences et pour une même profondeur.....	110
Table III-2: Moyennes et écarts types (entre parenthèses) des concentrations en carbone organique dissous (COD) en mg l <sup>-1</sup> dans les solutions de sol collectées (0 cm = minilysimètres sans tension à la base de la litière; 15, 30, 60 cm = bougies microporeuses avec tension d'environ 400 hPa). Les mesures sur les pluvioloessivats ont été fournies par l'UMR Biogéochimie des Ecosystèmes forestiers – INRA Nancy Champenoux - gestionnaire du site. Les lettres indiquent des différences significatives entre les couverts forestiers. ....	111

Table IV-1: Mean pH and particle size of the soil layers of the 2 studied blocks. These data were obtained by Ranger et al. (2004) ..... 130

Table IV-2: Initial soil conditions and kinetic characteristics of the mineralisation process.  $k_0$  is for the first 50 days of incubation.  $Q_{10}$  values (calculated using equations 4 and 5) represent the relationship between mineralisation rates and temperature for the temperature range indicated. Soil organic carbon (SOC) and water contents were significantly affected by forest type at 0-5 cm depth but not at 5-10 cm depth..... 134