



Parc national  
de la Guadeloupe

## Export de carbone organique par les rivières de la Basse-Terre.

Emily LLORET\*, Céline DESSERT\*<sup>1,2</sup>, Marc BENEDETTI\*, Olivier CRISPI\*<sup>1,2</sup> et Eric LAJEUNESSE\*<sup>2</sup>

\*INSTITUT DE PHYSIQUE DU GLOBE DE PARIS (IPGP),  
Université Paris-Diderot, Sorbonne Paris Cité,  
CNRS (UMR 7154),  
1 rue Jussieu,  
75005 Paris.

<sup>1</sup> Observatoire Volcanologique et Sismologique de Guadeloupe (OVSG) – IPGP

<sup>2</sup> Observatoire de l'Erosion aux Antilles (OBSERA) – IPGP  
Contact : dessert@ipgp.fr



## **RESUME :**

L'export de carbone des continents vers les océans via les rivières est une composante majeure du cycle superficiel du carbone avec un flux global annuel estimé à 0,9 Gt par an. L'export de carbone organique représente environ 40% de ce flux global, et est essentiellement localisé en région tropicale. L'érosion des sols est une des sources principales du carbone organique des rivières et se produit principalement pendant les événements météorologiques extrêmes.

Les bassins versants montagneux de l'île de la Basse-Terre sont soumis à de nombreux événements météorologiques extrêmes qui engendrent des régimes hydrologiques très irréguliers avec des crues éclairées violentes. L'observation sur le long terme de l'évolution de ces bassins versants est un élément clef pour comprendre les mécanismes complexes qui contrôlent leurs dynamiques. Depuis 2007, nous étudions la dynamique hydrogéochimique de 3 rivières dans le cœur du Parc national de la Guadeloupe: Vieux-Habitants, Bras-David et plus particulièrement la Grande Rivière de Capesterre que nous avons équipé d'un préleveur automatique d'eau ainsi que d'instruments de mesure in situ (débit, température, conductivité, turbidité).

Nous avons pu observer que les crues représentent environ 43% du débit annuel des rivières et expliquent 55% de l'export de carbone organique dissous (Lloret et al., 2011 ; 2013) et la quasi-totalité du transport solide, organique ou non. L'intensification des événements météorologiques hydrologiques extrêmes peut conduire à une augmentation de la perte de nutriments et de l'érosion des sols guadeloupéens et donc à une perturbation de l'écosystème.

Nos résultats montrent également que les flux spécifiques annuels (normalisés à la surface du bassin versant) de carbone organique des rivières montagneuses de Guadeloupe sont importants comparés à ceux des grands fleuves (Ludwig et al., 1996). L'export de carbone organique dissous (COD) estimé à 7,4 t/km<sup>2</sup>/an pour les rivières de la Basse-Terre est équivalent à celui du fleuve Amazone (5,8 t/km<sup>2</sup>/an). L'export de carbone organique particulaire (COP, débris de matière organique) via les petites rivières montagneuses s'élève à 18,3 t/km<sup>2</sup>/an, contre 1,1 t/km<sup>2</sup>/an pour l'Amazone. Cette différence s'explique principalement par la géomorphologie des bassins versants. Les petites rivières des îles volcaniques montagneuses sont directement connectées à l'océan et la matière organique n'a pas la possibilité ni le temps de se déposer (et de se dégrader) avant d'atteindre l'océan, contrairement au bassin de l'Amazone dans lequel les sédiments peuvent se déposer dans de larges plaines d'inondation (várzeas) et n'atteignent pas l'océan. Malgré la petite surface des îles tropicales volcaniques, l'impact des petites rivières montagneuses sur le budget global de carbone à l'océan a été jusqu'à présent sous-estimé.

***Pour citer cet article : E. Lloret, C. Dessert, M. Benedetti, O. Crispi, E. Lajeunesse, Publications scientifiques du PNG, <http://www.guadeloupe-parcnational.fr/-Publications-originales-> (2013).***

**Mots clés :** Ile volcanique tropicale, Rivières, Crues, Flux de carbone, Bassins versants, Matière organique.

## **ABSTRACT:**

The export of 0.9 Gt of carbon per year from continents to oceans by rivers is the major component of the external carbon cycle. The export of organic carbon is about 40% of this global flux, and occurs essentially in the tropical regions. Soil erosion is the major source of organic carbon into rivers and is maximum during extreme meteorological events.

Small mountainous rivers of Basse-Terre Island are affected by aperiodic intense precipitation events such as cyclones or tropical storms that can potentially increase total organic carbon fluxes released by these systems. The temporal observation is then essential to understand the complex mechanisms that control the dynamics of these watersheds. Since 2007, we study the hydro-geochemical dynamics of three rivers in the heart of the National Park: Vieux-Habitants, Bras-David, and the Capesterre River is monitored intensively with an automatic water sampler equipped with pressure sensors activated during flood events, increasing significantly the time resolution of sampling.

The floods and extreme floods, which represent 43 % of the annual water flux, represent 55 % of the annual DOC flux (Lloret et al., 2011; 2013) and almost the totality of suspended flux. The intensification of extreme meteorological events can lead to an increase in nutrient loss and erosion of Guadeloupean soils.

Guadeloupean rivers present very high organic carbon yields. The mean DOC (dissolved organic carbon) yield is around 7.4 t/km<sup>2</sup>/yr and is close to the DOC yield of the Amazon River (5.8 t/km<sup>2</sup>/yr). The export of particulate organic carbon (POC) through the small mountain rivers is 18.3 t/km<sup>2</sup>/yr, against 1.1 t/km<sup>2</sup>/yr to Amazon River. This difference is mainly due to the geomorphology of the watersheds. Small mountainous rivers in volcanic islands are directly connected to the ocean and the organic matter has not the time or ability to settle (and degraded) before reaching the ocean, unlike the basin of the Amazon in which sediments can be deposited in large floodplains (várzeas) and, then, never reach the oceans. Despite the small surface of volcanic tropical islands, the impact of small mountainous rivers on the global oceanic carbon budget has so far been underestimated.

**Please cite this article as: E. Lloret, C. Dessert, M. Benedetti, O. Crispi, E. Lajeunesse, Publications scientifiques du PNG, <http://www.guadeloupe-parcnational.fr/-Publications-originales-> (2013).**

**Keywords:** tropical volcanic Island, rivers, floods, carbon yield, watersheds, organic matter.

*Photographie de couverture : Grande Rivière de Capesterre : station de suivi temporel OBSERA – DEAL, Crédits Photos : E. Lajeunesse, IPGP*

# 1. Introduction

La surface de la Terre est un réacteur complexe qui transforme les minéraux des roches en minéraux secondaires constitutifs du sol en faisant interagir des processus chimiques, biologiques et physiques (Fig. 1). Ce réacteur régule à la fois la vitesse de formation des sols, grâce à l'altération chimique, à la production végétale et la vitesse de destruction des sols à travers l'érosion<sup>1</sup> physique. Dans cette « zone critique », propice à la dégradation des minéraux, la matière vivante se décompose et une forte  $p\text{CO}_2$ <sup>2</sup> liée à la respiration racinaire est maintenue. Toutes ces interactions biogéochimiques<sup>3</sup> sont étroitement liées à l'infiltration de l'eau dans les sols qui dépend elle-même en partie des caractéristiques du couvert végétal et plus généralement à l'hydrologie et la topographie des bassins versants<sup>4</sup>. L'altération chimique et l'érosion mécanique véhiculent les produits dissous et solides dans le bassin et fournissent, in fine, les éléments vitaux à la base des réseaux tropiques<sup>5</sup>. Une rupture de cet équilibre fragile peut avoir par conséquent d'importantes répercussions à la surface de la Terre. L'étude de la zone critique est pluridisciplinaire et implique des observations et mesures à long terme et à différentes échelles spatio-temporelles.

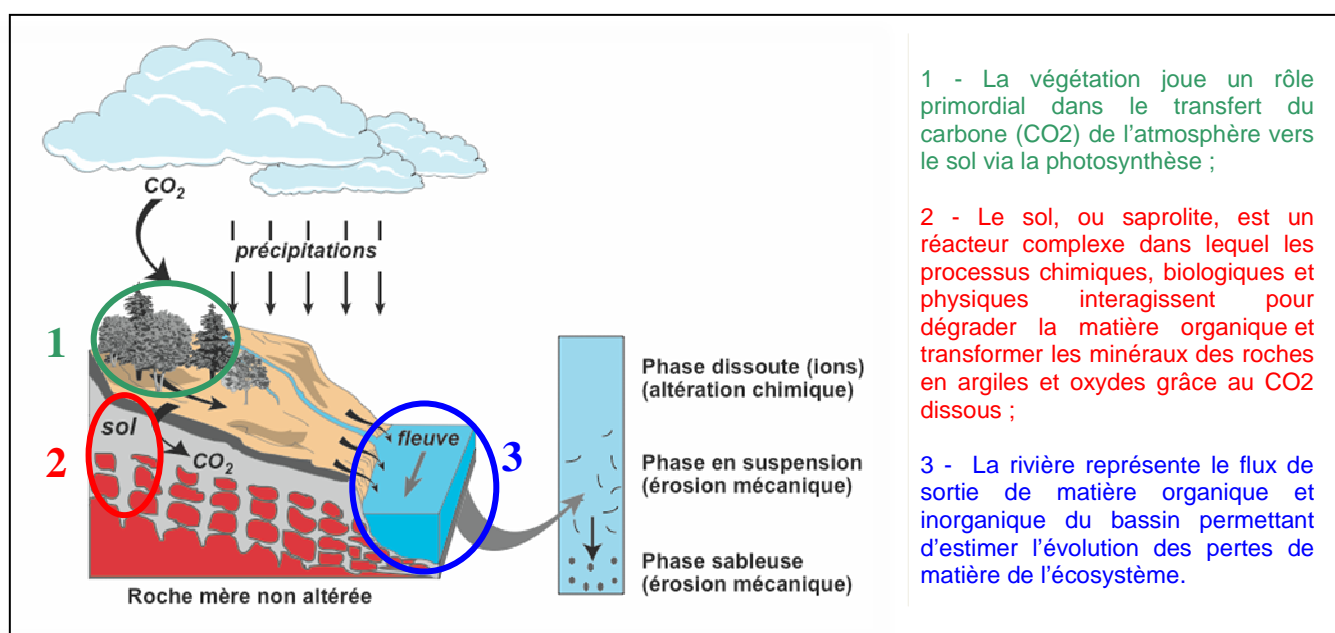


Fig. 1 : Schéma d'un bassin versant et de son écosystème.

De récentes études suggèrent que le réchauffement global de la planète est responsable depuis quelques décennies d'une augmentation de la température de surface de l'Océan Atlantique dans la zone tropicale, favorable à une augmentation de l'activité cyclonique en zone Caraïbe (Emmanuel, 2005 ; Webster et al., 2005). L'intensification prévisible des événements météorologiques extrêmes<sup>6</sup> (ondes, tempêtes, ouragans) devrait accélérer et intensifier le ruissellement et l'érosion des sols, augmentant la perte de nutriments et de carbone. Le forçage<sup>7</sup> climatique en cours pourrait ainsi révéler la vulnérabilité des écosystèmes guadeloupéens et provoquer leur déstabilisation. Ce constat a conduit à la mise en place d'observatoires en environnement dans la zone Caraïbe, dont « l'Observatoire de l'Erosion aux Antilles » (OBSERA) depuis 2007 en Guadeloupe, soutenu par l'IPGP, et labellisé Service d'Observation INSU-CNRS depuis janvier 2011 ([www.ipgp.fr/obsera](http://www.ipgp.fr/obsera)). OBSERA a également vocation à participer à l'effort national d'étude de la zone critique dans le cadre du Systèmes d'Observation et d'Expérimentation pour la Recherche en Environnement (SOERE) « Réseau de Bassins Versants » (RBV) qui fédère les dispositifs d'observation développés par les divers organismes de recherche français. OBSERA est également engagé dans une collaboration active avec le réseau international CZEN (Critical Zone Exploration Network soutenu par la NSF; [www.czen.org](http://www.czen.org)).

## 2. La Basse-Terre : un laboratoire naturel

Sur les îles tropicales humides, la stabilisation des terrains, la régulation de la circulation en eaux et l'accomplissement des cycles biogéochimiques sont associés à une biodiversité d'exception. Les Petites Antilles,

et la Guadeloupe en particulier, appartiennent à l'un des 34 « hot-spots » de la biodiversité planétaire. L'essentiel de la biodiversité antillaise est localisée dans les écosystèmes forestiers avec un endémisme pouvant atteindre 30% des espèces d'arbres en forêt de montagne (Rousteau 1994). Par ailleurs, l'île volcanique montagneuse de la Basse Terre présente des taux d'érosion importants, les glissements de terrain étant un moteur de l'érosion des versants et de la dynamique du couvert végétal. Alliant des reliefs importants, des températures élevées, de fortes précipitations, des substrats altérés épais, une forêt ombrophile dense dans une zone non anthropisée en cœur de Parc National, la Guadeloupe fait figure de véritable laboratoire naturel pour étudier l'effet des changements globaux sur l'érosion, la dynamique des écosystèmes et par conséquent la biodiversité insulaire.

Le bassin versant recueille l'eau qui tombe à la surface de la Terre et permet son écoulement vers la rivière (Fig. 1). L'étude de la composition biogéochimique des rivières ainsi que des flux de matière solide permet une intégration de l'ensemble des processus qui se produisent dans les compartiments du bassin versant et de son écosystème. Comme le montrent de nombreuses études, les rivières enregistrent parfaitement le changement global de la composition de l'atmosphère et les perturbations sur les écosystèmes en résultant (ex : site vosgien, Observatoire Hydro Géochimique de l'Environnement (OHGE) instrumenté depuis 25 ans, <http://ohge.u-strasbg.fr/>). Nous souhaitons aboutir à une estimation correcte des flux d'export dissous et solide des rivières de Guadeloupe et observer leurs évolutions dans le futur. Mais estimer ces flux n'est pas une chose aisée dans le contexte guadeloupéen car l'export se fait lors de crues éclairées qui ne durent que quelques heures.

Depuis 2007, nous étudions l'hydrologie et le transport biogéochimique de trois rivières (Fig. 2 et Tab. 1) : Vieux-Habitants, Bras-David et Capesterre. Nous avons choisi ces 3 rivières car l'hydrologie, suivie depuis des décennies (par l'ORSTOM-IRD puis la DEAL), nous permet de travailler sur des chroniques<sup>8</sup> longues et complètes. Les rivières sont échantillonnées en amont des zones cultivées et anthropisées, au cœur du Parc national. Les rivières sont prélevées une fois par mois et des échantillons sont collectés en supplément lors des crues. L'estimation correcte des flux de matière à l'océan nécessite une bonne caractérisation de ces événements hydrologiques extrêmes, exigeant une instrumentation des bassins versants. Par conséquent, le bassin de la Grande Rivière de Capesterre a été équipé en 2007 d'un préleveur automatique d'eau couplé à un capteur de pression qui se déclenche au moment des crues (Fig. 3a et 3b).

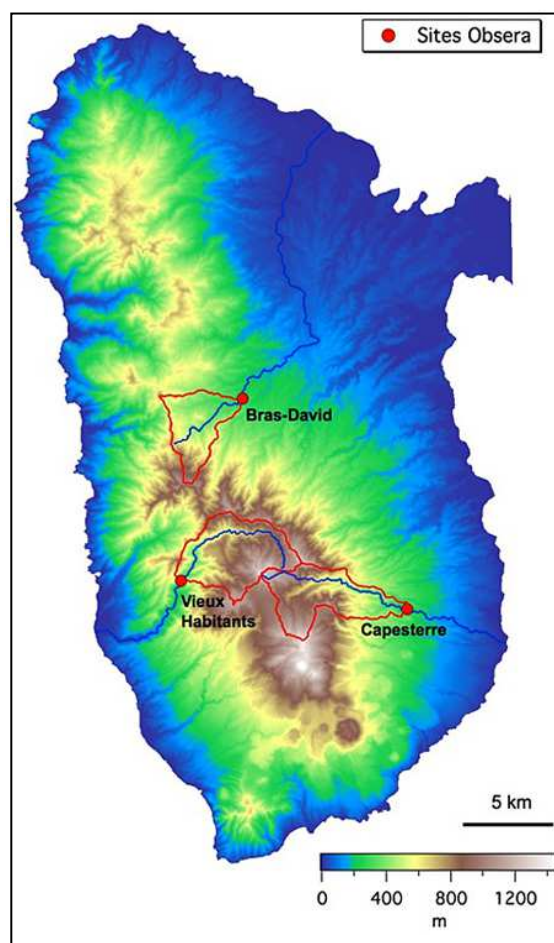


Fig. 2 : Localisation des 3 bassins versants étudiés depuis 2007.

Tab. 1 : Caractéristiques des 3 bassins étudiés (pour plus de détails voir Lloret et al., 2011 ; 2013 ou [www.ipgp.fr/](http://www.ipgp.fr/) \*datation de Samper et al., 2006

Site	Latitude	Longitude	Age (ans)*	Altitude (m)	Surface du bassin (km <sup>2</sup> )	Répartition du bassin en fonction de la pente (%)			
						9-24%	25-48%	49-99%	>99%
Bras - David	N16°10'33.6''	W61°41'34.8''	1000	233	11.0	38	48	14	0
Vieux - Habitants	N16°05'11.8''	W61°43'31.3''	800-400	257	19.1	13	32	51	4
Capesterre	N16°04'18.0''	W61°36'34.1''	600-400	208	16.2	13	32	50	5

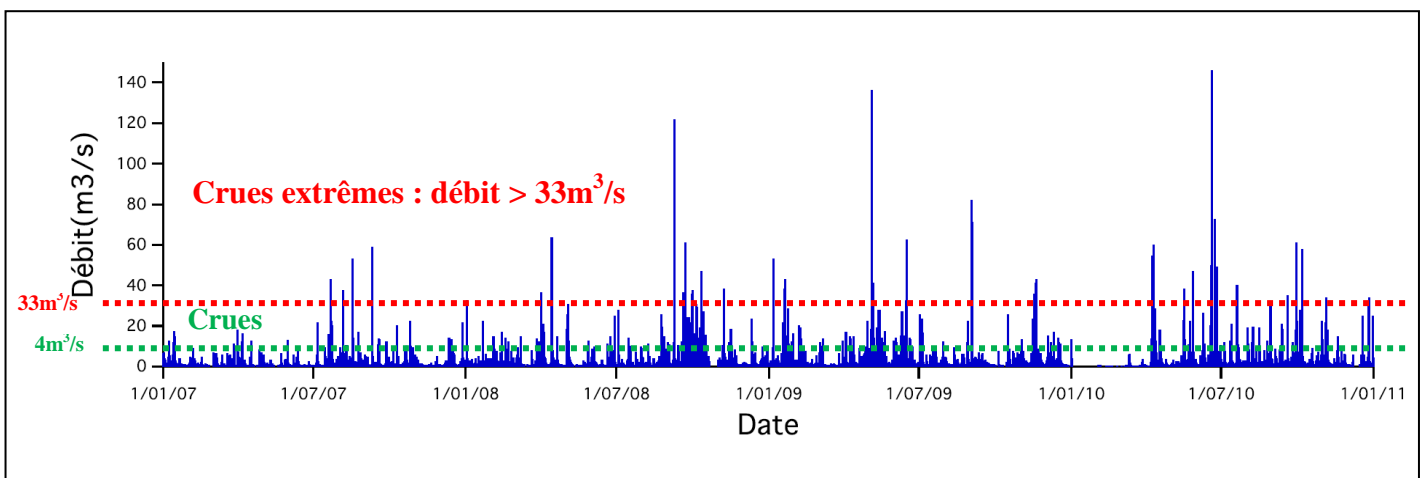


**Fig. 3a :** Site instrumenté de la rivière de Capesterre à proximité de la station hydrologique de la DEAL.



**Fig. 3b :** Echantillons d'eau de rivière de la crue du 16 mai 2011 (1er flacon prélevé à 00h20).

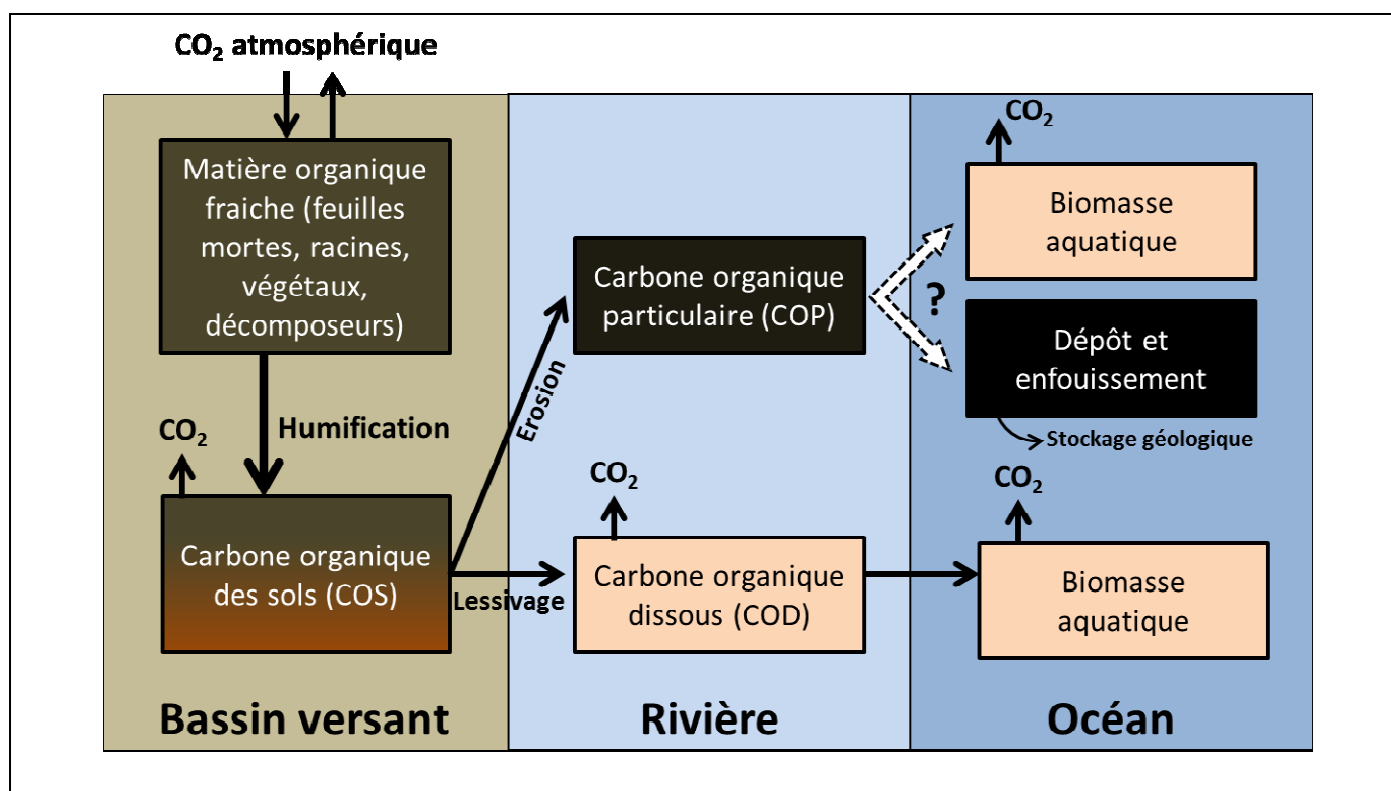
A partir des chroniques hydrologiques (ORSTOM-IRD puis DEAL) nous observons que les rivières de la Basse Terre sont en crue 10% de l'année, dont 0.1% de l'année en crue « extrême ». Dans le cas particulier de Capesterre (Fig. 4), la rivière est en crue dès que le débit instantané est supérieur à  $4 \text{ m}^3$  par seconde et on parle de crue extrême lorsque le débit est supérieur à  $33 \text{ m}^3$  par seconde. L'hydrogramme montre que ces phénomènes extrêmes se produisent plusieurs fois dans l'année et que le transport de carbone et de nutriments associé à ces évènements doit être conséquent.



**Fig. 4 :** Variation du débit instantané (en  $\text{m}^3/\text{s}$ ) de la rivière de Capesterre, entre 2007 et 2010. La rivière est en crue lorsque le débit est supérieur à  $4 \text{ m}^3/\text{s}$  (trait vert) et on parle de crue extrême lorsque le débit atteint  $33 \text{ m}^3/\text{s}$  (trait rouge).

### 3. Origine du carbone organique dans les rivières de la Basse-Terre

Le carbone présent à la surface de la Terre se trouve sous différentes formes, minérales et organiques, inertes et vivantes. Le cycle du carbone est l'ensemble des processus biologiques et géologiques qui permettent le stockage à plus ou moins long terme du carbone dans les différents réservoirs terrestres. L'origine du carbone organique dans les rivières est autochtone (production primaire) ou allochtone (provenant des sols). Dans le cas des rivières du sud de la Basse-Terre, la production organique primaire photosynthétique est faible à cause des fortes pentes des bassins et du régime hydrologique turbulent des rivières. Le carbone organique des rivières provient donc très majoritairement de la matière organique des sols (*Fig. 5*). Le ruissellement, et l'érosion qui s'ensuit, déplace ce carbone via les rivières jusqu'à l'océan. On distingue le carbone organique dissous (COD ; formes de C dont la taille est inférieure à la porosité de 0,7  $\mu\text{m}$  des filtres utilisés) et le carbone organique particulaire (COP). Dans les océans, seulement une partie du COP, non dégradé par la biomasse marine, est susceptible d'enrichir directement les sédiments marins, moyen efficace de stocker le carbone sur le long terme (échelle géologique). Cet enfouissement de carbone est d'autant plus efficace que le flux global de sédiments terrigènes arrivant à l'océan est important (régions à forte érosion mécanique) et avec une importante proportion de COP (régions avec des sols riches en matière organique). Les exutoires de bassins montagneux en milieu tropical peuvent donc être des zones favorables à l'accumulation de carbone organique au fond des océans.

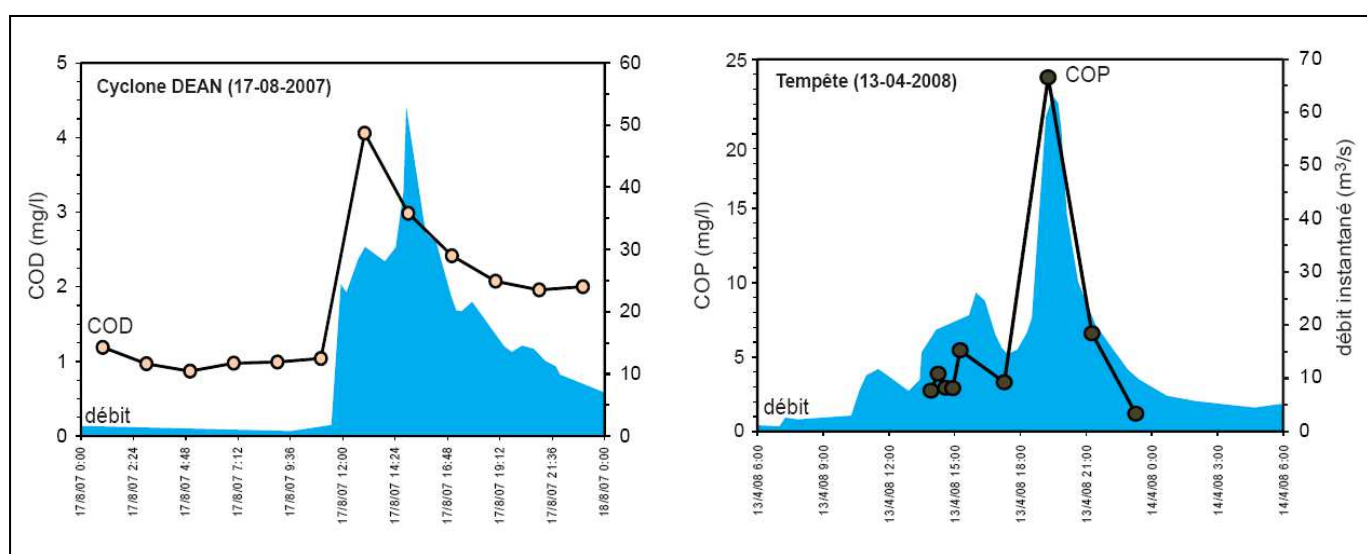


*Fig. 5 : Cycle simplifié du carbone organique à l'échelle du bassin versant.*

Le flux mondial d'export de carbone organique à l'océan est déterminé à partir d'une compilation des flux mesurés sur les grands fleuves mondiaux. Il est estimé à environ 0,4 Gt/an (ex : Garrels et Mackenzie, 1971 ; Schlünz et Schneider, 2000) dont 0,25 Gt/an sous forme dissoute et 0,15 Gt/an sous forme particulaire. Cette estimation ne tient pas compte du transfert de carbone organique via les petits bassins versants montagneux tropicaux et nous verrons que cette estimation est par conséquent largement sous-estimée.

## 4. Impact des événements météorologiques extrêmes sur l'export de carbone à l'échelle de la Basse Terre

A l'aide du préleveur automatique nous avons pu échantillonner de nombreuses crues de la rivière de Capesterre (Fig. 3b et Fig. 6). Les échantillons d'eau ont été filtrés en laboratoire avec une unité de filtration en verre et des filtres en fibres de verre (GF/F avec une porosité de 0,7 µm). Les filtres ont été préalablement passés au four à 500°C pendant 3 heures afin de supprimer les traces éventuelles de carbone organique et ont été également pré-pesés pour déterminer la quantité de matière après filtration. La fraction dissoute filtrée a été conservée dans des tubes en verre ambré pré-nettoyés au four et a été acidifiée avec de l'H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> concentré pour la bonne conservation de l'échantillon. Les mesures de concentration en COD ont été effectuées sur ces échantillons à l'aide d'un analyseur Shimadzu TOC-VCSH. La fraction particulaire a été récupérée sur le filtre après séchage en étuve à 60°C. Les analyses de carbone organique particulaire ont été effectuées directement sur le filtre dont une partie (1/8<sup>ème</sup>) a été introduite dans un analyseur élémentaire Thermo Scientific Flash 2000. Les protocoles analytiques sont précisément décrits dans la thèse d'E. Lloret (Lloret, 2010). Les concentrations de COD et COP sont exprimées en mg/l et leur évolution durant les crues est illustrée sur la Fig. 6 pendant deux événements météorologiques extrêmes : le cyclone Dean (17/08/2007) et la tempête tropicale du 13/04/2008.



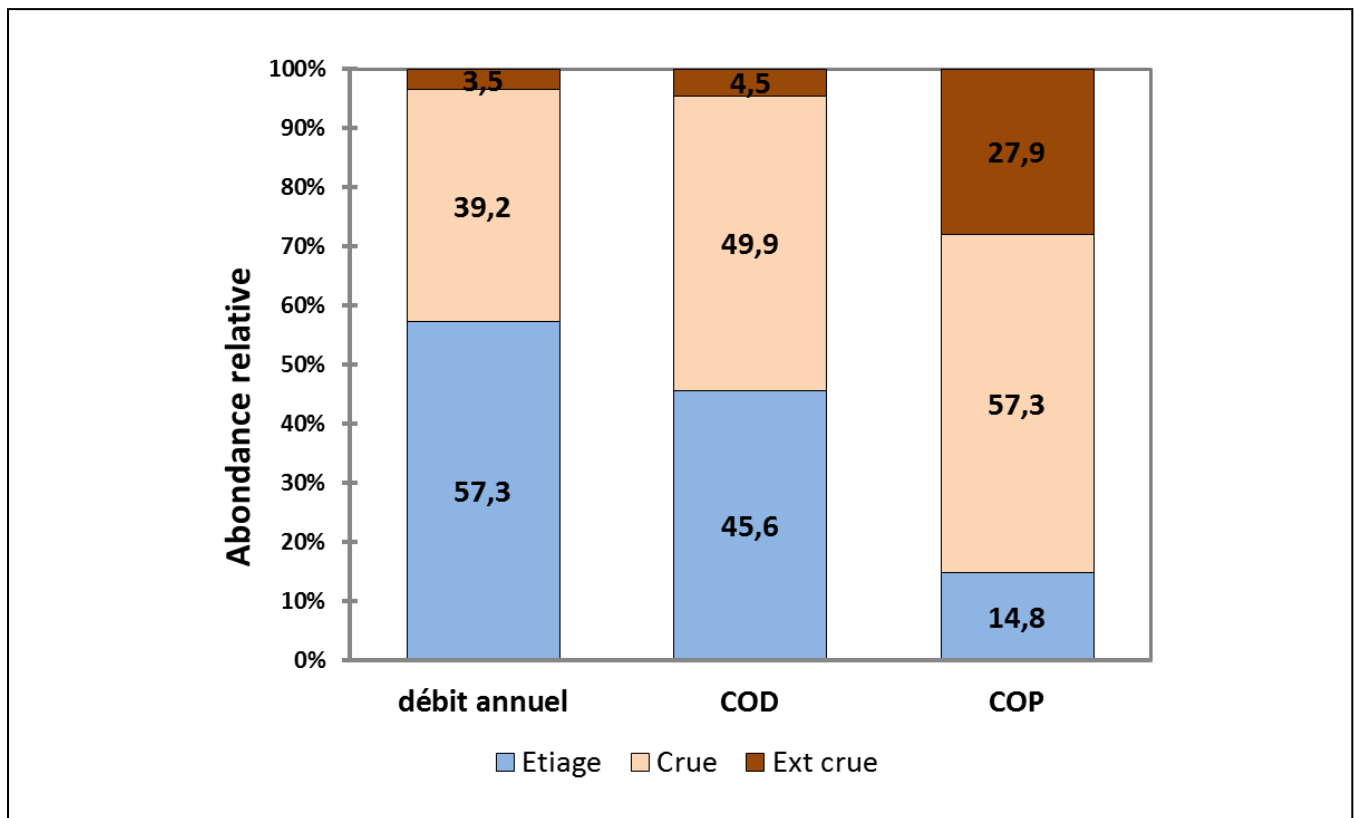
**Fig. 6 :** Evolution de la teneur en carbone organique (exprimée en mg/l) de la rivière de Capesterre pendant deux crues liées à deux événements météorologiques extrêmes : le cyclone Dean (17/08/2007) et la tempête tropicale du 13/04/2008. Les débits sont déterminés à partir des hauteurs d'eau mesurées par nos capteurs et de la courbe de tarage fournie par la DEAL de Guadeloupe.

Les concentrations en COD mesurées dans les échantillons du cyclone Dean augmentent simultanément avec le débit. En étiage le COD est faiblement concentré avec des valeurs légèrement inférieures à 1 mg/l alors qu'il augmente brutalement jusqu'à 4 mg/l au début de la crue. Les concentrations en COP mesurés pendant la tempête du 13/04/2008 augmentent également avec l'augmentation du débit (de 3 à 24 mg/l). Contrairement au COD qui est constamment présent dans l'eau, même en période d'étiage, le COP n'est mobilisé qu'à partir d'un certain seuil, associé à des précipitations suffisamment importantes pour permettre à l'eau de ruisseler le long des pentes du bassin et de mobiliser des matières particulaires issues des sols. Cette évolution des teneurs en carbone organique en fonction du débit est observée systématiquement sur tous les épisodes de crue que nous avons pu échantillonner. Ces résultats montrent que la majorité du carbone organique (dissous et particulaire) est exporté des bassins versants vers l'océan pendant les **crues éclair**<sup>9</sup> et que ce flux d'export est sous-estimé si ces événements ne sont pas pris en compte.

A partir de l'ensemble des données de débit, et de concentrations en COD et COP acquises de 2007 à 2010 sur la rivière de Capesterre, nous estimons que les flux d'export de carbone organique sont de 7,4 t/km<sup>2</sup>/an pour la fraction dissoute et de 18,3 t/km<sup>2</sup>/an pour la fraction particulaire (voir détail des calculs dans Lloret et al., 2013). La Fig. 7 illustre l'abondance relative des flux annuels d'eau et de carbone organique. La rivière est en crue et en crue extrême respectivement 9,9% et 0,1% de l'année, correspondant à 39,2% et 3,5% du débit annuel. L'export annuel de COD s'effectue à 45,6% en période d'étiage et à 54,4% pendant les crues. L'impact des événements météorologiques sur le transport de COP est encore plus significatif. En effet, le carbone organique particulaire est majoritairement transporté pendant les crues (57,3%) et les crues extrêmes (27,9%). Ces résultats montrent donc



que sans l'instrumentation de la rivière de Capesterre nous ne pourrions pas (ou peu) échantillonner de crues et que nous sous-estimerions l'export annuel de carbone organique de 55% pour le dissous et 85% pour le particulaire, en moyenne.



*Fig. 7 : Abondance relative du flux d'eau annuel et des exports de carbone organique dissous (COD) et particulaire (COP) de la rivière de Capesterre.*

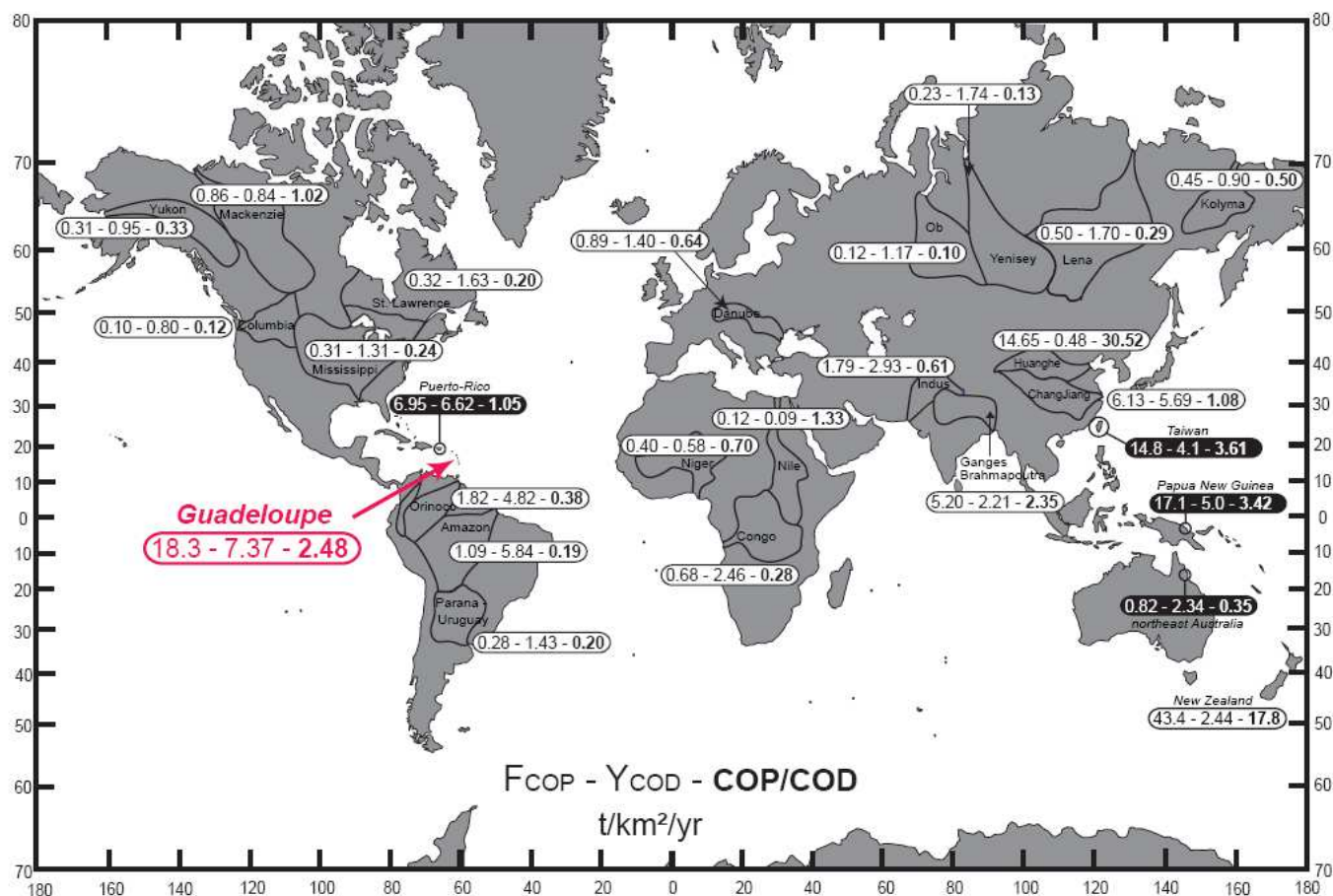
## 5. Implication de l'étude des rivières de la Basse-Terre dans le contexte mondial

Si nous replaçons notre étude des rivières de la Basse-Terre dans le contexte global des flux continentaux de carbone organique, nous constatons que les flux que nous avons déterminés sont très importants. Sur la carte de la *Fig. 8* nous avons reporté les flux de carbone mesurés dans les grands fleuves ainsi que dans les petites rivières instrumentées en milieu montagneux et tropical (Puerto-Rico, Taiwan et NE de l'Australie). Ces flux sont exprimés en  $t/km^2/an$  (c'est-à-dire normalisés à la surface du bassin versant) afin de pouvoir comparer les différentes régions entre elles. Si nous comparons les rivières de Guadeloupe aux grands fleuves tropicaux comme l'Amazone ou l'Orénoque, nous pouvons constater que les flux de COD sont du même ordre de grandeur mais que le flux de COP des rivières de Guadeloupe est plus de 10 fois supérieur à celui des grands fleuves ( $18,3 t/km^2/an$  pour la Guadeloupe contre  $1,1 t/km^2/an$  pour l'Amazone). Cette différence s'explique principalement par la géomorphologie des bassins versants. Les petites rivières des îles volcaniques montagneuses sont directement connectées à l'océan et la matière organique n'a pas la possibilité ni le temps de se déposer, et donc de se dégrader, avant d'atteindre l'océan. Au contraire, au sein des grands bassins comme celui de l'Amazone et de l'Orénoque, une partie des sédiments organiques se dépose dans de larges plaines d'inondation ou várzeas, limitant le flux de COP à l'océan. L'érosion des sols des petites îles montagneuses et tropicales est donc un moyen très efficace de transporter de la matière organique vers l'océan, et est donc potentiellement un moyen efficace d'enfouir du carbone et de le stocker à long terme dans les sédiments marins (voir Fig. 5).

Cet important transfert de carbone particulaire est également observé dans d'autres régions montagneuses tropicales comme à Taiwan (Hilton et al., 2008) et Puerto-Rico (Stallard, 2012). Même si la surface de ces îles est faible, les exports annuels de carbone sont tellement importants qu'ils jouent un rôle non négligeable dans le cycle global du carbone. En considérant la surface totale des îles volcaniques montagneuses tropicales égale à  $0,32 \times 10^6 km^2$  et en supposant l'export de carbone en Guadeloupe représentatif de l'ensemble des îles montagneuses

en milieu tropical, nous estimons un flux global de carbone annuel exporté par ces îles autour de 2,4 Mt/an pour le COD et 5,9 Mt/an pour le COP. Avec une surface de  $5,85 \times 10^6 \text{ km}^2$ , le bassin de l'Amazonie est le plus gros contributeur de COD à l'océan avec environ 34,2 Mt de carbone exporté par an. Néanmoins, le flux particulaire de 6,4 Mt/an est tout à fait comparable à celui estimé pour les îles.

Tous ces résultats tendent à montrer que le bilan actuel de carbone à l'océan est sous-estimé si les petites îles volcaniques montagneuses et tropicales ne sont pas prises en compte.



**Fig. 8 :** Carte mondiale des exports de carbone organique (Ludwig et al., 1996 ; Hilton et al., 2008 ; Bass et al., 2011 ; Stallard, 2012 ; Lloret et al., 2013). Les flux de COP et COD sont exprimés en t/km<sup>2</sup>/an et le rapport COP/COD est sans unité.

## 6. Conclusions

- Grâce au suivi temporel des rivières de la Basse Terre depuis 2007 nous avons pu déterminer des flux annuels d'export de carbone organique. Ces flux prennent en compte les périodes d'érosion intensive des sols pendant les événements météorologiques extrêmes.
- Pratiquement 55% du transport de carbone organique dissous (COD) et 85% du transport particulaire (COP) s'effectue pendant les crues associées aux fortes précipitations, soit 10% de l'année.
- Les flux spécifiques moyens annuels sont de 7,4 t/km<sup>2</sup>/an pour le COD et de 18,3 t/km<sup>2</sup>/an pour le COP et sont aussi importants, voir même plus importants que les flux mesurés sur les grands fleuves tropicaux.
- Le flux global de carbone organique particulaire apporté à l'océan par les petites rivières montagneuses drainant les îles volcaniques tropicales est estimé à 5,9 Mt/an. Cet apport est très important puisqu'il est équivalent à la contribution du fleuve Amazone qui exporte 6,4 Mt de COP par an.
- Le flux global continental de carbone organique à l'océan ne tient pas compte de l'apport par les petites rivières montagneuses et est par conséquent significativement sous-estimé.

## 7. Autres retombées scientifiques

- A courte échelle de temps, nos résultats acquis en zone naturelle peuvent apporter des connaissances dans le cadre de la « problématique chlordécone aux Antilles ». En effet, nous avons pu caractériser et quantifier les modes de migration de la matière organique des sols des bassins versants vers les zones côtières. Le chlordécone étant une molécule à forte affinité pour la matière organique des sols, la contamination des eaux côtières par les matières en suspension se fait principalement pendant les événements météorologiques extrêmes.
- A plus long terme, si une partie du carbone organique particulaire provenant des îles est enfoui dans les sédiments marins avant d'être dégradé, alors il s'agit d'un phénomène capable de stocker efficacement du carbone à long terme (échelle géologique). La communauté scientifique impliquée dans la problématique du cycle global du carbone a besoin de mieux estimer les apports de carbone à l'océan.

## Remerciements :

Ce travail a bénéficié du soutien technique et logistique de l'Observatoire Volcanologique et Sismologique de Guadeloupe. Nous remercions la DEAL, et plus particulièrement Martial Pellegrinelli, de nous avoir fourni une partie des données hydrologiques et de nous avoir assisté sur le terrain. Nous remercions enfin le Parc national de Guadeloupe de nous avoir permis de mener cette étude dans le cœur du parc.

## LEXIQUE :

<sup>1</sup> **Erosion** : Processus de dégradation résultant de l'action de l'eau.

<sup>2</sup> **pCO<sub>2</sub>** : La pression de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans les sols est plus forte que dans l'air, à cause de l'activité biologique qui produit du CO<sub>2</sub>.

<sup>3</sup> **Biogéochimique** : Un cycle biogéochimique est le processus de transport et de transformation d'un composé chimique entre les grands réservoirs terrestres que sont la biosphère, la géosphère, l'atmosphère et l'hydrosphère.

<sup>4</sup> **Bassin versant** : Aire limitée par des lignes de crête à l'intérieur de laquelle toutes les eaux tombées alimentent le même exutoire (la même rivière).

<sup>5</sup> **Réseau trophique** : Ensemble de chaînes alimentaires reliées entre elles au sein d'un écosystème.

<sup>6</sup> **Évènement météorologique extrême** : Onde tropicale engendrant des pluies torrentielles.

<sup>7</sup> **Forçage** : Ce terme s'emploie en climatologie pour désigner les perturbations dans l'équilibre énergétique de la Terre, perturbations qui engendrent des changements climatiques.

<sup>8</sup> **Chronique** : Base de données.

<sup>9</sup> **Crue éclair** : Le fait qu'une rivière sorte subitement de son lit à la suite de pluies torrentielles.

## BIBLIOGRAPHIE:

BASS A. M., BIRD M. I., LIDDELL M. J. AND NELSON P. N., 2011 - Fluvial dynamics of dissolved and particulate organic carbon during periodic discharge events in a steep tropical rainforest catchment. *Limnol.Oceanogr.* 56, 2282-2292.

EMMANUEL, 2005 - Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 20 years. *Nature*, 436.

GARRELS R.M. and MACKENZIE F., 1971. Evolution of sedimentary Rocks. Norton eds, New York.

HILTON R., GALY A., HOVIUS N., CHEN M.C., HORNG M.J., AND CHEN H.Y., 2008 - Tropical cyclone-driven erosion of the terrestrial biosphere from mountains. *Nature Geosciences*, 1, 759-762.

LLORET E., 2010 - Dynamique du carbone dans les petits bassins versants tropicaux, exemple de la Guadeloupe. Thèse soutenue à l'Université Paris Diderot – IPGP le 6 juillet 2010.

LLORET E., DESSERT C., GAILLARDET J., ALBERIC P., CRISPI O., CHADUTEAUC., AND BENEDETTI M. F., 2011 - Comparison of dissolved inorganic and organic carbon export in the rivers of tropical volcanic island; example from Guadeloupe, French West Indies. *Chemical Geology*, 280, p.65-78.

LLORET E., DESSERT C., LAJEUNESSE E., CRISPI O., PASTOR L., GAILLARDET J., AND M. F. BENEDETTI, 2013 - Dynamic of particulate and dissolved organic carbon in small volcanic mountainous tropical watersheds. *Chemical Geology*, sous presse, doi: 10.1016/j.chemgeo.2013.05.023.

LUDWIG W., AMIOTTE-SUCHET P., AND PROBST J.L., 1996 - River discharge of carbon to the world's oceans: determining local inputs of alkalinity and dissolved and particulate organic carbon. *Comptes Rendus Acad. Sci. Ser II-A* 323, 1007-1014.

ROUSTEAU A., PORTECOP J., AND ROLLET B., 1994 - Carte écologique de la Guadeloupe. Conseil Général de la Guadeloupe, Office National des Forêts et Parc National de la Guadeloupe.

SAMPER A., QUIDELLEUR X., LAHITTE P., AND MOLLEX D., 2007 - Timing of effusive volcanism and collapse events within an oceanic arc island: Basse-Terre, Guadeloupe archipelago (Lesser Anilles Arc). *Earth and Planetary Science Letter*, 258, 175-191.

SCHLUNZ B. AND SCHNEIDER R.R., 2000 - Transport of terrestrial organic carbon to the oceans by rivers: re-estimating flux and burial rates. *Int. J.Earth Sci.* 88, 599-606.

STALLARD R.F., 2012 - Weahering, landscape equilibrium, and carbon in four watersheds in eastern Puerto-Rico (eds. Murphy S.F. and Stallard R.F.). USGS Professional Paper 1789-E, Reston, 199-248.

WEBSTER P.J., G.J. HOLLAND, J. A. CURRY, H.-R. CHANG, 200 - Changes in tropical cyclone number, duration, and intensity in a warming environment. *Science*, 309, 1844-1846.