

COMMENT ATTÉNUER LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DE L'ORPAILLAGE ILLÉGAL?  
RETOUR D'EXPÉRIENCE DE L'OBSERVATOIRE DE L'ACTIVITÉ MINIÈRE EN GUYANE FRANÇAISE

Valéry Gond<sup>1</sup>, Gaëlle Verger<sup>2</sup>, Pierre Joubert<sup>3</sup>, Nicolas Degarne<sup>2</sup>, Sébastien Linarès<sup>4</sup>, Alain Coppel<sup>2</sup>, Sébastien Allo<sup>2</sup> et Laurène Feintrenie<sup>5</sup>

<sup>1</sup>CIRAD, Biens et services des écosystèmes forestiers tropicaux, Montpellier, France.

<sup>2</sup> ONF, domaine de Montabo, Cayenne, France

<sup>3</sup> Parc Amazonien de Guyane, Rémire-Montjoly, France

<sup>4</sup> DEAL, Cayenne, France

<sup>5</sup> CIRAD, Biens et services des écosystèmes forestiers tropicaux, Yaoundé, Cameroun.

Résumé :

Pour les pays d'Afrique Centrale l'extraction minière est un secteur économique crucial. Les estimations en font la principale réserve à exploiter dans un proche avenir (Fer, Cobalt, Nickel, Chrome, Or et Diamant). Au Cameroun le secteur minier est contrôlé par le Ministère. L'exploitation industrielle reste assez limitée avec seulement 4 permis d'exploitation octroyés pour plus de 80 permis de recherche, et deux sociétés effectivement en activité. L'exploitation artisanale est encadrée par la CAPAM, toutefois de l'exploitation artisanale informelle se développe et occasionne de nombreux préjudices pour l'environnement.

En Guyane française ce phénomène a vu le jour au milieu des années 90 et s'amplifie à cause de la hausse des prix de l'or sur le marché international. Couvert à 96% de forêt tropicale humide la région est peu accessible et permet aux travailleurs illégaux d'opérer loin des contrôles. La technique utilisée est artisanale et très polluante pour l'environnement (déforestation, perturbation des cours d'eau, pollution mécanique avec les rejets de boue et enfin pollution chimique avec l'utilisation du mercure).

Depuis 2007 une plateforme opérationnelle a été mise en place grâce à l'acquisition de données satellitaires SPOT. Cette plateforme permet de détecter à une résolution de 10m l'activité polluante liée à l'orpaillage clandestin par le repérage des rejets de boues dans les cours d'eau. Les informations sont ensuite distribuées aux services de l'Etat (Préfecture,

Gendarmerie, Police, etc.) afin d'alimenter le système d'information lié à la lutte contre l'orpaillage illégal.

La présentation se propose d'exposer comment fonctionne le système et comment il pourrait être implémenté au Cameroun ou en Afrique Centrale afin de suivre et d'informer la société civile et les services publics sur les activités minières légales et illégales, et sur leur impact sur l'environnement (pollution des eaux, érosion, déforestation).

#### Mots clés:

Forêt tropicale, orpaillage illégal, SPOT-5, Guyane française

#### INTRODUCTION

En Afrique centrale l'extraction minière est un secteur clé des stratégies économiques nationales à long terme (Megevand *et al.* 2013). La prospection minière en Afrique Centrale a déjà confirmé les vastes réserves en fer, nickel, chrome et or mais surtout la présence de 85% du platine, 60% du cobalt et 75% du diamant des ressources mondiales (Mercer *et al.* 2011). Ces réserves ont été très peu exploitées jusqu'à nos jours : la production africaine ne représente que 8% du marché international (Ncube 2012). Sachant que l'augmentation de la production est prévue en réponse de la demande mondiale en métaux et pierre précieuses, on peut s'attendre à une augmentation sensible des activités minières en Afrique Centrale.

Au Cameroun l'exploitation minière est intégrée dans les prévisions économiques pour 2035. Des inventaires systématiques sont réalisés depuis 1929 par le service des mines et la production de cartes géologiques est réalisée depuis les années 50 et 60 sur environ 40% du territoire. En beaucoup d'endroits a été découvert de l'or, du cuivre, du plomb, de l'uranium et du fer. Les activités minières au Cameroun sont gérées par le Ministère des Mines et du Développement Technologique (MINIMIDT). Les plans miniers sont révisés et contrôlés régulièrement. Le secteur privé est important et se développe sous le contrôle du Ministère qui délivre des autorisations de prospection et d'exploitation. Toutefois, le secteur artisanal informel se développe aussi en conséquence du peu de présence policière sur place.

La superposition avec d'autres types d'activités comme l'agriculture familiale est déjà documenté d'une manière quantitative et devrait être clairement lisible sur des cartes. Les

retombées positives de l'exploitation minière sur l'économie nationale peuvent être contrebalancées par l'énorme impact environnemental, l'augmentation de la pauvreté rurale et les inégalités dans le domaine de la santé si un plan d'aménagement plurisectoriel n'est pas mis rapidement en place. Les outils de surveillance sont nécessaires pour analyser l'extension de l'activité minière artisanale informelle et illégale et pour évaluer leur impact environnementaux et les conditions de vies des populations voisines.

En Guyane française la forêt tropicale humide couvre 96% du territoire. A cause de l'inaccessibilité beaucoup d'activité minière ne sont pas documentées et notamment celles qui exercent illégalement (Peterson and Heemskerk, 2001). C'est souvent le cas pour les petites exploitations minières illégales qui causent de nombreuses dégradations environnementales et des pollutions importantes des rivières à cause de techniques inappropriées et des conditions de travail précaires due à l'illégalité des sites. L'exploitation aurifère illégale (orpaillage) affecte les forêts tropicales par la déforestation, la pollution des cours d'eau, la perturbation des lits de rivière et par la violence sociale. Surveiller l'exploitation minière légale ou illégale est de la responsabilité de l'Etat. En Guyane française c'est l'Office National des Forêts qui est chargé de la gestion forestière sur une surface de 5,3Mha. La recrudescence régulière de conflits autour de l'exploitation illégale de l'or a nécessité l'installation d'un système opérationnel de surveillance (Joubert *et al.*, 2008).

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

En Guyane française en 2007 la télédétection a été utilisée pour établir des bilans annuels des secteurs affectés par la déforestation entre 1990, 2000 et 2006. Cette méthode a été initiée avec des images LANDSAT (30 m de résolution spatiale – Gond et Brognoli, 2005) et rapidement améliorée avec l'utilisation de données SPOT-5 (10m de résolution). L'exploitation aurifère est facilement détectable par satellite. Ces objets géographiques sont constitués de sols nus et peuvent être analysés par photo-interprétation (Linarés *et al.*, 2008). Le type d'exploitation pratiqué en Guyane française rejette de grandes quantités de matière en suspension dans les cours d'eau (Coppel *et al.*, 2008). L'eau turbide génère une signature spectrale fort différente de son environnement forestier ou aquatique. Ceci a rendu la détection semi-automatique faisable. La figure 1 montre un chantier d'orpaillage vue par satellite.

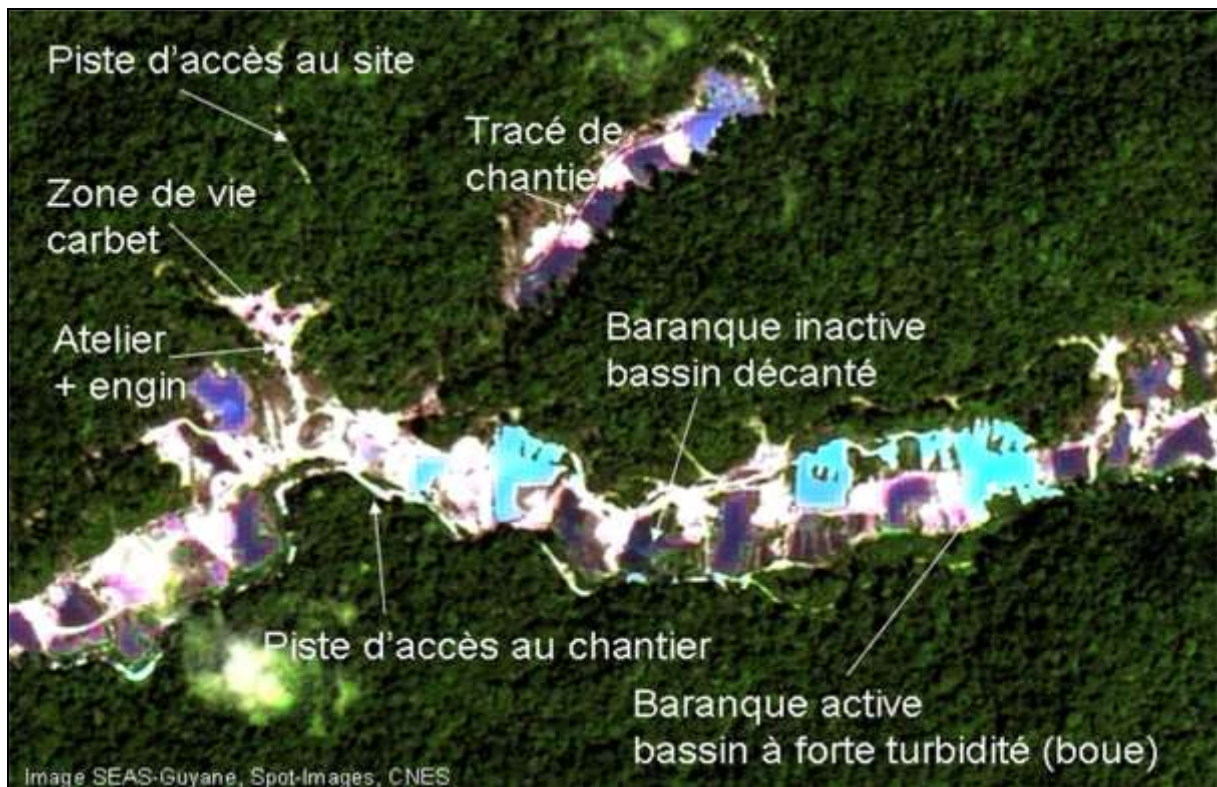


Figure 1 : sur une composition colorée d'une image SPOT-5 à 2,5m de résolution un site d'orpaillage est clairement identifié au sein de la forêt de Guyane (en vert). D'une part les parties blanches représentent les zones de sols nus, les secteurs bleus foncés les bassins de décantation (baranque) ancienne et en cyan les bassins de décantation où l'eau turbide indique l'activité d'orpaillage.

Dans cette étude nous proposons une approche par télédétection spatiale pour détecter l'exploitation aurifère illégale et artisanale en utilisant la répétitivité des satellites à haute résolution (Gond *et al.*, 2009). Cette répétitivité a été utilisée grâce à la présence de la station SEAS de réception des images SPOT installée à Cayenne depuis 2007.

## RÉSULTATS

Le résultat est l'installation d'une chaîne de traitement semi-automatique utilisant de l'imagerie SPOT-5 afin de réaliser des cartes mensuelles de localisation de l'activité minière illégale (Figure 2).

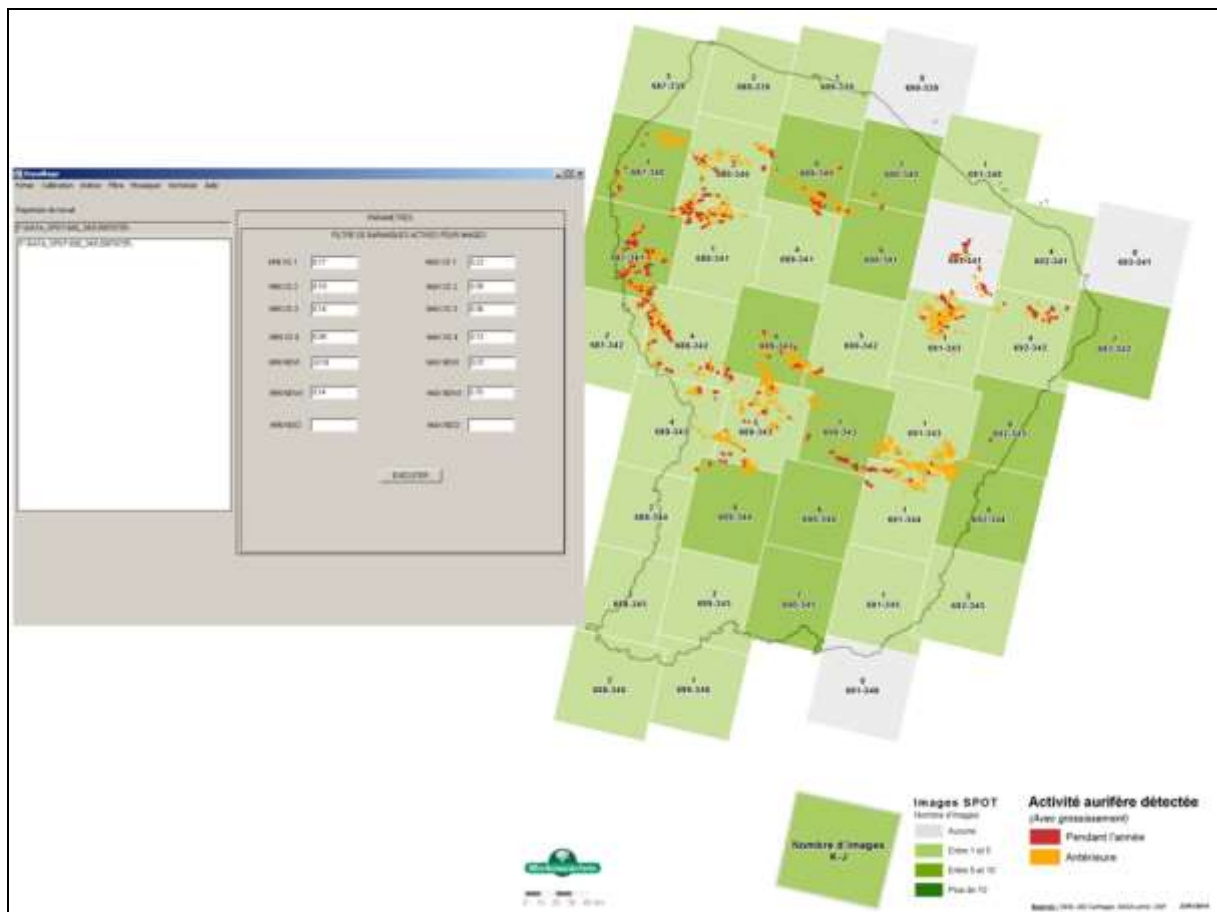


Figure 2 : A gauche est présenté l'interface utilisateur qui permet de traiter les données SPOT-5 issues de la station SEAS ; à droite une carte de bilan annuel de l'activité d'orpaillage en Guyane française, les dalles vertes indique les emplacements des acquisitions SPOT (plus le vert est intense plus il y a eu d'images traitées), en orange les sites d'orpaillages des années précédentes et en rouge les sites d'orpaillage détecté durant l'année.

Des opérations manuelles et de photo-interprétation sont toutefois nécessaires afin d'éliminer certaines erreurs comme les roches apparentes (figure 3).

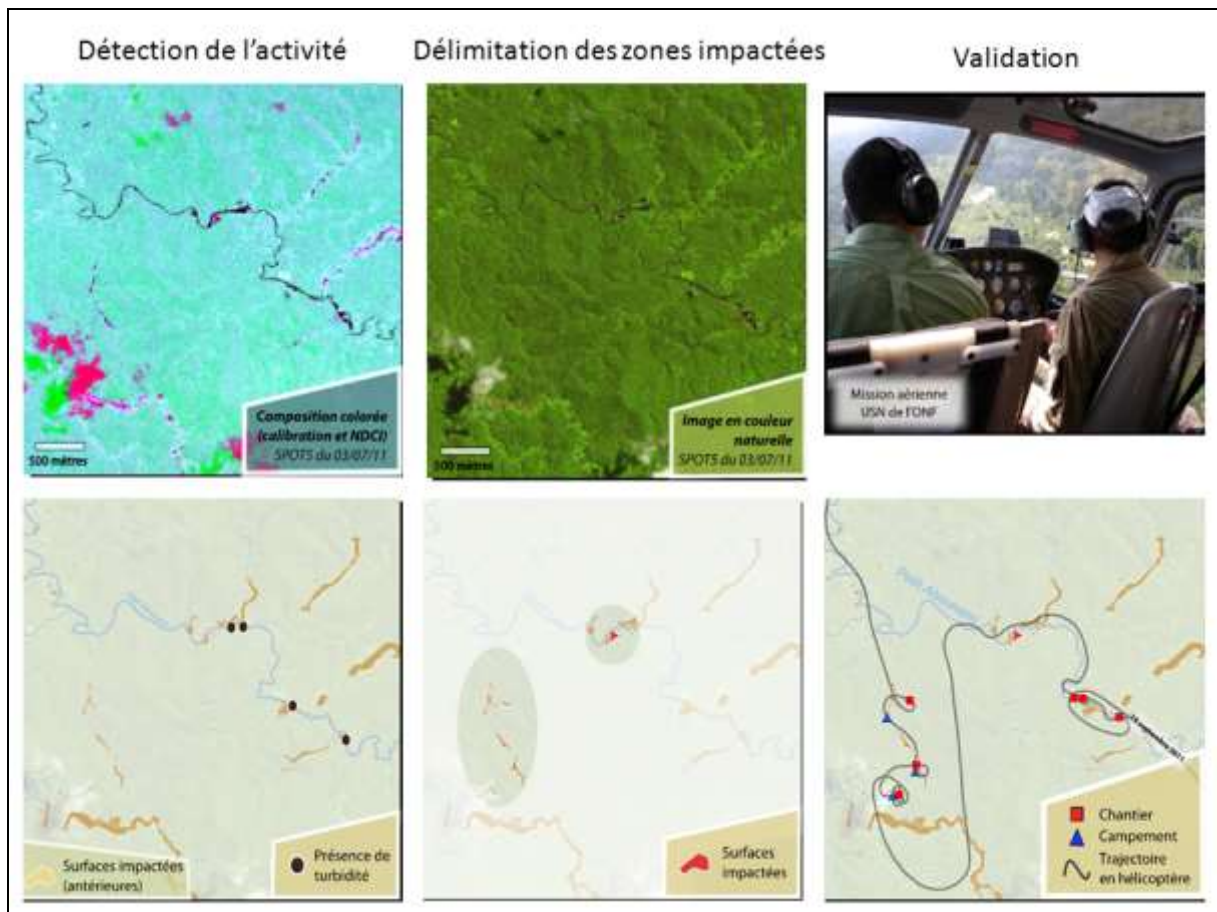


Figure 3 : mode opératoire développé en Guyane française : la première colonne illustre la détection automatique de la turbidité des cours d'eau impactés par l'orpaillage (en haut l'image brute, en bas le résultat); la seconde colonne montre le travail post-traitement par photo-interprétation qui permet de lever les erreurs et de délimiter les zones déforestées ; enfin la troisième colonne illustre le contrôle aérien effectué par l'ONF.

Cet outil est opérationnel en Guyane française sous le contrôle de la préfecture depuis 2008 et produit des informations spatiales et temporelles aux administrations en charge de la gestion du territoire afin de lutter efficacement contre l'orpaillage illégal. Actuellement ce sont 1374 images SPOT-5 qui ont été analysées. En produisant ces informations pratiquement en temps-réel, cet outil fournit une aide appréciable à la lutte au sol contre l'orpaillage illégal (Figure 4). Toutes les données spatialisées sont centralisées et chaque administration impliquée dans le projet a accès aux données.





*Figure 4 : à gauche sur une image SPOT a été détecté par le système une turbidité importante dans une rivière. Le système colorise en rouge les pixels identifiés comme turbides. La validation montre sur l'image centrale que cette turbidité est due à la confluence d'une rivière très polluée par l'orpaillage qui débouche dans la rivière principale qui n'est pas orpaillée. Le panache orange dans la rivière a bien été détecté par le système de surveillance. A droite une photo aérienne montre l'état d'un site d'orpaillage clandestin où les baranques actives sont très facilement détectables.*

## DISCUSSION

En 2007 a été créé une vaste aire protégée dans le sud de la Guyane française. Le Parc Amazonien de Guyane (PAG) couvre 3,4Mha avec 10.000 habitants localisés principalement sur les bords de rivière. Le PAG bénéficie de l'opérationnalité du système de surveillance et participe activement à la lutte contre l'orpaillage. Pour les populations locales (principalement des amérindiens) le danger vient de la turbidité de l'eau qui perturbe la pêche et augmente le taux de mercure dans la chaîne alimentaire. Le nombre de site d'orpaillage était de 110 à la fin de 2008 à l'intérieur du PAG. Ce nombre a été réduit à 52 en septembre 2011 grâce aux alertes et à l'intervention de la police. Malheureusement en mars 2013 ce nombre est passé à 103 soulignant les difficultés de l'efficacité de la lutte contre l'orpaillage dans les secteurs les plus inaccessibles.

Les techniques minières ont été adaptées par les mineurs illégaux pour éviter la détection par les survols aériens ou par satellite (Sébastien Allo, communication personnelle). Comme conséquence à ce phénomène on peut souligner que dorénavant la pratique est moins destructrice pour la forêt – moins d'arbre sont coupés – et probablement moins de polluant pour l'environnement car les sites souterrains sont maintenant choisis loin des cours d'eau. Ce qui est plutôt positif. Toutefois cela ne veut pas dire que le problème soit résolu et l'augmentation du nombre de sites miniers l'illustre bien. Parallèlement les hauts de rivière sont de plus en plus exploitées ce qui a des conséquences irrémédiables sur ces sites de haute biodiversité. La surveillance par télédétection spatiale doit être améliorée afin de faire face aux nouvelles techniques développées par les orpailleurs.

Le taux d'échange sur le marché international de l'or est le principal déterminant de la ruée vers l'or (Hammond *et al.*, 2008). Le prix de l'or encourage les populations pauvres à tenter leur chance pour échapper à leur sort. Dans ce contexte, l'orpaillage offre de très mauvaises conditions sociales et sanitaires qui laissent ouvertes les portes aux mafias et aux organisations esclavagistes. Comme ce problème apparait dans toutes les forêts tropicales il est important de développer et d'exporter ces techniques de surveillance à d'autres pays et ainsi promouvoir la coopération internationale afin de lutter plus efficacement contre ce fléau transfrontalier. Nous nous proposons de construire, sur la base de ce qui a été appris en Guyane française, une plateforme similaire au Cameroun. En se basant sur cette étude, un observatoire des activités minières au Cameroun pourrait être proposé et dans un second temps étendu à l'ensemble de l'Afrique Centrale. Afin d'améliorer l'aménagement du territoire la surveillance par télédétection peut aider les décideurs à réduire les impacts négatifs de l'orpaillage illégal envers la santé et les conditions de vie des populations mais aussi envers l'environnement.

#### REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier la station de réception SEAS de Cayenne qui a produit les images SPOT et permit l'opérationnalité du système depuis 2008.



## RÉFÉRENCES

Coppel, A., Gond, V. et Allo, S., 2008, Bilan de l'impact de l'orpaillage en Guyane : une étude fondamentale, *Rendez-vous Techniques de l'ONF*, **20** : 3-9.

Gond, V., Bluteau, J., Kotchi, S-O., Bafetégué-Koné, B. et Linarès, S., 2009, La géomatique, outil de surveillance de l'orpaillage clandestin en Guyane française, *Canadian Journal of Latin American and Caribbean Studies*, **34** (68): 177-193.

Gond, V. et Brognoli, C., 2005, Localisation et identification des sites d'orpaillage en Guyane française, *Bois et forêts des tropiques*, 286: 5 - 13.

Hammond, D., Gond, V., de Thoisy, B., de Dijn, B. and Forget, P.M., 2007, Causes and consequences of a tropical gold rush in the Guiana Shield, *Ambio*, 36 (8) : 661-670

Joubert, P., Linarès, S. et Gond, V., 2008, Face à la ruée vers l'or en Guyane : un observatoire de l'activité minière, *Rendez-vous Techniques de l'ONF*, 20 : 10-14.

Linarès, S., Joubert, P. et Gond, V., 2008, Contre l'orpaillage clandestin : la télédétection, *Espaces Naturels*, 23 : 32-33.

Megevand *et al.*, 2013, Deforestation trends in the Cong Basin: reconciling Economic growth and forest protection, *Directions in development*, World Bank Inst., 1818 H. ST. NW. Washington, USA, 158 pages.

Mercer, D., 2011, Challenges facing development within the agri-food sector of sub-saharan Africa, In. 11<sup>th</sup> International Congress of Engineering and food (ICEF11), *Procedia Food Science*, Athens, Greece, pp 1861-1866.

Ncube 2012

Peterson, G., and Heemskerk, M., 2001, Deforestation and forest regeneration following small-scale gold mining in the Amazon: the case of Suriname, *Environmental Conservation*, 28: 117-126.