

BRGM/RP-54592-FR  
Mars 2006

# Projet DYNTOR Relevés topographiques et photogrammétriques sur la ravine des Patates à Durand – Limites d'utilisation et méthodologie d'exploitation des données

Rapport final

BRGM/RP-54592-FR  
Mars 2006

V. Mardhel, J. Bonnier

Avec la collaboration V. Petit

## Vérificateur :

Nom : P. Lachassagne

Date : 01/01/2006

Original signé par P. Lachassagne

## Approbateur :

Nom : Ph. Roubichou

Date : 01/01/2006

Original signé par Ph. Roubichou

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.

**Mots clés :** Île de La Réunion, photogrammétrie, profils topographiques, méthodologie, ravine des Patates à Durand

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Mardhel V., Bonnier J., avec la collaboration de Petit V. (2006) – Projet DYNTOR. Relevés photogrammétriques et topographiques sur la ravine des Patates à Durand ; Limites d'utilisation et méthodologie d'exploitation des données. Rapport BRGM/RP-54592-FR, 33 p., 11 fig., 1 tab.

© BRGM, 2006, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## Synthèse

Dans le cadre du programme de recherche sur l'érosion, le transport solide et la dynamique torrentielle des rivières de La Réunion (projet DYNTOR), le BRGM a travaillé sur l'exploitation des données topographiques les plus couramment utilisées (plan de géomètre, profils en travers et en long, photogrammétrie). Ce programme est financé par la Région Réunion, le Département de La Réunion et du BRGM sur sa dotation de recherche

Dans le cadre de sa mission, la DDE procède depuis plusieurs années à des levés topographiques (profils en long et/ou en travers) sur des lits de cours d'eau comme ceux de la Ravine des Patates à Durand, de la Rivière des Remparts et de la Rivière des Galets. Depuis peu, la DDE procède aussi à des relevés photogrammétriques du lit de certains cours d'eau comme image à un instant donné (état initial). Ces données ne sont cependant pas exploitées de manière systématique. Dans le cadre de l'année 2 du projet Dyntor, le BRGM a complété les données disponibles par deux photogrammétries sur la Ravine des Patates à Durand et évalué les informations et interprétations qu'il était possible d'exploiter des données topographiques les plus couramment utilisées (plan de géomètre, profils en travers et en long, photogrammétrie).

L'objectif de cette étude, basée sur les données disponibles sur le lit de la ravine des Patates à Durand, est d'établir une méthodologie pour le calcul de volumes, ou de leur variation dans le lit des rivières.

Les documents topographiques disponibles sur le secteur de la ravine des Patates à Durand sont :

- 2 plans topographiques datés du 12 décembre 1991 et de juillet 1992 ;
- 2 restitutions photogrammétriques au 1/1000<sup>ème</sup> datées de janvier 2005 et d'octobre 2005 financés par le projet Dyntor.

Ces documents ont permis :

- d'estimer la précision des photogrammétries réalisées par le cabinet de géomètre GUIDOI. Il ressort de cette étude que la précision de la méthode est de l'ordre du demi-mètre et qu'il est capital que le semis de points du modèle numérique de terrain réalisé à partir des photogrammétries soient le même d'une campagne à l'autre et le plus dense possible ;
- d'observer les évolutions de la topographie entre 1992 et 2005 au niveau de la fosse à sédiment. Deux zones se détachent de la comparaison entre 1992 et 2005. Depuis l'entrée du canal bétonné et sur une distance de 150 m vers l'amont, les variations de niveaux ont peu évoluées et sont comprises entre 0 et

.5 m. Au sud de cette zone, sur une distance de 150 m vers l'amont, un seuil de 2 m à plus de 4 m de haut, présent sur le plan en 1992, a été arasé depuis. Sa présence était liée aux anciennes extractions dans la fosse. Aujourd'hui, les crues ont égalisé le profil en long de la ravine.

- d'élaborer des profils en long et/ou en travers à partir des photogrammétries et de montrer des variations d'altitude avec des profils topographiques anciens. Il a donc été montré qu'il était possible de comparer d'anciens profils avec des plans photogrammétriques.

## Sommaire

<b>1. Objet de l'étude .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Méthodologie d'exploitation des données topographiques disponibles sur le lit de la ravine des Patates à Durand .....</b>	<b>9</b>
2.1. DONNEES TOPOGRAPHIQUES DISPONIBLES .....	9
2.2. METHODOLOGIE D'ETUDE .....	9
2.2.1. Numérisation des données de références .....	10
2.2.2. Définition de l'aire de référence de la fosse à sédiment.....	10
<b>3. Comparaison entre les données topographiques existantes et réalisation de profils en long .....</b>	<b>13</b>
3.1. COMPARAISON ENTRE JANVIER ET OCTOBRE 2005.....	15
3.2. COMPARAISON ENTRE 1992 ET JANVIER 2005 .....	16
3.3. COMPARAISON ENTRE 1992 ET OCTOBRE 2005.....	18
<b>4. Définition des profils en long et en travers .....</b>	<b>19</b>
4.1. PROFIL EN LONG DU TALWEG AU DROIT DE LA FOSSE .....	19
4.2. PROFILS EN TRAVERS .....	22
<b>5. Conclusions .....</b>	<b>27</b>
<b>6. Bibliographie .....</b>	<b>28</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 : Différences d'altitudes entre les photogrammétries réalisées en janvier et octobre 2005 .....	11
Illustration 2 : Limite de l'aire d'investigation pour la comparaison des données .....	12
Illustration 3 : Ecarts d'altitudes entre les points voisins des photogrammétries de janvier et octobre 2005.....	14
Illustration 4 : Vue rapprochée des écarts entre les altitudes de janvier et octobre 2005 .....	15
Illustration 5 : Zonage des écarts d'altitudes observés entre janvoer et octobre 2005.....	16

Illustration 6 : Zonage des écarts d'altitudes entre 1992 et janvier 2005 .....	17
Illustration 7 : Profil en long du thalweg au droit de la fosse en 1992 .....	19
Illustration 8 : Comparaison des profils en long en 1992 et 2005 .....	20
Illustration 9 : Profil en long du thalweg principal en janvier et octobre 2005 .....	21
Illustration 10 : Localisation des profils en travers.....	22
Illustration 11 : Profils en travers réalisés d'après les données topographiques de 1992 (bleu), janvier 2005 (noir) et octobre 2005 (rouge).....	26

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Variation de volume dans la fosse entre 1992 et 2005 .....	18
--	----

## 1. Objet de l'étude

Les transports solides par charriage de fond sont très difficiles à mesurer. La variation du stock de matériaux d'un bief du cours d'eau pendant un laps de temps donné (entre  $t_1$  et  $t_2$ ) peut être approché par différence de plans topographiques établis aux temps  $t_1$  et  $t_2$ . Ces données topographiques peuvent être:

- des profils en long et/ou en travers dans le bief du cours d'eau ;
- des plans topographiques levés par topographie classique ;
- des plans photogrammétriques établis à partir de photos aériennes.

Ces différences de volume sont représentatives de la variation du stock de matériaux dans le lit de la rivière entre les temps  $t_1$  et  $t_2$ . La comparaison entre ces mesures topographiques permet aussi de montrer l'évolution des profils en long des cours d'eau montrant ainsi si on est en phase de sédimentation (ou engrangement) ou de creusement.

La DDE procède depuis plusieurs années à des levés topographiques (profils en long et/ou en travers) sur certains lits de cours d'eau comme ceux de la Rivière des Remparts et de la Rivière des Galets. Depuis peu, la DDE procède à des relevés photogrammétriques du lit de certains cours d'eau comme image à un instant donné (état "initial"). De nouveaux relevés seront effectués après une phase de crue avec transferts importants de granulats. Dans le cadre du projet Dyntor, des plans photogrammétriques complémentaires ont été réalisés sur la Ravine de Patates à Durand en janvier et en octobre 2005.

Ces mesures topographiques ne sont actuellement pas exploitées de façon systématique. La présente étude, basée sur l'exploitation des données disponibles sur le lit de la ravine des Patates à Durand, présente donc un caractère méthodologique en montrant comment ces données peuvent être exploitées.



## 2. Méthodologie d'exploitation des données topographiques disponibles sur le lit de la ravine des Patates à Durand

### 2.1. DONNEES TOPOGRAPHIQUES DISPONIBLES

Les documents topographiques disponibles sur le secteur de la ravine des Patates à Durand sont :

- un plan coté établi du 12 au 13 décembre 1991 par le Cabinet J.C. Mechy ;
- un plan daté de juillet 1992 qui était joint à l'arrêté portant réglementation des extractions de matériaux dans le lit de la Ravine des Patates à Durand établi par la DDE - Service de l'aménagement et de l'urbanisme. Ce plan reprend celui établi par le Cabinet Méchy en retracant des limites étendues au Sud pour la fosse de stockage ;
- une restitution photogrammétrique au 1/1000<sup>ème</sup> d'après une prise de vues aériennes de janvier 2005. Ce plan établi par le Cabinet GUID-OI (Référence GUID-OI 2004-032) concerne la fosse de stockage de la Ravine des Patates à Durand sur 1,3 km en amont du début du canal bétonné ;
- une restitution photogrammétrique au 1/1000<sup>ème</sup> d'après une prise de vues aériennes d'octobre 2005 (12/10/05). Ce plan établi par le Cabinet GUID-OI (Référence GUID-OI 2005-036) concerne la fosse de stockage et le lit de la Ravine des Patates à Durand 4,5 km en amont du début du canal bétonné.

### 2.2. METHODOLOGIE D'ETUDE

L'exploitation de ces documents a été effectuée en trois temps :

- la précision de la méthode a été estimée par la comparaison entre les restitutions photogrammétriques de janvier et octobre 2005 établies par le même opérateur et par la même méthode. L'absence d'événement hydrologique important susceptible d'entraîner des charriages de fond significatifs entre ces deux dates a permis d'associer les différences observées à l'acquisition des données ;
- les restitutions de janvier et octobre 2005 ont successivement été comparées avec le plan topographique numérisé réalisé par le cabinet Mechy en décembre 1992. Le plan de 1992 illustre l'état de la fosse tel qu'il avait été conçu à l'origine. Ces comparaisons ont permis d'observer les évolutions de la topographie dans le temps ;
- l'élaboration de profils en long et/ou en travers à partir des différents plans photogrammétriques et topographiques.

Tous ces traitements ont demandé une numérisation des données de référence.

## 2.2.1. Numérisation des données de références

Le plan topographique fournit au format papier par le cabinet Mechy représente la fosse de stockage au 1/500<sup>ème</sup>. Il a été établi en 1992 et publié par la DDE, service de l'Aménagement et de l'Urbanisme : cellule Eau et Assainissement. Sur ce document, sont portés des points cotés. Ils composent le premier semis de point altimétrique exploité. Après avoir géoréférencé la carte, chacun des points mentionnés a été numérisé et la valeur de l'élévation altimétrique lue sur le document papier associée au point. Ainsi, **318** points ont été définis, les lignes de rupture de pentes ont également été reprises de ce plan pour générer un modèle tridimensionnel de la fosse en 1992.

Les levés photogrammétriques réalisés en janvier et en octobre 2005 par le cabinet GUIDOI ont été fournis au format AutoCad (.dwg). Deux niveaux d'informations ont été extraits de ces fichiers :

- un niveau d'information de type polyline. Il contient l'interprétation altimétrique faite de la photogrammétrie par le bureau d'étude en charge de cette opération. Ce résultat se présente sous la forme d'isohypses au pas d'espacement métrique (les lignes retenues sont celles identifiées comme TN\_CN\_01\_00, TN\_CN\_05\_00 et TN\_CN\_10\_00) ;
- un niveau d'information de type points. Il contient les données ponctuelles établies par la méthode d'acquisition de mesures du bureau d'étude. Ce document se présente sous la forme d'un semis de points auxquels est associé une cote altimétrique.

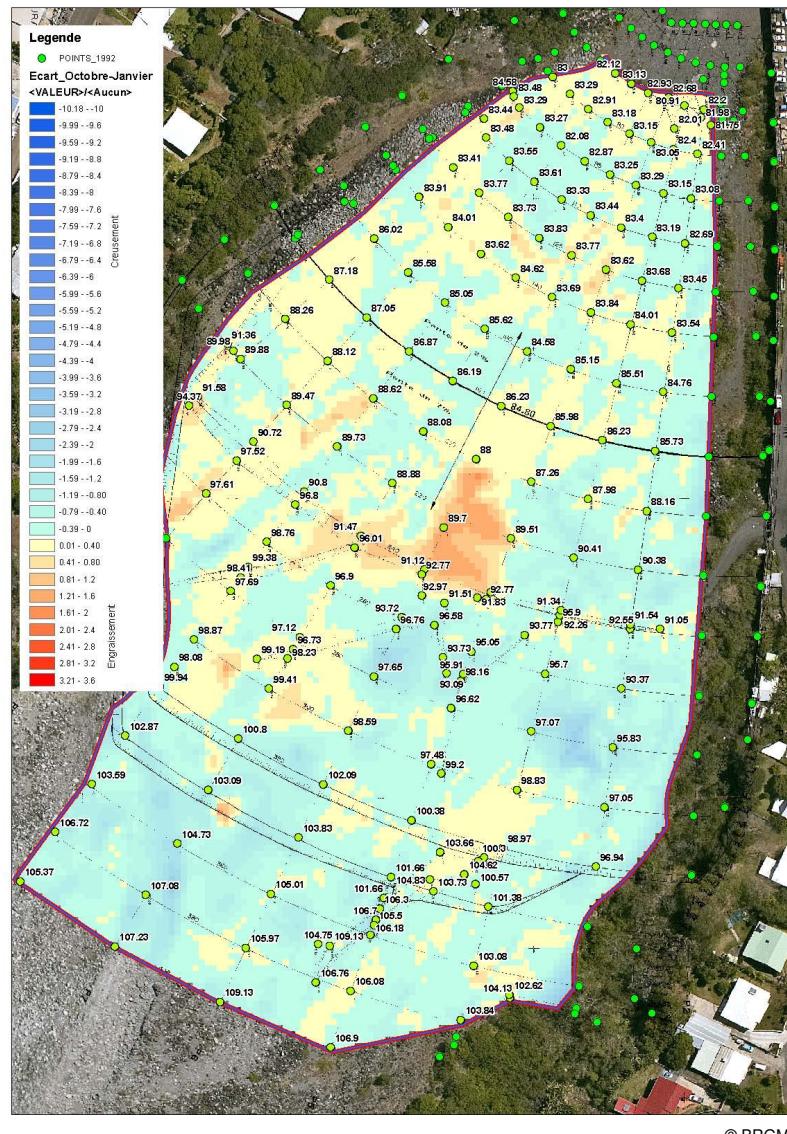
Ces deux documents ont été utilisés pour composer le modèle tridimensionnel de la fosse à sédiment. (Fichier TIN). Ce format vecteur, basé sur un réseau irrégulier de triangles (RIT en français ou TIN en anglais), est très connu et de plus en plus utilisé pour modéliser le terrain. Les TIN permettent de représenter la surface topographique par une succession de facettes triangulaires adjacentes, de formes et de tailles variables construites à partir d'un nuage de points (correspondant généralement au jeu de points de référence). Ce format permet l'introduction des lignes caractéristiques de la topographie dans les données d'entrée. Dans ce cas, les triangles s'appuient sur ces lignes et aucune face ne coupe de ligne caractéristique. De ce fait, les crêtes et les talwegs sont bien représentés et, contrairement au format raster, le phénomène de lissage du terrain ne se produit pas. Il n'y a donc pas de biais sur l'altitude.

## 2.2.2. Définition de l'aire de référence de la fosse à sédiment

L'aire de référence a été définie par la recherche de la plus grande surface partagée par les trois documents décrivant une élévation altimétrique (1992, 01/2005 et 10/2005). **Elle constitue le domaine spatial au sein duquel les écarts de mesures sont supposés valides et donc comparables.**

L'illustration 1 montre, après un calcul différentiel entre les deux fichiers altimétriques de janvier et octobre 2005, que les zones où les écarts sont les plus importants (en rouge sur l'illustration) se localisent sur les bordures de la zone d'étude. Le phénomène de transport solide intéresse le lit mineur des cours d'eau. Dans l'optique de suivre l'évolution de la morphologie du lit vis-à-vis de ce phénomène, le BRGM a demandé au cabinet GUIDOI une restitution du lit mineur du cours d'eau sans prendre en compte les remparts. Les valeurs d'altitudes affectées aux bordures ne sont donc pas réelles, mais des valeurs fictives qui ont permis un rendu 3D plus réaliste. De plus, les valeurs affectées aux remparts en janvier et en octobre 2005 ne sont pas identiques. Pour cette raison, des différences s'observent à ce

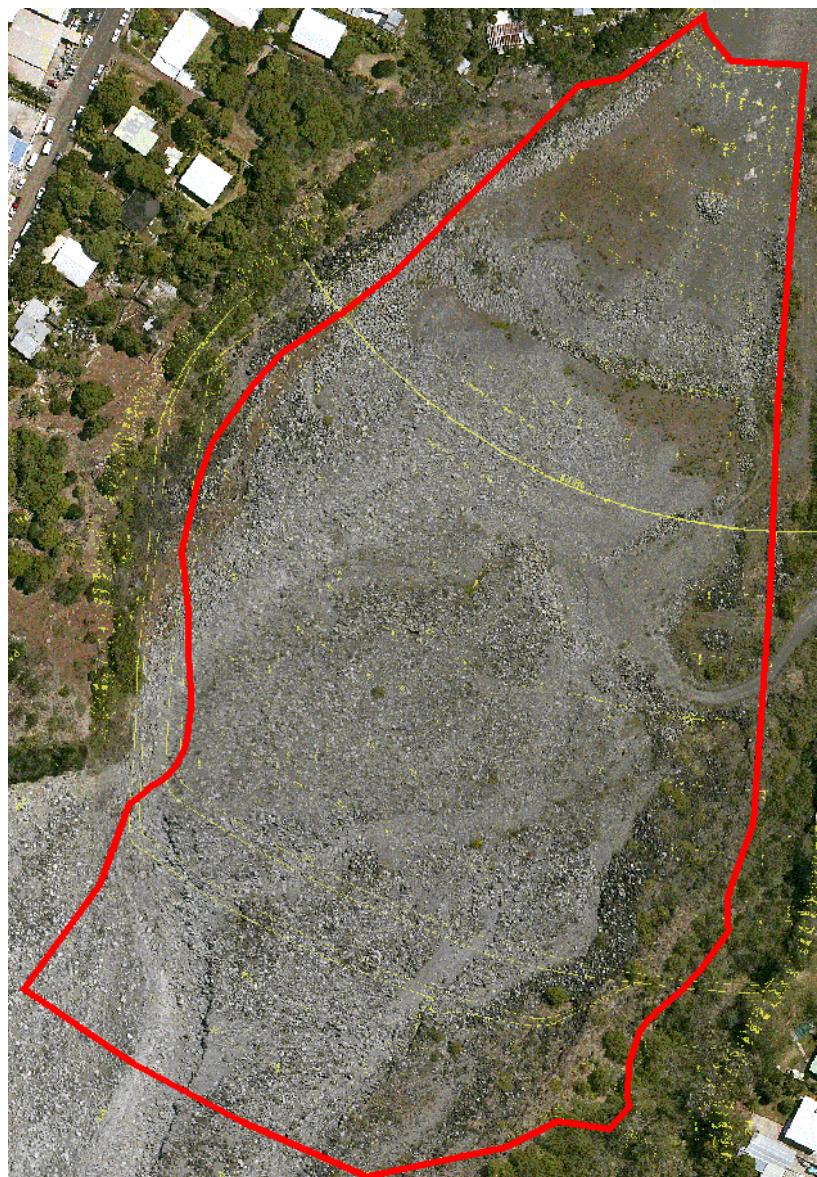
niveau entre les deux dates. En bordure de la zone d'étude, les écarts observés ne constituent donc pas une référence altimétrique des remparts de la ravine des Patates à Durand.



*Illustration 1 : Différences d'altitudes entre les photogrammétries réalisées en janvier et octobre 2005*

La zone de référence (aire d'investigation) a donc été définie en tenant compte des écarts visibles sur les bordures de la zone d'étude.

Cette aire est représentée sur l'illustration 2. Elle s'appuie sur le seuil à l'exutoire de la fosse à sédiment, remonte à la limite de la zone décrite en 1992 et s'appuie latéralement sur une bande de terrain située à 10 mètres des limites est et ouest de la fosse.



*Illustration 2 : Limite de l'aire d'investigation pour la comparaison des données*

© BRGM

### 3. Comparaison entre les données topographiques existantes et réalisation de profils en long

Signalons tout d'abord que ces plans sont séparés par une longue période de 13 ans entre décembre 1991 et octobre 2005. Pendant ce laps de temps la topographie des dépôts a été modifiée :

- par les crues importantes susceptibles d'entraîner les matériaux ;
- par les extractions autorisées dans la fosse à sédiment.

Le plan de décembre 1991 a été numérisé puis géoréférencé et complété manuellement pour les cotes illisibles par celle du plan DDE de juillet 1992. L'illustration 3 donne la comparaison entre les cotes nivélées en décembre 1991 et celles déduites de la photogrammétrie d'octobre 2005. On a représenté sur ce plan, pour chaque point :

- les cotes de décembre 1991 en rouge ;
- les cotes d'octobre 2005 en bleu ;
- la différence entre la cote d'octobre 2005 et celle de décembre 1991 représentée par un cercle dont le diamètre est d'autant plus grand que cette différence est grande et dont la couleur de remplissage varie entre le rouge pour les écarts négatifs (approfondissement) minimum et le bleu pour les écarts positifs (remblaiement) maximum.

Le calcul des écarts a été réalisé à partir des modèles numériques de terrain cités ci-dessus. Le calcul s'est effectué avec le logiciel ArcGIS<sup>©</sup> doté des extensions ESRI\_SpatialAnalyst<sup>©</sup> et ESRI\_3DAnalyst<sup>©</sup>

Les illustrations 3 et 4 donnent les écarts entre respectivement les cotes de janvier 2005 et décembre 1991 et les écarts entre les cotes d'octobre 2005 et de décembre 1991.

On constate que globalement les cotes d'octobre 2005 sont :

- voisines ou très légèrement inférieures (écarts généralement compris entre 0 et -1,0 m) à celles de décembre 1991 dans la partie aval de la fosse jusqu'à 160 m environ de l'entrée du canal ;
- supérieures (écarts généralement compris entre 1 et 10 m) dans la partie de la fosse située en amont à plus de 160 m de l'entrée du canal.

Les profils en long effectués selon des directions NE - SW montre bien ce phénomène (illustrations 7, 8 et 9).

Le calcul des profils est le résultat d'une exploitation directe des fonctionnalités d'ArcGIS doté des extensions 3D et spatialAnalyst. Chaque profil a été tracé en deux dimensions sur le fond géographique établi pour l'étude en cours. Les profils ont ensuite été élevés sur les modèles TIN établis en 1992, 01/2005 et 10/2005. Le pas d'échantillonnage horizontal a

été fixé à 1 mètre ; la précision verticale est directement liée à celle du modèle numérique utilisé en référence.

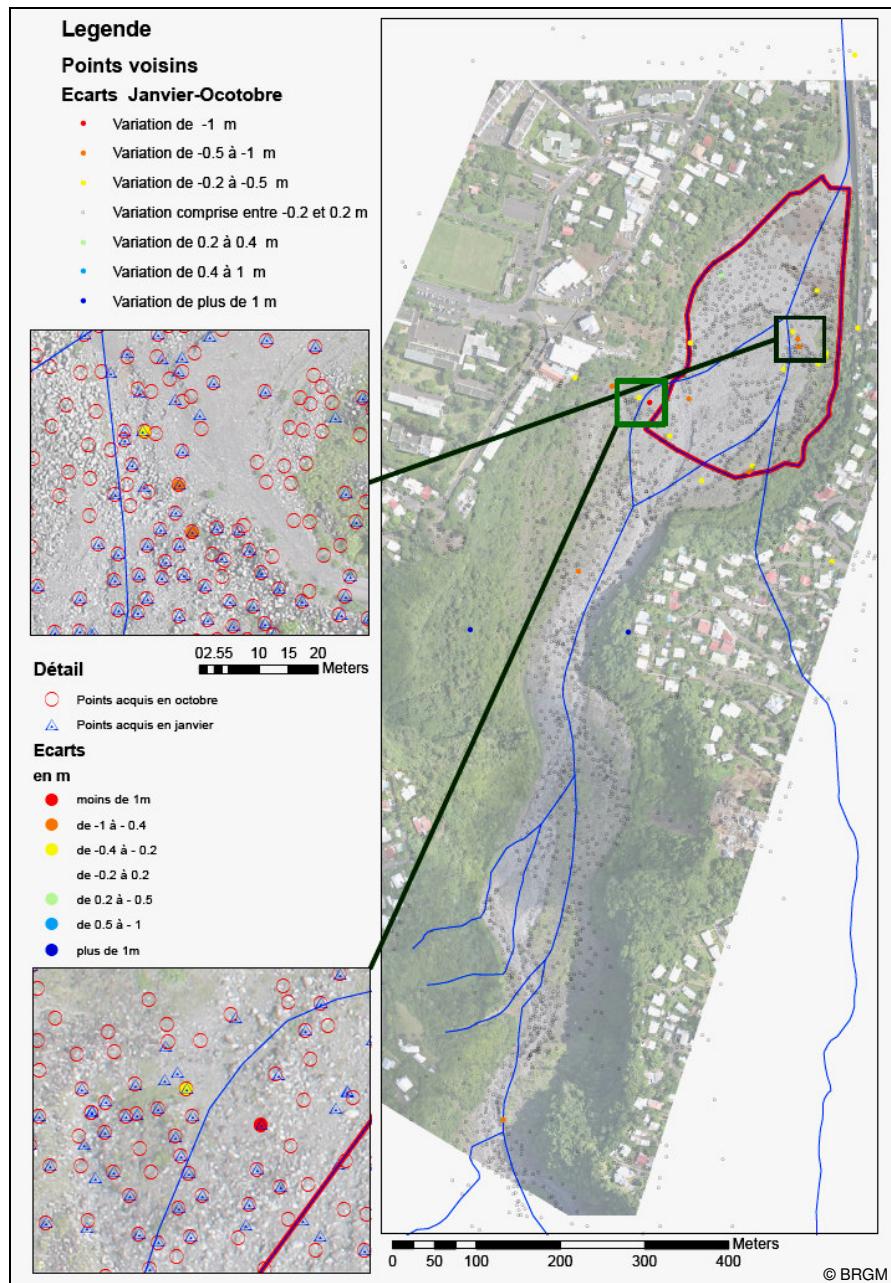
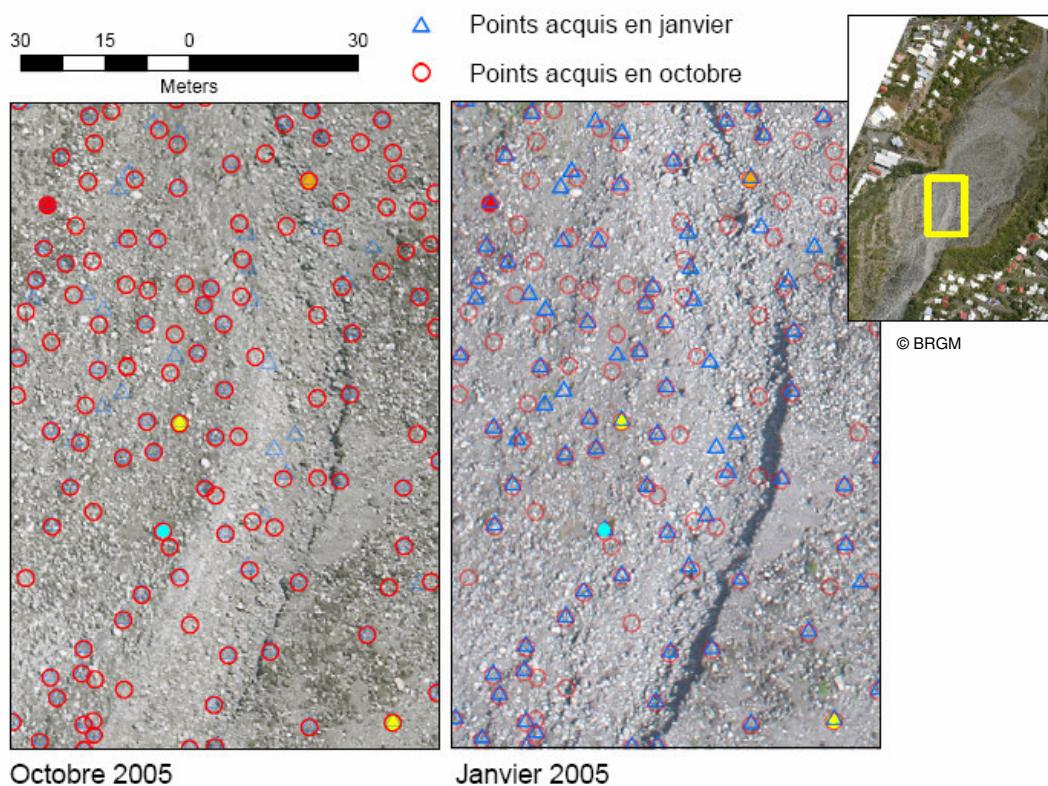


Illustration 3 : Ecarts d'altitudes entre les points voisins des photogrammétries de janvier et octobre 2005



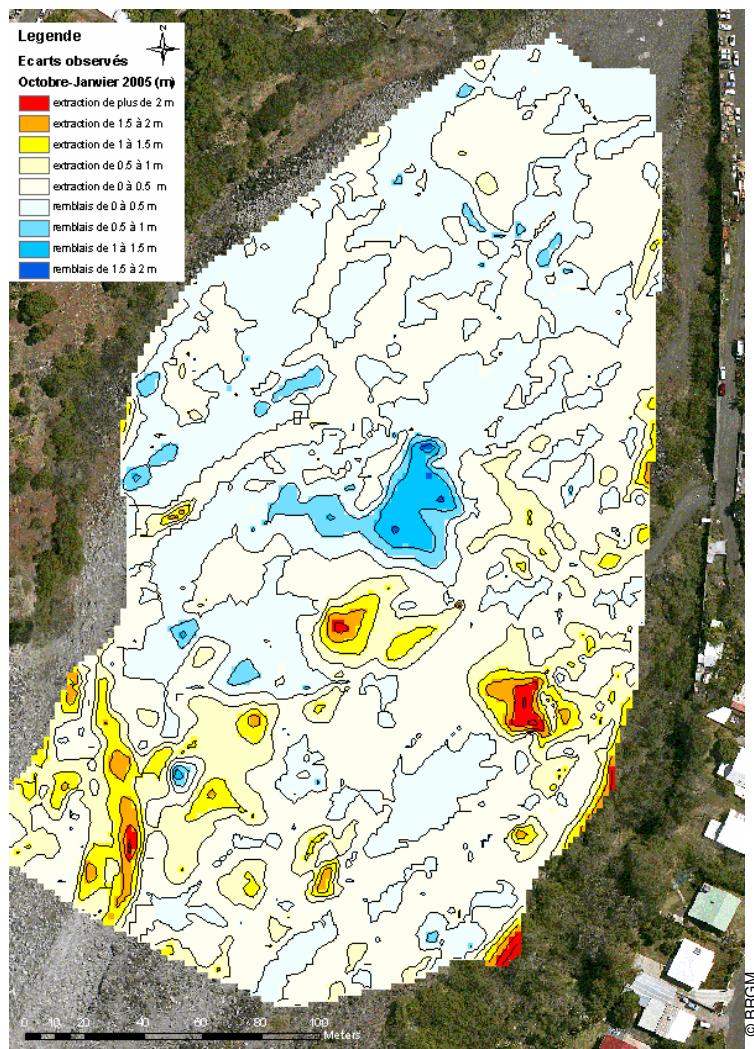
*Illustration 4 : Vue rapprochée des écarts entre les altitudes de janvier et octobre 2005*

### 3.1. COMPARAISON ENTRE JANVIER ET OCTOBRE 2005

L'objectif de cette comparaison est d'évaluer la précision des relevés réalisés. En effet, les prises de vues aériennes ont été faites en janvier et en octobre 2005. Entre ces dates, aucun événement hydrologique et aucune extraction dans la fosse à sédiment n'ont modifié le lit de la ravine des Patates à Durand. Les écarts observés entre les deux photogrammétries ne peuvent donc être dus qu'à la méthodologie employée.

L'illustration 5 montre les écarts observés entre les deux photogrammétries. En premier lieu, il n'apparaît pas de zonage particulier de la surface d'étude. Les différences observées sont d'ordre demi-métrique. Compte tenu de l'échelle du rendu ( $1/1000^{\text{ème}}$ ), ces écarts sont en accord avec la précision de la méthode utilisée. Il existe cependant quelques variations plus conséquentes des altitudes mesurées. Elles s'expliquent par une modification du nombre de points de référence, entre octobre 2005 et janvier 2005 : le semis de point utilisé en octobre est plus dense que celui utilisé en janvier. Par conséquent, des zones géographiques identiques ont été interpolées en janvier, alors qu'elles ont été mesurées en octobre.

Il est donc indispensable de conserver un semis de point identique entre deux campagnes photogrammétriques ; la densité de points de points doit être suffisante dès la première campagne



*Illustration 5 : Zonage des écarts d'altitudes observés entre janvoer et octobre 2005*

### 3.2. COMPARAISON ENTRE 1992 ET JANVIER 2005

L'illustration 6 montre que deux zones se détachent nettement de cette comparaison. Au nord d'une ligne symbolisée en rouge sur l'illustration, les variations de niveaux sont faibles. Au sud, un seuil de 2 m à plus de 4 m de haut, présent sur le plan de 1992, semble avoir été arasé en janvier 2005. Dans cette partie et seulement au droit du cours d'eau, les écarts entre 1992 et 2005 sont restés minimes.

Sur l'illustration 7, les deux profils tracés montrent le seuil existant en 1992.

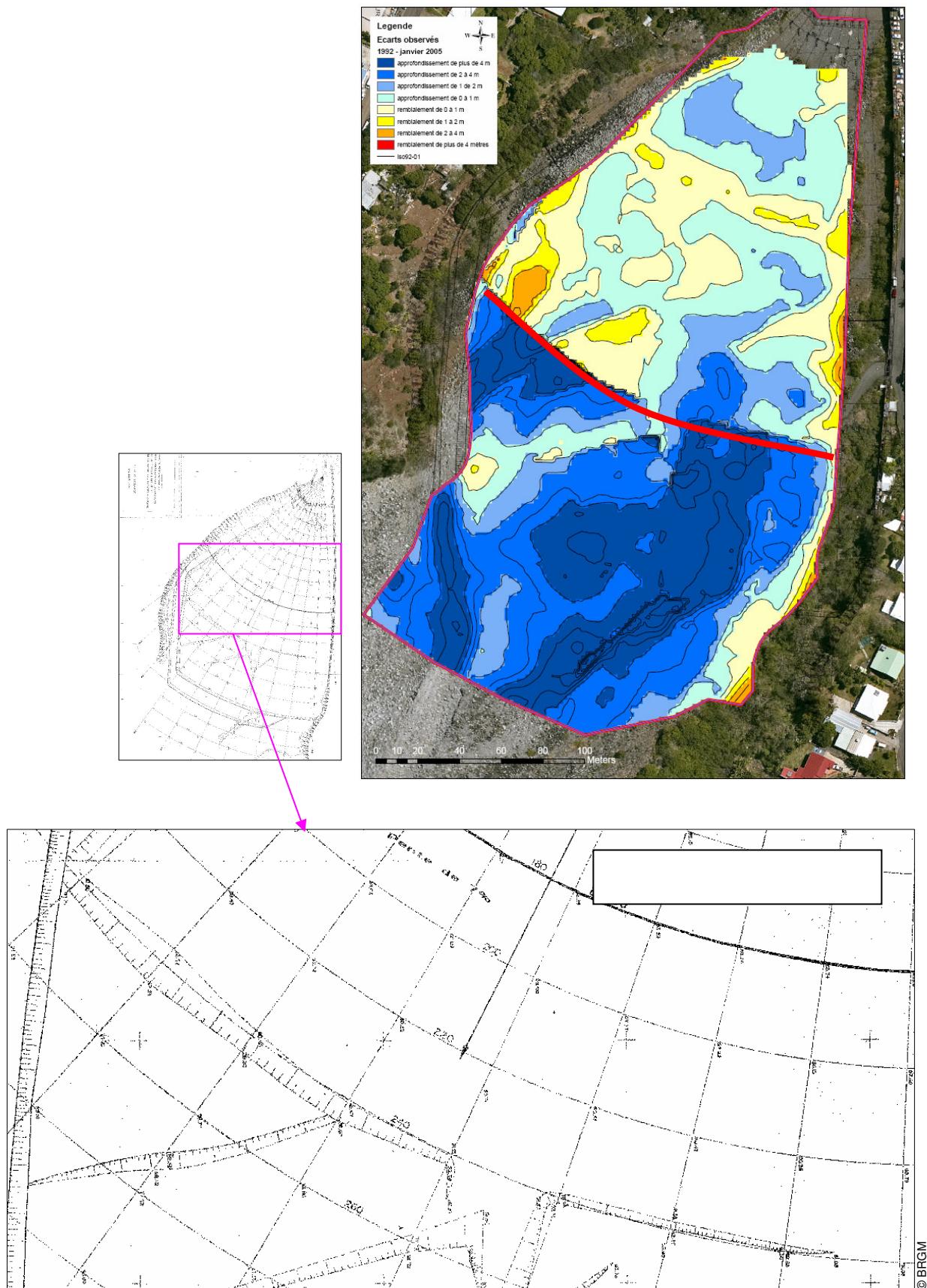


Illustration 6 : Zonage des écarts d'altitudes entre 1992 et janvier 2005

### 3.3. COMPARAISON ENTRE 1992 ET OCTOBRE 2005

Comme cela a été montré par la comparaison entre le plan topographique de 1992 et la photogrammétrie de janvier 2005, deux zones se détachent de cette comparaison. Au nord d'une ligne symbolisée en rouge sur l'illustration 6, les variations de niveaux sont faibles, au sud, plus fortes.

La comparaison des volumes totaux déplacés dans les parties situées au nord et au sud de ce seuil montre pour les deux périodes janvier et octobre 2005 des variations de volumes similaires. Les écarts observés semblent davantage être imputables aux artéfacts de constitution des modèles tridimensionnels (nombre de points initiaux, méthode d'interpolation des isolignes) qu'à de réelles variations d'altitude.

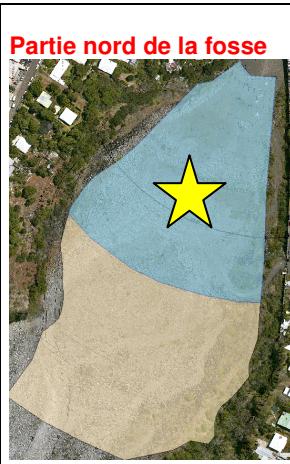
		<b>Partie sud de la fosse</b>	 <b>Partie nord de la fosse</b>
<b>En janvier 2005, comparée à 1992</b>	-24 300 m <sup>3</sup> extraits	-1 300 m <sup>3</sup> extraits	
<b>En octobre 2005, comparée à 1992</b>	- 22 200 m <sup>3</sup> extraits	- 1 300 m <sup>3</sup> extraits	
<b>SURFACE</b>	<b>26 000 m<sup>2</sup></b>	<b>21 500 m<sup>2</sup></b>	

Tableau 1 : Variation de volume dans la fosse entre 1992 et 2005

La comparaison des deux périodes 2005 avec le plan de 1992 montre l'impact de l'arrêt des extractions avec la disparition du seuil limitant la carrière.

L'importance de cette modification de profil de la fosse masque toute analyse qui pourrait être faite sur des zones de dépôt ou reprise de matériaux, associées à une activité naturelle du cours d'eau.

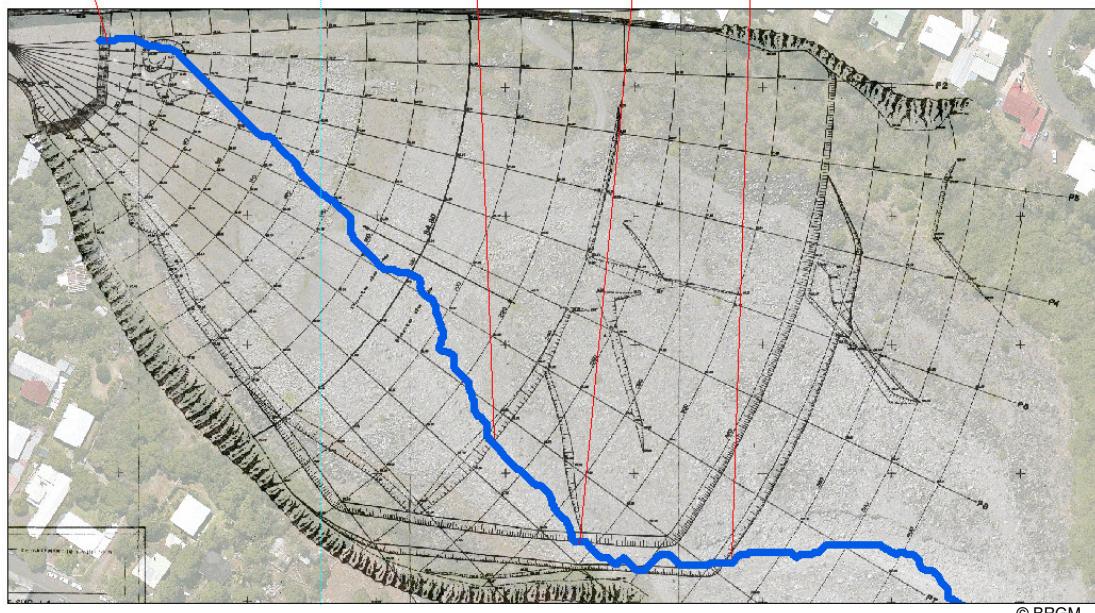
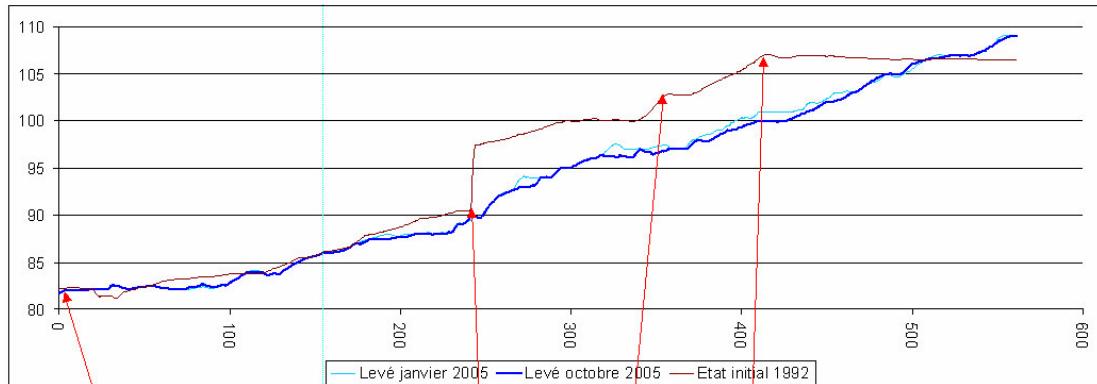
## 4. Définition des profils en long et en travers

Les profils en long ont été tracés en suivant l'axe longitudinal passant par le lit mineur visible sur la photogrammétrie d'octobre 2005.

Celui-ci est présenté sur l'illustration suivante. Il représente une longueur de 715 mètres jusqu'au seuil de la fosse à sédiment.

### 4.1. PROFIL EN LONG DU TALWEG AU DROIT DE LA FOSSE

La comparaison des levées 1992 et 2005, ne peut être effectuée que sur les 550 premiers mètres du profil, au delà de cette distance, le modèle de 1992 n'est pas exploitable.



© BRGM

Illustration 7 : Profil en long du thalweg au droit de la fosse en 1992

La comparaison des deux périodes 2005 avec le plan de 1992 montre l'importance de l'activité d'extraction citée au chapitre précédent dans la partie amont de la fosse. Le seuil cité précédemment à mi hauteur de la zone d'étude est nettement visible sur ce profil. La fosse dans sa configuration actuelle, ne retrouve l'altitude de son profil de 1992 qu'à environ 520 m du seuil. Seul signe de la présence antérieure de ce seuil, la pente moyenne du profil de la rivière passe de 2 et 4 % à 6%.

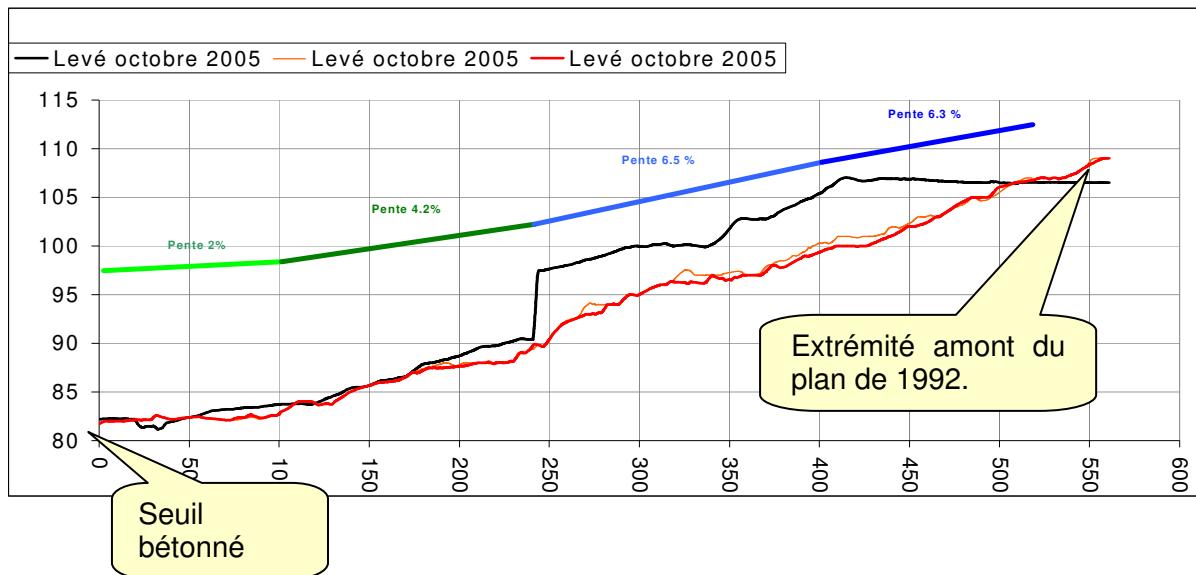


Illustration 8 : Comparaison des profils en long en 1992 et 2005

Au-delà de l'extension de la fosse levée en 1992, les données photogrammétriques de janvier et octobre 2005 permettent de réaliser un profil en long comparé du talweg sur une longueur de 1600 mètres.

Ce profil en long montre à nouveau qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux relevés topographiques de janvier et octobre 2005. Une anomalie de 10 m d'altitude est visible vers la distance 541 m : elle correspond vraisemblablement à un artefact de la restitution photogrammétrique. Le thalweg principal présente une pente moyenne régulière de 6,30 %.

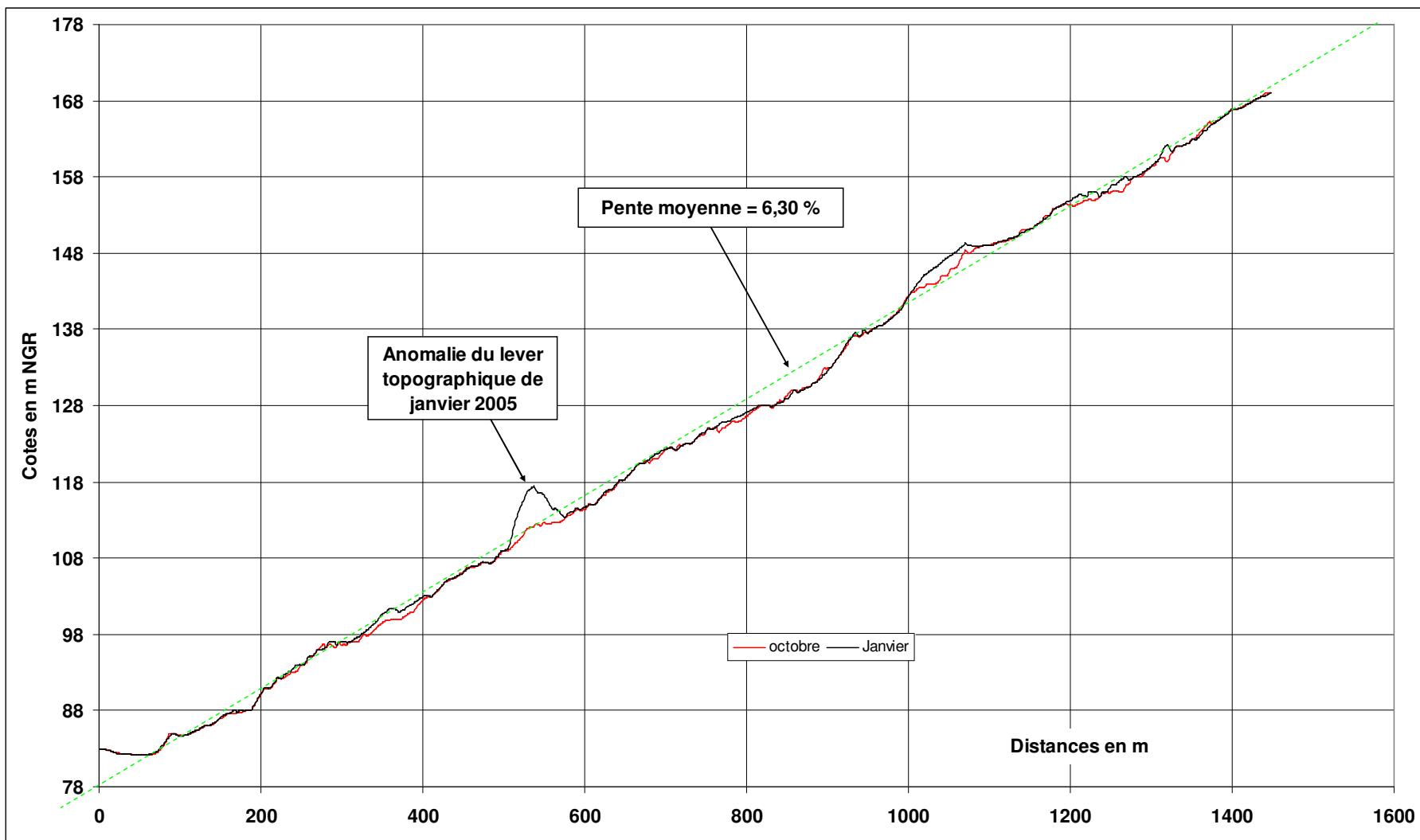


Illustration 9 : Profil en long du thalweg principal en janvier et octobre 2005

## 4.2. PROFILS EN TRAVERS

Des profils en travers ont également été effectués automatiquement avec Arcview. L'illustration 10 donne la localisation de ces profils.

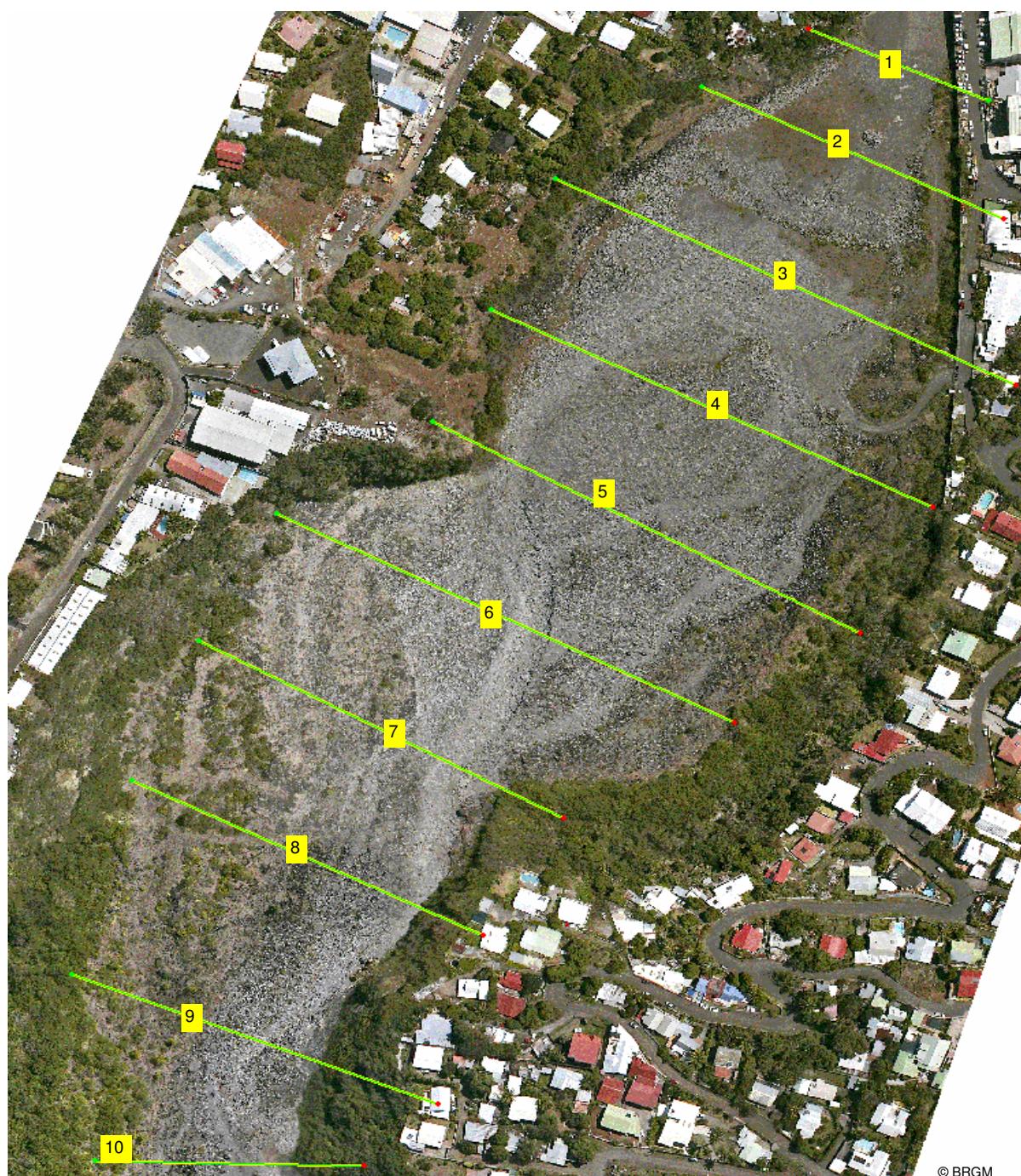


Illustration 10 : Localisation des profils en travers

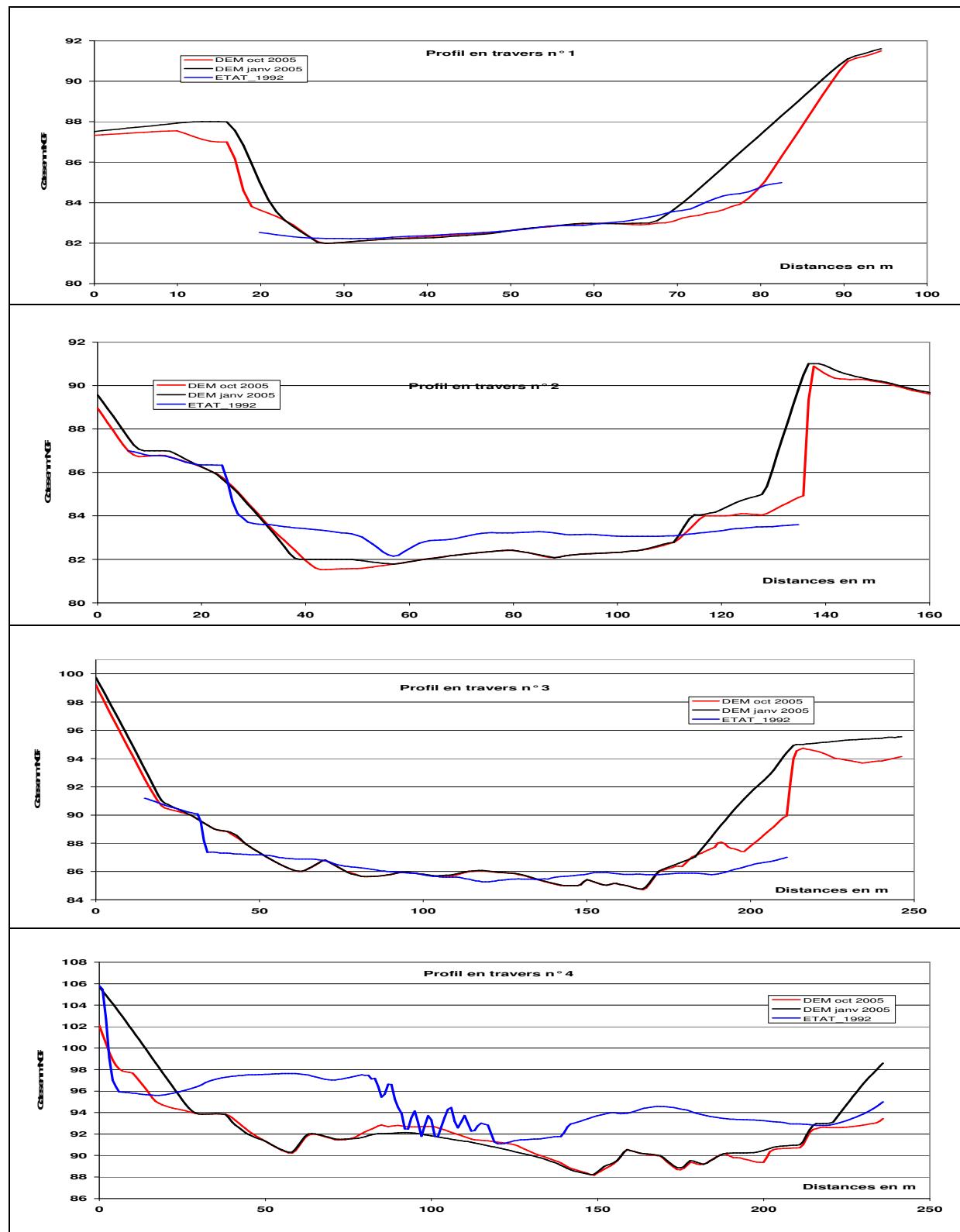
L'illustration 10 donne les 10 profils en travers établis d'après les données topographiques de décembre 1991 (trait bleu), janvier 2005 (trait noir) et octobre 2005 (trait rouge). Il convient de préciser que les données sont représentatives dans le lit mineur du talweg mais pas sur les versants (cf. para. 2.2.2, p10).

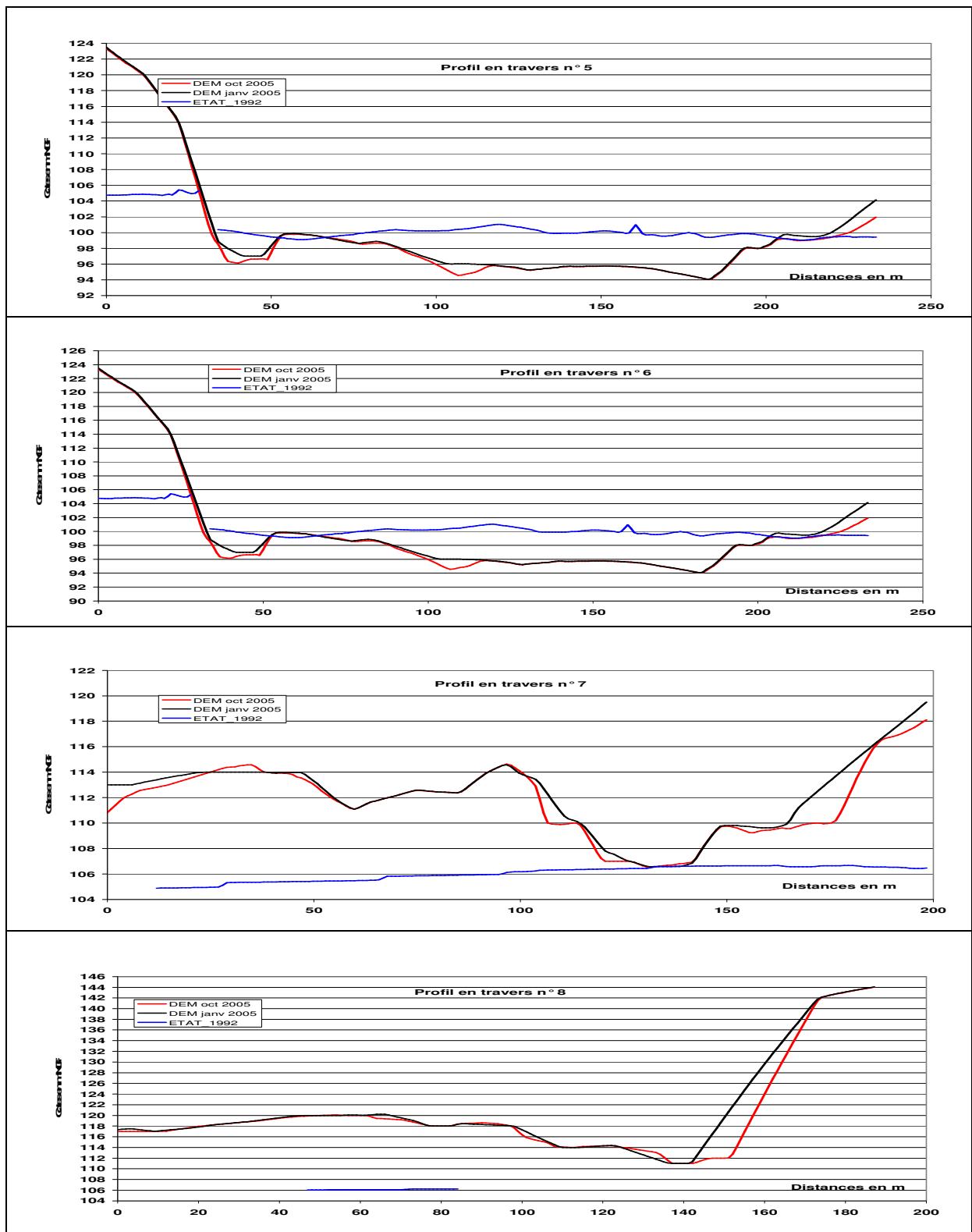
Les profils en travers n° 1 à 10 montrent :

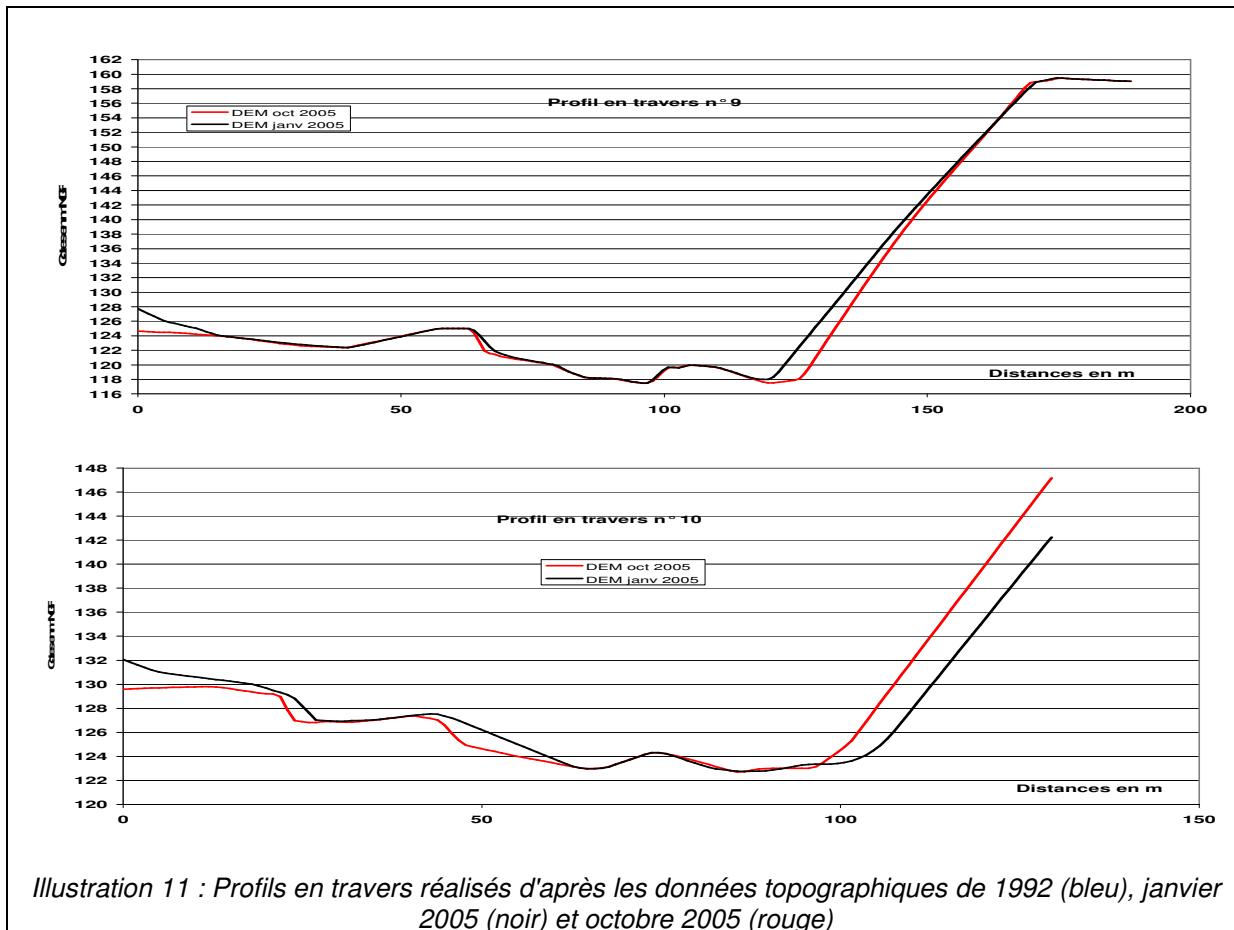
- pour le profil n° 1 : des cotes sensiblement identiques dans le fond de la fosse ;
- pour le profil n° 2 : un creusement de l'ordre de 0,85 m entre 1991 et 2005 dans la fosse ;
- pour le profil n° 3 : des cotes sensiblement identiques dans le fond de la fosse ;
- pour le profil n° 4 : un important creusement atteignant 2 à 8 m sur les bordures de la fosse entre décembre 1991 et 2005 ;
- pour les profils n° 5 et 6 : un important creusement atteignant de 2 à 6 m sur presque toute la largeur de la fosse entre décembre 1991 et 2005.

Les profils, 7,8,9 et 10 sont en dehors ou en limite de l'extension du modèle de 1992 :

- pour les profils n° 7 et 8 : un important remblaiement de 4 m en rive droite du thalweg à 8 m en rive gauche. Il s'agit d'un artéfact lié à l'interpolation en janvier 2005 d'un semi de points moins dense qu'en octobre ;
- pour les profils n° 8 et 10 : on ne dispose pas de données topographiques de décembre 1991. Les profils de 2005 sont similaires en fond de thalweg, mais diffèrent notablement en rive droite (imprécision de la topographie).







## 5. Conclusions

Les fonds numériques élaborés pour cette analyse peuvent composer le noyau initial d'un système d'informations géographiques dédié au suivi de la fosse à sédiments de la rivière Patates à durand. Il serait alors nécessaire de réaliser, à l'occasion d'une analyse des photographies aériennes, une délimitation exacte de la fosse couplée à une visite de terrain de contrôle des tracés.

Actuellement pour les besoins du calcul, cette délimitation a été réalisée en fonction des imprécisions des levés numériques, à contrario, une définition depuis l'analyse de la photo aérienne permettrait de guider et d'affiner le travail à venir des prochains levés photogrammétriques s'ils sont entrepris.

Les données de ces levés photogrammétriques devront être accompagnées des informations nécessaires à leur intégration au système d'information, en l'occurrence, la description de l'outil méthodologique de détermination des isohypes.

Les données non interprétées, à priori les points (x,y et z), devraient être clairement identifiés et dissociés du lot de données transmis par l'opérateur du levé photogrammétrique. Actuellement ces données sont associées aux fichiers de mise en forme graphique des résultats. Par ailleurs, le réseau de points interprétés doit être le plus dense possible et identique d'une campagne de photogrammétrie à l'autre afin de limiter l'incertitude liée à la méthode de calcul.

La comparaison entre le plan topographique de 1992 et la photogrammétrie de janvier 2005 a montré 2 zones distinctes. Dans la partie nord de la fosse, la diminution de volume est de 1300 m<sup>3</sup>. Dans la partie sud de la fosse, la diminution de volume est de l'ordre de 23 000 m<sup>3</sup>.

Sur l'emplacement de 10 profils réalisés en 1992, il a été possible d'estimer les variations de niveaux par rapport à des profils extraits des deux plans photogrammétriques de 2005.

## 6. Bibliographie

### Bibliographie de la phase 1 du projet DYNTOR

**BCEOM** (2003) - Programme de recherche sur l'érosion, les transports solides et la dynamique torrentielle des rivières de la Réunion: Synthèse bibliographique sur la Rivière des Remparts; 46 p., 8 fig.

**BCEOM** (2003) - Programme de recherche sur l'érosion, les transports solides et la dynamique torrentielle des rivières de la Réunion: Synthèse bibliographique sur la Rivière des Pluies; 24 p., 2 fig.

**BCEOM** (2003) - Programme de recherche DYNTOR, résultats de la modélisation, 19 p.

**BCEOM** (2003), - Programme de Recherche DYNTOR, Synthèse bibliographique sur base de données, 8 p., 1 fig., 44 fiches et un Cédérom.

**Josso O.** (2004) – Projet de recherche sur l'érosion, les transport solides, et la dynamique torrentielle des rivières de La Réunion. Extraction de matériaux dans le lit des cours d'eau. Rapport BRGM/RP-53236-FR, 27 p., 4 fig., 2 tab, 5 annexes.

**Josso O.** (2004) – Projet de recherche sur l'érosion, le transport solide, et la dynamique torrentielle des rivières de La Réunion. Analyse bibliographique. Rapport BRGM/RP-53234-FR, 108 p., 40 fig., 4 tab.

**Josso O., Pouget R.** (2004) – Projet de recherche sur l'érosion, le transport solide, et la dynamique torrentielle des rivières de La Réunion. Etat d'équilibre, évolution. Rapport BRGM/RP-53233-FR, 11 p., 3 annexes.

**Josso O., Pouget R.** (2004) – Projet de recherche sur l'érosion, le transport solide, et la dynamique torrentielle des rivières de La Réunion. Apport de matériaux dans les rivières de la Réunion. Rapport BRGM/RP-53235-FR, 59 p., 14 fig., 8 tab., 2 ann. et 1 ann. hors texte.

**SOGREAH** (2004) - Programme de recherche sur l'érosion, les transports solides et la dynamique torrentielle des rivières de La Réunion. Synthèse bibliographique des connaissances disponibles. Rapport N° 2850098 R1.

**SOGREAH** (2004) - Programme de recherche sur l'érosion, les transports solides et la dynamique torrentielle des rivières de La Réunion. Bassin versant de la rivière du Mât. Estimation des volumes fréquentiels de crues. Rapport N° 2850098 R2.

### **Bibliographie de la phase 2 du projet DYNTOR**

**Bonnier J., Cruchet M.** (2006) – Projet de recherche sur l'érosion, le transport solide et la dynamique torrentielle des rivières de La Réunion. Carte géomorphologique de la ravine des Patates à Durand ; Origine, volume et devenir des matériaux en transit. Rapport BRGM/RP-54460-FR, 47p., 27 fig., 1 tab.

**Bonnier J., Cruchet M.** (2006) – Projet DYNTOR. Carte géomorphologique de la rivière des Pluies – Etude du transit de matériaux issus du Grand Eboulis en mars 2002. Rapport BRGM/RP-54597-FR, 42p., 25 ill., 1 ann.

**De la Torre Y.** (2006) – Projet DYNTOR. Caractéristiques géomorphologiques du lit de la rivière du Mât entre le pont de l'Escalier et le littoral. Carte géomorphologique de la rivière du Mât. BRGM/RP-54445-FR, 31 p., 2 ill., 10 photographies, 3 ann.

**Garcin M., Poisson B., Pouget R., Cruchet M.** (2006) – Projet DYNTOR. Caractéristiques géomorphologiques des fonds de thalweg et des apports potentiels des versants. Carte géomorphologique de la rivière des Remparts. Rapport BRGM/RP-54446-FR, 44 p., 4 tab, 7 fig., 5 pl., 2 ann.

**Mardhel V., Normand M., Bonnier J.**, (2006) – Projet DYNTOR. Relevés photogrammétiques et topographiques sur la ravine des Patates à Durand ; Limites d'utilisation et méthodologie d'exploitation des données. Rapport BRGM/RP-54592-FR, 31p., 11 fig., 1 tab.

**Normand M., Thierry D.** (2006) –Projet DYNTOR. Modélisation globale pluies- débits des crues des ravines de l'île de La Réunion. BRGM/RP-54593-FR.

**Normand M.** – Projet DYNTOR. Note hydrologique sur les ravines de Patates à Durand et du Butor. BRGM/RP-54595-FR, 124 p., 23 ill., 11 tab., 7ann.

**Petit V.** (2006) - Projet DYNTOR. Comparaison des topographies de 2002 et de 2005 sur le site de dragage de la rivière des Remparts et conseils d'exploitation. BRGM/RP-54486-FR, 33 p., 3 ill., 2 ann.

**SOGREAH** (2006) - Programme de recherche sur l'érosion, les transports solides et la dynamique torrentielle des rivières de la Réunion

- Thème 1 - Analyse des évolutions des profils en long dans le temps - cas d'application : ravine des Patates à Durand et rivière des Galets – Rapport N° 4700280 R1 ;
- Thème 2 - Évaluation quantitative du transport solide - cas d'application : prises d'eau de Mafate - Irrigation du Littoral ouest - Rapport N° 4700280 R2 ;
- Thème 3 - Valorisation d'étude sur modèle réduit - cas d'application : rivière des Galets - Rapport N° 4700280 R3.

