

NUMERISATION DE L'ORTHOPHOTO

11.1. L'ORTHOPHOTOS

Les **orthophotographies** ou **ortho images** sont des photos aériennes ou satellitaires de la surface terrestre rectifiées géométriquement et égalisées radiométriquement. Ces images se présentant sous forme de dalles couvrant une zone de la Terre peuvent être géoréférencées dans n'importe quel système de coordonnées. Elles servent de fonds cartographiques dans les Systèmes d'information géographique.

a. Définition

On appelle orthophotographie ou plus communément orthophoto, une image obtenue par traitement d'un cliché aérien numérique ou argentique dont la géométrie a été redressée de sorte que chaque point soit superposable à une carte plane qui lui correspond. En d'autres termes, une orthophotographie semble être prise à la verticale de tous les points qu'elle figure, ces points étant situés sur un terrain parfaitement plat.

b. Utilisation possible

L'orthophoto décrit le milieu physique et son occupation de surface, avec une précision géographique améliorée. Ainsi, l'utilisation d'un tel outil se prédestine surtout à l'aménagement du territoire au sens large. Il se couple normalement avec le S.I.G. Puisqu'il est géoréférencé, il est superposable avec les différentes couches d'information spatiales.

➤ *L'étude du milieu urbain et les zones à dominance végétale*

Cette étude nécessite la précision géographique qu'un plan peut avoir pour son utilisation, à savoir : l'emplacement exact des objets se trouvant sur l'orthophoto dans un modèle réel.

- **L'espace foncier** : l'orthophoto est utilisée pour :

- Réviser le cadastre ; 7
- Accorder les permis de construire, au niveau communal ou régional ;
- Etablir le Plan d'Occupation des Sols ou Carte d'Occupation des Sols.

- **Gestion du domaine public** :

- Patrimoine institutionnel et leur répartition dans la ville ;
- Infrastructure des réseaux du transport, plan de circulation ;
- Position et limites des chaussées, des accotements(19).

Pour les activités en zone rurale.

- **fonds de plan (P.O.S., urbanisme,...) pour les simulations d'études d'impacts.**

11.2. La spécification de l'orthophoto

11.2.1. L'échelle de prise de vue :

En utilisant l'appareil de photographie numérique, le capteur constitue une grille de cellules photosensibles qui peuvent avoir des tailles différentes. Il n'y a pas création d'image réelle, mais enregistrement d'une séquence de données permettant de reconstituer l'image dans une étape ultérieure.

Elle spécifie l'orthophoto par la formule suivante :

$$\text{Echelle d'Orthophot} = \frac{\text{Echelle de prise de vue}}{K}$$

Avec $K = \{1.2.3.4.5.6.7.8\}$

11.2.2. La résolution :

Dans le cas d'une prise de vue numérique, la résolution est entendue comme la possibilité de différencier des objets sur l'image. Elle s'apprécie en pixels. Cette caractéristique est très variable selon le type de donnée maillée. Elle sera dépendante du contraste entre deux objets limitrophes, et de leur forme : on peut voir sur une image à maille au sol de 0.50 m la signalisation horizontale sur une route, alors qu'elle a une largeur bien inférieure à la maille. A l'inverse, la frontière entre deux objets ne présentant qu'un faible contraste, et aux limites non régulières, ne pourra être déterminée qu'avec au moins deux mailles.

La résolution standard est de (HxV) [6]:

- 640x480 pixels = VGA (video graphics array) soit 307 200 pixels.
- 800x600 pixels = SVGA ou Super-VGA (super video graphics array) soit 480 000 pixels.
- 1024x768 = XGA (eXtended graphics array) soit 786 0432 pixels.
- 1152x864, 1280x1024 et 1600x1200 = SXGA (super eXtended graphics array)
- 2048 x 1536, 2272x1704, 2304x1702 = UXGA (ultra extend graphics array).

Plus (HxV) est élevé et plus l'image contient de pixels d'où plus de détails de reproduction du sujet photographié ce qui en fin de course donne un meilleur cliché.

Tableau 3:Le Guide de choix de la résolution

Type d'appareil	Taille d'image (en pixels)	Format (en cm)						
		10 x 15 11 x 15	13 x 17 13 x 19	15 x 20	20 x 27 20 x 30	30 x 45	40 x 60	50 x 70
6 Megapixel	2016 x 3024	EXCELLENT						
5 Megapixel	1920 x 2560							
4 Megapixel	2240 x 1680	BON						
3 Megapixel	2048 x 1536							
2 Megapixel	1600 x 1200							
1 Megapixel	1280 x 960	PASSABLE						
XVGA	1024 x 768							
SVGA	800 x 600	MAUVAIS						
VGA	640 x 480							

11.2.3. Le pixel :

Une troisième caractéristique apparaît avec les techniques numériques : le pixel.

D'abord un pixel désigne un point correspondant à la plus petite unité que peut afficher un écran et un pixel désigne aussi un point contenant des informations notamment sur les trois couleurs RVB.

Comme le scannage de la photographie transforme l'image en une grille de carrés de couleur unie, généralement appelés pixel (pour *picture element*, élément de l'image).

Tandis que l'appareil photographique numérique produit directement le document fichier raster qui enregistre les données «maillées». Cas d'un document fichier raster issu d'une prise de vue argentique.

Si le pixel est très petit, la taille de la maille n'est pas un indicateur de la précision ou de résolution de l'image. Dans ce cas, l'image argentique est reproduite sans perte de qualité. Les critères de qualité sont ceux de l'image argentique initiale scannée (échelle, résolution argentique). Par contre, si la maille est plus grande que la résolution du document initial, le scannage a entraîné une diminution de la finesse de l'image et la taille de la maille est utilisée pour qualifier la résolution numérique du document fichier raster obtenu.

La finesse de l'image scannée ne peut donc être déterminée par la taille de la maille que si une information est donnée simultanément sur la résolution de la photographie scannée.

Le document fichier raster issu d'une prise de vue numérique. L'ambivalence du pixel ne disparaît pas quand la prise de vue est effectuée avec un équipement numérique : la maille du document peut avoir été réduite (divisée par quatre, par exemple), quel qu'en soit le motif, entre la prise de vue et la livraison du document, sans modifier la finesse de l'image.

La résolution du fichier raster doit là aussi être accompagnée d'une information sur la résolution numérique du capteur (nombre de pixels par rangée) ses dimensions et les conditions de la prise de vue (altitude, etc....). En effet, une amélioration nominale de la résolution numérique de

l'image peut avoir été effectuée en divisant les pixels, voire par un traitement d'image qui ne peut apporter aucune information supplémentaire.

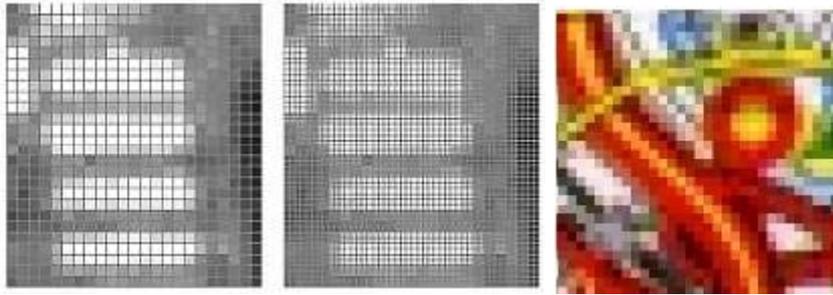


Figure 8:Pixel

Chaque pixel (à gauche) a été divisé par deux (à droite). La maille est plus petite, mais l'image est identique, n'apportant aucune information supplémentaire. Et à chaque pixel est associée une couleur, usuellement décomposée en trois composantes primaires (Rouge Vert Bleu).

En conclusion, quatre caractéristiques sont à retenir pour décrire la précision d'une orthophotographie :

- l'échelle de prise de vue du document original,
- la résolution du support de prise de vue (film ou capteur numérique) et ses dimensions,
- la taille, mesurée dans le monde réel, des plus petits objets discernables dans le lot de données concerné, cette taille devant correspondre au produit de l'échelle et de la résolution photographique du support de prise de vue (film ou capteur numérique),
- la taille de la maille du lot de données fourni (mesurée en μm - conformément à la réglementation en vigueur - et facultativement en *dpi* ou points par pouces – unité de mesure anglo-saxonne).

11.2.4. L'exactitude géométrique :

L'exactitude géométrique est aussi appelée précision géométrique. L'orthophotographie ne présente pas la même information, mais elle montre de détails ne figurant pas sur les plans, et peut apporter une représentation géométrique dont l'exactitude est connue.

L'exactitude géométrique est obtenue par la poursuite du processus de fabrication surtout son redressement par calcul.

Le redressement s'appuie sur une représentation numérique (informatique) du terrain communément appelé modèle numérique du terrain ou MNT .La qualité du redressement est fonction de la précision géométrique ou exactitude du MNT et de la qualité des traitements informatiques effectués.

Cette qualité est mesurée de deux manières :

- soit par le calcul de « l'erreur quadratique moyenne » ou « E.M.Q » portant sur les mesures effectuées des distances entre points sur l'orthophotographie et leurs homologues sur le terrain ;
- soit par la mesure d'une « tolérance », qui est la distance maximale relevée entre un point et son positionnement théorique.

11.3. Les usages des orthophotographies

Les orthophotographies sont utilisées dans des domaines variés et pour de nombreuses applications. Elles permettent l'identification d'objets, et la mesure planimétrique. En y superposant de courbes de niveau, de points cotés et de toponymie, un ortho équivaut à un plan annoté.

Aussi, l'utilité de ces orthophotos est multiple, en premier lieu il y a l'apport d'une source de données supplémentaires et la reconstitution des tissus urbains, ensuite la gestion des secteurs (vétusté des habitations en centre-ville et des logements sociaux en périphérie), puis les croisements des données disponibles (données exogènes, base de données Système d'Information Géographique,...) avec l'apport de l'orthophoto et la requalification des orthophotos, et pour finir l'utilisation du Modèle Numérique du Terrain.

11.4. Les domaines d'utilisation

Les orthophotos peuvent être utilisées pour de nombreuses applications. La plupart du temps les orthophotos sont utilisées en tant que couche de référence afin de visualiser différentes couches de données vecteurs ou pour digitaliser de nouveaux vecteurs.

Mais il existe plusieurs cas d'utilisation d'orthophotos comme:

- Le contrôle de la qualité des données grâce à la superposition de données vecteurs ;
- L'acquisition de données vecteurs par digitalisation ;
- L'acquisition de données 3D par monoplottage en utilisant les orthophotos et un MNT ;
- La révision de plans ;
- La génération de plans orthophoto ;
- La génération de vues de synthèses en 3D ;
- La vérification des changements par comparaison d'orthophotos multitemporelles ;
- Le contrôle de la qualité des MNT en utilisant stéréoscopiquement des orthophotos ;
- Le développement d'une base de données à l'aide d'une orthophoto fournissant des informations terrestres de base ;
- Et la fusion d'informations avec les données d'une autre image.

L'utilisation d'orthophotos s'étend dans divers domaines:

- *Mensuration :*

- Révision numérique des données vectrices des plans du 1: 10000 au 1: 5000
- Vérification visuelle des plans cadastraux et révision des objets terrain.

- *Remaniement parcellaire*

- *Gestion des ressources en eau :*

- Systèmes d'information de l'eau pour la gestion et le contrôle de la protection des eaux potables avec un SIG intégré, en utilisant des orthophotos pour classifier les couches terrestres ;
- Systèmes d'information sur les sources ;

- Etablissement d'un système de drainage ;

- Plans hydrologiques, etc.

- *Analyse environnement et de végétation :*

- Détermination des zones agricoles et fruitières et étude sur l'inclinaison des pentes.

- *Planification :*

- Inventaire de la nature ;

- Vues de synthèses 3D pour la planification régionale.

- *Approvisionnement et évacuation :*

Les orthophotos servent de base de référence dans un système informatique superposé avec différents réseaux d'alimentation (par ex.: électricité, gaz, eaux claires, eaux usées, système de chauffage à longue distance, télé-réseau, etc.).

- *Environnement :*

- Nature des sols ;

- Cadastre des nuisances sonores ;

- Cadastre des émissions polluantes ;

- Cadastre des régions à risques (pollution, etc.) ;

- Cadastre des zones instables, etc...

- *Infrastructure :*

Orthophotos temporelles pour illustrer des développements dans divers domaines, (par ex.: en agriculture, forêts, zones urbaines, zones de détente et de loisirs, etc.).

- *Géomarketing :*

Les orthophotos combinées avec des données statistiques (par ex: densité et structure de la population, pouvoir d'achat, etc.) peuvent être utiles pour optimiser la localisation des zones industrielles et commerciales, des entreprises de services publics, de tourisme, etc.

- *Navigation :*

Les orthophotos servent de base de données, pour construire les systèmes de navigation pour les véhicules, afin d'acquérir des données vecteurs pour les routes et des informations sur le trafic.

- *Simulation.*

11.5. Traitement des données

A la suite de la collecte des données, leur traitement ou structuration sera indispensable pour faciliter son exploitation. Le personnel formé aura donc à saisir ces données au bureau pour les rendre exploitables numériquement. Les processus à suivre sont les suivants :

11.5.1. Inventaire et mise à jour des informations graphiques existantes

Relever au service topographique des plans de repérage et des plans individuels couvrant la commune considérée et examen de leur état ; Mise à la disposition d'un fond image géoréférencé (ortho photo, image satellite numérique,...) utilisée comme fonds visuel pour se repérer facilement et délimiter aisément les parcelles.

11.5.2. Référencement géographique des données graphiques

a. Géoréférencement

- Notion de géoréférencement

Le géoréférencement est un processus permettant d'établir une relation entre les entités affichées dans votre système d'information géographique et leur position dans le monde réel.

La terre est sphérique, et les cartes étant plates, la conversion de positions géographiques sur une surface de la terre en une surface plate nécessitant une formule mathématique appelée projection cartographique.

Pour bien exploiter les données sur le **SIG** on utilise un système de coordonnées projetées (LABORDE) pour le cas de Madagascar ou géographiques (WGS 84). Il transforme des données spatiales en données géographique.

- Manière de géoréférencement

Lancer ArcGIS. La fenêtre principale d'**ArcGIS** représente un projet ArcGIS. Un projet est un fichier d'extension *.ecw contenant une carte et sa mise en page. Il stocke les références aux emplacements des sources de données (les thèmes ou couches) et toutes les personnalisations d'interface, de couches, de mise en page, etc.

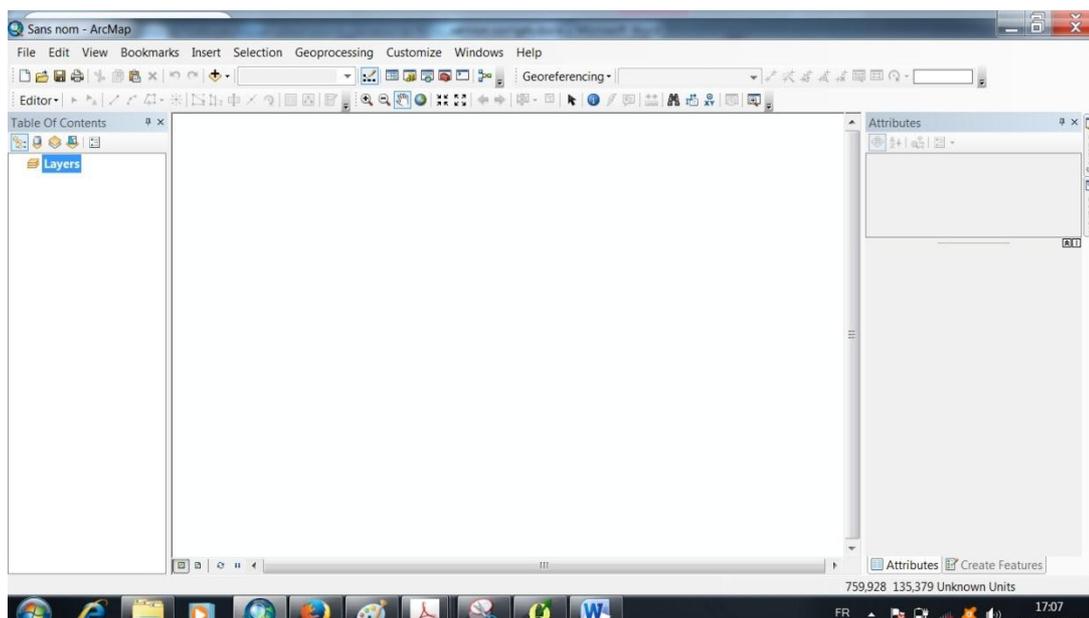


Figure 9:page d'Arcmap

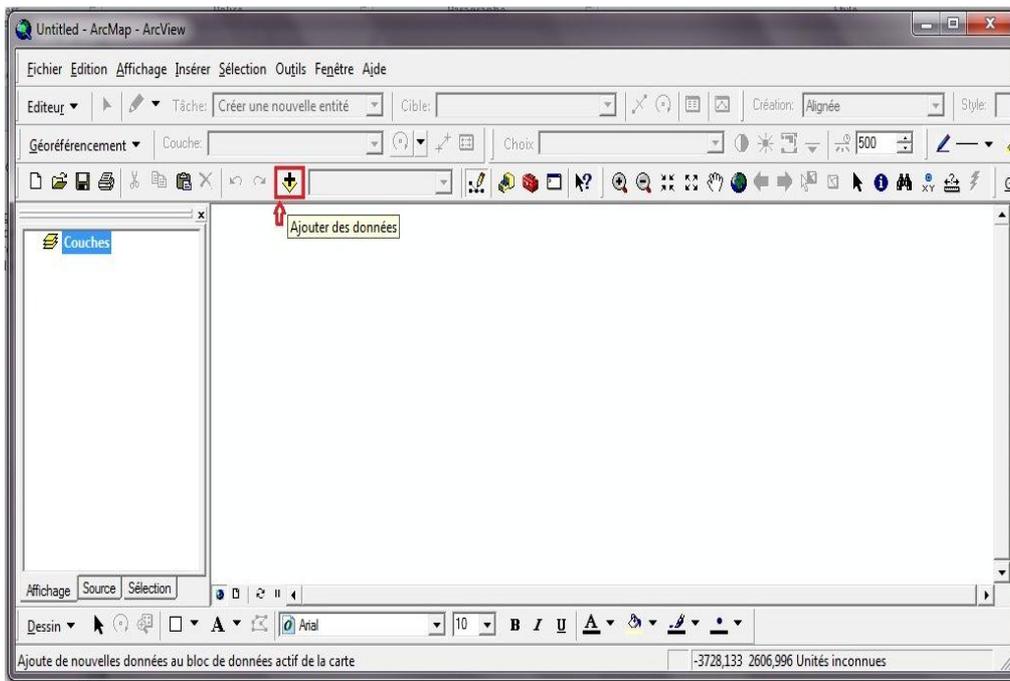


Figure 10:ajout de données

Alors on ajoute, en premier lieu l'image soit image satellite ou l'orthophoto et le plan scannée. Le jeu de couche prend un rôle important dans le logiciel. Voilà comment le plan scannée non géoréférencée se présente dans le logiciel sur l'ortho.

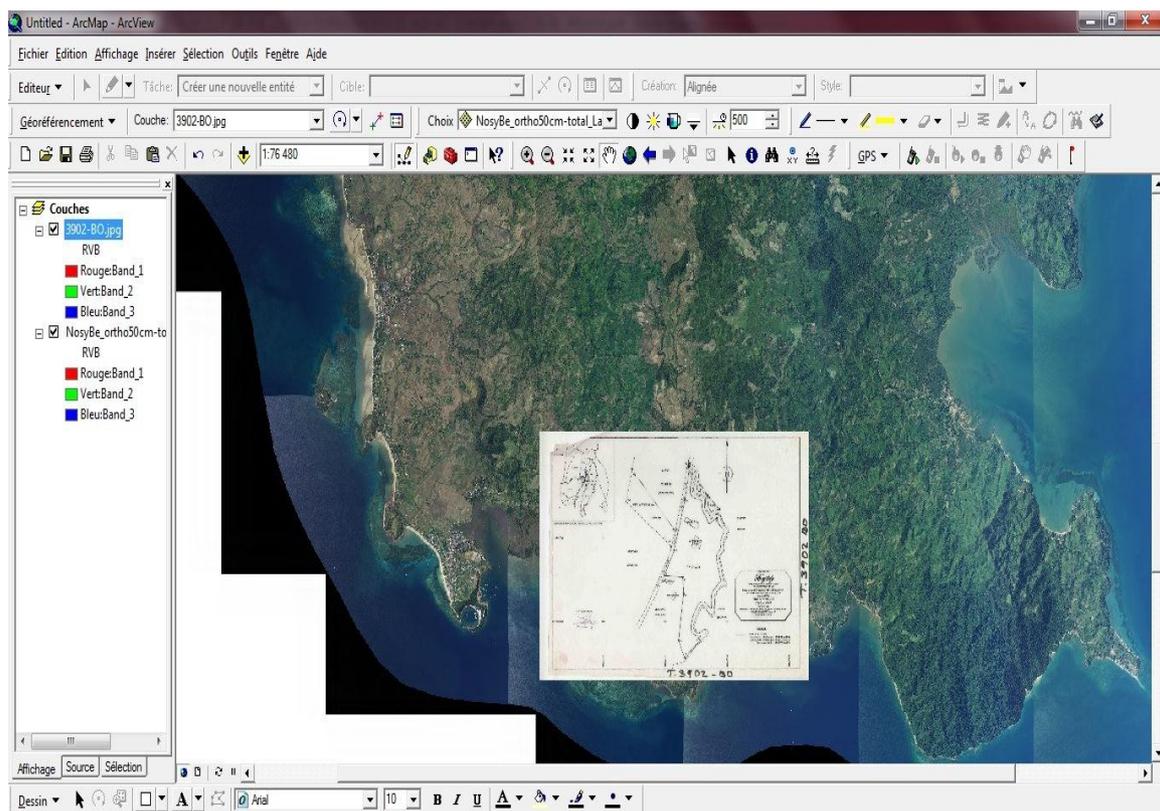


Figure 11:présentation du plan image dans Arcmap

Avant le géoréférencement il faut voir au préalable quelques coordonnées des points dans le plan à numériser en vue de saisir les points de calages. Souvent ce sont celles des carroyages qui sont utilisées dans cette opération.

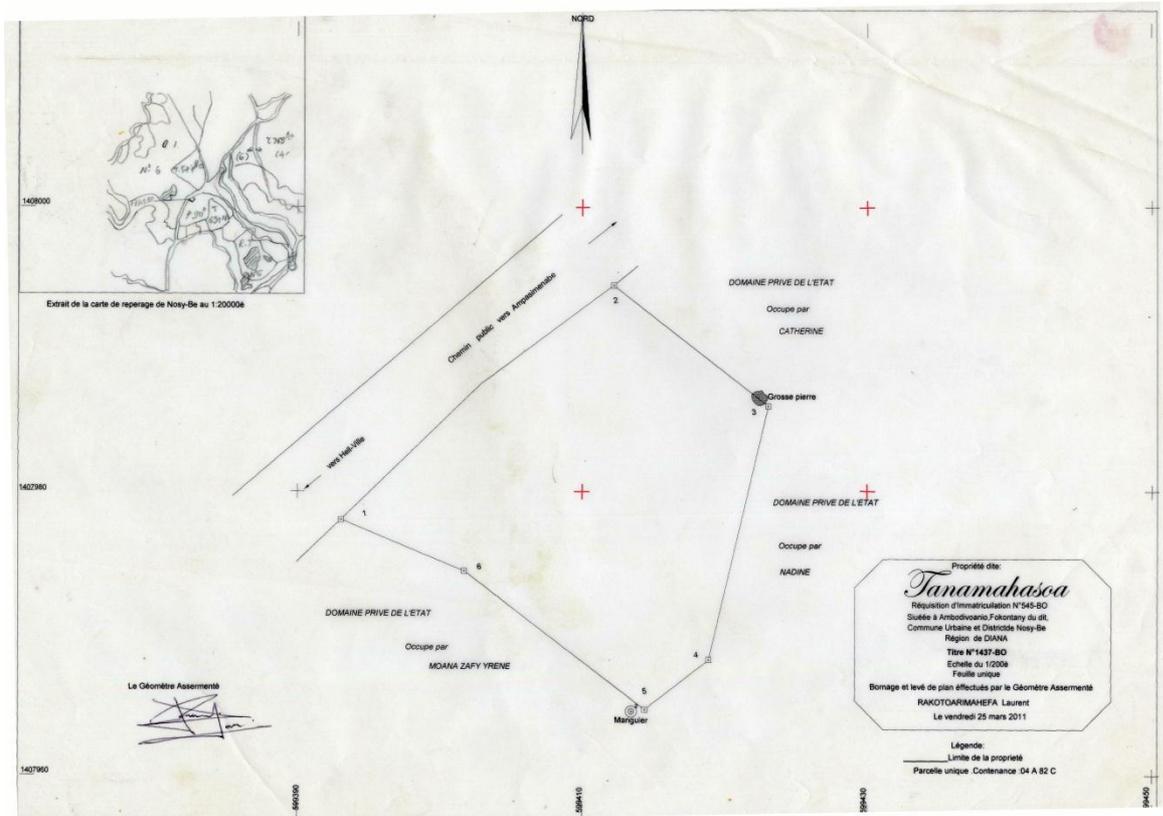


Figure 12:Pl image sous forme Jpeg.

➤ Saisie des points de calage

- Cliquez sur le bouton 
- saisissez les coordonnées des points dans le carroyage.
- Zoomer sur les points insérer
- Ajuster l'emplacement de l'image scannée

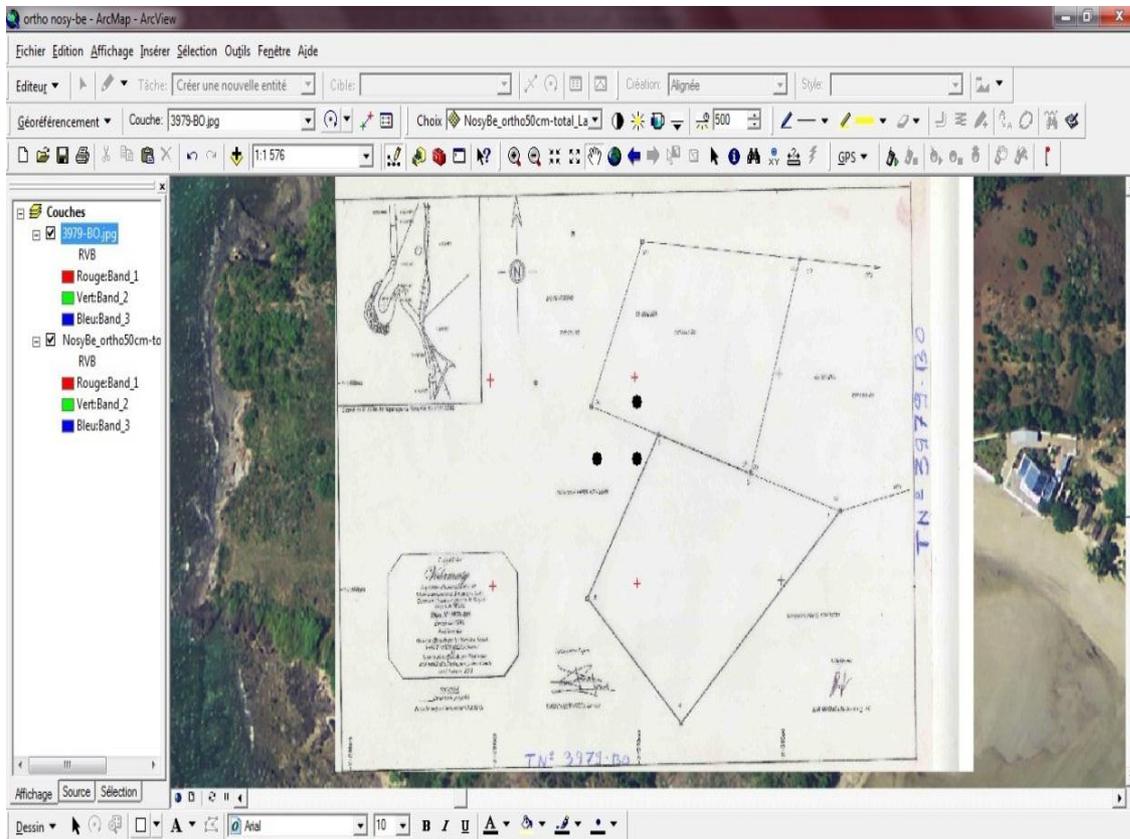


Figure 13: Insertion des points de calage

➤ Calage des points

- Cliquez sur le bouton 
- cliquer les points du carroyage aux points de coordonnées saisies

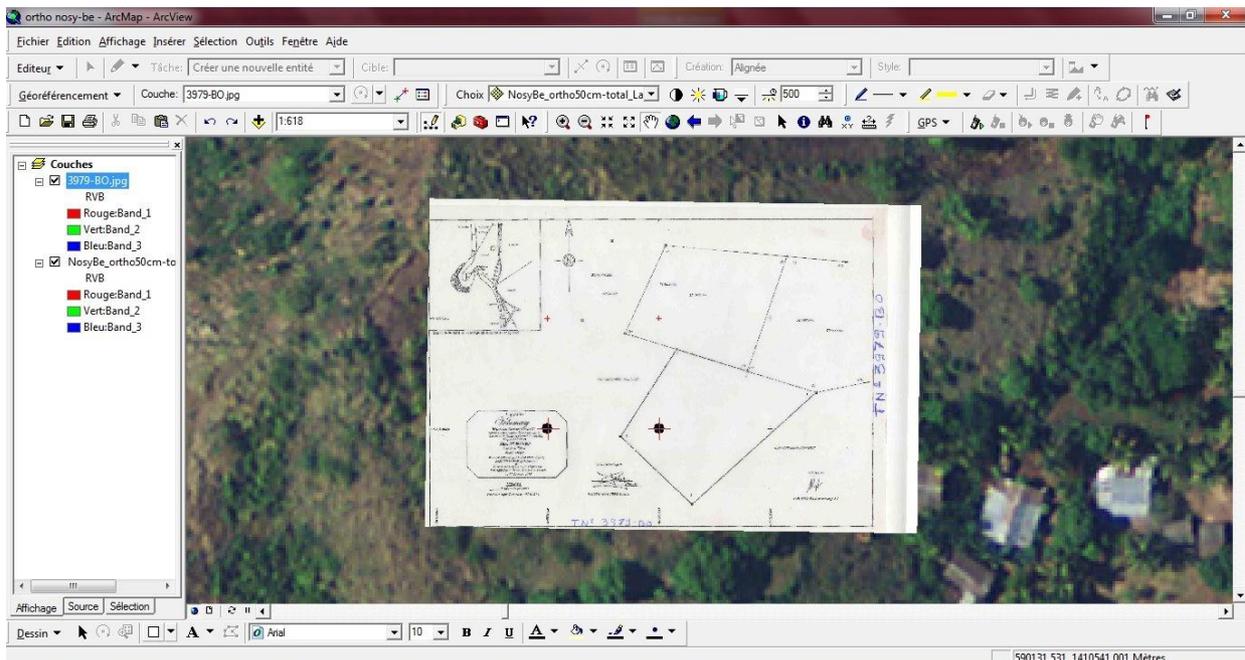


Figure 14: suppression des points de calage

➤ Supprimer les points de calage

Pour supprimer un couple de calage, la liste des points de calage devront afficher puis sélectionner le couple de points. Le bouton de sélection situé sur la barre d'outils permet de supprimer les points sélectionnés, puis supprimer manuellement.

Après cette opération, on a recours à la création d'une source de données vectorielle (fichiers de forme ou shapefile) pour la numérisation des titres sur l'Ortho.

- Cliquer sur 
- Création du fichier de forme :

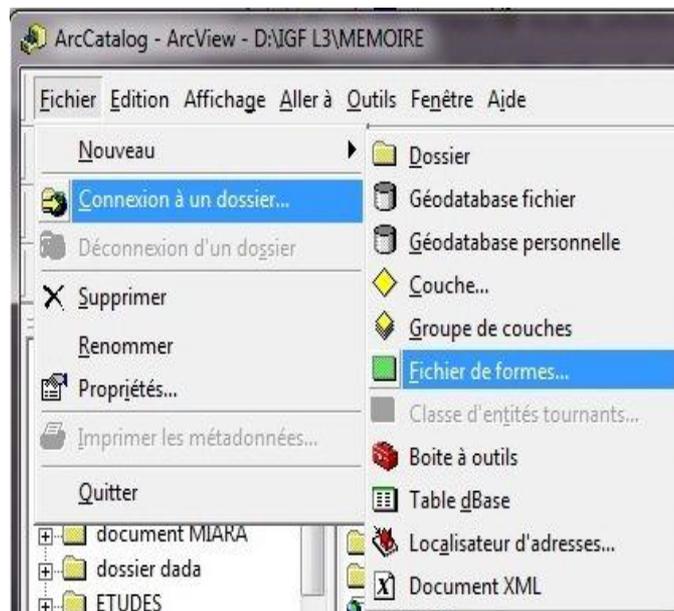


Figure 15: création fichier shp

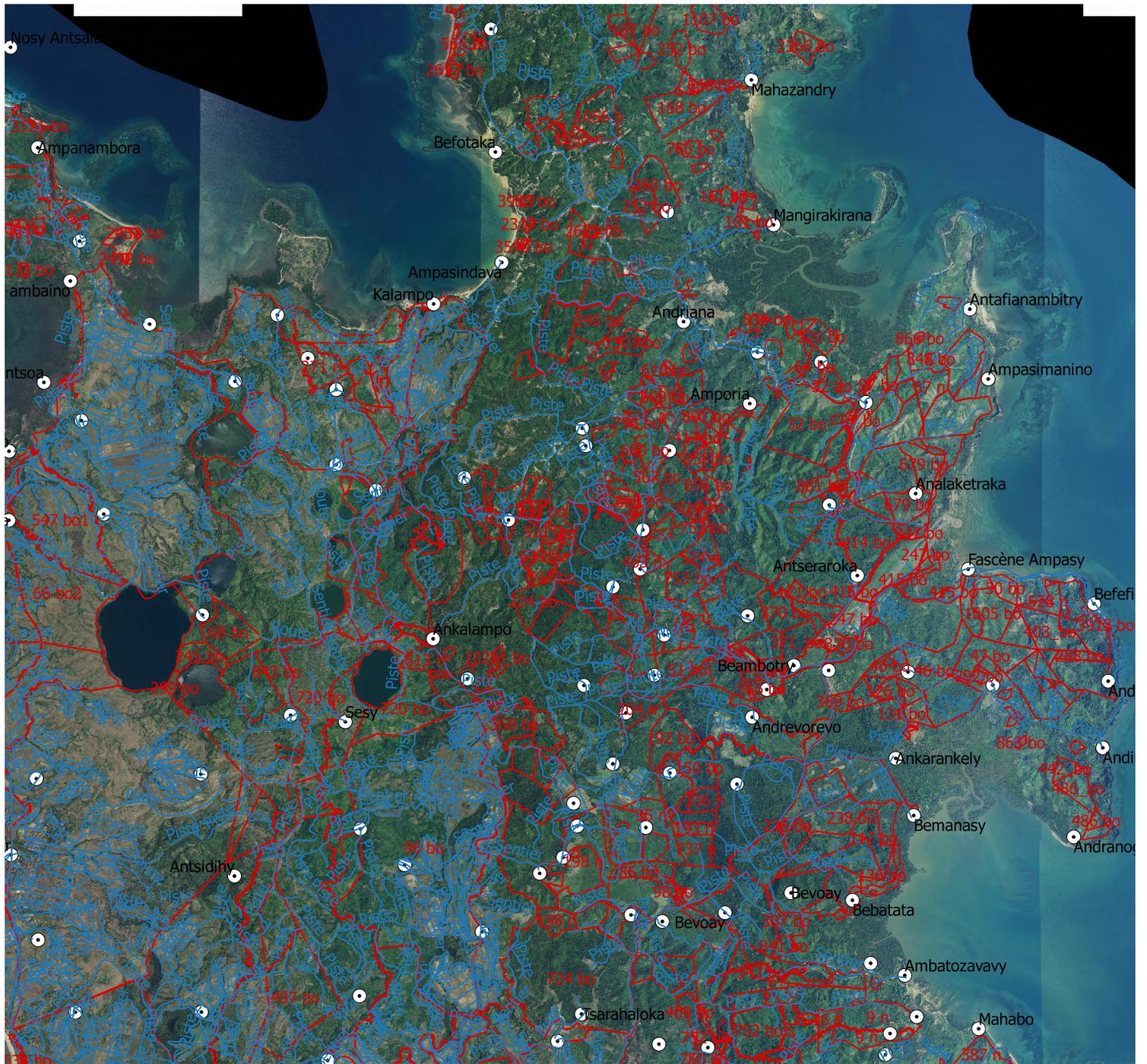
- Ajouter le fichier de forme ainsi créée.

Le fichier de forme utilisée est le polygone pour la vision des titres individuels.

b. La digitalisation

Après le calage des plans scannés, on a juste recours à la digitalisation des limites des propriétés privées. Ainsi, l'orthophos devient une carte de repérages de toute l'île.

Les cartes sont les outils utilisés le plus fréquemment pour comprendre les informations spatiales. Qu'il s'agisse d'analyse, de modification, d'illustrer des rapports, de concevoir des bases de données SIG ou de les gérer, lorsque vous travaillez avec SIG, vous travaillez avec des cartes.



Légende

- route_nb
- ⊙ localité
- ▭ titre



NosyBe_ortho50cm-total_Laborde

Figure 16: Ortho Nosy-Be numérisée

Le fichier de forme permet de stocker tous les informations concernant l'immeuble.

Attributs de Titre 3						
FID	Shape *	Id	N° Titre	Nom Propri	Situation	Surface
0	Polygone	0	2454-BO	AnjiamarangoBeach	AnjiamarangoAmpasy	26423
1	Polygone	0	566-BO	Vonona	Anjiamarango	82257
2	Polygone	0	1039-BO	AnjiamarangoAntanambao	Anjiamarango	13323
3	Polygone	0	3526-BO	TatianaAmpasy	Anjiamarango	2888
4	Polygone	0	2378-BO	LeJojoux des Iles	Bevoalavo	16405
5	Polygone	0	2398-BO	NyVoly	Bevoalavo	27485
6	Polygone	0	2494-BO	LePetitPrince	Bevoalavo	34962
7	Polygone	0	3321-BO	VavibeVeronique2 Parcelle	AnjiamarangoAmpasy	470
8	Polygone	0	3321-BO	VavibeVeronique1 Parcelle	AnjiamarangoAmpasy	12063
9	Polygone	0	2657-BO	VavibeVeronique	AnjiamarangoAmpasy	27243
10	Polygone	0	1968-BO	Lagond'Ambohiday	Ambohiday	53386
11	Polygone	0	2202-BO	Raphael	Ambohiday	172114
12	Polygone	0	2610-BO	Zafy	Amporaha	22112
13	Polygone	0	2109-BO	Lagond'Ambohiday II	Ambohiday	15922
14	Polygone	0	2110-BO	Lagond'Ambohiday III	Ambohiday	77370
15	Polygone	0	2487-BO	LaPetiteBaie	Anjiamarango	482
16	Polygone	0	2612-BO	VillaPedrita	Amporaha	6397
17	Polygone	0	2126-BO	VillaPatrice 1 Parcelle	Amporaha	7085
18	Polygone	0	2126-BO	VillaPatrice2 Parcelle	Amporaha	5050
19	Polygone	0	2327-BO	Andamoty	Amporaha	2703
20	Polygone	0	2326-BO	Ambodimanga	Amporaha	7898
21	Polygone	0	2325-BO	Ambailha	Amporaha	5532
22	Polygone	0	2576-BO	Tahina	Matavilaoka	13143
23	Polygone	0	3198-BO	Adansonia	Ampanasina	68687
24	Polygone	0	2446-BO	Ampanasina1 Parcelle	Ampanasina	16573
25	Polygone	0	2446-BO	Ampanasina2 Parcelle	Ampanasina	28215
26	Polygone	0	2447-BO	Ampanasina11	Ampanasina	63011
27	Polygone	0	2681-BO	MadiroMamy	Ampanasina	5060
28	Polygone	0	2682-BO	Kindro	Ampanasina	8374
29	Polygone	0	3431-BO	PlagedeVue	Madiro	6823
30	Polygone	0	2314-BO	LesHibiscusBlancs	Ampasindava	17458
31	Polygone	0	2125-BO	Revacastel1Parcelle	Ampasindava	10398
32	Polygone	0	2125-BO	Revacastel2Parcelle	Ampasindava	1634
33	Polygone	0	3590-BO	RevaCortica1 Parcelle	Ampasindava	1700
34	Polygone	0	3590-BO	RevaCortica2 Parcelle	Ampasindava	4073
35	Polygone	0	2636-BO	Marina	BehazomatyAndrianakonko	37803
36	Polygone	0				4975
37	Polygone	0				4776
38	Polygone	0				33503
39	Polygone	0	2635-BO	L'Ananas	BehazomatyAndrianakonko	17918
40	Polygone	0	2639-BO	Béatrice	BehazomatyAndrianakonko	30643
41	Polygone	0				6885
42	Polygone	0	2638-BO	Fredelo	BehazomatyAndrianakonko	27345
43	Polygone	0	993-BO	ConcessionMahinty	SudestAmporaha	10505
44	Polygone	0	292-BO	Ankazobe	EstBevoalavo	121796
45	Polygone	0	295-BO	Morbihan	EstBevoalavo	136723
46	Polygone	0	1130-BO	VillaAgnivo	EstBevoalavo	61421

Enregistrement: 1 Afficher: Tout Sélectionnés. Enregistrements (0 sur 1072 Sélectionnés.) Options

Figure 17: Table attributaire du fichier Shp