

LA PHOTOGRAMMETRIE NUMERIQUE

A

L'INSTITUT NATIONAL DE CARTOGRAPHIE

*Par D. MAIRECHE
Institut National de Cartographie*

RESUME:

Le développement de la photogrammétrie à l'Institut National de Cartographie a suivi le rythme du marché mondial en la matière. C'est ainsi que dès sa création, l'institut s'est équipé de stéréorestituteurs analogiques connectés à des tables mécaniques qui permettaient de réaliser des cartes au trait.

Le démarrage de la cartographie automatique a eu lieu dès 1980 avec l'acquisition des premiers appareils analytiques. On avait alors la possibilité de produire des cartes au trait en direct ou en différé sur des tables traçantes automatiques ou de fournir un fichier numérique des données restituées.

En Juin 1997, l'Institut National de Cartographie s'est équipé d'une station de photogrammétrie numérique de type DPW770 Helava et d'un scanner de films type DSW200.

L'ensemble de cet équipement constitue une station de cartographie totale permettant la génération automatique de modèles numériques de terrain, la confection d'orthophotoplans et de mosaïques, ainsi que la restitution.

Le présent article donne un bref aperçu des nouvelles méthodes mises en œuvre dans le domaine de la photogrammétrie numérique utilisées par la station Helava.

Mots-clés : Photogrammétrie numérique, modèle numérique de terrain(MNT), orthophotoplan, mosaïque, restitution, vecteur, raster.

Abréviations utilisées :

CD-ROM	Compact Disk - Read Only Memory
DAO	Dessin Assisté par Ordinateur
DPW	Digital Photogrammetric Workstation
DSW	Digital Scanning Workstation
DXF	Drawing exchange Format
Go	Giga octets
MHz	Mega Hertz
Mo	Mega octets
MNT	Modèle Numérique de Terrain
SIG	Système d'informations Géographiques
SOCET SET	Softcopy Exploitation Tools Set
SPOT	Satellite Pour l'Observation de la Terre

CONFIGURATION MATERIELLE :

Le matériel est composé d'un scanner de films type DSW200, d'une station SUN ULTRA1 cadencée à 167 MHz avec 132 Mo de mémoire vive et de 26 Go de mémoire de masse répartie sur 1 disque interne de 2 Go et 6 disques externes de 4 Go chacun, un lecteur de bandes exabyte 8mm, un lecteur CD-ROM interne et un lecteur de disquette 3^{1/2}".

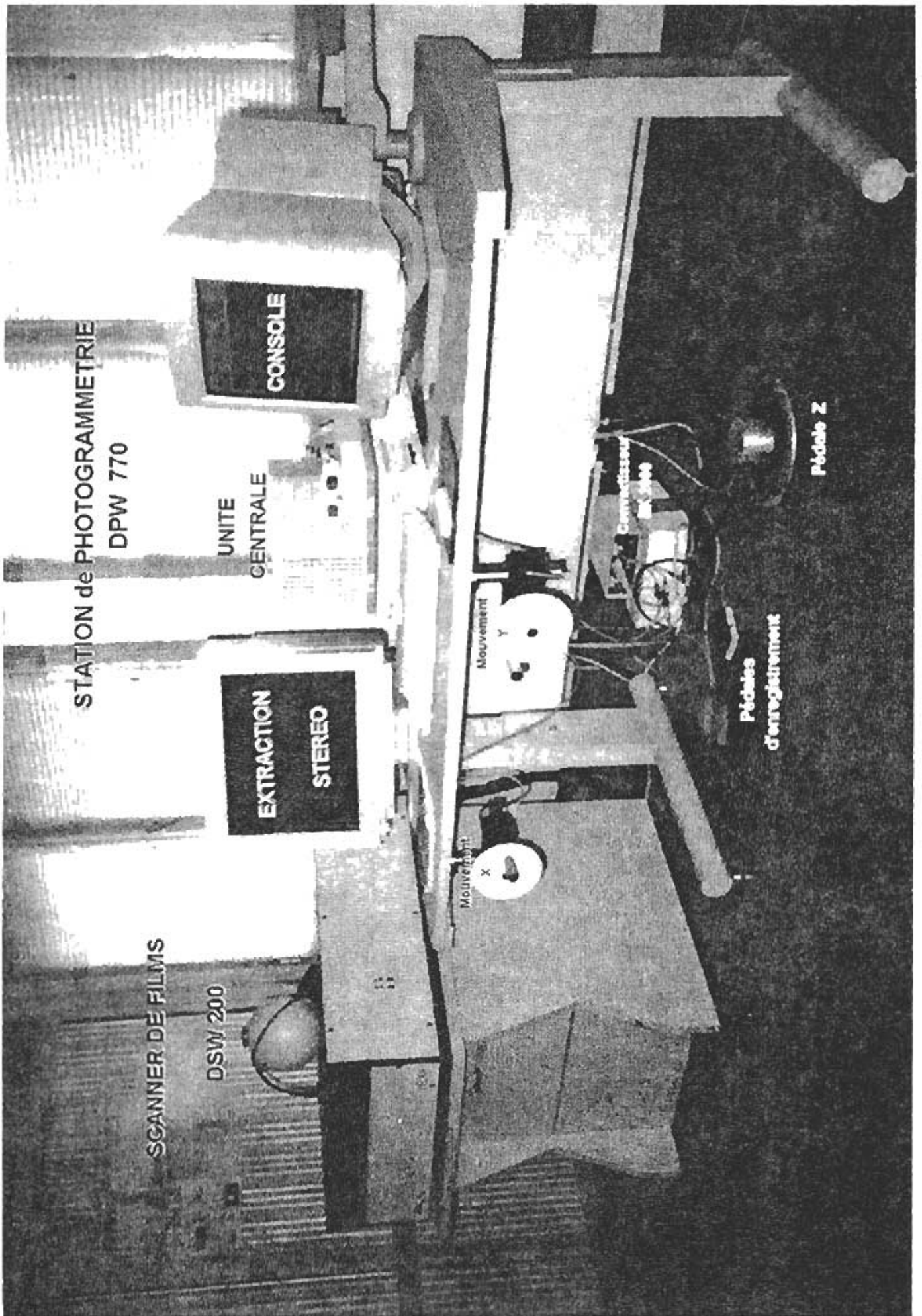
La station est dotée de 2 écrans, l'un assurant le rôle de la console et le second doublé d'un écran de polarisation (technologie Nuvision) sert à l'extraction des images en stéréoscopie ; la vision en relief étant assurée par des lunettes polarisantes.

Le déplacement dans le modèle se fait par manivelles (X,Y) et pédale (Z) qui envoient les impulsions sur un convertisseur de signaux analogiques - numériques type EK2000. La digitalisation est faite soit à l'aide d'une pédale triple assurant les mêmes fonctions que la souris.

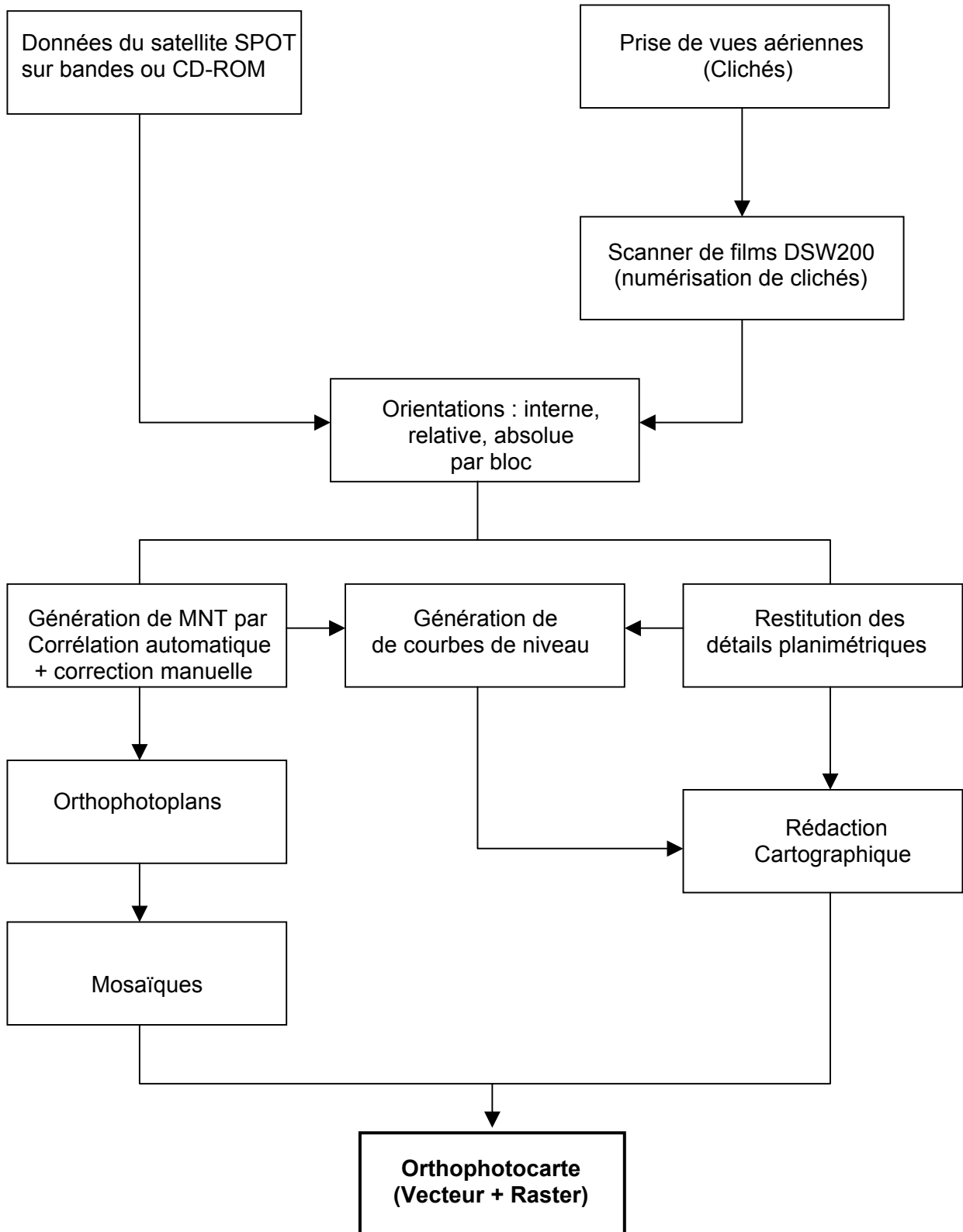
CONFIGURATION LOGICIELLE:

Les logiciels peuvent être classés en 2 lots importants sous un environnement Unix :

1. Un ensemble **SOCET SET** Version 3.1.4 prenant en charge les différentes phases d'orientations, la génération de Modèles Numérique de Terrain, la confection des orthos et mosaïques ainsi que d'autres modules de moindre importance pour notre cas.
2. Un ensemble **PRO600** Version 2.2 développé en langage MDL spécifique à Microstation et regroupant les modules suivants :
 - PRODPW : connexion du système
 - PROCART : Restitution graphique
 - PROFKEY : Création de menus utilisateur
 - PRODTM : Génération de MNT
 - KERCAM : Convertisseur de formats type MAPS.



Dans le diagramme ci-dessous, on voit le schéma simplifié de l'exploitation d'une telle station, telle qu'elle est utilisée actuellement mais qui pourrait être modifiée en fonction des besoins de l'entreprise.



DONNEES D'ENTREE :

Comme la plupart des photographies aériennes sont actuellement analogiques (films), le passage par un scanner est nécessaire. C'est à cet effet que le scanner de films type DSW200 de Helava a été acquis, mais la numérisation peut aussi provenir de n'importe quel autre scanner de haute résolution. Dans le cas particulier des images SPOT (utilisées actuellement par l'Institut National de Cartographie) les données sont chargées directement à partir de CD-ROM.

Lors du chargement des images, l'introduction des paramètres de la caméra de prise de vues (calibration et position) est souhaitable à l'exclusion des images SPOT pour lesquelles ils sont transférés automatiquement.

La qualité des photographies demeure le facteur essentiel dans le domaine de la photogrammétrie numérique vu que toutes les observations sont faites par corrélation automatique.

ORIENTATIONS :

En général on réalise les orientations par bloc avec l'utilisation du module HATS (Helava Automated Triangulation System). On procède d'abord à toutes les orientations internes, ensuite on lance l'orientation relative de tout le bloc par mode automatique. Si le calcul n'est pas concluant dès le premier passage, on passe au mode de mesure interactif sur les points n'ayant pas satisfait à une bonne corrélation, ceci étant dû en général à une mauvaise position des points standard ou à une mauvaise qualité photographique dans la zone. Les modèles d'observation sont paramétrables au gré de l'opérateur mais dans la plupart des cas nous optons pour un modèle de 3 x 3 points, largement suffisant pour la plupart des cas. Comme les mesures sont faites automatiquement, il est recommandé de vérifier les positions de tous les points calculés car parfois on peut obtenir une bonne corrélation mais les points peuvent se trouver dans des endroits non recommandés (ombre, arbre, zone d'eau, etc..)

On observe ensuite les points d'appui et on lance un calcul de tout le bloc, ce qui permet d'avoir une bonne homogénéité dans toute la zone.

Les résidus sont ensuite affichés pour permettre de reprendre certaines mesures ou désactiver des points douteux.

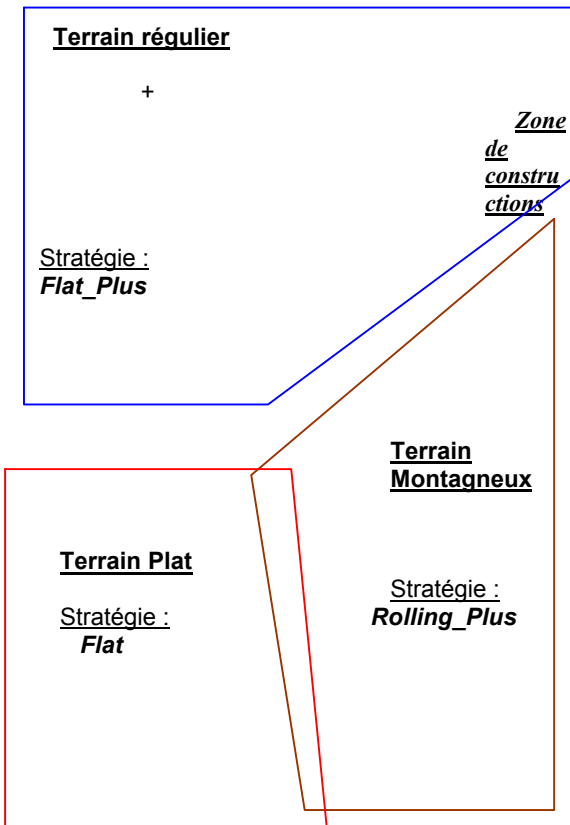
Une fois l'orientation validée, le chargement de n'importe quel modèle peut être effectué. Ce dernier apparaît exempt de toute parallaxe ou déformation.

Après quoi, et particulièrement pour les images Spot, on procède à une rectification épipolaire qui donne une amélioration notable de la stéréoscopie.

GENERATION DE MODELES NUMERIQUES DE TERRAIN :

Le logiciel dispose de plusieurs stratégies de calcul de MNT en fonction de la nature de terrain (plat, montagneux, boisé, habitations, etc..). Comme il n'y a pas de règles mathématiques permettant de définir le choix d'une stratégie appropriée, on agit par expérience en adoptant les stratégies les plus proches de la réalité terrain.

Exemple de répartition dans un modèle :



Dans cet exemple, on peut adopter 3 stratégies différentes pour le même modèle en prenant soin d'assurer les raccords entre MNT en vue de pouvoir procéder à une bonne compensation lors des mixages de données pour fournir un MNT unique à tout le modèle.

Le MNT ainsi généré peut être visualisé à l'écran sous forme d'une grille régulière ou de courbes de niveau.

Le graphique apparaît aussi sur l'écran d'extraction sous stéréoscopie, ce qui permet de voir immédiatement les anomalies d'interpolation et facilite donc la correction.

L'intervention de l'opérateur reste toujours indispensable pour l'amélioration des MNT surtout si ces derniers sont destinés à alimenter une base de données altimétriques.

L'édition peut se faire sous 3 modes différents :

- par points : mesure en mode statique sur les points de la grille,
- par ligne : ajout de lignes caractéristiques pour renforcer le calcul et donner un meilleur rendu du terrain,
- par surface : détermination de contours pour recalculer avec d'autres paramètres (interpolation polynomiale, détermination de zone d'eau, lissage de courbes, élimination de parasites, etc..).

la phase d'édition des MNT reste très importante et on doit lui accorder un maximum d'intérêt, car de la qualité des MNT, dépend la qualité des orthos, des mosaïques et surtout des données alimentant la base de données altimétriques.

GENERATION D'ORTHOPHOTOPLANS :

En fonction des besoins, on peut confectionner des orthos individuellement pour chaque modèle en sélectionnant les photos qui servent de support, comme on peut calculer un modèle numérique unique par mixage de tous les MNT mesurés et corrigés qui servirait à réaliser un ortho global par délimitation progressive des zones à couvrir. Cette seconde méthode est délaissée au profit de la première pour des raisons d'ordre pratique.

La grande nouveauté réside dans la réalisation des orthos de zones urbaines où les bâtiments sont projetés par rapport au nadir en fonction de leur éloignement de ce dernier (déformation radiale). Jusqu'à ce jour, on ne pouvait pas corriger les déformations, le logiciel Socet Set dispose d'un module permettant de le réaliser. On procède aux pointés sur tous les coins de la terrasse, ensuite on donne un point au sol pour chaque construction. Le programme génère un ortho en procédant aux translations des terrasses au niveau des bases de bâtiments. A ce moment, on arrive à superposer exactement la restitution sur l'ortho. Malgré la lourdeur des observations, la méthode présente un avantage certain si on doit disposer de l'image et du vecteur en même temps, ce qui est souvent le cas pour les différents systèmes d'informations géographiques où l'image raster représente un plus à l'utilisateur.

MOSAÏQUE :

Une fois que tous les orthos relatifs à une coupure donnée sont réalisés, on procède à la confection d'une mosaïque.

CONCLUSION :

La photogrammétrie numérique représente une révolution dans le domaine de la cartographie et apporte un ensemble de solutions aux divers utilisateurs, essentiellement dans le domaine des systèmes d'informations géographiques où l'image sous forme numérique est de plus en plus demandée.

En zone urbaine, La réalisation d'orthos avec correction des déformations radiales des immeubles permet de confectionner des orthophotocartes pour lesquels la superposition du vecteur avec l'image n'est plus un problème.

Dans le cas où on dispose de cartographie numérique, la révision des cartes devient très facilitée du fait qu'on arrive à superposer les vecteurs de l'ancienne cartographie sur la nouvelle prise de vues.

Pour la plupart des modules, on arrive à obtenir un gain de temps appréciable dans le rythme de la production.

Bibliographie :

Microstation 95 - User's Guide : *Bentley*

Socet Set - User's Manual Version 3.1 : *Helava*

Digital Scanning Workstation – User's Manual Version 2.5.1 – *Helava*

DPW Operator Course – Operator Training Version 3.1.3 - *Helava*

Pro600 (Procart, Profkey, Prodpw, Prodtm) – User's Guide Version 2.2 – *Leica*

Lors de l'intégration des différents orthos il y a une correction géométrique (raccord selon les détails planimétriques) et une correction radiométrique (compensation des tons de gris) au niveau des zones de raccord. C'est à ce niveau que pourraient apparaître d'éventuels défauts du MNT ou de la qualité photographique des images utilisées.

L'extraction d'une coupure régulière est ensuite réalisée suivant un découpage donné.

On peut procéder à l'habillage de la coupure directement dans le module « Annotation and Counting » de Socet Set, mais il est préférable d'avoir recours au module PRO600 ou à un autre logiciel de rédaction cartographique qui présente de meilleures possibilités d'édition.

RESTITUTION :

La restitution est réalisée avec le module PRO600 sous Microstation.

La structuration des données est faite suivant des couches distinctes pour permettre une meilleure rédaction et une facilité d'intégration des données par les différents utilisateurs en fonction de leur besoins.

Les fichiers générés sont sous le format natif DGN de Microstation, mais une exportation sous DWG d'Autocad ou DXF pour les autres logiciels de DAO et de SIG est possible.

L'avantage essentiel d'une telle restitution est la possibilité de l'affichage sur l'écran d'extraction de tous les vecteurs restitués, ce qui permet de gagner énormément dans l'identification des détails déjà restitués. D'autre part, dans le cas d'une révision de carte, on charge l'ancien fichier numérique et on voit immédiatement les éléments à ajouter ou à éliminer par rapport à la nouvelle prise de vues.

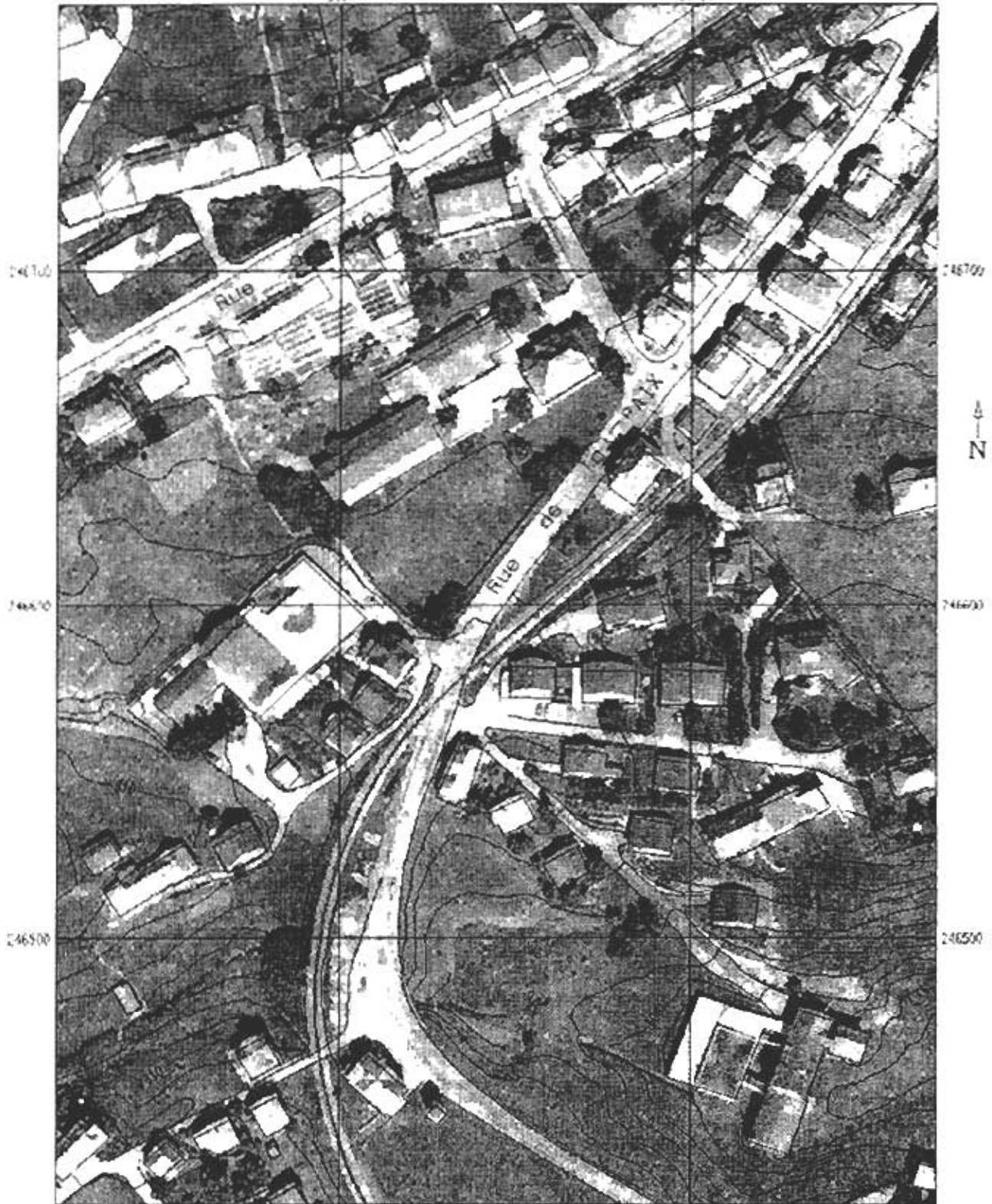
Une fois la restitution et la rédaction cartographique terminées, on peut réaliser une spatio-carte ou une orthophotocarte composée d'un fond image raster et d'une superposition des éléments vecteurs restitués (Voir extrait au 1/2000 sur page suivante).

TEST REALISE SUR STATION DE PHOTOGRAMMETRIE NUMERIQUE HELAVA DPW770

739300

EHELLE: 1/2000

739400



739300

739400

INSTITUT NATIONAL DE CARTOGRAPHIE

Octobre 1977