



CHAPITRE 18

INFOGRAPHIE

On regroupe sous ce vocable tout le matériel informatique et les logiciels qui concourent à la production de plans et au traitement de l'image. Il va de soi que ce chapitre ne donne qu'un faible aperçu du potentiel informatique utilisé en topographie : la maîtrise de DAO-CAO (Dessin assisté par ordinateur et Conception assistée par ordinateur) passe par un apprentissage approfondi et une manipulation de tous les instants !

## I. TRAITEMENT DES MESURES

### A. Mesures du terrain

On l'a vu au chapitre 12 : les mesures du lever sont brutes ou codifiées, enregistrées ou notées sur un carnet.

#### 1. Mesures brutes

Notées sur papier, elles doivent être saisies à nouveau sur ordinateur pour exploitation par logiciels. C'est là une perte de temps conséquente et un risque d'erreur dans la manipulation des données. On retrouve couramment les distances obliques ou horizontales, les angles azimutaux et verticaux, les lectures sur mire...

Enregistrées sur carnet électronique, les mesures brutes sont transférées sur ordinateur par le biais d'un logiciel de transfert adéquat, selon un format standard. C'est plus rapide et, surtout, le risque d'erreur de saisie est éliminé !

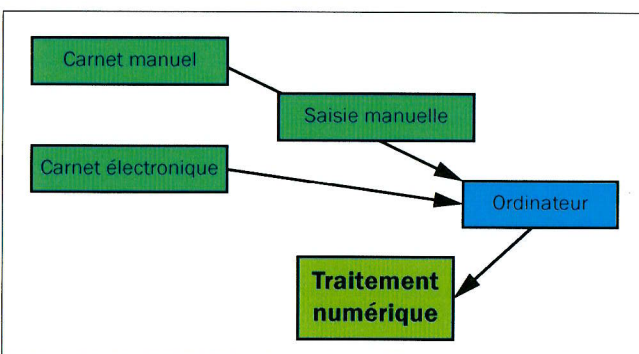


Figure 557. © ECS

Le transfert peut se faire par carte (Figure 558) ou par câble (Figure 559).



Figure 558. Vidage par carte PCMCIA © Trimble

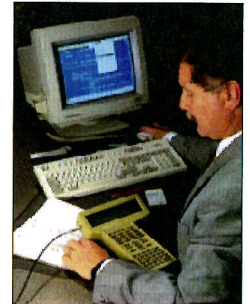


Figure 559. Vidage par câble © Leica

#### 2. Mesures codifiées

Les mesures codifiées sont prêtes au report ! Le temps passé sur le terrain doit être compensé par un traitement plus rapide du dessin au bureau. La codification dessin dispense l'opérateur de tenir à jour le fastidieux croquis de terrain, document pas toujours complet, souvent illisible et donc difficile d'interprétation par le dessinateur ! Les mesures codifiées sont d'autant plus fiables qu'elles sont dessinées directement en temps réel sur ordinateur portable, au moyen d'une liaison radio !

La codification n'empêche nullement le traitement numérique postérieur : calculs de coordonnées rectangulaires dans un nouveau système, ajustement, compensation, adaptation d'Helmert...

**Remarque :** la codification « dessin » peut aussi se faire en post-traitement au bureau, au moyen d'un croquis de terrain complet. Cela paraît moins rentable mais présente l'avantage de rester moins long-temps sur le terrain !

#### 3. Traitement numérique

Le traitement numérique, au moyen de logiciels adaptés, permet la transformation de données, l'ajustement ou la compensation de canevas dans un système donné, les calculs en bloc, les calculs de cotes périmétriques, de surfaces, de volumes...

Le calcul en bloc présente l'avantage du calcul automatique : le carnet vidé dans l'ordinateur, le logiciel recherche les stations dans un ordre correct, établit les liaisons logiques et calcule les coordonnées de tous les points de canevas et de détails, avec compensation et édition des écarts-types, à une vitesse déconcertante !

Le calcul en bloc ne dispense pas toutefois de certains calculs isolés pour détecter une faute éventuelle qui serait noyée dans la masse ! Exemple : un écart-type moyen de 3 cm sur 20 sommets calculés pourrait cacher une faute de 60 cm sur un sommet, si les autres sont tous parfaits ! D'où l'intérêt de calculer les ellipses d'incertitude de chaque point de canevas qui permettent de quantifier les qualités de leur détermination.

**!** Le calcul en bloc peut cacher une faute !

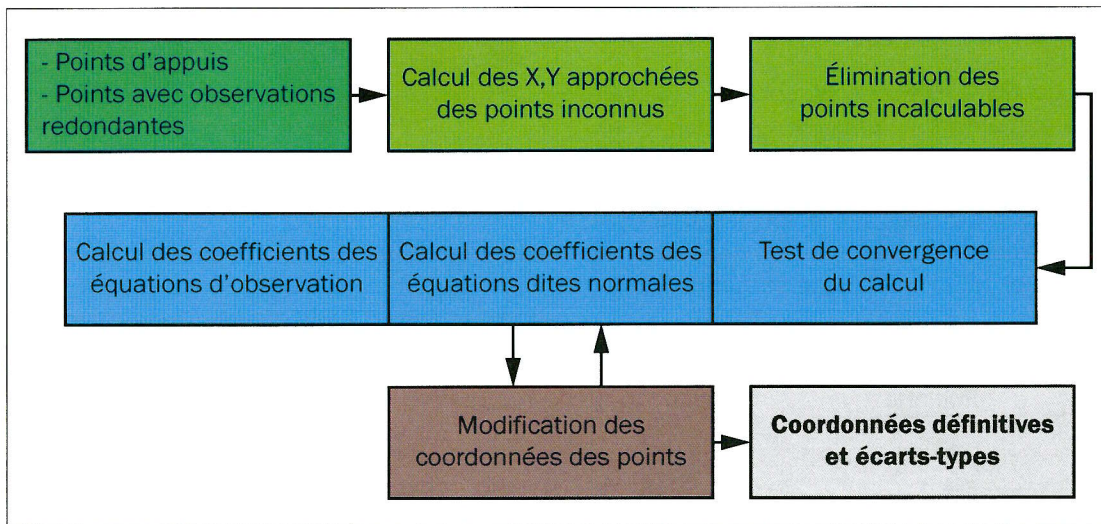


Figure 560. Organigramme Covadis de calcul en bloc © ECS

Calculs	Mesures brutes	Mesures transformées
<b>Transformation</b>	Coordonnées polaires	Coordonnées X,Y,Z
	Coordonnées X,Y,Z	G, Dh d'implantation
	Coordonnées X,Y,Z	Pentes %
	Coordonnées X,Y	Cotes périmétriques
<b>Canevas</b>	Relèvement : tours d'horizon	X,Y du point
	Intersection : tours d'horizon	X,Y du point
	Multilatération : distances	X,Y du point
	Recoupement	X,Y du point
	Triangulation : angles et distances	X,Y des sommets
	Polygonales : angles et distances	X,Y des sommets
	Nivellement direct : lectures sur mire	Z des sommets
	Nivellement indirect : angles et distances	Z des points
	Stations excentrées	X,Y des stations
	Orientation multiple : tours d'horizon	Go moyen de la station
Calcul en bloc planimétrique	X,Y des sommets	
<b>Détails</b>	Rayonnement : angles et distances	X,Y,Z des points
	Bilatération : distances	X,Y des points
	Intersection : gisements	X,Y des points
	Insertion : distances et gisements	X,Y des points
	Nivellement direct : lectures avant	Z des points
	Nivellement indirect : angles verticaux et distances	Z des points
<b>GPS</b>	Données de sessions	X,Y,Z des points
<b>Surfaces</b>	Coordonnées X,Y ou polaires	Superficie
	Figure et surface imposée	X,Y Ligne divisoire
<b>Volumes</b>	Coordonnées X,Y,Z	Cubature
	Surfaces et hauteurs	Cubatures

Tableau 67. Calculs divers de traitement numérique

## B. Mesures digitalisées

La digitalisation consiste à numériser des « points » identifiés sur des plans ou sur des photographies, terrestres ou aériennes. Ainsi, un plan graphique tel que le cadastre peut être transformé en un modèle numérisé de terrain. À partir de courbes de niveau, on peut aussi, après digitalisation, créer un modèle de terrain en 3D.

Les appareils de digitalisation sont appelés « digitaliseurs » : ils permettent de déterminer et de mémoriser les coordonnées X,Y des sommets d'objets représentés graphiquement. On distingue les tables à digitaliser (le document graphique est calé sur la table magnétique puis ausculté au moyen d'un curseur ou souris) et les digitaliseurs mobiles que l'on déplace sur un document graphique.

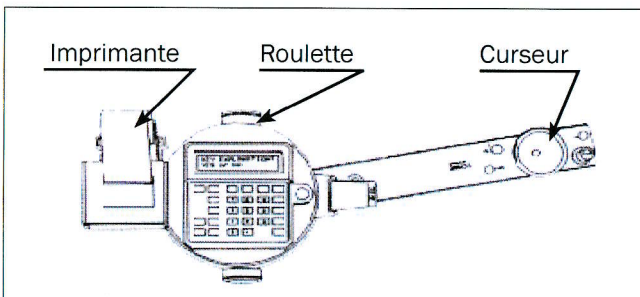


Figure 561. Digitaliseur mobile © X-Plan

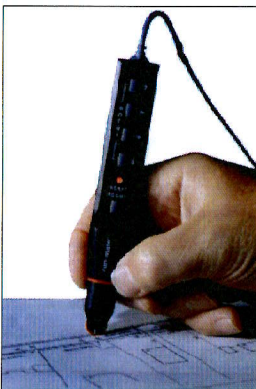


Figure 562. Curvimètre pour mesurer des trajets © Run Mate

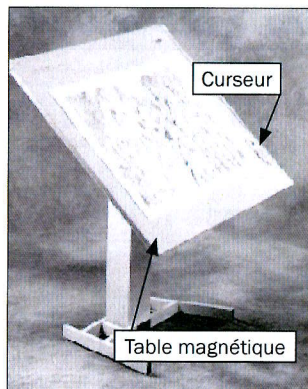


Figure 563. Table à digitaliser Altek © Sored

### ► Digitalisation d'un plan

Le principe fondamental de la digitalisation consiste à mettre à l'échelle le dessin à digitaliser et à l'incorporer dans un système donné au moyen de points d'appui connus dans les deux systèmes (système local et système de transfert). Ces points sont au moins au nombre de quatre et judicieusement répartis sur la zone à digitaliser. L'incorporation dans le nouveau système s'établit

au moyen de l'adaptation d'Helmert : l'écart-type moyen de transfert est caractéristique de la précision obtenue.

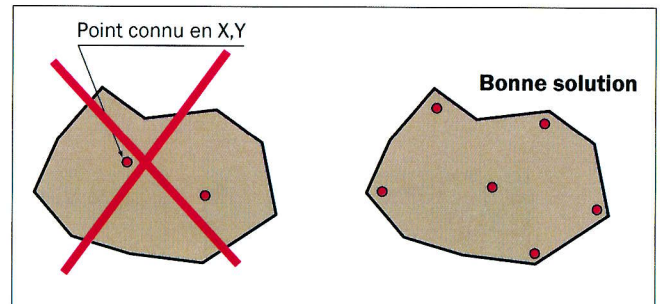


Figure 564. © ECS

Faute de points connus, on quadrille la feuille au moyen d'une plaque à quadriller pour créer un système de coordonnées correct et on détermine les coordonnées numérisées de plusieurs points caractéristiques !

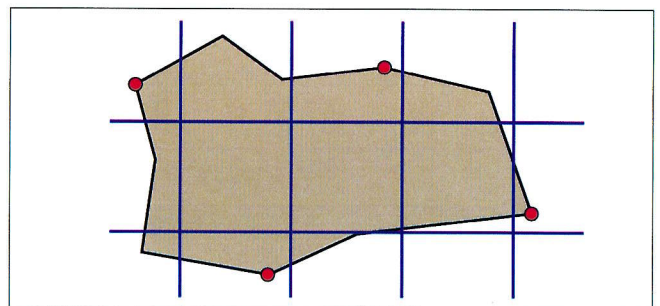


Figure 565. © ECS

**Remarque :** on peut utiliser en digitalisation le logiciel appliqué au dessin pour construire un dessin nouveau numérisé. On peut aussi appliquer la codification levée à tout point digitalisé !

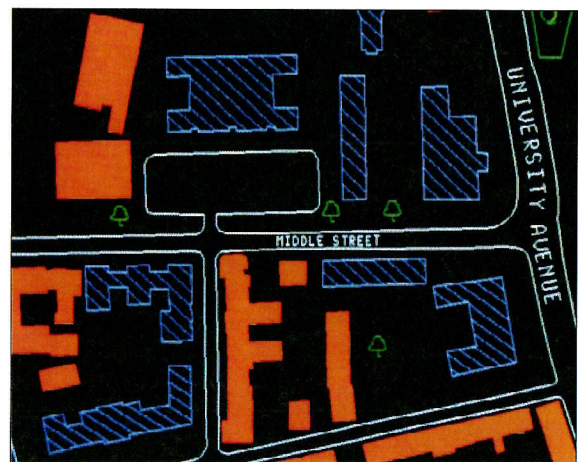


Figure 566. Résultat d'une digitalisation de photo aérienne © Leica

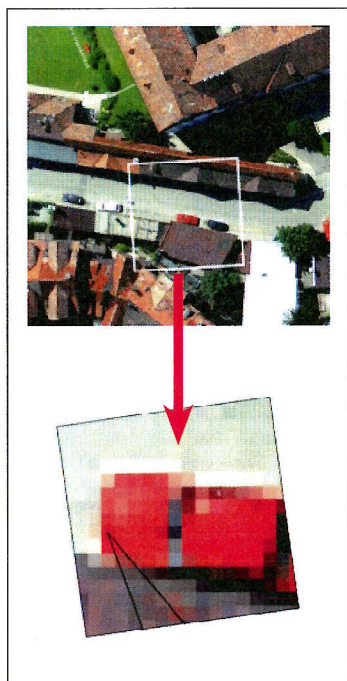


Figure 567. Numérisation d'une photo Spot © Leica

## C. Mesures scannées

La poursuite laser permet la modélisation 3D de bâtiments ou d'objets industriels sur une portée d'environ 100 m. Les systèmes enregistrent jusqu'à 1 000 points par seconde ; la précision ponctuelle étant du demi-centimètre à 50 m. Les « nuages » de points sont interprétés au moyen de logiciels performants : la vectorisation des images bitmap est aujourd'hui banalisée.

À noter que la mise à l'échelle ou l'incorporation dans un système donné relève du même principe que celui de la digitalisation, vu précédemment.

**U** Les scanners 3D lèvent beaucoup de points, à grande vitesse !



Figure 568. Scanner 3D  
Cyrax 2500 © Leica

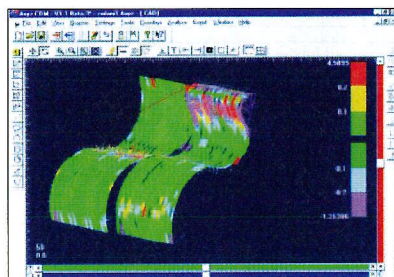


Figure 569. Modélisation en 3D  
© Leica



Figure 570. Le scanner FSS Panorama numérise sur 1,30 m de large © Cad Cam System



Figure 571. Scanner à caméra Jumboscan pour scanner des plans de 5 x 3 m. Précision de 0,005 % © Lumière Technology

## II. PRODUCTION DE PLANS

### A. Rappel des normalisations

L'arrêté de 1976 prévoit un découpage, une immatriculation et une désignation des plans à grande échelle (du 1/200 au 1/5 000) établis pour les services publics. L'arrêté de 1980 précise, quant à lui, les indications à porter sur les plans.



En dessin assisté par ordinateur, plusieurs solutions plus ou moins complexes sont offertes : simple piquetage de points numérotés qu'il faut joindre manuellement par des traits, dessin automatique par codification préalable, hachurage classique ou pochage en couleur, etc. Les grands formats sont sortis sur traceur ; les petits formats peuvent être sortis sur imprimante de qualité.



Figure 575. Imprimante Epson Stylus PRO © DR



Figure 576. Traceur HP Designjet cc800ps © DR

Figure 577.

La plupart des traceurs modernes sont à jet d'encre ou laser, reproduisant par balayage sur papier défilant. La résolution atteint le 1/10 de millimètre.

## C. Logiciels de dessin

Les vrais logiciels de dessin sont à vocation graphique. En réalité, les géomètres associent à ces logiciels de constructions graphiques des applicatifs de topographie, qui permettent de reporter et d'exploiter des modèles numériques de terrain en coordonnées X,Y. Citons pour mémoire : Autocad, Microstation, 3D-Studio, Geograph, Covadis, Pythagoras, Topojis, Strad, liste loin d'être exhaustive...

### 1. Couches ou calques

L'un des avantages principaux de la DAO est de pouvoir construire des objets sur différentes couches (ou calques). On peut ainsi geler ou fusionner à volonté les différentes couches définies :

- couche des points levés ;
- couche des traits de limites ;
- couche des altitudes ;
- couche de la toponymie ;
- couche des hachures ;
- couche des pochages ;
- couche des réseaux ;
- couche des courbes de niveau ;
- couche du quadrillage ;
- couche des sommets du canevas ;
- etc.

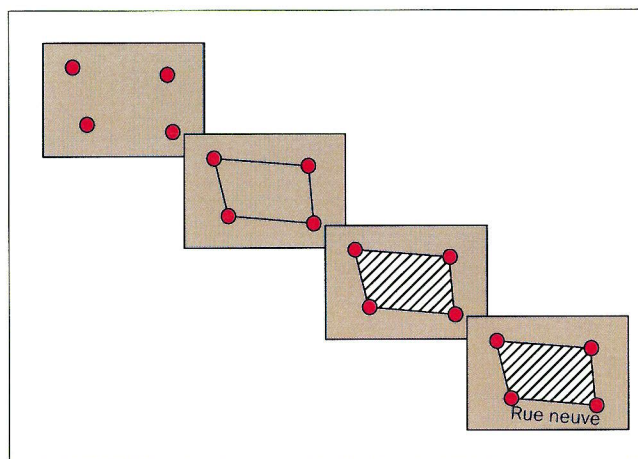


Figure 578. © ECS

## 2. Fonctions de graphisme

De multiples fonctions permettent de construire, de transférer le modèle numérique de terrain (X,Y,Z), d'importer des blocs (symboles...), de tracer des courbes de niveau, de modéliser, de projeter...

Objet	Fonctions	Résultats
<b>Transfert des mesures de terrain</b>	Lectures de carnets électroniques Calculs topométriques Chargement du semis Carroyage Géocodification et symbolique...	Géobase ou MNT
<b>Constructions graphiques</b>	Points, traits, polygones, cercles, clothoïdes... Pochage, tramage et hachurage Écritures diverses et cotation Mise en page Pages de garde Symboles...	Image du MNT
<b>Exploitation du dessin</b>	Distances, surfaces et volumes Courbes de niveau Profils en long et en travers Modélisation Cubatures Projets routiers...	Cotes périmétriques, superficies et volumes, projets...

Tableau 69

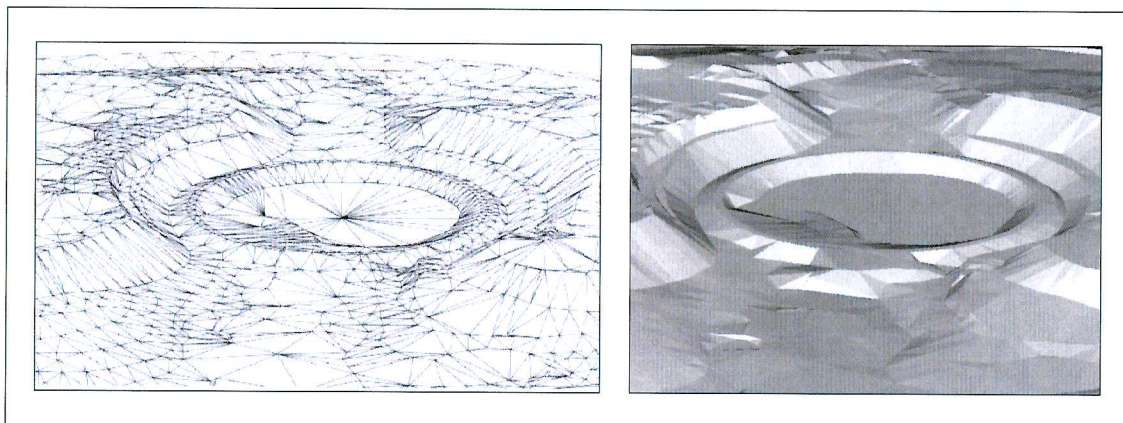


Figure 579. Modélisations du MNT © Covadis

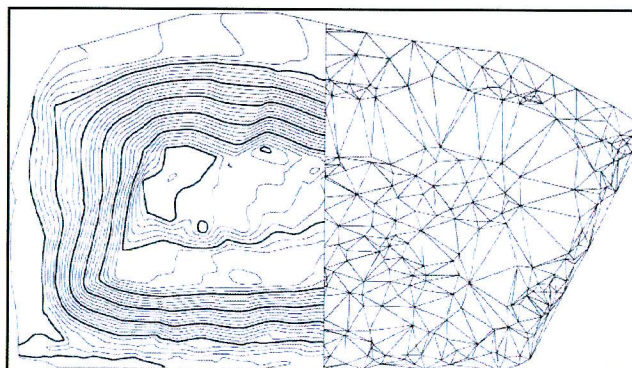


Figure 580. Tracé de courbes de niveau à partir d'un modèle numérique de terrain © Covadis

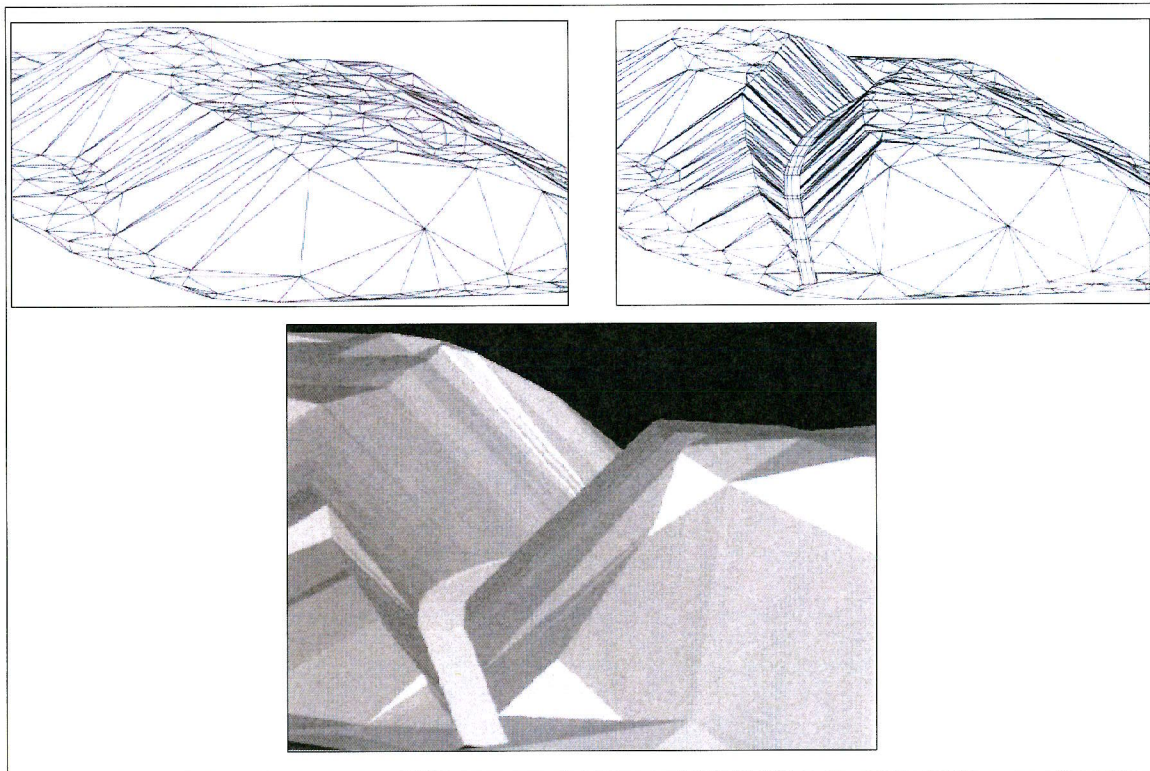


Figure 581. Insertion d'un tracé routier dans le MNT : perspective axonométrique © Covadis

### 3. Cartographie thématique

On se rapproche ici des SIG : l'association de données graphiques et alphanumériques est exploitée pour effectuer des marquages de contours (parcelles pour la plupart) au moyen de hachurage ou de pochage, ou des « thématiques », selon des requêtes en langage **SQL** simplifié...

Un module spécial gère les objets de type « **contour identifié** » dans lesquels sont insérés des blocs avec attributs (n° de commune, section cadastrale, n° de parcelle...). On peut gérer ainsi des cimetières, des emplacements de ports de plaisance, des emplacements de camping-caravaning, des bâtiments de toute sorte...

Exemple de la Figure 582 : le logiciel permet, entre autre, de visualiser par hachurage toutes les parcelles appartenant à M. Martin Patrice.

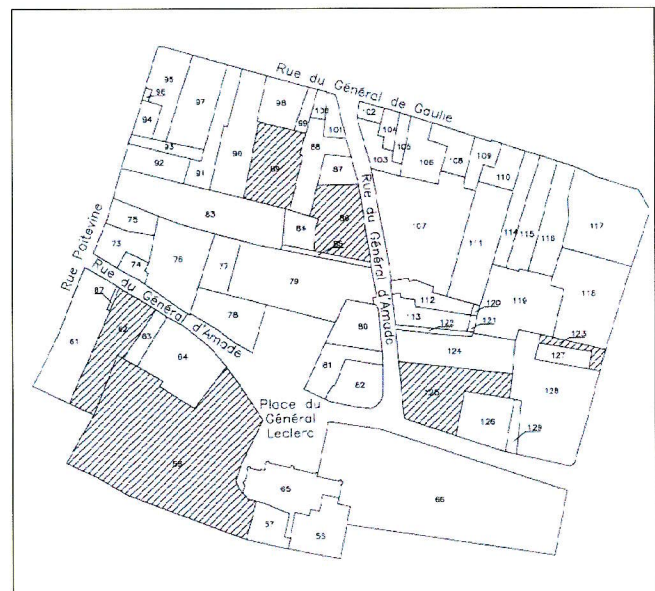


Figure 582. © Covadis

### III. PROJETS ET SIG

#### A. Conception assistée par ordinateur

L'intégration d'un tracé routier dans un modèle numérique abordée au paragraphe précédent fait déjà partie de la CAO, Conception Assistée par Ordinateur. On peut compter au nombre des logiciels de CAO couramment utilisés par les géomètres : le logiciel de calcul d'assainissement, de remembrement, de traitement et de rectification d'images...

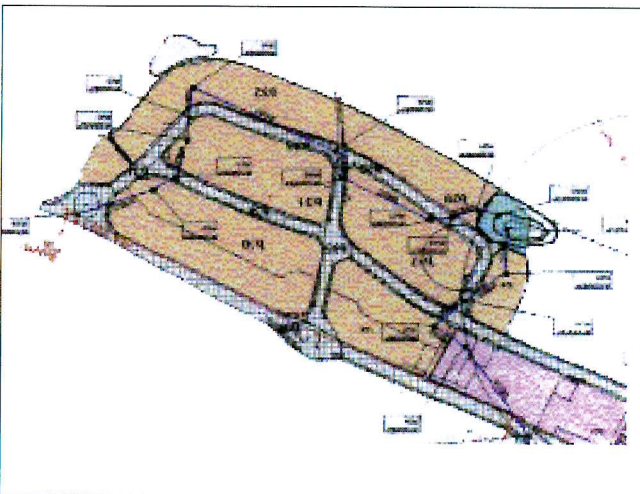


Figure 583. Logiciel de traitement de l'assainissement © Mensura

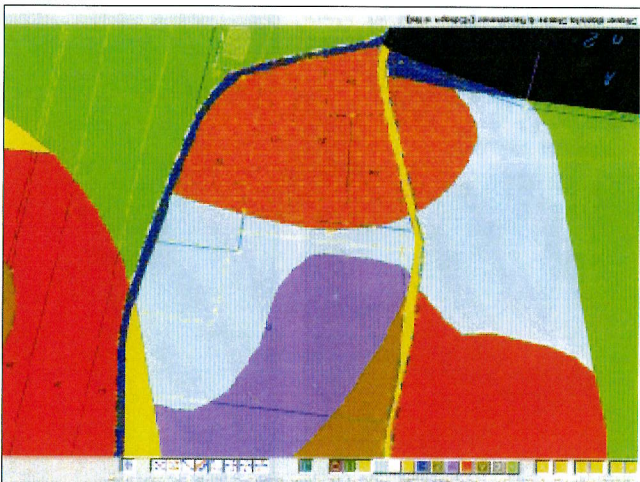


Figure 584. Logiciel de remembrement avec production de plans thématiques © Géorem

#### B. Bases de données et SIG

L'heure est à la recherche de documents par Internet (plans, bases de données...) et à leur intégration dans des bases existantes, quel que soit le format ou la topologie utilisés. Des logiciels de plus en plus variés et conviviaux permettent la création de bases de données, les échanges normalisés ou la lecture de SIG disponibles sur Internet.

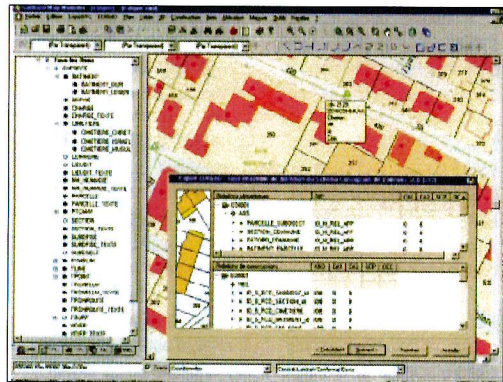


Figure 585. Logiciel de lecture et d'écriture de lots de données Edigéo © Eidis

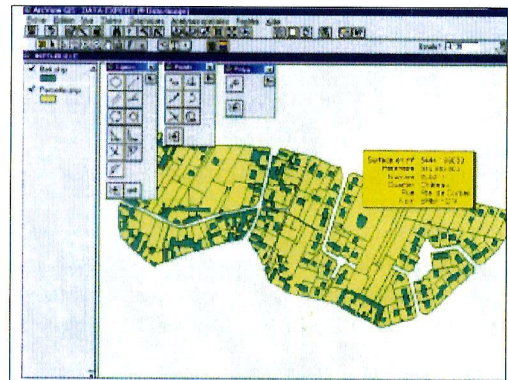


Figure 586. Logiciel de création de bases de données © Data Image

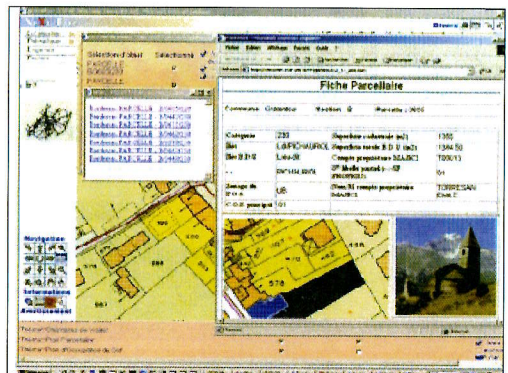


Figure 587. Logiciel d'exploration de sites d'intérêt © StarNext