

Chronique Bibliographique en GEOSCIENCES

Chers Anciens du LIST et autres Lecteurs !

Tout d'abord, je vous adresse mes **vœux les plus cordiaux pour 2021 !**

Je vous souhaite de continuer à faire des choses passionnantes, à la fois dans la profession que vous avez choisie, mais aussi à côté de celle-ci, en famille et/ou avec des amis. Mais le plus important, c'est la santé. Que cette année 2021 vous protège des virus divers et surtout des vaccins, les seconds étant parfois plus dangereux que les premiers, ainsi que l'a récemment indiqué le Pr Montagner, Prix Nobel de Médecine. Je vous souhaite aussi de pouvoir, à court terme, sortir librement et aller où vous le souhaitez, selon nos vieilles habitudes françaises, retourner faire de la géologie dans les carrières, visiter librement les musées et expositions, fréquenter librement les bibliothèques, aller prendre un express où cela vous chante, et circuler sans masque (je n'en ai jamais porté) pour respirer l'air des champs et des forêts. La vie est courte, profitez-en pleinement en 2021.

Mettez en pratique cet adage légionnaire que je vous ai souvent mentionné en cours :

*"Bois quand tu peux, mange quand tu peux, dors quand tu peux,
tu ne sais pas si ce n'est pas la dernière fois !"*

=====

Rappel : cette analyse bibliographique modeste destinée aux anciens du LIST est mise à la disposition du **Club Géologique IDF**, mais peut rendre éventuellement service à d'autres personnes ou d'autres associations, et il n'y a aucune restriction à diffuser ce texte à qui vous le souhaitez.

Pour ce mois de **Janvier**, nous allons traiter de quelques ouvrages essentiels en **Géomatique**, en nous limitant à deux disciplines, la Géodésie et la Photogrammétrie, car le cursus de Géomatique que vous avez suivi, très orienté vers la modélisation 3-D / 4-D, ne comprenait pas ces deux sciences géographiques.

En prévision :

-pour **Février**, quelques ouvrages traitant de Télédétection, autre discipline relevant de la Géomatique, et dont l'application concerne de nombreux domaines : la Géologie en général, l'Archéologie, la Météorologie, l'état phytosanitaire des forêts, la détection des incendies, la surveillance des volcans, la détection des tsunamis, la réalisation d'une carte géologique sommaire avant d'aller cueillir des échantillons sur le terrain, la surveillance de la circulation maritime, et bien sûr, en tout premier chef, la défense ...

-pour **Mars**, ce sera en fonction de l'accès aux bibliothèques, parmi les thèmes suggérés, dont la liste est assez éclectique : Géomorphologie, Géologie extra-terrestre, Gîtologie, Glaciologie, Hydrogéologie, Cartographie géologique, Sédimentologie, Mines, Paléobotanique, Pédologie, Diagraphies, Photogéologie, Géologie régionale, Modélisation, ... J'ai bien la documentation, mais un tour dans une bibliothèque permettrait de trouver s'il n'existe pas un ouvrage meilleur.

Si vous trouvez des erreurs, n'hésitez pas à me les signaler afin que je fasse les rectifications. Si vous rencontrez d'autres ouvrages pertinents, faites en bénéficier notre communauté. Enfin, toute suggestion sera la bienvenue, de même que tout avis différent que vous pourriez exprimer. Je vous en remercie d'avance.

Bien cordialement à tous.

François BOUILLÉ

Analyse bibliographique

Janvier 2021

La Géomatique, avec son application aux SIG, a touché tous les domaines scientifiques et techniques, toutes les activités industrielles et commerciales. Le grand public n'en saisit qu'une infime partie, avec le guidage des voitures¹, le raccordement en ligne du promeneur passant devant une vitrine², la météorologie (ça c'est utile) qu'il consulte, mais il ne connaît pas les sciences géographiques qui en sont la base. Le Géologue voit au contraire tout l'apport de celles-ci.

Au cours de votre cursus au LIST, vous avez eu l'occasion de réaliser des blocs géologiques en 3-D, reposant sur un MNT, auxquels vous appliquiez rotations et translations avec 6 degrés de liberté, de leur appliquer des déformations, d'y faire des coupes, de plaquer des images satellitaires sur ces surfaces topographiques, ainsi que des bâtiments 3-D, divers réseaux, des routes et d'y faire circuler des mobiles, à bord desquels vous pouviez virtuellement embarquer, ... tout ceci bénéficiant des techniques maintenant classiques de réalité virtuelle et réalité améliorée, c'est à dire le sommet de ce qu'un SIG peut (et devrait) livrer à l'utilisateur, mais que les SIG du commerce sont incapables de faire, enlisés dans des couches de logiciel au sein desquelles règne le plus vaste bordel bazar (à croire que leurs programmeurs ont été formés en dans les écoles d'informatique de gestion pour aller programmer bugger chez Microsoft !).

Mais, si vous avez pu disposer d'un MNT, d'images satellitaires, et de façades d'immeubles, c'est parce qu'à la base, trois sciences géographiques ont permis de fournir les données : la Géodésie, la Photogrammétrie, la Télédétection.

Ceux d'entre vous qui sont venus au LIST en tant qu'élèves ingénieurs issus de l'ENSG (et donc futurs ingénieurs des travaux géographiques) ont bénéficié dans les deux premières années d'une formation complète dans ces trois disciplines, dans une école qui est la meilleure du monde occidental (et peut-être du monde tout court). Il en est de même des géologues issus du DESS-IAST qui ont ensuite suivi le Mastère ASIG. Les autres ont eu juste quelques bases, mais relativement limitées, car il ne s'agissait pas de l'axe principal de la formation, orientée vers l'informatique en géosciences.

Il faut toutefois tenter d'acquérir une formation minimale dans toutes les disciplines scientifiques afin d'être capables de construire des "passerelles de la connaissance" qui seules permettent de faire germer des idées nouvelles dans la recherche.

Cette analyse bibliographique de Janvier vise donc à permettre de combler cette lacune en conseillant les ouvrages les plus pertinents dans ce domaine. Vous ne serez pas étonnés que les deux ouvrages, traitant respectivement de Géodésie et de Photogrammétrie, soient ceux sur lesquels reposent les cours des ingénieurs géomaticiens de l'ENSG :

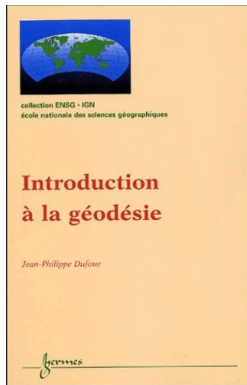
-Introduction à la Géodésie Jean-Philippe DUFOUR

-Photogrammétrie numérique - Michel KASSER, Yves EGELS et al.

NB : La lecture de ces deux ouvrages suppose un niveau mathématique qui est celui d'un élève 3/2 (ou 5/2...) de CPGE en section MP (ou une maîtrise de math de l'Université).

¹ Un usage occasionnel peut être utile, mais son emploi quotidien fait perdre à l'humain ce précieux sens de l'orientation que la majorité des espèces animales possède naturellement. Il faut remarquer que le correcteur orthographique fait perdre la maîtrise de l'orthographe (j'ai neutralisé le mien), la calculatrice de poche fait perdre la faculté de calcul mental (je n'en use jamais), le guidage en voiture (superbe flicage, je n'en veux pas) nous fait perdre notre sens cartographique inné. Dans cette histoire de "progrès", l'humain est le pigeon (espèce non protégée) ! Mais un pigeon devenu désorienté, un pigeon voyageur vite égaré ...

² on est cerné par par des parasites et des prédateurs ...



Introduction à la géodésie
Jean-Philippe DUFOUR
Lavoisier, Hermès Sciences, 2001, 335p.

L'auteur a enseigné à l'ENSG, l'école par excellence de la Géomatique. Ancien élève de l'ENSG, il a été entre autres secrétaire de l'Association Internationale de Géodésie.

L'ouvrage écrit en français comporte 8 chapitres et des annexes. Chaque chapitre s'achève par une liste bibliographique.

Le livre commence par la table des matières, un avant-propos (2 pages) de Claude Boucher, Ingénieur en chef géographe, qui rappelle utilement que la Géodésie est l'une des plus vieilles sciences (Eratosthène, 250 ans av. J.C.), avant d'évoluer subitement grâce à l'apparition des satellites et des moyens de calcul puissants.

L'introduction (12 pages) commence par définir la Géodésie comme "l'étude mathématique de la forme et des dimensions de la Terre et l'étude de son champ de pesanteur", et par préciser ses objectifs : réaliser des réseaux géodésiques (points à la surface du globe, munis de coordonnées et éventuellement de vitesses), établir des formules de transformation entre systèmes géodésiques, réaliser des modèles de géoïdes. Le cours a pour but de répondre à trois objectifs :

- comment réaliser un réseau géodésique,
- comment utiliser les résultats géodésiques,
- à quoi ils servent pour la connaissance de la physique de la Terre, voire pour les principes fondamentaux de la physique.

La technique a d'abord utilisé l'astronomie de position, puis a consisté à établir des réseaux terrestres par triangulation, et l'on trouve là des grands noms de la science (Maupertuis, Clairaut, Bouguer, La Condamine). On passe alors à la définition du géoïde et des altitudes, à l'introduction des techniques spatiales, puis à l'utilisation des résultats, ce qui nécessite de savoir parfaitement ce que représentent les coordonnées, qui peuvent être cartésiennes (X, Y, Z), géographiques (λ , ϕ , h), en projection (E, N, h), en altitude (H).

Ces résultats peuvent être utilisés, entre autres :

- en géophysique, pour évaluer le mouvement relatif des plaques,
- en volcanisme, pour surveiller les déformations et prévenir les éruptions,
- en océanographie, pour évaluer les variations séculaires de niveau de la mer.

L'introduction précise enfin en quelques lignes l'objectif des chapitres suivants.

Le 1^{er} chapitre (43 pages), intitulé "Elements de géométrie différentielle", est destiné à fournir les rappels de mathématiques indispensables. Ceux-ci commencent par définir les notions d'arc paramétré, d'abscisse curviligne, rappelant le trièdre de Frenet, le plan osculateur, le plan normal et le plan rectifiant, la position d'une courbe par rapport au trièdre de Frenet, la cinématique du point, et à la notion de nappe paramétrée. On aborde alors les éléments différentiels de 1^{er} ordre et de 2^{ème} ordre (relations entre trièdres de Frenet et de Darboux-Ribaucour, indicatrice de Dupin), les lignes géodésiques et leurs propriétés.

Le 2^{ème} chapitre (23 pages), intitulé "Géométrie de l'ellipsoïde de révolution aplati", commence par rappeler les équations de définition de l'ellipse, de l'ellipsoïde aplati, son paramétrage (latitude paramétrique, latitude géographique, latitude géocentrique), les rayons de courbure principaux et les sphères d'approximation, le calcul d'un arc d'ellipse. On introduit alors les formules de passage entre coordonnées géographiques et cartésiennes, et l'inverse, avant d'aborder le calcul des lignes géodésiques et la méthode locale utilisant une sphère d'approximation.

Le 3^{ème} chapitre (41 pages), intitulé "Représentations planes", aborde le problème très cartographique du placage d'une surface sur une autre, entraînant des altérations. On introduit l'indicatrice de Tissot afin de définir la représentation conforme et la représentation équivalente, et l'on entre dans le problème de la classification des représentations, avec une typologie selon trois types (conforme, équivalente, aphyllatique), la classification selon le canevas (conique, cylindrique, azimutal, mériconique, méricylindrique), la classification selon l'aspect (représentations transverse ou oblique). On présente alors en détail certaines représentations très utilisées : Mercator, Mercator transverse, Mercator oblique, Lambert, stéréographiques³), et l'on passe alors aux représentations UTM (principalement utilisées par les armées).

Les trois premiers chapitres concernent l'aspect mathématique. Nous allons maintenant passer à l'aspect physique, qui ne pouvait se faire sans ces connaissances mathématiques de base.

Le 4^{ème} chapitre (35 pages), intitulé "Introduction à la géodésie physique", rappelle en tout premier ce qu'est sommairement le géoïde physique, les notions de potentiel (et de gradient de potentiel), de champ de pesanteur terrestre, le problème de déviation de la verticale, le potentiel de gravité avec le développement en harmoniques sphériques, le géoïde avec le potentiel centrifuge et le potentiel de pesanteur, puis le champ de pesanteur normal et son expression. On aborde alors la définition d'un ellipsoïde géodésique de référence, les systèmes d'altitude (la cote géopentotielle, l'altitude dynamique, l'altitude orthométrique, l'altitude normale), et les systèmes d'altitude en France (GRS 1980 = IGN 1969). On présente enfin l'estimation du géoïde, avec le modèle gravimétrique et le modèle astronomique.

Le 5^{ème} chapitre (48 pages), intitulé "Astronomie de position", rappelle que cette discipline est un domaine de l'astrométrie consistant à déterminer la verticale en un lieu à partir des coordonnées astronomiques. Elle a joué un rôle essentiel avant l'arrivée des satellites. Le chapitre commence par des rappels sur la Terre dans l'espace, notre galaxie, le mouvement de la Terre autour du Soleil, le repère céleste équatorial, de nombreux rappels de trigonométrie sphérique, sur lesquels on passe très rapidement en *taupe*... (mais il est vrai qu'il y a tant de choses au programme de la *taupe* !), les échelles de temps (temps atomique, Temps Universel, temps sidéral). On aborde alors les déterminations par l'astronomie de position, nécessitant de prendre en compte la réfraction atmosphérique, la détermination d'azimuth, celle des coordonnées astronomiques par la méthode des hauteurs égales, ou bien par utilisation d'une chambre de prise de vue zénithale. Chapitre très complet qui rappellera des souvenirs à tous ceux qui ont eu l'occasion de pratiquer sur le terrain.

Le 6^{ème} chapitre (17 pages), intitulé "Réalisation des réseaux géodésiques bidimensionnels", concerne les techniques qui étaient utilisées avant l'ère de lancement des satellites artificiels, lesquels ont considérablement modifié les habitudes et les techniques. Avant, il n'existait en effet que deux techniques : l'astronomie de position (positionnement absolu) et les mesures terrestres, c'est à dire triangulation et trilatération (positionnement relatif). La déviation de la verticale fait que les angles mesurés sont des différences azimutales et des différences zénithales, qu'il faut ramener à des angles relatifs à la normale à l'ellipsoïde, dont le calcul est détaillé. On l'applique aux mesures de triangulation terrestre, en utilisant une formule de

³ très utilisées dans certains domaines de la Géologie.

correction appelée formule de Laplace. Il faut constituer des triangles géodésiques, ce qui nécessite une approximation des sections normales, les mettre en projection conforme, et enfin appliquer une réduction des distances. Le chapitre explique ensuite brièvement le principe d'élaboration des réseaux géodésiques bidimensionnels, et définit enfin le référentiel géodésique et le système géodésique.

Le 7^{ème} chapitre (41 pages), intitulé "Introduction à la géodésie spatiale", débute par les apports de cette technologie, tels que la précision du positionnement⁴, la création de réseaux géodésiques mondiaux cohérents, la possibilité de déterminer des coordonnées géométriques 3-D par rapport à l'ellipsoïde. On présente le mouvement du satellite, qui peut être en première approche considéré comme keplerien (on rappelle donc les lois de Kepler), et qui est en fait perturbé par de nombreux autres facteurs dont il faut tenir compte dans la formulation des calculs. Le chapitre évoque ensuite les calculs de géodésie spatiale, puis passe en revue les principales techniques de positionnement spatial, mesures de directions ou mesures de distances ; parmi celles-ci, on trouve l'interférométrie à très longue base, et la télémétrie laser. On présente alors le principe du système DORIS, puis le système GPS, et une comparaison entre différents systèmes : GPS selon divers modes, ARGOS, DORIS. Le chapitre évoque GLONASS, et le projet GALILEO (qui avance lentement...)⁵.

Le 8^{ème} chapitre (16 pages), intitulé "Systèmes de coordonnées. Transformations de coordonnées", représente un domaine capital, car nous avons constaté bien souvent des applications géologiques mixant des données ayant des coordonnées exprimées dans des systèmes différents, et que des ingénieurs mélangeaient allègrement et inconsciemment... Le chapitre fait un rappel des systèmes et des types de coordonnées, avant de passer aux transformations. Il précède enfin dans un tableau les paramètres de transformation de NTF vers ED50 et vers WGS84.

Un certain nombre d'annexes viennent compléter l'ouvrage :

- un formulaire de trigonométrie plane (2 pages),
- des rappels de différentiabilité (12 pages),
- un formulaire de trigonométrie sphérique (6 pages),
- un rappel sur l'estimation par moindres carrés (14 pages),
- une liste des sigles utilisés dans l'ouvrage (3 pages),
- un index (6 pages),
- une liste des auteurs cités (1 page).

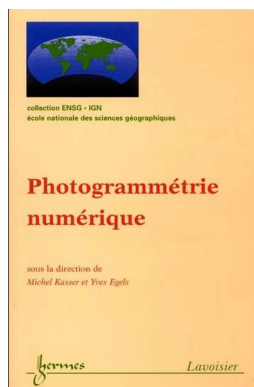
Ouvrage très complet, très bien fait. Il constitue d'ailleurs le livre de cours distribué aux élèves ingénieurs de l'ENSG. C'est par excellence le livre de référence en Géodésie.

⁴ à titre d'exemple dans le domaine de la géologie pétrolière, le positionnement d'une plateforme off-shore à encrage dynamique se fait avec un résultat de l'ordre du centimètre en X et en Y, et du millimètre en Z. Ceci peut être très important lors de certaines opérations.

⁵ le livre étant écrit en 2001, il ne peut tenir compte de deux faits très importants :

- la Russie étant sortie du chaos de la fin de l'ère soviétique, GLONASS est à nouveau pleinement opérationnel (24 satellites, 10 de plus en prévision à court terme), et il est plus précis que GPS,
- la Chine dispose de son propre système, BEIDOU (35 satellites), de même qualité que GLONASS.

Il faut noter que la Chine avait proposé de participer financièrement et scientifiquement au projet GALILEO. La participation financière ayant été acceptée mais non la coopération scientifique, elle s'est retirée et a fabriqué seule son propre système, déjà opérationnel depuis plusieurs années. L'exclusion de la Chine a donc été une grande chance pour celle-ci. Une leçon de géopolitique que tout le monde n'a pas encore assimilé... Il faut noter par ailleurs une compatibilité et coopération étroite entre GLONASS et BEIDOU. Rappelons que GPS dispose actuellement de 31 satellites. GALILEO en a actuellement 22.



Photogrammétrie numérique

sous la direction de Michel KASSER et Yves EGELS
Lavoisier, Hermès Sciences, 2001, 379p.

Ce livre réalisé sous la direction de deux spécialistes bien connus (Y.Egels a formé des générations d'ingénieurs géomaticiens), est un travail auquel ont participé, chacun dans leur domaine respectif, 19 ingénieurs et/ou docteurs.

Le livre débute par la table des matières, et un avant-propos signé de Michel Kasser, qui a d'ailleurs été directeur de l'ENSG à une époque. Il rappelle que la photogrammétrie est longtemps restée une discipline à part, en raison du coût élevé des machines, une formation longue et coûteuse des techniciens, et la nécessité pour ceux-ci de disposer d'une excellente capacité visuelle. Il y avait peu de communication entre les spécialistes et ceux des autres disciplines des sciences géographiques (géodésie, topographie, télédétection, ...). Les changements sont intervenus dans les années 90, notamment grâce aux progrès de l'informatique qui a progressivement transformé les appareils en postes de travail, et à l'apparition des caméras numériques aériennes.

Le 1^{er} chapitre (78 pages), intitulé "Acquisition des images. Aspects physiques et instruments", nous introduit au modèle mathématique de la géométrie d'une image aérienne, en commençant par préciser quelques outils mathématiques élémentaires, notamment en calcul différentiel, puis aborde les problèmes de la géométrie réelle des images dans un contexte aérien (qui n'est pas celui d'un laboratoire au sol). On aborde alors les effets radiométriques de l'atmosphère et des optiques, avec la diffusion de Rayleigh et celle de Mie, les effets de la diffusion atmosphérique en prise de vue aérienne, et les problèmes liés aux optiques. Le chapitre traite alors de colorimétrie, avec l'étude des espaces colorimétriques, de géométrie des images aériennes et spatiales, dont les complications proviennent des mouvements du porteur, dans le cas d'un avion : tangage, roulis, lacet. On passe à l'acquisition d'images numériques par des caméras aéroportées, et l'utilisation d'images radar (radar à synthèse d'ouverture = SAR, terme anglais) conduisant à une technique spécifique appelée radargrammétrie (c'est à dire la photogrammétrie à partir d'images radar). On introduit l'interférométrie⁶ et à la radarclinométrie (qui utilise les ombres du relief), l'emploi de télémètres laser aéroportés, très précis, venant en complément de la photogrammétrie, et dont l'emploi est très intéressant en zone de couvert forestier. En dernière partie, on présente les possibilités offertes par les scanners de divers types pour numériser les nombreuses photos aériennes existant dans les archives, et les problèmes posés.

Le 2^{ème} chapitre (80 pages), intitulé "Techniques de restitution d'images numériques", est consacré à l'extraction de données 3-D à partir d'images. Il faut d'abord améliorer les images (utilisation d'histogrammes), filtrer pour éliminer le bruit, réhausser les contours, en appliquant le produit de convolution (divers opérateurs sont proposés), et en cherchant quel est l'opérateur le mieux adapté. On passe alors aux techniques de compression d'image, en distinguant les algorithmes réversibles (LZ,..., JPEG-LS) et les algorithmes avec perte (DPCM, DCT,

⁶ du plus haut intérêt pour la surveillance des modifications dans l'activité volcanique, et pour prévenir des risques d'éruptions.

ondelettes), puis la compression multispectrale. Le positionnement des images en photogrammétrie peut faire appel au GPS, en déterminant les sommets de prises de vues, et en utilisant le GPS pour l'aérotriangulation, laquelle peut être automatisée (les méthodes sont décrites de façon très détaillée), permettant d'aboutir à un tableau d'assemblage des photos. On passe ensuite aux stations de travail photogrammétriques numériques, permettant d'afficher des données images (raster) et vecteur.

Le 3^{ème} chapitre (140 pages), intitulé "Confection de modèles numériques de terrain et de surface", commence par définir les divers modèles numériques :

- MNE : modèle numérique d'élévation,
- MNS : modèle numérique de surface,
- MNT : modèle numérique de terrain.

en précisant les diverses caractéristiques, puis en présentant l'acquisition 3-D des données issues d'images visibles, techniques d'appariement, et corrélations stéréo. Un exemple est choisi pour illustrer la stratégie au niveau de paysages urbains. Les limites du stéréo-traitement sont évoquées pour la génération de MNE. On passe à la production d'un MNT à partir d'un MNE, nécessitant divers traitements de filtrage et de segmentation. On présente les modèles utilisant un réseau irrégulier de triangles, avec son application à un réseau de courbes de niveaux, au sein desquelles on peut adjoindre un semis de points et/ou des lignes de contraintes. On aborde alors le problème de l'extraction de courbes caractéristiques, telles que des thalwegs. On passe ainsi à la hiérarchisation d'un réseau hydrographique⁷, au lissage cartographique ou à la délimitation automatique de bassins versants. On aboutit au domaine de l'orthophotographie, sa définition, les facteurs qui la caractérisent, sa mise en oeuvre pratique et les problèmes posés.

Le 4^{ème} chapitre (45 pages), intitulé "Applications métrologiques de la photogrammétrie numérique", s'intéresse à des domaines d'application avec acquisition rapprochée sans imagerie aérienne⁸. C'est le cas des bâtiments, avec orthophoto redressée, le traitement de couples de clichés photographiques stéréoscopiques, permettant d'aboutir à des modèles 2-D et 3-D de façades (modèles filaires et surfaciques). On présente le principe du système d'acquisition d'images, et divers systèmes existants, et l'on aborde le problème capital de la structuration des objets, avec le cas du filaire, conduisant à des ambiguïtés, du surfacique en utilisant des approximations telles que les Béziérs, les splines et les B-splines, du volumétrique (Brep ou CSG), et des hybrides. Le chapitre introduit enfin la métrologie photogrammétrique, utilisable en de nombreux domaines d'application : médecine, contrôle de pièces usinées⁹, levers de grottes et fresques, contrôle d'ouvrages d'art, levers d'objets à haute température.

Le livre s'achève par une bibliographie (14 pages), et un index (3 pages).

Un assemblage de 16 pages de photographies en couleur, situé au milieu de l'ouvrage, illustre les chapitres 1 et 3.

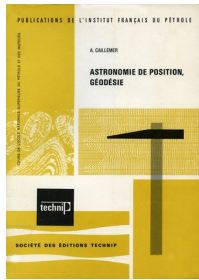
Comme pour le livre précédent, ouvrage très complet, très bien fait. Il constitue lui aussi le livre de cours distribué aux élèves ingénieurs de l'ENSG. C'est par excellence le livre de référence en Photogrammétrie.

⁷ La méthode n'est pas directement applicable à un réseau anastomosé comme on en trouve dans de nombreux bassins ...

⁸ De nos jours, avec l'évolution des drones, et leur multiplication, on peut avoir de la photo aérienne à courte distance...

⁹ Nous sonnaissions une société qui peut ainsi contrôler les déformations de coques de navires accidentés.

Quelques références



Astronomie de position, géodésie

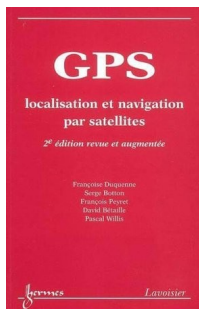
André CAILLEMER
Technip, 1971, 283p.

Topographie, photogrammétrie

André CAILLEMER, Philippe PLANQUES
Technip, 2000, 310p.



NB : ces deux excellents livres de cours sont ceux utilisés par les élèves ingénieurs géologues, sachant que l'ENSPM est à la géologie pétrolière ce que l'ENSG est à la géomatique.



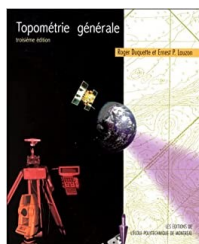
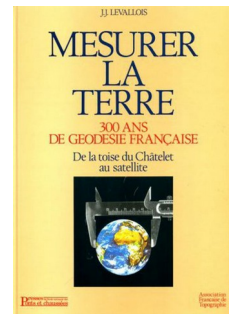
GPS : localisation et navigation par satellites

Serge BOTTON, Françoise DUQUENNE,
Yves EGELS, Michel EVEN,
Pascal WILLIS,
Hermès, 2005, 330p.

Mesurer la Terre

300 ans de géodésie française

Jean-Jacques LEVALLOIS
Eyrolles, 1988, 390p.



Topométrie générale

Roger DUQUETTE, Ernest LAUZON
Ed. de l'Ec.Polyt.de Montréal, 1996, 652p.

Signalons quelques autres ouvrages, consultables au **Centre de Documentation de l'IGN** :
(voir pages 10 à 12)

Géodésie générale

Jean-Jacques LEVALLOIS
Eyrolles,
Tome 1, 1969, 402p. , Tome2, 1970, 408p.
Tome3, 1970, 336p. , Tome 4, 1971, 268p.

Introduction à la géodésie - Cycle IT

Françoise DUQUENNE, Henri DUQUENNE
ENSG, 1997, 150p.

Cours de géodésie

Jacques LE MENESTREL
ENSG, 6 fascicules, 1980 à 1984

Petite anecdote topographique

Nous avons signalé plus haut le livre d'astronomie de position d'**André Caillemer**. Son livre, et son cours que j'ai suivi, évoquent toujours pour moi une petite anecdote fort lointaine.

A l'ENSPM¹⁰, les élèves devaient participer à un camp de terrain topographique. Cette école de terrain se déroulait dans les Corbières et était encadrée par un célèbre ingénieur de l'IGN, André Caillemer. Le but était d'apprendre à travailler à la planchette, au théodolite avec la perche, en plein vent, celui-ci dans les Corbières étant d'ailleurs assez froid et désagréable. Ceci dura près d'un mois... L'enseignant était excellent, son propos était clair, et son contact sympathique. Nous, élèves ingénieurs, étions vraiment bien lotis.

Mais nous n'eumes pas le loisir de méditer sur notre situation de privilégiés. Dès la première mise en pratique, c'est à dire le 2^{ème} jour, il fallut, par équipes de deux, boucler un tour de dix kilomètres au théodolite, en tentant de trouver à l'arrivée la même cote qu'au départ.

A l'arrivée, nous n'avions que 10 centimètres d'écart et en étions très contents.

Mais ... pas Caillemer !!!

Il attendait de nous une erreur inférieure au centimètre ! Ah !?

Il nous fit repartir illico. L'on fait vite des progrès, grâce à l'entraînement, c'est bien connu, et c'est pourquoi nous trouvâmes cette fois sans problème une différence légèrement inférieure au centimètre, exactement 8 millimètres. Ouf !

[Evidemment, pour y parvenir, nous avons corrigé l'erreur sur chaque station, juste avant l'arrivée... Car nous ne tenions pas à refaire le circuit une troisième fois ! Mille pardons, Monsieur Caillemer].

¹⁰ ENSPM = Ecole Nationale Supérieure du Pétrole et des Moteurs, devenue aussi IFP'School.

Trouver la documentation :

Dans le domaine des Sciences Géographiques, même s'il existe des ouvrages dans les bibliothèques des Universités, et notamment à l'Université Pierre et Marie Curie, la bonne bibliothèque n'est pas à Paris même, mais sur le campus de Marne-la-Vallée, au **Centre de Documentation de l'IGN**, situé dans les locaux de l'ENSG (bâtiment commun à l'ENSG et l'ENPC), l'entrée étant située au rez-de-chaussée dans le hall commun.

A partir de l'an 2000, certaines promotions de DESS-IAST et de Master-2 IASIG ont eu la chance d'avoir leur scolarité là-bas, grâce à un accord entre l'ENSG et le LIST. Encore un grand merci aux Directeurs de l'ENSG, M. Jean Denègre et M. Denis Priou, qui ont permis aux étudiants et enseignants du cursus de disposer enfin d'excellentes conditions d'hébergement et de travail (ce que la direction de l'UPMC n'a jamais eu la volonté de nous fournir), au même titre que les élèves ingénieurs de l'école.

Pour les Anciens des autres promotions, de 1985 à 2000, qui n'avez connu que les locaux kafakaïens de l'UPMC, nous vous fournissons quelques indications pour vous rendre là-bas.



**ENSG, 6-8 avenue Blaise Pascal, Cité Descartes
Champs sur Marne, 77455 Marne la Vallée cédex 2**

Pour vous y rendre, par les transports en commun (n'oubliez pas votre baillon couvrant le nez, la bouche, les yeux et les oreilles...), ou en voiture, consultez les deux pages suivantes.

Par les transports en commun :

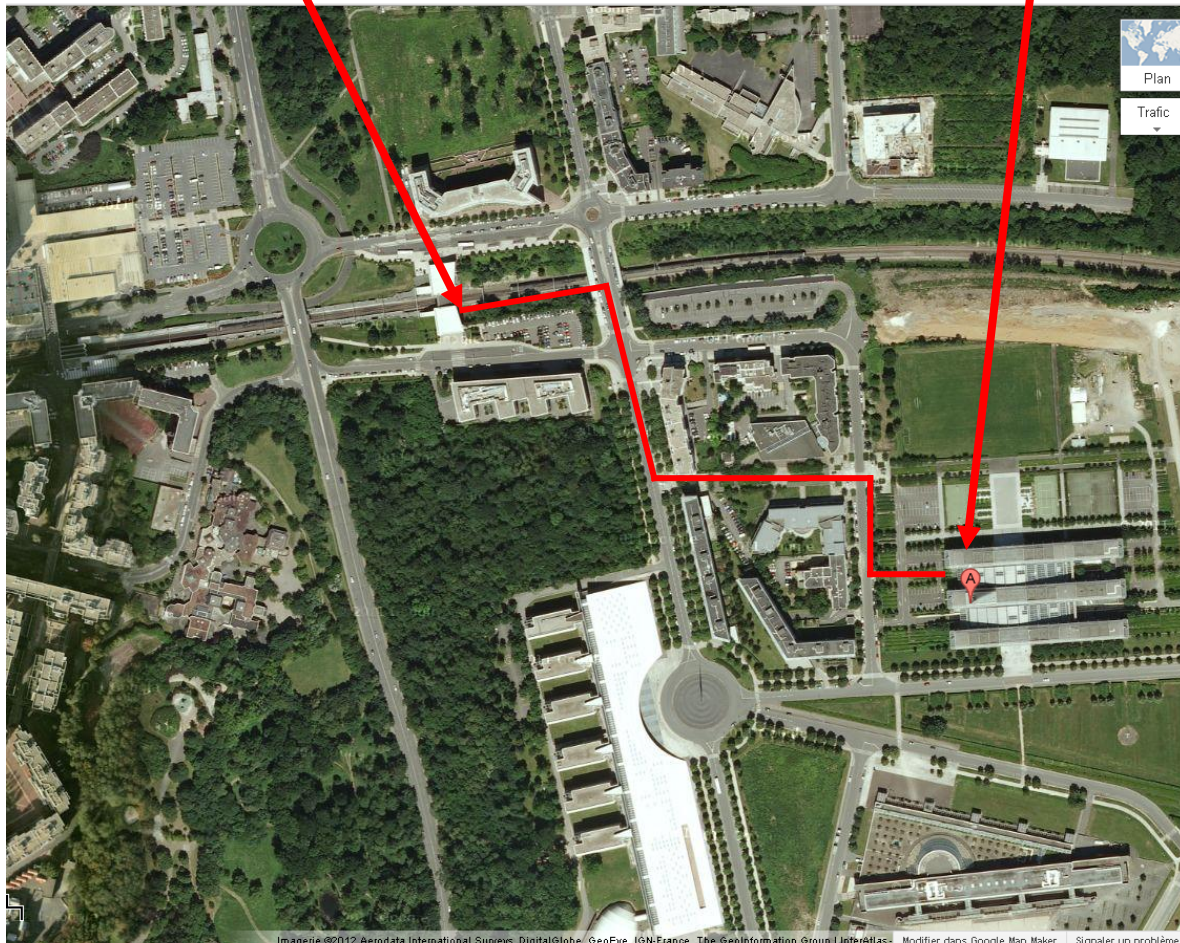
-pour vous rendre à l'ENSG, prendre la ligne A du RER vers Marne-la-Vallée, et descendre à **Noisy-Champs (zone 4)**, en tête de train.

(depuis Châtelet, le RER met entre 20 et 25 mn)

-depuis la station Noisy-Champs, il faut 3 minutes à pied pour vous rendre à l'ENSG.

Station de RER

ENSG



Par la route :

- si vous venez depuis Paris, la sortie de l'A4 est la n°10, indiquée "Cité Descartes"**.
- comptez 10 à 20mn depuis la Porte de Bercy lorsque la circulation est fluide, mais cela peut dépasser parfois une heure lorsqu'il y a des problèmes.



Bonne visite à la bibliothèque, la plus riche de France en Géomatique.