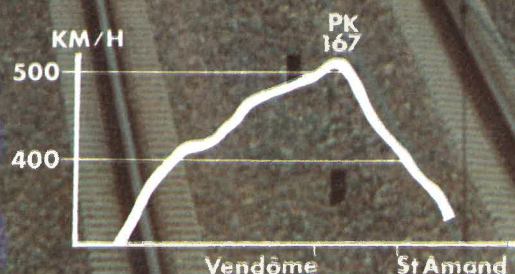
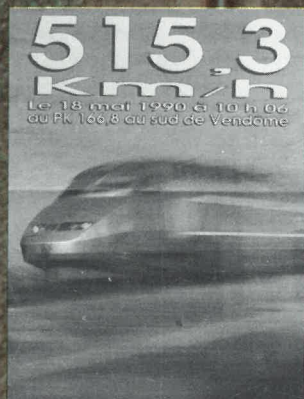


xyz

Association Française de Topographie

Journée de Poitiers

12^e année
N° 45 Octobre 1990



SNCF-CAV-Patrick OLIVAN

TGV entre Courtaulin et Connerré
Record du monde de vitesse 515,3 km/h

TRIMESTRIEL

Le numéro : 110 F
L'abonnement d'un an
(4 numéros) : 410 F
Secrétariat de l'AFT
et Rédaction XYZ

136 bis, rue de Grenelle,
75700 PARIS
Tél. : (1) 43.98.80.00
poste 7690

Ouverts les mardi et vendredi
de 10 h à 12 h

**COMITE DE REDACTION
RAPPORTEUR**

André BAILLY
Ingénieur ETP

MEMBRES

Jean COMBE
Ingénieur ESGT
Guy DUCHER
Ingénieur Général Géographe
Jean-Jacques LEVALLOIS
Ingénieur Général Géographe
Jean PUYCOUYOL
Ingénieur E.P.
Michel SAUTREAU
Directeur divisionnaire honoraire
du Cadastre
Roger SCHAFFNER
Géomètre DPLG
Bernard SCHRUMPF
Ingénieur Général
de l'Armement
Robert VINCENT
Ingénieur E.C.P.

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

André BAILLY

IMPRIMERIE MODERNE

USHA
AURILLAC 15001
Tél. : 71.63.44.60

L'Association Française de Topographie n'est pas responsable des opinions émises dans les conférences qu'elle organise ou dans les articles qu'elle publie.

Tous droits de reproduction ou d'adaptation sont strictement réservés.

xyz

sommaire

| | Page |
|---|------|
| — Editorial, par André BAILLY | 3 |
| • JOURNEE DE POITIERS AU FUTUROSCOPE | |
| — Les conférences de Poitiers — Allocution de Roger Schaffner | 4 |
| — Travaux topographiques nécessaires à la réalisation des TGV, par J. FLEURY | 5 |
| — Procédure de déclaration d'Utilité Publique et maîtrise des sols en matière de construction d'un grand ouvrage linéaire Ligne TGV, par Maurice MINAULT | 13 |
| — TGV — La mesure de l'impact, par Jean-Louis DUBOIS | 18 |
| — Gestion topographique d'un espace industriel, par Jean COMBE | 30 |
| — Contraintes urbanistiques aux abords des aérodromes, par Pierre BIJOU | 37 |
| — Tests sur le niveau numérique WILD NA 2000, par V. DELECROIX, C. MOCQUET, J.-P. QUESNEL, J. SCHMITT | 49 |
| — Le calcul d'un azimut astronomique en topographie, par Raymond D'HOLLANDER | 55 |
| — Quelles langues pour la science ? par Roger SCHAFFNER | 70 |
| — L'IGN a cinquante ans, par Jack Biquand | 76 |
| — Répertoire des annonceurs — Informations diverses | 79 |

Wild Heerbrugg et Kernswiss. Deux grandes signatures pour un grand groupe.



Wild Heerbrugg et Kernswiss, deux grandes marques leaders sur les marchés de la géodésie et de la photogrammétrie, mondialement reconnues pour leurs innovations technologiques sont réunies aujourd'hui au sein du groupe Leica. Nés de la fusion de Wild Leitz et Cambridge Instruments, le groupe Leica et ses filiales réaffirment une philosophie commune: être vos partenaires et vous apporter

des solutions créatives dans les secteurs de la visualisation, de la mesure, de l'analyse.

Le nouveau groupe, dont la direction générale se trouve à St-Gall (Suisse), est contrôlé à 71 % par l'ancien actionnaire de Wild Leitz. Avec

ses 11 000 collaborateurs dans le monde, des unités de production et des laboratoires dans 8 pays, des filiales



dans 23 pays et des représentants dans le monde entier: Leica réunit les plus grandes marques de l'optronique: Wild Heerbrugg, Kernswiss, Leitz, Cambridge Instruments, Reichert-Jung. Groupe Leica. La fusion fait la force quand elle est faite de grandes signatures.

Leica SARL - Division GPI
86, avenue du 18 Juin 1940 - 92563 Rueil-Malmaison Cedex
Téléphone: (1) 47.32.92.13



XYZ, votre revue

Editée depuis 1979, XYZ, dont paraît aujourd'hui le 45^e numéro, est la grande revue d'information de langue française du monde de la topographie.

La collaboration interdisciplinaire des auteurs d'articles et de communications permet à nos lecteurs de faire, chaque trimestre, un tour d'horizon des "choses" de la topographie, qu'elles appartiennent aux domaines de la recherche, de l'enseignement ou qu'elles soient issues directement de l'industrie et du terrain.

Pour ce faire, il nous faut être en symbiose avec la profession, c'est-à-dire avec vous. Notre but est que NOTRE revue soit VOTRE revue, conçue, alimentée, réalisée par VOUS. Notre ambition est de refléter au mieux l'image de ce qu'est la topographie, ses techniques, son histoire et sa vie professionnelle.

C'est dans cette optique que, prochainement, nous réaliserons une enquête auprès de nos lecteurs. Nous espérons qu'elle fera évoluer la revue, aussi bien sur le fond que sur la forme, pour encore mieux répondre à vos besoins et vos attentes.

Parallèlement à cet effort, nous mettons en place une organisation technique de fabrication et de publication qui doit permettre à XYZ de paraître avec une régularité rigoureuse, ce qui ne fut pas toujours le cas, ce pourquoi nous demandons votre indulgence.

André BAILLY, directeur de la publication

Les conférences de Poitiers

Allocution de R. Schaffner

Chers Collègues et Amis,

Après notre Assemblée Générale, je salue pour la deuxième fois dans cette salle, toute les personnes présentes et je remercie celles qui sont venues se joindre à nous pour écouter et apprendre peut-être, ou tout au moins pour se rafraîchir la mémoire et se mettre au courant des changements incessants, insoupçonnés il y a encore quelques années, qui se produisent dans la conception et l'exécution de leur travail quotidien.

L'ASSOCIATION FRANCAISE DE TOPOGRAPHIE tient ainsi à apporter sa contribution aux manifestations du 30ème Congrès National de ses collègues Géomètres-Experts, et nous leur souhaitons par la même occasion un franc succès pour cette rencontre bisannuelle organisée par messieurs Tétard et Biget.

La réalisation des grands ouvrages publics nécessite avant tout l'appropriation de l'espace dont ils ont besoin. Dans le temps on raisonnait en surface terrestre, supposant que le dessus et le dessous y était théoriquement rattachés et qui, en effet, en faisaient juridiquement parties. mais pratiquement de quoi a-t-on besoin aujourd'hui ? Certainement pas toujours du tréfonds jusqu'en enfer. Ni de l'espace aérien jusque dans le ciel ou le paradis. Il est donc indispensable *de définir l'espace que l'on veut effectivement occuper*, que ce soit par un train qui se déplace ou par un ensemble (immobile) d'activités ou de résidence. Ce sont donc les caractéristiques de ces derniers qui justifient cette définition.

Ces espaces étant à prendre dans un espace plus grand. Il convient également de les y situer, compte tenu de l'état foncier, de l'utilisation ac-

tuelle, etc, ainsi que des changements que le projet est susceptible d'apporter aux structures, à l'aspect et aux fonctions locales. C'est ce que l'on appelle *mesurer l'impact du projet*, avant de le figer.

Pour tout cela et le reste, avant, pendant et après, vous l'avez deviné, on ne saurait se passer de la Topographie.

Je vous propose donc une série d'exposés à plusieurs voix dont la première est celle de Monsieur Maurice Minault, mon ancien concurrent en matière d'expropriation...

Puis la deuxième de Monsieur Franconi de l'I.A.U.R.I.F. éminent organisme que j'ai également et avantageusement pratiqué en ce temps-là...

Ensuite, je n'ai pas besoin de vous présenter le modeste, mais illustre collègue Jean Fleury, successeur émérite de notre ami Jean Boutonnier...

Enfin il y aura encore un Jean, bien connu sous le nom de Combe, digne successeur (encore un) à E.D.F., de notre premier Président Louis Catinot...

Pour terminer je pense, d'après les applaudissements et l'intérêt que vous témoignerez, que cette après-midi aura apporté un plus dans votre vie professionnelle ; quant à moi, cela relance à chaque fois mon enthousiasme pour un métier dont je ne me suis jamais lassé. Je le souhaite pour vous aussi.

D'avance grand merci à nos sympathiques conférenciers.

Après je souhaite une bonne soirée à tous ; pour certains bon retour chez eux et aux autres agréables journées à passer entre collègues et amis dans ce fabuleux site du Futuroscope ainsi qu'à La Rochelle.



Travaux topographiques nécessaires à la réalisation des TGV

J. FLEURY - Chef de la Division de Topographie S.N.C.F.

La construction d'une ligne ferroviaire à grande vitesse, nécessite de nombreuses interventions topographiques pour produire les plans indispensables aux études et pour assurer une réalisation conforme du projet.

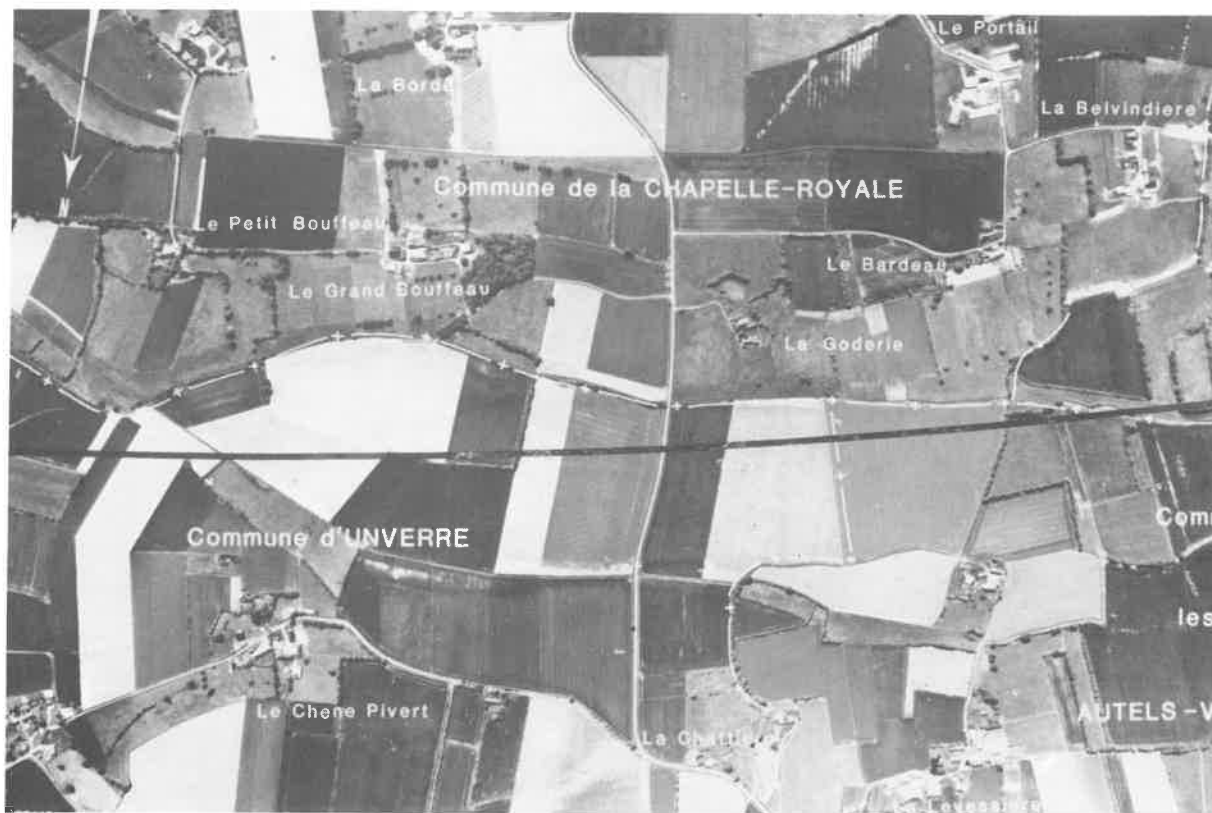
Le choix d'un tracé T.G.V. doit tenir compte des contraintes liées au milieu traversé et des caractéristiques géométriques de la ligne, définies en fonction de la vitesse et de la pente maximales imposées.

Une analyse multicritères de différents couloirs possibles, permet d'en apprécier l'impact et le coût, et d'entreprendre une concertation avec les instances régionales et départementales, les populations et les élus locaux.

Cette phase d'études préliminaires fait largement appel aux documents cartographiques existants, et éventuellement aux données des satellites de télédétection.

Les tracés sont présentés sur des cartes au 1:25000.

Cependant, des renseignements plus complets sont très vite nécessaires, c'est pourquoi des prises de vues aériennes au 1:15000 ou 1:20000 sont réalisées sur les différents axes possibles. Des agrandissements peuvent en faciliter l'interprétation, notamment en ce qui concerne l'impact sur l'habitat et l'utilisation du sol.



*Des photographies aériennes agrandies et agrémentées
de toponymie constituent un bon support de concertation*

A ceux qui mesurent la réalité au millimètre, voici quelques précisions.

A ceux qui voudraient
bien travailler
sans avoir à consulter
le bulletin météo,
(étanchéité
au ruissellement).

A ceux qui se disent que
la mesure optique,
c'est l'affaire du leader
mondial de l'optique,
(objectifs ED à très faible
dispersion).

A ceux qui aiment
le travail bien organisé,
(présélection des deux
lignes d'affichage).

A ceux qui pensent que
la haute précision,
c'est normal dans
ce métier,
(mesure à 0,2 millimètre).

A ceux qui
n'oublient jamais que
la rapidité n'est rien
sans la précision,
(tracking au millimètre).

A ceux qui considèrent
que l'électronique
est un service,
pas une servitude,
(enregistrement
automatique sur le carnet
de terrain).

Station DTM série A.

A ceux qui
se contentent du meilleur,

Nikon

Compte tenu des éléments fournis par ces études préliminaires, la S.N.C.F. propose au gouvernement un tracé pour le soumettre à l'enquête préalable à la **Déclaration d'Utilité Publique**.

La décision prise, les oppositions qui se sont manifestées lors des premiers contacts ne se sont pas pour autant apaisées, et le topographe risque de ne pas être bien accueilli sur le terrain.

La discrétion s'impose, et la photogrammétrie, à partir des vues aériennes citées ci-dessus, va permettre de réaliser des **plans topographiques au 1:5000** avec très peu d'intervention sur le terrain en utilisant les techniques d'aérotriangulation pour le canevas de stéréopréparation. La précision (e.m.q.) de ces plans est de 30 cm en planimétrie et en altimétrie.

Etablis sur 1 km de large, ils constituent le support de **l'avant projet** qui comprend :

- un tracé en plan,
- une étude géotechnique,
- une étude hydraulique,
- un calcul de cubature,
- une estimation.

En vue de la constitution d'un **Modèle Numérique de Terrain** (M.N.T.), la fourniture de ces plans est accompagnée de fichiers informatiques contenant un semis de points définis en X Y Z, et des lignes caractéristiques du modelé du terrain, (changement de pentes, talwegs...).

La modélisation consiste à créer des triangles ayant pour sommets les points du semis, sans franchir les lignes caractéristiques.

Les programmes d'exploitation permettent de calculer l'altitude d'un point du projet défini en coordonnées X Y dans le plan du triangle dans lequel il se trouve.

Certaines autres lignes dites "cartographiques" définissent les axes de route ou de rivière, les limites de communes.... Elles sont accompagnées d'un label qui les caractérise (R.N. 75, CD 37 ...) et qui peut être retranscrit automatiquement sur le projet.

Le projeteur peut, grâce à cet outil, obtenir automatiquement, sur station APPOLO, le dessin du profil en long et des profils en travers, le calcul des cubatures et le report du projet sur le fond de plan.

L'utilisation du M.N.T., comparé aux anciennes méthodes de lever des profils en long et en travers sur table à digitaliser, permet une optimisation plus facile du tracé en plan et du profil.



M.N.T.

—
Modèle
Numérique
de Terrain

Pendant l'étude de l'avant projet, des **Préétudes d'Aménagement Foncier** sont entreprises sous le contrôle des Directions Départementales de l'Agriculture et de la Forêt des départements concernés.

Dès qu'il devient possible d'intervenir sur le terrain, des campagnes de reconnaissance géotechnique et hydraulique, sont entreprises.

En même temps, le **canevas planimétrique principal** constitué d'un cheminement directeur avec des sommets distants de 1 km, est matérialisé par des bornes en béton.

Ce canevas intégré au réseau géodésique, assure l'homogénéité de toutes les opérations topographiques qui vont suivre, levés, implantations et contrôle de travaux.

Les mesures sont enregistrées sur le terrain et traitées par compensation suivant le critère des moindres carrés. Les résidus moyens sur les longueurs et les directions angulaires entre points successifs du cheminement, restent inférieurs au centimètre.

Dans l'avenir, il est envisagé d'utiliser les techniques de positionnement par satellite (G.P.S.) pour déterminer l'ossature d'appui et améliorer l'homogénéité de l'ensemble.

L'étude de l'avant projet, comprend également la poursuite de la concertation à l'échelon local, notamment pour fixer les principes de rétablissement des voiries, de l'hydraulique et des réseaux, ainsi que certains aménagements (protection phonique par exemple). A l'issue de cette phase, la géométrie et la position planimétrique de l'axe sont fixées.

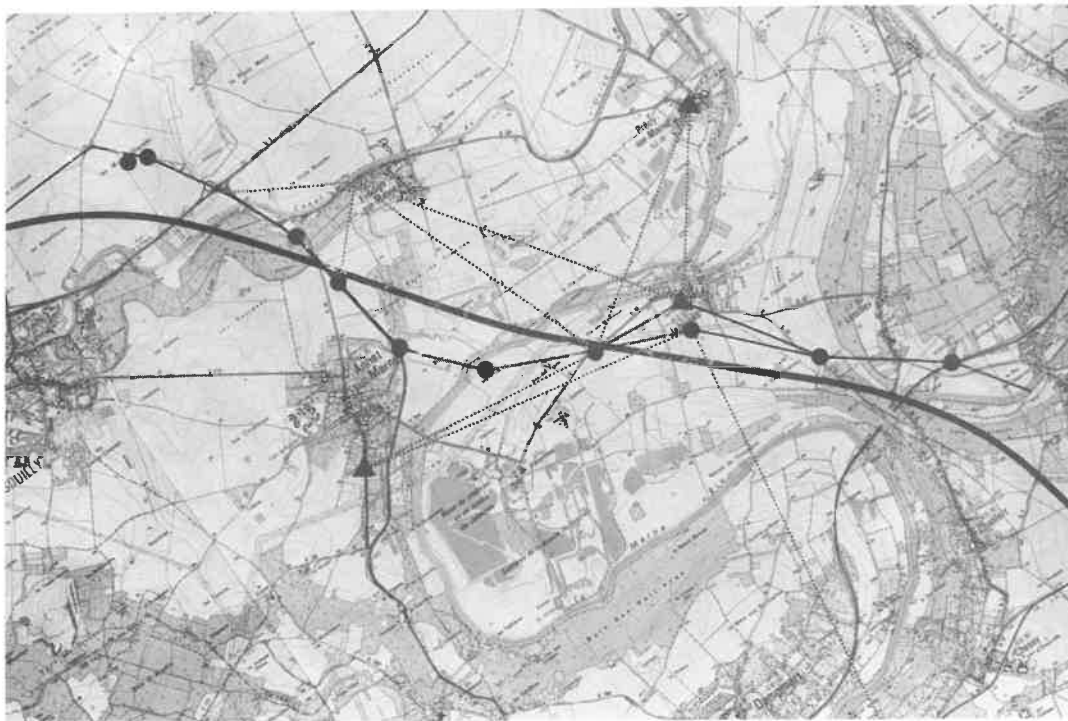
Par contre, c'est l'étude détaillée du **projet** qui permet l'optimisation du profil en long et du mouvement de terre, la localisation et la définition des divers aménagements à réaliser, et le lancement des appels d'offre pour les travaux.

Cette étude nécessite des plans plus précis et plus détaillés :

- un **plan topographique au 1:1000** également accompagné d'un modèle numérique de terrain réalisé par procédé photogrammétrique sur une bande de 300 à 500 m de large, à partir d'une prise de vues au 1:4000 ou 1:5000. Précision (e.m.q.) 10 cm en planimétrie et en altimétrie,

- des levés de détails au 1:100 pour les études d'Ouvrage d'Art,

- des levés de profils en rivière et de bassins versants pour les études hydrauliques.



Canevas Principal

Lorsque les besoins en emprises sont connus, la confection d'un dossier d'enquête parcellaire est entreprise pour chaque commune concernée par le projet.

Le plan parcellaire est obtenu par mise à l'échelle et application du cadastre sur le plan topographique au 1:1000. Les limites d'acquisition sont numérisées en coordonnées.

L'état parcellaire est constitué à partir des fichiers informatiques "MAJIC" (Mise A Jour des Informations Cadastreales) fournis par le Service du Cadastre. Ces fichiers de parcelles et de propriétaires cadastraux sont complétés par les contenances et les affectations des parties morcelées, ainsi qu'avec les noms et adresses des propriétaires réels (après recherche au service de la conservation des hypothèques).

Un logiciel mis au point par la S.N.C.F. sur micro ordinateur, permet d'automatiser les tâches d'édition, notamment pour l'envoi recommandé, à chaque propriétaire, de la notification de l'Arrêté Préfectoral d'ouverture d'enquête. Il permet en outre une gestion informatisée des acquisitions et des dépenses relatives à la maîtrise des sols.

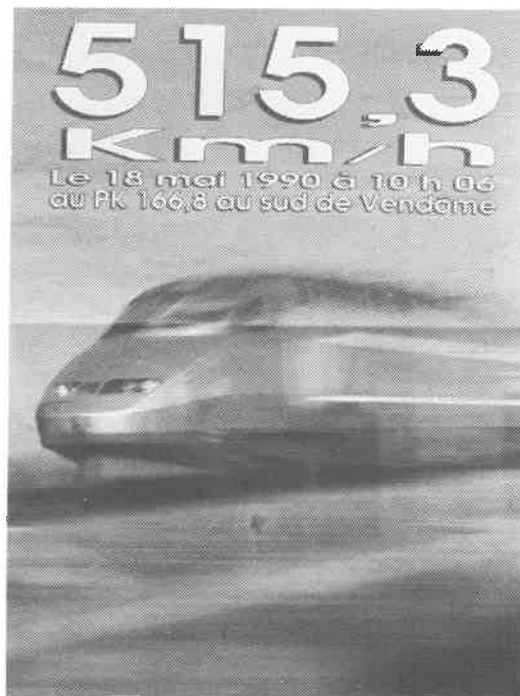
Une fois l'enquête parcellaire réalisée, souvent en même temps que l'enquête hydraulique, le dossier parcellaire est rectifié pour tenir compte des diverses réclamations. Il sert ensuite de base pour l'établissement des documents d'Arpentage nécessaires aux acquisitions et aux remboursements.

Les points numérisés des limites d'acquisition sont bornés sur le terrain à la fin des travaux, avant la pose des clôtures qui interdisent l'accès des animaux et riverains sur les voies.

En prévision des travaux pendant la phase d'étude du projet, le canevas est complété par :

- un canevas altimétrique principal réalisé par nivellement de précision et appuyé sur les repères du Nivellement Général de la France. Les repères sont scellés dans des bornes en béton situées à proximité du tracé tous les kilomètres.

RECORD DU MONDE DE VITESSE SUR RAIL



La circulation de trains à des vitesses voisines ou supérieures à 300 km/h ne peut se faire que sur des lignes spécialement construites à cet effet avec des courbes de grands rayons (minimum 6 000 m pour 300 Km/h). Par contre, les pentes et rampes peuvent être plus importantes que sur le réseau classique (35 ‰ sur le T.G.V. SUD-EST), ce qui limite les terrassements.

La géométrie du tracé théorique, alignements, courbes et raccordements, doit être rigoureusement respectée sur le terrain, tâche qui concerne directement le topographe.

- un canevas planimétrique secondaire qui densifie le canevas principal établi précédemment, matérialisé par des bornes préfabriquées distantes de 300 m environ.

Lorsque l'entreprise adjudicataire des travaux reçoit notification du marché, ces canevas lui sont remis contractuellement à charge pour elle d'en assurer la conservation pendant toute la durée du chantier.

PROJET DE SCHEMA DIRECTEUR NATIONAL DES LIAISONS FERROVIAIRES A GRANDE VITESSE



Devant le succès des premières lignes nouvelles, il est possible d'envisager la création d'un réseau à grande vitesse. Le gouvernement a donc demandé à la S.N.C.F. d'étudier toutes les liaisons susceptibles de présenter un intérêt économique pour la Société Nationale, et pour le pays. Après consultation des régions concernées, c'est un schéma directeur des T.G.V. qui devrait être adopté dans le courant du deuxième semestre 1990.

Lignes en service actuellement :

- le T.G.V. PARIS-LYON,
- le T.G.V. ATLANTIQUE, branche du MANS, la branche de TOURS devant être mise en service en septembre 1990.

Lignes en construction :

- le T.G.V. NORD ; mise en service prévue en 1993,
- le T.G.V. RHONE-ALPES (LYON-VALENCE) ; mise en service prévue en 1992, 1993 et 1994,
- l'INTERCONNEXION des T.G.V. à l'EST de PARIS ; mise en service prévue en 1994.

Projets envisagés :

- le T.G.V. PROVENCE COTE D'AZUR
- le T.G.V. LANGUEDOC-ROUSSILLON
- le T.G.V. MIDI PYRENEES
- le T.G.V. AQUITAINE
- le T.G.V. RHIN-RHONE
- la LIAISON TRANSALPINE
- le T.G.V. BRETAGNE
- l'INTERCONNEXION SUD DE PARIS
- le T.G.V. EST
- le T.G.V. NORMANDIE
- le T.G.V. LIMOUSIN,
- le T.G.V. PICARDIE

L'ordre de service permettant de commencer les travaux, n'est donné qu'après accord du maître d'ouvrage sur les études d'exécution réalisées par l'entreprise.

Ces études nécessitent là encore des interventions topographiques : implantation de l'axe du projet, relevé contradictoire du terrain naturel et certains relevés de détails, comme par exemple, les fils d'eau pour le calage altimétrique des ouvrages hydrauliques.

En ce qui concerne les travaux proprement dits, l'entreprise procède aux implantations et suivi de construction. Elle est également impliquée dans des opérations de contrôle dans le cadre du volet topographique du plan d'assurance qualité.

Les équipes topographiques de la S.N.C.F. interviennent par des réceptions au titre du contrôle externe à l'entreprise :

- contrôle des implantations et réception des Ouvrages d'Art, tolérance 3 cm,
- contrôle des entrées en terre et réception des couches d'assises (Tolérances en Z : couche de forme 5 cm et sous couche 3 cm).

Une attention particulière est toutefois apportée à l'implantation des voies, l'entreprise chargée de la pose recevant de la S.N.C.F. une plate-forme avec un piquetage des points d'axe tous les 200 m et des points principaux (origine de raccordement et de

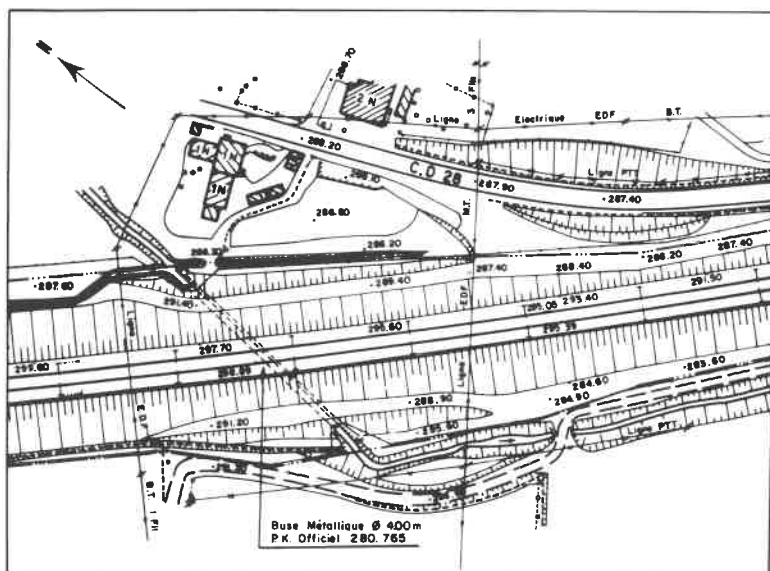
courbes, points caractéristiques des branchements ou appareils de voie).

Ces points sont implantés avec une précision de 1 cm. L'implantation est ensuite complétée par des points intermédiaires tous les 10 m en courbe, et tous les 40 m en alignement. Ces points d'axe sont ensuite reportés de part et d'autre vers les bords de la plate forme sur des rejets qui serviront à vérifier la position de la voie lors des différents relevages sur ballast.

Des piquets repères définitifs sont placés dans l'axe de la double voie tous les 100 m en alignement et tous les 20 m en courbe. Ils permettent un réglage très fin (de l'ordre du millimètre) avant la mise en service et ultérieurement un contrôle du maintien en place des voies lors des opérations d'entretien réalisées avec des machines automatiques.

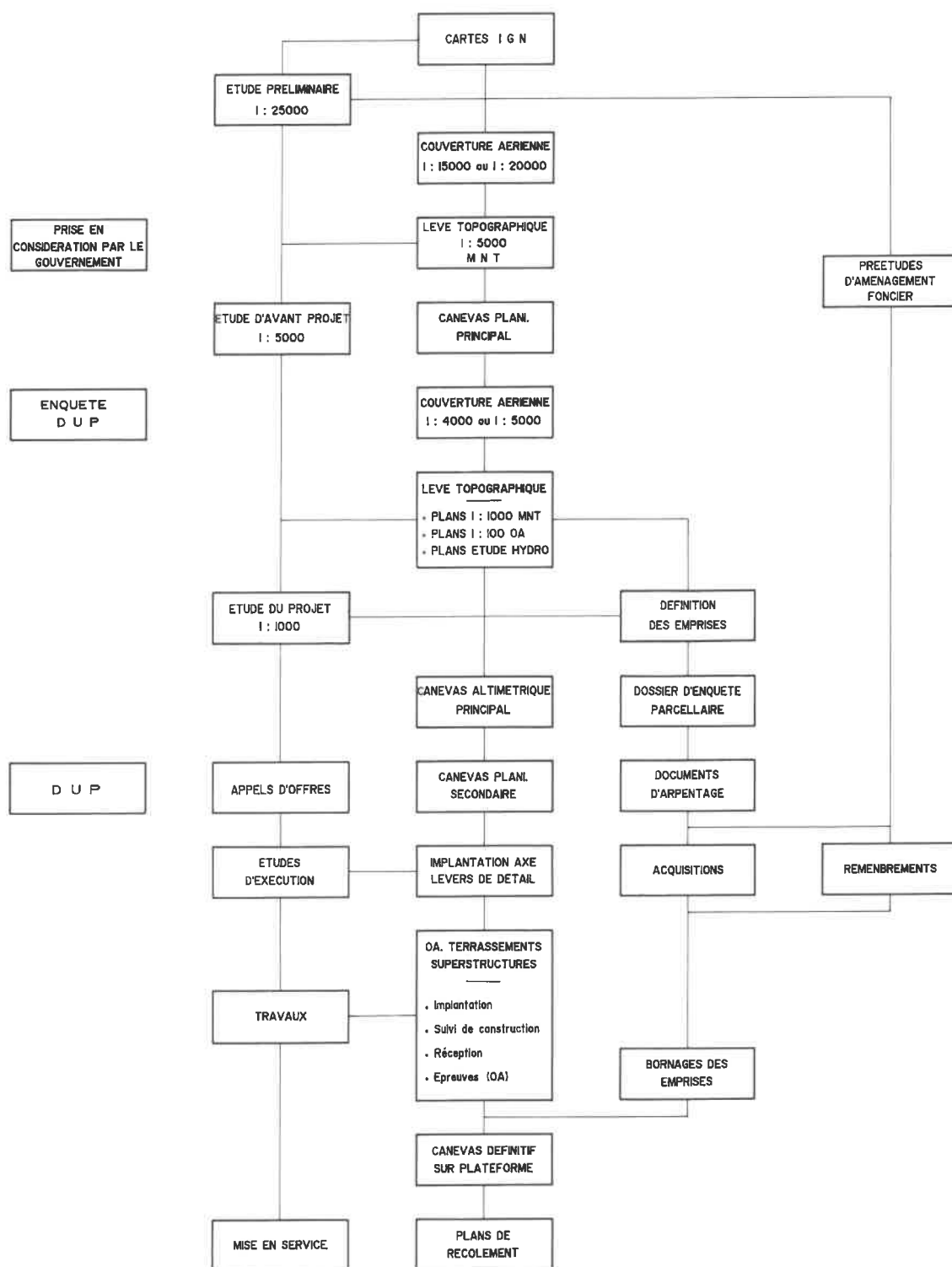
Lorsque les travaux sont terminés et avant la mise en service de la ligne, on procède à une dernière intervention topographique qui consiste à rétablir un canevas définitif sur la plate-forme, et à dresser des plans de recolement de l'ensemble des installations de la ligne nouvelle.

Ces plans ont été traités sur le T.G.V. ATLANTIQUE par photogrammétrie à partir d'une prise de vues au 1:4000, en cartographie automatique avec génération de fichiers de dessin exploitables sous le logiciel de DAO AUTOCAD.



Plan de
Recolement

TRAVAUX TOPOGRAPHIQUES POUR L'ETUDE ET LA CONSTRUCTION D'UNE LIGNE NOUVELLE



PRIX DE REVIENT DES TRAVAUX TOPOGRAPHIQUES Estimation T.G.V. Nord (330 km)

Etudes : 28 MF

- Canevas principal et secondaire
- Levers au 1:5000
- Levers au 1:1000
- Levers pour études O.A. et hydrauliques
- Préétudes d'Aménagement Foncier
- Dossiers d'Enquête Parcellaire

Travaux : 25 MF

- Implantations
- Contrôles de travaux
- Réceptions
- Mises au point parcellaires- Documents d'arpentage
- Récolement

Total travaux topographiques = 53 MF (160.000 F/km)

Coût des travaux de génie civil et des équipements ferroviaires : 11.000 MF

Procédure de Déclaration d'Utilité Publique et Maîtrise des Sols en matière de construction d'un grand ouvrage linéaire

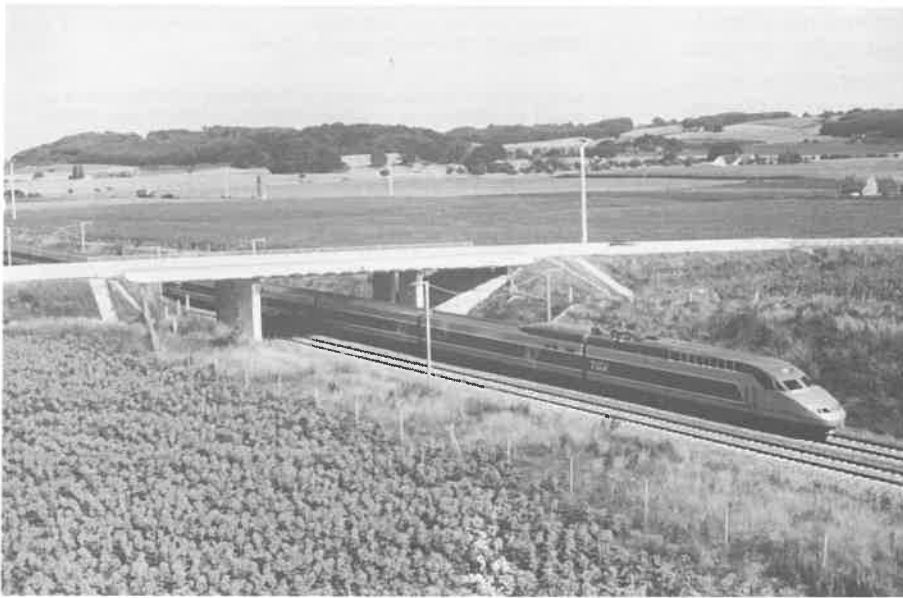
Ligne TGV

par Maurice Minault

Pour le strict respect du calendrier d'exécution des travaux, toujours serré, il importe que la maîtrise des sols soit assurée sans retard, sous de bonnes conditions, dans l'intérêt légitime du Maître d'Ouvrage et des tiers qui vont devoir céder les terrains d'emprises.

Dés en amont du projet, il convient donc de préparer soigneusement le dossier foncier.

* *
*



(le tracé d'une ligne TGV s'exerce principalement en milieu rural).

Le tracé d'un ouvrage linéaire s'exerce principalement en milieu rural, évitant les zones urbaines ou à constructions denses. Il affecte donc plus particulièrement et généralement un milieu agricole. C'est pourquoi le législateur a prescrit au promoteur de réparer les dommages causés aux exploitations agricoles en participant financièrement à l'exécution de travaux de remembrement qui peuvent être ordonnés. C'est le sens de l'article 10 de la Loi du 8 août 1962 complémentaire à la Loi d'Orientation Agricole de 1960.

Dans le cadre de cette procédure, et à titre de mesure préparatoire, le Maître d'Ouvrage fait

mettre en oeuvre avec le concours de la DDA, des préétudes d'aménagement foncier confiées généralement à des cabinets de géomètres experts.

Ces préétudes ont pour objet, entre autre :

■ d'une part, de décrire l'état initial du site et de l'environnement qui vont être affectés par le projet,

■ d'autre part, de suggérer les moyens et mesures pouvant être arrêtés pour supprimer ou atténuer les inconvénients créés.

Au titre du premier volet, le géomètre s'attachera notamment à établir une cartographie précise des propriétés et exploitations agricoles dans la bande pouvant être considérée perturbée par la coupure qui va s'établir.

Ces documents seront utiles pour fixer ultérieurement le périmètre de remembrement à entreprendre.

Sur la seconde considération, le chargé d'étude pourra, après avoir consulté la Municipalité, la DEE, la DDA, les différents concessionnaires de réseaux, éta-

blir un projet de schéma de rétablissement des voiries ou autres infrastructures d'équipements, les décisions définitives restant toutefois du ressort du Maître d'Ouvrage, le moment venu, après l'accomplissement des enquêtes d'usage, en accord avec les collectivités et concessionnaires.

Ces préétudes constitueront une documentation intéressante, à la disposition des Commissions Communales d'Aménagement Foncier pour leur permettre d'apprécier l'opportunité d'un remembrement avec inclusion, ou exclusion de l'emprise et d'en déterminer le périmètre.

* *
*

C'est aussi, dès en amont de la réalisation du projet, dès la connaissance du tracé, que les SAFER, par une action appropriée, en constituant des réserves foncières, pourront faciliter, dans une certaine mesure, les opérations de maîtrise des sols et l'exécution des travaux de remembrement.

Pour mener à bien cette action, la SNCF a maintenant pour habitude de conclure, avec les SAFER, une convention définissant les conditions financières et techniques de ces mises en réserve.

* *
*

Pour la mise au point de son projet, le Maître d'Ouvrage aura besoin de lancer une campagne d'opérations de topographie et de reconnaissance géologique des sols.

Les dispositions de la loi du 29 décembre 1892 autorisent, après promulgation d'arrêtés préfectoraux appropriés, la pénétration dans les propriétés privées pour ce genre d'opérations. Mais celles-ci sont susceptibles d'occasionner quelques dommages.

Les Chambres d'Agriculture disposent généralement de barèmes pour l'indemnisation des dégâts causés aux sols par les travaux d'EDF ou de GDF par exemple. Mais ces barèmes n'étant pas toujours adaptés aux interventions particulières de la SNCF, celle-ci négocie avec la Profession Agricole un protocole d'indemnisation des différents préjudices pouvant être causés.

* *
*

En élaborant son dossier, le Maître d'Ouvrage s'attache à organiser des réunions sur le terrain pour présenter et commenter son projet, dans un souci de concertation et de recherche d'un consensus, et ceci conformément à l'esprit et au respect des textes réglementaires qui régissent l'ouverture et le déroulement de l'enquête préalable à la Déclaration d'Utilité Publique.

Le dossier de cette enquête contient pour la construction d'une ligne TGV.

■ une notice explicative et justificative, avec les caractéristiques principales des ouvrages les plus importants et l'appréciation sommaire des dépenses,

■ Le plan général des travaux au 1/100 000, et des cartes du tracé au 1/25 000,

■ des notices sur l'hydrologie, la géotechnique, le milieu naturel ...,

■ une évaluation-bilan socio-économique,

■ une étude d'impact.

Le présent dossier est dressé en vue de l'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique du prolongement de la ligne à grande vitesse Paris-Sud-Est, comportant la construction d'une ligne nouvelle entre Montanay et St-Marcel-les-Valence et de ses raccordements au réseau existant.

Il a été établi conformément aux prescriptions légales en vigueur au jour de l'ouverture de l'enquête, dont les principales sont :

- le Code de l'Expropriation,
- le Code de l'Urbanisme,
- la Loi du 8 août 1962 complémentaire à la Loi d'orientation agricole,
- la Loi du 10 juillet 1976 sur la protection de la nature, le Décret du 12 octobre 1977 pris pour l'application de son article 2.
- la Loi du 12 juillet 1983 relative à la démocratisation des enquêtes publiques et à la protection de l'environnement et son Décret d'application du 23 avril 1985.

Il permet à chacun de prendre connaissance de la consistance du projet, de sa justification et des mesures prises ou à prendre pour assurer au mieux son insertion dans le site et ainsi de donner son appréciation sur le registre d'enquête joint. (voir pièce B, Titre IV).

Après clôture de l'enquête publique, la Commission d'enquête établira un rapport qui reprendra les principales observations faites et sera transmis au Conseil d'Etat.

Parallèlement, les administrations et services publics seront consultés dans le cadre d'une procédure dite "instruction mixte à l'échelon central". Le procès-verbal de clôture sera transmis également au Conseil d'Etat.

Si la déclaration d'utilité publique est prononcée, la S.N.C.F. poursuivra les études plus détaillées qui tiendront compte dans toute la mesure du possible des recommandations issues de l'enquête et de l'instruction mixte. Ces études détaillées seront conduites en concertation avec les élus et les autorités publiques locales.

(Extrait d'un dossier d'enquête préalable à DUP).

En cas d'existence de Plans d'Occupation des Sols dans les communes traversées par l'ouvrage projeté et si leurs dispositions ne sont pas compatibles avec la réalisation de celui-ci, l'enquête publique porte en même temps sur la mise en compatibilité de ce document d'urbanisme.

Ces dossiers d'enquête, avec des registres d'observations sont à la disposition du public dans les Mairies, Sous-Préfectures et Préfectures: Les observations présentées pendant sa durée, variable entre un mois et 2 mois sont examinées par les Membres d'une Commission sous l'autorité d'un Président, nommés par le Tribunal Administratif. Toute personne intéressée peut prendre connaissance du rapport et des conclusions de la Commission.

La déclaration d'Utilité Publique est prononcée par décret pris après avis du Conseil d'Etat.

Elle emporte modification du POS.

Elle peut faire l'objet d'un recours en Conseil d'Etat, aux fins éventuelles d'annulation.

* *
*

L'étape suivante, importante, est l'accomplissement de l'enquête parcellaire, au cours de laquelle le Maître d'Ouvrage recueillera les observations éventuelles des propriétaires, locataires, riverains ou autres tiers.

Le Premier ministre,

Décète :

Art. 1^{er}. - Sont déclarés d'utilité publique et urgents les travaux relatifs à la construction d'une ligne nouvelle de chemin de fer à grande vitesse entre Montanay (Rhône) et Saint-Marcel-lès-Valence (Drôme), conformément aux plans au 1/100 000 et au 1/25 000 annexés au présent décret (1).

Art. 2. - Les expropriations éventuellement nécessaires devront être réalisées dans un délai de huit ans à compter de la publication du présent décret.

Art. 3. - Pour cette opération à caractère linéaire, le maître de l'ouvrage sera tenu de remédier aux dommages causés aux exploitations agricoles dans les conditions prévues à l'article 10 de la loi du 3 août 1962 susvisée.

Art. 4. - Le présent décret emporte modification des plans d'occupation des sols des communes de :

Fait à Paris, le 26 octobre 1989.

MICHEL ROCARD

Par le Premier ministre :

Le ministre de l'équipement, du logement,
des transports et de la mer,
MICHEL DELEBARRE

(Extrait décret DUP ligne TGV Rhône-Alpes).

Elle est également ouverte par le Préfet, sur saisine du Maître d'Ouvrage, qui fait présenter en Mairie :

■ Le plan parcellaire des emprises pour les installations ferroviaires et les rétablissements routiers,

■ un état précisant les surfaces affectées et le nom de leurs propriétaires.

Les observations présentées sont examinées par le Commissaire Enquêteur ou les membres de la Commission d'Enquête désignés à cet effet.

* *
*

La bonne fin de ces deux enquêtes permettra

l'obtention, par le Maître d'Ouvrage, de l'arrêté de cessibilité, de l'ordonnance et du Jugement d'Expropriation, si besoin est.

* *
*

La construction d'une ligne TGV affectant principalement des propriétés rurales, à usage agricole, la SNCF s'attache, comme le font d'autres Maîtres d'Ouvrages, autoroutiers notamment, à négocier avec la Profession Agricole un protocole prévoyant les règles d'indemnisation des propriétaires et locataires et les taux des différentes indemnités pouvant être allouées. Bien entendu, les Services Fiscaux interviennent à cette procédure puisque la SNCF, pour ses acquisitions, est sous la tutelle de cette Administration.

Ces protocoles existent pour chacune des quatre constructions terminées ou en cours de lignes TGV.

Pour la ligne TGV RHONE-ALPES par exemple, c'est-à-dire pour le prolongement jusqu'à VALENCE de la Ligne Nouvelle PARIS à LYON, le document fixe entre autre :

■ le prix principal d'acquisition des terres agricoles pour chaque groupe de communes traversées,

■ le taux des indemnités de perte de droit d'exploitation (éviction) des fermiers et locataires (cultures générales ou productions spécialisées),

■ les taux pour les indemnités de dépréciation, de défiguration de parcelles, pour des préjudices divers, d'ordre général et répétés,

■ les taux pour les indemnités d'allongement de parcours,

■ les taux des indemnités pour les occupations temporaires.

La conclusion de ces protocoles est quelquefois difficile ; mais ils ont le mérite de faciliter l'adhésion des propriétaires et exploitants agricoles pour la vente et l'abandon de leurs terrains, et d'éviter ultérieurement un contentieux pour des règlements de dommages de travaux publics.

Ces documents portent également sur un aspect foncier accessoire aux acquisitions mais sur lequel la Profession Agricole est très vigilante. En effet, pour la mise en dépôt provisoire ou définitive de ses déblais excédentaires, pour l'ouverture de carrières permettant de trouver des matériaux de remblai, pour des déviations provisoires de voies, le Maître d'Ouvrage a besoin de disposer pendant quelque temps de terrains qu'il faudra remettre en état, à usage agricole, si telle était leur

dépossession fait l'objet d'une étude individuelle et de propositions appropriées pour chaque cas d'espèce.

S'ils ne sont pas représentés dans la défense de leurs intérêts collectifs par un groupement professionnel, le Maître d'Ouvrage veille néanmoins, et bien sûr, à la sauvegarde des droits des propriétaires pour l'attribution d'une juste indemnité.

* *
*

Les acquisitions de la SNCF, hors remembrement, ou en cas de remembrement avec exclusion d'emprises sont régularisées par acte notarié. A cet effet, la SNCF contracte avec les Chambres Départementales des Notaires des Conventions ayant pour objet de faciliter, d'activer et d'uniformiser la régularisation des ventes dans l'intérêt réciproque des parties.

* *
*

En cas de remembrement avec inclusion de l'emprise, la régularisation de la maîtrise des sols s'opère avec les Associations Foncières de Re-

membrement et les SAFER lorsque ces dernières ont apporté des terrains sur l'emprise.

* *
*

Bien entendu, outre les opérations de remembrement proprement dites dans le périmètre perturbé, pour le financement desquelles le Maître d'Ouvrage traite avec le Conseil Général du Département, les travaux connexes sont également pris en charge par le promoteur.

* *
*

Deux lignes TGV sont construites aujourd'hui.

Pour la maîtrise des sols, la SNCF a traité avec plusieurs milliers de propriétaires et locataires, mais n'a eu à recourir à la procédure d'expropriation que pour très peu d'affaires.

Cela résulte de la bonne préparation du dossier foncier dès le lancement du projet, de l'esprit de concertation qu'il convient de faire régner, du respect des droits légitimes des propriétaires et locataires dans la réparation des préjudices qui leurs sont causés.

| PRÉFECTURE DE | | RÉPUBLIQUE FRANÇAISE | | - 2 - | |
|---|--|--|--|--|--|
| REMEMBREMENT | | ARRÊTÉ N° 90-362 | | Vu l'avis du Conseil Général de ... en date du 31 Janvier 1990 ; | |
| Commune de : | | | | Vu le rapport du Directeur Départemental de l'Agriculture et de la Forêt de) ; | |
| | | ordonnant le remembrement et en définissant le périmètre | | SUR proposition du Secrétaire Général de) ; | |
| Le Préfet de ... Chevalier de la Légion d'Honneur, | | | | ARRÊTE : | |
| Vu les chapitres I et J du Titre I du Livre I du Code Rural, ensemble les décrets N° 96-1415 et 96-1417 du 31 Décembre 1996 pris pour leur application ; | | | | Article 1 - | |
| Vu l'article 1er de la loi du 29 Décembre 1992 ; | | | | Un remembrement des propriétés foncières, avec inclusion de l'emprise T.G.V. est ordonné sur le territoire de la commune de : ... | |
| Vu la loi du 6 Juillet 1943 relative à l'attribution des travaux pédoles et cadastraux et la conservation des signes, bornes et repères, validé par la loi N° 37-191 du 27 Mars 1957 ; | | | | Article 2 - | |
| Vu l'article 10 de la loi N° 62-933, modifié par la loi N° 90-502 du 4 Juillet 1990 ; | | | | Le périmètre des opérations est déterminé comme suit : | |
| Vu le décret N° 63-393 du 10 Avril 1943, modifié par le décret N° 81-421 du 10 Mars 1971 ; | | | | Commune de ... - Parcelles incluses dans le périmètre : | |
| Vu la loi N° 93-3 du 7 Janvier 1993 relative à la répartition des compétences entre les communes, les départements, les régions et l'Etat, ensemble les décrets N° 73-134 et 13-375 du 11 Mai 1993 pris pour son application en ce qui concerne l'aménagement foncier ; | | | | - Section AB | |
| Vu l'article L. 23-1 du Code de l'Expropriation ; | | | | - "FROMENTAUX" en partie soit : n° 1 à 31, 140 à 148 181 à 217 | |
| Vu le décret du 26 Octobre 1959 déclarant l'utilité publique et urgents les travaux de construction d'une ligne nouvelle de chemin de fer à grande vitesse entre MONTMAY (Rhône) et SAINT MARCEL LES VALENC (Drôme) ; | | | | - "BAGNOUX" en totalité soit n° 218, 219, 221 à 241 243 à 253, 417 à 420 | |
| Vu l'arrêté préfectoral N° 99-1590 du 20 Avril 1999, ayant institué une Commission Communale d'Aménagement Foncier dans la commune de : ... modifié par l'arrêté préfectoral N° 99-1303 du 20 Juin 1999 ; | | | | - "CHASSE" en totalité soit n° 254 à 282, 284 à 360, 362, 364 à 393, 395 à 397, 400 à 403, 409 à 414, 421 à 424 | |
| Vu les propositions faites par ladite Commission en séance du 22 Août 1999 ; | | | | - Section AC | |
| Vu le dossier de l'enquête publique ouverte sur le mode d'aménagement et le périmètre proposés ; | | | | - "CHARLET" en totalité soit n° 1 à 33, 35 à 66, 68 à 88, 267, 271 à 274 | |
| Vu l'avis de la Commission Départementale d'Aménagement Foncier en date du 15 Novembre 1999 ; | | | | - "LE BOURRAY" en totalité soit n° 89 à 97, 99 à 129, 132 à 135, 137 à 141, 143 à 149, 151 à 157, 159, 161 à 169, 171 à 202, 268 à 270, 275, 276, 279, 280, 287, 288 | |
| | | | | - "LA PIATA" en totalité soit n° 203 à 249, 252 à 256, 258 à 264, 281 à 286, 290 et 291 | |
| | | | | - Section AD | |
| | | | | - "LE COLOMBIER" en partie soit n° 1 à 4, 15 à 30, 33 à 43, 45, 46 et 52 | |
| | | | | - Section AE | |
| | | | | - "LES BRUYÈRES" en partie soit n° 270 à 273 | |
| | | | | .../... | |

(Arrêté préfectoral ordonnant le remembrement).

TGV

LA MESURE DE L'IMPACT



Photo S.N.C.F. - C.A.V. - Jean-Marc FABBRO

Méthodologie de l'étude d'impact de l'interconnexion des TGV en Ile-de-France

M. J.-L. Dubois, chargé d'étude, a coordonné en mars 88 l'étude d'impact de l'interconnexion des TGV Nord et Sud-Est à la division de l'Environnement Urbain et Rural de l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile-de-France. Le texte qui suit, du même auteur, extrait des "Cahiers de l'IAURIF", en fait la synthèse. Cette étude a fait récemment l'objet d'une présentation orale aux journées de l'Association Française de Topographie à Poitiers par M. Francini du même institut.

Avant que le TGV ne sillonne à 270 km/h la campagne francilienne, la SNCF a fait étudier par l'IAURIF toutes les variantes possibles du tracé qui doit « interconnecter » ses lignes Atlantique, Sud-Est et Nord. Avec un objectif : préserver l'environnement humain, économique et naturel.

La décision de réaliser une ligne d'interconnexion des TGV contournant par l'est l'agglomération parisienne en desservant l'aéroport de Roissy-Charles de Gaulle a été annoncée par le gouvernement le 9 octobre 1987. Le projet est destiné à améliorer les relations ferroviaires de provinces à provinces et entre les pays d'Europe, ainsi qu'à faciliter l'accès de la région d'Ile-de-France au système TGV.

Pour réaliser l'étude d'impact de ce projet (encadré page suivante), la SNCF s'est adjoint le concours de l'IAURIF. L'étude s'est déroulée sur plusieurs mois. Elle a été menée en relation avec les services du ministère de l'Environnement et conjointement à une procédure de concertation des collectivités locales confiée par le ministère des Transports au préfet de région. L'enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique du projet d'interconnexion des TGV, s'est déroulée du 3 octobre 1988 au 5 décembre 1988.

LA ZONE D'ÉTUDE : 6 700 km²

La recherche du tracé de la ligne d'interconnexion des TGV est soumise à plusieurs impératifs techniques. Ce sont en particulier les possibilités effectives de raccordement, le passage dans l'aéroport Roissy-Charles de Gaulle, les emplacements possibles pour franchir la Marne compte tenu des urbanisations et les caractéristiques géométriques propres à une ligne de grande vitesse (rayon de courbure et profil en long). L'examen des contraintes détermine une zone d'étude séparée en deux fuseaux par l'agglomération de Thorigny-Lagny. Elle couvre 670 000 ha s'étendant entre Chennevières-lès-Louvres au nord, Moisenay au sud et Créteil-Valenton à l'ouest.

Analyser le site et son environnement

L'état initial du site est analysé selon huit rubriques qui couvrent les diverses facettes de l'environnement :

- le milieu physique (géologie, relief, eaux souterraines, eaux superficielles, gisements de matériaux),
- la population et l'urbanisation (densité de population, urbanisations et domaine bâti existants ou en projet, droit des sols, réseaux d'infrastructures existantes et en projet),
- l'espace agricole,
- les espaces boisés,
- le patrimoine naturel, flore et faune,
- les sites, monuments historiques et archéologiques,
- la récréation de plein air,
- le paysage.

Les informations réunies pour chacun de ces thèmes et complétées, lorsque les données étaient insuffisantes, par des enquêtes sur le terrain, ont conduit à une cartographie précise dressée à l'échelle de 1/50 000, étape préalable indispensable à l'analyse comparative des effets sur l'environnement des tracés envisageables.

LES ÉTUDES D'IMPACT

La loi du 10 juillet 1976 sur la protection de la nature rend obligatoire la réalisation d'une étude d'impact pour les aménagements ou les ouvrages qui par leur dimension ou leur effet peuvent porter atteinte à l'environnement. Le décret du 12 octobre 1977 en précise le champ d'application et le contenu.

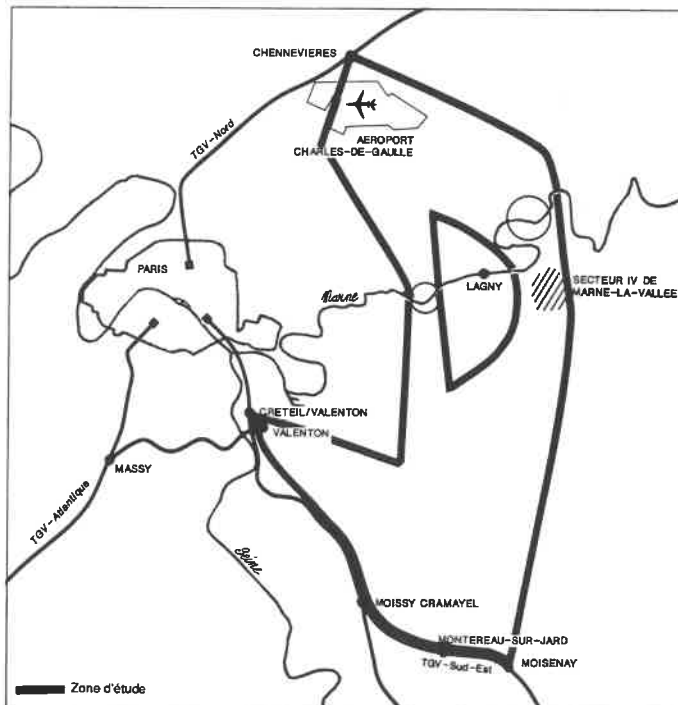
L'étude d'impact est établie sous la responsabilité du maître d'ouvrage. Elle doit présenter successivement :

- 1° une analyse de l'état initial du site et de son environnement,
- 2° une analyse des effets sur l'environnement, portant sur les sites et paysages, la faune et la flore, les milieux naturels et les équilibres biologiques, le milieu humain et les commodités du voisinage,
- 3° les raisons qui conduisent au choix du projet retenu,
- 4° les mesures envisagées par le maître d'ouvrage pour supprimer, réduire et si possible compenser les conséquences dommageables du projet.

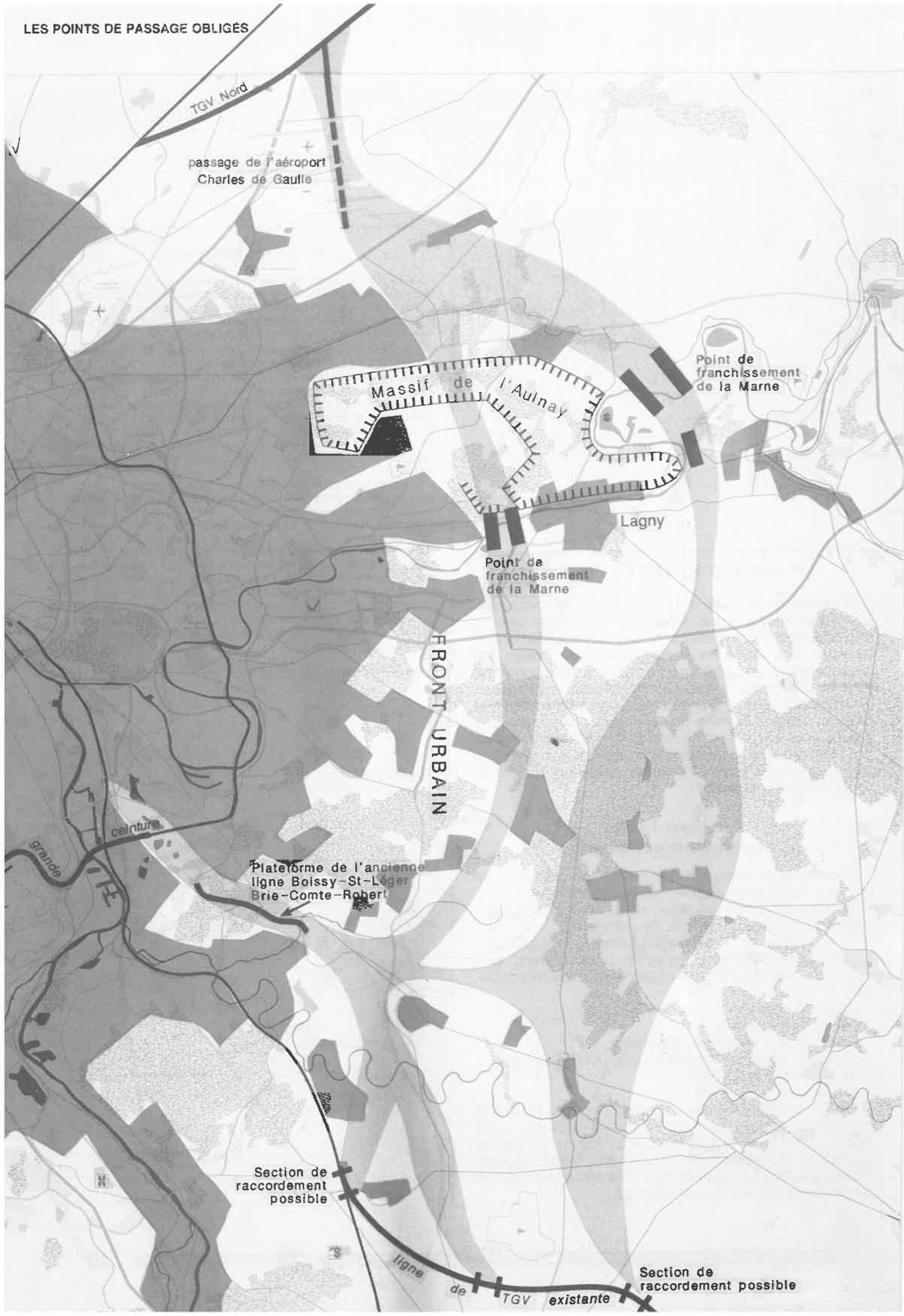
Lorsque le projet est soumis à une enquête publique, l'étude d'impact est comprise dans le dossier d'enquête, sa publicité étant assurée au sein de cette procédure. L'enquête, qui a pour objet d'informer le public et de recueillir ses appréciations (loi du 12 juillet 1983 relative à la démocratisation des enquêtes publiques et à la protection de l'environnement et son décret d'application du 23 avril 1985), est conduite par un commissaire enquêteur ou une commission d'enquête désignés par le président du tribunal administratif. Un rapport est établi et transmis à la fin de l'enquête au préfet responsable. En cas de recours, le Conseil d'État juge en appel.

La déclaration d'utilité publique du projet est prononcée par un décret pris après avis du Conseil d'État auquel l'ensemble des dossiers a été soumis.

LA ZONE D'ÉTUDE



LES POINTS DE PASSAGE OBLIGÉS



Comparer les effets sur l'environnement des tracés envisageables

Les caractéristiques techniques d'une ligne à grande vitesse et les contraintes majeures, notamment celles dues à la présence d'urbanisations ou de sites sensibles, limitent les possibilités de tracés. Deux familles de tracés se dégagent: l'une à l'ouest, qui longe l'urbanisation parisienne et comporte six variantes, et l'autre plus à l'est, au-delà des agglomérations de Lagny-Thorigny, qui en comporte quinze. Au total, ce sont 21 variantes de tracés qui sont comparées (carte ci-dessous et tableau ci-contre).

Toutes ces variantes ont deux segments communs, l'un au nord traversant l'aéroport Roissy-Charles de Gaulle, l'autre à l'ouest réutilisant en partie l'ancienne ligne ferrée Boissy-Saint-Léger—Brie-Comte-Robert.

Le tracé le plus court est de 83 km, le plus long de 105 km.

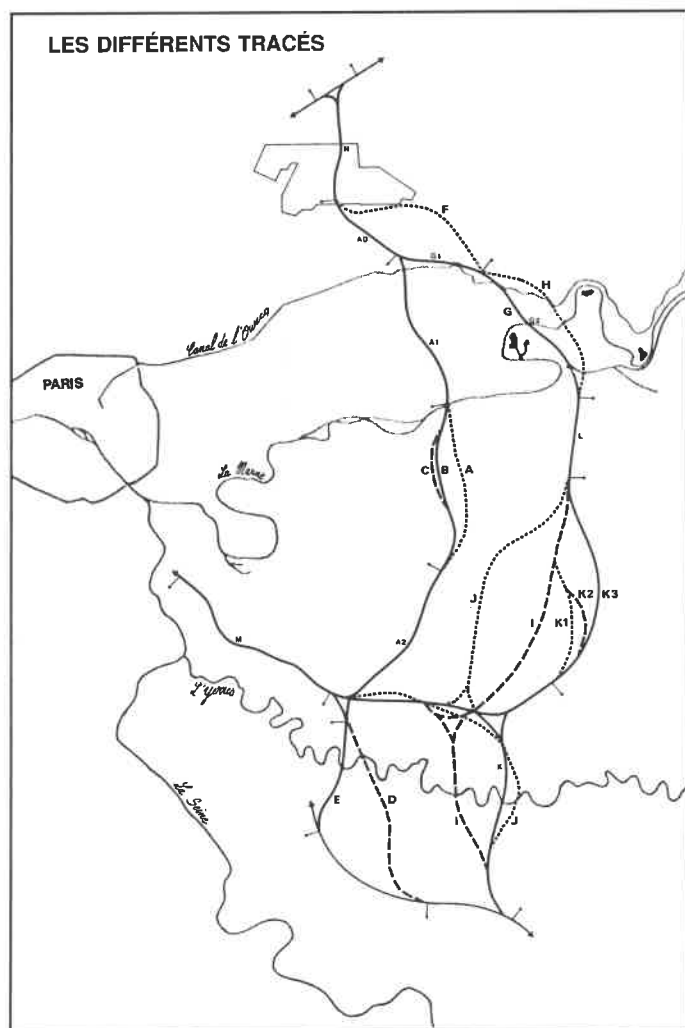
COMPARAISON DES LINÉAIRES DES 21 VARIANTES (segments communs ouest et nord exclus)

| Variante | Développé de la variante (en km) | Linéaire total y compris segments M + N (24,4 km) (en km) | Espace agricole traversé (en km) | Espaces boisés traversés (en km) | Autres espaces (en km) |
|--------------|----------------------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| Ouest | | | | | |
| C/E | 59,1 | 83,5 | 41,0 | 12,1 | 30,4 |
| C/D | 61,1 | 85,5 | 38,0 | 11,7 | 35,8 |
| B/E | 59,0 | 83,4 | 41,5 | 12,4 | 29,5 |
| B/D | 61,0 | 85,4 | 38,5 | 12,0 | 34,9 |
| A/E | 59,1 | 83,5 | 41,0 | 13,9 | 28,6 |
| A/D | 61,1 | 85,5 | 38,0 | 13,5 | 34,0 |
| Est | | | | | |
| G/J | 78,5 | 102,9 | 47,5 | 27,7 | 27,7 |
| G/I | 76,7 | 101,1 | 57,5 | 17,0 | 26,6 |
| G/K1 | 78,4 | 102,8 | 52,0 | 24,6 | 26,2 |
| G/K2 | 78,9 | 103,3 | 53,0 | 24,9 | 25,4 |
| G/K3 | 79,0 | 103,4 | 52,0 | 26,2 | 25,2 |
| G/H/J | 79,7 | 104,1 | 46,5 | 26,2 | 31,4 |
| G/H/I | 77,9 | 102,3 | 56,5 | 15,4 | 30,4 |
| G/H/K1 | 79,6 | 104,0 | 51,0 | 23,1 | 29,9 |
| G/H/K2 | 80,1 | 104,5 | 52,0 | 23,4 | 29,1 |
| G/H/K3 | 80,2 | 104,6 | 51,0 | 24,6 | 29,0 |
| F/J | 79,0 | 103,4 | 45,5 | 25,1 | 32,8 |
| F/I | 77,3 | 101,7 | 55,5 | 14,4 | 31,8 |
| F/K1 | 78,9 | 103,3 | 50,0 | 22,0 | 31,3 |
| F/K2 | 79,4 | 103,8 | 51,0 | 22,3 | 30,5 |
| F/K3 | 79,5 | 103,9 | 50,0 | 23,6 | 30,3 |

Pour étudier les impacts sur l'environnement, on prend en considération à la fois l'espace nécessaire pour réaliser l'infrastructure et les effets de son exploitation. On tient compte également du triangle d'interconnexion qui comporte des croisements sur plusieurs niveaux et atteint sur sa plus grande largeur, à l'est, une dimension de 4 km.

À partir des cartographies de l'état initial, les impacts sont analysés selon 15 thèmes:

1. La densité de population.
2. L'importance de l'espace bâti (habitat, équipements, zones d'activité).
3. Les droits des sols (notamment les droits à bâtir accordés et les projets engagés).
4. L'existence d'espaces fréquentés par les loisirs de plein air.
5. Les protections de sites et de monuments historiques.
6. La présence de sites archéologiques majeurs.
7. La qualité des paysages.
8. L'étendue et la qualité des espaces boisés.
9. L'espace agricole.
10. La sensibilité du milieu naturel (flore et faune).
11. Les contraintes morphologiques.
12. L'hydrologie de surface.
13. Les eaux souterraines.
14. Les matériaux du sous-sol exploitables.
15. Les contraintes créées par les grands réseaux d'infrastructure.





Passage d'un TGV postal en forêt.

Photo S.N.C.F.-C.A.V. - Paul BILLET

Le mode d'évaluation des impacts est adapté à chaque thème. Certains types d'impacts font l'objet d'une approche quantitative, d'autres d'une approche plus qualitative. Par exemple, pour la population, le mode de calcul de l'impact prend en compte le nombre d'habitants localisés à une distance de 1 km à partir de l'axe des tracés envisagés. Pour le paysage, l'appréciation est plus subjective, cependant un effort d'évaluation a été fait en procédant à un comptage des ruptures introduites dans les différents types de paysages. Pour les espaces boisés, l'impact prend en compte les atteintes aux valeurs productives, récréatives et écologiques de la forêt dans un fuseau d'une largeur de 500 m. Pour

l'agriculture, il est tenu compte de l'importance de la superficie agricole risquant d'être retranchée (en moyenne 6 ha/km), de la qualité agronomique des terres, de leur valeur économique et des investissements réalisés tels que les serres, le drainage et les irrigations.

L'analyse de l'impact sur le milieu naturel - flore/faune fait l'objet, quant à lui, de l'agglomération de plusieurs sortes de données concernant la présence de biotopes protégés, de zones de forte diversité écologique et de zones humides fragiles, ainsi que des effets de coupures et de morcellement des écosystèmes.

Pour chaque variante de tracé, les difficultés rencontrées sont synthétisées et notées. Ceci permet un classement des variantes par rang et selon une échelle relative de quatre valeurs : impact très fort, fort, moyen, faible.

À titre d'exemple, pour la population risquant d'être touchée par une variante de tracé (les deux segments communs à toutes les variantes étant exclus à ce stade de l'analyse), l'écart va de 34 550 à 7 780 habitants. Le classement en quatre catégories est le suivant :

- impact très fort : population supérieure à 24 000 habitants,
- impact fort : population entre 24 000 et 15 000 habitants,
- impact moyen : population entre 15 000 et 8 700 habitants,
- impact faible : population inférieure à 8 700 habitants.

Les tracés touchant le plus grand nombre d'habitants se situent tous à l'ouest ; ceux touchant une population inférieure à 8 700 habitants se situent à l'extrême est.

Déterminer le tracé le moins dommageable

C'est le critère de l'impact sur l'environnement, essentiellement, qui a déterminé le choix du tracé mis à l'enquête ; le critère économique n'était pas déterminant dès lors que les variantes de tracé examinées étaient sensiblement équivalentes de ce point de vue.

Le choix du tracé le moins dommageable pour l'environnement ne peut pas s'effectuer directement par une synthèse des contraintes. Les notes des impacts, si elles sont utiles pour comparer par thème les variantes de tracé, ne peuvent donner lieu à une addition arithmétique car les critères d'appréciation sont très hétérogènes : additionner, par exemple, une note relative à la population avec celles des contraintes géotechniques ou archéologiques serait dépourvu de sens. En réalité, l'évaluation des impacts dépend des niveaux d'exigence que l'on se fixe et des priorités que l'on s'accorde. Elle dépend également des possibilités d'éliminer ou de compenser les effets négatifs sur l'environnement par des actions correctives appropriées.

*Concilier les contraintes
d'environnement et les contraintes
techniques d'une ligne
à grande vitesse.*

Photo S.N.C.F. - C.A.V. - Paul BILLET

TABLEAU COMPARATIF DES IMPACTS DES VARIANTES DE TRACÉ SUR L'ENVIRONNEMENT HUMAIN

Comparaison des variantes de tracé (Segments communs N au Nord et M à l'Ouest exclus)

| Variantes de tracé | | OUEST | | | | | | EST | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| | | C/1 | C/2 | 1/1 | 1/2 | 1/3 | 1/4 | 2/1 | 2/2 | 2/3 | 2/4 | 2/5 | 2/6 | 2/7 | 2/8 | 2/9 | 2/10 | 2/11 | 2/12 | 2/13 | 2/14 |
| ENVIRONNEMENT HUMAIN | Densité de population | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Espace bâti | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Droits à bâtir | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

IMPACT :

très fort
fort
moyen
faible

TABLEAU COMPARATIF DES IMPACTS DES VARIANTES DE TRACÉ SUR L'ENVIRONNEMENT NATUREL ET RÉCRÉATIF

Comparaison des variantes de tracé (Segments communs N au Nord et M à l'Ouest exclus)

| Variantes de tracé | | OUEST | | | | | | EST | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| | | C/1 | C/2 | 1/1 | 1/2 | 1/3 | 1/4 | 2/1 | 2/2 | 2/3 | 2/4 | 2/5 | 2/6 | 2/7 | 2/8 | 2/9 | 2/10 | 2/11 | 2/12 | 2/13 | 2/14 |
| ENVIRONNEMENT NATUREL | Espaces récréatifs | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Espaces boisés | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Espace agricole | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

IMPACT :

très fort
fort
moyen
faible



S'agissant du territoire concerné par l'interconnexion des TGV, la première constatation que l'on peut faire est qu'il est fortement habité, et ceci d'autant plus densément que l'on est proche de Paris. En second lieu, il faut remarquer que l'environnement naturel y est déjà fortement transformé par les activités humaines, parmi lesquelles il faut compter la production agricole et forestière et les activités récréatives de plein air des citadins.

Ce contexte spécifique à la région a conduit dans un premier temps à exclure les tracés les plus dommageables pour l'environnement humain (population, espace bâti, droits à bâtir) ; dans un second temps, à écarter les tracés les plus nuisibles à l'environnement naturel, agricole et récréatif (cf. tableaux ci-dessus) ; enfin à effectuer un choix de tracé de moindre impact parmi les tracés qui n'ont pas été éliminés au cours des phases précédentes, ce dernier choix pouvant se faire en comparant des variantes locales.

Cette procédure a conduit à écarter en premier les variantes de la famille ouest et la variante centrale traversant l'agglomération de Tournan-Gretz, en raison de leur impact sur l'environnement humain, ensuite la variante centrale pénalisant fortement l'agriculture et celle traversant la forêt de Ferrières. Le choix s'est poursuivi en comparant les variantes restantes.

C'est la variante G/K3, celle qui passe la plus à l'est, qui est apparue comme ayant le moindre impact. Globalement, elle présente un bon compromis compte tenu des diverses contraintes : elle équilibre les atteintes à l'agriculture et au milieu forestier et offre une solution pour le positionnement du triangle d'interconnexion. Elle est aussi celle qui préserve le mieux l'environnement humain, malgré un certain nombre de passages difficiles qui nécessiteront des mesures appropriées.

LA LIGNE D'INTERCONNEXION DES TGV

La ligne nouvelle se compose de trois branches convergeant vers un échangeur situé entre Coubert et Presles-en-Brie. Elle se raccorde à la ligne TGV Nord à Moussy-le-Neuf, à la ligne TGV Sud-Est à Moisenay, à la ligne Paris-Lyon à Créteil et à la Grande Ceinture à Valenton par lesquelles elle rejoint le TGV Atlantique.

Elle traverse 47 communes situées dans cinq départements.

Description du tracé

La longueur de ligne à construire est de 102 km, non compris les raccordements (105 km au total).

Les principaux ouvrages d'art à réaliser sont :

- les sauts-de-mouton de l'embranchement sur le TGV Nord et de raccordement vers Paris-Nord (communes de Vémars et de Moussy-le-Neuf),
- la traversée en tranchée profonde et partiellement couverte (sur environ 1 600 m) de l'aéroport Roissy-Charles de Gaulle,
- le viaduc de franchissement de la Marne (environ 240 m) sur les communes de Jablines et de Fresnes,
- la tranchée couverte et le viaduc de Lesches-Chalifert (environ 1 000 m),
- la traversée d'Euro Disneyland en tranchée profonde dans le secteur 4 de la ville nouvelle de Marne-la-Vallée,
- les sauts-de-mouton du triangle d'interconnexion de Coubert (ce triangle permettra la mise en relation des réseaux TGV Nord, Atlantique et Sud-Est),
- la tranchée couverte de Villecresne (environ 1 600 m de long),
- le tunnel à double voie de Limeil-Brévannes (environ 1 600 m),
- le viaduc de franchissement de l'extrémité de la gare de Valenton (352 m) et l'estacade de raccordement à la ligne de Grande Ceinture (longueur cumulée environ 500 m),
- le saut-de-mouton de raccordement sur la ligne TGV Sud-Est à Moisenay.

Caractéristiques de la ligne

Le rayon normal est de 4 000 m, abaissé à 3 250 m pour s'adapter au passage à proximité de zones urbanisées.

La plate-forme a une largeur de 13,60 m.

L'entreprise en plaine est de 28 m compte tenu d'une bande de sécurité de 4 m située de part et d'autre, et des fossés de drainage ; du fait des déblais et des remblais nécessaires dans les terrains accidentés, l'emprise moyenne est de 50 m environ.

Les poteaux supports des caténaires ont une hauteur de 7,50 m au-dessus de la voie.

La ligne est entièrement clôturée pour des raisons de sécurité.

La vitesse maximale est de 270 km/h.

Le coût total est estimé à 5,41 milliards de francs (valeur juin 1985).

Programme prévisionnel des travaux

Mise au point du projet : 1988/1989.

Maîtrise des sols : fin 1989 à fin 1990.

Travaux de terrassement d'infrastructures : début printemps 1990.

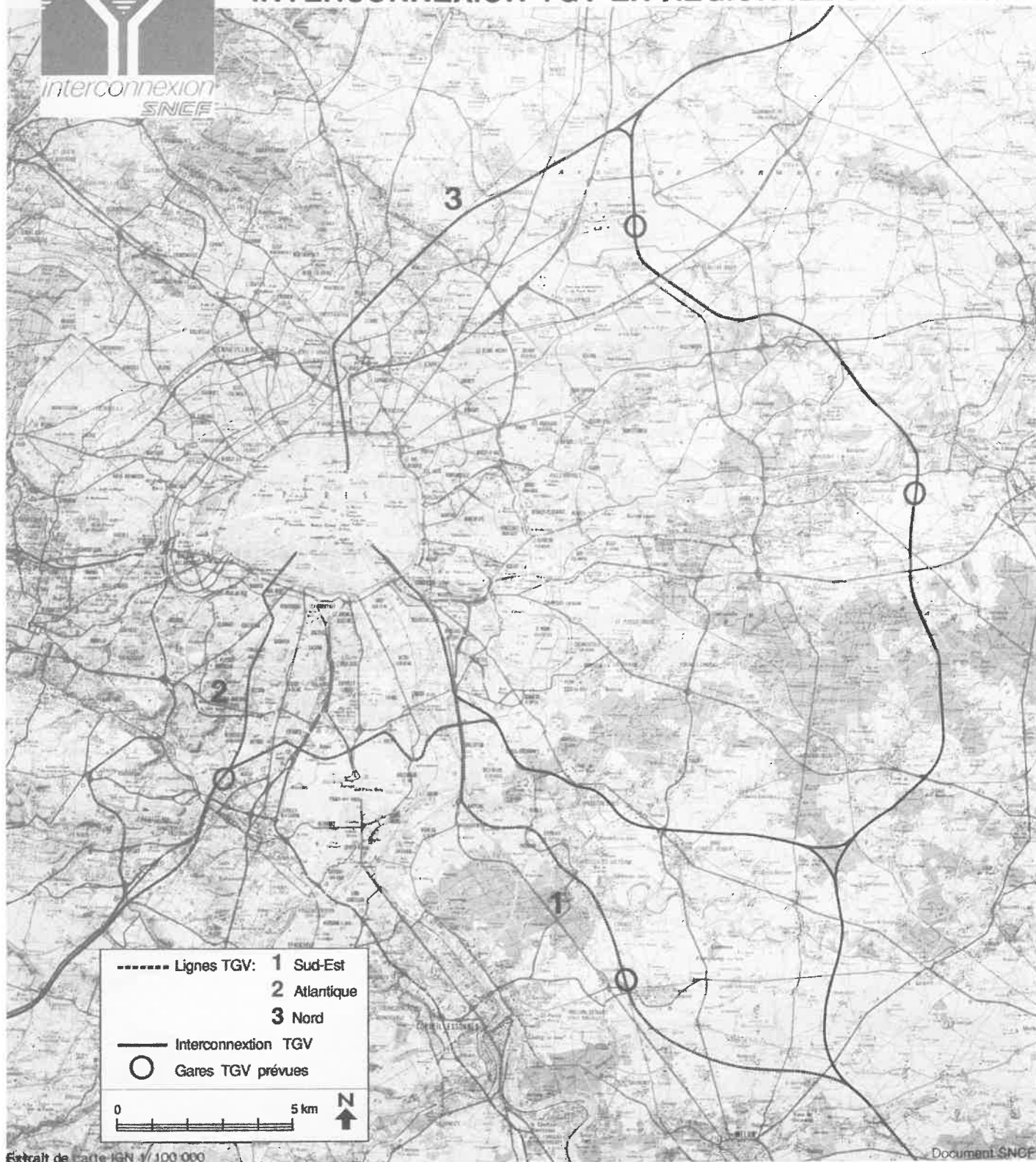
Fin des travaux de génie civil : été 1992.

Équipements de superstructure : de l'été 1992 au printemps 1994.

Essais : de l'automne 1993 au printemps 1994.

Mise en service : printemps 1994.



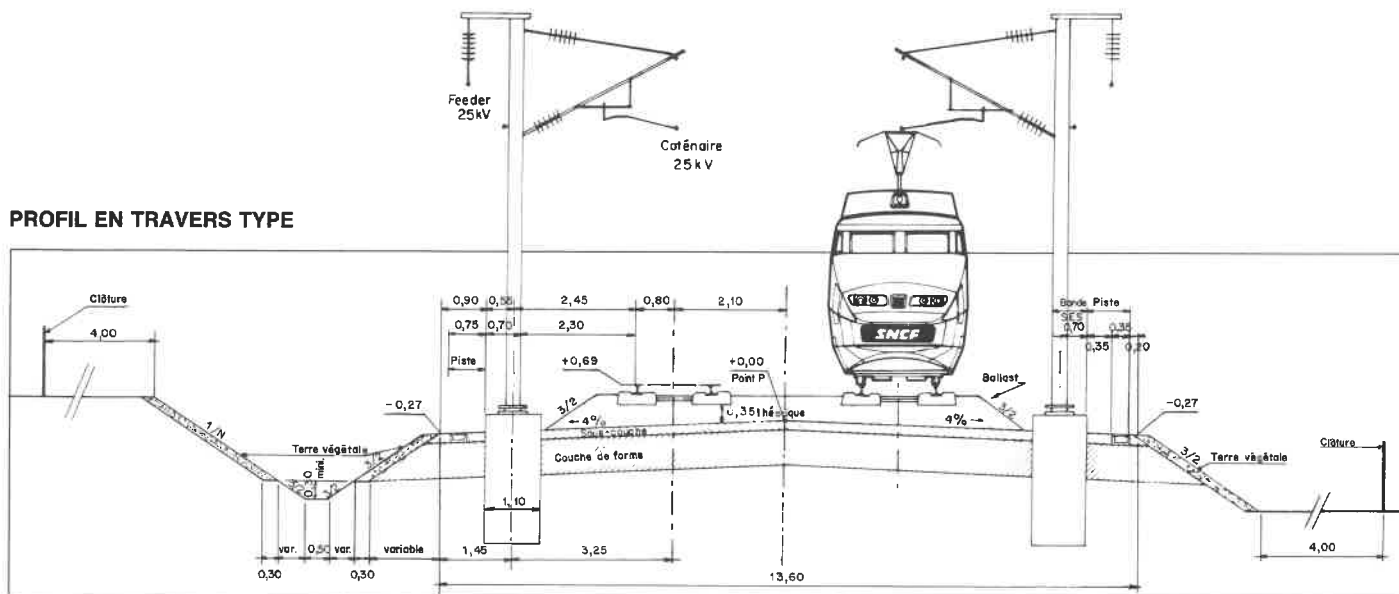


TGV postal, TGV Sud-Est et
TGV Atlantique (de gauche à
droite).

Photo S.N.C.F. - C.A.V. - Patrick OLIVAIN

DES PRÉCAUTIONS ET DES REMÈDES

Le choix du tracé ayant été fait, l'étude d'impact se doit de préciser à une échelle plus fine l'insertion de l'infrastructure nouvelle dans l'environnement, de déterminer les mesures générales qui seront appliquées pour chaque catégorie de problèmes et de préciser les mesures locales qui seront prises pour remédier aux effets dommageables.



L'insertion générale de la ligne TGV

Les préoccupations d'environnement sont intégrées dans la phase d'élaboration détaillée du projet. C'est ainsi que l'axe a été infléchi pour s'éloigner des zones habitées ou d'extension urbaine (passage à l'est de Tournan et de Solers), pour éviter les espaces récréatifs (base de plein air de Jablines, canal de l'Ourcq), préserver les boisements importants ou remarquables (forêt régionale de Ferrières) et minimiser les conséquences sur l'activité agricole (plaine de Coubert, Grisy-Suines).

De même, le profil en long a été adapté pour réduire les impacts sonores par des passages en déblai ou même des ouvrages enterrés (Jablines, Villecresnes, Limeil-Brévannes) et limiter dans d'autres cas les impacts visuels et paysagers par un abaissement du profil de la ligne, notamment dans les traversées des vallées (Marne, Mar-sange, Yerres), ou par le passage en déblai (RN 19 près de Servon et de Brie-Comte-Robert).

Des mesures générales

Ces mesures peuvent être rangées en six rubriques : l'agriculture, la flore et la faune, les eaux, le patrimoine, le bruit et les vibrations, le respect de l'environnement au stade des travaux.

Les mesures concernant l'agriculture consistent principalement en un réaménagement foncier comprenant le remembrement, la création ou le rétablissement de réseaux de drainage agricole, et le maintien des accès aux exploitations.

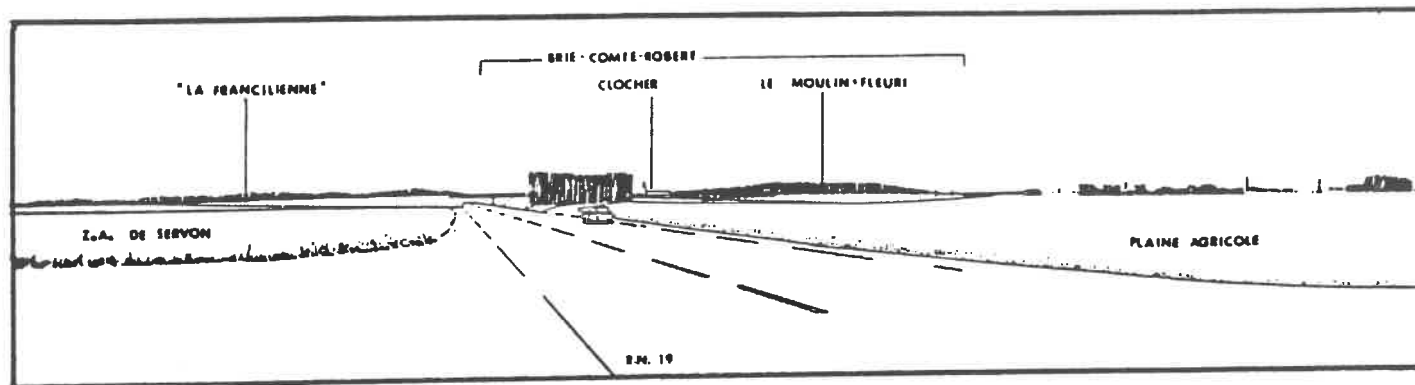
La protection de la flore et de la faune nécessite des études complémentaires, mais d'ores et déjà il est prévu, pour la flore, la sauvegarde des espèces rares (protection, transplantation) et, pour la faune, des dispositifs pour éviter les effets de coupures. C'est ainsi que pour les grands mammifères sauvages des passages adaptés ou spécifiques ont été étudiés ; des aménagements de mares et des passages propres permettront aux amphibiens de traverser l'obstacle créé par l'infrastructure.

Le TGV ne cause pas de pollution hydraulique mais risque de modifier le régime d'écoulement des eaux de surface et des eaux souterraines. Une étude hydraulique détaillée est réalisée sur chaque site concerné.

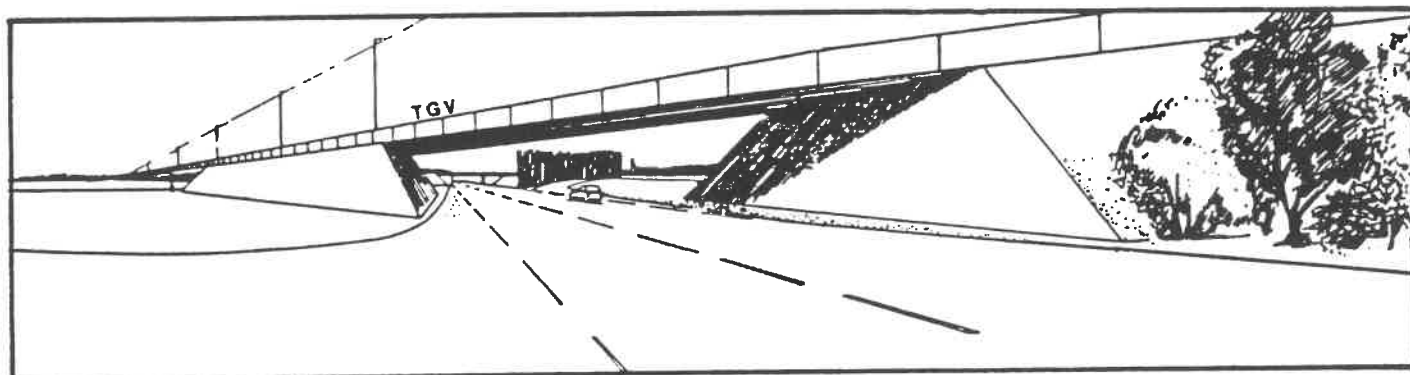
RÉCAPITULATIF DES SECTEURS LES PLUS SENSIBLES ET MESURES PRÉVUES

| Secteurs | Impacts | Mesures |
|---------------------------------|---|---|
| Gressy Canal de l'Ourcq | Habitat Espace récréatif Paysage | Abaissement général du profil en long de la ligne Traitement phonique et paysager |
| Jablines Le Haut Château | Archéologie | Fouille de sauvetage |
| Lesches Chalifert | Habitat Paysage | Protections phoniques Traitement architectural du viaduc et paysagement |
| Coupvray | Milieu Naturel | Étude du milieu naturel de la Côte Saint-Jacques |
| Villeneuve-St-Denis Favières | Espace boisé Milieu Naturel Habitat | Étude et traitement paysager Passage pour la grande faune |
| Tournan-en-Brie | Agriculture Patrimoine historique | Restructuration foncière agricole éventuelle et ouvrages adaptés Étude et actions paysagères |
| Presles-en-Brie | Habitat Paysage | Abaissement du profil en long de la ligne Traitement paysager |
| Coubert | Espace boisé Milieu Naturel | Restructuration forestière |
| Vallée de l'Yerres | Paysage Récréation de plein air | Abaissement général du profil en long de la ligne Rétablissement des cheminements |
| Servon Brie-Comte-Robert | Paysage | Passage en déblai sous la RN 19 |
| Villecresnes Gros-Bois | Habitat Patrimoine | Tranchée couverte et déblais profonds Traitement architectural des clôtures de la ligne |
| Limeil-Brévannes | Habitat | Ouvrage enterré |

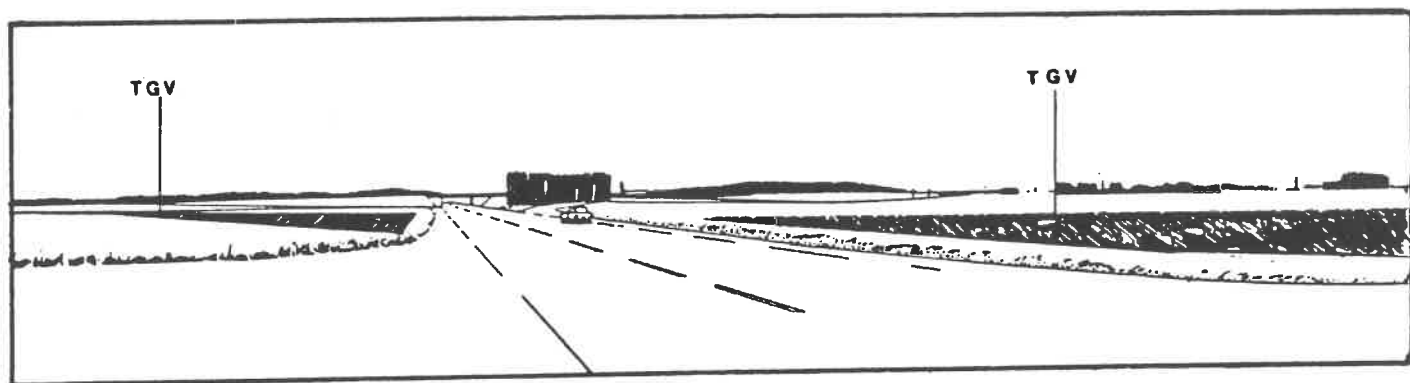
FRANCHISSEMENT DE LA FRANCILIENNE ET DE LA RN 19



1. ÉTAT ACTUEL
LA PLAINE DE BRIE VUE DE LA RN 9)

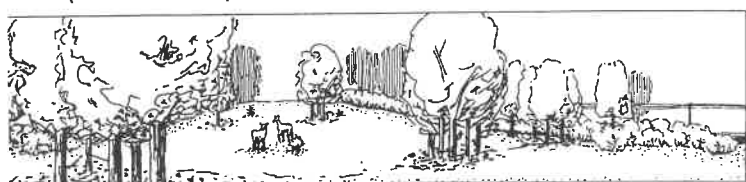


2. ESQUISSE
LE PASSAGE EN REMBLAI (OPTION ÉCARTÉE)

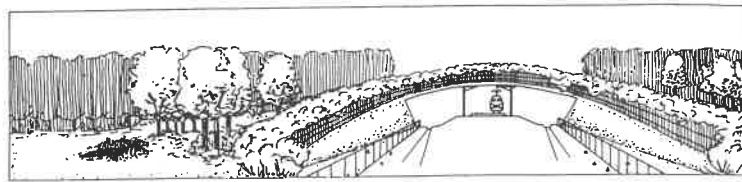


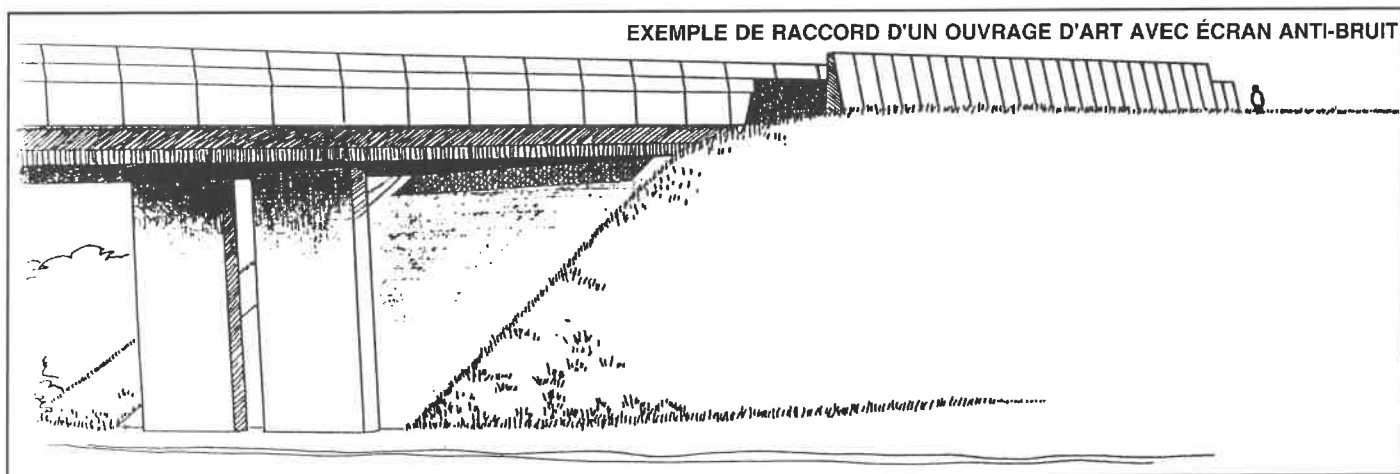
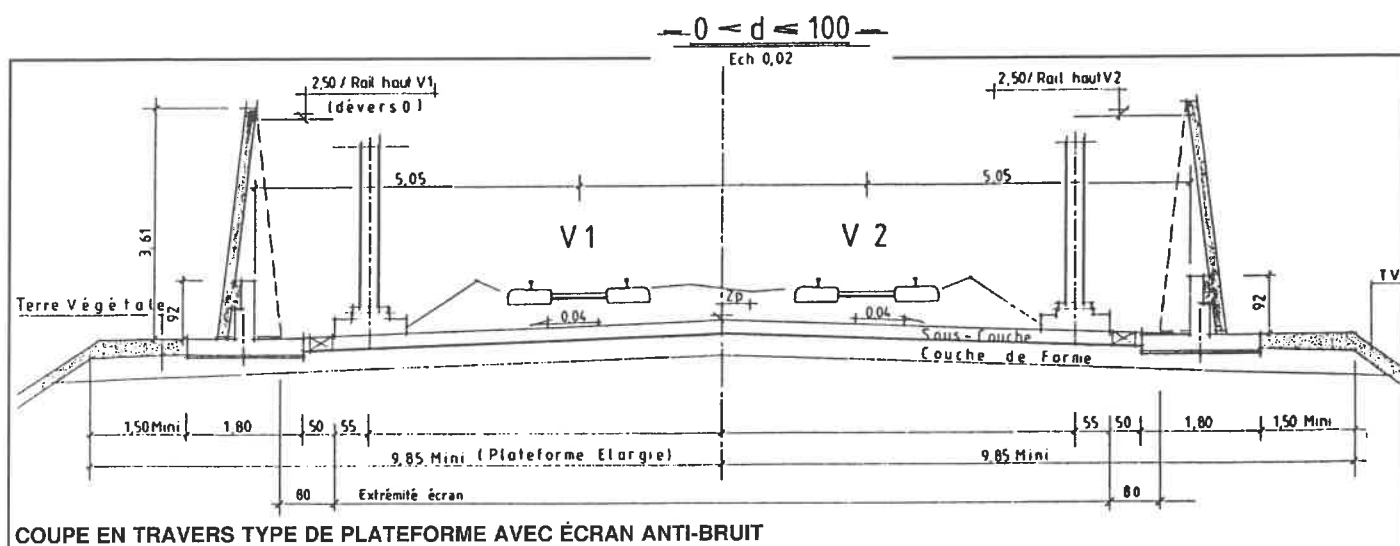
3. ESQUISSE
L'OPTION EN DÉBLAI PRÉSERVE LE PAYSAGE

PASSAGE SUPÉRIEUR POUR LA GRANDE FAUNE SAUVAGE
(VUE DE FACE)



PASSAGE SUPÉRIEUR POUR LA GRANDE FAUNE SAUVAGE
(VUE DE PROFIL)





L'intégration dans le paysage de la ligne TGV est également prévue. Dans les sites les plus sensibles, le traitement paysager ou architectural sera défini par des études particulières.

La gêne de bruit occasionnée aux riverains par le passage du TGV et les dispositifs de protection pour l'atténuer sont étudiés par les services techniques de la SNCF. Les mesures et les calculs tiennent compte des situations types, en plaine, dans les cas de remblais et de tranchées. Des protections (à la source, en écran, en façade) sont prises pour chaque cas. La SNCF s'engage à rester en-dessous des seuils de gêne préconisés par les recommandations ministérielles du « Guide du bruit ». En sites urbains exposés, des dispositifs antivibratiles sont prévus.

Le respect de l'environnement au stade des travaux comprend notamment les mesures suivantes :

- clôtures provisoires des zones d'élevage, balisage des mares et sites protégés,
- passages provisoires pour exploitants et riverains, arrosages fréquents en période sèche (poussières...),
- pas de fonctionnement d'engins bruyants dans les sites urbains en période nocturne.

Des mesures locales

Le tracé retenu a fait l'objet d'une analyse détaillée dans la bande des 500 m soumise à l'enquête (bande déterminée par l'axe du tracé). Ces informations sont synthétisées pour chaque commune concernée dans des cartes à l'échelle de 1/25 000, accompagnées de tableaux descriptifs sur l'état initial de l'environnement, les impacts et les mesures prévues par le maître d'ouvrage. Les secteurs les plus sensibles nécessitant des mesures particulières sont répertoriés dans le tableau ci-contre (page 42).

La commission d'enquête a formulé son avis le 5 janvier 1989, ce qui a entraîné certaines modifications du projet. Dans la traversée de la partie la plus peuplée, c'est-à-dire le Val-de-Marne, les protections contre le bruit ont été renforcées, dans certains cas par l'extension des couvertures de la ligne. Pour sa part, la Région d'Ile-de-France, afin de contribuer de manière significative à la protection de l'environnement, étudie la possibilité de réaliser une coulée verte entre Créteil et Santeny, à l'image de celle en cours d'aménagement le long du parcours urbain du TGV Atlantique.

Jean-Louis DUBOIS,
chargé d'études,
I.A.U.R.I.F., division Environnement urbain
et rural.

Reproduction d'un article des "Cahiers de l'IAURIF", numéro 91 d'octobre 89. Avec leur aimable autorisation.

Gestion topographique d'un espace industriel

par Jean COMBE

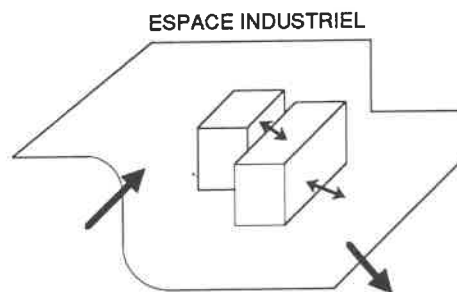
De prime abord, le titre de cet article peut laisser supposer que seul l'aspect financier est ici évoqué. En fait, s'il est vrai que l'aspect technique et l'organisation de la topographie lors de la création d'un complexe industriel, induisent, comme on le verra plus loin, des aspects financiers, le sujet abordé ici se veut plus une approche en vue d'une organisation rationnelle de la topographie dans ce domaine, autrement dit une ingénierie topographique. Trop d'architectes industriels, de maîtres d'ouvrages, de constructeurs, pour avoir négligé la composante topographique, se sont par la suite trouvés embarrassés de problèmes techniques difficiles à résoudre à chaud, et dont la solution a été en fin de compte très onéreuse. Les quelques observations qui suivent n'ont d'autre but que d'attirer l'attention de ces responsables sur l'intérêt d'une bonne ingénierie topographique.

1 - L'ESPACE INDUSTRIEL - Définition

La notion d'espace industriel est éminemment simple : une usine Renault, une fromagerie, une gare SNCF, une centrale hydraulique ou nucléaire, une scierie en sont autant d'exemples.

Cet espace peut être schématiquement, décomposé en quelques éléments simples :

- un terrain sur lequel sera implantée l'usine, et qu'il faudra délimiter, borner et éventuellement clôturer,
- des bâtiments, certains consacrés à la production (forge, tôlerie, chaudière, peinture, magasin, etc...), d'autres d'accueil du personnel ou des clients,
- des réseaux de liaison :
 - . de l'extérieur vers l'intérieur puisque cet espace doit se connecter sur les réseaux existants d'eau, gaz, électricité, téléphone... et surtout sur les réseaux routiers ou ferroviaires,
 - . entre bâtiments, certains éléments de la fabrication devant circuler à l'intérieur même du site,
 - . de l'intérieur vers l'extérieur puisque le but de tout espace industriel est la fourniture de produits à la vente.



Ceci s'apparente globalement à tout aménagement du territoire, mais l'espace industriel présente des caractéristiques propres entraînant souvent des contraintes sévères.

D'abord cet espace est minimal. Tout l'art de l'architecte est de faire rentrer l'ensemble des fonctionnalités dans un volume minimum. Il y a peu de place perdue et souvent l'exiguïté des locaux pose de vrais problèmes aux topographes.

Il en résulte une utilisation maximale de l'espace et notamment dans la 3ème dimension. Il n'est pas rare de voir un bâtiment industriel possédant plusieurs niveaux de sous-sol, plusieurs étages fonctionnels, voire des combles ou greniers utilisés ; même les parkings sont quelquefois empilés.

Une deuxième caractéristique est l'emboîtement successif. Le terrain reçoit les bâtiments qui se découpent en étages, comportant chacun des fonctions diverses et séparées quelquefois de façon étanche. C'est le système des poupées russes.

Aussi, la construction d'un espace industriel pose au topographe diverses difficultés à résoudre et notamment :

- la séparation des fonctions, créant des coupures étanches, oblige à maintenir des canevas dans chacune des zones séparées tout en conservant une homogénéité générale,
- les tolérances de réalisation, définies par un écart-type, variant de + ou - 10 cm pour les terrassements généraux à + ou - 2 cm pour le Génie Civil, jusqu'à + ou - 1 mm pour les parties mécaniques, implique de garantir et maintenir des systèmes d'implantation adéquats.
- la nature même de ce type de construction, où les divers intervenants travaillent en parallèle et se gênent mutuellement (dépôts sur les lignes de visées, bruit, encombrement, confinement...etc), entraîne une perte de précision dans les opérations.

2 - LES OBJECTIFS

Le premier objectif de tout investisseur est d'obtenir un ensemble qui peut fonctionner plusieurs années sans problème technique, sans dégradation, sans risque pour le personnel et les installations - on résume cela en parlant de sûreté (ou sécurité) et de disponibilité.

Cette qualité finale résulte de dispositions prises lors de la construction, autrement dit il est nécessaire que le maître d'ouvrage puisse avoir l'assurance de la qualité de chaque partie, élément ou composant entrant dans la construction.

Un autre objectif concerne le délai de réalisation. Dès que le projet est décidé, tout le monde a intérêt à construire vite, parce que des capitaux non productifs sont employés. Un planning rigoureux est établi et tout retard qui pourrait résulter d'une malfaçon arrête non seulement l'entreprise contractante mais souvent beaucoup d'autres.

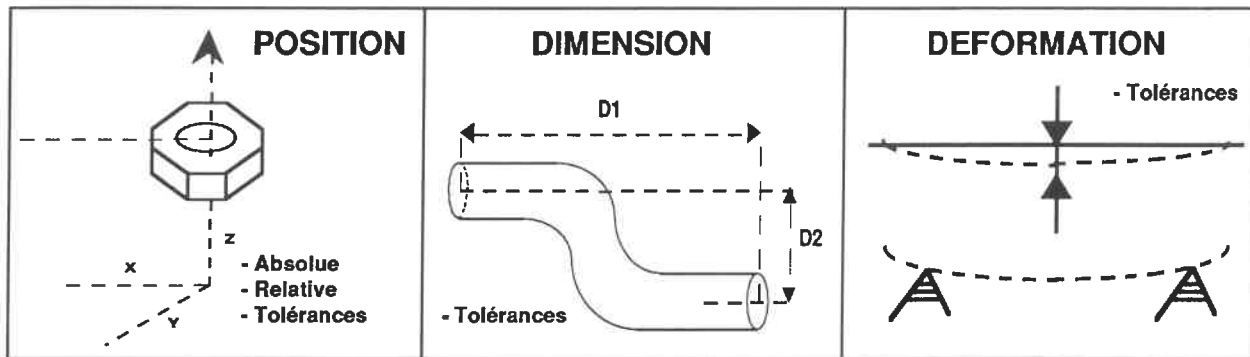
Il faut donc avancer sûrement et rapidement mais aussi au moindre coût. Des études comparatives sur divers types de constructions d'espace industriel montre que la topographie coûte entre 0,5 et 1 % du prix total de l'installation . C'est relativement peu mais sur des projets de plusieurs milliards, on atteint des sommes considérables. Ce coût s'entend pour une topographie bien organisée, sans faute, et réalisée par des gens compétents.

Ces trois objectifs (qualité, délais, coût) sont réalisables si le responsable du projet (Directeur, Maître d'Oeuvre,...) est convaincu et décide de confier l'ingénierie topographique à un service ou un cabinet compétent. Il faut aussi que les topographes ou géomètres contactés pour des travaux, ne se considèrent pas comme des intervenants ponctuels mais comme partie prenante à part entière dans cette réalisation.

3 - ACTIONS TOPOGRAPHIQUES

Les objectifs et les difficultés étant analysés et pris en compte, il convient de définir les actions topographiques. Il est hors de propos de décrire ici tous les types d'interventions topographiques nécessaires, mais simplement d'en brosser un tableau général, en insistant sur le fait que toutes doivent être étudiées et prévues à l'avance.

On peut classer ces actions dans trois domaines essentiels :



- domaine du positionnement - chaque objet, partie d'objet, élément, sous ensemble est défini a priori (sur les plans) dans un système de coordonnées tridimensionnelles : il s'agit donc de les mettre en place, à la bonne position, compte tenu des tolérances qui leur sont spécifiques,
- domaine des dimensions - chaque élément, préfabriqué ou construit à l'extérieur et qui à un instant devra s'intégrer dans l'ensemble doit faire l'objet d'un contrôle dimensionnel rigoureux, si l'on ne veut pas risquer de difficultés de mise en place. Là aussi, des tolérances propres à chaque matériel existent,
- domaine des déformations - toute structure, aussi solide soit-elle subit des déformations. Il faut prévoir de les connaître, les analyser et voir leur conséquence. Le cas d'une machine à axe tournant reposant sur un plancher de béton, qui se bloque parce que le plancher s'est légèrement infléchi est assez courant. Ces dernières actions constituent le grand domaine des auscultations et de suivi des structures sur lequel de nombreux textes ont été écrits.

4 - QUELQUES SOLUTIONS

Chaque espace industriel est un cas d'espèce et on ne peut décrire d'une manière unique toutes les interventions topographiques à prévoir.

Cependant, il existe quelques traits généraux communs à tous ces types de constructions et quelques approches générales de solutions.

D'abord, il faut une coordination générale de tous les intervenants. Elle s'exprimera en topographie par l'utilisation d'un référentiel unique pour tous, une étude de chaque difficulté, notamment celles relatives aux conflits entre intervenants, une définition de tolérances d'exécution, un contrôle des méthodes, etc... Si le maître d'ouvrage ne dispose pas dans ses structures d'une équipe compétente, il doit impérativement désigner un cabinet, bureau d'étude... etc pour assurer cette tâche.

Il faut ensuite s'assurer de pouvoir implanter ou mettre en place des parties d'ouvrages ou éléments en toutes circonstances, avec la précision contractuelle. Ceci conduit à créer des canevas successifs : 1 général pour le site, 1 par bâtiment, 1 par étage, voire un par salle, ... etc dans le respect d'une homogénéité dimensionnelle. Certains seront fixes (on prendra toutes dispositions à ce sujet) d'autres variant avec les mouvements d'ouvrages ou déformations de ceux-ci.

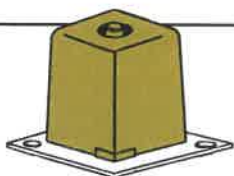
Il va sans dire que cette tâche revient à l'équipe de coordination, qui assure ainsi à la fois une homogénéité des implantations, un contrôle de réalisation, et, éventuellement, des mesures d'auscultation.

Par ailleurs, comme il a été dit plus haut, si chaque élément constitutif de l'espace industriel est connu dans un système de coordonnées tridimensionnelles, il convient d'ajouter d'autres dimensions, liées au site, au temps, aux contraintes de fonctionnement...

BORNES & BALISES

L'INNOVATION
& L'EFFICACITE
DU BORNAGE
DE DEMAIN

LA BORNE RADIO BORA



BORNES & BALISES



Zone Industrielle BP 14 17290 AIGREFEUILLE
Tél. 46 27 54 00 Téléc 790 837 Fax. 46 27 50 81

Ainsi, le classique répertoire de coordonnées n°, X, Y, Z devient : n°, X, Y, Z, To (température), H (hydrogéologie), T (temps), C (charges)...etc, autant d'éléments à prévoir dès l'étude du projet ou, au plus tard, dès la mise en place des repères sur lesquels seront effectuées des mesures.

Jusqu'ici, il a surtout été question des actions du maître d'ouvrage, mais lors de la création d'un espace industriel, tous ou presque tous les corps de métiers interviennent et beaucoup utilisent la topographie. Ces entreprises comportent généralement des techniciens capables d'assurer des prestations topographiques. Il est encore du rôle du maître d'ouvrage de s'assurer de la qualification de ceux-ci. Chacun doit par une étude et compte tenu des spécifications qui lui sont imposées par contrat, définir des méthodes appropriées, les tester le cas échéant, contrôler ses diverses prestations, fournir des documents clairs rendant compte de ses activités. Ceci est une autre façon d'exprimer ce que l'on appelle généralement l'assurance de la qualité. En tout cas, le maître d'ouvrage devra s'assurer par des actions de surveillance qu'il en est bien ainsi.

5 - UNE METHODE OU UNE GRILLE D'INTERVENTION

L'ingénierie topographique comporte bien d'autres aspects que ceux évoqués ci-dessus. On peut toutefois se hasarder à proposer une grille d'intervention dont le seul avantage est d'éviter des oublis.

Indépendamment des 3 types d'actions (position, dimension, déformation), on peut diviser l'espace en 3 parties :

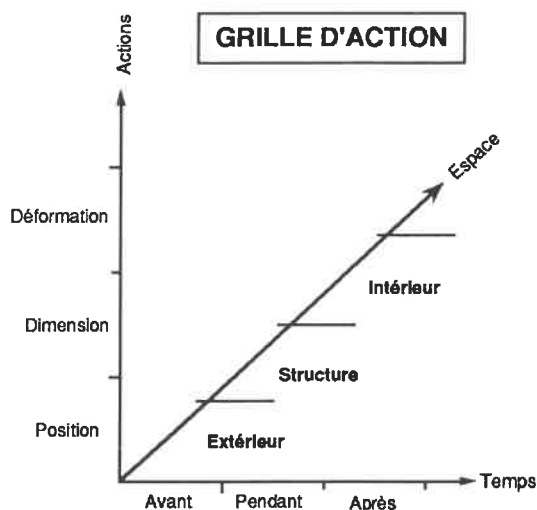
- les structures (génie civil),
- l'extérieur (le site et ses abords),
- l'intérieur (le matériel mis en place)

et de même pour le temps :

- pendant la construction des structures,
- avant,
- après.

En plaçant le temps en abscisse, l'espace en ordonnée, et les actions en 3ème dimension, on obtient ainsi 27 cubes sur lesquels le topographe doit s'interroger quant à ses interventions .

A titre d'exemple :



$$3A \times 3E \times 3T = 27 \text{ chances de succès}$$

- au début de la construction des structures, les actions de position concernent l'implantation générale, ce qui suppose qu'au préalable on ait mis en place les canevas,
- après la construction, sur les matériels, on suivra les déformations par des mesures d'auscultation,
- avant la construction, à l'extérieur, les actions de position concernent le levé du site, son bornage, les clôtures, les réseaux enterrés..., les accès,...etc.


Malgré l'aspect ludique de cette grille, on peut penser que si elle est sérieusement remplie, la topographie aura été prise en compte lors de la construction de cet espace industriel.

6 - CONCLUSION

Les quelques indications de cet article n'ont pas la prétention de donner toutes les solutions, ni de résoudre tous les problèmes. Même lorsque l'ingénierie topographique est parfaitement réalisée, on n'échappe pas à une difficulté temporaire de réalisation, à la défaillance d'un contractant, à la mauvaise qualité d'un matériel. Mais l'absence totale d'ingénierie topographique coûte encore fort cher, surtout par la non-qualité qu'elle entraîne. Chacun de nous doit en être conscient et, plutôt que de céder à la tentation d'un marché intéressant, proposer une démarche générale, et accepter d'y consacrer du temps, afin que cette partie de notre métier soit reconnue comme primordiale.

PRISES DE VUES AERIENNES

apei
*aéro
photo
europe
investigation*



AVIONS RAPIDES
COUVERTURE
EUROPEENNE
2 EQUIPAGES:
365 JOURS SUR 365
MATERIEL FMC

A D R E S S E

APEI
Aérodrome de Moulins
03400 YZEURE
Tél. 70 20 63 67
Tél. : 980 882 - Fax : 70 20 64 87



SETAM Informatique

2, rue du Square Jean.Gibert-78114 - Magny-les-Hameaux

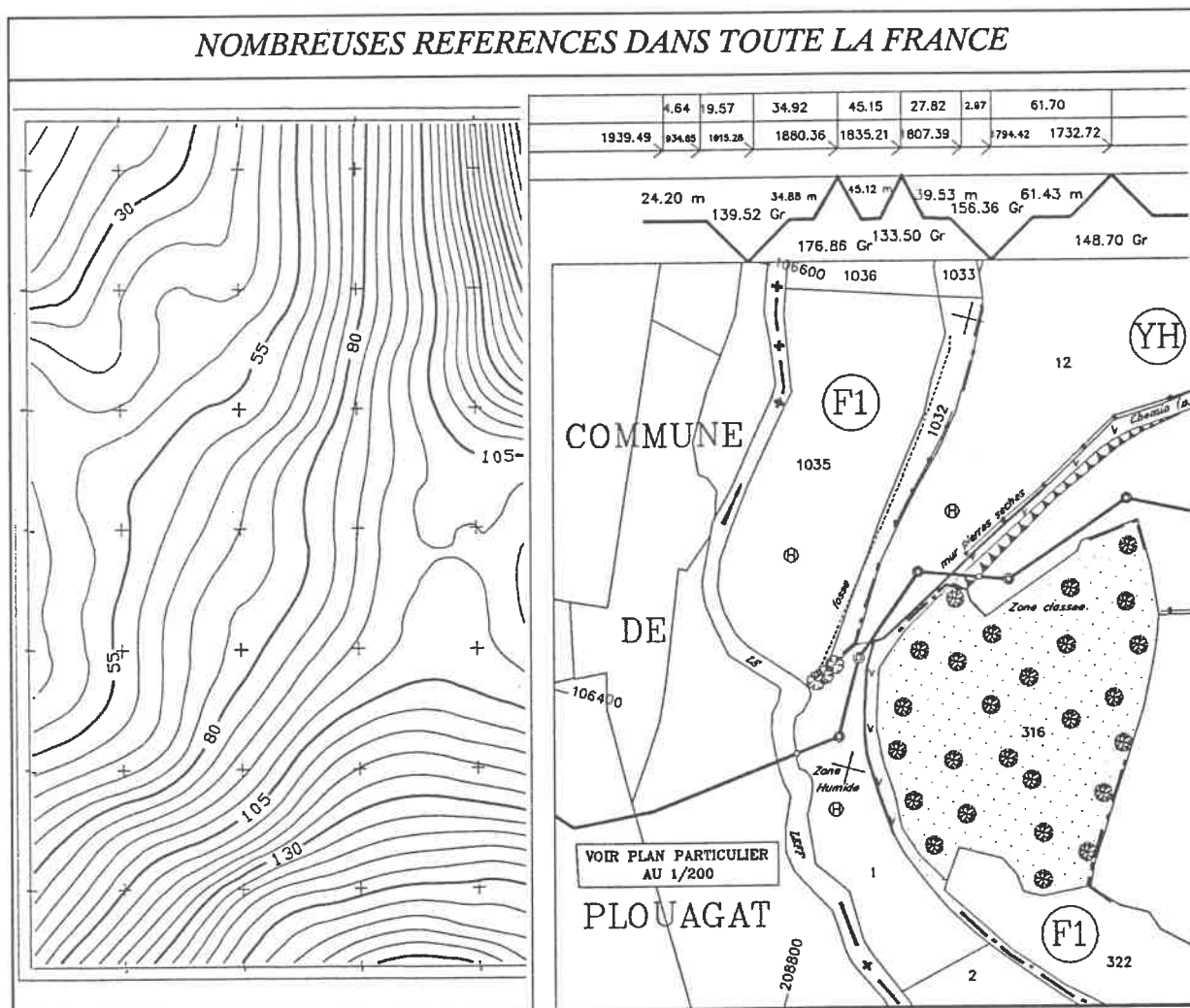
Au service des géomètres depuis 1973

☎ 16 (1) 30 52 23 82 + 30 52 40 49 Télécopie 16(1)30 52 11 25

SPECIALISTE AUTOCAD Conseils-Assistance-Formation(Organisme agréé)
Systèmes clés en main P.C. - Multipostes (réseau NOVELL)

Développement spécifique EN AUTOLISP sur devis

TOPOLISP = Utilisation d'Autocad dans un environnement "Topo"(travaille sur les numéros de points) : Commandes nouvelles de construction géométrique - Plan d'intérieur - plans topo - Calculs automatiques de points et de superficies. (lotiss. et projets) - Cotations automatiques, tableaux de coordonnées avec éléments d'implantations - Dessin de profils en long/travers - Talus cartographiques topographiques - Cadre, carroyage, coordonnées et titres - Interpolation de courbes de niveau. * Héberges. - * Lien avec Dbase - * Non Chevauchement des écritures - * Accélérateur en mode d'accrochage. Nouveau Topolisp : pour version anglaise sous DOS et sous UNIX.
GEOSET : * Transfert de carnets électroniques - * Calculs topo - * Report imprimante - * Report tables traçantes - * Digitalisation - * Interpolation et Dessin des courbes de niveau (DXF pour Autocad) - * Cubatures - * Ouvrages - * Profils (implantations).



PARIS "MICAD 91" sur STAND AUTODESK DU 12 AU 15 FEVRIER 1991

Le 19 et 20 Décembre à PARIS (Hôtel Hilton)

STRASBOURG "E.N.S.A.I.S" le 5 et 6 Décembre 1990

Demande de renseignement sans engagement de ma part:

Nom : Tél:

Adresse:

Responsable:



Contraintes urbanistiques aux abords des aérodromes

Pierre BIJOU

Ingénieur ESGT. Promotion 73.

Chef de la Cellule Topographique au Service Technique des Bases Aériennes (Ministère des Transports)

Il est chargé d'exécuter des travaux topographiques sur les aérodromes dont la Direction Générale de l'Aviation Civile a la maîtrise d'oeuvre. C'est dans le cadre de ses fonctions antérieures d'Attaché d'Etudes au Groupe d'Etudes et de Programmation des Yvelines qu'il s'est penché sur les règles d'insertion des servitudes d'utilité publique dans les plans d'occupation des sols. L'auteur avait illustré ses activités techniques actuelles et urbanistiques antérieures dans de nombreux articles.

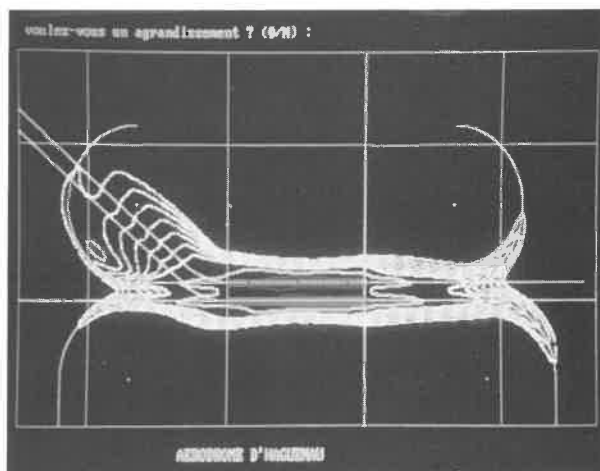
Afin de garantir une bonne exploitation des plateformes aéronautiques, et aussi de permettre leur extension, diverses réglementations ont été édictées. Le code de l'urbanisme les a, soit intégrées (zones bruyantes des aérodromes), soit répertoriées sous l'appellation de servitudes d'utilité publique. La programmation de nouveaux équipements ou d'extensions d'équipements existants, réalisée à travers les plans d'équipement aéronautique situant les équipements structurants localisés par région de programme et à travers les avant-projets de plan de masse pour les autres aérodromes, n'est pas traitée dans ce qui suit.

I - Zones de bruit des aérodromes

I - 1 Notion de bruit

L'oreille humaine peut recevoir des fréquences dites audibles variant de 20 à 20 000 Hz. La sensation de force du son est liée à son intensité, exprimée en W/m^2 . La sensibilité humaine varie en fonction du logarithme décimal (lg) de l'énergie, et le décibel (dB) correspond à la sensibilité moyenne de l'oreille. La réponse subjective de l'oreille est le plus couramment donnée en dB(A). Le descripteur aéronautique de perception de la nuisance sonore est le "Perceived Noise Decibel", en abrégé PNdB. La corrélation entre le bruit et la notion de gêne a été vérifiée auprès des riverains des plateformes gérées par les "Aéroports de Paris" (ADP), à travers une enquête de l'IFOP sur les indications du Service Technique de la Navigation Aérienne (STNA). L'indicateur d'exposition au bruit appelé indice psophique, utilisé tient compte des niveaux sonores des avions, des mouvements pondérés de jour et de nuit, et des trajectoires des appareils. A titre d'information, un avion produit un bruit de PNdB variant de 83 à 130. Le plus petit chiffre correspond à un avion d'affaires atterrissant, le plus grand au Concorde à pleine puissance. Habituellement, un avion récent produit au décollage un bruit de PNdB variant

de 100 à 110. Les appareils militaires causent des nuisances sonores supérieures aux normes civiles.



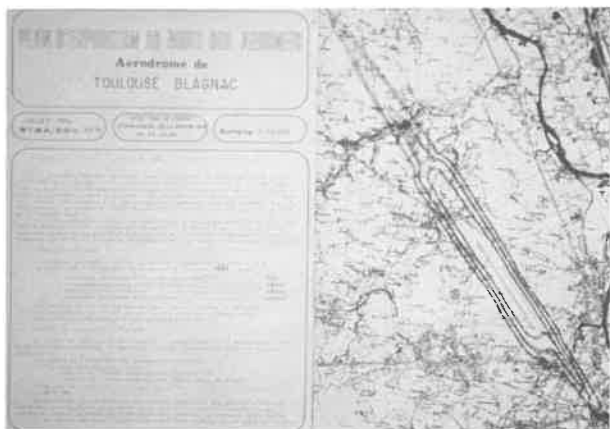
Tracé sur écran ordinateur des courbes isopsophiques relatives à l'aérodrome de Haguenau - Photothèque du STBA

I - 2 Règlementation

Depuis la loi du 11 juillet 1985 et les décrets du 21 mai 1987, un plan d'exposition au bruit (PEB) doit être établi autour des plus grands aérodromes français, soit principalement les équipements de catégories A, B et C. La procédure utilisée est marquée par la décentralisation administrative réalisée au profit des collectivités territoriales. Elle est déconcentrée au niveau du Préfet qui ne doit demander d'accord ministériel préalable à l'approbation du plan d'exposition au bruit, que pour les aérodromes militaires et pour les aérodromes civils classés comme investissements d'intérêt national. Sur 150 plateformes concernées, 140 plans d'exposition au bruit ont été rendus "disponibles".

L'actuelle législation ne semble pas avoir encore permis l'approbation de PEB. Les plans établis depuis la première circulaire de 1973, sous l'empire de la directive d'aménagement national de

1977, ont été prorogés, en attendant leur révision. La nouvelle procédure d'approbation a introduit une plus grande souplesse, en définissant outre la zone de bruit fort A avec un indice psophique (IP) > 96 et une zone de bruit fort B avec un $96 > IP > 89$ et une zone de bruit modéré avec $89 > IP > 78$ à 84 au lieu d'une valeur fixe de 84 ; ainsi qu'en instituant des garanties de concertation telles que l'enquête publique préalable à l'approbation et la constitution des commissions consultatives de l'environnement dont 30 ont à ce jour été créées. L'étude technique conduisant au tracé des zones de bruit est effectuée par le Service Technique des Bases Aériennes (STBA) sur les indications des caractéristiques techniques des aéronefs fournies par le STNA. Les zones bruyantes sont figurées sur des plans au 1/25 000 ou éventuellement plus petite, et peuvent avoir une longueur très supérieure à celle de la piste d'envol, allant jusqu'à 15 à 20 km.



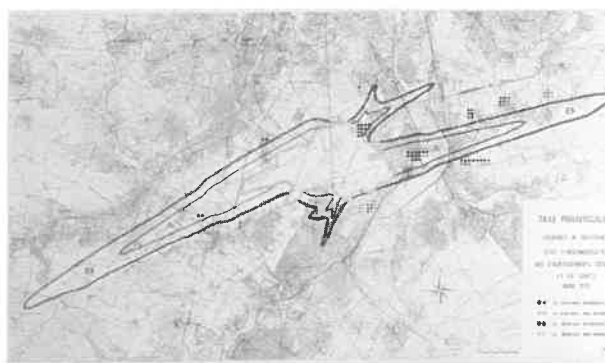
Plan d'exposition au bruit relatif à l'aérodrome de Toulouse-Blagnac. Echelle d'origine : 1/50 000 - Photothèque du STBA

Les PEB prorogés en tant que prescriptions d'aménagement national, comme ceux qui seront approuvés ou révisés, sont applicables à la délivrance de toute autorisation d'utilisation du sol et de certificat d'urbanisme. Les documents de planification urbaine, tels que les plans d'occupation des sols (POS) et les SDAU, doivent être compatibles avec leurs dispositions. Les restrictions dans l'usage des biens fonciers sont sévères. Toute installation de population nouvelle est proscrite dans l'aire du PEB. Les constructions existantes à la date d'approbation du plan ne peuvent être adaptées pour accroître la capacité d'accueil ; les équipements nouveaux ne peuvent qu'être nécessaires aux populations déjà installées et à l'activité aéronautique. En zones B et C, et en zone A urbanisée, seuls les logements de fonction liés à l'activité agricole ou industrielle et commerciale admises dans la zone, sont autorisés, et en plus, en zone C, des constructions individuelles diffuses.

Les restrictions à l'urbanisation devraient conduire, lors de l'élaboration ou la révision des POS, à zoner les secteurs ruraux compris dans un PEB en NC et ND, et à rétrograder les zones NA (urbanisables à terme) et NB (zones naturelles banales) en zones NC (agricoles) et ND. Le coefficient d'occupation des sols affecté à l'habitation d'une zone déjà urbanisée ne peut être relevé ni dépasser ce qui a été constaté avant la création de la zone de bruit. Néanmoins, des activités notamment installations classées, peuvent être implantées, le cas échéant par voie de ZAC si elles ne sont pas sensibles aux nuisances sonores. Le PEB est porté par le Préfet à la connaissance de la Commune lors de l'élaboration ou la révision d'un POS.

I - 3 Protection et indemnisation des riverains

Par principe, (cf l'article L 160-5 du code de l'urbanisme), les contraintes urbanistiques affectant l'usage du sol ne sont pas indemnifiables, sauf atteinte à une situation de droits acquis. Néanmoins, depuis 1973, ADP établissement public, aura pu se charger d'indemniser les riverains des aérodromes dont il a la gestion, en finançant jusqu'à 80% des travaux plafonnés d'insonorisation des bâtiments existants à cette date, ou à l'extrême limite en achetant l'immeuble. Depuis 1984, une redevance d'atténuation de bruit est demandée aux compagnies aériennes en sus de la taxe d'atterrissage, pondérée en fonction de la classe de bruit de l'aéronef.



Courbes isopsophiques et application de la taxe parafiscale - Aérodrome d'Orly (ADP) - Photothèque du STBA

Avant l'approbation d'un PEB, il peut être étudié la réduction des nuisances sonores. A long terme, le niveau sonore sera réduit par l'obtention d'une certification acoustique qui est demandée avant toute mise en service d'appareil nouveau (cf annexe 16 OACI), ce qui pourra permettre la révision du PEB. Mais, immédiatement,

la longueur de la trace bruyante peut surtout être réduite en imposant aux navigants des procédures d'approche et d'atterrissage à moindre bruit. L'aéronef devra décoller avec une forte accélération et puis survoler avec une pente plus faible la zone agglomérée.

II - Autres limitations administratives au droit de propriété

Ces règles figurent en annexe de l'article R 126-3 du code de l'urbanisme, au titre "Servitudes relatives à l'utilisation de certaines ressources et équipements", paragraphe D et section "e" : circulation aérienne. Lors de l'élaboration ou de la révision des POS, ces normes juridiques sont portées à la connaissance des Maires par le Préfet. Les POS doivent respecter ces servitudes qui, d'après l'article L 126 - 1 du code de l'urbanisme "affectent l'utilisation du sol". Elles peuvent constituer des contraintes urbanistiques dont les conséquences se traduiront sur le zonage et la morphologie urbaine.

II - 1 Servitudes aéronautiques de dégagement et de balisage

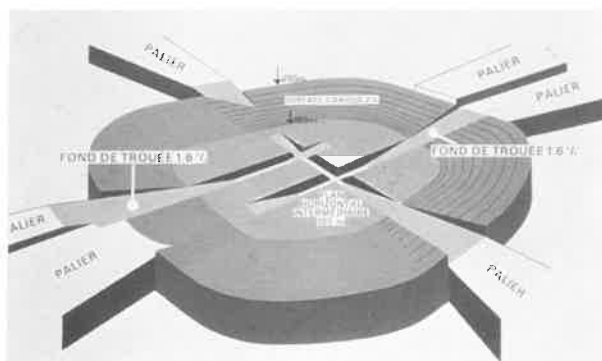
Ces limitations dans l'usage d'un bien foncier sont répertoriées par les praticiens des POS, en T4 (balisage) et T5 (dégagement).

II - 1 - 1 Plans de dégagement

a) Principes conceptuels

Trois surfaces de dégagement coexistent sur une plateforme aéronautique ; celles qui sont liées à l'évolution des aéronefs autour de l'aérodrome, à la visibilité des aides visuelles (la surface libre d'obstacle dite OFZ) et au fonctionnement des installations de météorologie. Seule la première surface est réglementairement protégée, et déborde très largement les limites du domaine public aéronautique. Sa configuration découle de ce qu'il faut éviter comme obstacles pour que l'aérodrome soit utilisable d'une manière

acceptable dans sa catégorie, conformément à l'annexe 14-OACI. Les "obstacles" (proéminences naturelles ou artificielles), autres qui respectent ces surfaces induisent des minimums opérationnels variant en fonction du mode de vol et des qualifications de l'équipage de l'aéronef.



Servitude aéronautiques non altius tollendi aux abords de pistes - Représentation sommaire des surfaces de dégagement - Aérodrome de Roissy-Charles de Gaulle - Photothèque du STBA

b) Etablissement des servitudes

Les surfaces de dégagement sont établies à partir d'un périmètre d'appui calé sur la piste d'envol. Elles induisent des servitudes non altius tollendi sur des étendues dépassant largement les limites du domaine public aéronautique. Schématiquement, l'ordre de grandeur de l'étendue de ces surfaces correspond au tableau ci-dessous.

Les "obstacles", ou proéminences sont classés en trois groupes : 1° fixes ou mobiles, 2° massifs, minces ou filiformes et 3° irrémédiables ou transitoires. Les « obstacles » irrémédiables comme le relief, les monuments historiques ou les sites protégés pour des raisons écologiques amènent les concepteurs du plan de dégagement à les éviter en déformant la surface des servitudes par la création de redans ou de calottes.

| Mode de navigation | | dégagement | pente |
|---------------------|-----------------------|------------|----------|
| Vol aux instruments | trouée de décollage | 3 à 10 km | 1,6 à 4% |
| | trouée d'atterrissage | 15 km | 2,5 à 3% |
| | surface latérale | 3 à 6 km | |
| Vol à vue | trouée de décollage | 2 à 3 km | 1,6 à 4% |
| | trouée d'atterrissage | 2 à 3 km | 2,5 à 3% |
| | surface latérale | 2,7 à 3 km | |

8

MINERAL WELLS NOV. 2.89 KODAK AEROCROME MS FILM 2448 FILTER 405/045/15

9

#3018 ISO A 32 EXP. 13.5/ 64 FMC 5.18 E.O

10

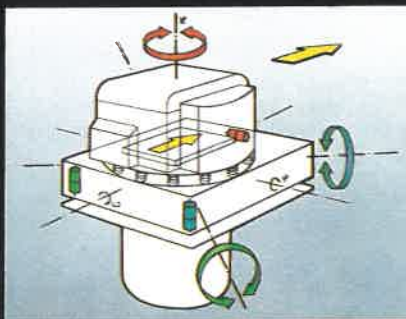
098 12 36 W 32 82 30 N H 325.6 A 02985FT T 02:35:16.60 D 11 02 89



1 Coin gris à échelons. — 2 Tableau-notes. — 3 Altimètre. — 4 Horloge. — 5 Numéro de série du raccord porte-objectif. — 6 Distance principale. — 7 Numéro d'ordre de l'image. — 8 Données du projet à entrer au moyen du clavier du CM 2000. — 9 Données rapportées à l'image (numéro d'ordre de l'image, valeur de sensibilité du film réglée, diaphragme, temps de pose, valeur de compensation du filé d'images, signalisation codée des erreurs). — 10 Données de navigation d'un système de navigation embarqué (longitude terrestre, latitude terrestre, direction de vol, hauteur de vol, l'heure, date) — 11 Numéro de série de la cassette. — 12 Repère de cadre.



Système de prises de vues LMK 2000 - module central et unité pilote



Mouvements de compensation de la LMK 2000



Intérieur du cône avec obturateur

SYSTEME DE PRISES DE VUES

LMK



2000...

... UN GRAND PAS VERS LA PERFECTION



PREMIERE CAMERA AU MONDE ÉQUIPÉE AVEC SUSPENSION, ASSURANT LA COMPENSATION DES 3 AXES AUTOMATIQUEMENT.



Suspension de la caméra avec AMC, compensation des 3 axes automatique

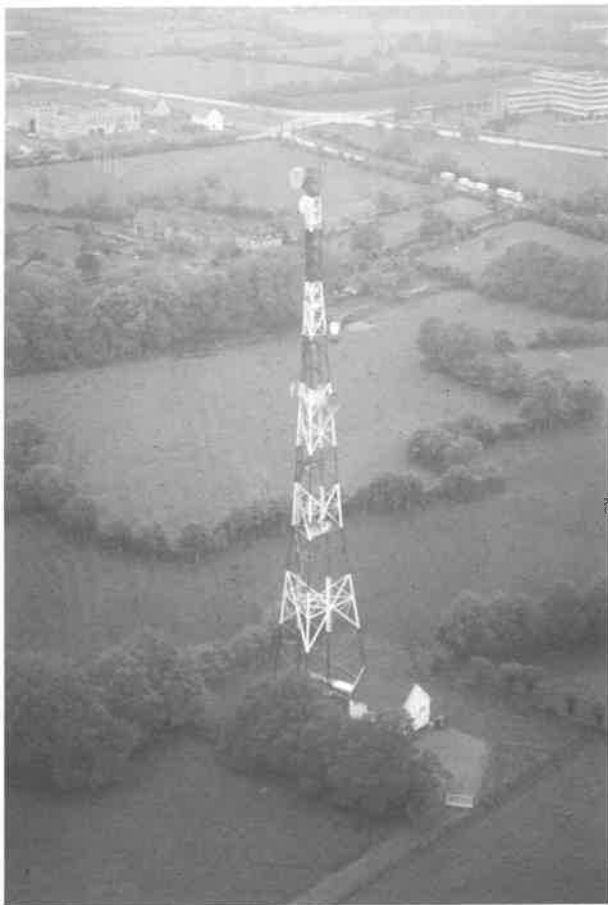
Chambre aéro-photogrammétrique LMK 2000.

- Compensation du filet (FMC) depuis 1983.
- Compensation et stabilisation positionnels (A.M.C.) angular movement compensation.
- Mesure différentielle de l'intensité de luminosité de l'objet pour la commande de l'exposition... et de nombreuses autres améliorations.

Assistance - Maintenance - Service après-vente sur toute la France

COMPAGNIE GENERALE DE PHYSIQUE

48, boulevard de la Bastille - 75012 PARIS - Tél. (1) 43.44.12.34
Télex : 220 231 Cogephy Paris - Téléfax : (1) 43.45.43.69



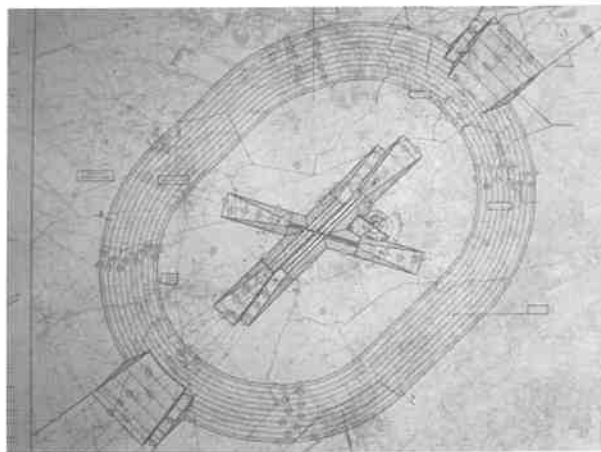
Balisage diurne par marque d'un pylone de TDF - Aéroport de Laval - Photothèque du STBA

Le plan de dégagement est soumis à enquête préalable à l'approbation. Le dossier présenté comprend des plans à diverses échelles, une notice explicative, une liste d'obstacles et un état de repérage d'axe de bande. Le plan de dégagement est essentiellement réalisé sur fond de plan topographique à l'échelle du 1/10 000 ou inférieure, pour rendre le document technique facilement manipulable compte-tenu de l'étendue des servitudes. Aucune enquête parcellaire n'est réalisée, ni de recherche de propriétaires.

Après enquête publique, le plan est approuvé par l'autorité administrative compétente de l'Etat (décret ou arrêté ministériel), après avis des collectivités locales concernées et de la commission centrale des servitudes aéronautiques. La création des servitudes de dégagement opérée par décret en 1958, est sanctionnée pénalement en partie législative du code de l'aviation civile. Antérieure à la décision du Conseil Constitutionnel du 13 décembre 1985, elle ne la respecte qu'en ce qui concerne le mode d'institution des servitudes.

c) Charge financière des servitudes

Par principe, les servitudes nouvelles ne sont pas indemnisées sauf si elles ont atteint des droits acquis avant leur institution. L'Etat prend à sa



Plan des servitudes aéronautiques de dégagement d'aérodrome - Photothèque du STBA

charge : l'établissement du plan et l'indemnisation des travaux nécessaires à la suppression des obstacles pour les aérodromes ouverts à la circulation aérienne publique. Le bénéficiaire d'un aérodrome à usage restreint, par contre voit ces frais portés à sa charge.

II - 1 - 2 Servitude de balisage

Le balisage est nécessaire pour avertir le pilote d'un aéroplane d'une difficulté. Il est réalisé par marquage des obstacles ou sous forme d'éléments lumineux. Ce dernier procédé n'est normalement pas utilisé pour les aérodromes uniquement ouverts de jour. En cas d'urgence, d'obstacle provisoire ou de travaux de balisage en cours, un balisage provisoire peut être exécuté. Lié en grande partie au respect des surfaces de dégagement, la conception d'un balisage n'est pas codifiée : elle dépend d'une étude aéronautique. (Voir illustration page suivante).

Ces servitudes d'utilité publique ne concernent que les immeubles bâtis et n'ont d'expression ni graphique ni urbanistique.

II - 2 Réserve de terrains et servitudes extérieures aux zones de dégagement

Ces dispositifs juridiques sont répertoriés sous la référence T 6 (réserve de terrains) et la référence T7 (servitudes à l'extérieur des zones de dégagement).

II - 2 - 1 Réserve de terrain

Le droit de réserver des terrains en vue de l'agrandissement d'un aérodrome est issu de textes exclusivement réglementaires : articles R 245 - 1 et D 245 - 1 à D 245 - 3 du code de l'aviation civile. Il ne s'appuie ni sur l'article L111-10 du code de l'urbanisme relatif aux projets pris en considération, ni sur l'article L 210 - 1 relatif à la préemption pour réaliser une opération d'amé-



Bâtiments munis d'un balisage lumineux - Photothèque du STBA

nagement. Cette réservation ne devrait pas logiquement avoir lieu en présence d'un POS rendu public ou approuvé qui peut intégrer une réserve pour équipement. Bien que le Conseil d'Etat n'accepte pas la délivrance d'un permis de construire sur une réserve pour équipement, avant que sa levée n'ait été prononcée, la "servitude" T6 n'est qu'un droit de préemption qui n'atteint pas l'usage d'un terrain mais la possibilité pour le propriétaire de l'aliéner.

II - 2 - 2 Servitudes extérieures aux zones de dégagement

En dehors des zones de servitudes aéronautiques de dégagement, l'édification de superstructures pouvant nuire à la navigation aérienne est soumise à autorisation du ministre chargé de l'aviation civile ou du ministre des armées en application de l'article R 244-1 du code de l'aviation civile. Les lignes de transport d'énergie électrique sont soumises à procédure spécifique d'autorisation avec avis des services de l'aviation civile. Les édifices soumis au permis de construire sont contrôlés à travers l'article R 421-38-13 du code de l'urbanisme qui organise la consultation des services aéronautiques. Sont visées les installations de :

a) pylones, cheminées, châteaux d'eau et cons-

tructions dépassant le niveau du sol de 50 m, b) câbles de transports aériens de 25 m au dessus du sol.

En zone urbaine, les seuils sont remontés à 100 m et 50 m.



Nappes de lignes de transport d'énergie électrique sous haute tension par EDF - Balisage diurne par marques et sphères - Photothèque du STBA

Les chefs de districts aéronautiques fournissent les renseignements au STNA qui établit un fichier des obstacles isolés et éventuellement les reportent en surcharge sur plan existant au 1/500 000 ou 1/1 000 000. Les hauteurs impératives de dangerosité retenues sont 100 et 50 m. La bonne connaissance des proéminences isolées hors servitudes aéronautiques de dégagement est nécessaire à l'amélioration des procédures d'approche et d'atterrissage aux instruments, notamment. Les surfaces concernées sont très importantes : le Bas-Rhin pour Strasbourg-Entzheim ou 60 km de rayon autour de Nantes-Chateau-Bougon. Bien que les renseignements du Service d'Information Aéronautique (SIA) n'indiquent pas la provenance des estimations de hauteur, ils constituent un élément de recherche appréciable.

Malgré l'introduction de ces règles en liste de servitudes, et comme les rédacteurs de l'Instruction Technique sur les Aéroports Civils l'ont fait remarquer, elles ne constituent qu'une phase d'instruction des permis de construire (ou de l'autorisation qui en tient lieu) et n'ont aucune traduction urbanistique.

II - 3 Protection des installations radioélectriques

Ces protections sont répertoriées sous l'appellation "servitudes radioélectriques de protection des installations de navigation et d'atterrissage" et la fiche est repérée T8. Elles sont en fait l'adaptation à la circulation aérienne des fiches PT 1 (protection contre les perturbations électromagnétiques) et PT2 (protection contre les obsta-

UN GEODIMETER C'EST UN GEODIMETER

DECOUVRIR 48 48 98 87

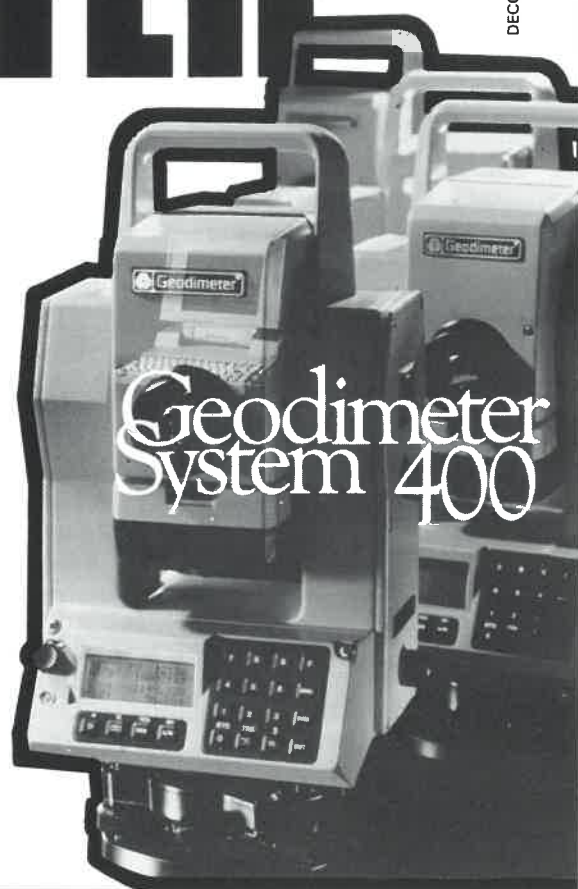
Un Geodimeter, ce n'est pas une quelconque station totale. Un Geodimeter, c'est la rencontre des plus hautes qualités de précision et de robustesse d'un instrument et des performances de simplicité et d'intelligence d'un système évolutif

"LE SYSTEM 400"

Depuis le premier instrument de la gamme réellement économique pour travaux courants jusqu'aux équipements les plus sophistiqués pour travaux de haute précision.



c'est la signature de la qualité



Parc d'Activités "Les Portes de la Forêt" - Allée du Clos des Charmes
77090 COLLEGIEN
Tél. : (1) 60 05 13 14 - Télex : 693 099 - Télécopie : (1) 60 17 40 56

SET5

ZOOM

SUR LA DERNIERE STATION TOTALE
RAPIDE COMPACTE PERFORMANTE

ET ... 57.900 Fr H.T



PACK BATTERIE

Format de poche rechargeable :
plus de 2.000 mesures d'angle et
de distance.

CONTROLE OPTIMUM

Les vis de blocage et de fin de
rappel coaxiales avec cache
de protection pour éviter des
fausses manipulations.



PRISES DE SORTIE

La RS 232 C asynchrone peut-être
connectée à tous les carnets de terrain
SDR et PSION organisur.



COAXIALE

Télémètre et lunette coaxiale
retournement complet excellente
optique.

COLLIMATION AUTOMATIQUE



CLAVIER COMPLET

Très simple d'utilisation ; écran
2 lignes avec éclairage incorporé

LA SET 5

Pour réaliser tous vos travaux journaliers mesure d'angle

| | |
|----------------------|---|
| Résolution | 10" (2mgon) |
| Angle vertical | peut-être lu en grade ou en pourcentage |
| Indexage automatique | possible pour les cercles vertical et horizontal |
| Mesure de distance | 900 mètres avec un prisme ; 1.200 mètres avec 3 prismes |
| Précision | + ou - (5 mm + 5 ppm.D) |
| Mode | Précision fine ou TRACKING |
| Affichage | distance oblique, corrigée à l'horizontal et dénivelé. |

SOKKISHA FRANCE

12 AVENUE GABRIEL PERI 78360 MONTESSON
174 AVENUE JEAN JAURES 69007 LYON

TEL: (1) 30.53.09.73
TEL : 78.69.14.28

FAX : (1) 39.76.63.15
FAX : 78.69.50.24

cles) relatives à la protection des radiotélécommunications. Elles sont indispensables à la sécurité, la régularité et l'économie des vols.

Les aides civiles à la navigation aérienne sont protégées par l'institution des servitudes d'utilité publique dans l'intérêt des transmissions radioélectriques. Sont concernés :

- a) les centres radiogonométriques,
- b) les radioalignements, ILS, VOR, DME,
- c) les émissions sur aériens dirigés,
- d) les liaisons radioélectriques sur ondes VHF/UHF de $f > 30\text{MHz}$,
- e) les radars, dispositifs Euréka, Rebecca.



Atterrissage aux instruments - Localiseur (LLZ) et seuil de piste - Aérodrome de Limoges - Photothèque du STBA

La procédure de conception des servitudes est décrite dans les fascicules V et VIII de la documentation méthodique du Comité de Coordination des Télécommunications (CCT). Toute installation de source radioémettrice est soumise à l'avis préalable du Comité d'Etudes de la Répartition Géographique des Stations Radioélectriques (CORESTA).

Le statut des radiocommunications du service aérien est visé au titre VI du code des Postes et Télécommunications (art. D 473 à 482). Les stations sont réparties en 3 catégories :

- a) stations des services de l'aviation civile,
 - b) stations des aéroclubs,
 - c) stations des entreprises de transport aérien.
- Les stations de catégorie (a) sont utilisables sans préavis et mentionnées par le Service d'Information Aéronautique ; elles sont intégrées à la procédure d'approche dont l'Etat assure la qualité du fonctionnement. Les stations de la catégorie (b) sont exploitées par une association aéronautique. Les stations de la catégorie (c) sont celles qui n'entrent pas dans les deux autres catégories et ne donnent ni paramètre ni information relative à la sécurité en vol.

L'application des "servitudes" aux autres administrations ne peut être réalisé que par conférences interservicielles.

II - 3 - 1 - Protection contre les perturbations électromagnétiques

En principe, toute installation de source radioélectrique de fréquence supérieure à 10 kHz est soumise à autorisation préalable. Néanmoins, selon des prescriptions réglementaires, peuvent être installés des appareils à applications industrielles ou médicales, ainsi que ceux ayant une puissance rayonnée inférieure à 5 W. Les tolérances réglementaires dans le respect de la fréquence d'émission ($\pm 0,05$ à 0,5 %) sont aisément tenues, ce qui ne paraît pas être aussi facile que l'élimination des perturbations à longue portée hors zones de "servitudes" dues aux harmoniques produites.



Radioalignement de descente - Equipement radioélectrique d'aide à la navigation aérienne - Aérodrome de Fort de France - Photothèque du STBA

Le contrôle des perturbations est réalisé dans des périmètres concentriques délimités par l'Administration. Ces contraintes juridicotechniques, n'entraînent aucune restriction d'usage du bien foncier. Elles n'induisent aucune morphologie urbaine, ni de zonage d'activité. Sauf à lier, lors de l'élaboration ou de la révision d'un POS, au moment où ces contraintes sont prises en compte lorsque le Préfet les porte à la connaissance du Maire de la commune, comme l'avaient proposé les services du Ministère de la Défense pour leur

centre de télécommunications hertziennes des Alluets-le-Roi dans les Yvelines, le niveau de "pollution électromagnétique" à la densité de population donc au COS de la zone, ces règles juridiques n'ont aucune traduction urbanistique. Pas plus que l'antiparasitage d'un véhicule à moteur, ces règles ne sont des services fonciers dûs par une propriétaire.

II - 3 - 2 - Protection contre les obstacles

Le STNA établit les caractéristiques techniques des protections nécessaires à la garantie de l'utilisation des appareillages et transmet le dossier au Service des bases Aériennes (SBA) pour confection du plan et suivi administratif.

Le dossier soumis à enquête publique comprend normalement :

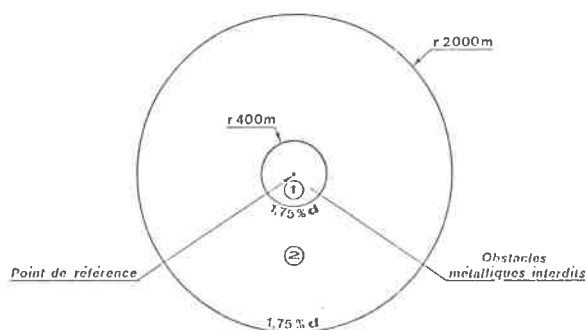
- 1) un plan de situation au 1/50 000 des installations et servitudes correspondantes,
- 2) un plan au 1/5000 avec les installations, zones de servitudes avec indication des communes et sections cadastrales.

Aucune enquête parcellaire n'est réalisée, ni de recherche de propriétaires. Le deuxième plan indique les limites de zones de protection et les obstacles dont il faudra envisager la suppression s'ils occasionnent une gêne trop importante.

Les secteurs circulaires délimitent des zones primaires de dégagement (d'un rayon maximal de 400 m), zones secondaires de dégagement (d'un rayon maximal de 2000 m) et un secteur de dégagement (d'un rayon maximal de 5000 m). Une zone spéciale de dégagement d'une largeur maximale de 500 m peut être créée entre deux centres hertziens.

En zone primaire, les excavations, créations de plans d'eau et installations métalliques sont interdites. En zone secondaire et secteur de dégagement des hauteurs limites s'imposent à toute édification de superstructures, avec seuils inférieurs s'il s'agit de constructions métalliques. Dans les zones spéciales de dégagement des plans doivent être respectés entre deux radioémetteurs. Les protections des radio-communications contre les obstacles ne peuvent être instituées que pour des stations des services de l'aviation civile (publiques).

SPÉCIFICATIONS DE PROTECTION CONTRE LES OBSTACLES RADIOPIRE OMNIDIRECTIONNEL V.H.F. - V.O.R.



INTERDICTIONS ET LIMITATIONS

- ① ZONE PRIMAIRE : Création d'ouvrages métalliques et excavation interdite.
Obstacles d'une autre nature limités à une hauteur hors sol égale à 1,75 % d.
- ② ZONE SECONDAIRE : Obstacles de toute nature limités à une hauteur hors sol égale à 1,75 % d.
- Point de référence : Antenne.
- d : Distance séparant l'obstacle du point de référence.

Croquis des servitudes radioélectriques de protection contre les obstacles - Exemple d'un VOR - ITAC fascicule 7

Après enquête publique, les servitudes sont approuvées par décret du Premier Ministre, visé par le Ministre de l'Urbanisme. L'application des servitudes est réalisée lors de la délivrance des autorisations d'utilisation du sol. En ce qui concerne les bâtiments métalliques, l'autorisation est plus contraignante car le permis de construire doit intégrer une notion non urbanistique. A défaut, les services de la maintenance locale, utilisateur de l'installation de la navigation aérienne, contrôle le respect des servitudes.

L'indemnisation des propriétaires touchés par ces servitudes n'est pas possible, sauf s'il s'agit de procéder à la suppression d'un obstacle existant avant leur institution. Ces servitudes ont été créées par voie réglementaire et leur respect est sanctionné pénalement par le code des Postes et Télécommunications. Au regard de la décision du 13 décembre 1985 du Conseil Constitutionnel, seule leur institution par l'administration de l'Etat est conforme à ses exigences de Droit.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIE

Le guide du bruit aéronautique - juin 1987
- MELATT, DGAC, STNA, STBA

Instruction technique sur les aérodromes civils :

• **Fascicule 7** - 1985 - Installations de navigation aérienne et météorologie - MELATT, DGAC, SBA

• **Fascicule 9** - 1986 - Dégagements - MELATT, DGAC, STBA

Annexes à la convention de Chicago rela-

tive à l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale n° 14 et n° 16

Brochures STBA

- Note d'information sur les servitudes aéronautiques - 31.12.1984
- Arrêté du 31.12.1984

Brochures MECV, DUP, Plans d'Occupation des Sols

- Tome 3 - Les circulaires administratives - 1981
- Tome 5 - Les servitudes d'utilité publique - 1980

Revue "Etudes Foncières" : n° 36 - septembre 1987 - Plans d'exposition au bruit

Revue ESGT n° III - décembre 1988 - Implication des règles d'urbanisme et des servitudes d'utilité publique et n° II0 : Besoins en repères complémentaires dans l'exploitation des plateformes aéronautiques

TEXTES OFFICIELS

Code de l'Urbanisme

Code de l'Aviation Civile

Code de l'expropriation

Code des Postes et Télécommunications

Décret n° 87 - 339 du 21 mai 1987 définissant les modalités d'enquête publique relative aux plans d'exposition aux bruits d'aérodromes

Décret n° 87 - 341 du 21 mai 1987 relatif aux commissions consultatives de l'environnement des aérodromes

Décret n° 73 - 193 du 13 février 1973 instituant une taxe parafiscale en vue d'atténuer les nuisances subies par les riverains des aérodromes d'Orly et de Roissy en France

Arrêté du 31 juillet 1963 définissant les installations dont l'établissement à l'extérieur des zones grevées de servitudes aéronautiques de dégagement est soumis à autorisation du Ministre de l'Aviation Civile et du Ministre des Armées

Arrêté du 31 décembre 1984 fixant les spécifications techniques destinées à servir de base à l'établissement des servitudes aéronautiques à l'exclusion des servitudes radioélectriques

Arrêté du 21 août 1953 établissant la liste et les caractéristiques du matériel électrique dont la mise en service, la modification ou la transformation sont soumis à autorisation préalable dans les zones de garde radioélectrique

Arrêté du 16 mars 1962 portant liste et caractéristiques des installations électriques dont la mise en exploitation sur l'ensemble du territoire national est soumise à autorisation préalable

MEMOIRES D'INGENIEURS DE L'ESGT

Les servitudes et les nuisances affectant la population proche d'un aérodrome - **Daniel LOURD** - 1974

Conception du plan de masse de l'aérodrome "Charles de Gaulle" - **Alain FERRAND** - 1974

Création d'un aérodrome en ville moyenne : Rodez Pourquoi ? Comment ? - **Bernard BOS** - 1979

TESTS SUR LE NIVEAU NUMERIQUE WILD NA2000

V. DELECROIX, C. MOCQUET, J.-P. QUESNEL, J. SCHMITT

GROUPE DE GÉODÉSIE APPLIQUÉE
CERN - LABORATOIRE EUROPÉEN DE PHYSIQUE DES PARTICULES

1. INTRODUCTION

Le niveau WILD NA2000 est un instrument numérique qui permet la saisie d'une mesure de nivellement sans que l'opérateur ait à lire celle-ci sur la mire. Dans le cadre d'une collaboration visant à optimiser interactivement la mise au point de l'instrument, une série de tests a été entreprise au CERN afin d'évaluer ses capacités et ses limites d'emploi. Après une brève description de l'appareil et de son principe de fonctionnement, cet article présente les résultats des tests effectués.

2. PRINCIPE

Le principe général est le remplacement de l'oeil humain par un ensemble de diodes détectrices qui permettent l'analyse d'une image code barre sur une mire. Cette image est transformée en signal afin d'être comparée à un signal de référence préalablement enregistré dans l'instrument, qui représente l'image connue de la mire.

Quatre étapes sont réalisées successivement avant l'obtention de la mesure :

- pointé et mise au point manuelle sur la mire,
- déclenchement de la mesure,
- première détermination des résultats (approchés),
- détermination définitive des résultats.

La troisième étape utilise une distance approchée entre l'instrument et la mire. Celle-ci est calculée en fonction de la position de la lentille de focalisation par rapport à la course de mise au point. Le calcul final de la mesure se fait à partir des résultats approchés.



Le microprocesseur assure la coïncidence parfaite et unique du signal perçu par rapport au signal de référence, en agissant simultanément sur le facteur d'échelle de l'image (lié à la distance) et sur la translation verticale (hauteur du pointé sur la mire).

3. POSSIBILITES DU NIVEAU NA2000

Le niveau NA2000 est automatique. Il utilise le compensateur du niveau NA2 et il suffit donc de caler la bulle de la nivelle sphérique pour effectuer une mesure.

Plusieurs programmes de travail sont à la disposition de l'utilisateur :

- **MEAS ONLY** (mesure simple) sert à la détermination de lectures de façon isolée.
- **CONT LEVELLING** (nivellement linéaire) et **START LEVELLING** (début du nivellement) calculent un cheminement altimétrique avec intégration des coordonnées du point de départ (altitude et numéro) et report des dénivelées. Les points suivants sont

automatiquement incrémentés en numéro et calculés en altitude. Des points intermédiaires peuvent également être calculés à tout moment.

- **CHECK & ADJUST** (réglage du niveau) sert au réglage de la collimation verticale (Cf. 4.1).
- **DATA ERASE** (effacement du module) initialise le module d'enregistrement. Cette opération s'effectue après avoir transféré les données vers un ordinateur extérieur.

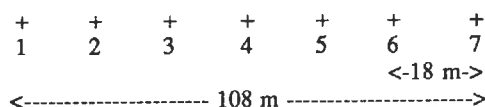
Les mesures peuvent donc être faites isolément ou intégrées à un programme de calcul de nivellement. Celles-ci peuvent être enregistrées dans un module REC WILD GRM 10 jusqu'à concurrence de 660 observations. Un programme particulier de réglage du niveau par calcul de la collimation verticale permet de supprimer la plupart des erreurs systématiques instrumentales. Le programme permet non seulement de corriger électroniquement la collimation mais aussi optiquement, avec lecture sur le dos de la mire gradué en centimètres. Le niveau peut donc être utilisé comme un niveau automatique normal.

L'affichage des mesures peut être exprimé en millimètres ou en dixièmes de millimètres et une fonction CONT permet la répétition des mesures de façon automatique.

On peut noter enfin qu'une fonction particulière du niveau permet la mesure sur une mire renversée (zéro en haut) pour des calculs de hauteur sous-plafond par exemple.

4. TESTS SUR LE NIVEAU NA2000

Les tests ont été réalisés dans un hall industriel éclairé par une lumière au sodium (intensité 10-11 lumen) sur une série de sept points régulièrement espacés de 18 m environ.



Les altitudes de ces points ont été initialement déterminées par un niveau automatique WILD NA2 muni d'un micromètre à faces parallèles GPM3 et sur une mire invar industrielle de 1.80 m. Pour tous les tests, chaque dénivelée sera mesurée deux fois avec la moyenne de cinq lectures. Dans ce rapport, les dénivelées théoriques seront celles issues du cheminement 1-2-3-4-5-6-7 réalisé avec un NA2 équipé d'un accessoire GPM3.

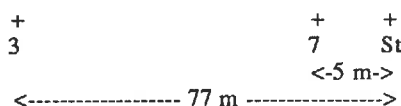
4.1. Réglage de la collimation verticale

Le réglage de la collimation verticale du NA2000 s'effectue automatique par le respect scrupuleux du programme CHECK & ADJUST. Il s'effectue sur deux points distants de 45 m environ. Le niveau stationne successivement deux points situés au tiers puis aux deux tiers de la distance séparant les deux points. A chaque station, les lectures sont faites sur les deux mires et sont enregistrées par le niveau. La valeur de la collimation est ainsi calculée et peut être mémorisée. Chaque mesure postérieure au réglage tiendra compte de cette valeur.

Le réticule peut également être réglé mécaniquement en fin de programme par l'affichage de la lecture à faire sur la mire retournée (graduations centimétriques visibles).

Avant tout réglage, l'instrument affichait une collimation nulle. Après la manipulation, la valeur indiquée par l'instrument fut de 25.9 secondes d'arc (0.00013 rd/m).

La collimation a été calculée de même par la méthode des portées inégales sur les points 7 et 3, selon le schéma suivant :



| | Dénivelée avant réglage | Dénivelée après réglage |
|---------------------|----------------------------|----------------------------|
| Station | - 0.00077 m | 0.00840 m |
| Dénivelée théorique | 0.00898 m | 0.00898 m |
| Ecart | 0.00975 m | 0.00058 m |

L'écart de 0.00975 m pour 72 m correspond à 0.00014 rd/m, ce qui est très proche de la collimation calculée

4.2. Précision des mesures sur des distances courtes

Les dénivelées entre chaque point (intervalle 18 m) ont été déterminées successivement avec le NA2000 et le NA2. Les valeurs indiquées sont les moyennes de cinq pointés et de deux détermination de la dénivelée.

| Dénivelées | NA2 + GPM3 | NA2000 | Ecart |
|------------|-------------|-------------|-----------|
| 1 - 2 | 0.00834 m | 0.00835 m | 0.01 mm |
| 2 - 3 | - 0.01454 m | - 0.01453 m | 0.01 mm |
| 3 - 4 | 0.02109 m | 0.02102 m | - 0.07 mm |
| 4 - 5 | - 0.01053 m | - 0.01049 m | 0.04 mm |
| 5 - 6 | 0.00812 m | 0.00812 m | 0.00 mm |
| 6 - 7 | - 0.00970 m | - 0.00970 m | 0.00 mm |

L'écart maximum sur les moyennes des dénivelées pour des distances courtes est de 0.07 mm.

4.3. Précision des mesures sur des distances longues

Pour ce test, une seule station sera faite avec les deux niveaux au droit du point 4. Les dénivelées seront déterminées entre les points 1-7, 2-6 et 3-5 avec respect de l'égalité des visées.

| Dénivelée | Distance NA2000-mire | Théorique | NA2+GPM3 | NA2000 | Ecart NA2-NA2000 | Ecart NA2000-Théo | Ecart NA2-Théo |
|-----------|-------------------------|-----------|----------|---------|---------------------|----------------------|-------------------|
| 1 - 7 | 54 m | 0.00278 | 0.00305 | 0.00320 | 0.15 mm | 0.42 mm | 0.27 mm |
| 2 - 6 | 36 m | 0.00414 | 0.00435 | 0.00420 | - 0.15 mm | 0.06 mm | 0.21 mm |
| 3 - 5 | 18 m | 0.01056 | 0.01066 | 0.01070 | 0.04 mm | 0.14 mm | 0.10 mm |

4.4. Conditions à respecter sur les pointés

Mise au point : Elle détermine la distance focale permettant au lecteur électronique de faire une mesure sur la mire. Une mise au point trouble empêche toute mesure. Toutefois, un léger trouble permettra, jusqu'à une certaine limite, le passage de la visée.

Pointé : pour effectuer la mesure, il est indispensable que le pointé du fil vertical soit positionné sur les graduations de la mire. A 15 m, un pointé sur le bord de la mire ne donne pas de résultat, tandis que le pointé sur le bord des codes barre permet la mesure.

Champs : il représente le pourcentage de mire visible à travers l'objectif par rapport au champs total de l'objectif. Il a été constaté que, pour faire une mesure, celui-ci devait être de 65 à 70%. Ce chiffre est en accord avec les caractéristiques de construction. La partie cachée peut aussi bien être la partie centrale de la mire que les parties extérieures ou même plusieurs zones simultanées de celles-ci. Ce qui est important est le respect des 70%.

Horizontalité du niveau : un test interne particulier empêche toute mesure faite avec un niveau non horizontal. Cette sécurité remplace le bouton de déblocage du pendule sur les niveaux automatiques classiques. Il faut noter que, parmi les nombreuses mesures faites lors de ces tests, aucune faute n'a été décelée avec l'utilisation du niveau dans des conditions extrêmes. Cela signifie

que si le niveau accepte de faire une mesure celle-ci peut être considérée comme bonne (les erreurs de mire étant supposées nulles).

4.5. Répétabilité de la mesure

Ce test a pour but l'évaluation de la dispersion et l'écart-type de la mesure en fonction de la distance de visée. Cinquante mesures ont été faites successivement pour chaque distance considérée, ceci de deux manières différentes, avec le mode répétition (CONT) et le mode manuel.

| Distance | Mode manuel | | Mode CONT | |
|----------|-------------|------------|------------|------------|
| | Dispersion | Ecart-type | Dispersion | Ecart-type |
| 7.5 m | 0.1 mm | 0.02 mm | 0.1 mm | 0.01 mm |
| 18 m | 0.2 mm | 0.05 mm | 0.1 mm | 0.01 mm |
| 36 m | 0.4 mm | 0.08 mm | 0.1 mm | 0.01 mm |
| 54 m | 0.4 mm | 0.10 mm | 0.2 mm | 0.04 mm |
| 72 m | 1.0 mm | 0.25 mm | 0.4 mm | 0.07 mm |
| 100 m | 1.0 mm | 0.25 mm | 0.4 mm | 0.11 mm |

L'analyse des écarts-types montre une dispersion plus importante des mesures en mode manuel. Cela peut être dû au temps de stabilisation du compensateur légèrement ébranlé par l'action sur le bouton rouge de lancement de la mesure. Les moyennes des cinquante mesures dans les deux modes s'avèrent identiques.

4.6. Influence d'une source de chaleur

Une source de chaleur de 2000 W a été intercalée entre le niveau et la mire, distants de 18 m, en différentes positions selon le tableau suivant :

| Position du radiateur | Lecture sans chaleur | Lecture avec chaleur | Ecart |
|-----------------------|----------------------|----------------------|----------|
| 0.3 m de la mire | 1.5671 m | 1.5671 m | 0 |
| 4.0 m de la mire | 1.5671 m | 1.5671 m | 0 |
| 4.0 m du niveau | 1.5671 m | 1.5669 m | - 0.2 mm |

Les mêmes tests ont été réalisés avec un niveau NA2 muni d'un GPM3 :

| Position du radiateur | Lecture sans chaleur | Lecture avec chaleur | Ecart |
|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------|
| 4.0 m de la mire | 1.54118 m | 1.54123 m | 0.05 mm |
| 4.0 m du niveau | 1.54118 m | 1.54098 m | - 0.20 mm |

Le calcul d'une dénivelée sous de telles conditions ne permet pas de constater d'écart tangible entre l'utilisation d'un niveau électronique et optique :

| | Dénivelée sans chaleur | Dénivelée avec chaleur |
|--------|------------------------|------------------------|
| NA2 | 0.00374 m | 0.00394 m |
| NA2000 | 0.00376 m | 0.00396 m |

4.7. Utilisation du programme de cheminement

Un pseudo cheminement a été réalisé entre deux mires fixes distantes de 30 m avec enregistrement automatique des lectures par l'utilisation du programme CONT LEVELLING. Cela a permis de déterminer plusieurs fois la même dénivelée et d'observer un écart éventuel de la fermeture. Le test a été réalisé deux fois, avec et sans déplacement du niveau sur un total de trente déterminations.

| | Nombre dénivelées | Ecart-type | Fermeture | Ecart NA2000-NA2 |
|------------------|----------------------|------------|-----------|---------------------|
| Sans déplacement | 16 | 0.04 mm | 0.0 mm | 0.12 mm |
| Avec déplacement | 14 | 0.07 mm | 0.1 mm | 0.12 mm |

Ce programme permet également l'introduction manuelle d'une lecture faite sur une mire normale, si la mesure électronique est impossible, et la prise de points intermédiaires lors du cheminement.

4.8. Longueur de mire vue à travers l'objectif

A 36 m, la longueur de mire vue à travers l'objectif est de 1.24 m. La mesure ne pourra être prise que si au moins 70% de la mire sont visibles dans l'objectif, soit 0.86 m. Les visées sur un terrain en pente seront donc limitées par cet impératif.

La pente maximale autorisée pour une portée de 36 m, avec un opérateur observant à une hauteur oculaire de 1.5 m, sera donc de $P = (1.50 - 0.86/2) * 100/36 < 3\%$. Pour une pente de 11% (valeur correspondant à la pente de certains tunnels au CERN), la portée sera réduite à 10.25 m pour un opérateur observant à 1.25 m du sol.

4.9. Influence de la lumière

Dans le hall industriel où ont été faits les tests, les portées maximales et minimales du niveau sont celles indiquées par le constructeur, à savoir $1.8 \text{ m} < \text{dist} < 100 \text{ m}$. Les mêmes tests ont été faits dans un tunnel de transfert éclairé par une lumière néon beaucoup plus atténuée (intensité non mesurée). Les résultats sont moins bons. La distance minimale a été de 3.0 m et la distance maximale a été de 15.0 m.

Les conditions de lumière sont donc primordiales pour l'utilisation de ce niveau et le travail en tunnel peut s'avérer limité.

4.10. Inclinaison de la mire

Ce test a eu pour objet l'inclinaison de la mire dans les sens longitudinal et transversal afin de déterminer les conditions limites de prise de mesure du niveau NA2000. Il en a été déduit que, quelle que soit la position de la mire fortement inclinée dans les deux sens, une mesure pouvait être prise pour peu que le champs couvert par la mire soit de plus de 70%, d'où l'obligation de tenir la mire dans sa position verticale comme pour tout autre instrument.

5. CONCLUSION

Cette première série de tests sur le niveau NA2000 a porté à la fois sur les conditions de mesures et sur la qualité des résultats. Le système d'enregistrement n'a par contre pas été étudié.

L'utilisation de cet instrument est très simple dans son ensemble et surtout peu fatigante pour des visées longues. Les limites d'emploi du NA2000 sont dictées à la fois par la lumière et par la quantité de mire nécessaire à la mesure.

La qualité des observations est bonne, sans toutefois égaler la précision du niveau NA2 avec GPM3 sur des dénivelées avec pointés sur boute Taylor & Hobson (0.03 mm pour des portées courtes de 15 m).




L'avantage de cet instrument réside dans sa capacité à faire des visées longues et il a été constaté qu'à partir de 40 m il est plus intéressant d'utiliser un tel niveau qu'un instrument classique. Mais la dispersion des pointés ne permettra plus alors de se placer dans le domaine des cheminements de précision.

La position actuelle du bouton rouge à l'avant de l'instrument ébranle légèrement le compensateur lors du lancement de la mesure. Une solution plus judicieuse devrait pallier prochainement ce défaut, connu de la firme.

Cette série de tests porte principalement sur la qualité de la dénivelée mesurée. La précision d'un cheminement étant directement proportionnelle à la racine carrée du nombre de dénivelées, ces tests peuvent donner une idée du comportement de l'instrument en opération. Il conviendrait néanmoins de vérifier ces résultats sur un long cheminement de précision réalisé simultanément avec le NA2000 et le NA2 (ou le N3). On pourrait alors mettre en valeur d'autres aspects que la précision, à savoir la rapidité de la mesure, leur fiabilité, ou la moindre fatigue des opérateurs par exemple. Ceci fera l'objet d'un autre test, le long d'un accélérateur du CERN.

Quoi qu'il en soit, même si on peut regretter une limitation de l'affichage des valeurs au dixième de millimètre pour un niveau d'ingénieur et l'absence (temporaire) d'une mire codée en invar, les tests ont montré que l'automatisme total est désormais possible dans le domaine du nivellement direct, avec des résultats extrêmement satisfaisants. Ceci constitue indéniablement une révolution dans ce type de mesure, et il faut saluer l'ingéniosité et le savoir-faire de la firme dans cette nouvelle réalisation. Ce système est plus fonctionnel et séduisant que les solutions basées sur un laser et des capteurs actifs - expérimentées ça et là et que le CERN a mis en oeuvre pour des applications particulières.

L'usage en très courtes portées demanderait une adaptation de cette version du NA2000 mais pourrait conduire à des applications industrielles. D'autre part, la même technique serait applicable à la mesure d'un écart horizontal (écartomètre optique), voire même à une mesure bi-axiale, qui sont fort utiles en métrologie géodésique.



service de positionnement par satellite
système (GPS)

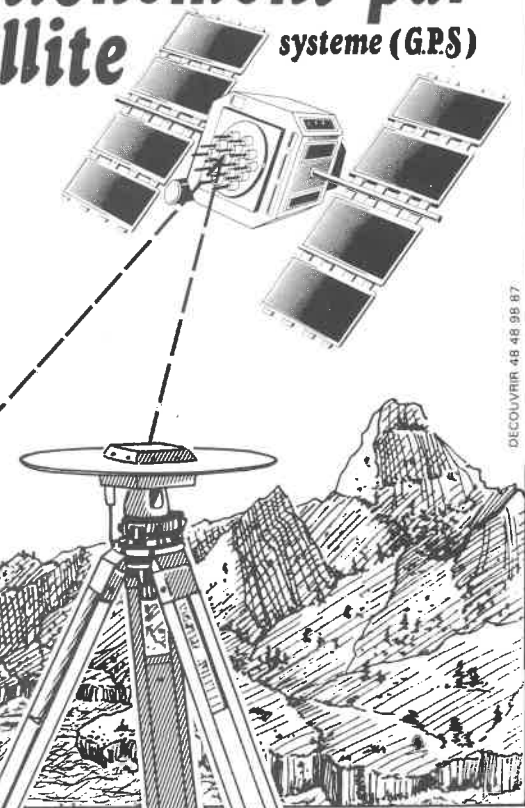
**TRIANGULATION POLYGONATION
STEREO PREPARATION
INTERVENTIONS FRANCE ET ETRANGER**

- Travaux cadastraux et remembrement
- Canevas pour levés et implantation
- Balisage de lignes (EDF...) et de pipe-line
- Micro triangulation pour ouvrages
- Points d'appui pour radio navigation
- Calage de photographies aériennes ou satellite

**PRECISION ACCRUE
POUR UNE MEILLEURE QUALITE DE TRAVAUX
GAIN DE TEMPS POUR UNE MEILLEURE RENTABILITE**

TopoSat
12, rue Soldat Bellon - 83400 HYERES
Téléphone : 94.65.24.78 - Fax : 94.35.37.55

CALCUL EN SYSTEME LOCAL
OU GENERAL (LAMBERT, etc...)
NE NECESSITE PAS LA VISIBILITE
ENTRE POINTS
INDEPENDANT DES CONDITIONS
ATMOSPHERIQUES
PERMET L'HOMOGENEITE DE
RESEAUX ETENDUS



DECOURVIR 48 48 98 87

Le calcul d'un azimut astronomique en topographie

par R. d'Hollander ingénieur général géographe

1. Introduction

Le but de cet article est d'informer les ingénieurs et techniciens topographes, ayant terminé leur formation depuis une douzaine d'années, des conditions nouvelles qui sont intervenues en matière d'éphémérides astronomiques, permettant de résoudre les deux problèmes essentiels de l'orientation astronomique : l'azimut par la distance zénithale (généralement sur le Soleil) et l'azimut par l'heure (généralement sur la polaire).

Un article de M. Levallois paru en 1980 dans le n°5 de XYZ intitulé «Les publications du Bureau des Longitudes» précisait la teneur nouvelle de «l'Annuaire du Bureau des Longitudes» et de la «Connaissance des temps».

L'ancien annuaire du Bureau des Longitudes fut à partir de 1977 scindé en deux parties distinctes :

- Un volume intitulé «Ephémérides astronomiques pour l'année X», qui nous intéresse plus spécialement.

- Un Tome d'une encyclopédie scientifique de l'Univers.

Les «Ephémérides astronomiques» comportent en particulier des tables du Soleil pour tous les jours de l'année. Le temps sidéral Greenwich à 0h TU y est donné à la seconde près, ce qui est suffisant pour les besoins de la Topographie, l'ascension droite du Soleil à la seconde de temps près, mais les déclinaisons du Soleil seulement à la minute sexagésimale près, ce qui entraîne une difficulté sur laquelle nous reviendrons ci-après. La table donne aussi le temps de passage du Soleil au méridien de Paris au dixième de minute près, alors qu'il serait préférable que ce temps soit donné à la seconde de temps près.

Quant à la «Connaissance des temps» elle a subi une modification radicale, caractérisée surtout par une réduction importante du volume de l'ouvrage, avec un format agrandi. Au lieu de donner comme l'ancienne «Connaissance des temps» : l'ascension droite au centième de seconde de temps près, la déclinaison à la dixième de seconde sexagésimale près, le temps sidéral

Greenwich au millième de seconde près, ceci pour tous les jours de l'année à 0h UT, la nouvelle «Connaissance des Temps» présente des tableaux de coefficients pour la représentation de toute une série de coordonnées célestes relatives au Soleil, à la Lune, aux planètes, par des développements en polynômes de Tchebychev.

En outre l'ancienne Connaissance des temps donnait, en ce qui concerne l'orientation à la polaire, une série de tables :

- table I pour un terme dit a,
- table II pour un terme dit b ;

l'angle horaire de la polaire s'obtenait par :

$H = \text{temps civil local} + a + b$, puis une série de tableaux à double entrée permettait d'interpoler l'azimut de la polaire pour un angle horaire donné et une latitude donnée.

Aucun calcul astronomique n'était nécessaire, car il suffisait de procéder par interpolation linéaire, les intervalles tabulaires étant suffisamment petits.

Il faut ajouter en outre qu'un fascicule intitulé : «Tables du Soleil et tables numériques diverses - Extrait de la Connaissance des Temps pour l'année X» était publié chaque année par Gauthier-Villars sous le timbre «Institut géographique national». Ce fascicule qui n'est plus publié et dont l'épaisseur était réduite, dispensait notamment les géomètres et topographes de se procurer la «Connaissance des temps» complète.

La manière d'utiliser les Tables de ce fascicule était décrite dans une notice permanente intitulée : «Notice sur l'emploi des tables du Soleil et tables numériques diverses extraites de la Connaissance des temps, publiée à l'intention des topographes, géomètres, explorateurs et artilleurs pour la détermination astronomique des azimuts et des gisements». Cette notice éditée par l'I.G.N est devenue caduque par suite des modifications intervenues dans la Connaissance des Temps.

C'était sur la base de ces deux documents : Notice permanente, Extrait de la Connaissance des temps, qu'était dispensé jusqu'à 1980 environ l'enseignement de l'orientation astronomique en topographie.

La nouvelle «Connaissance des Temps» a contenu pendant un certain nombre d'années une table d'Ephémérides : ascension droite, déclinaison de la polaire, très précise, pour le passage supérieur de cet astre au méridien international pour tous les jours de l'année ; cette table a été ensuite transférée dans les «Ephémérides astronomiques», ce qui a constitué une modification très bénéfique pour les usagers, notamment pour les géomètres et les topographes.

Nous allons examiner les conditions d'utilisation des nouveaux documents pour résoudre le problème de l'azimut par mesure de la distance zénithale : chapitre 2 ci-après, puis le problème de l'azimut par l'heure sur la polaire : chapitre 3.

2. Problème de l'azimut par mesure de la distance zénithale du Soleil

Pour fixer les idées, considérons sur la sphère céleste une position S du Soleil pour un jour donné et à un instant donné t de l'après midi. En raison de l'inclinaison donnée sur la figure 1 à l'axe des pôles (Nord à gauche) le point S, situé à l'Ouest, se trouve en avant du plan de figure, qui est celui du méridien du lieu contenant l'axe des pôles PP' et la verticale OZ du lieu.

Nous savons grâce aux éphémérides calculer la déclinaison du Soleil à l'instant t le jour J ; nous supposons que nous connaissons la latitude du lieu, mesurée sur une bonne carte topographique. A la suite d'une série d'observations, sur lesquelles nous reviendrons à la fin de ce chapitre, nous avons obtenu la distance zénithale brute relative au centre du Soleil, la lecture azimutale sur le centre du Soleil et sur un repère terrestre R. Après correction de la réfraction atmosphérique et de la parallaxe du Soleil nous obtenons la distance zénithale du centre du Soleil, ramenée au centre de la Terre et qui servira dans les calculs : soit z cette distance zénithale $z = \widehat{ZS}$.

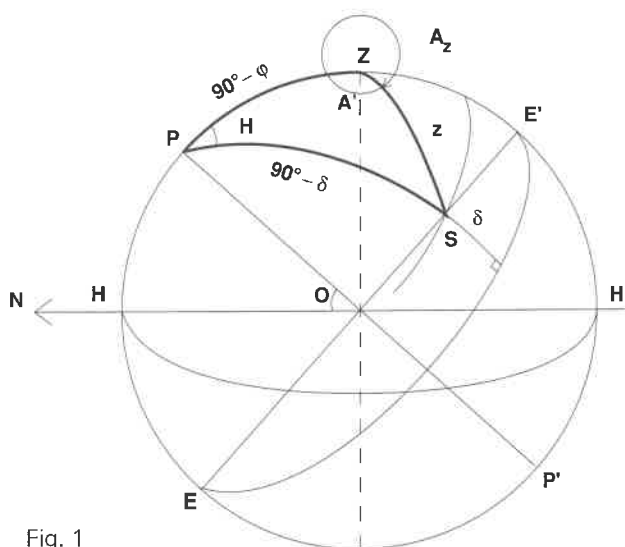


Fig. 1

Rappelons que la latitude est la hauteur du pôle au dessus de l'horizon, donc $\widehat{PZ} = 90^\circ - \varphi$. La déclinaison δ étant comptée à partir de l'équateur, on a : $\widehat{PS} = 90^\circ - \delta$.

Le triangle de position PZS a donc ses trois côtés connus. Il s'agit de calculer l'angle A' en Z, que fait le vertical du Soleil avec le méridien ; nous en déduirons l'azimut à partir du Nord :

$$Az = 400 \text{ gr} - A'$$

Pour calculer A' il suffit d'appliquer la formule fondamentale de la trigonométrie sphérique :

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A,$$

$$\text{avec } a = \widehat{PS} = 90^\circ - \delta, b = \widehat{PZ} = 90^\circ - \varphi, c = z$$

en remplaçant $\cos(90^\circ - \varphi)$ et $\cos(90^\circ - \delta)$ par $\sin \varphi$ et $\sin \delta$, on a :

$$(1) \sin \delta = \sin \varphi \cos z + \cos \varphi \sin z \cos A'$$

$$(2) \cos A' = \frac{\sin \delta - \sin \varphi \cos z}{\cos \varphi \sin z}$$

2.1 Influence d'une erreur d δ de la déclinaison sur l'angle A'

Supposons la distance zénithale z connue avec une grande précision, de sorte que $dz = 0$. Différentions la formule (1) par rapport à δ et à A' : $\cos \delta d\delta = 0 - \cos \varphi \sin z \sin A' dA'$

D'après la relation des sinus appliquée au triangle de position :

$$\frac{\sin(\pi/2 - \delta)}{\sin A'} = \frac{\sin z}{\sin H}, \text{ on a :}$$

$$\sin z \sin A' = \cos \delta \sin H,$$

de sorte que la formule différentielle devient :

$$\cos \delta d\delta = - \cos \varphi \cos \delta \sin H dA', \text{ d'où :}$$

$$(3) \frac{dA'}{d\delta} = - \frac{1}{\cos \varphi \sin H}$$

Nous allons montrer que si on prend la déclinaison dans la table des éphémérides, on commet sur la valeur de A' une erreur caractérisée par une incertitude $|\Delta A_1|$ dépassant nettement le centigrade. Or il y a d'autres causes d'erreur : erreur d'observation sur z donnant l'incertitude $|\Delta A_2|$, erreur sur la connaissance de la réfraction entraînant l'incertitude $|\Delta A_3|$. L'incertitude $|\Delta A_1|$ due à δ cumulée avec les deux autres incertitudes $|\Delta A_2|$ et $|\Delta A_3|$ donne un résultat nettement trop imprécis. Si nous nous plaçons dans le cas de la topométrie de moyenne précision, caractérisée par une incertitude relative de l'ordre de 10^{-4} , il nous faut une incertitude totale :

$$|\Delta A| = |\Delta A_1| + |\Delta A_2| + |\Delta A_3|$$

inférieure à 1cgr soit $1,57 \times 10^{-4}$ radians et pour réaliser une telle condition, nous prendrons :

$$|\Delta_1| \leq 1/2 \text{ cgr.}$$

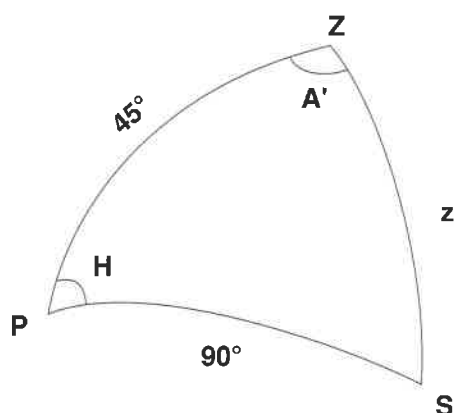


Fig. 2

Pour fixer les idées prenons le cas d'un triangle de position facile à résoudre : $\varphi = 45^\circ$, $\delta = 0$ (observation à l'un des équinoxes), $z = 70^\circ$, d'où : $\widehat{PZ} = 90^\circ - \varphi = 45^\circ$, $\widehat{PS} = 90^\circ - \delta = 90^\circ$, $\widehat{ZS} = 70^\circ$.

On obtient A' par la formule (2), qui devient :
 $\cos A' = -\tan \varphi \cot z = -0,363970234$,
 $A' = 111^\circ 34' 22,29'' = 123,71580 \text{ gr}$.

La table des Ephémérides astronomiques donne δ à la minute sexagésimale près : on commet donc une erreur d'arrondissement :
 $|\Delta\delta|$ valant au plus : $|\Delta\delta| = 1/2' = 1^\circ/120$
 soit : $|\Delta\delta| = 0,0083333$

Pour appliquer la formule différentielle (3) calculons H par :

$$\frac{\sin H}{\sin z} = \frac{\sin A'}{\sin 90^\circ}$$

On trouve : $\sin H = \sin z \sin A' = 0,867525668$
 $(H = 60^\circ, 172367)$.

La formule (3) devient :

$$(3) \text{ bis } |\Delta A_1| = \frac{\Delta\delta}{\cos \varphi \sin H}$$

$$|\Delta A_1| = 0,01358 \text{ ou en gr : } 0,01358 \times 10/9$$

$$|\Delta A_1| = 0,015094 \text{ gr} = 1,509 \text{ cgr}.$$

Ainsi dans ce cas l'utilisation de la table des déclinaisons du Soleil des «Ephémérides astronomiques» introduit dès le départ une incertitude sur l'azimut triple du maximum que nous nous étions fixés. Or $H = 4 \text{ h}$ paraît être l'angle horaire le plus élevé compatible avec une précision suffisante sur l'angle de réfraction. Nous savons que la distance zénithale correspondante est $z = 70^\circ$, angle limite d'utilisation de la formule de Laplace. Pour $z > 70^\circ$ le calcul de l'angle de réfraction devient compliqué et la précision du résultat obtenu aléatoire. Pour $z = 70^\circ$, soit $h = 20^\circ$ dans les conditions normales : 760 mn de mercure de pression, et 0° de température l'angle de réfraction vaut environ 5 cgr.

Supposons maintenant $H = 2 \text{ h} = 30^\circ$; en résolvant le triangle de position de la figure 2, on a :

$$\cos z = \cos 45^\circ \cos 90^\circ + \sin 45^\circ \sin 90^\circ \cos 30^\circ$$

$$\cos z = \frac{\sqrt{2}}{2} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{6}}{4} = 0,61237$$

$$z = 52^\circ, 24' \text{ d'où : } h = 37^\circ, 76'$$

Dans les conditions normales, l'angle de réfraction vaut 2,4 cgr. Cet angle peut être calculé dans de bonnes conditions, donc avec une certaine précision ; mais l'erreur :

$$|\Delta A_1| = \frac{\Delta\delta}{\cos \varphi \sin H}$$

devient avec $\varphi = 45^\circ$ et $H = 30^\circ$:

$$|\Delta A_1| = \frac{0,0083333}{\frac{\sqrt{2}}{2} \times \frac{1}{2}} = 0,0235 = 0,026 \text{ gr}$$

soit $|\Delta A_1| = 2,6 \text{ cgr}$, erreur tout à fait prohibitive dès lors qu'on s'impose $|\Delta A_1| < 0,5 \text{ cgr}$. Retenons de l'étude qui précède que pour la méthode de l'azimut par la distance zénithale du Soleil :

1°) il faut choisir l'instant de l'observation le matin ou l'après-midi de façon que :
 $2 \text{ h} < |H| < 4 \text{ h}$.

2°) Comme l'utilisation de la table des déclinaisons du Soleil des «Ephémérides astronomiques» entraîne des erreurs prohibitives sur l'azimut, pouvant atteindre $|\Delta A_1| = 1,5 \text{ cgr}$ pour $H \approx 4 \text{ h}$ et $|\Delta A_1| = 2,6 \text{ cgr}$ pour $H = 2 \text{ h}$, il faut calculer la déclinaison du Soleil au moyen des développements en polynômes de Tchebychev de la «Connaissance des temps»

2.2 Exemple numérique d'azimut par la distance zénithale du Soleil

Nous donnons ci-après un exemple permettant de connaître les conditions d'utilisation de la nouvelle «Connaissance des temps» pour le calcul de la déclinaison du Soleil.

On a observé le Soleil le 24 septembre 1990 à 16 h 07 m UT en un point Q de latitude :

$$(4) \varphi = 48,7155 \text{ gr ou bien}$$

$$(4) \text{ bis } \varphi = 43,84395$$

et de longitude : $\lambda = 3,8510 \text{ gr} = 3^\circ, 4659$ Ouest du méridien de Paris, soit $\lambda = 0\text{h}, 23106$ Ouest du méridien de Paris.

Ce point Q se trouve dans la zone Lambert III, pour laquelle la latitude du parallèle origine de la projection est : $\varphi_0 = 49,0000 \text{ gr}$.

La température est de 24° , la pression atmosphérique de 760 mm de mercure.

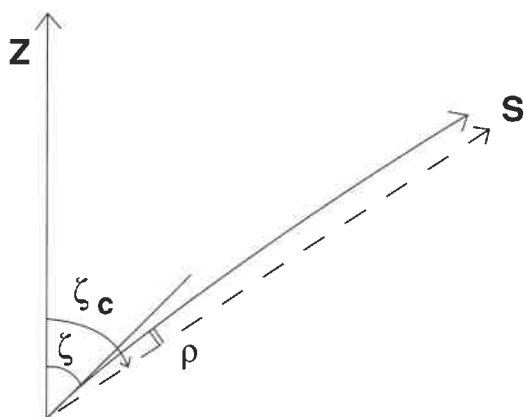


Fig. 3

Après réduction des diverses observations qui seront détaillées en 2,25, on a dans une première série de mesures obtenu les résultats ci-après :

Lecture zénithale sur le centre du Soleil :
 $\zeta = 78,8382 \text{ gr}$,

Lecture azimutale sur le centre du Soleil :
 $Is = 370,3230 \text{ gr}$,

Lecture azimutale sur le repère R :
 $I_R = 10,0075 \text{ gr}$.

Le sens des graduations du théodolite utilisé est celui qui correspond au sens de rotation des aiguilles d'une montre.

On demande de calculer l'azimut Az_s du Soleil à l'instant de l'observation, puis l'azimut Az_{QR} de la direction QR, enfin le gisement de cette direction.

2.21 Calculs préliminaires

a) Calcul de la distance zénithale réduite

Il s'agit d'abord de corriger la distance zénithale brute ζ , résultant des observations, de la réfraction, puis de la ramener à ce qu'elle serait au centre de la Terre en la corrigeant de la parallaxe.

La Connaissance des temps donne la formule de Laplace, qui en fonction de la température, de la pression atmosphérique et de la distance zénithale brute permet de calculer l'angle de réfraction, curieusement désigné par R. Puisque ζ est obtenu en grades et plutôt que de faire un calcul relativement long en degrés, il nous paraît préférable d'utiliser la formule suivante qui donne directement l'angle ρ en grades :

$$\rho^{(gr)} = 0,01854 \times \frac{P}{760} \times \frac{273,15}{273,15 + t} \tan \zeta - 0,000021 \tan^3 \zeta$$

où P est la pression atmosphérique exprimée en mm de mercure et t la température en degrés Celsius.

Dans notre exemple $P = 760 \text{ mm}$ et $t = 24^\circ$, d'où :

$$\rho^{(gr)} = 0,01854 \times 1 \times \frac{273,15}{297,15} \tan 78,8382 \text{ gr} - 0,000021 \tan^3 78,8382 \text{ gr}$$

$$\rho^{(gr)} = 0,01854 \times 2,6628 - 0,0005$$

$$\rho = 0,0489 \text{ gr}$$

La figure 3 ci-contre rappelle que la distance zénithale corrigée de la réfraction est :

$$\zeta_c = \zeta + \rho$$

$$\zeta_c = 78,8382 + 0,0493 = 78,8875 \text{ gr}.$$

La parallaxe horizontale équatoriale π_0 est donnée dans les «Ephémérides astronomiques» de 8 en 8 jours.

Le 24 septembre 1990 elle vaut : $\pi_0 = 8''76$, soit $\pi_0 = 8,76 \times 3,086 = 27,03 \text{ dmgr}$.

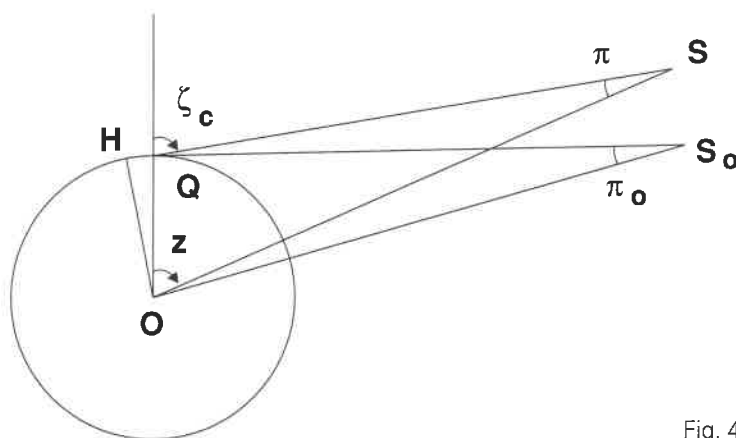


Fig. 4

Elle correspond à la position S_0 du Soleil sur la figure 4. Pour la position S de distance zénithale ζ_c , la parallaxe est π . En admettant que $OS = OS_0$, on a :

$$\sin \pi_0 = \frac{OQ}{OS_0} \text{ et } \sin \pi = \frac{OH}{OS} = \frac{OQ}{OS_0} \sin \zeta_c$$

Comme ces angles sont très petits, on peut écrire :

$$\pi \approx \pi_0 \sin \zeta_c$$

Dans le cas de l'exemple numérique :
 $\pi \approx 27,03 \text{ dmgr} \times \sin 78,8871 \text{ gr}$, soit :

$$\pi = 25,6 \text{ dmgr}.$$

Comme la variation de la parallaxe équatoriale du Soleil est faible au cours de l'année, on peut se contenter de prendre une parallaxe moyenne : $8''792$,

$$\text{soit } \frac{8,792}{3600} = 0^\circ,00242 = 0,0027 \text{ gr},$$

de sorte que $\pi^{(gr)} = 0,0027 \times \sin \zeta_c$.

On trouve : $\pi = 0,00255$ gr, soit $\pi = 25,5$ dmgr. Nous prendrons la valeur arrondie : $\pi = 0,0026$ gr.

La figure 4 montre que : (6) $z = \zeta_c - \pi$

$$z^{(gr)} = 78,8871 - 0,0026$$

$$(6) \text{ bis } z = 78,8845 \text{ gr ou}$$

$$(6) \text{ ter } z = 70^\circ,99605$$

b) Calcul de la déclinaison du Soleil

Pour la raison indiquée plus haut nous calculerons la déclinaison du Soleil en nous servant de la «Connaissance des temps», dont la table 5 donne un extrait pour 1990 du 0 septembre 0h au 3 octobre 0h.

Mais l'argument de cette table et des autres tables de cette publication n'est pas le temps UT, comme dans les «Ephémérides astronomiques». L'argument est ce qu'on appelle le temps des Ephémérides T_E basé sur le temps atomique international : TAI. Ainsi le 0 septembre 0 h ne correspond pas à 0 h UT. Au 1er janvier 1990 on a relation :

$$T_E = \text{TAI} + 32 \text{ s}, 184 = \text{UT} + 57 \text{ s}, 184,$$

autrement dit pour entrer dans les tables de la «Connaissance des temps», il faut majorer UT, soit 16 h 07 m = 16 h, 11666667 de 57s,184, soit:

$$57,184 = 0 \text{ h}, 01588444.$$

$$3600$$

$$\text{D'où } T_E = 16 \text{ h}, 11666667 + 0 \text{ h}, 01588444$$

$$T_E = 16 \text{ h}, 13255111$$

L'instant T_0 est le 0 septembre 0h, de sorte que pour l'instant: $T_E = 16 \text{ h } 13255111$ la quantité

$T_E - T_0$, exprimée en jours est :

$$T_E - T_0 = 24 + \frac{16,13255111}{24} = 24,672189629 \text{ Jours}$$

Pour utiliser les polynômes de Tchebychev, il est nécessaire de ramener la variable à une valeur comprise entre -1 et +1 : il faut procéder au changement de variable :

$$x = -1 + \frac{2(T_E - T_0)}{DT} = -1 + \frac{2 \times 24,672189629}{33}$$

$$x = 0,49528422$$

Deux développements de Tchebychev sont possibles, l'un utilisant les polynômes de Tchebychev proprement dits, l'autre utilisant l'angle $\theta = \arccos x$ et le développement en puissances de cosinus d'angles multiples de θ :

$$\delta = a_0 + a_1 \cos \theta + a_2 \cos 2\theta + \dots + a_9 \cos 9\theta.$$

C'est ce développement que nous conseillons, les coefficients $a_0 a_1 a_2 \dots a_9$ sont tabulés dans la colonne déclinaison en face de 0 1 2...9, indices de $a_0 a_1 a_2 \dots a_9$. Avec une calculatrice scientifique, même non programmable, on peut obtenir simplement les valeurs de $\cos 2\theta, \cos 3\theta \dots \cos 9\theta$. Il suffit de mettre la valeur θ en mémoire ; de vérifier qu'on obtient bien : $x = \cos \theta$ et de multiplier aussitôt ce terme par a_1 ; on sort ensuite θ de la mémoire et on le multiplie par 2, on calcule $\cos 2\theta$ que l'on multiplie aussitôt par a_2 et ainsi de suite,....

Il y a intérêt à placer les résultats de ces diverses multiplications dans deux colonnes, l'une pour les valeurs positives, l'autre pour les valeurs négatives, comme dans le tableau de calcul, situé sous l'extrait de la table 5. Pour $x = 0,49528422$ on trouve :

$$\theta = \arccos x = 60^\circ,31150613$$

Table 5. Soleil 1990. DT = 33 jours

Ascension droite, déclinaison, temps de passage au méridien international

| Du 0 septembre 0H au 3 octobre 0H | | | | |
|-----------------------------------|---------------|-------------|---------------|---|
| | Asc. Droite | Déclinaison | T Passage | |
| | 10,603 218 1 | 8,813 490 | 12,008 948 3 | |
| 0 | 11,593 703 4 | 2,576 224 | 11,915 252 9 | 0 |
| 1 | 0,989 275 3 | - 6,312 672 | - 0,094 905 8 | 1 |
| 2 | - 0,000 223 1 | - 0,057 875 | - 0,000 224 7 | 2 |
| 3 | 0,000 963 4 | 0,017 891 | 0,000 962 6 | 3 |
| 4 | - 0,000 013 9 | 0,000 260 | - 0,000 014 5 | 4 |
| 5 | 0,000 012 4 | - 0,000 119 | 0,000 012 7 | 5 |
| 6 | - 0,000 001 0 | 0,000 008 | 0,000 002 0 | 6 |
| 7 | - 0,000 001 6 | 0,000 013 | - 0,000 002 1 | 7 |
| 8 | 0,000 001 8 | - 0,000 011 | 0,000 000 3 | 8 |
| 9 | - 0,000 000 4 | 0,000 003 | 0,000 000 3 | 9 |

| | | | | + | - |
|----------------|---------------|----|------------|----------------------------------|-------------|
| 1 | 1 | a0 | 2,576224 | 2,57224 | |
| cos θ | 0,49528422 | a1 | - 6,312672 | | 3,126566828 |
| cos 2 θ | - 0,509387082 | a2 | -0,057875 | 0,029480777 | |
| cos 3 θ | - 0,999866988 | a3 | - 0,017891 | | 0,017888620 |
| cos 4 θ | - 0,481049599 | a4 | 0,000260 | | 0,000125073 |
| cos 5 θ | 0,523354436 | a5 | - 0,000119 | | 0,000062279 |
| cos 6 θ | 0,999467987 | a6 | 0,000008 | 0,000007996 | |
| cos 7 θ | 0,466687008 | a7 | 0,000013 | 0,000006067 | |
| cos 8 θ | - 0,537182565 | a8 | - 0,000011 | 0,000005909 | |
| cos 9 θ | - 0,998803104 | a9 | 0,000003 | | 0,000002300 |
| | | | | 2,605724749 | 3,144645100 |
| | | | | - 3,144645100 | |
| (7) | | | | $\delta_c = - 0^\circ,538920351$ | |



Pour la bonne compréhension des calculs nous avons répété les coefficients a_0, a_1, a_2, a_q mais ce n'est pas indispensable.

Il suffit d'appliquer la formule (2) :

Il y a intérêt à exprimer tous les angles dans le même système d'unité, en degrés par exemple ; une fois obtenu $\cos A'$, on calculera A' à la fois en degrés et en grades.

D'après (4) bis : $\varnothing = 43^{\circ},84395,$

D'après (6) bis : $z = 70^{\circ},99605$,

D'après (7) bis : $\delta c = 0^{\circ},538920351$

$$\cos A' = \frac{-0,009405796 - 0,225565511}{0,681919314}$$

$$\cos A' = -0.344573474$$

d'où : (8) $A' = 110^{\circ},1557612$

ou (8) bis $A' = 122,39529$ gr.

Rappelons que l'observation a lieu l'après-midi. On voit sur la figure 1 que :

$$Az_s = 400 \text{ gr} - A', \text{ d'où :}$$

(9) $Az_s = 277,60471$ gr.

Pour le repère R on a : $l_R - l_S = 410,0075 - 370,3230$,
 $l_R - l_S = 39,6845 \text{ gr.}$

On en déduit : $Az_{QR} = Az_s + (I_r - I_s)$ (fig 6)

(10) $A_{Z_{QR}} = 317,28921 \text{ gr.}$

60

2.23 Calcul du gisement de la direction QR

Pour le point Q situé à l'ouest du méridien de Paris et à $\lambda = 3,8510$ gr de celui-ci, la convergence des méridiens vaut :

$$\gamma = \lambda \sin \varphi_0 = 3,8510 \times \sin 49,00 \text{ gr} = 2,67996 \text{ gr.}$$

d'où le gisement de QR (voir fig. 7)

$$G_{QR} = Az_{QR} + \gamma$$

$$(11) G_{QR} = 319,96917 \text{ gr.}$$

2.24 Vérification du résultat obtenu. Discussion

Il est tout naturel de vérifier l'ordre de grandeur du résultat obtenu pour δ par la «Connaissance des temps», que nous avons appelé δ_c , avec la valeur qu'on obtient à partir des «Ephémérides astronomiques», dont nous donnons ci-dessus l'extrait utile : (table 8).

Le 24 septembre à 0 h UT la déclinaison du Soleil est $-0^\circ 17'$; le 25 septembre, malgré l'absence du signe - (ce qui constitue un piège qu'il serait facile d'éviter en répétant partout le signe -), la déclinaison du Soleil est $-0^\circ 40'$, d'où une variation journalière de $-23'$.

Pour 16 h 07 m UT = 16 h 116667, la déclinaison du Soleil d'après les Ephémérides (indice E) est : $\delta_E = -0^\circ 17' - 0^\circ 23' \times 16,116667/24 = -0^\circ 32'4$
 $\delta_E = -0^\circ,5400$, alors que par la «Connaissance des temps», nous avons obtenu : $\delta_c = -0^\circ,538920$. La différence n'est que de $0^\circ,00108$, soit $0',065$. On a bien $0',065 < 0',5$, qui est l'erreur maximale d'arrondissement de la table des déclinaisons des «Ephémérides astronomiques». Il y a donc cohérence des deux résultats obtenus, mais c'est la valeur δ_c la plus précise qu'il convient de conserver. Le hasard fait que nous sommes ici dans un cas très favorable, où l'erreur qui résulte de l'utilisation de la table des déclinaisons de la polaire des «Ephémérides astronomiques» est particulièrement faible, mais celle-ci aurait pu atteindre $0',5$, avec les mêmes données de départ, pour une autre année par exemple. Il nous faut donc raisonner comme en 2.1 en prenant :

$$|\Delta\delta| = 0',5$$

Reprenons la formule (3) bis

$$(3) \text{ bis } |\Delta A_1| = \frac{|\Delta\delta|}{\cos \varphi \sin H}$$

Nous pouvons obtenir H de deux façons :

a) par le calcul en résolvant le triangle de position PZS (fig 1) par la relation des sinus :

$$\frac{\sin H}{\sin z} = \frac{\sin A'}{\sin(90^\circ - \delta)}, \text{ avec :}$$

$$(6) \text{ bis } z = 70^\circ,99605$$

$$(7) \delta = -0^\circ,538920$$

$$(8) A' = 110^\circ,1557612$$

$$\sin H = \frac{\sin z \times \sin A'}{\cos \delta} = \frac{0,887593333}{0,99995576}$$

$$\sin H = 0,88763260, \text{ d'où :}$$

$$(12) H = 62^\circ,5772514 \text{ ou}$$

$$(12) \text{ bis } H = 4 \text{ h}, 171816757 = 4 \text{ h } 10 \text{ m}, 31$$

b) à partir de l'heure d'observation 16 h 07 m UT. La table 8 nous indique que le 24 septembre le Soleil passe au méridien de Paris à 11 h 42 m 8 ; Dans l'énoncé nous avons précisé la différence de longitude entre le méridien de Paris et le lieu Q, soit $0 \text{ h}, 23106$ ouest de Paris. Le Soleil passe donc au méridien de Q : $0 \text{ h}, 23106 = 13 \text{ m}, 86$ plus tard, soit à $11 \text{ h } 42 \text{ m } 8 + 13 \text{ m}, 86 = 11 \text{ h } 56 \text{ m}, 66$ (voir fig 9).

L'angle horaire du Soleil est donc :

$$H' = 16 \text{ h } 07 \text{ m} - 11 \text{ h } 56 \text{ m}, 66 = 4 \text{ h } 10 \text{ m}, 34.$$

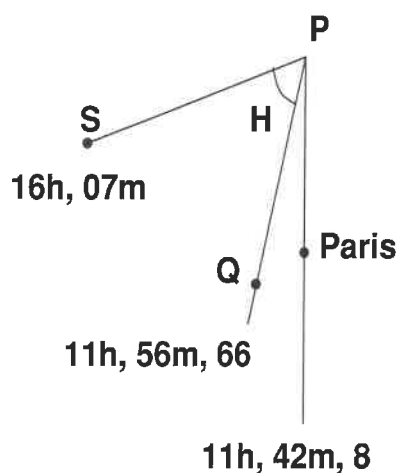


Fig. 8

La différence avec le résultat obtenu à partir de la résolution du triangle de position est $H' - H = 3/100$ de minute de temps, qui provient de deux causes d'erreur : l'une sur H, quantité qui a été calculée à partir d'une valeur z observée avec une certaine erreur, l'autre sur H' provenant du fait que le temps de passage au méridien de Paris est donné avec une incertitude maximale d'arrondissement de $1/20$ de minute de temps. Mais le faible écart $H' - H$ montre la cohérence des résultats et constitue une vérification indirecte de la valeur A' , qui a servi à calculer H.

Dans la formule (3) bis : $|\Delta\delta| = 0',5 = 0,5 \times 1,852$
 $|\Delta\delta| = 0,926 \text{ cgr.}$ D'autre part :

$$\varphi = 43^\circ,84395 \text{ et } H = 62^\circ,57725.$$

On obtient :

$$(13) |\Delta A_1| = \frac{|\Delta\delta|}{0,64019}$$

Avec $|\Delta\delta| = 0,926 \text{ cgr.}$: $|\Delta A_1| = 1,446 \text{ cgr.}$, voisin de $1,5 \text{ cgr.}$, que nous avons obtenu en 2.1 avec des valeurs rondes voisines de celles de l'exemple numérique considéré. On a donc par suite de l'imprécision de la table des déclinaisons, une erreur environ 3 fois plus grande que celle que nous nous étions fixés : $|\Delta A_1| < 0,5 \text{ cgr.}$

Nous avons vu d'autre part en 2,1 que si on prend $H = 2$ h, on a $\Delta A_1 = 2,6$ cgr. Dans l'état actuel des «Ephémérides astronomiques» il ne faut donc pas calculer la déclinaison du Soleil en utilisant la table de cette publication. Or si celle-ci donnait les déclinaisons au dixième de minute sexagésimale les erreurs de 1,5 cgr et 2,6 cgr ci-dessus, prohibitives, deviendraient respectivement : 1,5 mgr et 2,6 mgr. Il ne serait plus nécessaire de recourir à la «Connaissance des temps» pour le seul calcul de la déclinaison.

2.25 Utilisation des tables de L'I.G.N

La relative difficulté d'utilisation de la «Connaissance des temps», publication conçue à l'usage des astronomes et des spécialistes, a amené l'I.G.N à mettre au point un logiciel, qui utilisant aussi les développements en polynômes de Tchebychev permet d'obtenir des «Tables du Soleil» donnant pour tous les jours de l'année et pour : 0h UT, 6h UT, 12 h UT, 18h UT :

a) la quantité désignée par : $E_1 = H - TC$, où H est l'angle horaire du Soleil et TC le temps civil local égal à : $TC = UT \pm \lambda$ en désignant par λ la longitude Est ou Ouest du lieu par rapport au méridien international.

b) d'autre part, la déclinaison δ du Soleil exprimée en degrés décimaux.
Pour E_1 et δ on peut interpolier linéairement.
Voici l'extrait de cette table pour le 24 septembre 1990 :

| 0hUT | | 6hUT | | 12hUT | | 18hUT | |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| E_1 | δ | E_1 | δ | E_1 | δ | E_1 | δ |
| 24 sept. 12h,12868 | - 0°,2773 | 12h,13013 | - 0°,3743 | 12h,13158 | - 0°,4721 | 12h,13303 | -0°,5695 |

Pour obtenir δ il suffit d'interpoler entre les valeurs δ 12 h et δ 18 h pour l'heure UT :

16 h 07 m = 16 h,1166667, d'où :

$$\delta = -0°,4721 + \frac{(-0°5695 - 0°,4721) \times (16 \text{ h, } 116667 - 12 \text{ h})}{6}$$

$$\delta = -0°,4721 - \frac{0,0974 \times 4,116667}{6} = -0°,4721 - 0,06683$$

$$\delta = -0°,53893,$$

valeur que l'on peut comparer avec :

$\delta_e = -0°,53892$ chiffre arrondi à la 5e décimale, issu de notre calcul à partir des polynômes de Tchebychev.

Pour avoir H il faut d'abord calculer le temps civil local en Q en tenant compte de la différence de longitude du lieu considéré par rapport à

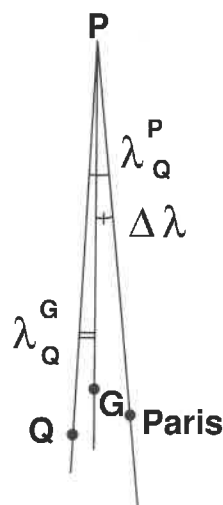


Fig. 9

Greenwich. Or dans l'énoncé la longitude de Q par rapport à Paris est : $\lambda_Q^P = 3°,4659$

La différence de longitude entre Paris et Greenwich est : $\Delta\lambda = 2°,3372292$.

Il en résulte que la longitude de Q par rapport à Greenwich est : $\lambda_Q^G = \lambda_Q^P - \Delta\lambda$

$$\lambda_Q^G = 3°,4659 - 2°,3372292$$

(14) $\lambda_Q^G = 1°,1286708$, ouest de Greenwich
ou bien :

(14) bis $\lambda_Q^G = 0 \text{ h } 07524472$, ouest de Greenwich,
d'où :

$$T_c = 16 \text{ h } 11666667 - 0 \text{ h } 07524472$$

$$T_c = 16 \text{ h } 04142195$$

Il en résulte que : $H_0 = T_c + E_1$

La quantité E_1 est à interpoler entre les valeurs données par la table pour 12 h et 18 h.

$$E_1 = 12,13158 + \frac{(12,13303 - 12,13158) \times 4,1166667}{6}$$

$$E_1 = 12,13158 + 0,000995 = 12 \text{ h, } 132575, \text{ d'où :}$$

$$H_0 = 16 \text{ h, } 04142195 + 12 \text{ h, } 132575 = 28 \text{ h, } 173997$$

$$H_0 = 4 \text{ h, } 173997 = 4 \text{ h } 10 \text{ m } 44,$$

alors qu'en 2.24 b nous avions obtenu :

$$H' = 4 \text{ h } 10 \text{ m } 34.$$

L'écart est de 1/10 de minute de temps ; mais H' a été obtenu à partir du temps de passage du Soleil au méridien de Paris des «Ephémérides astronomiques», temps donné à la dixième de minute de temps près. H_0 est donc plus précis.

Remarquons que le calcul de H n'est pas nécessaire pour résoudre le problème de l'azimut par la distance zénithale du Soleil. Nous l'avons

fait à titre de vérification et à titre d'exemple, si on voulait résoudre le problème d'un azimut au Soleil par l'heure.

Le calcul de δ par la table IGN est particulièrement simple, comparé à la méthode que nous avons utilisée avec les développements en polynômes de Tchebychev de la «Connaissance des temps», où l'argument est le temps des Ephémérides, ce qui introduit une complication supplémentaire. Par contre dans les tables IGN l'argument est le temps universel UT.

Nous verrons aussi la simplicité d'utilisation des tables de l'IGN de la polaire dans le chapitre suivant, consacré au problème de l'azimut par l'heure sur la polaire.

2.26 Précision avec laquelle il suffit de connaître l'instant de l'observation

La mesure de l'instant de l'observation sert uniquement à interpoler la valeur de la déclinaison dans les tables.

La table 8 montre qu'entre le 24 et le 25 septembre la variation de déclinaison est de 23' pour 24 h, soit $23/24 = 0,958$ par heure, soit : 0'016 par minute de temps, ce qui donne : $0'016 \times 1,852 = 0,0296$ cgr ou 2,96 dmgr par minute de temps.

Reprenons la relation (13) : $|\Delta A_1| = \frac{|\Delta \delta|}{0,64019}$

et imposons nous la condition :

$$|\Delta A_1| < 0,5 \text{ cgr.}$$

Il en résulte que $|\Delta \delta| < 0,5 \times 0,64019$, soit : $|\Delta \delta| < 0,32$ cgr ou encore : $|\Delta \delta| < 32$ dmgr.

Compte tenu d'une variation de 2,96 dmgr par minute de temps, il faut que l'incertitude $|\Delta t|$ sur le temps soit telle que :

$$|\Delta t| < 32/2,96, \text{ soit}$$

$$|\Delta t| < 10,8 \text{ minutes de temps.}$$

Cette condition permet de justifier le processus opératoire ci-après :

2.27 Les observations sur le terrain

Première série d'observations. On suppose qu'on dispose d'un dispositif approprié permettant de viser le centre du Soleil. On opère successivement cercle à gauche et cercle à droite.

Cercle à gauche (CG). On effectue 3 pointés CG sur le centre de Soleil en distance zénithale et en azimut. On note l'heure du premier pointé : 16 h 04 m. On vise le repère R en azimut : I_R^g .

Cercle à droite (CD). Aussitôt après on effectue 3 pointés CD sur le centre du Soleil en distance

zénithale et en azimut. On note l'heure du dernier pointé : 16 h 10 m. On vise le repère R en azimut : I_R^d .

Si I_g et I_d sont les moyennes des lectures azimutales CG et CD, on calcule :

$$I_s = \frac{I_g + I_d}{2} = 370,3230 \text{ gr.}$$

Si z_g et z_d sont les moyennes de lectures zénithales CG et CD on calcule :

$$z = \frac{z_g + z_d}{2} = 78,8382 \text{ gr.}$$

On effectue la moyenne $\frac{I_R^g + I_R^d}{2} = 10,0075$ gr et

la moyenne des temps observés :

$$\frac{16 \text{ h } 04 \text{ m} + 16 \text{ h } 10 \text{ m}}{2} = 16 \text{ h } 07 \text{ m}$$

Toutes les valeurs numériques ci-dessus ont servi dans l'exemple numérique précédent, qui concerne donc la première série d'observations, pour laquelle : $Az_{1OR} = 317,2892$ gr. On procède à une 2ème série d'observations analogues à la première et on obtient :

$$Az_{2OR} = 317,2910 \text{ gr.}$$

On adopte la moyenne : $Az_{OR} = \frac{Az_{1OR} + Az_{2OR}}{2}$,

$$(15) \text{ } Az_{OR} = 317,2901 \text{ gr.}$$

3. Problème de l'azimut par la mesure précise de l'heure

Visons un astre quelconque dont nous connaissons par les éphémérides l'ascension droite α et la déclinaison δ . On mesure avec un chronomètre ou une montre-chronomètre, dont on con-

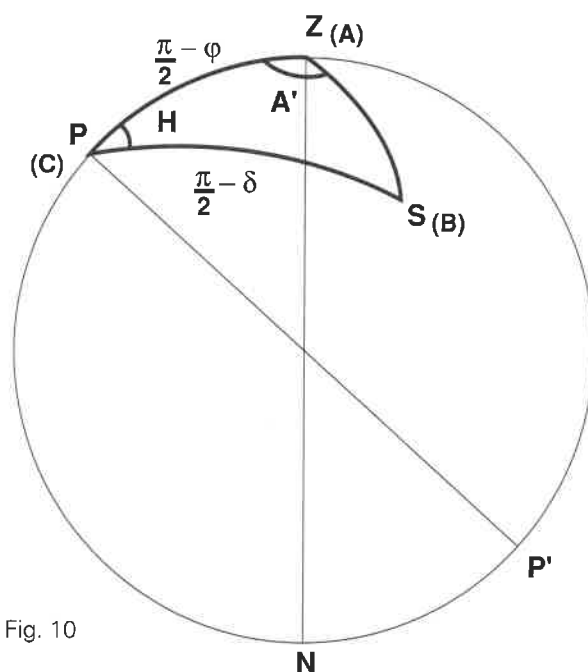


Fig. 10

naît bien «l'état», à un jour J, l'instant précis UT, où on effectue sur l'astre un pointé en azimut seulement. On suppose connues la latitude et la longitude du lieu d'observation Q par rapport au méridien international. Pour calculer l'azimut de l'astre il faut dans un premier temps calculer son angle horaire H à l'instant UT de l'observation.

Calcul de l'angle horaire dans le cas général

Grâce aux tables du Soleil : soit à celles de la «Connaissance des temps» où l'on obtient une grande précision, soit à celles des «Ephémérides astronomiques», on transforme le temps UT en temps sidéral de Greenwich : T_G . Compte tenu de la différence de longitude entre Q et le méridien international, on obtient le temps sidéral local : T_L . D'après la relation fondamentale de l'astronomie : $T_L = H + \alpha$, on en déduit l'angle horaire cherché :

$$H = T_L - \alpha$$

Cas du Soleil.

Il est inutile alors de passer par l'intermédiaire du temps sidéral. On peut utiliser la «Connaissance des Temps» et calculer le temps de passage au méridien international T_i le jour J donné grâce aux coefficients des polynômes de Tchebychev, donnés dans la colonne «T passage» (voir 3^e colonne de l'extrait Table 5). Compte tenu de la différence de longitude entre le méridien international et le point Q, on en déduit le temps de passage au méridien de Q : T_Q . La différence entre l'instant UT du pointé sur l'étoile et l'instant de passage T_Q donne l'angle H cherché : $H = UT - T_Q$. On obtient H avec une grande précision.

On peut aussi considérer la longitude de Q par rapport au méridien de Paris comme nous l'avons fait en 2.14, ainsi que le temps de passage du Soleil, le jour J, au méridien de Paris, tel qu'il figure dans les «Ephémérides astronomiques» (voir table 8) : soit T_P cet instant ; compte tenu de la différence de longitude entre Q et le méridien de Paris, on en déduit le temps de passage au méridien de Q : T'_Q peu différent de T_Q , mais moins précis, puisque la table ne donne que les temps de passage au méridien qu'au dixième de minute près. On obtient donc : $H = UT - T'_Q$ avec une précision insuffisante.

Cas de la polaire.

L'éphéméride de la polaire, qui est maintenant dans les «Ephémérides astronomiques» (voir extrait table 13), donne l'ascension droite et la déclinaison de la polaire, au jour J, non pas à 0 h UT, mais pour le passage supérieur de la polaire au méridien international, donc lorsque son angle horaire H est nul. D'après la relation fondamentale de l'astronomie : $T = H + \alpha$, on a donc : $T_0 = \alpha$; il y a identité dans la table entre les valeurs

de l'ascension droite de la polaire et le temps sidéral de Greenwich T_0 lorsque la polaire passe au méridien supérieur. Il faut dans un premier temps, comme dans le cas général ci-dessus, passer du temps UT de l'observation au temps sidéral de Greenwich T_G . La différence $\Delta T = T_G - T_0$ donne donc la différence de temps sidéral entre le passage supérieur de la polaire et l'instant de l'observation. Elle nous servira à calculer l'angle horaire de la polaire à l'instant de l'observation, à Greenwich, par la relation (18) ci-après.

Calcul de l'azimut.

La figure 10 relative à un astre quelconque ne convient pas dans le cas de la polaire, car il est important de suggérer que celle-ci, qui sera désignée par U (α Ursae Minoris), est très proche du pôle. On aura intérêt à utiliser la projection stéréographique, où les arcs de grand cercle PU et PZ passant par le pôle sont représentés par des droites et où l'arc de grand cercle UZ qui ne passe par le pôle est représenté par un arc de cercle. Il convient aussi de distinguer le cas où la polaire est à l'Ouest : fig 11 ; son angle horaire est alors compris entre 0 et 180°, et le cas où la polaire est à l'Est : fig 12 ; son angle horaire est alors compris entre 180° et 360° (1). Dans le cas de la polaire à l'Ouest l'angle en Z : A' du triangle de position permet le calcul de l'azimut Az par :

$$Az = 400 \text{ gr} - A'$$

Dans le cas de la polaire à l'Est, l'angle en Z donne directement l'azimut cherché.

Polaire à l'ouest
 $0 < H < 180^\circ$

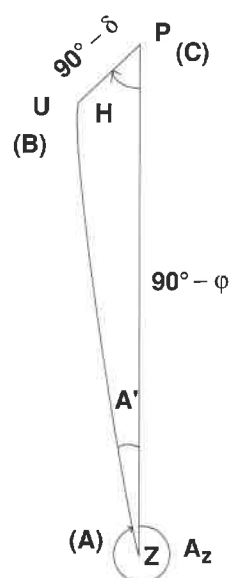


Fig. 11

Polaire à l'est
 $180^\circ < H < 360^\circ$

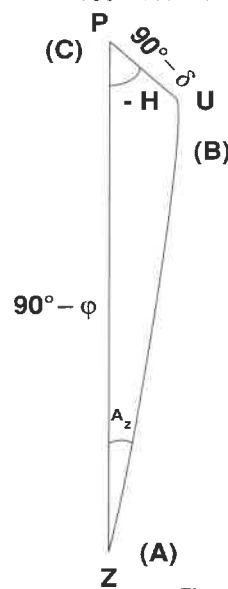


Fig. 12

(1) Lors de l'observation de la polaire on peut savoir si celle-ci est à l'Est ou à l'Ouest en observant la position de la constellation Cassiopée. Celle-ci et l'étoile polaire sont toujours du même côté du pôle.

Les trois éléments connus :

$$PU = 90^\circ - \delta,$$

$$P = \pm H,$$

$$PZ = 90^\circ - \varphi$$

consécutifs étant adjacents avec l'élément à déterminer : l'angle en Z, il faut appliquer la formule dite en cotangente :

$$\cot a \sin b = \cos b \cos C + \sin C \cot A.$$

On place respectivement A en Z, B en U, C en P, d'où :

pour la polaire à l'Ouest :

$$(16) \tan \delta \cos \varphi = \sin \varphi \cos H + \sin H \cot A',$$

pour la polaire à l'Est :

$$(17) \tan \delta \cos \varphi = \sin \varphi \cos (-H) - \sin H \cot Az, \text{ d'où :}$$

pour la polaire à l'Ouest : $0 < H < 180^\circ$:

$$(16) \text{ bis } \cot A' = \frac{\tan \delta \cos \varphi - \sin \varphi \cos H}{\sin H}$$

pour la polaire à l'Est : $180^\circ < H < 360^\circ$:

$$(17) \text{ bis } \cot Az = \frac{\sin \varphi \cos H - \tan \delta \cos \varphi}{\sin H}$$

3.1 Exemple numérique

Soit un lieu Q de latitude $\varphi = 43^\circ,84395$ et de longitude $3^\circ,4659$ Ouest du méridien de Paris, lui-même situé à $\Delta\lambda = 2^\circ,337229166$ à l'Est du méridien international. Le point Q appartient à la zone Lambert III du système de projection Lambert, pour lequel $\varphi_0 = 49,0000$ gr. En Q on observe la polaire le 20 septembre 1990 à 21 h 30 m 00 s UT. La visée azimutale sur la polaire est : $I_u = 49,8638$ gr; sur le repère R on lit : $I_R = 365,9879$ gr. On demande de calculer l'azimut, puis le gisement de la direction QR.

3.11 Calcul de l'angle horaire H

La table du Soleil des «Ephémérides astronomiques» (extrait table 8) nous permet de calculer le temps sidéral Greenwich TG pour UT = 21 h 50 à partir de la valeur du 20 septembre à 0 h UT : = 23 h, 9083333 temps sidéral de Greenwich. Or on sait que : mesure en temps sidéral = mesure en temps moyen $\times 1,0027379$.

Donc à 21 h,5 de temps moyen correspondent : $21,5 \times 1,0027379 = 21 \text{ h}, 558865$ de temps sidéral. On a donc le temps sidéral Greenwich de l'observation :

$$T_G = 23 \text{ h}, 9083333 + 21 \text{ h}, 558865 = 45 \text{ h}, 4671983, \text{ soit : } T_G = 21 \text{ h}, 4671983.$$

Table 13

| | | |
|--------------|--|----------------------------------|
| 20 sept 1990 | $T_0(20) = \alpha = 2 \text{ h } 22 \text{ m } 62 \text{ s } 80$ | $\delta = 89^\circ, 13' 18", 02$ |
| 21 sept 1991 | $T_0(21) = \alpha = 2 \text{ h } 22 \text{ m } 64 \text{ s}, 01$ | $\delta = 89^\circ 13' 18", 28$ |

Table 13 bis

| | | |
|--------------|--|------------------------------|
| 20 sept 1990 | $T_0(20) = \alpha = 2 \text{ h}, 38411111$ | $\delta = 89^\circ, 2216722$ |
| 21 sept 1990 | $T_0(21) = \alpha = 2 \text{ h}, 38444722$ | $\delta = 89^\circ, 2217444$ |
| | $\Delta T_0 = 24 \text{ h}, 00033611$ | $\Delta \delta = 0,0000722$ |

On trouvera en bas de page en table 13 un extrait de l'éphéméride de la polaire pour le passage supérieur de celle-ci au méridien international. La table 13 bis est la transformation de la précédente en heures décimales et degrés décimaux.

L'instant de l'observation est séparé de $T_0(20)$ par : $\Delta T = T_G - T_0(20)$.

$$\Delta T = 21 \text{ h}, 4671983 - 2 \text{ h}, 38411111$$

$$\Delta T = 19 \text{ h}, 0830872$$

L'angle horaire de la polaire a augmenté de 24 h en $\Delta T_0 = 24 \text{ h}, 00033611$; pendant l'intervalle de temps ΔT , l'angle horaire de la polaire est passé de la valeur 0 à la valeur :

$$(18) H_G = \frac{\Delta T \times 24}{\Delta T_0}, \text{ soit :}$$

$$(18) \text{ bis } H_G = \frac{19,0830872 \times 24}{24,00033611}$$

$$H_G = 19 \text{ h}, 0828199 = 286^\circ, 2422993$$

Telle est en (18) bis la valeur de l'angle horaire de la polaire à Greenwich (indice G) à l'instant de l'observation.

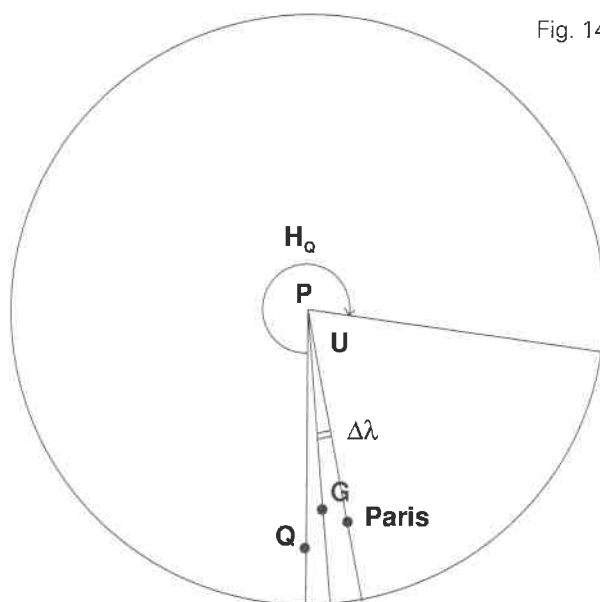


Fig. 14

Mais il nous faut calculer l'angle horaire de la polaire en Q. La fig 14 représente une projection stéréographique polaire de la sphère céleste, où Q, G, Paris désignent les zéniths de Q, de Greenwich et de Paris. Pour calculer la longitude de Q par rapport à Greenwich il faut procéder comme en 2.15.

$$\lambda^G_Q = \lambda^P_Q - \Delta\lambda$$

$$\lambda^G_Q = 3^\circ,4659 - 2^\circ,337229166, \text{ d'où :}$$

$$(14) \lambda^G_Q = 1^\circ,1286708 \text{ ouest Greenwich,}$$

(14) bis $\lambda^G_Q = 0 \text{ h } 07524472 \text{ ouest Greenwich,}$
de sorte que l'angle horaire de la polaire en Q
s'obtient par (voir fig 14) :

$$H_Q = H_G - \lambda^G_Q = 286^\circ,2422993 - 1^\circ,1286708$$

$$(19) H_Q = 285^\circ,1136285$$

Comme H_Q est compris entre 180° et 360° la
polaire se trouve à l'Est, cas de la fig 12.

3.12 Calcul de la déclinaison δ

On a de même :

$$\delta = 89^\circ 22' 16.722'' + \frac{0,0000722 \times 19,0830872}{24,00033611}$$

$$(20) \delta = 89^\circ 22' 17.296''$$

3.13 Utilisation des tables de la polaire I.G.N

On simplifie sensiblement les calculs en utili-
sant les tables de la polaire de l'IGN qui donnent
essentiellement pour chaque jour, à 0 h UT l'angle
horaire H_G de la polaire et sa déclinaison δ . La table donne en outre la variation dH_G de
l'angle horaire par heure UT et la variation $d\delta$ de
 δ , par heure UT aussi.

Voir l'extrait de la table pour la nuit du 20 au 21
septembre :

| | | | | |
|---------|------------------------------------|---|----------------------------|--|
| 20 sept | 0 h UT $H_G = 21 \text{ h } 52443$ | $dH_G = 1 \text{ h } 002724$ par heure UT | $\delta = 89^\circ,22'173$ | $d\delta = 30'' \times 10^{-7}$ par heure UT |
| 21 sept | 0 h UT $H_G = 21 \text{ h } 58980$ | $dH_G = 1 \text{ h } 002723$ par heure UT | $\delta = 89^\circ,22'180$ | $d\delta = 31'' \times 10^{-7}$ par heure UT |

En fait la 2ème ligne du 21 septembre n'est pas
indispensable ; elle permet toutefois de vérifier
par interpolation les résultats obtenus en utilisant
les dH_G et $d\delta$.

a) L'angle horaire de la polaire à Greenwich à
21 h 30 m est donc :

$$H_G = 21 \text{ h } 52443 + 1,002724 \times 21,5$$

$$H_G = 21 \text{ h } 52443 + 21 \text{ h } 558566 = 43 \text{ h } 082996$$

$H_G = 19 \text{ h } 082996$ au lieu de $19 \text{ h } 082820$ par la
formule (18) bis.

b) La déclinaison s'obtient par :

$$\delta = 89^\circ 22' 17.3 + 30 \times 10^{-7} \times 21,5$$

$$\delta = 89^\circ,22'17.3 + 6,45 \times 10^{-5}$$

$\delta = 89^\circ,22'17.95$ au lieu de $89^\circ,22'17.3$ à partir de la
table des «Ephémérides astronomiques» relative
à la polaire.

3.14 Calcul de l'azimut de la polaire

La polaire étant à l'Est, il convient d'utiliser la
formule (11) bis

$$(11) \text{ bis } \cot Az = \frac{\sin \varphi \cos H_Q - \tan \delta \cos \varphi}{\sin H_Q}$$

Nous prendrons les valeurs obtenues en 3.11
et 3.12 :

$$\varphi = 43^\circ,84395$$

$$H_Q = 285^\circ,1136285$$

$$\delta = 89^\circ,22'17.296, \text{ d'où}$$

$$\cot Az = \frac{0,180609662 - 53,09316853}{-0,965410639} = 54,80834448$$

$$\tan Az = 0,018245396$$

$$(21) Az = 1,161409 \text{ gr} \approx 1,1614 \text{ gr}$$

$$I_R - I_U = 365,9879 - 49,8638 = 316,1241 \text{ gr}$$

$$Az_{QR} = Az + (I_R - I_U), \text{ voir fig. 15}$$

$$(22) Az_{QR} = 317,2855 \text{ gr.}$$

Rappelons que par la distance zénithale du
Soleil, nous avons obtenu pour la moyenne des
deux séries d'observation :

$$(15) Az_{QR} = 317,2901 \text{ gr.}$$

Comme en 2.13 la convergence des méridiens
est :

$$\gamma : \lambda^P_Q \sin \varphi_0 = 3^\circ,4659 \times \sin 49,0000 \text{ gr ou}$$

$$\gamma = 3,8510 \text{ gr} \times 0,6959128$$

$$\gamma = 2,67996 \text{ gr}$$

Fig. 15

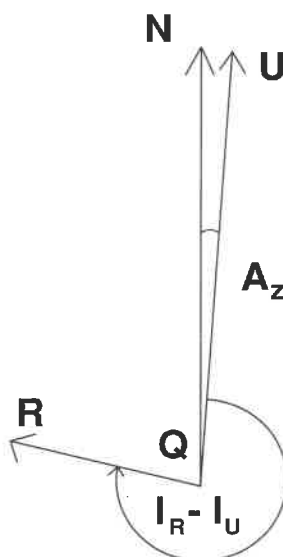
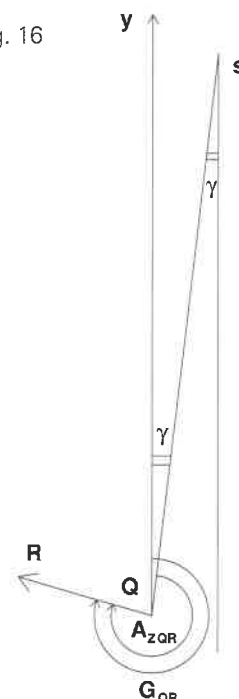


Fig. 16



Le gisement de la direction QR est donc (voir fig 16) :

$$G_{QR} = \gamma + Az_{QR} = 2,67996 \text{ gr} + 317,2855 \text{ gr}$$

$$(23) G_{QR} = 319,96546 \text{ gr.}$$

3.2 Précision de l'azimut à la polaire

Différentions la formule (17) par rapport à H et à Az ; on obtient :

$$0 = -\sin \varphi \sin H dH - \cos H \cot Az dH + \sin H \frac{dAz}{\sin^2 Az}$$

$$\frac{\sin H}{\sin^2 Az} dAz = (\sin \varphi \sin H + \cos H \cot Az) dH$$

$$(24) dAz/dH = \sin \varphi \sin^2 Az + \cot H \cos Az \sin Az.$$

Supposons qu'avec une bonne montre à chronomètre, dont on a déterminé «l'état» en écoutant l'horloge parlante, on ait déterminé l'instant du pointé sur la polaire avec une incertitude de 2 secondes ; comme la table des «Ephémérides astronomiques» donne le temps sidéral Greenwich à la seconde, l'erreur d'arrondissement de cette table est au maximum de 1/2 seconde ; supposons enfin que la longitude soit connue avec une incertitude de 1/2 seconde de temps.

L'incertitude totale sur H est :

$$|\Delta H| = 2 + 1/2 + 1/2 = 3 \text{ secondes, soit } 3 \times 15 = 45''$$

$$\text{ou encore } |\Delta H| = 45 \times 3,086 = 139 \text{ dmgr.}$$

En remplaçant les différentielles par des incertitudes dans la formule (24), en faisant :

$$\varphi = 43,84395 = 48,7155 \text{ gr.}$$

$$Az = 1,1614 \text{ gr,}$$

$$H_0 = 285,11363 = 316,7929 \text{ gr}$$

et $|\Delta H| = 139 \text{ dmgr}$, on obtient :

$$|\Delta Az|_{\text{dmgr}} = 139 (2,305 \times 10^{-4} - 4,925 \times 10^{-3}), \text{ soit :}$$

$$(25) |\Delta Az| = 0,65 \text{ dmgr.}$$

On a donc une excellente précision, mais celle-ci est due au fait que la polaire ne se trouve pas loin de sa digression maximale orientale, pour laquelle l'angle à l'astre vaut 90° et l'angle horaire est voisin de 270° . Or $H_0 = 285,11363$ n'est pas très éloigné de 270° . Dans ces conditions l'azimut varie peu en fonction de l'angle horaire.

On sait qu'à la digression maximale même, lorsque la polaire est en U_m (angle à l'astre égal à 90°), elle décrit pendant plusieurs minutes le fil vertical du réticule : voir figu-

res 17 et 18. Il en serait tout autrement si la polaire se trouvait au voisinage du méridien. Dans ce cas le calcul montre que pour une erreur sur H de 3 secondes de temps, l'erreur sur l'azimut est de 2,65 dmgr à la latitude $43,84$, donc quatre fois plus grande que dans l'exemple traité.

3.3 Polaire à sa digression maximale (ici digression orientale)

Si on le peut, la meilleure solution est de choisir pour l'observation l'instant où la polaire est à sa digression maximale et où elle parcourt pendant quelques minutes le fil vertical du réticule du théodolite : on peut alors calculer l'angle horaire H_m correspondant à cet instant. Dans le triangle de position rectangle en U_m on a :

$\widehat{ZP} = 90^\circ - \varphi$, $\widehat{PU_m} = 90^\circ - \delta_m$, en désignant par δ_m la valeur de la déclinaison à l'instant de la digression maximale ; l'angle en P, égal à $-H_m$ s'obtient par la règle de Néper :

$$\cos (-H_m) = \cot (90^\circ - \varphi) \tan (90^\circ - \delta_m), \text{ ou :}$$

$$(26) \cos (-H_m) = \tan \varphi \cot \delta_m$$

Supposons que nous voulions viser la polaire à sa digression maximale orientale dans la nuit du 20 au 21 septembre. D'après la table 13 bis la valeur de la déclinaison au passage de la polaire au méridien supérieur de Greenwich est le 20 septembre : $\delta_{20} = 89,2216722$ et la variation de déclinaison en environ 24 h est $0,0000722$. On aura une précision suffisante en écrivant :

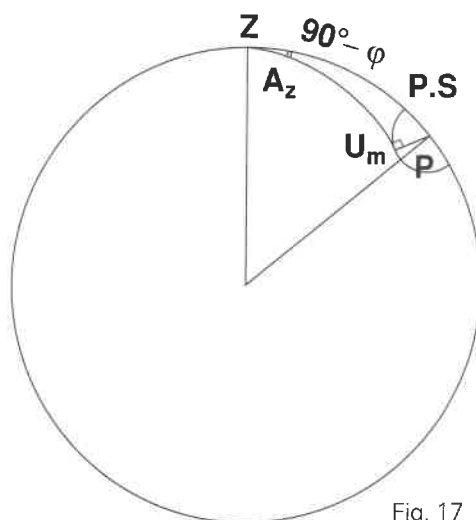


Fig. 17

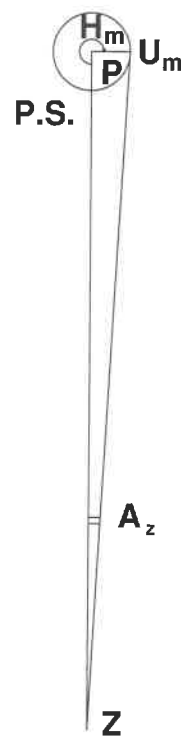


Fig. 18

P.S. = passage supérieur

$\delta m = \delta_{20} + 3/4 (\delta_{21} - \delta_{20}) = 89^\circ,221672 + 3/4 \times 7 \times 10^{-5}$,
soit $\delta m = 89^\circ,221724$.

Avec $\varphi = 43^\circ,84395$ et $\delta m = 89^\circ,221726$, la formule (26) donne :
 $\cos (-H_m) = 0,0130468$ d'où :
- $H_m = 89^\circ,25245$, et :
(27) $H_m = 270^\circ,74755$

On en déduit l'angle horaire de la polaire à Greenwich lors de la digression maximale :
 $H_m^G = H_m + \lambda_O = 270^\circ,74755 + 1^\circ,12867$
 $H_m^G = 271^\circ,87622 = 18 \text{ h}, 12508133$

Le temps sidéral Greenwich correspondant est donc à la digression maximale :

$T_G = H_m^G + \alpha m$
où αm est la valeur de l'ascension droite à la digression maximale ; comme pour la déclinaison on aura une précision suffisante en écrivant :
 $\alpha m = \alpha_{20} + 3/4 (\alpha_{21} - \alpha_{20})$, où α_{20} et α_{21} sont données par la table (13) bis. On obtient :
 $\alpha m = 2 \text{ h},3841111 + 3/4 \times 0,00033611 = 2 \text{ h},38436318$
on a donc : $T_G = 18 \text{ h},12508133 + 2 \text{ h},38436318$
 $T_G = 20 \text{ h},50944451$ ou $44 \text{ h},50944451$

Or le 20 septembre à 23 h 54 m 30 s, soit :
23 h, 90833333 temps sidéral Greenwich, il est d'après la table 8 : 0 h UT. L'instant de la digression maximale a donc lieu à :
44 h, 50944451 - 23 h,90833333,
soit : 20 h, 60111118 après 0 h UT, mais ces 20 h,60111118 de temps sidéral correspondent à :
 $20,60111118 \times 0,9972696 = 20 \text{ h},5448619$ de temps UT.
L'instant de la digression maximale est donc :
20 h,5448619 = 20 h 32 m 42 s UT.

Cette heure convient puisque d'après la table 8 le coucher du Soleil le 20 septembre à Paris est à : 17 h 52 m ; l'heure du coucher du Soleil en Q est proche de celle de Paris.

Pour calculer l'azimut de la polaire à sa digression maximale orientale il y a deux solutions :

a) utiliser la formule (17) bis, où $\varphi : 43^\circ,84395$ et $\delta = \delta m = 89^\circ,221726$
 $\cot Az = \frac{0,00903750 - 53,0931958}{-0,99991489} = 53,088677$,
d'où $\tan Az = 0,018836408$ et :
(28) $Az_1 = 1,19902 \text{ gr.}$

b) résoudre directement le triangle sphérique rectangle ZPUM par la relation de Néper :
 $\sin (90^\circ - \delta) = \sin Az. \sin (90^\circ - \varphi)$, d'où :

$\sin Az = \frac{\cos \delta}{\cos \varphi} = \frac{0,013583}{0,7212291} = 0,01883313$, qui

donne :
(29) $Az_2 = 1,19902 \text{ gr.}$ identique à Az_1 (relation 28)

Autres cas favorables

Si on ne peut observer la polaire à l'une de ses digressions maximales, il faut choisir l'instant de l'observation de manière que la polaire soit suffisamment éloignée du méridien. On pourra prendre :

$30^\circ < H < 150^\circ$ lorsque la polaire est à l'Ouest,
 $210^\circ < H < 330^\circ$ lorsque la polaire est à l'Est.

Ainsi la méthode de l'azimut à la polaire par l'heure, même sans matériel de réception de signaux horaires, avec seulement une bonne montre-chronomètre, dont on a déterminé l'état, permet d'obtenir une erreur de l'ordre du décimilligrade seulement : $\Delta Az = 0,65 \text{ dmgr}$ dans le cas de l'exemple numérique 3.1 résultat (25).

La seule contrainte de l'azimut à la polaire par l'heure est le fait qu'il faut éclairer le repère R d'une part et qu'il faut disposer d'un système d'éclairage du théodolite d'autre part.

Remarquons que nous avons obtenu une grande précision en nous servant de tables toutes contenues dans les «Ephémérides astronomiques», alors que paradoxalement pour résoudre le problème de moyenne précision par la distance zénithale du Soleil et pour obtenir une erreur de l'ordre du centigrade, donc environ 100 fois plus élevée que celle de l'azimut à la polaire, il nous faut dans l'état actuel des «Ephémérides astronomiques» recourir à la «Connaissance des temps».

4 - Azimut par l'heure au Soleil

Nous nous contenterons d'en exposer le principe.

Soit UT le temps d'observation du Soleil déterminé comme pour la polaire avec le maximum de précision. On effectue sur le Soleil une lecture azimutale L_s et sur un repère terrestre R la lecture azimutale L_R .

Comme on l'a fait en 3.11 on calcule le temps sidéral Greenwich T_G correspondant à l'heure UT ; on en déduit le temps sidéral local. Si on est en un lieu Q on a :
 $T_Q = T_G \pm \lambda_Q$, λ_Q étant la longitude de Q par rapport au méridien international.

On interpole ensuite la valeur de l'ascension droite du Soleil α pour l'instant de l'observation

dans les tables du Soleil des «Ephémérides astronomiques» - voir un modèle de ces tables en T8.

On en déduit : $H_0 = T_0 - \alpha$, d'après la relation fondamentale : $T = H + \alpha$. Selon que le Soleil est à l'ouest (après-midi) ou à l'Est (matin) on applique l'une des formules (16) bis ou (17) bis pour calculer son Azimut, d'où on déduit celui du repère.

Quel est l'instant favorable d'observation ?

Reprenons la formule (24) :

$$\frac{dA_z}{dH} = \sin \varphi \sin^2 A_z + \cot H \cos A_z \sin A_z.$$

Le 2ème terme du 2ème membre incite à viser le Soleil de telle façon que $\cot H$ soit aussi faible que possible, donc que H soit aussi grand que possible. On pense alors à viser le Soleil près de son lever ou de son coucher. Mais alors le 1er terme du 2ème membre de la formule (24) peut atteindre une valeur importante puisque A_z croît avec H . On évitera donc à la fois de viser le Soleil près de son passage au méridien, et de le viser près de son lever ou de son coucher.

5 - Conclusion.

Nous avons vu que pour l'azimut à la polaire les différentes tables des «Ephémérides astronomiques» permettent de résoudre le problème avec toute la précision souhaitable alors qu'il n'en est pas de même pour le problème de l'azimut par la distance zénithale du Soleil.

La maquette du présent article a été présentée au Bureau des Longitudes, auquel nous avons demandé si la table des déclinaisons des «Ephémérides astronomiques» ne pourrait pas être éditée avec une décimale de plus, c'est-à-dire au dixième de minute sexagésimale. Les «Ephémérides astronomiques de 1991» étant déjà très avancées au point de vue réalisation, ce ne sera pas possible pour l'année prochaine, mais le Bureau des Longitudes envisage de donner une suite favorable à notre demande pour 1992. A partir de cette année-là, il suffira donc de disposer des seules «Ephémérides astronomiques» pour résoudre les deux problèmes de l'azimut par la distance zénithale du Soleil et de l'azimut par l'heure à la polaire. La résolution du deuxième problème s'effectuera selon le processus indiqué au chapitre 3 ci-dessus. Pour la résolution du problème de l'azimut par la distance zénithale du Soleil, traitée au chapitre 2, il deviendra inutile de calculer la déclinaison par les développements en polynômes de Tchebychev de la «Connaissance des Temps» ; il suffira de procéder comme nous l'avons fait en 2.24 en utilisant la table des déclinaisons du Soleil, qui comportera une décimale de plus, opération que nous avons faite pour vérifier simplement le résultat obtenu à partir des développements en polynômes de Tchebychev.

Nous avons fait remarquer la simplicité d'utilisation des tables du Soleil et de tables de la polaire établies par l'I.G.N, mais destinées aux besoins internes de cet établissement. Il serait souhaitable que ces tables puissent être mises à la disposition des usagers, notamment des géomètres et des topographes. Cela pose un certain nombre de problèmes, en particulier de copyright ; la question est à l'étude.

Quelles langues pour la science ?

par Roger SCHAFFNER

Les 9 et 10 janvier dernier, j'ai participé au "FORUM DE LA COMMUNICATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE" organisé à la Cité des Sciences et de l'Industrie.

L'objectif principal de ce forum était, selon les organisateurs (Ministères de la Santé, de la Francophonie) de sensibiliser la communauté scientifique aux enjeux linguistiques, mais aussi d'étudier avec elle les moyens de promouvoir le français langue scientifique :

"Face à la paresse intellectuelle des uns, au snobisme des autres, il est possible d'introduire une autre dynamique que celle de la résignation et de favoriser cette communication internationale qui constitue le pivot de toute recherche de qualité."

Les conclusions pratiques de ce forum ne seront connues que vers le mois de septembre prochain, mais il est intéressant de connaître dans quels ordres de pensées se sont déroulées ces deux journées de conférences et de tables rondes. Voici donc quelques bribes d'opinions exprimées par certaines personnalités.

M. Alain DECAUX, Ministre de la Francophonie.

"Au vrai, il importe de s'attacher à une autre dynamique que celle de la résignation. Il faut mener un combat incessant non contre l'anglais (qu'il ne faut pas confondre avec le sabir anglo-américain dont on use dans certaines enceintes internationales et qui ne ressemble que de fort loin à la langue de Shakespeare, de Dickens et de James Joyce), mais d'abord contre ceux qui, par laxisme ou défaitisme, se refusent à faire l'effort de s'exprimer en français ou de mettre en place dans les congrès et les colloques scientifiques internationaux des systèmes de traduction simultanée, permettant à chacun de parler dans une langue de grande communication, et à chaque francophone d'exprimer sa pensée dans sa propre langue..."

... Ces exemples montrent bien qu'il ne s'agit absolument pas de prouver la supériorité du français sur d'autres langues et formes de pensée. Il s'agit

simplement de souligner les inconvénients que représente, pour chacun, l'abandon de sa langue et le danger que constituerait, pour la science, l'adoption d'un moule conceptuel et linguistique unique. La communauté scientifique se doit donc de refuser cet appauvrissement intellectuel qui résulterait du monopole de l'anglo-américain. Elle doit prendre conscience du scandale qui naîtrait de l'obligation, pour des francophones, d'exprimer leur pensée par le truchement d'une langue étrangère.

La pénible affaire des Annales de l'Institut Pasteur, qui vont enfin reparaitre - en français! - sous une forme nouvelle, a mis en évidence la nécessité d'organiser une riposte collective de la communauté francophone à l'hégémonie croissante de l'anglo-américain et de combattre l'esprit de démission de ceux qui, pour des raisons plus ou moins fondées, sont prêts à accepter que l'anglo-américain ait au vingtième siècle le rôle que jouait au Moyen Age le latin (dans un contexte au demeurant très différent) et que les instances de légitimation scientifique internationale se situent exclusivement aux Etats-Unis...

... J'attends beaucoup du vaste Forum de la communication scientifique et technique organisé les 9 et 10 janvier à la Cité des Sciences et de l'Industrie. Peut-être, à l'issue de ces réflexions, osera-t-on parler de science francophone ? Si la science est, par définition, de l'ordre de l'universel et du quantifiable, elle ne peut exister ni se développer en dehors des références culturelles dans lesquelles elle s'inscrit, ni des schémas de pensée dont la langue est le vecteur, la mémoire historique et le ferme gardien."

(Le Monde Diplomatique - janvier 1990)

M. Jean-Charles SOURNIA, de l'Académie de Médecine, auteur d'un rapport sur la diffusion du français dans les sciences de la vie.

"Je dénonce deux mythes. D'abord le mythe d'une langue universelle : il n'y en a jamais eu, il n'y en aura jamais, toute langue est toujours celle d'une minorité dans l'humanité. Ensuite le mythe de la supériorité d'une langue sur une autre : je trouve grotesques ces zozos qui prétendent que l'anglais est

plus précis, plus court, ou que les accents du français l'empêche d'être une langue universelle. Pour les échanges scientifiques, on n'a pas besoin d'une langue unique. L'avenir est au plurilinguisme. Parce qu'une langue n'est pas seulement un vocabulaire, mais aussi une manière de penser...

... Tout enseignement scientifique devrait commencer par un apprentissage du vocabulaire dans la langue maternelle, et un enseignement de la discipline dans une langue étrangère...

... Dans les congrès, l'interprétation simultanée peut être bonne, si elle est intelligemment organisée. Je trouve inadmissible que des congrès en France se déroulent dans une autre langue que le français. On devrait interdire à un Français de parler autrement que français en France. Ça ne viendrait pas à l'idée d'un Américain de s'exprimer autrement qu'en anglais dans un congrès aux Etats-Unis, alors pourquoi faudrait-il que nous adoptions une attitude systématiquement angliciste ? Et qu'on cesse de me dire que la traduction alourdit trop les budgets d'un congrès : prévoit une infrastructure de traduction simultanée ne coûte pas plus cher que ces soirées au Lido qui clôturent si souvent les rencontres !"

(La Croix - L'Evènement - 7-8 janvier 1990)

**M. Jean-Marc LEVY-LEBLOND,
Professeur de physique théorique
à l'Université de Nice.**

"L'enseignement oral est un élément capital de la formation scientifique professionnelle : faire cours c'est d'abord se faire cours - et, si vous ne comprenez pas vraiment ce que vous dites, vous ne pourrez pas manquer de lire votre insuffisance dans les yeux de vos étudiants. C'est bien pourquoi la séparation des activités d'enseignement et de recherche est préjudiciable à chacune d'entre elles ; chaque scientifique devrait être à la fois chercheur et enseignant. Mais il y a plus. A la différence de la formation écrite, par nature contrôlée et figée, l'expression parlée donne à la pensée la spontanéité nécessaire à l'invention. Le parler permet l'expression d'une créativité bien supérieure à l'écrit (notez d'ailleurs, la différence entre l'actif infinitif de l'un et le participe achevé de l'autre). Il n'est pas rare, en science... comme ailleurs, de dire avant de penser ; encore faut-il s'entendre soi-même !..."

... Les correspondances privées, la publication de revues, la circulation des prétrages et aujourd'hui la messagerie électronique (fax, réseau Bitnet, etc.) n'ont jamais supplanté cet irrésistible besoin de parler. Les congrès et colloques (et plus encore leurs échanges de couloir que les communications en séance), les séminaires, les visites et le téléphone restent les lieux et moyens essentiels non seulement de la circulation des informations, mais surtout de l'établissement des consensus...

... Mais peut-être le problème est-il alors moins celui de la qualité de parole des scientifiques, que celui de la capacité d'écoute des non-scientifiques. Si la vulgarisation traditionnelle ou la médiatisation actuelle des sciences ont en général une si faible

efficacité, ne serait-ce pas qu'elles répondent à des interrogations qui n'ont jamais été formulées par le public et qu'elles ne perçoivent pas ses questionnements réels - certes peu explicites et souvent confus ? Mais comment, faute de cet effort d'écoute préalable, le discours scientifique pourrait-il être entendu ? A plus longtemps négliger cette exigence, la science, qui pratique tant d'expériences en double aveugle, finirait par travailler en triple sourde."

(Le Monde Diplomatique)

**M. Serge-Christophe KOLM,
Economiste et philosophe politique.**

"Mon amertume a plusieurs raisons reliées.

Tout d'abord c'est un échec collectif français. Les économistes théoriciens français étaient assez nombreux pour imposer le français comme langue scientifique internationale (à côté de l'anglais) s'ils avaient tous écrit dans cette langue. Mais chacun a décidé individuellement, selon ses critères scientifiques ou matériels personnels, avec ce résultat. C'est aussi un échec personnel parce que j'avais fait le pari contraire.

Il faut ajouter la difficulté à écrire en une langue étrangère des textes autres que mathématiques, et l'injustice faite aux non-anglophones de naissance, dans cette concurrence permanente et intense qu'est, de nos jours, la recherche scientifique. S'y ajoute le handicap du fait d'avoir une partie de son œuvre en une langue et l'autre en une autre.

Le choix de la langue est un problème éthique qui met en œuvre des critères très hétérogènes : communication, valeur de la diversité culturelle du monde, attachement à sa culture et à son groupe et contribution à ce bien public qu'est la défense d'une culture. Il faut dans chaque cas pondérer tous ces critères et inventer les meilleures solutions avec des résumés en d'autres langues, beaucoup d'aide à la traduction, etc. Quiconque ne retient toujours qu'un seul critère se trompe nécessairement."

(La Croix - L'Evènement)

**M. André-Yves PORTNOFF,
Directeur-délégué de Sciences
et Technologie.**

"... Il suffit pourtant de lire des notices techniques pour constater que même les commerciaux qui vendent des appareils électroménagers au grand public s'expriment rarement avec clarté, quand ils n'emploient pas carrément un charabia qui n'a plus rien de français. Passe encore quand il s'agit de mauvaises traductions du coréen ou du japonais, mais force est de constater que les fabricants français commettent aussi de petits chefs-d'œuvre d'obscurité. Tout simplement parce qu'ils confient ces exercices à des techniciens qui s'expriment dans le jargon de leur spécialité. C'est particulièrement le cas des informaticiens, enclins à faire montre de leur technicité, alors même que leurs propos pourraient être couchés dans un langage accessible à tous..."

... Aujourd'hui, la créativité technologique et indus-

truelle, comme la créativité artistique, fait appel à l'imaginaire. Chaque langue, dans toute son épaisseur historique, avec toutes ses strates de mémoire collective, constitue un instrument d'une richesse indispensable. S'il constitue un bon outil d'échanges, l'anglais ne saurait pour autant revendiquer une exclusivité privant chaque peuple d'une fraction de son patrimoine et d'une partie importante de ses facultés d'expression."

(Le Monde Diplomatique)

M. Philippe LAZAR,
Directeur Général de l'I.N.S.E.R.M.

"... L'Europe d'abord. Sera-t-elle fondamentalement anglophone ? Ce serait un paradoxe, avouons-le, alors même que le Royaume-Uni continuerait de boudier son entrée active dans la Communauté - voire renoncerait d'une certaine façon à en faire vraiment partie, - que sa langue devienne le vecteur exclusif des échanges entre les Onze ! Une façon subtile d'assurer quand même une présence et un contrôle..."

Plus sérieusement, continuera-t-on longtemps d'occulter que l'Europe possède en son sein quatre langues véhiculaires parmi les plus parlées au monde - l'anglais certes, mais aussi le français, l'espagnol, et le portugais - que le cinquième - l'arabe - est à sa portée immédiate ? N'y aurait-il pas une carte extraordinaire à jouer - à échéance d'une ou deux décennies - en décidant de faire de l'apprentissage par les jeunes Européens de plusieurs langues l'une des spécificités essentielles du continent ? Bien sûr, dans un premier temps, la raison commande de lutter en anglais contre le risque d'hégémonie de l'anglo-américain, mais ce serait une grave erreur que de se placer exclusivement sur ce terrain où nous souffrons, au départ, d'un trop sérieux handicap..."

... L'explosion des connaissances ensuite. Aucun chercheur, aucun universitaire ne peut plus, aujourd'hui, suivre de façon régulière la littérature scientifique susceptible de l'intéresser au-delà du champ strict de sa propre recherche. La multiplication impressionnante du nombre de journaux scientifiques s'accompagne d'une réduction parallèle de la portée réelle de chacun d'eux. On écrit beaucoup, on lit de moins en moins. Au risque de choquer (ou de me tromper), je me demande même parfois qui a véritablement le temps de jeter un regard approfondi sur les plus prestigieuses des revues. Pour demain, il est clair en tout cas qu'il faudra inventer d'autres formes de communication."

(Le Monde Diplomatique)

M. Michel SERRES,
Philosophe,
qui vient d'entrer à l'Académie Française.

"Parler français, c'est devenu pour vous un combat ?

Michel Serres : Je suis fier de parler le français et de l'exporter. Parce que c'est la langue des pauvres.

Les publicistes parlent anglais. Les hommes d'affaires parlent anglais. Les savants parlent anglais. Les journalistes parlent anglais. La télévision parle anglais : elle ne montre que des séries américaines. Je parle français parce que les pauvres parlent français. Le français, c'est la langue de la différence. Le français, c'est enfin la langue de la Résistance. Les murs de Paris sont couverts de plus de mots anglais maintenant que pendant la guerre ils l'étaient de mots allemands. Pendant la guerre, il s'agissait d'un envahissement militaire. Aujourd'hui, il s'agit d'un envahissement culturel. Donc, il faudra choisir entre le camp des résistants et le camp des collaborateurs. J'ai choisi. Synthèse de mes propos : ce sont toujours les riches qui collaborent.

"Vous enseignez dans une université américaine, en français, et l'auditoire fait l'effort de vous comprendre..."

- A l'étranger, je parle la langue des pauvres avec les pauvres, c'est à dire le dialecte local. Mais avec les savants, je peux utiliser la langue que je veux : il n'y a pas de différence de langue pour les sciences. Pouvez-vous me dire quelle différence il y a entre "Proposition mathématique", "mathematical proposition" et "proposición matemática" ? N'importe quel savant peut lire dans n'importe quelle langue. Il ne s'agit pas de parler anglais ou français, mais de parler mathématique ou biologie...

"Si le français ne s'impose plus comme langue scientifique, n'est-ce pas en raison des faiblesses de la recherche scientifique française ?

- Il n'y a que les journaux français pour dire du mal de la France. La recherche scientifique française va bien. Il n'y a que les Français qui ne le savent pas. C'est pareil pour la musique française : elle n'est jouée qu'à l'étranger. Idem pour la philosophie française : elle n'est reconnue qu'ailleurs. Nous sommes contre notre propre culture. La France passe son temps à dire du mal de la France. Et si on arrêta ? Est-ce qu'un jour nos vignobles de Sauternes seront remplacés par des usines à Coca-Cola ? J'en ai marre !"

(La Croix - L'Evénement)

Ceci étant dit, je crois qu'il est bon d'y ajouter une opinion qui semble les résumer toutes, exprimée il y a deux ans déjà (février 88). Elle émane de **M. le Professeur Pierre GABRIEL, Mathématicien à l'Université de Zurich, membre correspondant de l'Académie des Sciences.**

LA LANGUE DE LA SCIENCE

Nous savons tous : "l'Américain" est la langue de la recherche. A la vérité, la primadonna sur cette scène fut notre bon Allemand. Mais il est vain de pleurer sur des décors en trompe-l'œil démontés depuis longtemps.

Regard sur l'histoire

Le Latin, la langue des savants jusqu'à environ 1800, fut d'abord assailli par le français à partir de la moitié du 17^e siècle. Le polonais-allemand Copernic

(1473-1543) découvreur du système solaire, écrivait en latin et ne laissa que peu d'écrits en allemand ; tout comme le souabe Képler (1571-1630), qui trouve les lois régissant le mouvement des planètes. Très intéressant est Leibnitz (1646-1716), rival de Newton et cofondateur du calcul infinitésimal : en tant que conseiller du Prince Electeur de Mayence, ce saxon d'origine slave se conduisait en nationaliste allemand et vouait à l'infamie la convoitise du Roi Soleil sur la Lorraine. Comme savant cependant, il parcourait la France et rédigeait ses écrits en Latin et en Français ; presque pas en Allemand.,

La scène se modifie à peine au cours du 18^e siècle. Euler (1707-1783), éminent en tout, qui passe sa jeunesse à Bâle, 31 années de travail en Russie et 25 en Prusse, parlait l'allemand à St Petersburg, le Français à Berlin ! Ses pensées sont le plus souvent fondues dans le moule latin, souvent français, rarement allemand. Il était bien la pièce maîtresse de la collection de savants du Vieux Fritz, qui écrivait des poèmes français et ignorait Goethe. En pareille compagnie, on ne pouvait pas ne pas remarquer, que notre Lambert (1727-1777), projection, fonctions hyperboliques, irrationalité de π , géométries non-euclidiennes, l'adversaire d'Euler à la Cour de Prusse, écrivait principalement en "Haut-allemand alsacien".

Avec les guerres napoléoniennes vient le changement. Le grand Gauss (1777-1855) écrit encore en Latin et Allemand. Mais déjà Lejeune-Dirichlet (1805-1859), son futur successeur, originaire de la Wallonie prussienne, pare le danger menaçant d'un cours inaugural en latin par la fuite de Breslau à Berlin ! Alors se met en route le fameux, l'étonnant et solennel cortège avec Riemann (1826-1866), Hilbert (1862-1943), Einstein (1879-1955) et bien d'autres. La force d'attraction de l'Allemand croît. Si Abel (1802-1829) écrivait encore en français, l'Allemand est la langue de son compatriote norvégien Lie (1833-1908), du lithuanien Minkowski (1864-1909), du grec Caratheodory (1873-1950)... Mais tout finit d'un seul coup le 31 janvier 1933. Le tournant vient avec Hitler.

La misère allemande

Aujourd'hui seules trois langues ont encore quelque poids en sciences : l'Anglais, le Russe et le Français. L'Allemand est encore admis pour la forme dans les congrès : révérence embarrassée devant la grandeur historique et la puissance durable des maisons d'édition ! Seuls des rêveurs (comme moi) l'utilisent encore à l'occasion. Qui est lu, qui est écouté, qui fait de l'argent refoule l'histoire et la langue maternelle. La plus grande maison d'édition scientifique de Heidelberg expédie dans l'espace linguistique allemand des lettres en anglais. Son cheval de parade, les "Inventiones Mathematicae" impriment leurs recommandations aux auteurs, recto en Anglais, verso en Français.

Les français écrivent en majorité en Français, les Soviétiques en Russe. Le reste se croit dans la tour de Babel. Un édifice magnifique : "This method depends on the concept of a coherent pair (A,B) of categories in which idempotents split over a ring where the

essential properties are the categories mod A and mod B are abelian and that the subcategory B of A is such that..." Nota bene : la plume (é)cri(v)ant ainsi est renommée et de facture américaine. Et les plumes allemandes résonnent ainsi : "A quadratic form $X_{ij}X_{ji}$ with $X_{ij} = X_{ji}$ is graphical if there is some i with $X_{ij} = 1$ for all j with $j \neq i$, and $X_{ab} = 0$ or 1 / otherwise, the graph then is given by $(1, \dots, n) - (i)$, with edges (a,b) provided $X_{ab} = 1$."

Qui peut encore en douter : l'Américain est une langue facile ; toute linéaire ; liberté d'expression à discrétion ; un mot est substantif, adjectif, verbe et adverbe à la fois ; préposition égale conjonction, pourquoi sinon aurait-on le gérondif... ?

Je rêve d'une alternative, une langue à tradition culturelle, qui soit précise et ait une force d'attraction. Ce ne sera probablement plus l'Allemand. Cela pourrait devenir le Russe, mais seulement avec une profonde perestroïka, car aujourd'hui la recherche écrite en Anglais en R.D.A., Hongrie et Pologne... Cela pourrait être la "langue écrite" française, mais seulement dans une alliance de diglossie à aménager avec l'Espagnol.

Que nous importe tout cela ?

Tout d'abord cela ouvre nos yeux à des développements qui nous assaillent tous et avec lesquels nous sommes irrésistiblement confrontés. Ensuite cela nous oblige, "dans les deux camps", à abandonner une fois pour toutes les gesticulations patriotiques chauvines d'hier : l'Allemand la langue commerciale de l'Est, la clef vers cent millions d'êtres humains. Le Français, l'esprit cartésien.

Nous ne sommes pas obligés d'être les meilleurs de ce monde. Nous voulons seulement être ce que nous étions : un peuple avec une identité, afin que la sève du pays ne nous soit pas toujours soutirée pour des chimères à l'Ouest.

Que nous importent aussi les besoins de refoulement de nos frères de l'Est. Ce sont en effet des frères, et l'Allemand est aussi notre héritage. Nous avons à le soigner et nous le soignons pour nous. Combien nous envient ce beau jardin*, même s'il n'est pas le plus beau de ce pays.

Aujourd'hui encore, nous voulons faire des projets pour les garçons et les filles que nos mères portent maintenant. Aujourd'hui encore les voisins du jardin s'appellent-ils suisses, badois, palatinois, luxembourgeois et français. Le Français et l'Allemand sont encore les langues de l'âme et du gagne-pain quotidien. Nous voulons les enseigner et les apprendre depuis la base. C'est notre Alpha. Nous arriverons bien à l'Oméga, plus tard au deuxième degré. Ou bien voulons nous être plus bêtes que les autres ?

C'est la synthèse d'un authentique bilingue d'origine, qui parle en connaissance de cause. Une grande majorité de ses compatriotes, dont moi-même, suivent le même raisonnement et aboutissent de quelques façons qu'ils s'y prennent, aux mêmes conclusions.

* allusion à l'exclamation de Louis XIV "Quel beau jardin !" découvrant la plaine d'Alsace.

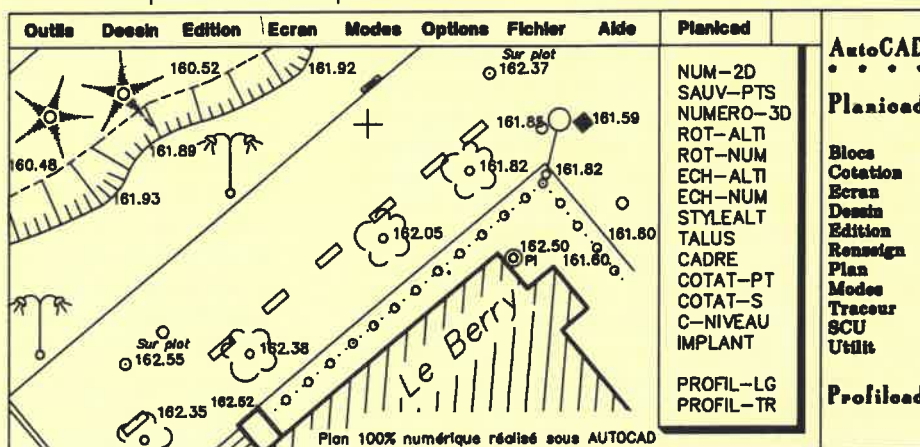
PLANICAD[®]

LE COMPLEMENT INDISPENSABLE D'AUTOCAD[®]

AUTOCAD, le leader mondial de la CAO-DAO sur micro-ordinateur compatible IBM-PC
PLANICAD, l'appliquatif idéal pour tous les professionnels de la cartographie 100% numérique
LE MUST pour optimiser la qualité et la productivité.

GEOMETRES-EXPERTS
 TOPOGRAPHES
 BUREAU D'ETUDES
 ADMINISTRATIONS
 SERVICES TECHNIQUES
 TRAVAUX PUBLICS
 LYCEES TECHNIQUES
 ECOLES D'INGENIEURS
 ARCHITECTES

Composition et dessin 100% AUTOCAD



NUM-2D
 SAUV-PTS
 NUMERO-3D
 ROT-ALTI
 ROT-NUM
 ECH-ALTI
 ECH-NUM
 STYLEALT
 TALUS
 CADRE
 COTAT-PT
 COTAT-S
 C-NIVEAU
 IMPLANT
 PROFIL-LG
 PROFIL-TR

AutoCAD[®]
 Planicad

Blocs
 Cotation
 Ecran
 Dessin
 Edition
 Renseign
 Plan
 Modes
 Traceur
 SCU
 Utilit

Profilead

CONSEILS-INSTALLATION-ASSISTANCE-FORMATION

COUPON A RETOURNER A

SOCIETE : _____ Tel: _____

ADRESSE : _____

NOM : _____

☐ Je désire recevoir une documentation



**GEOMETRI
 Informatique**

5 Av. de St-Donat
 26100 ROMANS-tel: 75.05.22.30

Car enfin, leur langue "maternelle" (dialecte à peu près maintenu en dépit de trois siècles de tentatives d'éradication et dont l'expression écrite est le haut-allemand, à la formation duquel les érudits et humanistes locaux des 15^e et 16^e siècles ont largement contribué) leur permet, avec le Français devenu leur langue "paternelle", de comprendre et de se faire comprendre dans une grande partie de l'Europe. Il tombe sous le sens que l'Anglais est à leur portée et leur facilite une certaine ouverture sur le monde.

Il pourrait en être ainsi dans tous ces espaces linguistiques, si particuliers à l'Europe, à condition que l'enseignement de la "langue régionale" minoritaire soit placé sur le même pied que l'enseignement de la "langue nationale". L'acquisition d'une troisième langue "étrangère" voisine (et pas obligatoirement l'Anglais) favoriserait les rapports humains de proche en proche. Et chacun comprendra l'autre qui à son tour se fera comprendre par chacun (un échange de langages en sorte)

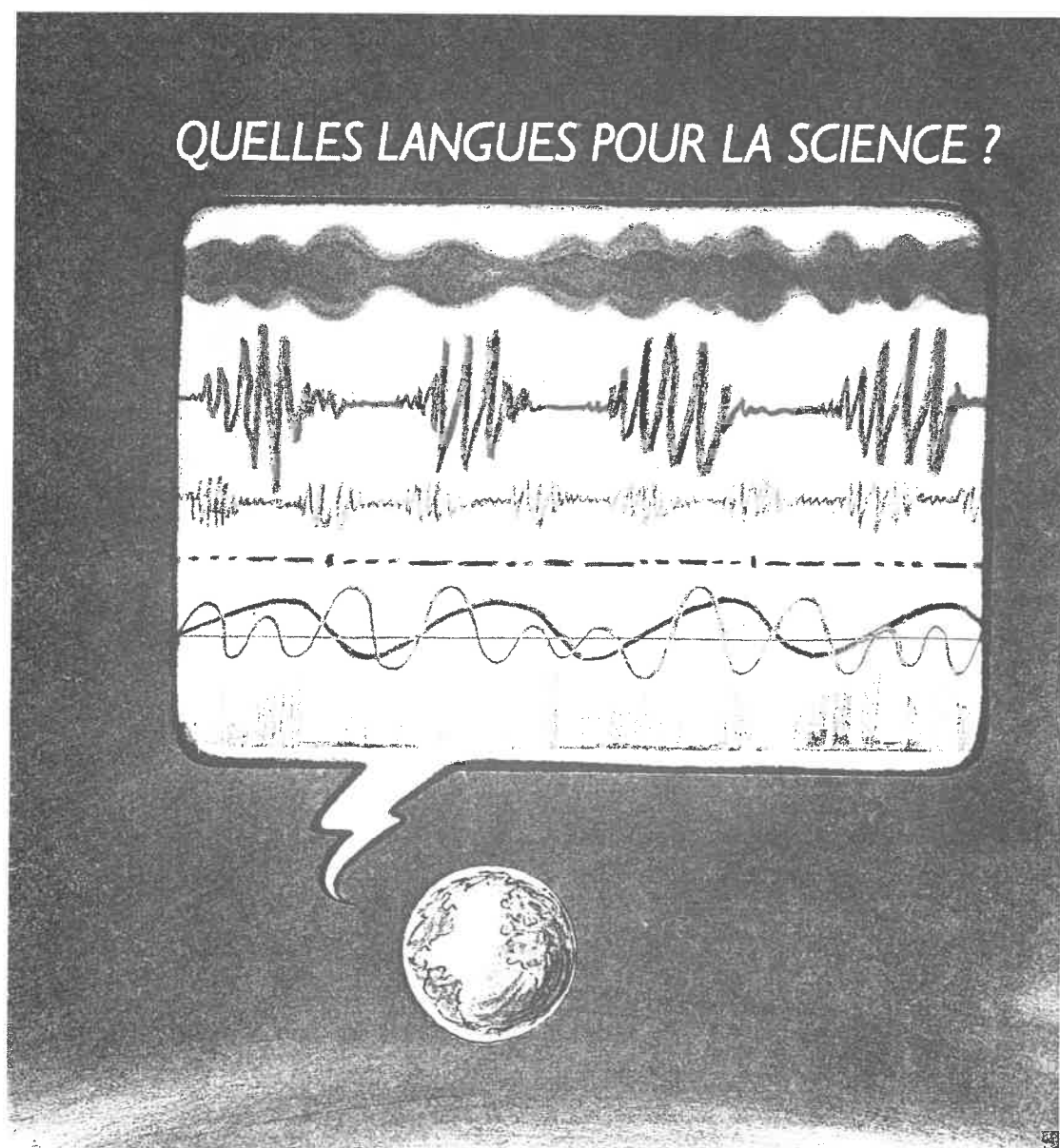
tout en enrichissant son patrimoine spirituel, culturel, moral et pourquoi pas matériel, sans pour autant à devoir abandonner son identité.

Ce ne sont pas les "Prix Nobel" Albert Schweitzer et Alfred Kastler qui m'auraient contredit et je ne pense pas non plus que le récent lauréat, Jean-Marie Lehn, Président du Comité Scientifique de ce Forum, soit d'un avis contraire.

Ces dernières considérations règlent du même coup la question que l'on se pose au sujet de la nationalité de Jean Henri Lambert, né à Mulhouse en 1728 et mort à Berlin en 1777. Le Larousse le déclare allemand et le Petit Robert français.

Mulhouse était à l'époque une République indépendante, alliée au Canton de Bâle (patrie d'Euler) et n'a demandé son rattachement à la France qu'après la Révolution et la mort de Lambert qui n'est donc ni allemand, ni français, mais tout simplement : Alsacien.

21.04.90



L'IGN A CINQUANTE ANS

Au revoir monsieur Martinand, bienvenue monsieur Carrez



A l'orée du cinquantenaire de l'IGN, en octobre 89, Monsieur Claude Martinand quitte ses

responsabilités de directeur général de l'entreprise. Ancien chef de cabinet du ministère Fiterman aux travaux publics et transports, cet ingénieur en chef des Ponts et Chaussées aura, depuis mai 85, impulsé à l'IGN une dynamique visant, à en faire la grande entreprise de la cartographie française. Il savait, à son arrivée, que l'IGN était à une période cruciale et que de nombreux projets engageant durablement l'avenir devaient être conduits à bon terme.

Par l'intermédiaire d'un projet d'entreprise et l'élaboration avec l'Etat de deux contrats

de plan (dont le deuxième signé peu avant son départ), Claude Martinand a modelé significativement les structures et l'organisation de l'IGN.

C'est cet héritage qui échoit à Monsieur Jean-François Carrez, nouveau directeur général-conseiller maître à la cour des comptes, il fut successivement adjoint au commissaire général du tourisme, directeur des forêts au ministère de l'agriculture, directeur général des services du département d'Ille et Vilaine, directeur de cabinet du ministre de l'équipement et dernièrement délégué à l'aménagement du territoire (DATAR).



L'IGN fête ses cinquante ans

Issu d'un décret de juin 1940, qui le soustrait au ministre de la guerre pour en faire un organisme civil, l'IGN fête ses cinquante années d'existence. A travers mille péripéties

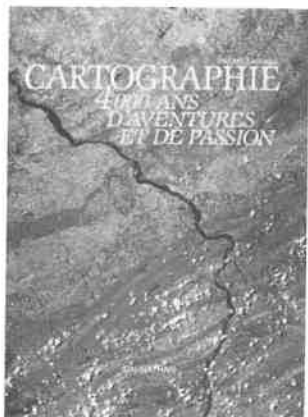


qui vont du travail sous l'occupation allemande à l'avènement actuel des techniques informatiques et satellitaires, en passant par l'immense tâche cartographique de l'ex-empire colonial et l'achèvement de la carte de base commencé au début de ce siècle, l'IGN a toujours été le pilier de la cartographie française, de sa recherche et de sa production.

C'était donc dans la logique que, parmi de nombreuses manifestations, l'IGN colla sur le sol du hall de la gare de l'Est à Paris le plus grand assemblage de cartes du monde : la France au 1:25 000, 2 000 cartes plastifiées, 40 mètres sur 40 mètres. Des dizaines de milliers de parisiens et autres marchèrent ainsi sur leur pays, se penchant, s'allongeant pour repérer leur maison, leurs rivières, leurs forêts. Chaussant des bottes de sept lieues pour parcourir la nation en quelques secondes.

Ce succès accompagnait la plus grande des manifestations du cinquantenaire : un train-forum d'exposition qui, en dix jours, meubla les gares de Paris, Lille, Strasbourg, Grenoble, Marseille, Toulouse, Bordeaux et Nantes.

Le livre du cinquantenaire



La carte mystérieuse et vivante accompagne depuis quelques milliers d'années la vie de l'Homme.

C'est cette histoire que conte un livre de Thierry Lassalle, co-édité par l'IGN et Nathan pour le cinquantenaire, préfacé par Jean

François Carrez directeur général de l'IGN.

Un jour un homme a gravé le premier plan connu sur les parois d'une caverne, il y a quatre mille ans.

L'IGN contemporain, avec ses ordinateurs, ses satellites, est le fils de cet artiste. Ce livre nous raconte, à travers un texte poétique et de saisissantes images, l'histoire de cette science à laquelle il n'est pas incongru d'accoler le mot ART.

Art, science et aventure, grandeur de la cartographie. Autant domaine du poète que du savant, du marchand, de l'aventurier. Image à mesurer, image à rêver.

Ce n'est pas un hasard si le livre se clôt par la carte du tendre et l'imaginaire «île aux trésors» de Stevenson : «j'ai tracé la carte d'une île, sa forme charmait mon imagination au delà de toute expression, elle comportait des ports qui me plaisaient comme des sonnets...»

Pour son cinquantenaire, l'IGN est timbré et, embouteillé



Pour clore l'enveloppe de son cinquantième anniversaire, l'IGN, au 1er octobre, se dote d'un timbre des PTT. Plus de 10 millions de lettres proclameront ainsi l'événement à travers la planète. Deux jours avant l'envoi officiel, des bureaux des PTT temporaires à l'ENSG de St Mandé et à la base IGN de

Villefranche sur Cher, ont présenté le document philatélique officiel réalisé par le musée de la Poste, la notice d'information sur l'ign, la notice «premier jour» réalisé par le bureau des émissions et la carte «premier jour» réalisée par l'IGN.

Enfin, parce que nous sommes en France, noblesse oblige, l'ign aura sa «bouteille du cinquantenaire». Il s'agit d'un «Château Macquin 1986» (St Georges, St Emilion) dont l'étiquette issue d'un concours à l'IGN est d'Alexandre Pasquier. Bon vin !

Jack BIQUAND

REPRODUCTION PHOTOGRAPHIQUE

| | | |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● agrandissements ● réductions ● remises à l'échelle en tous formats ● réductions/assemblages de plans à échelle imposée | <ul style="list-style-type: none"> ● confection ● reproduction ● travaux spéciaux sur mosaïques topographiques | <ul style="list-style-type: none"> ● travaux sur supports polyester ● typons offset tramés ou trait |
|---|---|---|

HAUTE PRECISION

LART

PHOTO-REPROGRAPHIE PHOTO-CARTOGRAPHIE

LES APPLICATIONS DE LA REPRODUCTION TECHNIQUE

5, rue de la Véga
75012 PARIS

(1) 43.47.15.92

Ayez LE PONT réflexe !

78.73.02.88

Avec LE PONT Equipements, optez pour :

- Le plus grand choix de matériels
- Le plus gros stock (livraison sous 48 h)
- La location / réparation, toutes marques

Il y a équipements et équipements.
Si vous voulez viser plus haut et plus juste,
il y a LE PONT Equipements :

- un matériel performant pour travailler mieux et plus vite,
- un catalogue de 188 pages pour faire le bon choix,
- des techniciens à votre écoute pour vous conseiller utilement,
- des stages de formation pour bien vous perfectionner.

LE PONT, votre partenaire de progrès.

LEPONT
EQUIPEMENTS

B.P. 11 - Rue Copernic
38670 CHASSE-SUR-RHÔNE

Agences à :
Paris, tél. 46 24 38 64
Lyon, tél. 78 58 49 90
Grenoble, tél. 76 96 67 74



MICAD 91

☞ Au coeur du salon, un espace Recherche et Formation dédié à l'Imagerie.

... un domaine dans lequel s'investit très activement l'association française MICADO.

Dixième édition. Sur les écrans, MICAD 91 s'affiche du Mardi 12 au Vendredi 15 Février 1991, au Parc des Expositions de Paris.

A quatre mois de l'ouverture, MICAD 91 organisé conjointement par l' Association Française MICADO, la WCGA et le BIRP, annonce :

☞ de nouveaux exposants ...

Ils étaient moins de 50 industriels lors du tout premier MICAD. Aujourd'hui, l'exposition représente plus de 200 entreprises. Non seulement, MICAD 91 renoue avec les fidèles mais compte déjà à ce jour 30 nouveaux de plus ... Autant de signes de l'impact du salon et d'un marché en pleine évolution : + 21,7 % en 1989 alors que le marché mondial de la CFAO a lui-même augmenté de 18 % !

☞ Conférences ...

Sous la houlette d'Yvon Gardan (Université de Metz), Président du Comité de Programme, les conférences de MICAD 91 s'orientent résolument vers la présentation des principaux thèmes liés à la CFAO et à l'image de synthèse tant au niveau de la recherche qu'à celui des applications et des nouvelles techniques mises en oeuvre dans les systèmes :

modélisation technologique,
modélisation orientée objet,
systèmes à base de connaissances.

Outre les applications dans le domaine mécanique, quatre sessions seront tout spécialement consacrées à l'architecture et au génie civil.

Du 12 au 15 Février 1991 ... notez MICAD !

à GRENOBLE Rhône-Alpes - France

L'Installation Européenne de Rayonnement Synchrotron construit un anneau de stockage de technologie avancée pour des électrons et/ou positrons de 6 GeV, afin de fournir une source de rayonnement X de haute brillance à partir de 1994. 11 pays européens participent à son financement.

Des équipes internationales de recherche seront alors reçues pour réaliser des expériences dans de nombreux domaines :

- | | | |
|------------------------|---|-----------------------|
| - physique, | - chimie, | - cristallographie, |
| - science de la terre, | - science de la matière et des surfaces | - biologie, médecine. |

La division des Services Techniques est chargée des fonctions de support général : mécanique, vide, alignement, instrumentation électronique, bâtiment & infrastructure.

La Division des Services Techniques recherche actuellement un/une :

**TECHNICIEN SUPERIEUR ^(H/F)
spécialiste en Micro-géodésie**

Veuillez nous communiquer vos noms et adresse, ainsi que la référence du poste, et vous recevrez un "Dossier de Candidature", à nous retourner avant le 15 décembre 1990

ESRF-Responsable du recrutement/Ref. 6523 / BP 220 - F 38043 GRENOBLE CEDEX



**EUROPEAN
SYNCHROTRON
RADIATION
FACILITY**

INFO T.P.
Développement et installation de
Systèmes d'information géographique
recrute

1 ANALYSTE-PROGRAMMEUR UNIX/C

1 ANALYSTE-PROGRAMMEUR MSDOS/BASIC
(évolution vers C)

1 FORMATEUR MSDOS/DATABASE, TOPOGRAPHIE
(formation complém. interne assurée)

Envoyer CV + Lettre + photo
5 Rue Montespan 91024 EVRY CEDEX

APPEL A CONTRIBUTION ET A PARTICIPATION

La Société Internationale de Photogrammétrie et de Télédétection (SIPT) dans le cadre de son groupe de travail IV/3,

et l'Organisation Européenne d'Etudes Photogrammétriques Expérimentales (OEEPE) dans le cadre de sa Commission D,

organisent un atelier sur le thème de :

"La mise à jour des données numériques par les méthodes photogrammétriques"

à Christ Church, Université d'Oxford (Grande-Bretagne)
les 16 et 17 septembre 1991 (accueil le dimanche 15-09)

Cette rencontre précèdera immédiatement le Colloque "SPATIAL DATA 2000" tenu au même lieu les 18 et 19 septembre 1991, ainsi que le Congrès de l'Association Internationale de Cartographie (AIC) s'ouvrant la semaine qui suivra à Bournemouth.

Nous faisons appel aux contributions dans les domaines suivants : systèmes photogrammétriques, images satellitaires et prises de vues aériennes, révision graphique, mise à jour des données, repérages des changements, superposition, qualité et gestion des données...

Pour tous renseignements, participation et contribution, veuillez contacter :

— M. Paul Newby, Ordnance Survey, Romsay Road, GB - Maybush, Southampton S 09 4 D H (Grande-Bretagne). Tél. : 0703-792788.

— M. Chris Thompson, Geonex Story Limited, 92-94 Church Road, GB - Mitcham Surrey CR 4 3TD (Grande-Bretagne). Tél. : 081 640 1971.

REPERTOIRE DES ANNONCEURS - N° 45

| | |
|--|-------------------|
| C.I.I.C. Centre d'Information de l'Industrie Cimentière, (coupon-réponse) * | 2 ^e CV |
| LEICA | 2 |
| NIKON | 6 |
| Bornes et Balises | 33 |
| APEI | 35 |
| SETAM Informatique (coupon-réponse) * | 36 |
| JENOPIK MK 2000 | 40-41 |
| GEOTRONICS (coupon-réponse) * | 44 |
| SOKKISHA | 45 |
| TOPOSAT | 54 |
| PLANICAD (coupon-réponse) * | 74 |
| LART | 77 |
| Le PONT Equipement | 78 |
| SLOM | 3 ^e CV |
| TOPO CENTER | 4 ^e CV |

* NB : Pour conserver intact la revue, vous pouvez envoyer une photocopie des coupons-réponses.