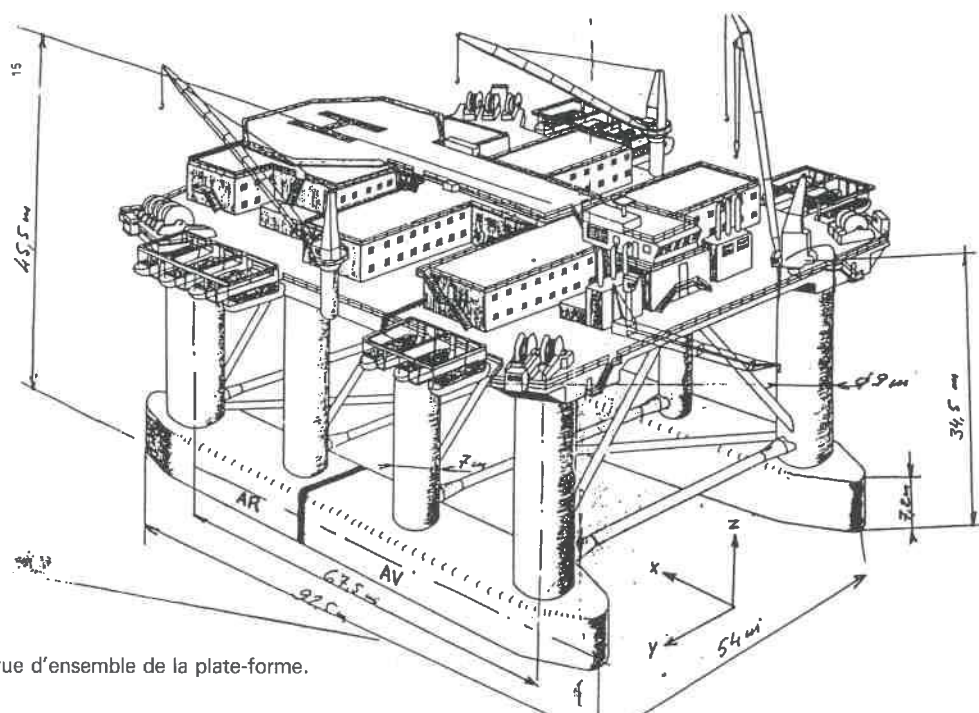


## ... Colloque du Creusot

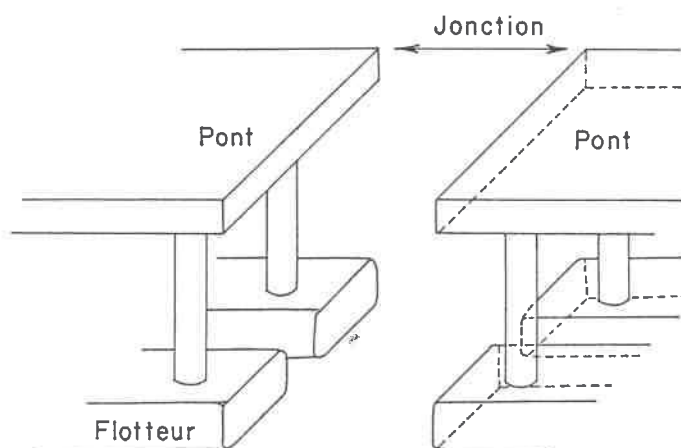
# Photogrammétrie appliquée au contrôle des grandes dimensions

## Contrôle préalable à la jonction des deux parties d'une plate-forme off-shore

par O. LOOK,  
Ingénieur Photogrammètre à la SETP

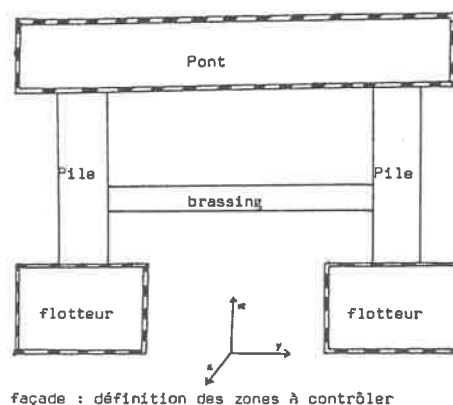


vue d'ensemble de la plate-forme.



Façade avant

Façade arrière



## INTRODUCTION

De nos jours on observe une application de plus en plus large de la photogrammétrie dans les domaines scientifiques et techniques. Les diverses qualités de la photogrammétrie font qu'elle devient une méthode de mesurage universelle, indispensable dans certains cas.

C'est par le contrôle des grandes dimensions que la photogrammétrie s'est faite connaître dans les milieux industriels. Ce mémoire se propose d'étudier une application de ce type menée au sein des Chantiers Navals de Saint-Nazaire. Le but de contrôle dimensionnel était de vérifier la compatibilité géométrique des deux parties d'une plate-forme off-shore construites séparément.

Le dépouillement des clichés, ou restitution, a permis de numériser les deux sections à joindre, et de mettre en évidence avant l'accostage, les écarts entre les deux structures. La rapidité et la souplesse de la prise de vues, la densité élevée des points saisis constituent ici, les principaux avantages de la méthode photogrammétrique.

On peut ainsi distinguer les différentes phases du mesurage :

- préparation de l'objet, prise de vues photogrammétriques,
- stéréopréparation par mesures topographiques,
- restitution,
- traitements numériques, sorties graphiques des résultats.

## PRÉPARATION DE L'OBJET, PRISE DE VUES

En photogrammétrie, l'unité de traitement est le couple stéréoscopique ; il est constitué de deux clichés d'un même objet pris de deux points de vues différents et permettant la vision stéréoscopique.

Les dimensions importantes de la plate-forme et la situation des lieux, ont rendu nécessaire la prise de plusieurs couples stéréoscopiques afin d'assurer la couverture totale de chaque façade.

Dans le but de rattacher ces différents couples au sein d'un même référentiel, un ensemble de cibles de stéréopréparation ont été réparties sur chaque façade (au minimum trois par couple).

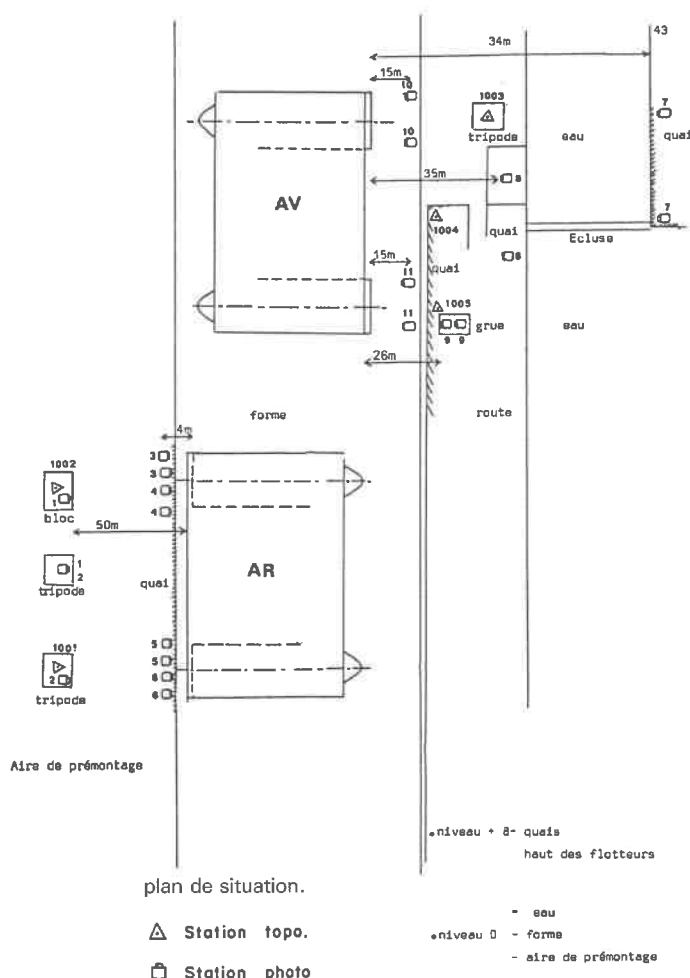
L'extrémité des tôles faisant l'objet du mesurage avait été préalablement maquillée d'un tireté blanc afin de créer des contrastes nécessaires lors de la restitution.

Les prises de vues ont été réalisées avec des chambres photogrammétriques UMK 10/1318 de la firme Zeiss-Jena.

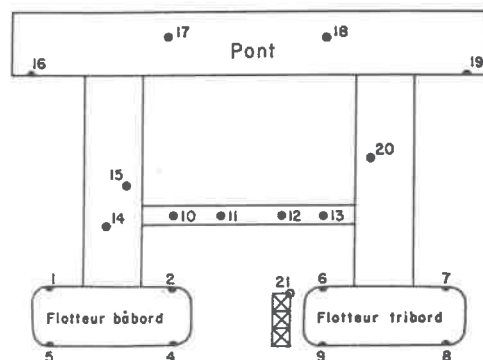
## STÉRÉOPRÉPARATION

Chaque point de stéréopréparation appartenant aux façades a été défini par intersection spatiale à partir d'un canevas de stations topographiques. Il y a un canevas de stations par façade.

Ces deux canevas de base ont été déterminés par des méthodes topométriques conventionnelles : me-



Points de stéréopréparation - AVANT



Points de stéréopréparation - ARRIERE

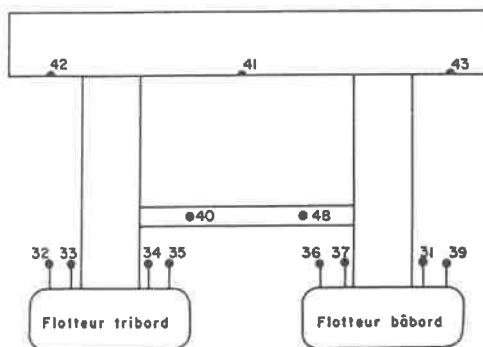


Fig. 5  
Répartition des points de stéréopréparation

surage d'angles et de distances, nivellement trigonométrique ou géométrique.

Chaque station a été matérialisée par une plaque d'autocentrage. Les instruments topographiques employés ont été :

- le théodolite Wild T2,
- le distancemètre électronique Wild DI4L,
- le niveau automatique Zeiss Ni2 avec micromètre.

### Précision du canevas

— Distances : chaque côté des canevas a été mesuré en aller et retour par 12 lectures consécutives. L'emq sur une distance, calculée d'après les différences (aller-retour) est de 1 mm.

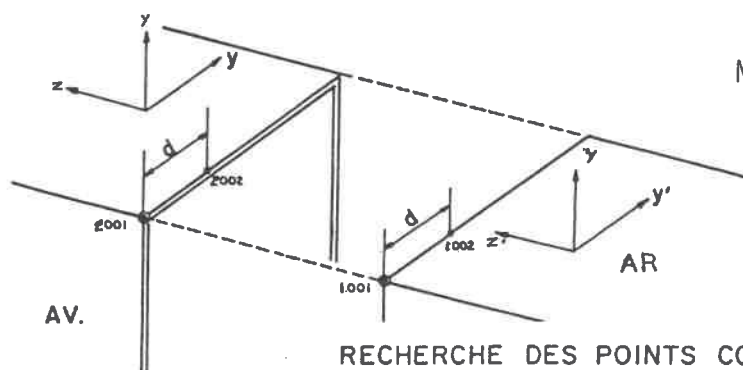
— Mesures angulaires : les observations ont été effectuées par double retournement. Dans une position de la lunette, chaque direction du canevas est définie avec une emq de 0.0002 grade (0,2 mm à 50 mètres). Le triangle (3, 4, 5) a une fermeture de 0.0004 grade.

— Altimétrie : la précision du mesurage est estimée à 1 mm.

### Points de stéréopréparation

Chaque point de stéréopréparation est défini par intersection spatiale à partir de deux ou trois visées. Les coordonnées sont déterminées par ajustement en utilisant la méthode des moindres carrés. Le minimum est ici recherché sur la somme des carrés des écarts existants entre le point calculé et les droites de visées. Un programme, accompagné d'un logiciel de gestion de fichiers (stations, observations, points) a été réalisé sur HP9845.

Les écarts constatés sont en moyenne de 0,5 mm.



NOTA : Le Z restitution est perpendiculaire au plan des façades

### RECHERCHE DES POINTS COURANTS HOMOLOGUES

## RESTITUTION

Le mesurage des clichés s'est effectué sur stéréorestituteur analytique Traster Matra. Ce type d'appareil recrée à partir d'un couple stéréoscopique un modèle virtuel tridimensionnel réduit de l'objet photographié. Un index permet de venir palper un point quelconque de ce modèle et d'enregistrer ces trois coordonnées dans un référentiel préalablement choisi.

Les résidus issus des listages d'orientation, ainsi que les différentes études qui ont été menées (influence du pointé, points de contrôle), indiquent que la précision de la restitution est de l'ordre de 5 mm.

**Plan de restitution :** étant donné le faible nombre de points remarquables correspondants sur les deux façades une méthode particulière a dû être mise au point ; les étapes de la restitution seront alors :

- Partie Avant (numérotée en 2000)
  - points remarquables
  - points courants situés sur les extrémités des tôles selon une équidistance de 1 mètre.

Le problème sera de déterminer sur la partie Arrière les "homologues" de ces points courants Avant (fig. 6).

- Partie Arrière (numérotée en 1000)
  - points remarquables homologues
  - points courants observés de la manière suivante :

• pour chaque tronçon de tôle, on enregistre le point remarquable le plus proche (1000). Ses coordonnées, connues dans les deux systèmes Avant et Arrière permettent de déterminer les paramètres du changement de système de coordonnées.

• Grâce à ces éléments on calcule les coordonnées de tous les points Arrière désirés.

• Par simple introduction des coordonnées, l'index viendra se positionner automatiquement sur le point désiré (programme GO). On observe alors en palpant la tôle au plus proche de la position initiale de l'index (exemple du 1002 déterminé à partir de 2002).

Cette méthode de mise en correspondance n'est qu'approchée, cependant elle n'entraîne aucune erreur notable sur le module du vecteur écart recherché qui est perpendiculaire à la tôle.

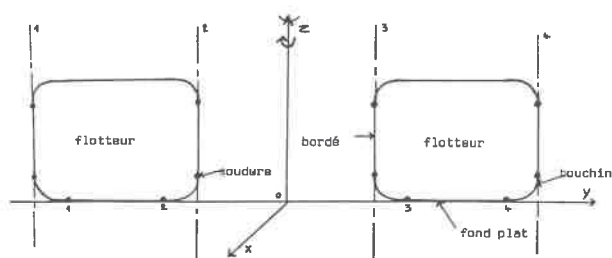
La phase restitution a formé 1 fichier Avant et 1 fichier Arrière de points connus en coordonnées dans des référentiels topographiques indépendants.

## TRAITEMENTS NUMÉRIQUES ET SORTIES GRAPHIQUES DES RÉSULTATS

Afin de pouvoir opérer à des comparaisons directes à partir des fichiers on détermine un référentiel façade. Le mode de "balancement" de celui-ci au sein de chaque façade permet de mieux tenir compte des références adoptées lors de la construction.

— translation de l'axe des Y sur la droite moyenne passant par les quatre soudures entre les fonds plats et les bouchins,

— rotation plane autour de l'axe vertical OZ, puis translation en X pour mettre en coïncidence le plan YZ, avec le plan des flotteurs,



balancement du référentiel.

## CONCLUSION

— translation de l'origine tel que l'axe OZ soit balancé au milieu des quatre bordés verticaux des flotteurs.

Cette définition du référentiel privilégie volontairement l'accostage analytique sur les flotteurs plutôt que sur le pont. Cette préférence est également celle du service contrôle des Chantiers.

D'autre part, un fichier théorique a été digitalisé à partir des plans côtés.

Les listages des écarts existants entre les divers fichiers Avant, Arrière, Théorique, ont été fournis aux Chantiers. Cependant la conception de sorties graphiques est apparue indispensable pour mieux visualiser les écarts et rendre les résultats facilement exploitables.

Un programme permettant de reporter des écarts existants entre points correspondants appartenant à deux fichiers différents, a été réalisé sur HP9845 (le tracé de profil n'est en fait qu'une option).

Le programme est conçu de façon modulaire et évolutive. Il offre une grande souplesse dans le choix des paramètres du tracé.

Les divers documents fournis par la SETP ont permis aux Chantiers d'effectuer certaines modifications avant d'entamer le processus d'assemblage.

- Les surlongueurs ont pu être découpées.
- Certaines portions de tôles ont été déformées.

L'assemblage à flot des deux parties s'est déroulé parfaitement ; un seul accostage a suffi pour permettre aux soudeurs d'effectuer les fixations au niveau des flotteurs.

La durée de ces opérations a ainsi été considérablement réduite. La mise en œuvre du contrôle photogrammétrique a apporté une optimisation certaine dans la programmation des travaux.

Les Chantiers de l'Atlantique sont d'ailleurs conscients que les méthodes traditionnelles de contrôle dimensionnel, par comparaison à un tracé au sol ne sont plus adaptées aux exigences des techniques modernes de CAO et FAO tridimensionnelles. Les résultats satisfaisants enregistrés à l'occasion de cette étude particulière laissent présager une application plus systématique de la photogrammétrie en construction navale.

