

Le Port Autonome de Dunkerque (PAD) est le troisième port français et le cinquième de la Mer du Nord. C'est à la fois un port de transit des marchandises, dont le trafic annuel est de l'ordre de 35 à 40 millions de tonnes et une vaste plate-forme industrielle pour les grandes industries de transformation qui recherchent un accès direct à la mer. Au total, plus de 18 000 personnes travaillent sur le site portuaire.

une solution de gestion des fonds sous-marins (PAD)

Jean-Pierre Grassien – Denis Theisen



Port autonome de Dunkerque

Le port peut accueillir des navires pétroliers jusqu'à 300 000 tonnes de port en lourd à pleine charge au port Ouest, mais aussi les grands minéraliers et les grands porte-conteneurs océaniques. Au port Est situé derrière des écluses, il peut accueillir des navires de 115 000 tonnes à pleine charge.

On compte en moyenne près de 8 000 mouvements de navires chaque année. De plus en plus, les mouvements de marchandises sont gérés en flux tendus avec les entreprises importatrices et exportatrices.

La gestion et la programmation des escales et leur bon déroulement sont donc des facteurs primordiaux. La connaissance précise de la topographie sous marine (passes, rades, bancs ou épaves) est donc indispensable d'abord à la sécurité des navires mais aussi à l'optimisation des mouvements en fonction de la taille des navires, des horaires des marées ou des possibilités d'accueil des ouvrages portuaires (écluses ou quais).

Cette mission d'accueil des navires relève de la compétence du Port Autonome de Dunkerque, l'autorité portuaire locale.

LA NAVIGATION DES GRANDS NAVIRES EN MER DU NORD

La Mer du Nord est peu profonde entre les bancs de sable aux noms évocateurs pour les marins "OUT RUYTINGEN", "DYCK", "BREEDT", "SMAL", "SANDETTIE" des passages balisés permettent aux grands navires de 22 m de tirant d'eau et jusqu'à 300 000 t de port en lourd d'arriver jusqu'à Dunkerque. La Manche et la Mer du Nord, fréquentées chaque jour par environ 400 navires qui passent au large du Cap Gris-Nez, constituent un détroit de 1 000 kilomètres dans lequel le flux et le reflux des marées produisent des courants qui s'inversent plusieurs fois par jour entre des périodes d'étales. La force de ces courants exige une détermination exacte des trajectoires des grands navires.

Par ailleurs, il en résulte un transit sédimentaire qui, en se déposant, "engraisse" le relief par endroit jusqu'à un centimètre par jour ! Les fonds doivent être constam-

ment surveillés aux abords des infrastructures portuaires, d'une part, pour que le pilote embarqué à bord puisse guider la manœuvre en parfaite connaissance des hauts fonds, et d'autre part pour que le Port Autonome procède judicieusement au dragage des chenaux d'accès et à l'entretien des ouvrages à la mer.

Les coûts du risque nautique, des opérations de dragage et du génie civil des digues et jetées nécessitent une qualité des plans de sondage et une optimisation de la logistique du sondage et du dragage.

LA PROBLÉMATIQUE : COMMENT DRESSER UNE CARTE SOUS-MARINE ?

Deux vedettes de sondage équipées d'un GPS différentiel et d'un sondeur ou transducteur à 33 kHz parcourent des zones prédéfinies, suivant une trajectoire calculée, en fonction de la variabilité du fond constatée par l'historique des sondages.

Elles en relèvent une série de points qui sont espacés de quelques mètres dans le sens de l'avancement de la vedette et d'environ 50 m entre des profils réguliers.

La hauteur de la marée est enregistrée simultanément et corrigée de la distance à l'origine du marégraphe par une formule complexe dite du SHOM (Service Hydrographique de la Marine) qui tient compte de la déformation de la surface de l'eau en fonction du temps et de l'espace.

Les profondeurs mesurées sont corrigées chronologiquement de la hauteur de marée pour être recalées à l'origine du zéro altimétrique. Cette correction marégraphique disparaîtra dans l'avenir quand le Z du GPS (RTK) deviendra centimétrique, à la condition d'harmoniser les systèmes géodésiques.

Les sondes ainsi unifiées sont ensuite traitées par le logiciel SPANS-GIS de PCI Geomatics qui établit une interpolation multidimensionnelle et une classification des sondes, entre lesquelles une sectorisation des limites de classe permet d'obtenir la courbe de niveau du fond, encore appelée "isobathe".

SPANS-GIS a été complété de quelques modules pour constituer le module de Bathymétrie intégré baptisé "ULYSSE" qui comprend : un outil de calcul de la marée permettant d'effectuer des corrections sur le fichier de sondage et de préparer ainsi les données en vue de leur migration dans une base de données après filtrage, un utilitaire de filtrage pour supprimer les points erronés du fichier de sondage brut. La méthode employée est statistique mais elle permet à l'utilisateur d'intégrer des critères particuliers tels que la classification spatiale des points, le nombre de points dans une classe-surface, les fluctuations, etc.

Sur la carte qui en résulte, sont précisées des mentions particulières appelées "min-max" qui permettent d'apprécier les points hauts et bas qui s'écartent de l'interpolation linéaire classique, telle que l'équidistance des courbes pourrait le laisser supposer. Elle est enrichie ensuite des éléments graphiques décrivant l'infrastructure (quais et ouvrages à la mer), du mobilier marin (bouées, duc d'Albe, etc.) et des indications nautiques (amers et alignements caractéristiques) maintenus dans le SIG général du Port Autonome, sous le logiciel GEODIS.

Elle est ensuite livrée aux pilotes et à la Capitainerie du port qui ont la maîtrise des mouvements. La vérification des ouvrages à la mer exige des sondages beaucoup plus denses et une étude comparative à leur état initial, pour détecter les affouillements, déformations et ruptures. Ces informations, représentées en 2 et 3 dimensions, permettront prochainement de déterminer les taux de charge admissibles par quai et viendront enrichir le plan de gestion de la maintenance des ouvrages.

COMMENT MAINTENIR LES PROFONDEURS OU LA LOGISTIQUE DU DRAGAGE ?

La logistique du dragage nécessite pour être comparée, d'extraire de la base de données générale des plans de sondage, établis à différentes époques, dans un secteur donné.

Cette comparaison se fait sur un plan que SPANS-GIS est capable d'élaborer en faisant la carte différen-

tielle de deux plans. Plusieurs cartes différentielles peuvent ainsi être rapportées à plusieurs "cartes de temps" qui sont en fait les différences entre les dates de sondages géolocalisées !

Le résultat produit au moins un taux géolocalisé de sédimentation ou de régression du fond entre deux cartes au mieux des cartes par coefficients de la courbe du énième degré d'évolution de chaque point du fond, la constante de ces équations étant la valeur initiale du fond. Si la qualité des mesures était meilleure, on pourrait ainsi modéliser la mouvance des fonds. Hélas leur faible densité ne permet pas encore de vérifier ce modèle, mais l'acquisition prochaine d'un sondeur multifaisceaux va considérablement densifier les mesures et rendre possible la modélisation par SPANS-GIS.

L'évaluation des points à draguer (et des trous à reboucher !) selon la méthode de remblai-déblai, classique en terrassement terrestre, mais originale en dragage, est considérablement affinée grâce aux possibilités de SPANS-GIS. Car il est tout à la fois capable, de calculer le volume d'une pyramide à 1/10 000 de précision, de gérer des gabarits de dragages complexes et d'en calculer les différentielles, et même d'intégrer une carte de coefficients de foisonnement géolocalisés obtenue par l'analyse des volumes effectivement dragués, eux mêmes géolocalisés.

Sans SPANS-GIS qui n'était apprécié au début du projet que comme un outil de géomarketing, les développements en programmation classique auraient été prohibitifs, malgré les compétences mathématiques et géographiques de NMS.

SPANS-GIS permet d'ailleurs d'envisager sereinement l'acquisition et le dépouillement d'un million de mesures par jour avec un sondeur multifaisceaux.

SPANS-GIS ET LES MESURES D'ENVIRONNEMENT AU PORT AUTONOME DE DUNKERQUE

Dans ses missions régaliennes, le Port Autonome de Dunkerque gère et aménage une zone industrielle de plus de 7 500 hectares composée d'infrastructures routières, de canaux, de voies ferrées et de fossés de drainage appelés ici "wateringues" inventés au XVI^e siècle par le moine Cobergher et dont tous les mystères hydrologiques n'ont pas été élucidés.

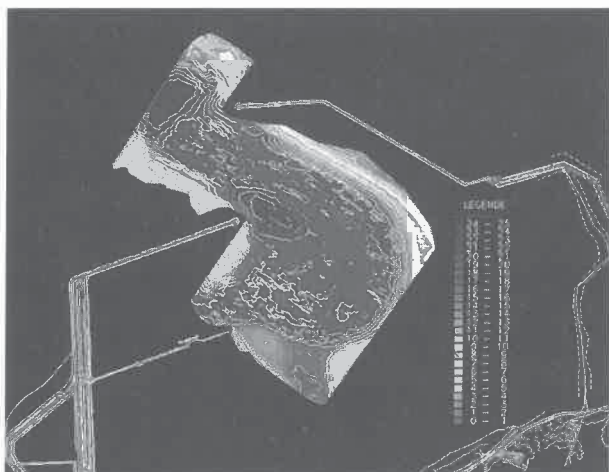
Cette zone est en fait un vaste polder, sous le niveau moyen de la mer, dans lequel de nombreuses usines sont implantées.

Les industries chimiques et les quais de manutention des pondéreux sont des installations classées qui doivent être surveillées, sous l'angle de l'équilibre écologique et le respect de la réglementation environnementale.

Là encore, les fonctions de SPANS-GIS et de SPANSMAP sont d'une grande utilité. Elles permettent d'établir des cartes de mesures (taux de poussière dans l'atmosphère, niveau des nappes phréatiques, salinité des bassins et des canaux, etc) dont les interpolations complexes mettent en évidence la corrélation avec d'autres phénomènes météorologiques ou logistiques qui facilitent la discussion avec les entreprises et les institutions.

LE FOND DE LA MER, L'AIR ET L'EAU, MAIS AUSSI L'AMÉNAGEMENT

Son immense potentiel fera du Port de Dunkerque un grand port du XXI^e siècle sur le range de la Mer du Nord, avec ses 3 500 hectares de réserve foncière viabilisés dont la facilité d'accès maritime, ferroviaire, routière et fluviale éveille la demande d'implantation d'activités industrielles lourdes, de maillons de chaînes multimodales de transport, de stockage à valeur ajoutée et de produits sensibles.



Exemple d'un plan de sondage du Port de Dunkerque

Cette vocation d'aménageur de site industriel et maritime nécessite dès aujourd'hui des moyens de gestion et d'étude à la hauteur de ses ambitions.

Son système d'information géographique créé avec le logiciel GEODIS engrange, déjà depuis 1992, tout ce qui peut décrire son domaine, ses réseaux, ses routes, ses ouvrages, ses projets.

Dans ce domaine aussi, SPANS-GIS et SPANSMAP seront bien utiles, lorsqu'il s'agira d'établir de véritables équations des contraintes d'un projet d'implantation qui sont nombreuses (surface disponible, longueur de façade, accès, capacité des réseaux, périmètres de sécurité, etc.).

"Ce qui est passionnant dans un port, c'est que l'horizon est vaste", "Ici l'imagination est constamment excitée par le désir de découvrir des solutions efficaces, quelquefois inattendues et toujours objectives. C'est tout ce qui fait le charme de la géographie assistée et de la puissance de traitement de SPANS-GIS et de GEODIS."

Jean-Pierre Grassien
Chef de projet informatique des Systèmes Logistiques
portuaires et géographique informatisés
Port Autonome de Dunkerque
e-mail : jpgrassien@portdedunkerque.fr

Denis Theisen
Network Management Solutions (NMS)
e-mail : d.theisen@nmg.fr

LE SYSTÈME

➤ **Matériel** : Serveur RISC SYSTEM 6000/G40 sous AIX ; Stations de travail RISC SYSTEM 6000/25T et 6000/370 sous AIX ; PC ; Traceur électrostatique et jet d'encre.

➤ **Logiciels** : Serveur Unix Spans GIS de PCI Geomatics – 5 Shenley Pavilions, Chalkdell Dr, Milton Keynes, Bucks, MK5 6LB United Kingdom (contact : Clark Lawlor – tél. + 44 1908 523300 – fax +44 1908521511) ; distribué en France par Network Management Solutions (NMS) 54 Cours Lafayette 69003 Lyon (contact : Denis Theisen – tél. + 33 (0) 4 72 84 76 30 – fax + 33 (0) 4 72 84 76 39) ; Station de travail UNIX Spans par connexion sur le serveur ; Station PC SpansMap. Geodis est un produit de Geomax commercialisé en France par NMS.

BULLETIN D'ADHÉSION

à retourner à l'AFT - 136b rue de Grenelle - 75007 SP Paris (France)

Mr ☐ Mme ☐ Mlle ☐ ou raison sociale ☐ _____

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal : _____ Ville : _____

Profession : _____ Secteur d'activité : _____

TARIFS ANNUELS

La cotisation est indissociable de l'abonnement à la revue trimestrielle XYZ.

Un droit d'inscription (entre parenthèses) est perçu à l'adhésion.

- Ingénieur , Géomètre-Expert, Indépendant, Cadre, Personne morale : **435** Frs (+ 50 Frs)
- Technicien, Agent de maîtrise, Retraité cadre et ingénieur, Enseignant : **275** Frs (+ 30 Frs)
- Etudiant, Stagiaire, SN, Retraité technicien et agent de maîtrise : **190** Frs (+ 10 Frs)