CAMPAGNE NIXO 46 : ETUDE DETAILLEE DE DEUX SITES DE RAMASSAGE DE NODULES POLYMETALLIQUES

M. VOISSET*

* Département DERO/GM, IFREMER CENTRE DE BREST, BP 70, 29263 PLOUZANE.

EQUIPE SCIENTIFIQUE EMBARQUEE

J.F. BOURILLET, P. COCHONAT, R. LE SUAVE, G. OLLIER, M. VOISSET (chercheurs IFREMER), E. LE DREZEN (assistante d'ingénieur IFREMER), J. GUILLAUME, Ph. SAGET (techniciens IFREMER), J.P. REGNAULT (électronicien IFREMER), J. KERDONCUFF (ingénieur IFREMER), Y. MOREL (chercheur GEMONOD), F. MAUVIEL (ingénieur GEMONOD), J.M CHAUTRU (Ecole des Mines, Paris).

- ESCALE TECHNIQUE AUX MARQUISES LE 25.04.1986
- MOUILLAGE DE LA BOUEE DE HOULE ET DES COURANTOMETRES du 28.04.86 au 29.04.86
- TRAVAUX SUR ZONE NIXO 45 du 29.04.86 (04H00) au 03.05.86 (04H00)
- TRAVAUX SUR ZONE GOUTTIERE du 03.05.86 (04H00) au 11.05.86 11H50
- ARRIVEE SAN DIEGO le 02.05.1986 à 09H00

GENERALITES

La mission NIXO 46 s'est déroulée du 25 avril au 20 mai 1986.

1. Mouillage d'une bouée de surface (mesures océanométéorologiques et d'une ligne de courantomètres ; mouillage de grandes longueurs (5000 m environ) ont nécessité environ 24 heures de travaux, y compris la récupération de la bouée de surface.

2. Travaux sur la zone "NIXO 45", levés SAR sur un site déjà bien étudié et servant de zone de calibration au sonar latéral : 3,5 jours.

3. Travaux sur la zone "Gouttière". Ce site a été sélectionné pour ses fortes concentrations en nodules et pour sa morphologie où alternent collines et vallées (paysages typiques de collines abyssales) : 9 jours.

Les temps passés en transit (grands transits) ont été de 15 jours 16 heures.

Remarques :

Les mouillages océanométéorologiques réalisés pour le compte de GEMONOD par le département "Instrumentation/Equipement" de la Sous-Direction de l'Ingénierie et de la Technologie de l'IFREMER/Centre de Brest ne sont pas inclus dans ce rapport.

Les conditions océanométéorologiques ont été satisfaisantes jusqu'à la fin des travaux sur la zone NIXO 45 ; la fin de la mission a subi des retards et des empêchements en raison du mauvais temps pendant toute la période sur la zone Gouttière. Le SAR a subi des dégâts (au niveau du poids dépresseur), imputables au pilonnement (2.5 à 3 m de creux). L'Epaulard n'a pu être mis en place et l'état de la mer rendait sa récupération dangereuse pour l'équipage.

OBJECTIFS GENERAUX :

La campagne NIXO 46 est le premier volet d'une étude entreprise par le Département DERO/GM de

l'IFREMER et comportant deux parties.

Les objectifs tendent à couvrir deux préoccupations :

1) répondre aux demandes de GEMONOD (chargé du système de ramassage) concernant les caractéristiques (morphologies de détail, répartition des nodules, mécanique des sols) des futurs chantiers miniers ;

2) Compréhension des phénomènes régissant la présence et la répartition des nodules, études géologiques et géophysiques.

Objectifs précis de la campagne NIXO 46 :

Les objectifs généraux suscités nécessitent des moyens variés pour être réalisés. La campagne NIXO 46 a pour but de dresser une carte géologique de deux cibles (NIXO 45 et Gouttière).

- carte bathymétrique détaillée
- carte géomorphologique
- carte des formations de surface
- carte des isobathes de chaque formation sédimentaire
- étude lithologique stratigraphique des sédiments de surface
- étude géotechnique de la couche superficielle (environ 1 m) qui sera affectée par les engins de ramassage.

ZONE NIXO 45 : une zone test

Aux études précédentes, manquait un levé précis de la morphologie et de la stratigraphie. Le SAR est l'outil adapté.

Le SAR (sonar latéral et sondeur de sédiment) a été développé à l'origine pour répondre aux préoccupations des ramasseurs, afin de cartographier les obstructions aux engins de collectes des nodules.

L'exploitation des données du sonar latéral nécessite une calibration au moyen de photographies et de prélèvements ainsi qu'une bonne connaissance de la bathymétrie.

Les missions NIXO 40-42-45 avaient fourni une excellente base de données. Il a été possible de cibler des escarpements et des affleurements repérés sur les photos Epaulard ou Raie.

Les résultats obtenus ont permis de visualiser les objets de la morphologie déjà connue et d'apprécier leur extension dans le plan, ou de choses spectaculaires sur cette zone qui ne soient déjà connues (affleurement de basalte par exemple).

Le sondeur de sédiment du SAR a donné des résultats spectaculaires sur les épaisseurs et la répartition des formations sédimentaires.

ZONE NIXO 45

PRESENTATION DU LEVE :

Les 4 jours de travaux sur cette zone ont permis de réaliser :

- 200 km d'acquisition Seabeam ; après rejeu de la navigation, 3 coupures au 1/20 000e ont été montées. A certains endroits, les limites de précision du Seabeam ont été atteintes malgré un bon positionnement (GPS) et une vitesse réduite d'acquisition (2,5 à 6 noeuds).

- 110 km de profils sonar latéral, soit une couverture d'environ 165 km^2. La qualité moyenne du positionnement du poisson est principalement due au manque d'informations (distance oblique navire-poisson, cap poisson, immersion poisson) et la mauvaise calibration de certains capteurs (cap, immersion). Il avait été décidé de ne pas utiliser de navigation acoustique sur cette zone. Une base courte, alliée au GPS serait un outil performant.

- 110 km de profils sondeur 3,5 KHz d'excellente qualité avec toutefois les mêmes problèmes de positionnement que le sonar.

Ces informations ont permis de carter un certain nombre d'objets géologiques ou morphologiques.

OBJETS REPERABLES

Sur cette zone, le sonar latéral restitue mieux la morphologie que la lithologie.
Les falaises, certaines pentes fortes (non perpendiculaires aux profils), les traces de dragages et du passage du Raie sont bien identifiables.
C'est ainsi que les formations lithologiques peuvent être repérées lorsqu'elles sont associées à un accident morphologique (falaises, glissements, blocs,...).
A l'inverse, des limites connues entre boues argileuses et unité cyclique ne sont pas toujours visibles ; le dépôt d'une couche superficielle récente pourrait expliquer l'absence des contacts puisqu'elle le recouvrirait d'un voile.

ZONE GOUTTIERE

La zone Gouttière est caractérisée par les principales unités morphologiques suivantes :

- une dépression nord-sud (profondeur 200 m, largeur 3 km) à flancs abrupts, localisée dans la partie occidentale. Cette dépression, ouverte au nord, se ferme au sud par un ensemble de pente douce ;
- un secteur plateau, s'étendant sur une dizaine de kilomètres d'ouest en est et affecté de faibles ondulations ;
- un ensemble de collines abyssales et d'axes dépressionnaires dans la moitié orientale. Ce dernier ensemble est d'ailleurs plus particulièrement représentatif de la morphologie de la région.

Le levé SAR comportant 6 profils pratiquement jointifs, couvre de façon significative ces unités morphologiques.

LES DONNEES 3,5 KHz

On retrouve ici les 3 unités acoustiques classiques reposant sur un socle océanique à topographie bien différenciée :

- unité transparente de surface, (partie supérieure de la formation de Clipperton), mais qui, à la différence de la zone NIXO 45, a ici une épaisseur moyenne de 20 à 30 m au lieu de 60 m ; certaines conditions locales peuvent toutefois amener à une épaisseur de 60 à 80 m ou la disparition pure et simple à la faveur de biseaux stratigraphiques.

- série cyclique (partie inférieure de la formation de Clipperton), d'épaisseur relativement constante, elle apparaît comme le siège possible de paquets glissés interstratifiés. Ces phénomènes sont le plus souvent associés au bas de pente. Cette série cyclique explique la plupart des falaises de la zone.
- série des Marquises : cette unité de base, parfois difficilement discernable, est susceptible de disparaître totalement à la faveur de véritables échancrures dans la couverture sédimentaire, toujours en relation avec des hauts de socle situés préférentiellement dans le secteur plateau.

Les données 3,5 Khz disponibles sur la dépression montrent une importante dynamique sédimentaire : mouvements gravitaires affectant une grande partie de la couverture sédimentaire (confirmée par les données sonar) et surépaississement de l'unité transparente de part et d'autre du chenal central.
En de nombreux points des coupes 3,5 KHz, on note les résultats d'une possible tectonique verticale, ayant pu survenir à diverses époques de l'histoire géologique de la région ; ces éléments doivent faire l'objet d'études de détail et d'une cartographie de synthèse.

Commentaire :

Un certain nombre d'éléments morphologiques et géologiques ont été identifiés à partir des images sonar latéral et des profils sondeur de sédiment 3,5 KHz levés sur la

zone Gouttière. Ces éléments ont été reportés sur une carte de navigation de l'engin SAR au 1/20 000e.

Les traits morphologiques reportés sont essentiellement les dépressions circulaires ou des falaises plus ou moins importantes. Les dépressions circulaires ont en moyenne quelques centaines de mètres de diamètre (200 à 300 mètres) et une profondeur de l'ordre de 40 à 50 mètres. Sur l'ensemble de la zone, l'orientation des falaises est globalement N-S et leur hauteur peut atteindre une centaine de mètres ; ces falaises s'amortissent parfois jusqu'à disparaître complètement.

Les éléments géologiques qui ont été reportés correspondent aux différents faciès acoustiques, identifiés par le sondeur de sédiment (couches transparentes de surface, série stratifiée intermédiaire et substratum océanique). Ces unités lithologiques affleurent en bandes parallèlement aux falaises citées précédemment. La série transparente apparaît en bandes larges préparées par d'étroites bandes d'unité acoustique intermédiaire, voir de substratum océanique. Cette disposition traduit une structuration locale faite de panneaux effondrés et surélevés; les bandes larges de sédiment de l'unité acoustiquement transparentes correspondent aux limites de ces panneaux (zone de décalage, faille ?).

ENGLISH ABSTRACT :

Two site surveys inside the French mining area have been imaged with the SAR system.

The main results of this cruise are :

1) a good image of the obstacles for the mining-vehicles (density, geometric feature, localization) ;
2) the compilation of the data (bathymetry, sonar, mud penetrator 3,5 KC, photo, etc...) on the site survey for the mining test gives a complete view of the relationship between nodules and their environment.

PUBLICATIONS :

LE SUAVE R. et al. (1987)

Mise en évidence de phénomènes tectoniques récents en domaine intraplaque profond, à l'aide du SAR (Système Acoustique Remorqué). Exemple du Pacifique Nord équatorial.

C.R. Académie des Sciences, t 305, série II, p. 1211-1216.

JANIN M.C. (1988)

Variabilité morphologique des Discoaster : signification biologique et stratigraphique.

C.R. de l'Académie des Sciences, t 305, série II, p. 1581-1588.

JEZEQUEL B. (1987)

Environnement sédimentaire et structural d'une zone intraplaque à volcans sous-marins du Pacifique nord-est équatorial (zone Clarion Clipperton).

Interprétation des profils de sondeur de sédiments et d'images du sonar latéral SAR.

DEA - Université de Bretagne Occidentale.

REY S. (1988)

Environnements sédimentaires et propriétés géotechniques de sédiments marins profonds de deux zones du Pacifique tropical nord-est.

Thèse de Doctorat Génie Géologique et Minier, Institut National Polytechnique de Lorraine.

COCHONAT P. et al. (1987)

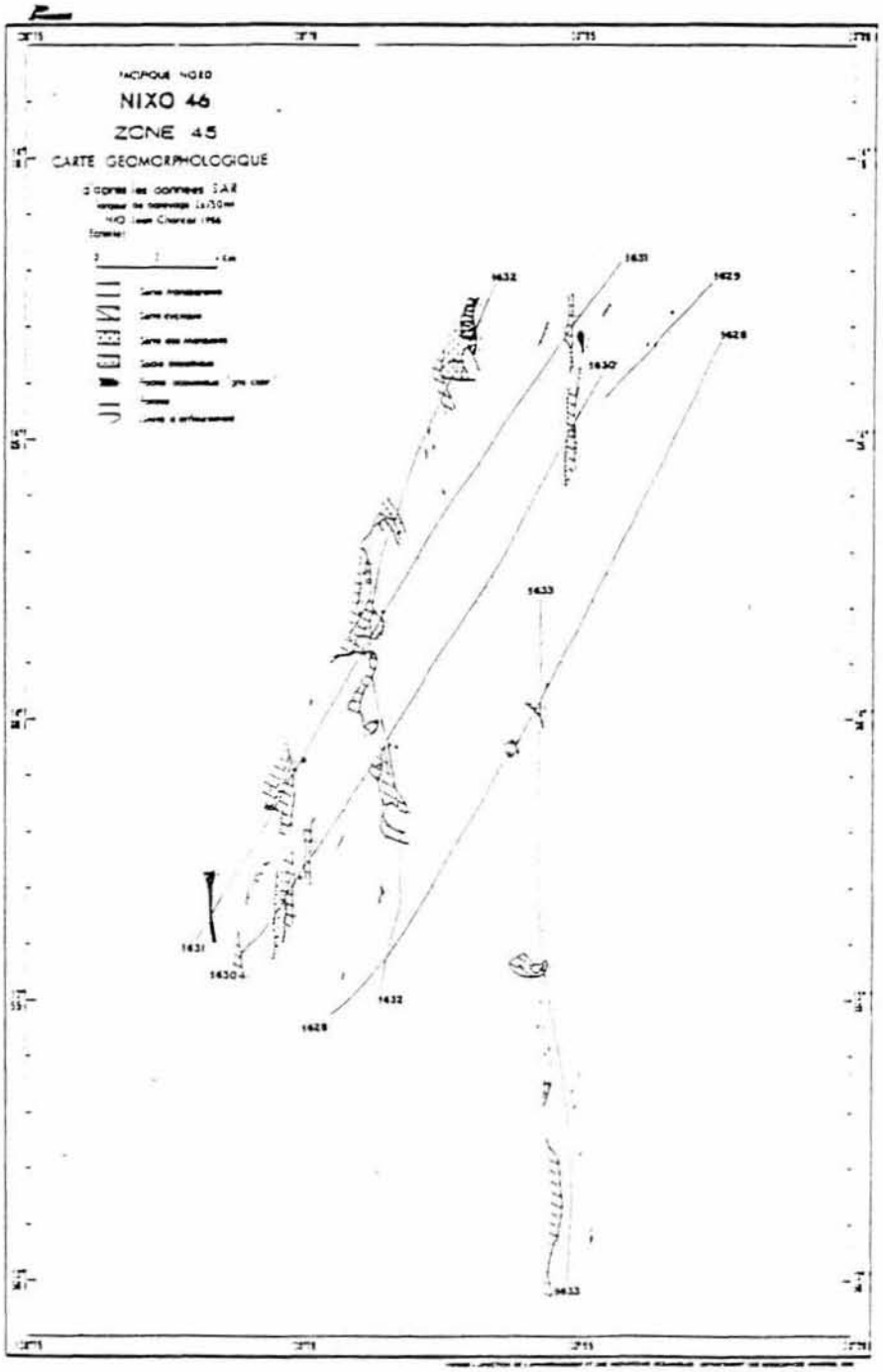
Sédimentation pélagique dans le Pacifique nord-est équatorial : propriétés physiques et faciès sismiques haute résolution (abstract).

Congrès ASF, Paris, nov. 1987.

RENAUD-MORNANT J. (1988)

Meiobenthos from the deep sea sediments of polymetallic nodules formation site in the north-eastern tropical Pacific Ocean (abstract).

Fifth Deep-sea Biology symposium, Brest, juin 1988.


PACIFIQUE NORD
NIXO 46
ZONE 45
CARTE GEOMORPHOLOGIQUE