

### 3. Brésil

## Inversion de la direction de la houle dominante au cours des 5 000 dernières années, dans la région de l'embouchure du Rio Doce (Brésil), en liaison avec une modification de la circulation atmosphérique

L. MARTIN<sup>(1)</sup>, J.M. FLEXOR<sup>(1)</sup>, K. SUGUIO<sup>(2)</sup>

#### INTRODUCTION

Au cours des 5 000 dernières années, la partie centrale du littoral brésilien a connu, en moyenne, un abaissement du niveau relatif de la mer de 4 à 5 m. Cet abaissement, associé à la dérive littorale, a entraîné la formation de vastes terrasses sableuses constituées par l'empilement horizontal de nombreux cordons littoraux. A partir d'une étude détaillée de la géométrie de ces derniers, il a été possible de reconstruire la direction de la houle dominante au cours de la même période, pour un secteur du littoral s'étendant de 10°S à 22°S.

#### RECONSTRUCTION DE LA DIRECTION DE LA HOULE DOMINANTE À PARTIR DE LA GÉOMÉTRIE DES CORDONS LITTORAUX

##### *Cas général*

Sur les côtes sableuses en émergence, l'abaissement du niveau relatif de la mer entraîne un apport important de sable de la proche plate-forme vers la plage. Dans le cas où les fronts de houle atteignent obliquement la côte (le plus fréquent), il se forme un courant de dérive qui entraîne un transport latéral des sables de la plage. Le sens de ce transport est fonction du quadrant dans lequel les fronts de houle atteignent la côte. Il est donc évident que la connaissance, pour une période de temps donnée, du sens du transport littoral permettra de connaître le quadrant dans lequel la houle atteignait la côte au cours de cette même période.

Le transport latéral se poursuit jusqu'à ce qu'il soit entravé par un obstacle. Dans ce cas, il se produit une accumulation qui se caractérise par l'empilement horizontal de cordons littoraux.

##### *Directions actuelles des houles sur la partie centrale du littoral brésilien*

Il existe, sur la partie centrale du littoral brésilien, deux directions principales de houles. La première, en provenance du secteur S-SE, est liée à la pénétration

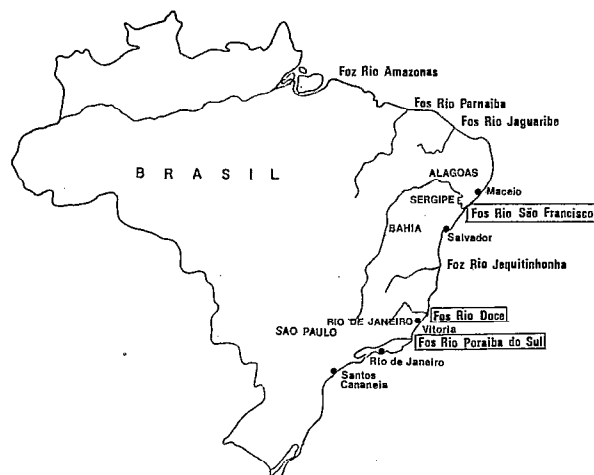


Fig. 1. — Carte de situation.

(1) Antenne ORSTOM, Observatorio Nacional, Rio de Janeiro, Brasil (Programme GEOCIT).

(2) Instituto de Geociencias, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 20899, São Paulo, Brasil.

des masses d'air polaire sur le continent sud américain. Elle est surtout fréquente en automne et en hiver austral et peut faire sentir ses effets jusque vers 10°S. La deuxième en provenance du NE, est liée aux alizés et peut faire sentir ses effets assez loin vers le sud. Il faut cependant noter que la houle de S-SE, beaucoup plus forte que la houle de NE, joue un rôle prépondérant dans le transport littoral des régions où ces deux directions de houle existent alternativement.

*Directions de la houle dominante au cours des 5 000 dernières années sur la partie centrale du littoral brésilien*

Il a été possible de montrer qu'au cours des 5 000 dernières années, le transport littoral avait été en permanence de direction N-S dans la région de la plaine côtière du Rio São Francisco (10°S) et que par conséquent, la houle dominante a toujours été en provenance du N.E. Par contre, dans la plaine côtière du Rio Paraíba do Sul (22°S), le transport littoral a été

la houle dominante a toujours été en provenance du S-SE. Enfin, dans la plaine côtière du Rio Doce (19°S), l'une et l'autre de ces directions ont été alternativement prédominantes. Ainsi, nous avons pu montrer qu'entre 5 100 et 3 900 ans, le transport s'était effectué du nord vers le sud (houle de NE) et qu'après

3 600 ans, le transport s'était effectué du sud vers le nord (houle de S-SE). Tout semble donc se passer comme si pendant la première période, la remontée de la houle de S-SE avait été bloquée dans la région nord de l'état de Rio de Janeiro : ce qui permit à la houle de NE de devenir dominante dans la région de l'embouchure du Rio Doce. Or, l'année 1983 a été caractérisée par un blocage de ce type en relation avec le phénomène « El Niño ». Ainsi, les masses d'air polaire n'ont pas dépassé, en hiver et en automne austral, le nord de l'état de Rio de Janeiro : il en a été de même des houles de S-SE.

SCHÉMA DE LA CIRCULATION ATMOSPHÉRIQUE

Les conditions normales de circulation, en automne et en hiver, sur l'Amérique du Sud sont caractérisées par le passage dans la moyenne et haute atmosphère d'une succession d'ondes méridiennes et, en surface, par celui des systèmes frontaux correspondants. Sur

direction S-SE. Le long de la côte brésilienne, certains de ces systèmes frontaux atteignent la latitude de 10°S. Ils sont un important mécanisme de production de précipitations dans une grande partie du nord et nord-est du Brésil. Par contre, en période de forte activité du phénomène « El Niño », le passage des ondes méridiennes est bloqué par la présence d'un fort et permanent « courant de jet » subtropical. Ce dernier s'étend de la côte est du Pacifique au sud du Brésil en passant par le nord du Chili et de l'Argentine. En période de blocage, les zones frontales restent pendant de longues périodes de temps sur le sud et sud-est du Brésil. Le sud du Brésil reçoit alors des précipitations excessives et le nord reste sec. Par ailleurs, la houle de S-SE ne remonte pas vers le nord, ce qui permet à la houle de NE de devenir dominante.

CONCLUSIONS

L'inversion du sens du transport littoral, et donc de la direction de la houle dominante que nous avons enregistrée dans la plaine côtière du Rio Doce (19°S), peut s'expliquer par l'existence successive de 2 systèmes de circulation atmosphérique. De 5 100 à 3 800 ans B.P., il semble avoir existé un blocage de la remontée des fronts froids équivalent à celui provoqué par le phénomène El Niño. Pour être plus précis, il faut dire que ce type de circulation pouvait exister avant 5 100 ans B.P. mais, avant cette époque, il n'existait pas de cordons littoraux et le phénomène n'a pu être enregistré.

Il faut donc envisager une longue période de temps avec, sinon un « El Niño » permanent, du moins des « El Niño » annuels. Naturellement, tout mécanisme autre que le phénomène « El Niño » qui entraînerait la présence d'eaux chaudes sur les côtes du Pérou, aurait le même effet.

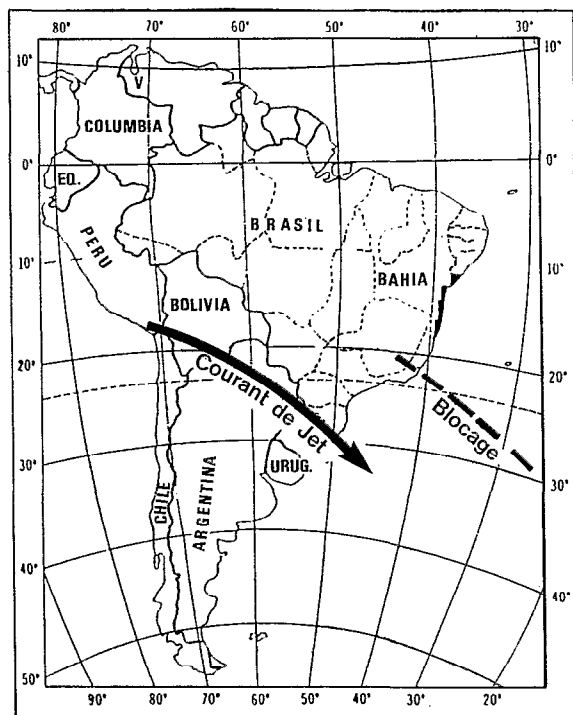


Fig. 2. — Position Nord de la zone de blocage.

A partir de 3 600 ans B.P., le blocage de la circulation méridienne disparaît et la houle de S-SE devient dominante.

Par ailleurs, nous avons vu qu'en période de « El

Niño » (blocage), la pluviosité diminue dans le nord du Brésil. Une disparition partielle de la forêt amazonienne entre 6 000 et 3 700 ans B.P. notée par SOUBIES (1980) semble renforcer notre hypothèse.

## Enregistrement des variations d'énergie du Rio Paraíba do Sul (Brésil) au cours des 5 000 dernières années Implications paléoclimatiques

L. MARTIN <sup>(1)</sup>, K. SUGUIO <sup>(2)</sup>, J.M. FLEXOR <sup>(1)</sup>

### BLOCAGE DU TRANSPORT LITTORAL PAR L'EMBLOUCHURE

Le flux d'un cours d'eau, au moment où il pénètre dans la mer, peut constituer un obstacle capable de bloquer le transport littoral des sables. En effet, en période de haute énergie, le flux d'un cours d'eau fonctionne à la manière d'un épi artificiel construit sur une plage. Dans ce cas, les sables, transportés latéralement par le courant de dérive littorale, vont s'accu-

derive et les sables transportés par le cours d'eau vont se déposer uniquement du côté de l'embouchure située sous le courant de dérive. Généralement, ces 2 types de sables posséderont des caractéristiques différentes permettant de les différencier facilement. En période de faible débit, l'obstacle formé par le flux du cours d'eau disparaît et la dérive littorale provoque la construction d'une langue sableuse qui tend à fermer l'embouchure. Parallèlement, il se produit une érosion partielle du dépôt qui s'était formé lors de la période précédente et qui se trouvait en saillie par rapport à l'alignement normal de la plage. Si la période de faible énergie dure assez de temps, la langue sableuse atteint une largeur lui permettant de résister à la période de forte énergie suivante. Dans ce cas, seule son extrémité peut être détruite et ainsi le barrage provoqué par le flux du cours d'eau se déplace et une nouvelle accumulation commence. Ces déplacements seront marqués par une succession d'échelons, soulignés par des discordances dans les alignements des cordons.

### CAS DU RIO PARAIBA DO SUL

Le Rio Paraíba do Sul, d'une longueur de 950 km, possède un bassin versant de 45 000 km<sup>2</sup>. De part et

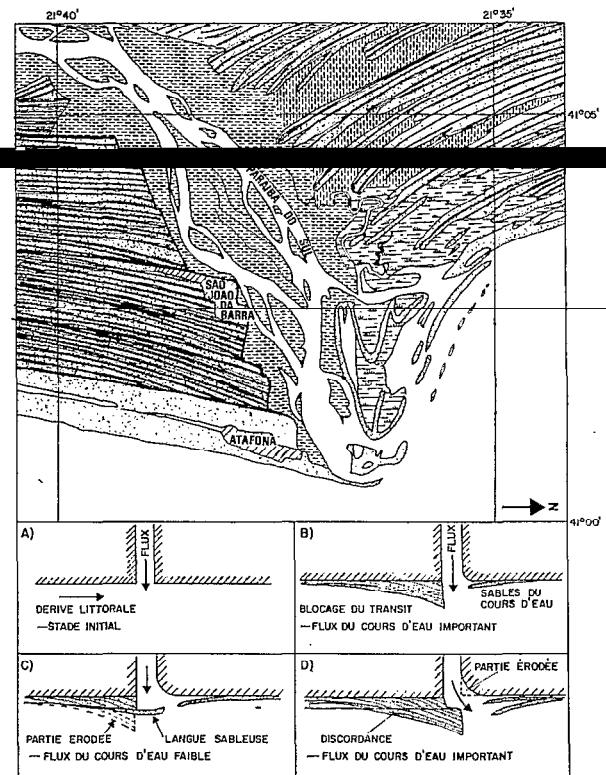


Fig. 1. — Carte de l'embouchure du Rio Paraíba do Sul. A, B, C, D. Schéma du blocage du transport littoral par le flux d'un cours d'eau.

(1) Antenne ORSTOM, Observatorio Nacional, Rio de Janeiro, Brasil (Programme GEOCIT).

(2) Instituto de Geociencias, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 20899, São Paulo, Brasil.