

HYDROGRAPHIE

Jean Jacques PETERS

Une introduction aux techniques
hydrographiques utilisées dans des
projets d'ingénierie fluviale

Mes souhaits

- Faire passer le virus de la science des rivières :
 - Vous sensibiliser à la potamologie
 - Montrer que dans les projets, il y a plus que des équations d'hydraulique et des modèles
 - Une contribution à la préparation à votre vie professionnelle par un transfert de connaissances acquises pendant 44 années de travail aussi bien au niveau scientifique qu'appliqué (commentaires)
 - Vous motivez pour travailler dans le domaine de l'eau, car c'est un domaine d'avenir
- Que vous interveniez pendant les cours avec vos questions

CONTENU

- PARTIE 1 :
 - Morphologie - Topo-bathymétrie
 - Hydrométrie - Limnimétrie
 - Hydrométrie - Courantométrie
 - Sédimentologie - Transport des sédiments
- PARTIE 2 :
 - Exemples d'application :
 - Afrique : Congo (R.D. du Congo)
 - Amériques : Grijalva (Mexique), Ichilo (Bolivie)
 - Europe : Loire (France), Escaut (Belgique - Pays-Bas)

BUT

- Donner un aperçu des techniques actuelles
- Montrer l'évolution rapide des techniques
 - ont changé en peu de temps grâce aux techniques électroniques et l'informatique, sauf pour les mesures de transport de sédiment
 - qui permettent de mieux comprendre les processus hydrauliques, morphologiques et de transport de sédiment grâce aux observations de terrain
 - le besoin d'un retour au terrain de l'ingénieur
- Faire prendre conscience de la nécessité d'approches multidisciplinaires

HYDROGRAPHIE - Définitions

- LAROUSSE :
 - Partie de la géographie physique qui traite des eaux marines ou douces
 - Topographie maritime (ou fluviale) qui a pour objet de lever le plan du fond des mers et des fleuves
- Etude des cours d'eau en vue de projets d'ingénierie : topo-bathymétrie, courants et lignes d'eau, transport des sédiments, déformations du lit, résistance à l'érosion

MORPHOLOGIE (Géométrie)

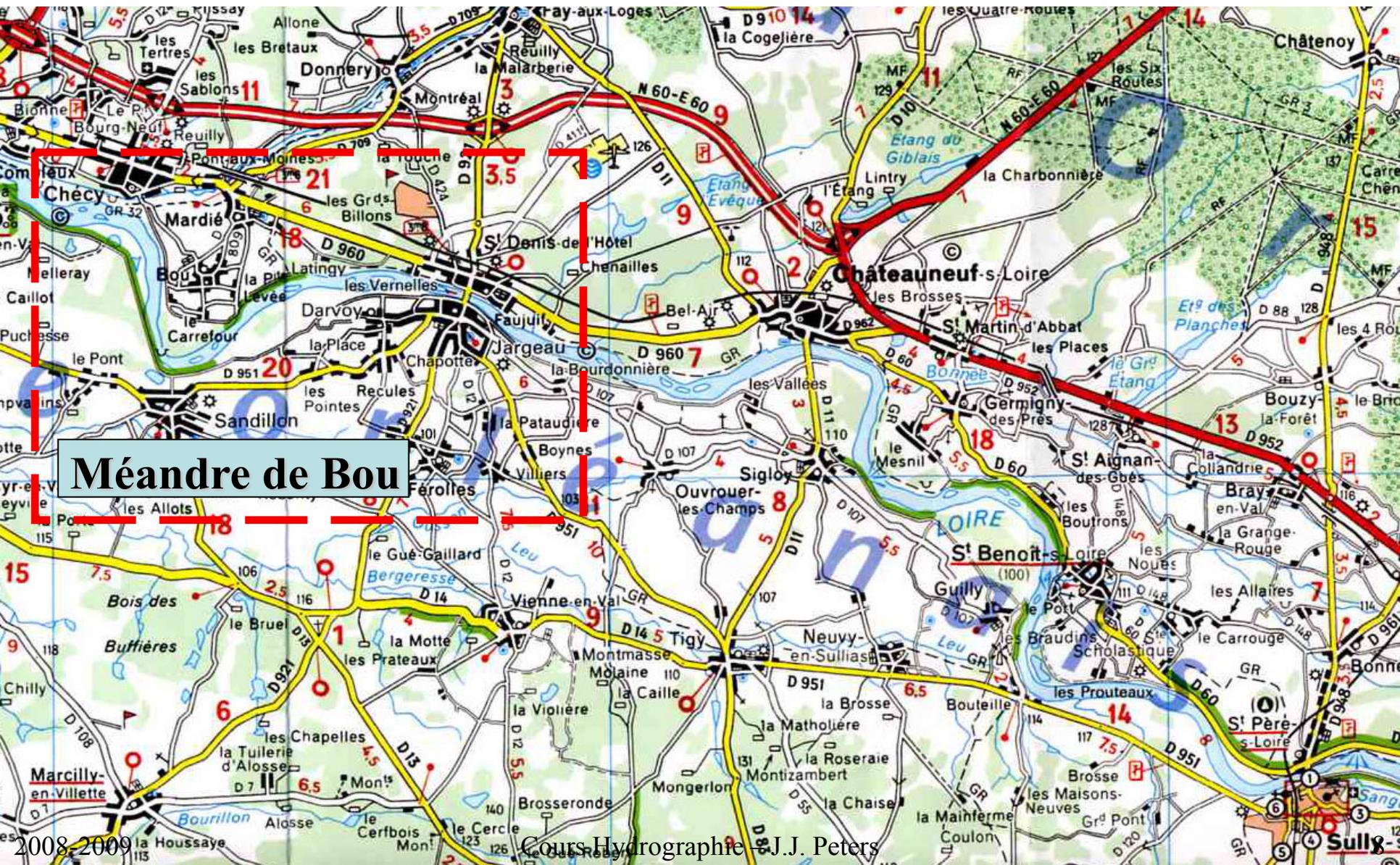
Cartes et autres représentations

- Cartes géographiques (Institut géographique)
- Cartes historiques
- Photographies aériennes
- Levés (topo-)bathymétriques
- Photographies satellitaires
- Cartes géologiques
- Cartes géotechniques

Cartes géographiques

- Grande diversité d'échelles (de 1/1.000.000 à 1/25.000)
- Utile pour examiner la forme générale du cours d'eau et pour se localiser
- Peu ou pas utile pour une analyse fluvio-morphologique

Carte Michelin de la Loire



Méandre de Bou

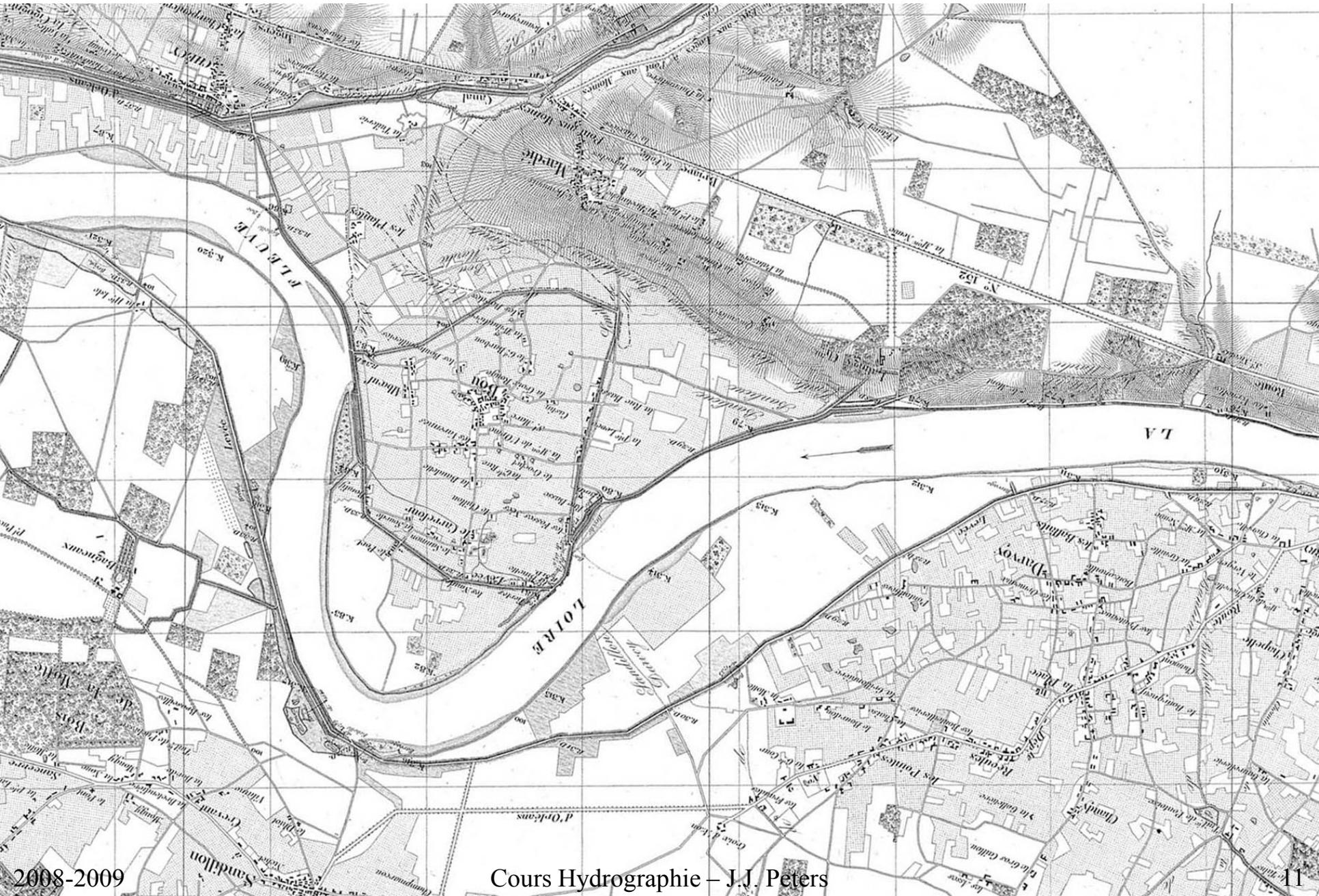
Cartes et autres représentations

- Cartes géographiques (Institut géographique)
- Cartes historiques
- Photographies aériennes
- Levés (topo-)bathymétriques
- Photographies satellitaires
- Cartes géologiques
- Cartes géotechniques

Cartes historiques

- Grand soin du dessin et qualité du détail, surtout pour la partie terrestre
- Faibles facteurs d'échelle (peu de précision)
- Intéressantes pour repérer des endroits caractéristiques, utiles pour pallier le manque de précision et pour localiser des endroits intéressants (comme d'anciennes brèches)

Méandre de Bou - Carte de 1850



Cartes et autres représentations

- Cartes géographiques (Institut géographique)
- Cartes historiques
- Photographies aériennes
- Levés (topo-)bathymétriques
- Photographies satellitaires
- Cartes géologiques
- Cartes géotechniques

Photographies aériennes (orthophotos)

- Existent depuis un demi-siècle
- Echelles généralement de 1/50.000
- Manquent parfois de luminosité
- Parfois réflexions sur la surface de l'eau
- Précision souvent bonne
- Possibilité de faire de la restitution topographique

Méandre de Bou Orthophoto 1963

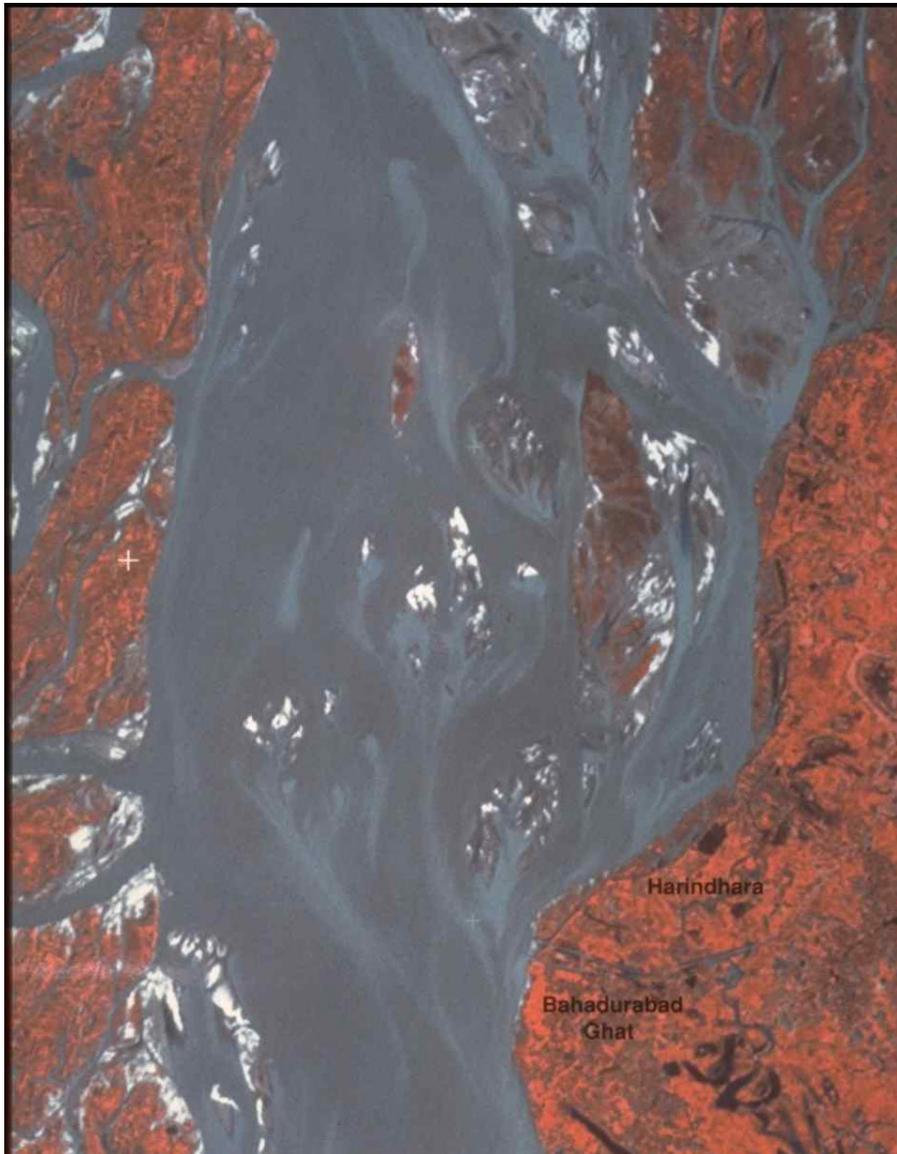


Photographies aériennes (Couleurs)

- Existent depuis une vingtaine d'années
- Echelles généralement de 1/50.000
- Luminosité souvent excellente
- Précision excellente (« géoréférencement »)
- Possibilité de faire de la restitution topographique et de la représentation en perspective
- Permettent de déceler des détails telles les traînées de matières en suspension ou autres

Méandre de Bou Photo aérienne 2002

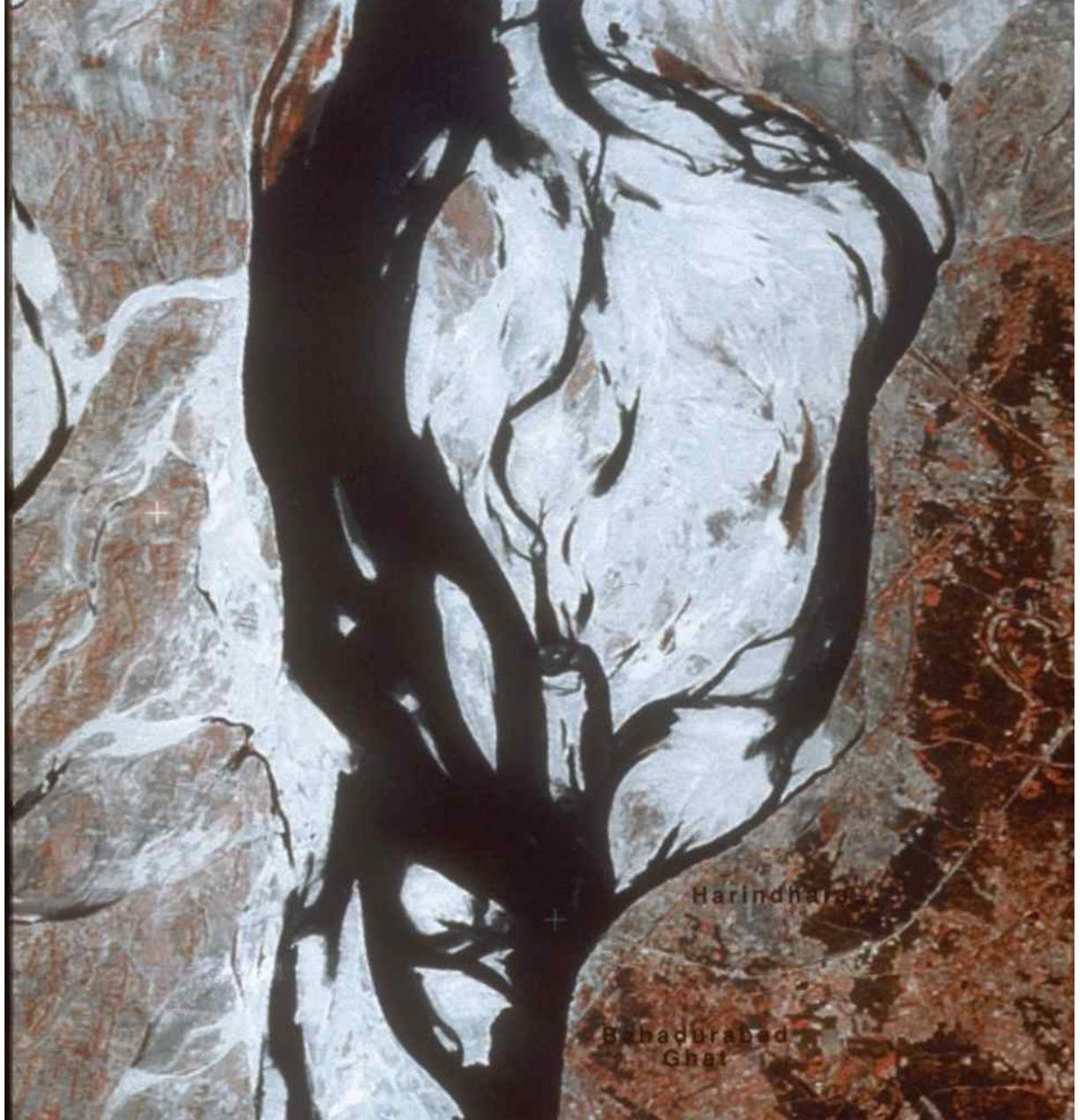




Photographies satellitaires SPOT - Bangladesh - Brahmapoutre
Automne 1991



Printemps 1992



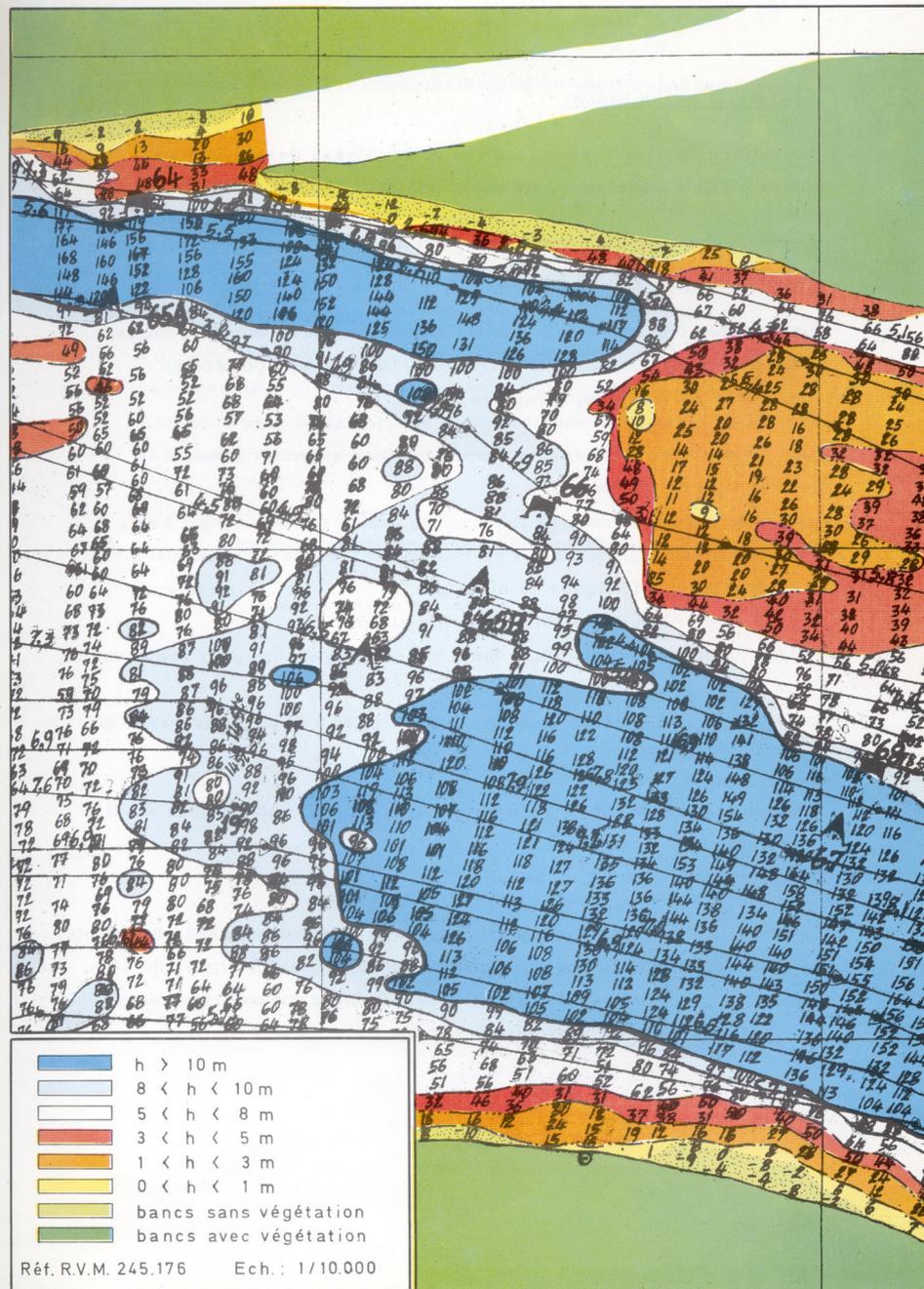
Photographies satellitaires SPOT - Bangladesh - Brahmapoutre 1991

Cartes et autres représentations

- Cartes géographiques (Institut géographique)
- Cartes historiques
- Photographies aériennes
- Levés (topo-)bathymétriques
- Photographies satellitaires
- Cartes géologiques
- Cartes géotechniques

Cartes topo-bathymétriques

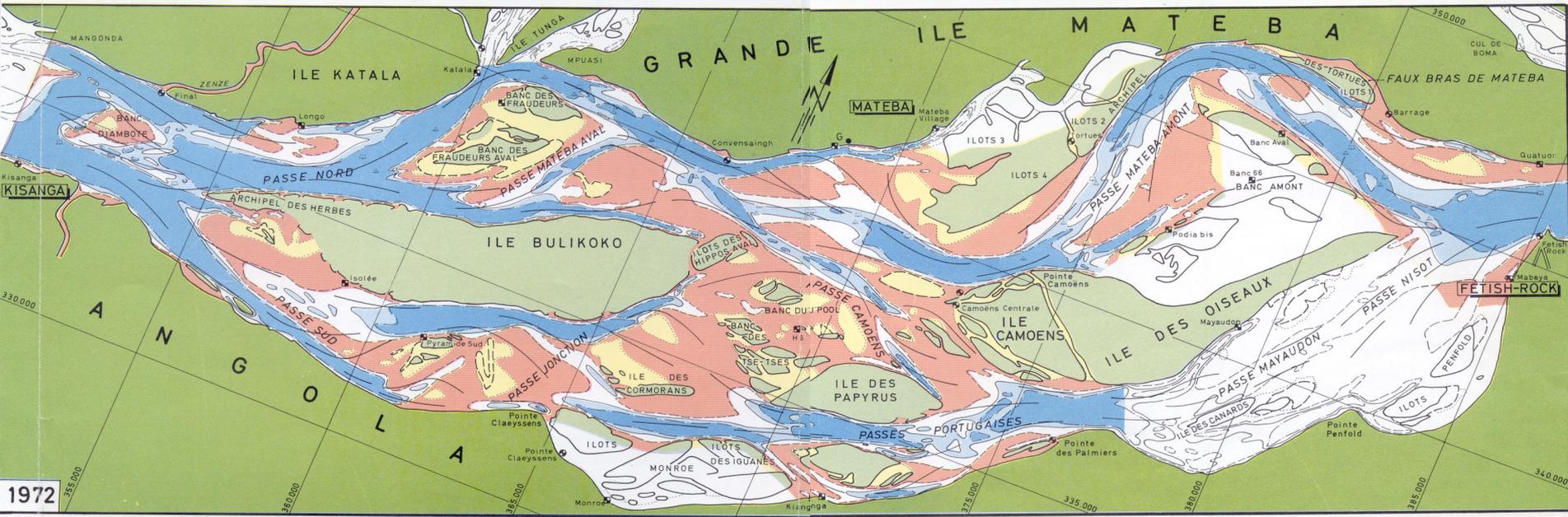
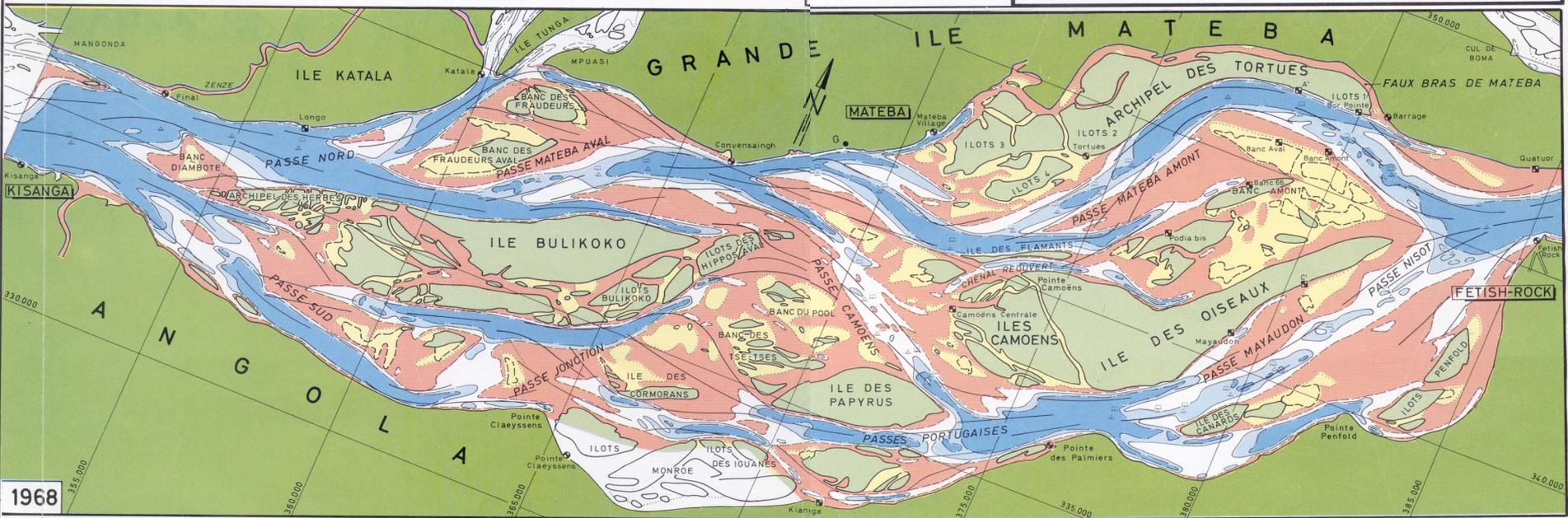
- Levées par méthodes topographiques (à sec) et par sondages (sous eau)
- Représentation des profondeurs réduites (par rapport à un niveau de référence topo- ou hydrographique)
- Les mesures de profondeurs se font par rapport à la ligne d'eau qui est variable; il faut donc « réduire » ces profondeurs par rapport à une ligne de référence fixe : topographique, marine ou ligne des basses eaux

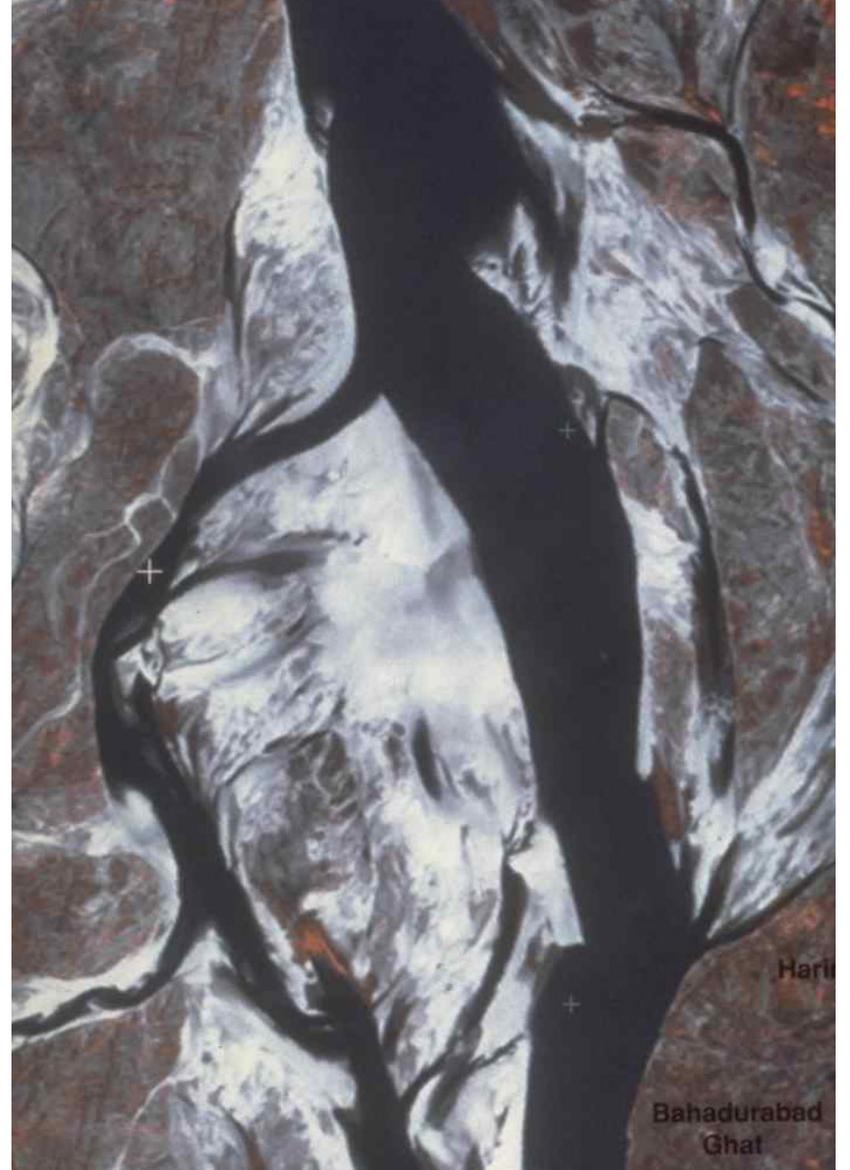


Fleuve CONGO (Zaire)
 Les cartes hydrographiques sont généralement présentées avec les lignes d'égaux profondeurs, sans plus. Mettre en couleur les zones entre lignes isobathes permet de mettre en évidence des formes typiques, dont l'interprétation est fort utile aux analyses fluvio-morphologiques. Dans cette carte, les zones bleues sont navigables, les zones jaunes à orange sont les hauts-fonds. La zone blanche peut être approfondie par dragage.

0 25 5 km

EVOLUTION 1968_1972





Carte (topo-bathymétrie) comparée avec photographie satellite SPOT

Bangladesh - Brahmapoutre 1993

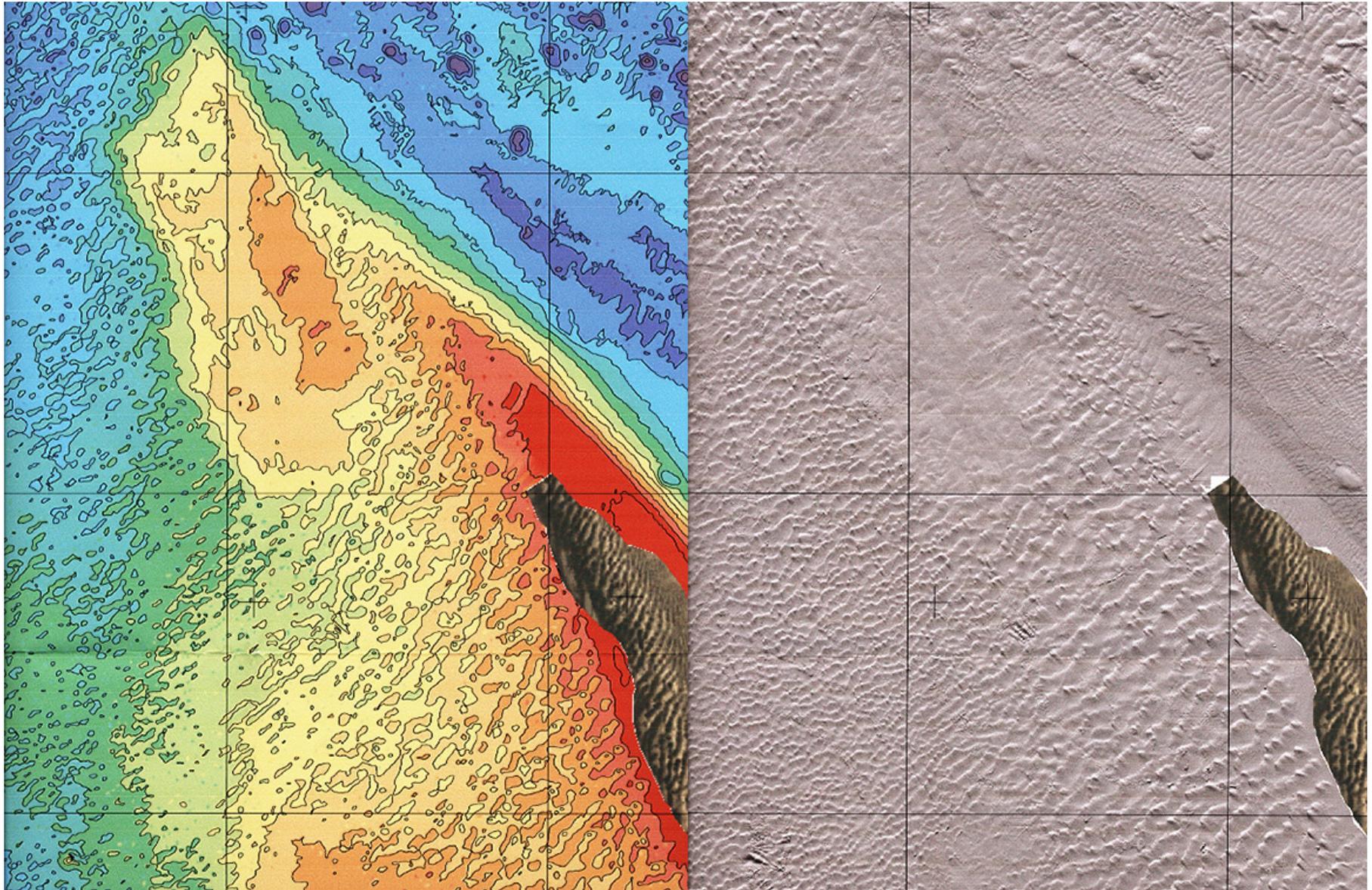
Cartes topo-bathymétriques

- Les techniques ont fort évolué, notamment par l'utilisation des sonars multi-faisceaux, le positionnement DGPS (Differential Global Positioning System) et les techniques de mesure du roulis et du tangage (plate-forme inertielle)
- Les logiciels permettent de révéler des formes par « éclairage » ou en colorant par tranches de profondeurs

Cartes bathymétriques multifaisceaux Estuaire Escaut

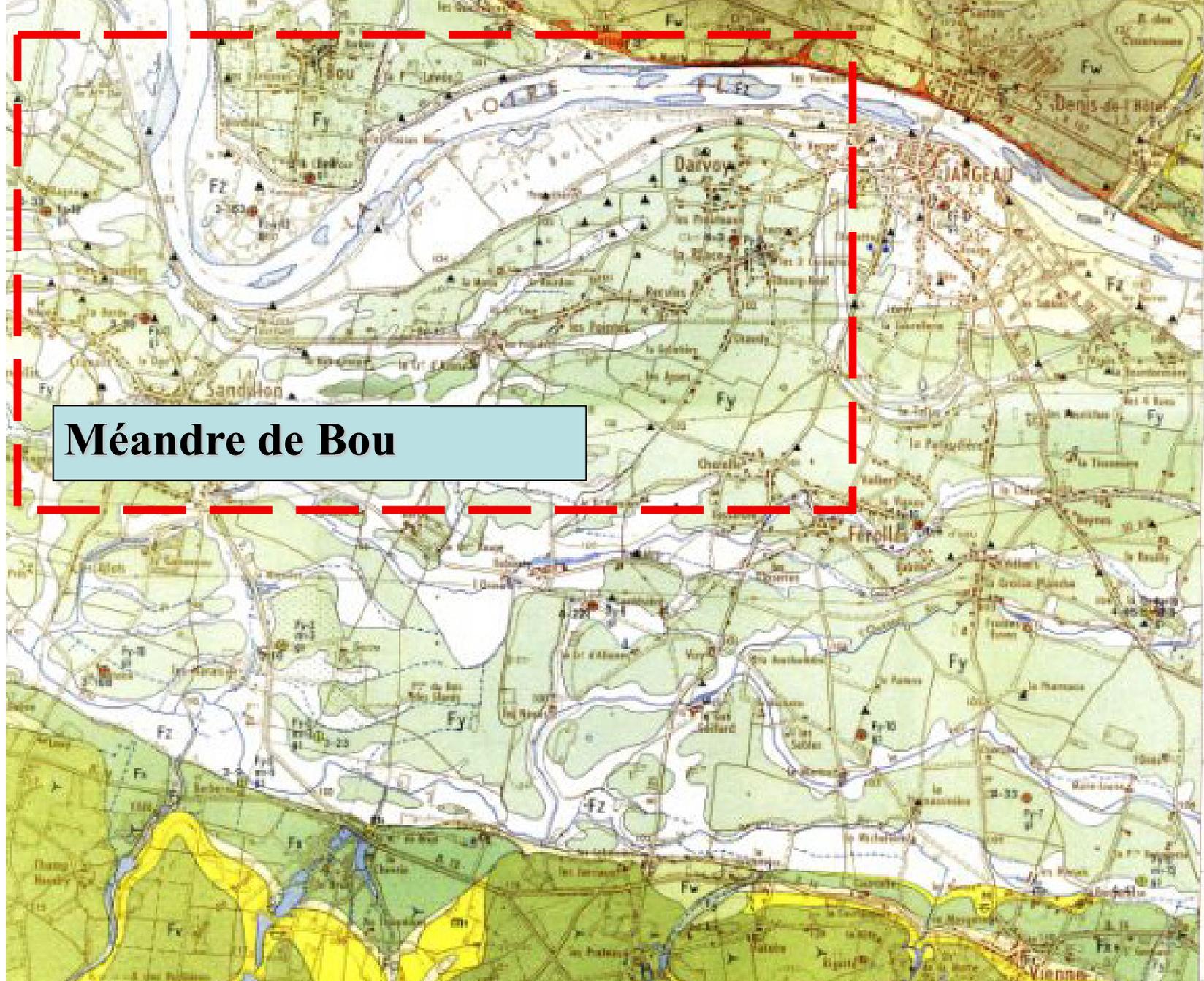
Profondeurs

Eclairage lateral (dunes)



Cartes et autres représentations

- Cartes géographiques (Institut géographique)
- Cartes historiques
- Photographies aériennes
- Levés (topo-)bathymétriques
- Photographies satellitaires
- **Cartes géologiques**
- Cartes géotechniques

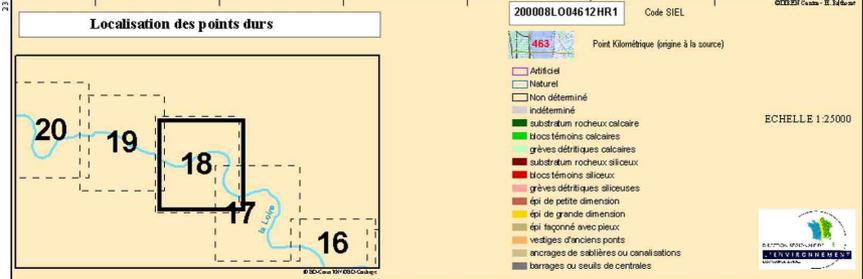
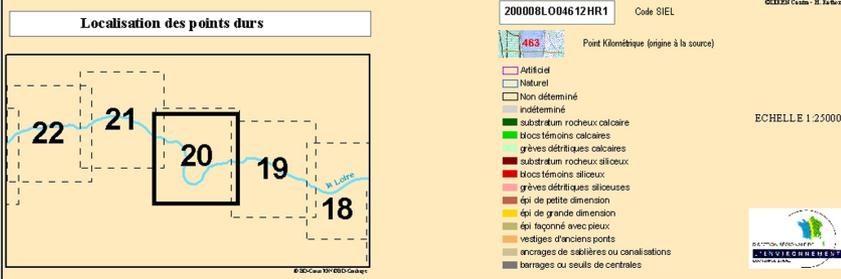
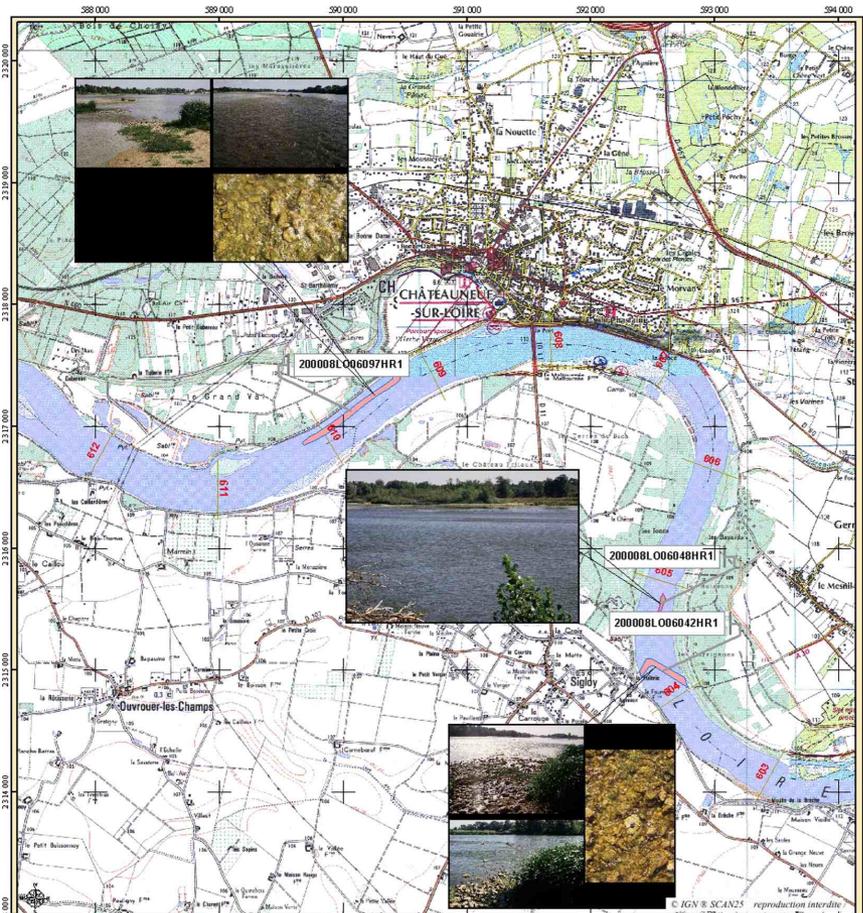
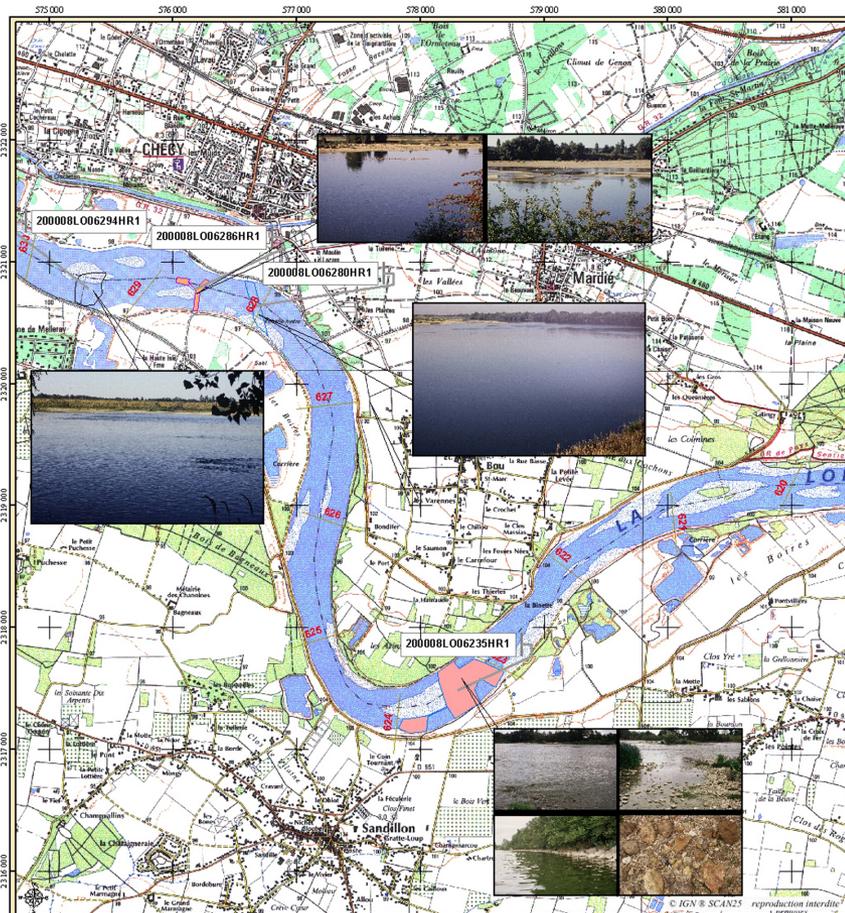


Méandre de Bou

Cartes et autres représentations

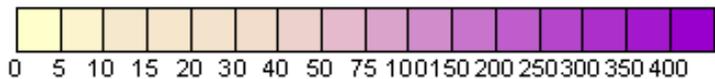
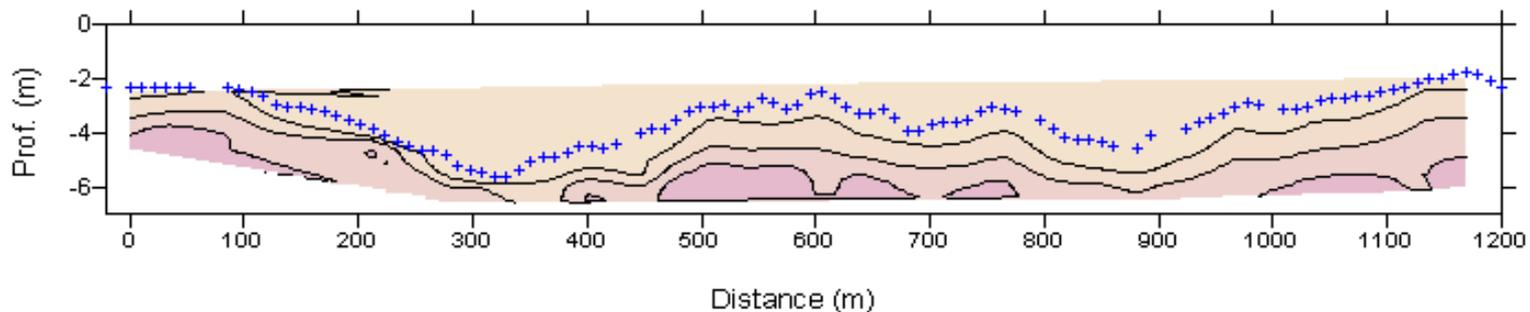
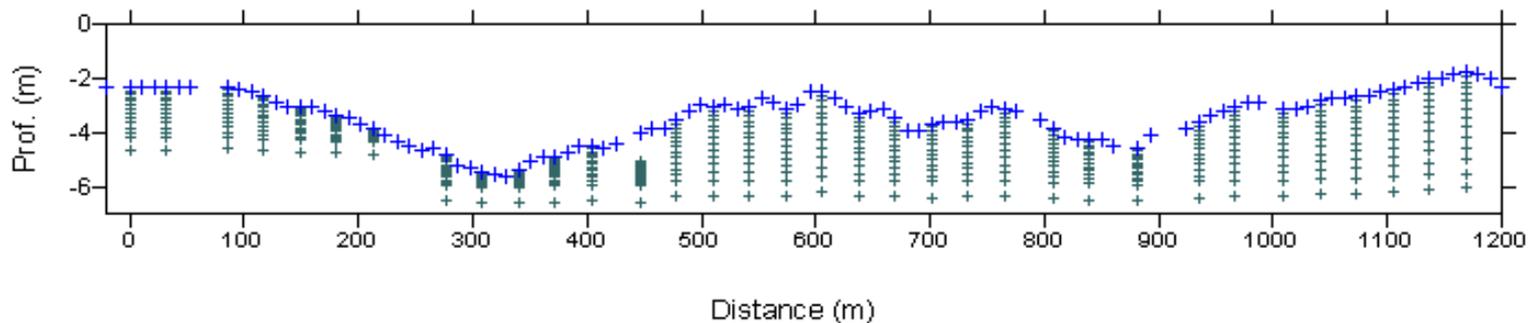
- Cartes géographiques (Institut géographique)
- Cartes historiques
- Photographies aériennes
- Levés (topo-)bathymétriques
- Photographies satellitaires
- Cartes géologiques
- Cartes géotechniques

Méandre de Bou - identification visuelle de points durs



Profilage Electrique Continu en Site Aquatique PECSA
 Sully-sur-Loire - Zone 28/29 - Passage à 5m de la rive - Mars-avril 2001

Coupe du modèle des résistivités inversé

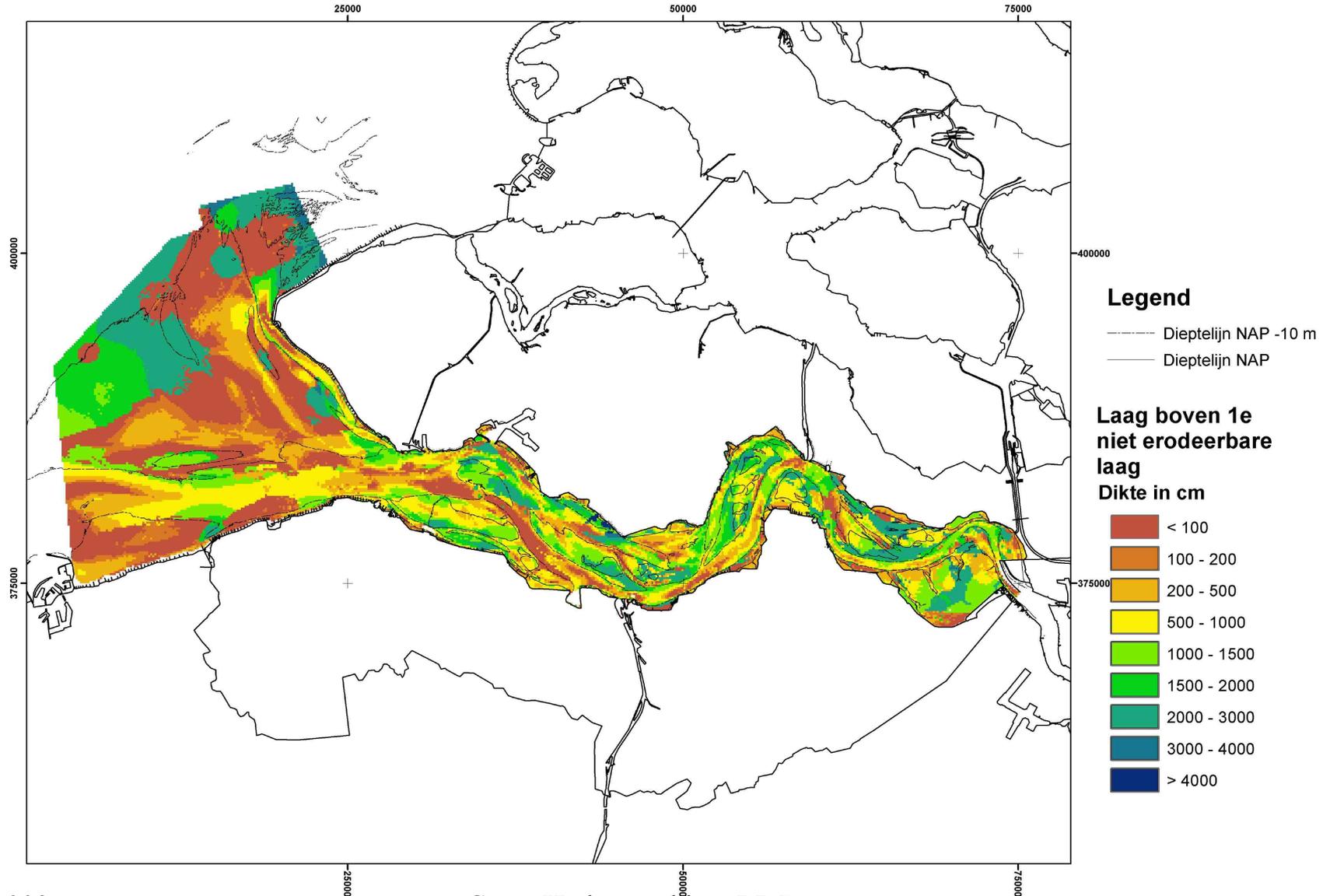


Résistivité
(Ohm.m)

Les croix bleues indiquent la bathymétrie

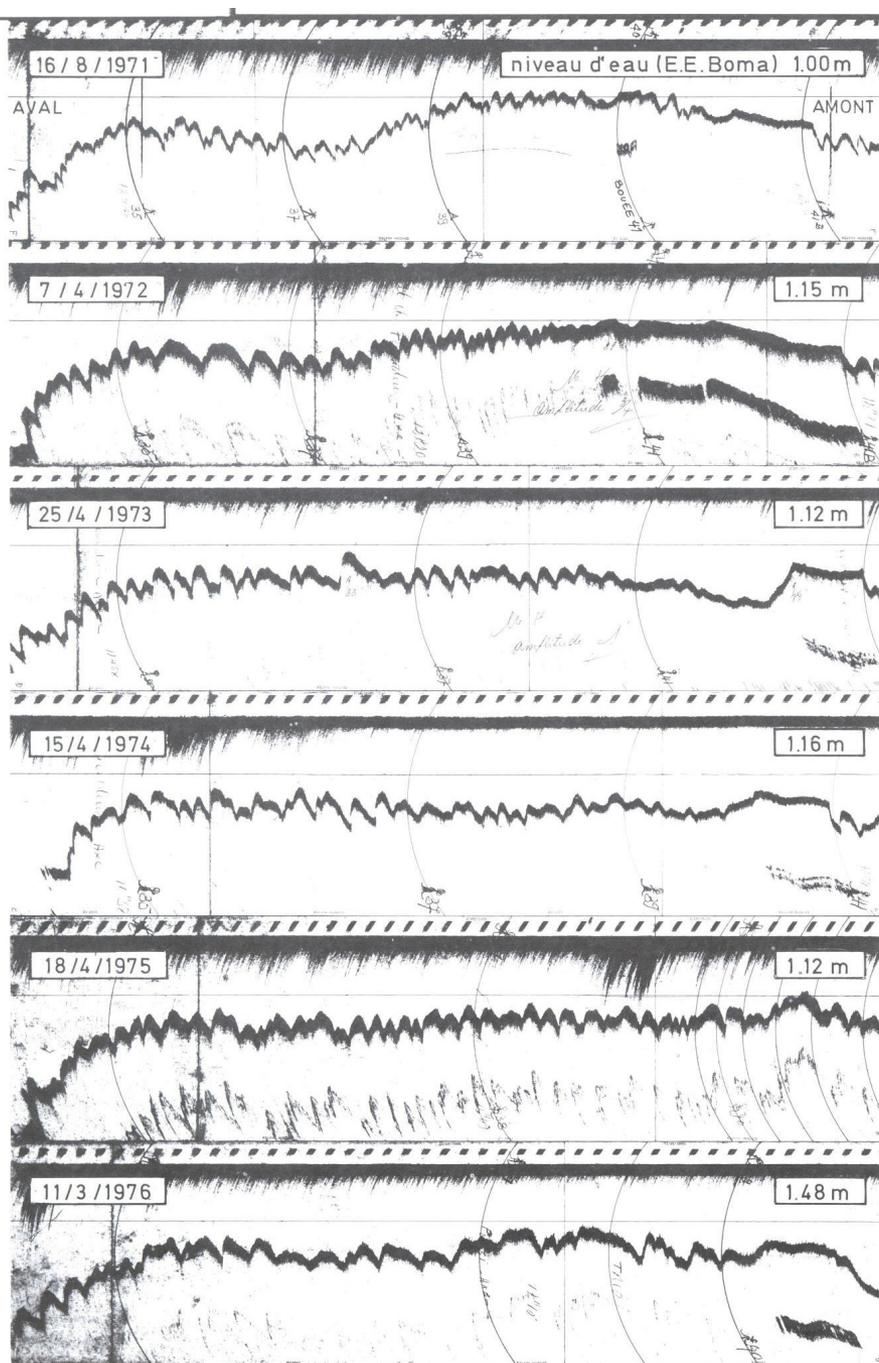
Les croix vertes correspondent aux sondages électriques ayant servi à l'élaboration du modèle

Estuaire de l'Escaut - Epaisseur de la couche pouvant éroder



Levés bathymétriques divers

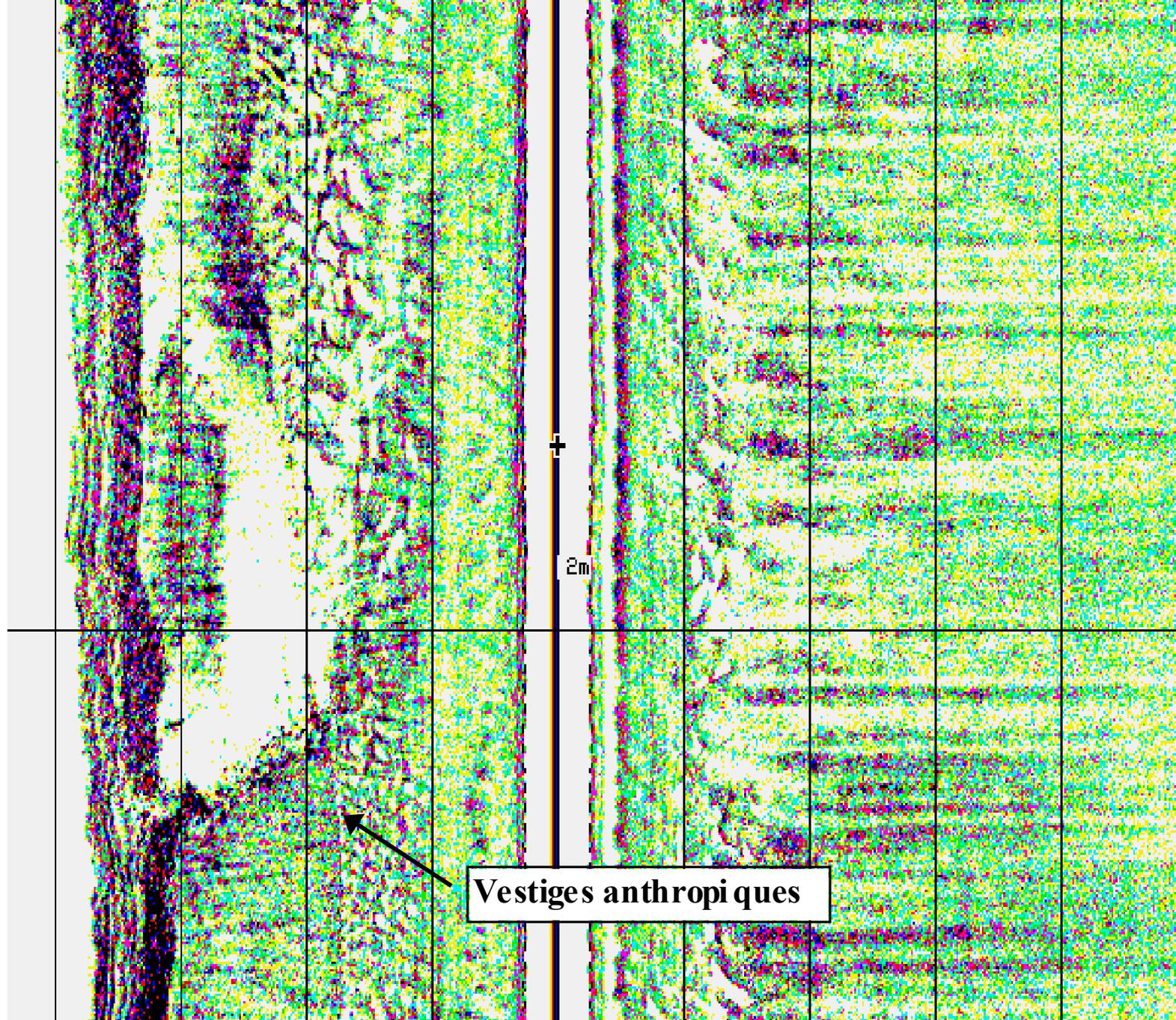
- Les levés peuvent se faire par sondeur classique, la profondeur mesurée étant « réduite » par rapport à une ligne d'étiage arbitrairement déterminée (statistiques)
- Les cartes sont établies par sondages transversaux
- Les sondages longitudinaux permettent de dimensionner les formes du fond (rides et dunes)



- Ce profil en long levés à l'échosondeur dans le même chenal pendant plusieurs années montre des formes diverses
- Les profils représentés ont été levés à un niveau de crue (et débit) égal
- A part les dunes, on remarque une zone d'argile, plus plane, sur laquelle les ultra-sons réfléchissent plus et sont identifiables par le double écho
- Les sondeurs modernes ne font souvent plus que de l'acquisition de données digitales

Levés bathymétriques divers (2)

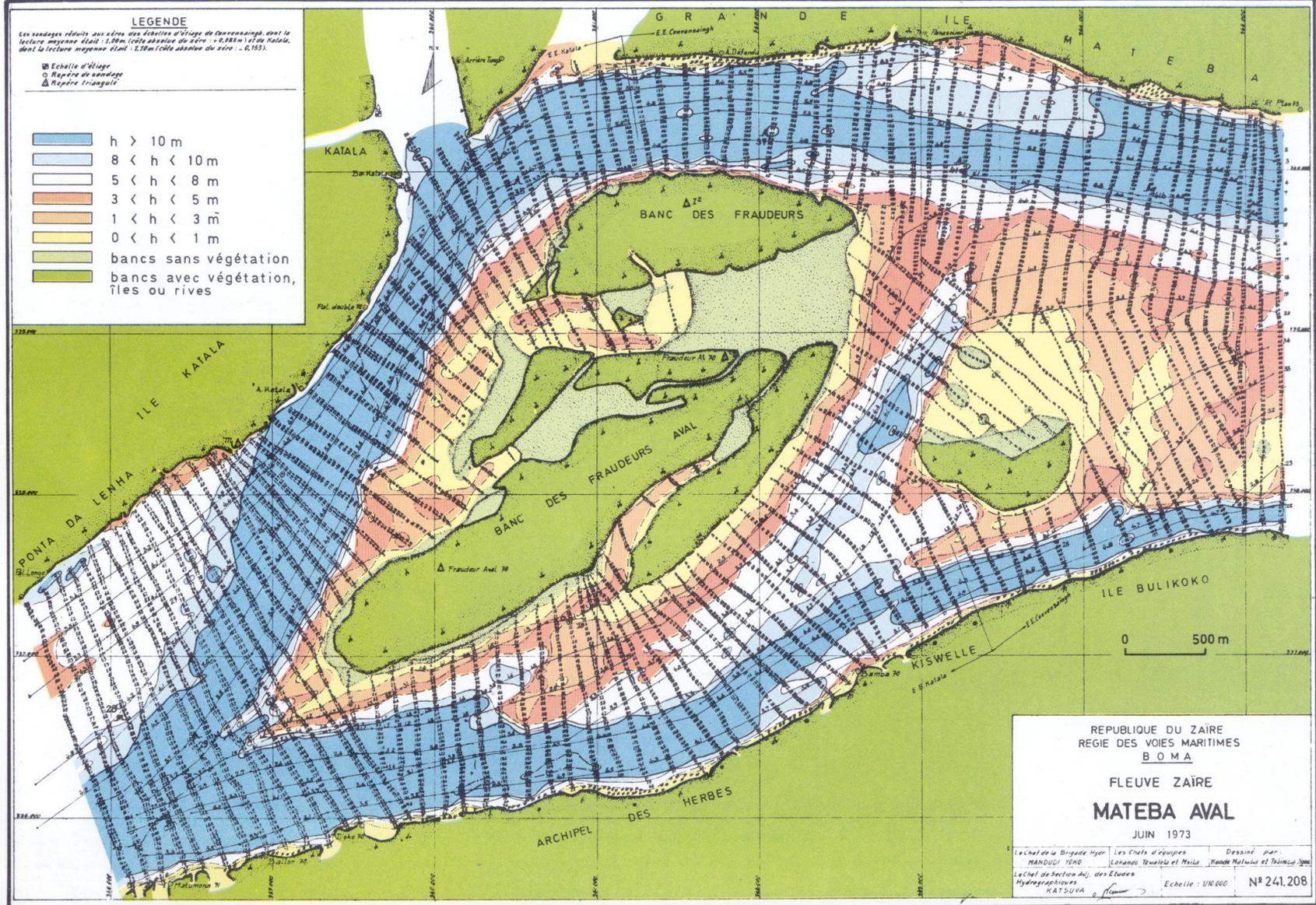
- Les sonars à balayage latéral permettent la recherche d'épaves et de vestiges
- Les sonars disposent parfois de deux fréquences (e.g., 30 KHz et 210 KHz), ce qui permet de différencier des fonds de nature différente, telle la vase du sable
- Le sonar doit être calibré, car la vitesse de propagation du son dans l'eau dépend de plusieurs facteurs: salinité (ou conductivité), température, solides en suspension



Vestiges anthropiques

Carte bathymétrique du Congo - levé bathymétrique (profondeurs) avec traces des courants (flotteurs)

W.L. 77.516

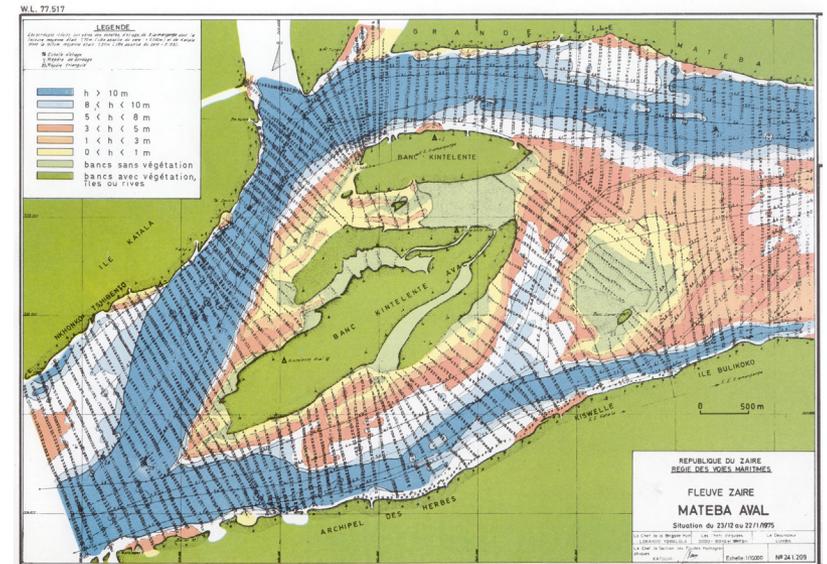
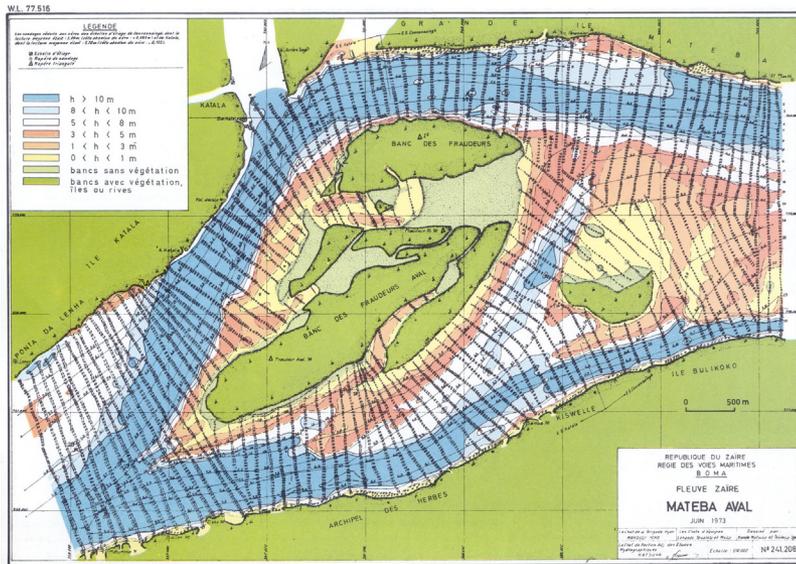


LABORATOIRE DE RECHERCHES HYDRAULIQUES BOGERMOUT BRIVERS

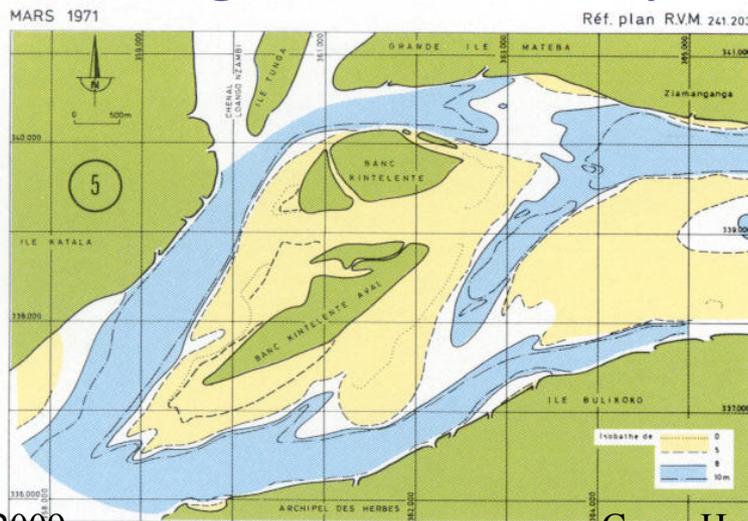
MOD. 255.14 BIEF MARITIME DU FLEUVE ZAÏRE
 EVOLUTION DU POOL DE MATEBA AVAL
 SITUATION JUIN 1973

Figure 5

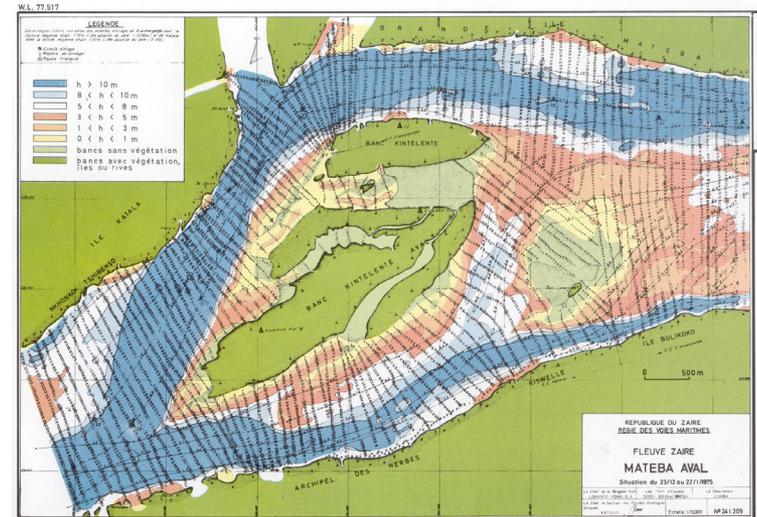
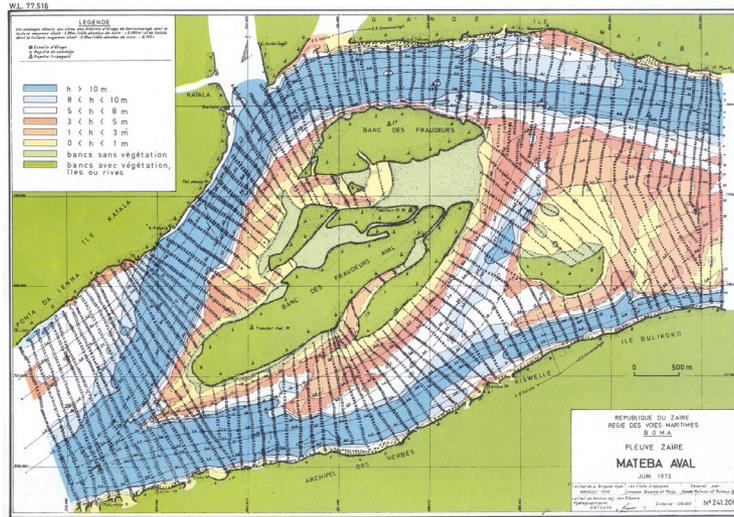
Congo - Comparaison des levés bathymétriques à deux dates, avec traces des courants (flotteurs)



Congo - levés bathymétriques simplifiés



Congo - Comparaison des levés bathymétriques à deux dates, avec traces des courants (flotteurs)



Congo - levés bathymétriques avec iso-vitesses

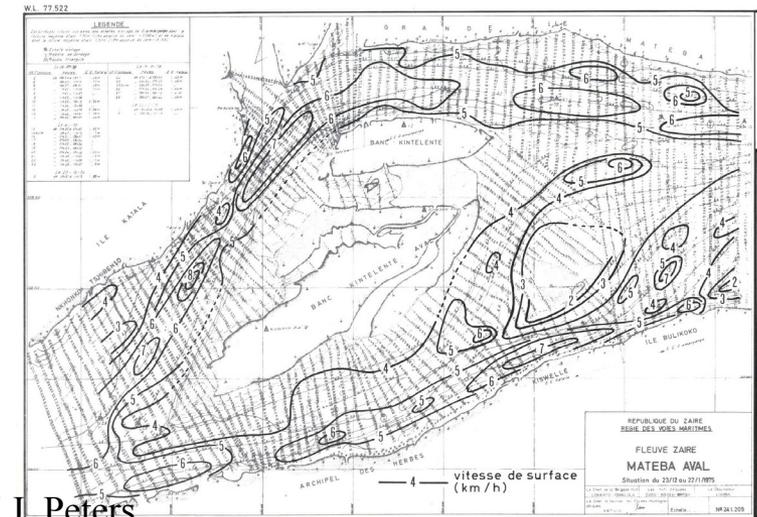
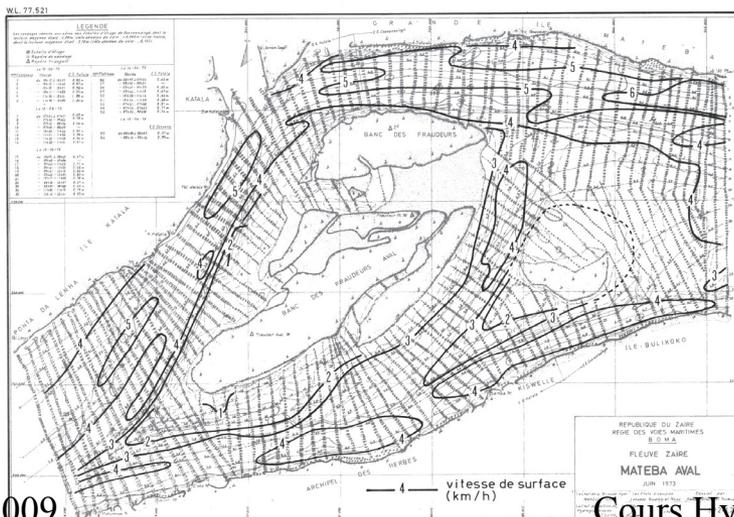
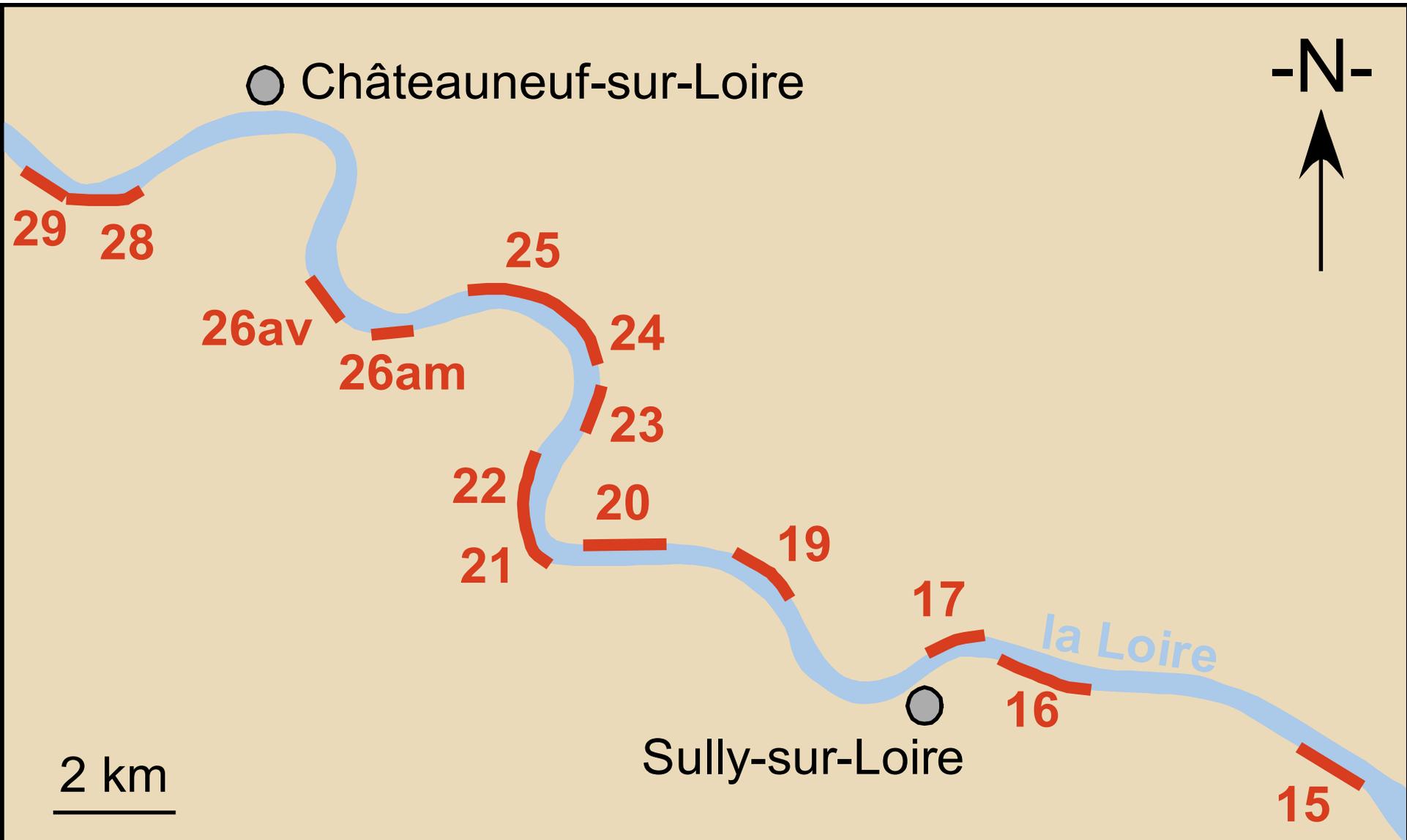


Schéma de la Loire Moyenne avec localisation des endroits où existe un danger de rupture de digue



Photographie aérienne du méandre de Bou, avec interprétation fluvio-morphologique (résumé)

