



HAL
open science

Géoarchéologie de la chora de Nymphaion (presqu'île et détroit de Kerch, Ukraine) : apport de la télédétection spatiale et corrélation avec les données archéologiques et historiques

Loic Ménanteau, Olivier Geffray

► To cite this version:

Loic Ménanteau, Olivier Geffray. Géoarchéologie de la chora de Nymphaion (presqu'île et détroit de Kerch, Ukraine) : apport de la télédétection spatiale et corrélation avec les données archéologiques et historiques. *Archeologia. Instytut Archeologii i Etnologii*, 2003, pp.17-27. hal-03689274

HAL Id: hal-03689274

<https://hal.science/hal-03689274>

Submitted on 21 Jun 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

PL ISSN 0066-605X
NR INDEKSU 325961
Stawka VAT – 0%

ARCHEOLOGIA

ROCZNIK
INSTYTUTU ARCHEOLOGII I ETNOLOGII
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

LIV
2003

1953  2003

WARSZAWA
WYDAWNICTWO IAE PAN
2004

PISMO ZAŁOŻONE PRZEZ KAZIMIERZA MAJEWSKIEGO W 1947 ROKU

KOMITET REDAKCYJNY

JERZY KOLENDO, TOMASZ MIKOCCI, MARIA NOWICKA (redaktor),
TADEUSZ SARNOWSKI, JOACHIM ŚLIWA, PIOTR TARACHA (zastępca redaktora),
ALEKSANDRA WĄSOWICZ

ADRES REDAKCJI: WARSZAWA, ALEJA SOLIDARNOŚCI 105

Archeologia © Copyright by the authors of the particular papers. All Rights Reserved.
No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical,
including photocopy, recording, or any information storage and retrieval system, without permission
from the copyright owner.

Published by the Institute of Archaeology and Ethnology (former the Institute of the History of Material Culture)
of Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland.

Nakład 350 egz.

Skład:
Instytut Archeologii i Etnologii PAN
Druk:
PUiP, tel./fax (0-22) 768 13 14

SPIS TREŚCI

TABLE DES MATIÈRES

Strony
Pages

I. ARTYKUŁY – ARTICLES

Aleksandra Wąsowicz, Influence de l'urbanisme grec sur l'habitat indigène du Pont-Euxin	7–15
Loïc Ménanteau, Olivier Geffray, Géoarchéologie de la <i>chora</i> de Nymphaion (Presqu'île et détroit de Kertch, Ukraine): Apport de la télédétection spatiale et corrélation avec les données archéologiques et historiques	17–27
Nicholas Victor Sekunda, A Macedonian Companion in a Pompeian Fresco.	29–33
Dorota Gorzelany, Die polychromierten Gefäße aus Canosa im Fürsten-Czartoryski-Museum zu Krakau	35–41
Eryk Bunsch, Jerzy Kolendo, Jerzy Żelazowski, Inscriptions découvertes entre 1998 et 2002 dans les ruines du <i>valetudinarium</i> à Novae	43–64

II. WYKOPALISKA I BADANIA TERENOWE – FOUILLES ET PROSPECTIONS

Novae – Western Sector (Principia), 2000–2002. Preliminary Report on the Excavations of the Warsaw University Archaeological Expedition, by Tadeusz Sarnowski.	65–75
--	-------

III. MISCELLANEA

„Dziennik wykopalisk w Edfu” Jerzego Manteuffla z 1937 roku. Opracowała Olga Białostocka	77–85
--	-------

IV. RECENZJE – COMPTES-RENDUS

<i>Materialy Nimfejskoj Ekspedicii</i> , I, red. O. Sokolova; S.L. Solov'ev, <i>Archeologičeskie pamjatniki sel'skoj okruzi i nekropolja Nimfeja</i> (A. Wąsowicz)	87–88
H. Broise, X. Lafon, <i>La Villa Prato di Sperlonga</i> (J. Kolendo)	88–89
P. Dyczek, <i>Roman Amphorae of the 1st–3rd Centuries AD Found on the Lower Danube. Typology</i> (A. Opał)	90–92
T.M. Weber, <i>Gadara-Umm Qēs. I. Gadara Decapolitana</i> (I. Skupińska-Løvset)	93–94
A. Ben Abed-Ben Khader et al., <i>Recherches franco-tunisiennes sur la mosaïque de l'Afrique antique. II. Trames géométriques végétalisées</i> (M. Nowicka)	94–95
C. Balmelle et al., <i>Le décor géométrique de la mosaïque romaine II. Répertoire graphique et descriptif des décors centrés</i> (M. Nowicka)	95

<i>Akten des Symposiums "Frühchristliche Sarkophage", Marburg 30.6. – 4.7.1999, red.</i>	
G. Koch (E. Jastrzębowska)	95–96
Ch. Strube, <i>Baudekoration im nordsyrischen Kalksteinmassiv, Band II</i> (E. Jastrzębowska)	97–99
L.G. Chruškova, <i>Rannechristianskie pamjatniki Vostočnogo Pričernomor'ja (IV–VII veka)</i> (E. Jastrzębowska)	100–101
E. Papuci-Władyka, <i>Sztuka starożytnej Grecji</i> (Z. Kiss)	101–103
I. Modrzevska-Pianetti, <i>Zarys archeologii Hiszpanii rzymskiej</i> (J. Ostrowski)	103–107
J. Kolendo, J. Żelazowski, <i>Tekst i pomniki. Zarys epigrafiki łacińskiej Cesarstwa Rzymskiego</i> (M. Jaczynowska)	107–109
Odpowiedź na recenzję Janusza A. Ostrowskiego z podręcznika I. Skupińskiej-Løvset, <i>Zarys archeologii starożytnej Grecji</i> (I. Skupińska-Løvset)	109–111

LOÏC MÉNANTEAU, OLIVIER GEFFRAY

**GÉOARCHÉOLOGIE DE LA CHORA DE NYMPHAÏON
(PRESQU'ÎLE ET DÉTROIT DE KERTCH, UKRAÏNE):
APPORT DE LA TÉLÉDÉTECTION SPATIALE
ET CORRÉLATION AVEC LES DONNÉES
ARCHÉOLOGIQUES ET HISTORIQUES**

(Pl. I–IX)

ABSTRACT. *The article presents the main results of geoarchaeological research, including the use of satellite remote sensing, carried out in the territory (chora) of the Greek city of Nymphaion (Strait of Kerch, Ukraine). After summarising the main historic events connected with the chora, the authors stress the determining nature of its strategic position on the Kerch Strait, including the singular nature of its geographic environment, both past and present. Geodynamic factors and agents (winds, currents, the sedimentary dynamics of spits, etc.) are also analysed. The question of the geographical boundaries of the chora is then dealt with, bearing in mind the geological and structural framework, the physiography (continental and underwater) and the regularisation of the coastline (erosion and accretion). After analysing the geomorphological evolution (especially the closing off and the in-filling of the lagoons) and the hydrographic conditions, the authors submit a hypothesis as to the location of the port of Nymphaion. Remote sensing data, obtained by treating SPOT imagery, were correlated with other data: geographical (e.g. topography, bathymetry, hydrography, infrastructures), historical (old Tartar tracks) and archaeological (sites located in the course of prospecting the chora).*

Les principaux résultats d'une recherche géoarchéologique menée dans le cadre du projet conjoint CNRS/Polska Akademia Nauk POL/3674: *Étude environnementale du territoire (chora) de la cité grecque de Nymphaion (Déroit de Kertch, Ukraine)* sont présentés. Le projet était intégré dans celui, plus général, *Nymphaion, histoire et structure de la polis grecque*, associant l'Institut d'Archéologie et d'Ethnologie de l'Académie polonaise des Sciences (Varsovie), le Musée de l'Ermitage (Saint-Pétersbourg, Russie), le Musée Archéologique de Kertch et l'Institut d'Études Orientales de l'Académie des Sciences d'Ukraine (branche criméenne)¹. L'objectif principal était d'analyser les données environnementales, actuelles et passées, relatives à la ville et au territoire (*chora*) de Nymphaion (local. Pl. I.1) afin de les corrélérer avec les données archéologiques et his-

toriques pour atteindre une vision globale de la cité grecque.

Les points suivants ont été traités plus précisément: (1) l'analyse du milieu géographique, terrestre et sous-marin, tant naturel qu'anthropique, du territoire et de la ville de Nymphaion (actuellement Geroevskoe/Geroevka ou Èl'tigen); (2) le rapprochement des données environnementales avec les données archéologiques, historiques et iconographiques; (3) la cartographie synthétique au 1: 25 000 de la *chora* dans le but de reconstituer les paysages contemporains de Nymphaion (du VI^e s. av. J.-C. au III^e s. ap. J.-C.). Une attention spéciale a été portée à la détermination des anciens rivages, à l'érosion et à la sédimentation, côtière et continentale, et au comblement des lagunes. Le problème de l'emplacement du port de Nymphaion est également abordé.

¹ A. WĄSOWICZ, *Nymphaion Project. I. Nymphaion Project*, *Archeologia* 45, 1994, pp. 69–89; EADEM, *Nymphaion – histoire et structure d'une polis grecque. Projet international*

polono-russo-ukrainien avec une collaboration française (1993–1997), in: *Centenary of Mediterranean Archaeology at Jagiellonian University 1897–1997*, Cracow 1999, pp. 105–112.

I. UN SITE ARCHÉOLOGIQUE DU DETROIT ET DE LA PRESQU'ÎLE DE KERTCH

Pour comprendre le site de Nymphaion, il importe de le replacer dans son contexte historique et dans son environnement géographique, actuel et passé. Il s'agit avant tout d'un site maritime et stratégique puisqu'il borde un détroit, celui de Kertch, appelé auparavant le Bosphore Cimmérien (*Bosporus Cimmerius*), qui unit la mer d'Azov (*Palus Maeotis*) et la mer Noire (*Pontus Euxinus*). Son autre particularité est d'être localisé à l'extrémité d'une presqu'île, terminaison orientale de la Crimée.

I.1. UNE COLONIE GRECQUE DU BOSPHORE CIMMÉRIEN

Dès le VII^e siècle av. J.C., la colonisation grecque a été marquée par la fondation de nombreuses cités autour de la mer Noire (Pont-Euxin) et de la mer d'Azov (Pl. I.1 et fig. 1), dont celle de Nymphaion², bâtie par les Ioniens dans le second quart du VI^e siècle av. J.C. La cité est qualifiée de *polis eulimenos* (port excellent) par Strabon³. Elle était située sur une voie maritime primordiale entre le Bosphore et l'Asie Mineure. Dès l'époque grecque, un commerce très actif, notamment de salaisons⁴ et de vins, s'était développé sur le littoral de la presqu'île de Kertch, favorisant l'implantation de nombreux villages et de fermes⁵ dans la *chora* de Nymphaion. À Tiritake, juste au nord de Nymphaion, les bassins de salaison de poissons (harengs, anchois) attestent l'importance de cette activité économique, tournée vers l'exportation, qui faisait la renommée des villes du détroit, en particulier de Panticapée (Kertch). Nymphaion conserva son indépendance jusqu'au V^e–IV^e siècles av. J.C., époque à partir de laquelle elle

fut intégrée au Royaume du Bosphore. Les tremblements de terre survenus au cours des III^e et I^{er} siècles av. J.C. (Pl. VI.1) auraient été l'une des causes de son déclin.

La presqu'île de Kertch était défendue, à l'ouest (à environ 30 km du détroit), par un *vallum*, formé d'un fossé, large de 14 m et profond de 2 m, bordé à l'est par un rempart en terre, et parfois en pierre. Sa longueur a été estimée à partir des mesures que nous avons effectuées sur les images du satellite SPOT d'une résolution spatiale de 12 m (Pl. III.1). Celle-ci, 34,3 km, diffère peu des valeurs couramment admises: 32 à 36 km⁶. Cependant, des images à très haute résolution spatiale ou des photographies aériennes verticales⁷ permettraient d'en affiner la cartographie. Le *vallum* (dit Uzunlarskij, Ak-Kos, Cimmérien), qui constituait une deuxième ligne de défense pour la cité de Panticapée, a pu être détecté et géoréférencé, par traitement d'images SPOT acquises en période sèche, grâce à la plus forte humidité du fossé, dont les sédiments qui l'ont comblé possèdent une forte capacité d'absorption de l'eau. Contrairement à celle des environs, la végétation peut alors se maintenir et continuer sa croissance en plein été, comme en terrain irrigué, contrairement à celle des environs, phénomène mis en évidence par l'indice normalisé de végétation (INV).

I.2. UN TERRITOIRE EXPLOITÉ PAR LES TARTARES DE CRIMÉE ET TRANSFORMÉ APRÈS LA SECONDE GUERRE MONDIALE

La ville de Kertch, génoise (Khorchev) au XIV^e siècle, a été prise en 1475 par les Tartares de Crimée. Jusqu'en 1774 (date de la soumission à la Russie), la Chersonèse taurique était gouvernée par un prince appelé *Khan des petits Tartares*. Les Tartares *Nogais*, étaient des nomades, divisés en hordes, qui changeaient de lieu en transportant leurs cabanes sur des chariots. La région était foncièrement rurale⁸; au début du XIX^e siècle, elle «produisait toutes sortes de grains, du vin et des fruits», et

² EADEM, *Nymphaion – kolonia grecka na Krymie*, Meander 3–4/94, 1994, pp. 155–166.

³ STRAB., *Geogr. VII: Géographie de Strabon*, traduction nouvelle par A. TARDIEU, t. II, Librairie Hachette, Paris 1873, p. 38.

⁴ A. WAŚOWICZ, *Vin, salaison et guerre dans le Bosphore aux confins des ères*, in : *Structures rurales et sociétés antiques. Actes du colloque de Corfou, 14–16 mai 1992*, éd. P.N. DOUKELLIS et L.G. MENDONI, Paris 1994, p. 228. «La production de *tarichos* [poissons salés] nécessitait d'énormes quantités de sel (...). On obtenait le sel des marais salants qui étaient nombreux le long de la côte de la mer Noire, comme c'est d'ailleurs le cas aux périodes modernes (...). Les procédés techniques de dégagement du sel sont restés les mêmes depuis l'Antiquité et jusqu'au XIX^e siècle».

⁵ A.K. KASPAROV, *New data on faunal remains from Nymphaion and neighbouring settlements*, *Archeologia* 46, 1995, pp. 77–80. À partir de la détermination de 1200 fragments d'os, A.K. Kasparov a pu établir que, dès le V^e siècle av. J.C., on y pratiquait l'élevage de vaches (*Bos taurus*), de chevaux (*Equus caballus*), de moutons (*Ovis aries*), de chèvres (*Capra hircus*) et de porcs (*Sus scrofa*).

⁶ A. WAŚOWICZ, *Le système de défense des cités grecques sur les côtes septentrionales de la mer Noire*, in : *La fortification dans l'histoire du monde grec*, Colloques Internationaux du CNRS, Centre de Recherches Archéologiques, éditions du CNRS, Paris 1986, pp. 79–93.

⁷ La partie ukrainienne n'a malheureusement pas pu ou voulu nous fournir les photographies aériennes existantes, notamment un vol ancien couvrant la presqu'île de Kertch (nos 3651-54, 3653-54, 3654-54, 3655-54, 3656-54, 3652-57; 3593-54, 3592-54, 3590-54; 3660; 3581, 3579, 3578).

⁸ A. GOĆŁOWSKI, *Przyrodnicze uwarunkowania lokalizacji i trwałości miast na Półwyspie Krymskim (VI w. p.n.e./XX w. n.e.)*, Warszawa 1992.

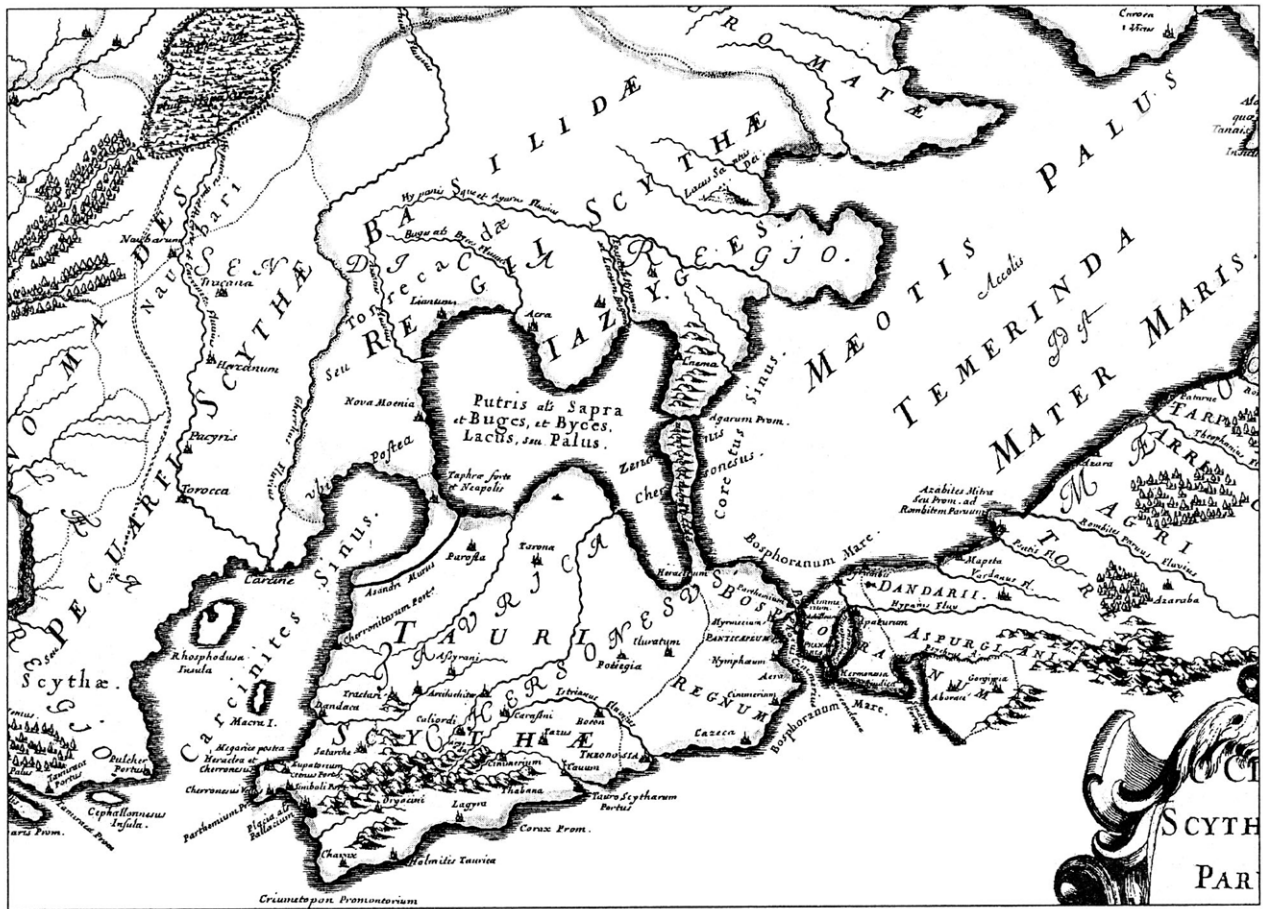


Fig. 1. Reproduction partielle d'une carte ancienne du Bosphorus Cimmerius (ancien nom du détroit de Kertch) sur laquelle sont localisées les principales cités grecques, bordant le détroit, dont celle de Nymphaion (*Nymphaeum*), Guillemi Sanson Nicolas filii (Guillaume Sanson Nicolas fils), Paris 1665. Col. L. Ménanteau

«fournissait aussi des bestiaux, du poisson salé⁹, du savon, des cuirs et du maroquin»¹⁰ La richesse halieutique de la mer Noire et du détroit de Kertch s'est maintenue jusqu'au XX^e siècle. En décembre 1869, on témoigne, par exemple, l'entrée dans la baie de Balaklava, d'un banc d'anchois considérable poursuivi par des dauphins.

Après la seconde guerre mondiale, d'accentuation de la collectivisation des terres agricoles entraîna un changement radical des paysages agraires. La plupart des anciens chemins avaient alors disparu, le drainage naturel ayant souvent été modifié ou supprimé. L'irrigation s'est fortement développée comme on peut l'observer sur les images de satellite (Pl. III.1).

1.3. UN ENVIRONNEMENT MARIN ET CÔTIER SPÉCIFIQUE

La fonction du site de Nymphaion découle de sa position privilégiée sur la rive occidentale du détroit de Kertch. À l'extrémité orientale de la presqu'île éponyme, il est séparé par le détroit de la presqu'île de Taman, terminaison occidentale du Caucase, située en vis-à-vis. À l'époque antique, le détroit n'avait pas la même configuration. Il était plus large, la presqu'île de Taman étant alors formée par une grande île, la presqu'île actuelle de Fontalovskij, et quatre îlots associés que les alluvions des bouches du Kuban n'avaient pas encore soudées à la terre ferme. Les principales caractéristiques de ce détroit sont synthétisées sur le tableau 1.

⁹ PALLAS cité, in: J.H. SCHNITZLER, *L'empire des Tsars, un septième des terres du globe, au point actuel de la science*, Paris - Strasbourg 1856, p. 61. «La mer d'Asof est assez poissonneuse; on y pêche toutes espèces d'esturgeons, mais point d'autres gros poissons de mer. On distingue, entre autres petits poissons, une espèce d'ablette, la bordelière (*Cyprinus ballerus*), appelée *singa* ou *sinina*, et quelquefois *sablia*, de la famille des carpes; on les prend, dans les filets, par bandes si nombreuses (surtout les

ablettes), qu'il n'est pas rare de retirer d'une seule pêche 40 et même 70,000 pièces». Cf. A. DEMIDOFF, *Travels in Southern Russia, and the Crimea; through Hungary, Wallacha, & Moldavia, during the year 1837*, Londres 1846, p. 240. «The fishery in the bay, which is very productive, gives rise to a considerable amount of small trading».

¹⁰ J.M.J.F.R., *Géographie moderne et universelle*, chez Rolland et Rivoire aîné, imprimeurs, t. 2, Lyon 1806, p. 161.

Tableau 1. Principales caractéristiques environnementales du détroit de Kertch.

Physiographie et menaces	Fluides et flux
<p>* Géométrie:</p> <ul style="list-style-type: none"> – largeur: nord (Ryb Prom Kazan – Mys Achilleion): 14,6 km; sud: Mys Takyl' – Mys Panagija: 14,8 km; minimale: moins de 1 km entre Mys Pavlovskij et les hauts fonds de la flèche sableuse de Tuzla. – longueur N–S: 37,4 km. – surface: 800 km². – extension (selon Strabon¹¹): depuis la passe comprise entre Achilleion et Myrmekion (20 stades = 3,5 km) jusqu'à celle qui sépare Corocondamé d'Akra (70 stades = 12,4 km). Pl. I.2. 	<p>* Aériens:</p> <ul style="list-style-type: none"> – nébulosité: octobre à mars: 7 à 10 jours/mois. Fréquentes au printemps, particulièrement denses en mai. – glace: embâcle en janvier, débâcle mi-février, voire début mars; épaisseur 0,2 à 0,4 m; la glace formée dans la mer d'Azov est poussée par les vents de N et NE vers le sud¹².
<p>* Formes:</p> <ul style="list-style-type: none"> – rive orientale formée par la presqu'île de Taman, résultat de la réunion à la terre ferme, à la fin de l'Antiquité, d'une grande île, la presqu'île de Fontalovskij et de quatre îlots; – formation de flèches sableuses (Čuška, L = 16,8 km; Tuzla, L = 7,2 km; Kamyš Burun, L = 2,8 km); – lagunes saumâtres fermées (limans) ou en voie de fermeture; 	<p>* Liquides :</p> <ul style="list-style-type: none"> – 7°C < T de surface < 24°C; S = 17,6 p. 1000 (moyenne). – hauteur d'eau = 8 m en moy. (15 max.). – courants de surface portant dans toutes les directions; vers la mer Noire: 46% (0,6 à 0,9 nd, soit 0,31 à 0,46 m/s), surtout en mai (importance des apports fluviaux), plus faible en été (minimum en septembre); vers la mer d'Azov: 31% (0,6 à 0,7 nd, soit 0,31 à 0,36 m/s), maximum en novembre; courant nul: 23%; vitesse max. De 2,5 à 3 nd, soit 1,29 à 1,54 m/s, dans la partie resserrée du détroit¹³.
<p>* Dynamique et actions anthropiques:</p> <ul style="list-style-type: none"> – chenal dragué: L = 23,9 km (du S au N, 4 tronçons de 7,6, 2, 7,9 et 6,4 km); l = 100-120 m; p (moy.) = 8,4 – 9 m (juillet 1978), p (min.) = 6,7 m; – 21.10⁶ m³ de sédiments extraits dans le détroit entre 1991 et 1997¹⁵; – déblais de produits de dragages (ex. Tuzla); – endiguement de la lagune de Čurubaš à des fins industrielles. 	<ul style="list-style-type: none"> – échanges (estimations) mer Noire vers mer d'Azov: entre 22 km³/an et 95 km³/an; mer Noire vers mer d'Azov: entre 29 km³/an et 70 km³/an¹⁴. – influence du vent sur le niveau de l'eau: NE (max. en automne et hiver): hausse de 0,4 m, SW (max. en été): baisse de 0,4 m; variation totale max. de 0,9 m; après coups de vent prolongés du NE dans la partie centrale du détroit, création d'un contre-courant, indépendant du vent, qui subsiste jusqu'à ce que l'eau soit revenue à son niveau normal dans la mer Noire.
<p>* Migrations:</p> <ul style="list-style-type: none"> – méditerranéenne: au printemps, pénétration des bancs de poissons en mer Noire, <i>via</i> la mer Égée, la mer de Marmara et le Bosphore (maquereau, anchois, sardines, thons, bonites, etc.) qui, ensuite, se dirigent vers les riches zones de plancton du nord-ouest de la mer Noire et vers la mer d'Azov pour le fraie; en automne, voyage inverse des alevins et des adultes. – pontique: l'hiver, lorsque la mer d'Azov se couvre de glace, migration des poissons vers la mer Noire; au printemps, voyage inverse¹⁶. – pêche des harengs en automne (Kertch). 	<p>* Économiques:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Kertch: 180.500 hab. (1989); capacité du port: jusqu'à 2,5.10⁶ de tonnes/an. – industries: à Kertch, chantiers navals militaires reconvertis en usine de meubles depuis 1991, industries métallurgiques (ZRK, Aršincevo), mine de fer à ciel ouvert; – pêche: anchois (95%, à la senne), maquereau, hareng, mullet; captures (toutes espèces confondues) en déclin: 850.000 t (1980) à 250.000 t (1991) en mer Noire. – passages «transdétroit»: 10.000 navires¹⁷. – ferry entre Kertch et Port Kavkaz (Čuška). – projet de pont sur le détroit (Kerčenskij Most).

¹¹ STRAB., *Geogr.* XI, 2, 8. Texte établi et traduit par F. LAS-SERRE, t. VIII, Les Belles Lettres, Paris 1975, pp. 46 – 47.

¹² SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine), *Instructions nautiques. Mer Noire, Mer d'Azov. Série D, Volume 7 (IN D7, D7-INA)*, SHOM, Paris, 1978 (mise à jour 1994), pp. 39 – 44.

¹³ SHOM, *op. cit.*, pp. 199 – 215.

¹⁴ A. LEONOV, *Océanographie régionale*. Part I. Leningrad, Hydrometeoizdat 1960, 766 p. (en russe).

¹⁵ G. BILYAVSKY *et al.*, *Black Sea Environmental Priorities Study: Ukraine*, UN Publ., New York 1998, 105 p.

¹⁶ I. KOPYLOV, *Littoral soviétique de la mer Noire*, Moscou 1957, p. 118 – 119 (éditions en langues étrangères).

¹⁷ Y. ZAITSEV, *The Most Blue in the World*, UN Publ., New York 1998, 142 p. (en russe).

<p>*Menaces¹⁸:</p> <ul style="list-style-type: none"> – polluants (hydrocarbures et métaux lourds): transportés par les courants de la mer d’Azov vers la mer Noire (concentrations d’insecticides dans le détroit deux fois supérieures à celles de la Méditerranée); présence forte d’hydrocarbures d’origine militaire dans le port de Kertch. – prolifération depuis 1980 de l’espèce exotique américaine <i>Mnemiopsis leidy</i>, cténophore qui a épuisé les ressources en zooplancton et, provoqué une forte diminution des ressources halieutiques. – élévation du niveau de la mer Noire et de la mer d’Azov: 1,32 à 7,03 mm/an (moy.), selon les hypothèses et les secteurs, au cours des cinquante prochaines années¹⁹. 	<p>*Énergétiques:</p> <ul style="list-style-type: none"> – centrale électrique – hydrocarbures (en provenance de la mer Caspienne); depuis 1994, prospection et (ré)exploitation de champs pétroliers dans la presqu’île de Kertch (ex. champ de Ogon’ki, au SE de la lagune de Tobečik, par la compagnie Epic Energy Inc.). – gaz: extraction en mer d’Azov et en mer Noire: réserve estimée: 1531,9.10⁹ TEP (Tonnes Équivalent Pétrole), dont 257.10⁹ au niveau des hauts fonds, près de Kertch, en mer Noire).
--	---

Plusieurs des principaux traits singuliers du détroit de Kertch (tab. 1), ont eu des incidences sur la navigation antique et les activités économiques de la cité de Nymphaion. Il convient de prendre en compte tout d’abord les conditions nautiques. La violence des vents d’est et du nord-est soufflant en été dans le détroit rendait dangereuse la navigation. Du fait de l’exposition vers l’est du promontoire de Nymphaion, il était alors nécessaire de disposer d’un mouillage portuaire à l’abri de ces vents. Ces derniers, appelés *suchovej* dans la mer d’Azov, sont capables d’abaisser le niveau marin. Ils peuvent l’abaisser de 2,70 à 3,50 m (!), comme dans le cas dans la baie de Taganrog (golfe du Don ou de Tanais), sur le littoral nord-est de la mer d’Azov²⁰. Autre paramètre climatique, le gel, interdisait toute navigation à travers le détroit, particulièrement en janvier et février. Selon Strabon²¹, à l’époque des grands froids, les glaces de la mer d’Azov (Méotide) s’avançaient jusqu’à la latitude du petit village d’Akra, au sud-ouest du détroit, au point de permettre le passage des piétons. Il précise par ailleurs²² que le gel du détroit convertissait le chenal en chaussée empruntée par les chariots de Panticapée à Phanagoria. Il faut briser la glace pour pêcher et libérer les poissons (notamment des *antacées*) emprisonnés par elle et retirés au moyen d’engins nommés *gangamés*. Les

rigueurs de l’hiver se manifestent de manières très diverses: la difficulté d’élever les ânes, d’avoir des bœufs avec des cornes, la petitesse des chevaux et la grande taille des moutons, l’éclatement fréquent des aiguères en cuivre remplies de liquide. Pour éviter qu’elle ne gèle en hiver, on est même obligé d’enfourer la vigne sous de grands amas de terre. Selon Strabon, on raconte que le détroit aurait servi de terrain de bataille entre Néoptolème, l’un des lieutenants de Mithridate, et les barbares qui furent battus par lui, l’été, dans un combat naval, et, l’hiver, dans un combat de cavalerie! Aux froids et aux gels succèdent les chaleurs estivales souvent très fortes par l’absence de vents.

Le détroit est aussi caractérisé par la complexité des courants. En son milieu, un courant général de surface fait entrer dans la mer Noire les eaux saumâtres de la mer d’Azov (10 ‰). En dessous de 5 m, par compensation le courant s’inverse et fait pénétrer les eaux de la mer Noire, plus salées (16 à 17 ‰), dans la mer d’Azov.

Dans l’intérieur du détroit, la force des hydrodynamismes (courants de surface et houle) a été à l’origine de la formation de flèches de sable de type azovien dont les deux principales, Čuška et Tuzla, sont enracinées à sa rive orientale (Pl. I.2). Une flèche secondaire, celle de Kamyš-Burun, située sur l’autre rive, sera traitée lorsque nous aborderons la *chora* de Nymphaion. Les aires d’alimentation en sable sont situées, respectivement, au nord, baie de Temrjuk, et au sud de la péninsule de Taman, où des flux sableux portent vers l’ouest en longeant la côte et rencontrent le courant nord-sud sortant de la mer d’Azov. Le sable accumulé au nord-est²³, devant le cap Achilleion, repris par les courants et entraîné vers le sud donne naissance à la flèche de

¹⁸ R.C. RAGAINI, *Environmental Security Issues in the Black Sea Region*, Lawrence Livermore National Laboratory, University of California, Livermore 1999, p. 17.

¹⁹ Y.D. SHUISKY, *Implications of Black Sea level rise in the Ukraine*, in: *Proceeding of SURVAS Expert Workshop on European Vulnerability and Adaptation to impacts of Accelerated Sea-Level Rise (ASLR)*, Hamburg 2000, pp. 14 – 22.

²⁰ P. CAMENA D’ALMEIDA, *Géographie universelle, États de la Baltique – Russie*, V, Paris 1932.

²¹ STRAB., *Geogr.* XI, 2, 8. Texte établi et traduit par F. LASERRE, t. VIII, Les Belles Lettres, Paris 1975, p. 47.

²² STRAB., *Geogr.* VII, traduction nouvelle par A. TARDIEU, t. II, Librairie Hachette, Paris 1873, pp. 33 – 34.

²³ Banc de sable appelé au XIX^e s. *Severnaja Kosa* ou langue de terre du Nord.

Čuška, orientée NE–SW. Sur l'image du satellite SPOT en mode panchromatique (P), on distingue les multiples crochets marquant les stades successifs de sa progression. La flèche a isolé la baie de Dinskaja, dont les profondeurs ne dépassent guère aujourd'hui le demi mètre ! Au sud-est, la flèche de Tuzla²⁴, orientée perpendiculairement (SE–NW), est devenue une île par rupture de son *fulcrum* en 1925²⁵. Depuis, la brèche ainsi ouverte s'est considérablement élargie jusqu'à atteindre 3,6 kilomètres. Parallèle-

ment, on constate une érosion des flèches qui tendent à s'effiler²⁶ et s'écourter (île de Tuzla). Cette évolution est la conséquence vraisemblable de la forte diminution des apports sédimentaires consécutifs à la construction de barrages sur les cours des tributaires fluviaux de la mer d'Azov (Don, Kuban, etc.) et de la mer Noire, ainsi qu'on l'observe autour de la Méditerranée. Faut-il attribuer à ces mêmes raisons la disparition de la flèche de sable à demi submergée apparue devant le cap Jenikale, à l'entrée nord-ouest du détroit ?

II. LA CHORA DE NYMPHAION ET SES LIMITES GÉOGRAPHIQUES

La *chora* de Nymphaion est un territoire qu'il convient de définir du point de vue géographique. Les critères de délimitation peuvent être d'ordre géologique, topographique et hydrographique. Cependant, il est fondamental de tenir compte, aussi, de l'évolution des paysages, continentaux et maritimes, depuis l'abandon de Nymphaion afin de préciser les limites contemporaines de la *chora* (VI^e s. av. J.-C. – IV^e s. ap. J.-C.).

II.1. LE CADRE GÉOLOGIQUE ET STRUCTURAL DE LA CHORA

La région du détroit est constituée de terrains secondaires et tertiaires (fig. 2) qui peuvent atteindre des épaisseurs considérables, 12 à 13 km le long de la côte nord du détroit. Ils sont surtout formés d'argiles et de sables du Miocène supérieur et du Pliocène, et de calcaires qui, plus durs, forment les caps. La majeure partie de la *chora* est modelée dans les couches argileuses et sableuses du Sarmatien supérieur (Miocène supérieur) tandis que les reliefs bordant la rive sud de la lagune de Čurubaš sont façonnés dans les niveaux plus durs (craie) du Méotien. Plus à l'est et au sud de la *chora* affleurent les schistes argileux du Sarmatien. Les formations du Pliocène ne sont présentes qu'au nord et à l'ouest de Čurubaš et au sud-est de Tobečik.

Un important accident tectonique, détecté par les méthodes géophysiques, marque au nord sa limite transversale avec la mer d'Azov. L'escarpement et les hautes falaises encadrant l'entrée septentrionale

du détroit auraient une origine plus tectonique qu'érosive²⁷. Du point de vue tectonique, le détroit de Kertch est interprété comme un graben récent et étroit de direction NNE. Les jeux quaternaires ont donc eu un rôle décisif dans la morphogenèse terrestre et sous-marine. Ainsi, les dépôts marins de la mer dite de Karangat, dont le niveau était de 8–10 m, voire 12 m, au-dessus de l'actuel il y a environ 160 000–180 000 ans, présentent entre eux d'importantes dénivellations. On a pu en déduire que le fond du détroit s'est affaissé d'une cinquantaine de mètres depuis le Karangat récent²⁸.

Les dépôts de la transgression Novoevskin (épais de 15 à 35 m), datés de 25 000–10 000 ans se retrouvent à la base de la falaise vive, au nord de la lagune de Tobečik, à une altitude de 0–0,8 m alors que le niveau marin de l'époque était 40 m plus bas²⁹. Au sud de Nymphaion, entre Geroevskoe et la lagune de Tobečik, les dépôts lœssiques (60–70 % de quartz, 10–20 % de carbonates calcaires et 10–20 % de sédiments argileux) plio-quaternaires forment la falaise vive bordant le détroit.

La presqu'île de Kertch est soumise à une activité diapirique que dénote la présence de volcans de boue³⁰ éteints, mais dont l'activité était encore assez accusée au XVIII^e siècle.

II.2. PHYSIOGRAPHIE ET DÉLIMITATION PHYSIQUE DE LA CHORA

L'étude physiographique de la *chora* de Nymphaion permet de poser le problème de sa délimitation en fonction de paramètres géomorphologiques. Mais,

²⁴ Banc de sable appelé au XIX^e s. *Južnaja Kosa* ou Banc du Midi. V. YU. VIZE, *L'histoire des formations détritiques dans le détroit de Kertch, spécialement les flèches de Tuzla*, Izv. Tsent. gidromet Bjuro, 1927, 7.

²⁵ V. P. ZENKOVICH, *Processes of coastal development*, Oliver and Boyd, Edinburgh 1967, p. 427; M. N. KARBAŠNIKOV, *L'état de la flèche de Tuzla au cours de l'été 1926*, Izv. Tsent. gidromet. Bjuro, 1929, 8 (en russe).

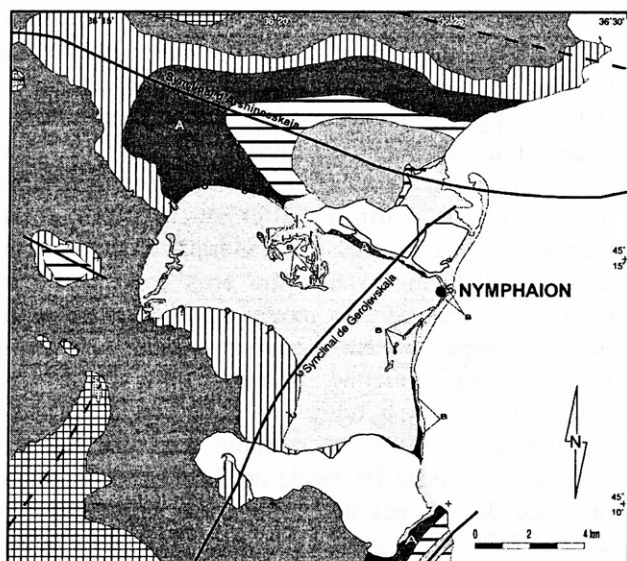
²⁶ ZENKOVICH, *op. cit.*, p. 429.

²⁷ A. A. NIKONOV, *Manifestation of Young Tectonic Activity in the Southern Azov and Kerch Zones (Crimea)*, Geotectonics 28, 1995, n° 5, p. 380.

²⁸ *Ibidem*, p. 381.

²⁹ *Ibidem*, p. 385.

³⁰ E. RECLUS, *Nouvelle géographie universelle. La terre et les hommes. V. L'Europe scandinave et russe*, Librairie Hachette, Paris 1880, pp. 823–824.



Coupe transversale du synclinal de la région de Kertch



D'après M.V. Muratov, 1960

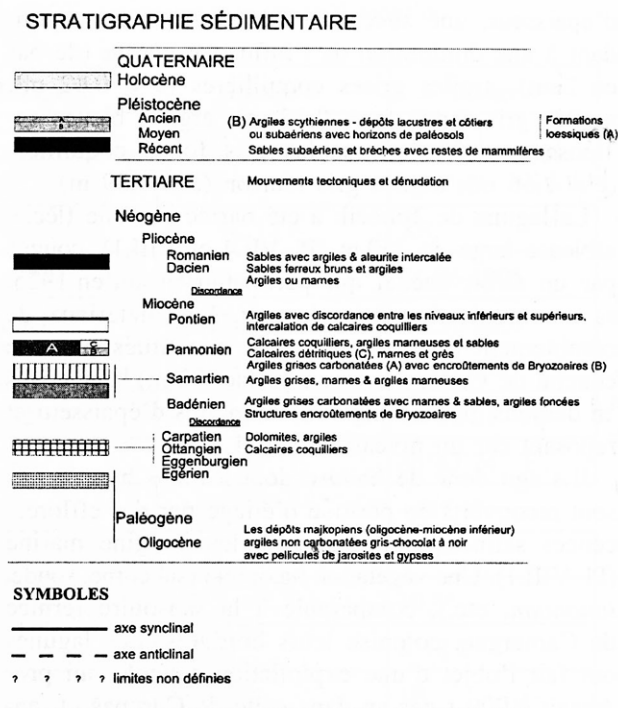


Fig. 2. Schéma géologique de la presqu'île de Kertch (d'après M.V. Muratov, *Kratkij očerk geologičeskogo stroenia Krymskogo poluostrova*, Moskva 1960, et T. Nowicki [manuscript])

pour en préciser les limites, il faut tenir compte aussi de l'évolution des paysages depuis l'Antiquité.

II.2.1. L'ENCADREMENT GÉOGRAPHIQUE DE LA CHORA. La chora de Nymphaion formait une péninsule (point culminant: 110,9 m), limitée à l'est par les eaux du détroit, au nord et au sud, par deux bras de mer et, à l'ouest, par une étroite vallée orientée NW-SE, puis N-S. Ces éléments topographiques ont pu constituer les limites et les défenses naturelles pour la chora (Pl. III.2 et IV).

À présent, celle-ci est encadrée, au nord et au sud, par des dépressions occupées par des lagunes saumâtres, de Čurubaš (L = 3,5 km, l = 1,5 km) et Tobečik (L = 9 km; l max. = 5 km), qui formaient de larges et profondes baies submergées au terme de la transgression flandrienne. Leur fermeture progressive, totale (Tobečik) ou partielle (Čurubaš) par des flèches de sable est à l'origine de leur comblement accéléré. La dérive littorale, poussée par les houles de NE et d'E (Pl. VII.1), et l'orientation méridienne du trait de côte, ont entraîné le long du rivage de la chora les sédiments sableux terrigènes ou provenant de l'érosion des falaises de loess tendres. Après la stabilisation du niveau marin apparurent les cordons sableux qui ont progressivement isolé les lagunes.

La flèche de Kamyš-Burun, de direction S-N, dont le fulcrum prend appui sur le cap éponyme, site de Nymphaion (Pl. VII.2 et 3), est de formation récente.

Elle recoupe les extrémités d'anciens cordons qui correspondent peut-être à un apport sableux septentrional³¹. Par vents forts d'est et de nord-est des ruptures de la flèche se produisent parfois. Les accumulations sableuses ne peuvent être détectées que sur les photographies aériennes anciennes, l'aménagement de la lagune pour servir de lieu de stockage et de décanation des résidus industriels du complexe métallurgique d'Aršincevo bordant sa rive nord ayant entraîné l'endiguement et le nivellement du terrain. Une île barrière d'une largeur d'environ 2 km, avec divers cordons, est reconnaissable au sud-est de la lagune sur plusieurs cartes manuscrites levées par les Français au cours de la guerre de Crimée (1854-56). Avant son aménagement, la hauteur d'eau dans la lagune pouvait atteindre un mètre en période de fortes pluies, comme ce fut le cas en juillet 1933³². Les vents ont une influence déterminante sur le niveau de la lagune: ceux soufflant de l'est font pénétrer les eaux marines et relève le plan d'eau, ceux de l'ouest les en chassent et l'abaissent (tab. 1). Des sondages (28 au total) réalisés en 1931³³ ont apporté des informations sur les niveaux de comblement. Le sondage 18 a mis en évidence, sur 7,84 m

³¹ ZENKOVICH, *op. cit.*, p. 427.

³² Année au cours de laquelle l'expédition de V. Kuznetsov étudia la lagune.

³³ Réalisés par Gladcin, qui analysa aussi les eaux souterraines de la lagune.

d'épaisseur, une succession de couches correspondant à une diminution de l'influence marine (de bas en haut): argiles grises coquillères (e = 0,02 m); argiles gris foncé (e = 0,15 m); argiles bleues sableuses (e = 4,14 m); sables gris foncé coquilliers (e = 1,66 m); argiles gris marron (e = 1,39 m).

La lagune de Tobečik a été barrée par une flèche sableuse large de 250 m (Pl. VII.4 et VIII.1), coupée par un étroit chenal qui permettait, jusqu'en 1925, sa communication avec la mer. Les matériaux de comblement de la lagune sont constitués par une couche de vases, noires en surface (2 m)³⁴ et grises en dessous, d'une vingtaine de mètres d'épaisseur et reposant sur un niveau de sel (1,5 m).

Il s'agit donc de *limans*, dont les sols hypersalins sont recouverts en période d'étiage par des efflorescences salines, témoignant de leur origine marine (Pl. VIII.1). Une végétation halophile (salicorne, soude, *limonium*, etc.), comparable à la sansouire fermée de Camargue, colonise leurs bordures. Les lagunes ont fait l'objet d'une exploitation salicole qui produisait 4 000 t par an dans celle de Čurubaš et, environ 10 750 t par an dans celle de Tobečik jusqu'à l'abandon de cette activité en 1928.

Les falaises mortes (Pl. VIII.2 et VIII.3) qui marquent l'ancien rivage marin présentent un profil qui évolua sous l'action des agents continentaux et un tracé souvent découpé par des ravins. Leur commandement, qui est de 7–10 m au sud de la lagune de Čurubaš, peut atteindre 20 m au nord de celle de Tobečik.

II.2.2. LA RÉGULARISATION DU LITTORAL. Au sud de l'urbanisation balnéaire de Geroevskoe (El'tigen), les falaises n'offrent qu'une faible résistance aux attaques marines. Exposées aux houles d'est et de nord-est, leur recul est facilité par la nature meuble et la texture des sédiments loessiques. Les fentes verticales entaillées par le ruissellement continental font écrouler puis glisser des tranches verticales de loess du haut de la falaise, dont le rebord est comme découpé en de multiples endroits par le «tranchant d'un couteau» (Pl. VIII.4 et IX.1). La falaise est également ravinée transversalement en de multiples endroits (Pl. VI.2).

À leur base, le recul du rivage a dégagé les niveaux résistants du conglomérat coquillier du Miocène supérieur qui forme un étroit platier prolongé sous la mer (Pl. IX.2). La largeur de cette plateforme d'abrasion permet d'estimer à plusieurs centaines de mètres le recul historique du trait de côte. Au sud de Geroevskoe (El'tigen), il prend la forme d'écroulements affectant les niveaux archéologiques

des sites d'habitat (Pl. IX.1) et des kourganes (Pl. VIII.4) situés en bordure du couronnement des falaises vives³⁵. En revanche, on peut se demander si les vestiges sous-marins découverts devant Nymphaion (cap de Kamyš-Burun) et Geroevskoe, lors des prospections de 1990 ne correspondent pas à un plus bas niveau marin. En effet, sur le littoral de la mer Noire, la transgression flandrienne, dont la fin (environ 3000 ans avant notre ère), couronnée par un niveau marin de trois mètres supérieur à l'actuel, fut interrompue par un mouvement inverse, régression, dite phanagorienne, qui aurait duré jusque vers 400–300 ans avant notre ère. Une nouvelle transgression a commencé alors (pour atteindre son niveau actuel vers le I^{er} siècle ap. J.C.), attestée par la présence de vestiges archéologiques submergés datés des IV^e et III^e av. J.C.³⁶: carré 97–13, à 200–300 m du rivage, présence d'une structure monumentale, avec des fragments de tuiles, des amphores, des blocs de calcaire et une pierre d'autel; carré 96–13, à 20 m du rivage et sur une surface de 0,5 ha, murs de grande pierres calcaires, parallèles au rivage actuel, restes d'amphores, de poteries et de tuiles; carré 96–12, à une profondeur de 3 m à 3,5 m, sur une surface de 0,4 ha, blocs de calcaires, orientés N–S, nombreuses tuiles et fragments de poteries (local. Pl. II.2, V.1 et V.2).

Au total, le rivage marin de la *chora* a subi depuis l'époque grecque une régularisation progressive. Comblement et fermeture des lagunes par des flèches sableuses, recul de la falaise au sud de Geroevskoe compensée par une progradation de la côte sous l'emplacement actuel de l'urbanisation (formation de cordons sableux devant la falaise flandrienne).

II.2.3. LA LOCALISATION DU PORT. Les recherches historiques et archéologiques ne se sont guère intéressées aux possibilités offertes à la création d'un port à Nymphaion (Pl. VI.3). Le problème de son emplacement se pose depuis la découverte, en 1982, d'une fresque dans le sanctuaire d'Aphrodite, construit à la fin du IV^e siècle ou au début du III^e siècle av. J.-C. Il s'agissait d'un graffito représentant une grande trière portant le nom d'Isis. Ce type de navire serait égyptien (Alexandrie) et de tradition phénicienne, mais d'autres auteurs pensent qu'il serait d'un modèle plus récent, des II^e – I^e siècles av. J.-C., à moins que l'inscription Isis soit postérieure au dessin du navire³⁷.

³⁵ V.N. ZIN'KO, *Nymphaion Project III. Geroevka-2. A Rural Settlement in the Chora of Nymphaion (ancient period)*, *Archeologia* 47, 1996, pp. 85–112.

³⁶ T. SCHOLL, V.N. ZIN'KO, *Archeological Map of Nymphaion (Crimea)*, Warsaw 1999, pp. 112–114.

³⁷ M. NOWICKA, *Quelques remarques sur l'«Isis» de Nymphaion*, *Archeologia* 50, 2000, pp. 67–86.

³⁴ Vases connues pour leurs vertus curatives.

Tableau 2. Caractéristiques techniques des images des satellites SPOT acquises pour le projet Nymphaion.

Paramètres	Image 1	Image 2	Image 3	Image 4
Satellite	SPOT 1	SPOT 2	SPOT 3	SPOT 3
Capteur	HRV-2	HRV-2	HRV-1	HRV-2
Mode spectral	XS	P	P	XS
Date	30-08-1986	17-07-1990	06-08-1994	24-06-1995
Heure UTM	08h41mn38s	08h41mn41s	08h17mn58s	8h25mn26s
K/J	112-258/8	112-258/8	113-258/8	113-258/8
Latitude	45°11'02'' N	45°10'52'' N	45°10'47'' N	45°10'51'' N
Longitude	36°18'35'' E	36°05'36'' E	36°24'23'' E	36°43'24'' E
Azimut solaire	+157,8°	+147,8°	+142,1°	+141,1°
Élévation solaire	52,4°	63,4°	57,2°	64,1°
Orientation angulaire	12,7°	12,5°	8,5°	10,3°
Angle d'incidence	L 2,3	L 1,0	R 29,0	R 18,2
Niveau	1B	1B	1B	1B
Gain	5-6-5	6	8	6-6-5

La présence de vestiges submergés des IV^e-III^e siècles av. J.-C. (Pl. V.1 et V.2) au droit de Geroevskoe et du cap de Kamyš-Burun est incompatible avec l'existence d'un mouillage au sud de Nymphaion, dans l'angle mort de son promontoire et la falaise morte flandrienne de Geroevskoe (Pl. IX.3), étant donné que cette zone devait être exondée lors de la régression marine phanagorienne. Les cordons sableux qui bordent la plage actuelle se seraient formés pendant la remontée du niveau marin au début de notre ère. La localisation du port devant le cap de Kamyš-Burun (Pl. VI.3), dont la base se prolongeait en mer lors de la même régression, est égale-

ment improbable. En effet, les navires y auraient été trop exposés aux forçages induits par les vents, la houle et les courants.

À notre avis, la meilleure hypothèse est de retenir un emplacement portuaire au nord du cap (Pl. IX.4). Le site pouvait être protégé par une flèche de sable ou une digue. L'accès au port était rendu possible depuis la ville de Nymphaion par une ravine qui entaille transversalement le plateau sur lequel elle a été bâtie (Pl. VII.3). Il serait nécessaire de réaliser des campagnes de carottages et de prospection géophysique pour confirmer ou infirmer cette hypothèse de travail.

III. L'IMAGERIE SATELLITAIRE ET SA CORRÉLATION AVEC LES AUTRES DONNÉES

Un des apports originaux de l'article réside dans l'utilisation de la télédétection spatiale et de la mise en corrélation des résultats obtenus avec des données externes, en particulier les sites archéologiques répertoriés lors des prospections³⁸ et les anciens chemins extraits de cartes anciennes. Grâce à des opportunités scientifiques, seulement des images du satellite français SPOT ont pu être acquises et traitées jusqu'à présent. Un inventaire exhaustif des cartes et des plans anciens du détroit de Kertch a été réalisé par l'un d'entre nous (L.M.) dans diverses archives

françaises et anglaises, mais il ne sera fait appel qu'à quelques documents dans le cadre de ce travail.

III.1. LES IMAGES SPOT ET LEURS TRAITEMENTS

L'utilisation de l'imagerie SPOT s'est révélée indispensable pour la réalisation du projet du fait de l'inaccessibilité de cartes précises et de photographies aériennes verticales. Les images du satellite SPOT en mode panchromatique (P) et multispectral (XS), dont deux acquises dans le cadre d'un programme ISIS du CNES, ont pallié en partie la carence documentaire.

Les images sélectionnées correspondent à deux scènes différentes qui couvrent l'une (112-258/8), la

³⁸ SCHOLL, ZIN'KO, *op. cit.*

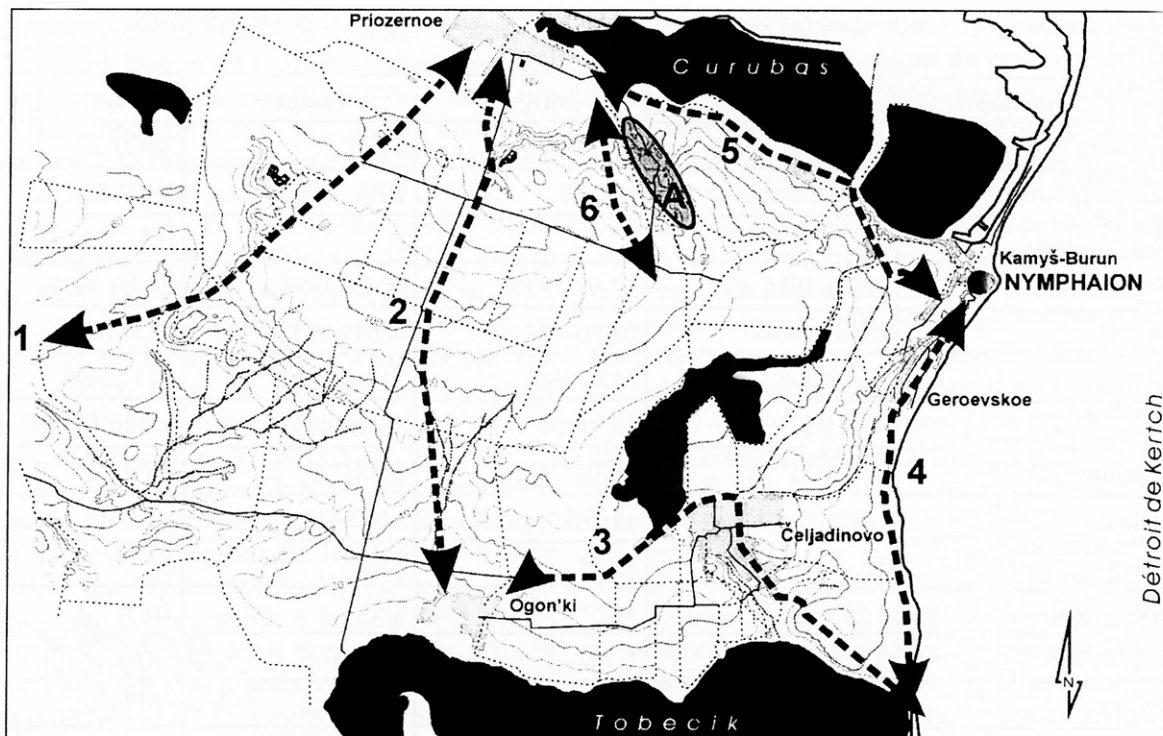


Fig. 3. Corrélation géographique entre les pistes tartares et les sites archéologiques antiques et médiévaux

presqu'île de Kertch, et l'autre (113-258/8) l'ensemble de son détroit. En raison de son excellente qualité et de son angle d'incidence quasiment nul, l'image panchromatique du 17 juillet 1990 a été utilisée pour actualiser la cartographie disponible à l'échelle de 1: 25 000. Les images multispectrales ont permis l'analyse de la couverture végétale, de l'utilisation du sol, en particulier des surfaces irriguées, du réseau hydrographique et des zones lagunaires, dont l'une, celle de Čurubaš, a subi l'impact des activités industrielles (ex. endiguement et dépôt de résidus semi-solides). Les bandes XS1 (0,50 µm à 0,59 µm) et panchromatique (0,51 µm à 0,73 µm) ont été mises à profit pour l'étude des fonds pré-littoraux qui sont presque tous inférieurs à 10 m.

Les traitements suivants ont été réalisés avec le logiciel Geomatica version 8.2 (PCI):

- Correction géométrique et géoréférencement des données HRV-XS et P en projection UTM (37T D20 - Pulkovo 1942), à partir des cartes soviétiques au 1:100 000 (L-37-86, L-37-85 et L-37-97) étant donné l'impossibilité de se procurer des cartes à des échelles plus grandes (1:50 000 ou 1:25 000) pour l'ensemble de la zone d'étude.

- Cartographie de la zone marine (turbidité, bathymétrie) du détroit de Kertch par masquage de la partie continentale de l'image panchromatique (P) du satellite SPOT 3, acquise le 6 août 1994, et expansion de la dynamique des eaux (Pl. II.1).

- Individualisation des zones irriguées, des canaux et des zones humides (marais, cours d'eau, etc.) avec

une combinaison de trois bandes spectrales de l'image acquise le 30 juin 1986 (Pl. III.1):

1. Rouge: filtre de l'indice de couleur verte (X2-X3) d'orientation NO-SE

-1	0	0
0	5	0
0	0	-1

2. Vert: bande X3 (proche infrarouge)

3. Bleu: indice normalisé de végétation $(X3-X2)/(X3+X2)*5000$;

- Intégration des données satellitaires dans un système d'informations géographique (SIG-Raster et vectoriel) comprenant les informations suivantes: réseau routier, hydrographie, végétation, orographie, agglomérations et bâtiments isolés, localisation des sites archéologiques.

III.2. CORRÉLATION AVEC LES DONNÉES ARCHÉOLOGIQUES ET HISTORIQUES

Les anciens chemins, effacés par la collectivisation des terres agricoles, ont été extraits d'une carte topographique russe datée de 1837, et les sites archéologiques de la Carte archéologique de Nymphaion réalisée par T.Scholl et V. Zin'ko³⁹. À une image du satellite SPOT du 17 juillet 1990 (secteur de la chora de Nymphaion), géoréférencée et améliorée

³⁹ *Ibidem.*

du point de vue de la dynamique, nous avons superposé les données historiques, topographiques et hydrographiques ainsi que les infrastructures, à l'échelle du 1:25 000 (Pl. V.1 et 2).

Autour de la cité de Nymphaion, T. Kruglikova a constaté l'existence d'un habitat dispersé comportant les vestiges de villages⁴⁰.

Les habitats s'étirent, pour la plupart (Fig. 3), le long de six axes principaux, numérotés de 1 à 6. Deux d'entre eux: Ogon'ki-Prizernoe (2) et Čeljadinovo-Nymphaion (4) relient les actuelles lagunes de Čurubaš et Tobečik; le premier (4) longe le littoral et le second (2) traverse à l'est la partie culminante

de la chora. Enfin, deux autres: Ogon'ki-Čeljadinovo (3) et Nymphaion-Prizernoe (5) suivent la bordure des dites lagunes.

L'axe 1 part de Prizernoe pour s'enfoncer dans la presqu'île de Kertch. L'axe 6 semble couper l'ensemble de la chora, en suivant une diagonale NW-SE.

Enfin, le thalweg (A) est jalonné, tant à l'époque antique que médiévale, par une série d'habitations qui fait penser qu'il existait une piste non figurée sur la carte de 1837. Il est à signaler, enfin, que de nombreux kourganes sont localisés sur les hauteurs dominant ce vallon.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

L'article a montré quel pouvait être l'apport de la télédétection spatiale à l'étude de la chora de Nymphaion et de son environnement, tant terrestre que marin. Le croisement des données satellitaires avec les sites archéologiques et les anciens chemins extraits de cartes anciennes, préalablement corrigées géométriquement et géoréférencées, a ouvert une nouvelle voie dans l'interprétation géoarchéologique. Toutefois, notre recherche a été rendue difficile à cause de l'impossibilité d'obtenir certains documents, en particulier des missions de photographies aériennes verticales existantes et les originaux des

cartes topographiques. Il est nécessaire en effet de disposer de documents d'une meilleure résolution spatiale et à plus grande échelle pour détecter et cartographier les structures archéologiques de la chora, notamment le cadastre grec⁴¹ et les chemins antiques et analyser le site de la cité de Nymphaion. Ce sera la priorité donnée à la poursuite de nos travaux dans cette zone géographique.

Géolittomer, UMR 6554 – CNRS

LETG (Littoral, Environnement, Télédétection, Géomatique)
BP 81 227

44312 Nantes Cedex 3, France

CARTES UTILISÉES

Cartes marines

5611. *Азовское Море Керченский Пролив / Sea of Azov Kerchenskiy Proliv*. First edition: 27.09.77; new edition: 27.09.97; printed in 1998, 1:50 000, profondeurs en mètres (carte russe).
2216. *Black Sea – U.S.S.R. Southern approaches to Kerchenskiy Proliv*. 1988 (Printed in December 1993; small corrections 1990, 1991, 1992, 1993), Taunton, Admiralty Publications, 1:150 000, profondeurs en mètres.
2242. *Black Sea – U.S.S.R. Kerchenskiy Proliv*. 1987 (Printed in September 1994; small corrections 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993), Taunton, Admiralty Publications, 1:50 000, profondeurs en mètres.

Cartes topographiques

- Cartes allemandes au 1:300 000:
* Osteuropa 1: 300 000. Deutsche Heereskarte. Ausgabe Nr. 2. Blatt-Nr. Z 46 Kertsch. Herausgegeben vom OKH/

Gen StdH Chef des Kriegskarten- und Vermessungswesens, 1941 Überarbeitet I. 1943.

* Osteuropa 1: 300 000. Deutsche Heereskarte. Ausgabe Nr. 2. Blatt-Nr. Y 46 Feodossija. Herausgegeben vom OKH/Gen StdH Chef des Kriegskarten- und Vermessungswesens, 1941 Überarbeitet II. 1943.

- Cartes russes au 1:126 000 de la presqu'île de Kertch: XXXII-15 (1865) pour le nord, XXXIII-15 (1865) pour le sud.
– Cartes russes au 1:100 000 : L-37-85, L-37-86, L-37-97 (1989).
– Cartes russes au 1:25 000 (équidistance des courbes: 5 m): X-28-68-B-1, X-27-68-B-6. 1966-67 (revision: 13-11-1972).
– Cartes russes au 1:10 000 de la zone côtière (équidistance des courbes : 1 m).

Cartes anciennes utilisées

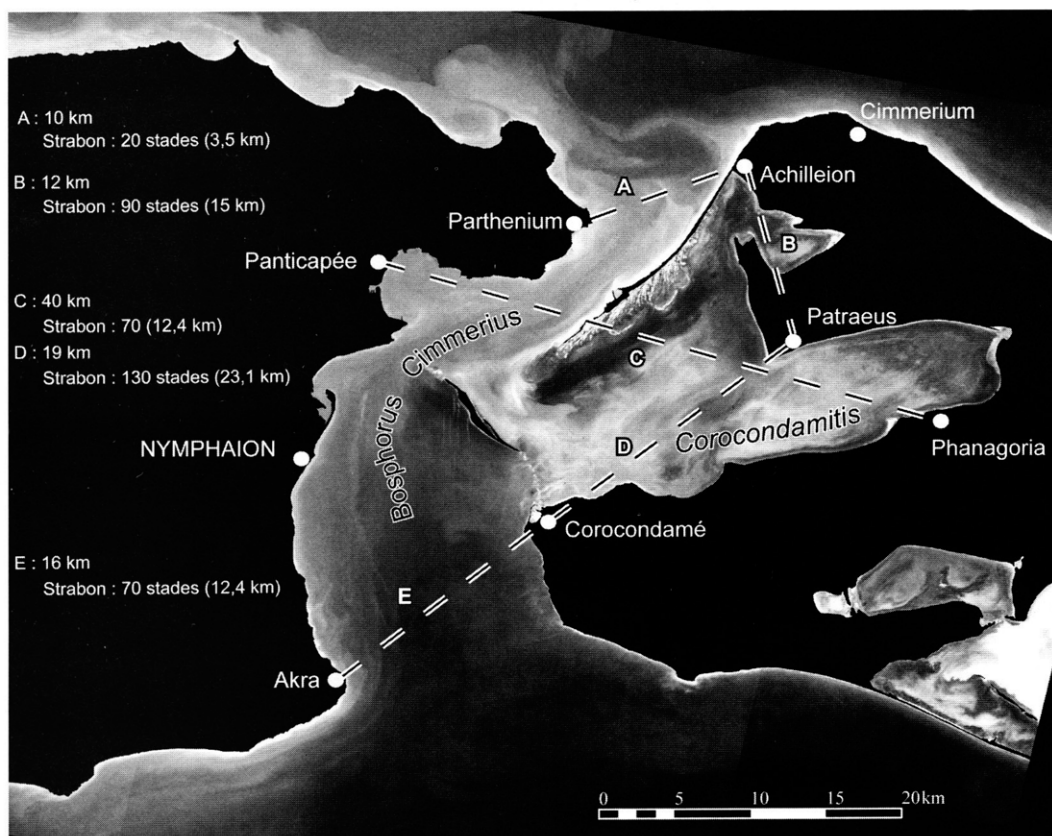
- Carte topographique de la Crimée. 1836 – 57.

⁴⁰ WAŚOWICZ, *Nymphaion – histoire et structure...*, pp. 105 – 112.

⁴¹ A. WAŚOWICZ, *Deux modèles d'aménagement de l'espace dans les colonies grecques*, *Archeologia* 46, 1995, pp. 7 – 18; EADEM, *Trentatré anni dopo il convegno "La città e il suo territorio"*. Estratto da *Problemi della 'Chora' Coloniale dall'Occidente al Mar Nero*, in: *Atti del quarantesimo convegno di studi sulla Magna Grecia Taranto, 29 settembre – 3 ottobre 2000*, Taranto 2001, pp. 9 – 25.

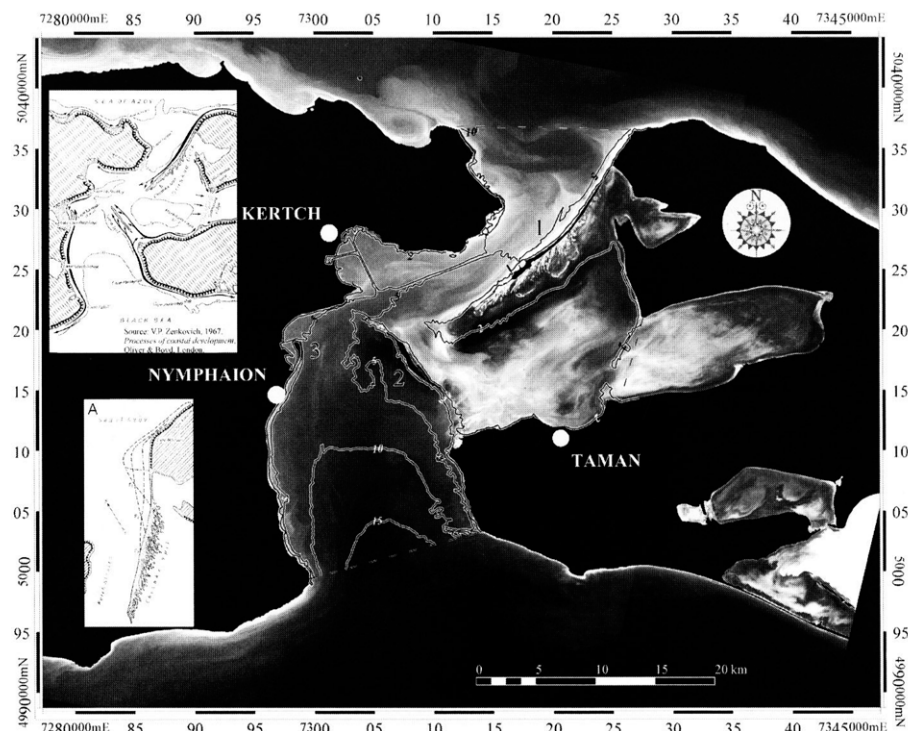


1

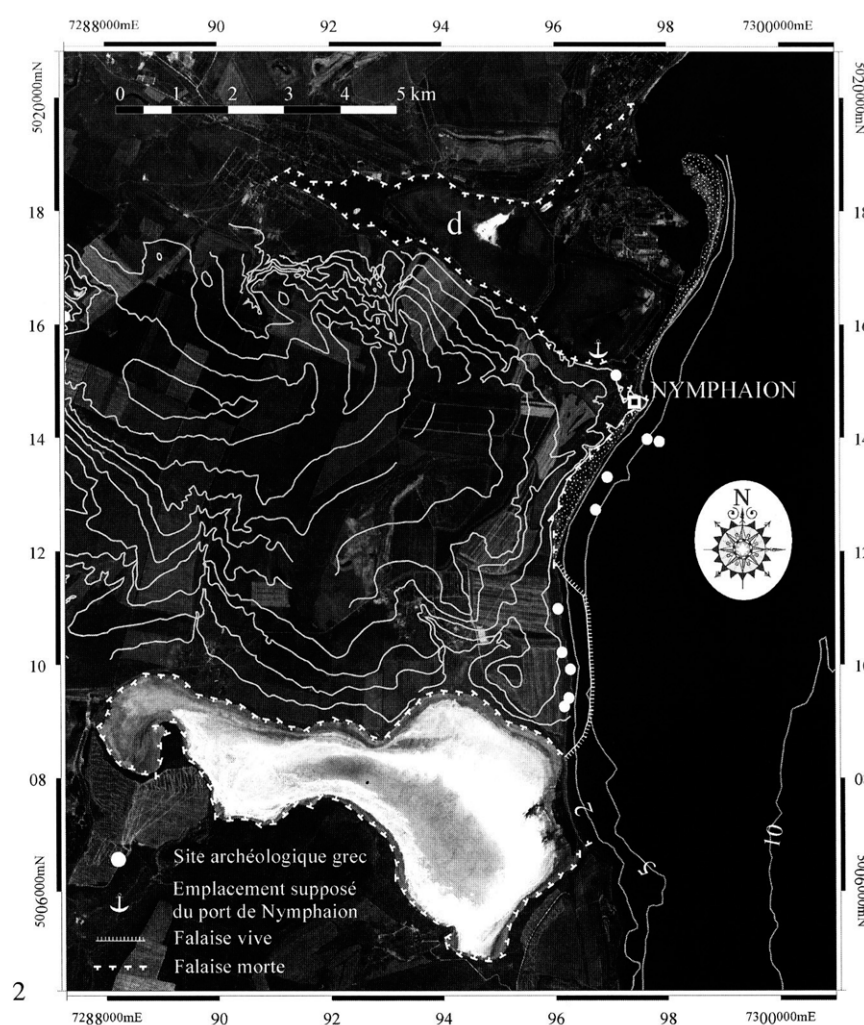


2

1. Localisation des principales colonies grecques de la Crimée et de la presqu'île de Taman. Fond de carte: image du satellite Terra (EOS-AM1) du 16-11-2000 (bandes 1, 4 et 3), résolution spatiale: 500 m. Données archéologiques, d'après A. Waşowicz, *Le système de défense des cités grecques...*, 1986, fig. 160. Cartouche: situation géographique de la zone d'étude. – 2. Corrélations entre les distances mentionnées par Strabon et la géographie actuelle du détroit de Kertch.



1

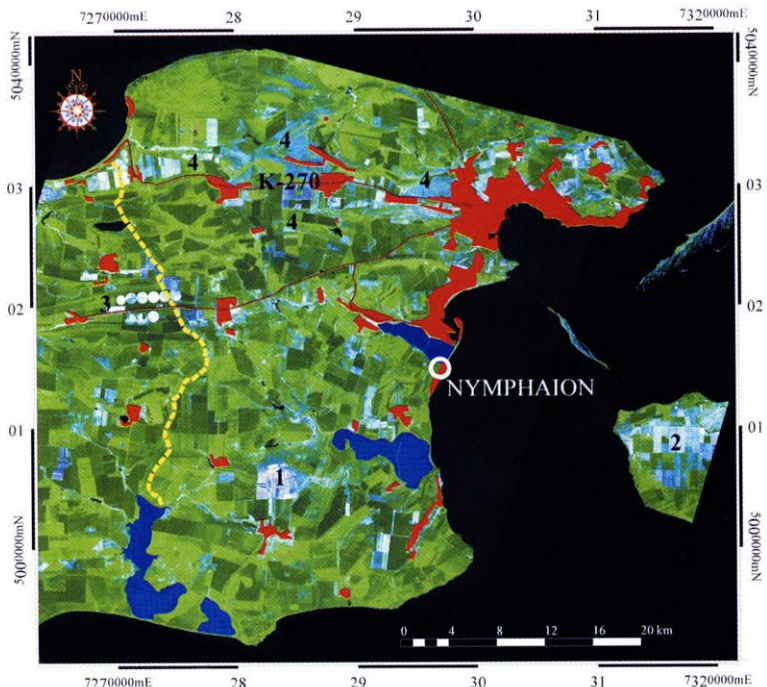


2

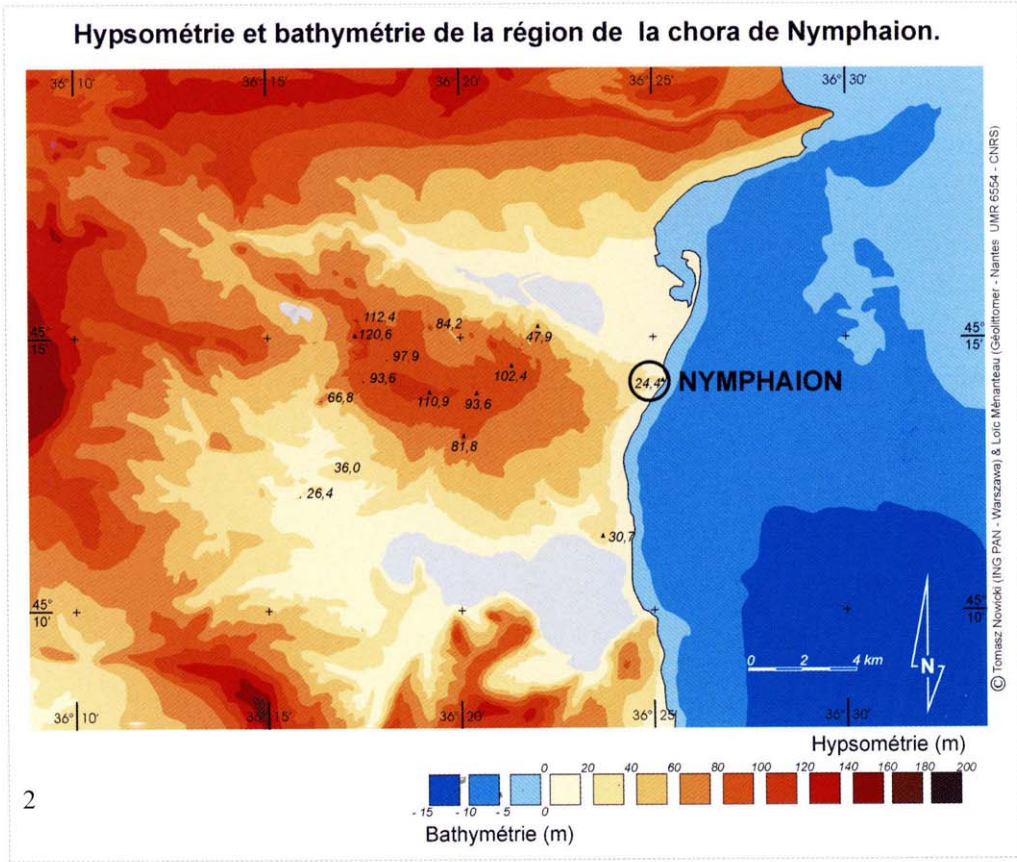
II

LOÏC MÉNANTEAU, OLIVIER GEFFRAY

1. Dynamique sédimentaire et bathymétrie du détroit de Kertch. Flèches: 1, Čuška; 2, Tuzla; 3, Kamyš-Burun. Courbes isobathes extraites de la carte marine russe *Sea of Azov. Kerchenskiy Proliv* au 1:50 000 (profondeurs en mètres). Lignes pointillées: limites hydrographiques du détroit. Fond de carte: image panchromatique du satellite SPOT-3 du 06-08-1994 après masquage de la partie continentale (en noir) et expansion de la dynamique des eaux. Cartouches: morphologie des flèches de Čuška, Tuzla et Kamyš-Burun (d'après V.P. Zenkovich, *Processes of coastal development*, 1967). – 2. Schéma de l'évolution du trait de côte du VI^e siècle av. J.-C. à nos jours. Cercles blancs: sites archéologiques submergés ou menacés d'effondrement par le recul de la falaise vive. Image panchromatique géoréférencée du satellite SPOT-2 du 17-07-90. Sources: carte russe au 1:100 000 L-37-97 (courbes isobathes), carte marine russe *Sea of Azov. Kerchenskiy Proliv* au 1:50 000 (courbes isobathes en mètres), T. Scholl et V. Zin'ko, *Archaeological Map of Nymphaion (Crimea)*, Warsaw 1999 (sites archéologiques).

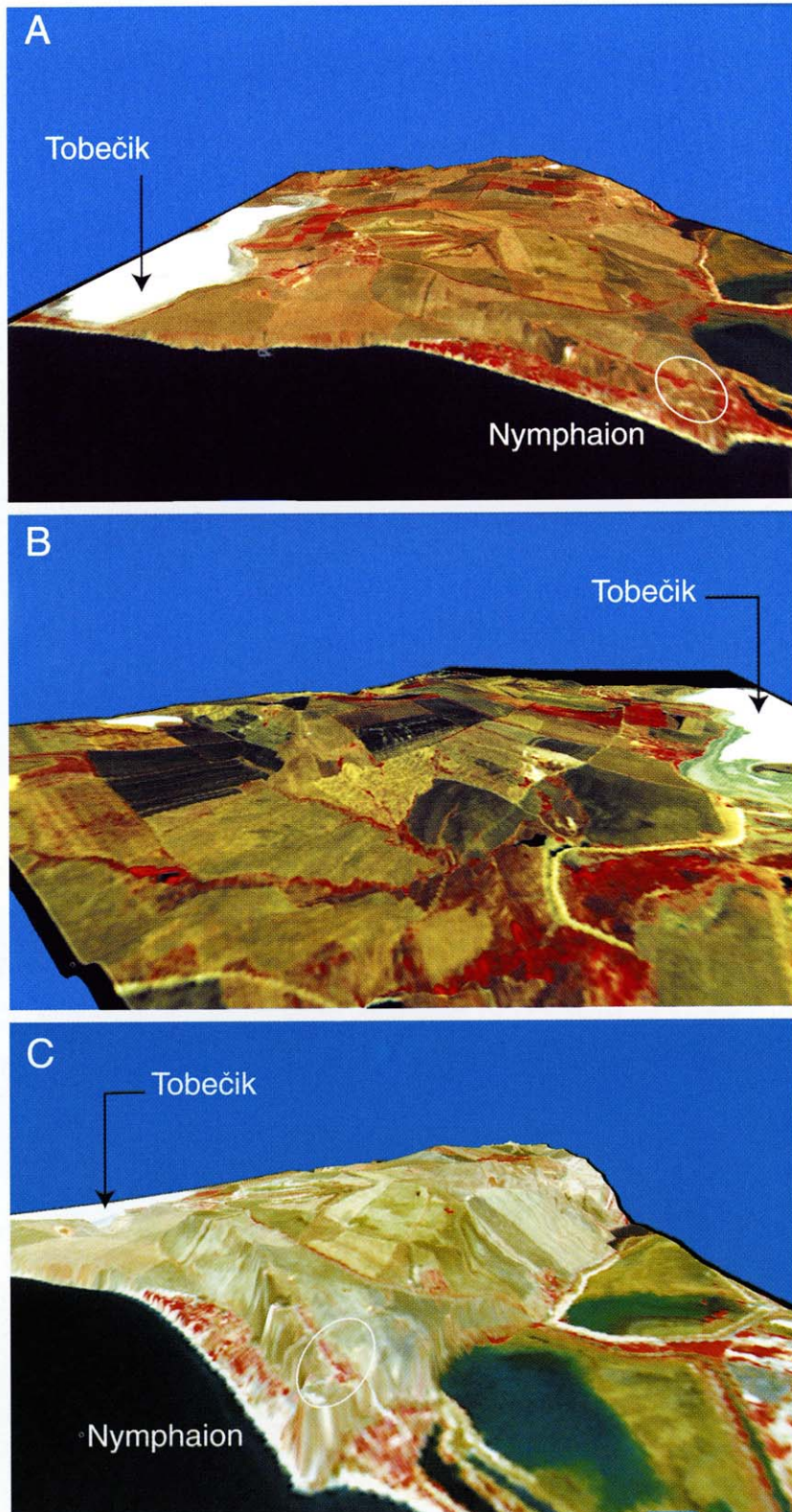


1



2

1. Le *vallum* (dit Uzunlarskij, Ak-Kos, Cimmérien) et occupation du sol de la presqu'île de Kertch. Tracé du *vallum* et cartographie des surfaces irriguées après traitement d'une image multispectrale du satellite SPOT 1 du 30-08-1986 (R = indice de couleur verte; B = XS3; R = Indice Normalisé de Végétation). Interprétation: rouge, zones urbaines et industrielles; bleu foncé, lagunes; bleu pâle à rose, peu irrigué à fortement irrigué. La carte met en évidence les zones irriguées, particulièrement dans quatre secteurs: au sud-est de la lagune de Tobečik (1); dans la presqu'île de Taman, à l'ouest de la ville éponyme (2); à l'intersection du *vallum* et de la route M-25, où l'on distingue neuf cercles correspondant à une technique lourde d'irrigation circulaire (3); de part et d'autre de la K-270 qui part de la ville de Kertch et se prolonge vers la côte nord-ouest (4). – 2. Physiographie de la *chora* de Nymphaion. Isohypsés: cartes russes au 1:25 000 (X-28-68-B-1, X-27-68-B-6), 1972; isobathes: carte marine anglaise 2242. *Black Sea – U.S.S.R. Kerchenskiy Proлив*, 1987 au 1:50 000.



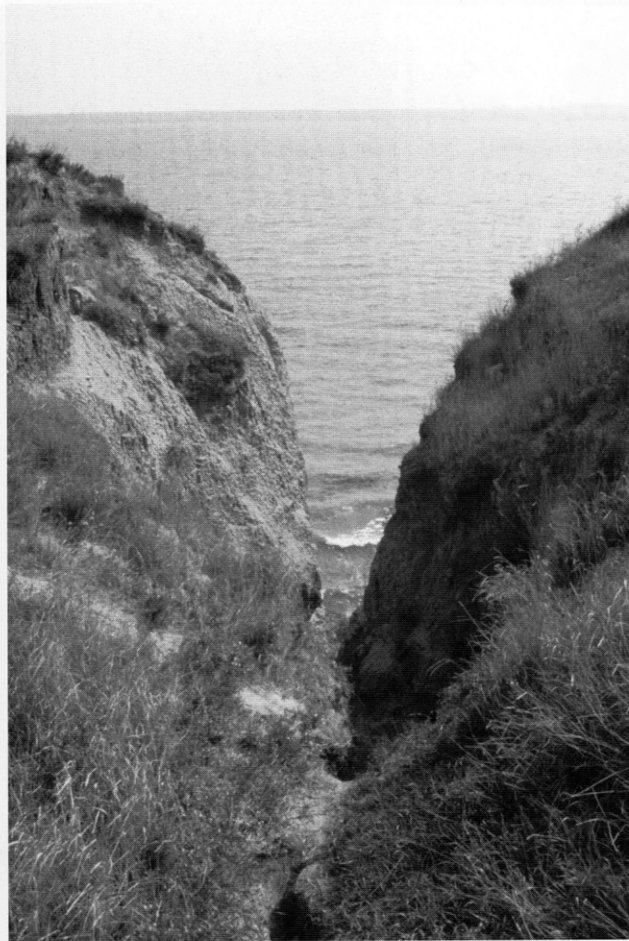
1. Perspectives en trois dimensions de la *chora* de Nymphaion réalisées avec le module PSIMAG du logiciel Geomatica version 8.2, à partir d'un modèle numérique de terrain (isohypses = 5 m) et de l'image du satellite SPOT-1 acquise le 30 août 1986. La résolution de l'image, après fusion des bandes multispectrales avec une image panchromatique du satellite SPOT-3 acquise le 06 août 1994, est de $11,23 \times 11,23$ mètres. Afin de mieux rendre compte du relief de la *chora*, les altitudes ont été multipliées selon un facteur 50 (scène C) et 80 (scènes A et B). Le champ de vision est de 90° . L'inclinaison de l'observateur par rapport au sol de 85° (scènes A et B) et 80° (scène C).



1. Géoarchéologie de la *chora* de Nymphaion. Intégration des sites archéologiques antiques, des chemins anciens, des données géographiques (topographie, urbanisation moderne) à une image panchromatique du satellite SPOT-2, géoréférencée, du 17-07-1990. Sources: carte russe au 1:100 000 L-37-97 (courbes isohypses, zones urbanisées et cours d'eau), carte marine russe *Sea of Azov. Kerchenskiy Proliv* au 1:50 000 (courbes isobathes en mètres), carte russe de 1837 (tracé des anciens chemins), Scholl et Zin'ko, *op. cit.* (sites archéologiques). – 2. Géoarchéologie de la *chora* de Nymphaion. Intégration des sites archéologiques médiévaux, des chemins anciens, des données géographiques (topographie, urbanisation moderne) à une image panchromatique du satellite SPOT-2, géoréférencée, du 17-07-1990. Sources: carte russe au 1:100 000 L-37-97 (courbes isohypses, zones urbanisées et cours d'eau), carte marine russe *Sea of Azov. Kerchenskiy Proliv* au 1:50 000 (courbes isobathes en mètres), carte russe de 1837 (tracé des anciens chemins), Scholl et Zin'ko, *op. cit.* (sites archéologiques).



1



2



3

1. Mur remanié à la suite d'un tremblement de terre, daté du III^e s. av. J.-C., ayant eu des effets destructeurs dans la cité de Nymphaion. Ph. L. Ménanteau, 06-09-1996. – 2. Ravin entaillant les niveaux loessiques et coupant orthogonalement la falaise vive au S de Geroevskoe. Ph. L. Ménanteau, 03-09-1996. – 3. Cap de Kamyš-Burun (24,4 m) sur le promontoire duquel s'est établie la cité de Nymphaion. Vue prise depuis la mer en direction du SSW. Ph. L. Ménanteau, 04-09-1996.



1



2



3



4

1. Trains de houles de NE le long de la racine (*fulcrum*) de la flèche sableuse de Kamyš-Burun, à l'origine d'un transfert sédimentaire en direction du nord. Remarquer l'incidence et la divergence de la houle due à l'avancée du cap de Kamyš-Burun. Vue vers le nord depuis le cap (site de Nymphaion). Ph. L. Ménanteau, 05-09-1996. – 2. Flèche de Kamyš-Burun, de formation récente, qui barre partiellement la lagune de Čurubaš. Vue prise vers le nord depuis le promontoire du cap éponyme où fut bâtie Nymphaion. À l'horizon, Aršincevo et anciens chantiers navals militaires Boris Ye. Butona (avant 1990, de Zaliv). Ph. L. Ménanteau, 06-09-1996. – 3. Flèche de Kamyš-Burun, vue vers le N depuis le phare du cap éponyme. Elle est bordée dans sa partie interne par un canal artificiel, résultat de l'aménagement de la lagune de Čurubaš à des fins industrielles. Au centre, dépression transversale (fossé ?) correspondant sans doute à la limite défensive occidentale de Nymphaion. À l'horizon, Aršincevo. Ph. L. Ménanteau, 05-09-1996. – 4. Liman de Tobečik inondé (vu depuis le S) avec la flèche sableuse qui le barre et qu'emprunte, depuis 1925, la route actuelle. Ph. IAE (PAN).



1



3



2



4

1. Liman de Tobečik (vue vers le SE) fermée vers la mer par une flèche sableuse (l = 250 m). Au premier plan, surface du liman aux sols dénudés hypersalins à la bordure colonisée par une végétation halophile; à l'horizon, le cap Malyj (58,2 m), délimitant le sud de la lagune et dominant l'entrée SW du détroit de Kertch. Ph. L. Ménanteau, 03-09-1996. – 2. Falaise morte (commandement: 7–10 m) bordant la rive sud de la lagune de Čurubaš, à l'est de Nymphaion. Ses versants ont été reprofilés (convexité sommitale, talus) et son front raviné sous l'effet de l'érosion continentale. Ph. L. Ménanteau, 06-09-1996. – 3. Falaise morte (commandement: 20 m) précédée d'un talus bordant la rive nord de la lagune de Tobečik. Au premier plan, surface de la lagune en période d'étiage, au sol recouvert d'efflorescences salines. Vue prise vers le NW. Ph. L. Ménanteau, 03-09-1996. – 4. Falaise vive avec paquets de loess écroulés formant des talus réglés par endroits fixés par la végétation. À gauche, près du rebord de la falaise, kourgane menacé à court terme d'effondrement. À la base, l'érosion a dégagé les blocs du conglomérat coquillier (Miocène supérieur). Ph. L. Ménanteau, 03-09-1996.



1



2



3



4

1. Site archéologique de Geroevskoe-2 fouillé en 1990 menacé de disparition par le recul de la falaise vive. Au second plan, la flèche de Kamyš-Burun; à l'horizon (à droite), le cap Pavlovskij. Ph. L. Ménanteau, 03-09-1996. – 2. Amas de blocs en chaos composés de conglomérats coquilliers (Miocène supérieur), écroulés au pied de la falaise du cap de Kamyš-Burun (site de Nymphaion). Durant la régression marine phanagorieenne, la plate-forme d'abrasion marine se prolongeait en mer. Vue prise vers le N: en arrière plan, la flèche de Kamyš-Burun et, à l'horizon, les grues des chantiers navals Boris Ye. Butona (avant 1990, de Zaliv). Ph. L. Ménanteau, 05-09-1996. – 3. Au sud du promontoire de Nymphaion, falaise morte délimitant l'ancien rivage antique. Entre la mer et ce dernier, la ville balnéaire de Geroevskoe (Èl'tigen) s'est établie sur des accumulations sableuses provoquées par les apports de la dérive littorale S-N, piégés dans leur cheminement par l'avancée du cap de Kamyš-Burun. Ph. L. Ménanteau, 03-09-1996. – 4. Site présumé de l'ancien port de Nymphaion, au pied du versant nord du promontoire triangulaire (cap de Kamyš-Burun) sur lequel a été édiée la cité grecque. Bordés par une falaise morte, les terrains alluviaux pourraient correspondre au site de l'ancien port qu'une flèche de sable ou une digue aurait mis à l'abri des vents. Ph. L. Ménanteau, 05-09-1996.