TRABAJOS DE PREHISTORIA 51, n.º 2, 1994, pp. 55-68

L'ANCIENNE PRODUCTION MINIÈRE ET MÉTALLURGIQUE ET LES CATASTROPHES ÉCOLOGIQUES ANTHROPOGÈNES: INTRODUCTION AU PROBLÈME (1).

PRODUCCIÓN MINERO-METALÚRGICA ANTIGUA Y CATÁSTROFES ECOLÓGICAS ANTROPOGÉNICAS: UNA INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA.

EUGÈNE N. CHERNYKH (*)

RÉSUMÉ

L'article présente une introduction sur le problème de l'interdépendance de la métallurgie ancienne et des catastrophes écologiques. La méthode d'étude proposée dépend des approches posées dans le travail. La principale, la détérmination de deux stades, pré-industriel et industriel, dans le développement de la métallurgie se base sur le type de l'énergie utilisée pour la réduction du métal. Pour le stade pré-industriel qui a duré presque six millénaires, du Ve millénaire avant J.C. jusqu'au XVIIIe siècle A.D., ce type d'énergie etait toujours le même - le charbon de bois. Cela nous a permis d'extrapoler les calculs de la consommation de ce genre de combustible aux temps modernes dans la Préhistoire. Surtout c'est de-

venu possible avec les études de l'ensemble de mines Kargali dans la région d'Oural du Sud qui y contient les restes des mines préhistoriques et modernes. L'évaluation du niveau de l'extraction minière et de la métallurgie pré-industrielle suppose une immense consommation du charbon de bois qui menait à l'extermination des forêts et s'accompagnait de conséquences très graves du point de vue écologique lesquelles à son tour se transformaient dans des problèmes sociaux et culturels des communautés humaines. En conclusion sont exposés des périodes chronologiques de l'Age des Premiers Métaux et des territoires du Vieux Monde qui leur conviennent où on pourrait s'attendre à des pressions écologiques de différents degrés suivis par toutes ces conséquences analysées dans l'article.

L'article etait remis dans sa version finale le 23-XI-94.

RESUMEN

El artículo es una introducción al problema de la interdependencia entre la metalurgia antigua y las catástrofes ecológicas. El método de estudio propuesto depende de los enfoques planteados en el trabajo. El principal, la determinación de dos estadios, uno pre-industrial y otro industrial, en el desarrollo de la metalurgia se basa en el tipo de energía utilizado para la reducción del metal. En

^(*) Chef du Département des Méthodes Scientifico-Naturelles de l'Institut de l'Archéologie de l'Académie de Sciences de la Russie. 117036 Moscou, Dm. Oulyanova 19.

⁽¹⁾ La traduction en français de Dra. Tamara T. Teneishvili du Département des Méthodes Scientifico-Naturelles de l'Institut de l'Archéologie de l'Académie de Sciences de la Russie, à l'heure actuelle boursière (Programme "Estancias Temporales de científicos y Tecnólogos Extranjeros en España") du Département de Préhistoire du Centre des Études Historiques du CSIC d'Espagne, avec l'aimable concours de Mme Tamara Beridze Lominadze.

La délinéation des figures de Julia Sánchez García de la "Unité du Service des Nouvelles Technologies dans les Humanités" du Centre des Études Historiques (Madrid).

el caso del estadio pre-industrial que ha durado casi seis milenios, desde el V milenio a C. hasta el siglo XVIII a.D., el tipo de energia no varió: el carbón vegetal. Ello nos ha permitido extrapolar los cálculos del consumo de este tipo de combustible en época moderna a la Prehistoria. Ello ha sido posible gracias sobre todo a los estudios efectuados en el conjunto minero de Kargali, en la región del Ural meridional, donde hay restos de minas prehistóricas y modernas. La evaluación del nivel de extracción minera y de metalurgia pre-industrial indica un inmenso consumo de carbón vegetal que llevó a la desaparición de los bosques y tuvo consecuencias muy graves desde el punto de vista ecológico lo que a su vez, dio lugar a problemas sociales y culturales en las comunidades humanas. Como conclusión se propone una periodización de las Primeras Edades del Metal, y se determinan los territorios donde se podría esperar diversos grados de presión ecológica, así como las consecuencias que se analizan a lo largo del texto.

Mots-clés: Extraction Minière. Métallurgie Pré-industrielle. Kargali. Culture Sroubnaya. Réduction du cuivre. Charbon de Bois. Combustion. Retour Fonctionnel.

Palabras claves: Minería. Metalurgia Preindustrial. Kargali. Cultura Srubnaia. Reducción de Cobre. Carbón Vegetal. Combustión. Vuelta Funcional.

I

Le processus de l'adaptation des technologies avancées et inhabituelles par les cultures anciennes, comme une règle, s'accompagnait d'un large développement des nouvelles productions exigantes une grande quantité d'énergie et de matériaux. Les invasions destructives dans les "dépôts de la nature" se transformaient en conséquences presque obligatoires des activités semblables. En se trouvant dans des situations aussi compliquées en pratique, les cultures les controlaient à peine ou, peut-être, n'étaient pas du tout capables de les influencer. L'exploitation énergique et irraisonée des ressources naturelles conduisait presque toujours à un déséquilibre du milieu écologique de la culture plus au moins différent en degré et en caractère. En fait, les gens pensaient toujours que l'exploitation de ces ressources etait beaucoup plus avantageuse directement près de leurs habitats. Pourtant, une pareille localisation provoquait

une brusque augmentation des signes de la crise écologique. Les changements dans l'environnement influencaient péniblement et souvent dramatiquement de nombreux domaines de la vie quotidiènne des sociétés ce qui est très important pour le déroulement du problème qui nous intéresse. Ces sociétés se precipitaient vers la catastrophe écologique dont les racines anthropogènes se devinaient facilement (2).

La production minière et métallurgique qui se développait rapidement, en général par bonds, les derniers six, six et demie millénaires dans la plupart des régions du Vieux Monde, dissimulait presque toujours le danger de devenir un des plus graves motifs des catastrophes anthropogènes qui apparaissaient en permanence dans des différentes régions géografiques de l'Eurasie. Un tel rôle de la métallurgie dans la vie des gens etait conditionné par sa nature physique et la technologie dominante de la production. Il serait fort important pour ce sujet que justement les particularités de la technologie nous permettent de distinguer dans sa longue histoire deux étapes essentielles assez bien exprimées. La nécessité de cette division deviendra plus claire dans l'exposé qui suit.

L'étape ancienne en même temps la plus longue au total a duré presque six millénaires. Elle a commencé au milieu ou à la seconde moitié du Ve millénaire lorsque tout d'un coup s'est enflammé le phénomène brillant des cultures danubiennes de l'Age du Cuivre dans Les Balcans du Nord et le bassin des Carpathes (Chernykh, 1976; Premier, 1989). Tandis que les phases finales de cette étape n'eurent lieu, en réalité, que dans les temps modernes. Ce n'est seulement qu'à partir des XVIIIe et XIXe siècles dans la plupart des régions du Vieux Monde s'achevait la pratique universelle des principaux procédés de la technologie ancienne.

Les traits, les plus caractéristiques de cette étape etaient: 1) l'utilisation presque exclusive

⁽²⁾ Le thème des catastrophes écologiques antropogènes dans l'archéologie et dans l'histoire ancienne est examiné vraiment insufisamment, tandis que la quantité des publications qui se servent du vocabulaire écologique dans la manière la plus libre, parfois paraît excessive. Le faible fondamental des études de ce genre c'est l'absence des recherches analytiques complexes et itentionnelles avec l'usage de toute l'unité des méthodes arquéo-biologiques, et en même temps l'absence presque totale des données quantitatives plus au moin sûres sur les changements écologiques. Les approches au problème sont aussi assez faiblement élaborés.

du charbon de bois comme combustible pour la réduction des minerais et le travail du métal, 2) de préférence la réduction des minerais oxydés (non seulement de cuivre mais aussi de fer), 3) l'organisation préscientifique de l'exploitation des mines et de la production métallurgique. En général, on peut appeler cette étape pré-industrielle ou proto-industrielle ainsi que pré- et proto-scientifique (3). Le charbon de bois qui etait le principal et peut-être le seul combustible pour les processus de la pyrométallurgie a permis à certains rechercheurs de dénommer la métallurgie de cette étape celle "du charbon de bois" la distinguant de cette manière de la métallurgie de l'étape suivante, celle "du charbon de pierre et électrique".

L'étape récente et finale de l'évolution de la métallurgie en comparaison avec la précédente est bien courte. Sa durée à peine dépasse deux centaines d'années (et elle continue toujours). Le signal, qui a annoncé son début fût la révolution industrielle dans la métallurgie, brusquement commencée à la fin du XVIIIe siècle, à l'extrémité occidental du continent européen, en Angleterre (Mantou, 1925: 204). Les processus des changements technologiques passaient très vite et déjà dans une dizaine d'années les centres industriels de l'Europe Occidentale et Centrale ont subi une transformation totale de tous les procédés fondamentaux de la production de ce domaine important de l'économie humaine.

Pour notre sujet, peut-être le plus important est le fait que le charbon de pierre remplace le charbon de bois. En plus, la base de la chimie inorganique est devenu un appui solide de l'industrie minière, de la métallurgie et du travail du métal, surtout durant l'explication de l'essence férmée des processus pyrométallurgiques et leur contrôle. Les nouvelles méthodes de la transformation métallurgique s'introduisaient énergiquement. En même temps la fabrication reçevait très vite un air industriel, le travail à main se retirait en arrière, l'utilisation de l'énergie électrique dans les différentes operations métallurgiques devenait de plus en plus importante (4).

La détérmination et la brève caractéristique des fondamentales étapes du développement de l'industrie minière et métallurgique, présentées ci-dessus sont nécessaires pour l'invoquation de la méthode d'étude qu'on va utiliser ci-dessous. On va essayer selon la base des exemples récents, ceux de la métallurgie d'Oural aux XVIIIe-XIXe siècles d'argumenter l'évaluation des conséquences écologiques de cette industrie pour l'ancienneté. Car la ressemblance des traits principaux des différentes phases de l'étape ancienne dans le développement de l'industrie minière et la métallurgie, en principe, est évidente. Les récentes "manufactures" développent tous les méthodes connues dès l'Age du Bronze dans le cadre du même modèle principal. Se distinguaient que les données quantitatives (l'échelle de l'extraction des minerais et de la refonte des métaux), mais jamais les types de l'énergie utilisée.

II

L'influence de l'industrie minière et métallurgique du type ancien se refletait bien fort, premièrement sur le sous-sol et deuxièmement

⁽³⁾ Presque pendant tous les stades chronologiques de l'étape ancienne l'apprentissage des procédés principaux de la production minière et métallurgique se menait d'une géneration à l'autre, de préférence par la voie des relations personnelles et d'exemple entre l'artisan et l'élève (De Guenin, 1937). Les descriptions des méthodes de l'extraction minière et de la métallurgie peu nombreuses, crées qu'aux XVIe-XVIIIe siècles, en fait, n'etaient que l'énumération et la caractèristique des fondamentaux processus standarts de cette production. Le système pré-scientifique dominait non seulement dans la production minière. Les méthodes de la chimie si importantes pendant les opérations pyrométallurgiques ne dépassaient pas les limites des représantations intuitives (Voire, par exemple, Agricola, 1556).

⁽⁴⁾ En relation avec ça il faut se rappeler de l'inégalité de l'évolution de ce domaine de production dans les différentes régions du Monde. Elle etait contraste même dans les limites de l'Europe. La "découverte" de l'Oural par les fabriquants russes a mené à l'exportation du fer d'Oural de très haute qualité à l'Europe Occidentale, précisement à l'Angleterre. Mais si aux îles britanniques cette situation stimulait des recherches actives d'une nouvelle technologie de l'industrie minière, en Oural riche en minerais et en forêts on s'orientait sans raison à une téchnologie extencive de la phase finale de la métallurgie "du charbon de bois" qui y survivait les temps les plus florissants. Bien vite les recherches des nouvelles méthodes ont conditionné en Angleterre une "explosion" téchnologique. Cela a été suivi d'un brusque retard d'Oural et déjà au début du XIXe siècle l'intervalle des niveaux de l'inductrie minière et métallurgique de l'ouest de l'Europe et de la péripherie orientale du continent se voyait fort impressionant. En parlant de l'inégalité du développement nous pouvons nous rappeler, bien sûr, et des formes de la métallurgie totalement archaïques dominantes chez les plusieures cultures africaines au Sud du Sahara, décrit par la plupart des voyageurs européens (Bryant, 1953: 11).

sur le caractère de la végétation de la région ou se produisaient les opérations métallurgiques et minières. L'extraction des minerais (de cuivre, de fer, ou quelqu'autres) toujours est liée avec une locale déstruction du sous-sol plus au moins grave. Comme dans l'ancienneté l'attention des mineurs au premier rang etait fixée à des débouchés superficiels des minerais, leur extraction toujours tendait que détruire le terrain. On rencontre des pareils vestiges en examinant de nombreuses et parfois énormes galeries. Telles galeries se situaient à la surface des gisements dont l'exploitation la plus efficace dans la Préhistoire, nommée "à ciel ouvert" se menait en but d'obtenir des minerais de cuivre et de fer dans les différentes régions et centres minièrs de l'Eurasie.

La destruction du sous-sol, pourtant, n'etait pas aussi catastrophique et universelle car la distrubution des minerais métallifèriques dans la nature n'est pas généralisée, mais limitée. Tandis que, parfois l'exploitation minière domine de vastes territoires. Aux nombres de ces derniers appartiennent les gisements d'un ensemble minier (champs de mines) Kargali. Situées dans la zone steppique de L'Oural du Sud les mines de Kargali sont exploitées déjà à l'Age du Bronze à la surface de 500 km². Évidemment que ces travaux ont changé non seulement le terrain, mais en même temps ils ont changé la végetation et l'hydrorégime d'une grande partie du milieu.

Les exemples des destructions de la même échelle en conséquences de l'anciennes extraction minière et de la métallurgie peuvent s'accroître facilement. Dans leur nombre, par exemple, se trouve l'immense centre de production métallurgique, Strandja, qui fonctionnait, de préférence, dès la période hellénistique. Ces nombreuses et très grandes mines et ces fours métallurgiques se localisaient dans le coin sudest de la Bulgarie et dans le coin nord-ouest de la Turquie Européenne (Chernykh, 1978: 19-39). De puissantes destructions du rélief sont les résultats des activités analogues dans la région déserte de Wadi Arabah à Timna et à Feinan au nord du golfe d'Aqaba, au long de la frontière entre Israël et la Jordanie dans sa partie méridionale (Antikes, 1980; Hauptmann, 1989; 119-135). On peut indiquer et les traces de la métallurgie, de l'extraction minière et du forgeage qui couvrent une vaste surface près de Méroé à Soudan; ou la, si nommée, "région noire" dans

les environs de Birmingham en Grande Bretagne; Donbasse; Roure et plusieurs exemples dans d'autres régions de l'Eurasie.

Ш

Pourtant, du point de vue écologique beaucoup plus épuisante etait la connextion strictement détérminée et obligatoire de l'industrie minière et la métallurgie de l'ancien modèle technologique avec les processus pyrotechniques. Il est connu que la réduction du métal de minerai autant que la refonte et la production des objets du cuivre et d'autres métaux exigaient une grande quantité de combustible, avant tout de charbon de bois. En plus, on utilisait souvent le charbon de bois dans l'ancienne industrie minière pour chauffer la gangue, ce qui facilitait fort l'extraction des minerais, surtout quand les derniers etaient inclus dans des rochées dures. En plus, il fallait griller les minerais avant la réduction. Par exemle, les minerais sulfures se grillaient presque obligatoirement dans les tas spéciaux pour en éliminer le soufre (5).

Pendant pas moins de six millénaires jusqu'au XVIIIe siècle (en Angleterre), ainsi que jusqu'au début du XXe siècle dans certains pays toutes les opérations pyrométallurgiques exclusivement ou presque exclusivement utilisaient le charbon de bois. Presque n'importe quelles sociétés de la métallurgie avancée produisaient des groupes professionnaux de spécialistes de réduction et du travail des métaux, la grande quantité de gens etait engagée dans la préparation du charbon de bois. Encore aux IVe-IIIe siècles le métier sophistiqué du charbonnier et les indications sur l'usage du charbon de bois étaient décrit par Théophraste. Toute une partie de son oeuvre botanique en est consacrée (Théophraste, 1951). La forêt et la combustion préoccupaient, en particulier, les hommes de la cour du roi Hammurapie 1500 ans avant l'époque de Théophraste. Les fonctionnaires détérminaient strictement la quantité et les mésures de troncs envoyés pour les forgerons (Forbes, 1950:95). Il est curieux que 3500 ans plus tard, déja en Russie les préoccupations

⁽⁵⁾ A propos, le grillage des minerais sulfureux lui aussi contaminait l'environnement, car il s'accompagnait toujours de la pollution d'immense quantité du gaz sulfuré extremement nocif pour tout être vivant.

soient les mêmes. Dans l'édit du tzar signé par Pierre le Grand lui-même, sur une possession illimitée de la fabrique de Toula par Nikita Demidov ont été énumerées même les plus petites parcelles de bois, dont le souverain permettait "... abbatre les arbres d'un côté de la forêt et l'autre côté de la vieille forêt soigner pour qu'elle puisse proteger de l'ennemie" (Kafengaouse, 1949: 495).

Sous la simplicité superficielle du processus de la "combustion en tas" se dissimule l'exigence d'avoir une habitude professionnelle comme cela se voit des expérimentations contemporaines (Agapov et autres, 1989: 100-108). En plus, une grande quantité des ouvriers engagés dans la production minière etait chargée de préparer le charbon de bois. Ce qui est intéressant c'est que la part des charbonnier parmis les autres ouvriers participants dans les opérations du cycle métallurgique fût élevée. Par exemple, les fabriques sidérurgiques de Demidov au près du Nijni Taguil occupaient dans la préparation du charbon de bois 2048 personnes, sans tenir compte le nombre des bûcherons, qui abbataient les arbres pour d'autres nécessités, tandis que l'extraction du fer etaient menée par 300 personnes et les fours et les haut-fourneaux n'etaient servis que par 90 ouvriers de différentes qualifiquations (Kafengaouse, 1949: 307-320). La fusion du cuivre exigait beaucoup plus de charbon de bois, voilà pourquoi la part des charbonnier parmis tous les ouvriers pourrait être encore plus élevée.

Quelques observations et les calculs approximatifs ont démontré, par exemple, que la réduction d'une tonne de cuivre des minerais entièrement chauffés exigait la consommation de 500-600 troncs d'acacias, ce qui signifit l'extermination de tout un boqueteau (Bachmann, 1980: 232-234; Allen, 1970: 10). En ce cas là il est assez difficile de compter la quantité supplémentaire du charbon de bois pour le grillage des minerais dépendant du minéral même, mais au moins cette operation elle aussi avait besoin de charbon. Le calcul approximatif nous a permis supposer que seulement dans le four de réduction de cuivre (No 30) dans la vallé de Timna du Wadi Arabah, daté des XXe-XXIIe dynasties d'Egypte Ancien on a fondu à peu près 100 tonnes de cuivre. Selon toute évidence pour les opérations métallurgiques seulement de ce four on a eu besoin de charbonner 60-70 mille troncs d'acacias - toute une forêt! (Chernykh, 1984: 487). Mais à Wadi Arabah (Timna et Feinan) il y en avait plus qu'une dizaine, même une centaine de fours semblables (Hauptmann, 1980).

On parle des régions méridionales désertes et sémidésertes du Proche Orient (Asie Antérieure) et de pareilles chiffres confirment une extermination incroyable des forêts. La intensive réduction des minerais pour reçevoir le cuivre et, bien entendue, la combustion convennante en Syrie et Palestine pauvres en plantes pouvaient conduire à des changements écologiques irreversibles de la végétation sur de vastes territoires et à la déformation du régime hydrographique, et, naturellement, menaient une réaction en chaine de certaines autres conséquences d'un caractère dramatiques.

Tout cela on le pouvait assez bien observer il n'y a pas si longtemps aux extrémités occidentals et orientals du continent européen aux temps quand s'achevait l'étape ancienne, préindustrielle de la production métallurgique. Déjà au XVIIe siècle la grande partie des forêts des Iles Britanniques etait épuisées. En 1665 un certain Dobly a publié en Angleterre un livre "Metalus Martis", dans lequel il écrivait: "Si les forêts se réduissent comme auparavant et, enfin, disparessent pour nous serait perdue ce qui se considère comme la force essentielle de l'Angleterre: ses navires, ses marins, son commerce, sa pêche, la marine de guerre de sa Majesté, notres armes offensifs et de défence. C'est juste ça qu'a obligé les prédécesseurs de la reine avant et après 1588 ... de publier les lois de protection des forêts qui sont menacés par les fabriques sidérurgiques" (cursive à moi, E.C.) (Mantou, 1925: 205). Les lois de protections se publiaient, mais ne s'executaient jamais, et en Angleterre on entendait un gémissement:" La dévastation créé par les fabriques sidérurgiques depasse tout genre d'imagination" (cursive à moi). En Irlande, dans la première partie du XVIIIe siècle, à cause de l'absence du bois s'arretait même les manufactures de cuire, tandis que le bois parvenait de Norvège (Mantou, 1925: 206).

Sur l'autre extrémité de L'Europe la phase finale, pré-industrelle ou la métallurgie du charbon de bois donnait l'impression de naître après presque 3 mille ans d'intervalle dans l'exploitatation des mines d'Oural du Sud. Mais même là l'image des impulsives destructions écologiques effrayait les observateurs intéres-

sés. En 1770 le récent nommé gouverneur. d'une vaste région ouralienne -celle d'Orenbourg- général Réinsdorpe ayant fait la connaissance de la région est resté choqué l'état des forêts montagneuses. Dans sa lettre adressée à Catherine La Grande il a ecrit que "le bois naval et de construction" récement abondant "est tellement épuisait qu'il faut le chercher à 500-600 km. d'Orenbourg". Bien sûr, que les travaux minièrs ecrit Reïnsdorp sont "le plus important et le plus avantageux domaine de l'économie" de la région. Mais si on ne surveille pas "leurs multiplications hors du nécessaire" le plus vite possible, "les conséquences peuvent-être les plus nocives possible" (Les Matériaux, 1956: 479-483). Il'est remarquable que la première fabrique de réduction du cuivre en Oural du Sud n'a commencé à fonctionner qu'en 1745, que 25 ans avant la lettre de Réïnsdorpe, mais la situation existante lui fesait déjà peur pour le futur destin de toute la région.

Il paraît qu'en proposant les mésures contre la disparition des forêts, Réïnsdorpe n'ignorât pas qu'en 1754 le Senat Russe en accord avec l'édit de l'Imperatrice Elisabeth a adopté l'ordre qui interdisait la construction des fabriques métallurgiques dans un rayon de 200 km. autours de Moscou. Le but de l'interdiction etait de sauvegarder les forêts dans la région centrale de l'État, les forêts qu'on gachait sans pitié. En plus, Le Senat a indiqué à tous les fabriquants de détruire sur ce territoire toutes les fabriques existantes métallurgiques et ainsi que celles du vin (Pavlenko, 1946: 462-468).

Les nombreux rapports statistiques du XVIIIe-XIXe siècles des fabriques de réduction du cuivre en Oural permettent de présenter le volume des frais du charbon de bois nécessaire pour la production métallurgique correspondante encore à l'époque pré-industrielle de son développement. Ainsi, pour obtenir une tonne du fer réduit il fallait dépenser 17-18 m³ de bois (de pin et de bouleau). Les mines pauvres (par exemple, dans les environs de Moscou, ou celles d'Olonetsk) exigaient l'augmentation de ces frais plus que du double. La transformation du fer réduit en fer pur augmentait la consommation du charbon de bois pour une tonne de métal jusqu' à 70-100 m³ de bois tandis que la transformation du fer pur en acier exigait les dépenses totales de 100-150 m³ de bois pour une tonne de métal. Pour la réduction et le raffinement d'une tonne de cuivre et sa préparation en condition de vente il fallait 300-500 m³ de bois. Je souligne qu'il ne s'agit que des opérations de réduction et de transformation des métaux. Le travail du fer ou du cuivre pour reçevoir des objets n'entre pas dans ce calcul, pas plus que le bois pour les travaux minièrs et d'autres nécessités, comme celles de construction en bois, des mécanisme en bois ou le bois naval.

C'est assez difficile de calculer la correlation entre les volumes du bois abbatus pour la combustion et la surface des parcelles. On supposait, par exemple, qu'en moyenne en Oural Méridional en abattant totalement un héctare de forêt on en recevait 250-270 m³ de bois. Cela veut dîre qu'une tonne de cuivre exigait l'extermination d'une forêt sur une surface de 1,5-2 hèctares, et en plus du bois de la méilleure qualité. La forêt et la correspondence entre le volume de la préparation du bois avec la surface des parcelles d'où il s'abbatait dans d'autres régions pouvait se caractériser d'autres proportions. Les fabriquants forestier consideraient que la récupération du massif forestier dans des conditions admissibles occupait 60 ans pour le bouleau et 80 ans pour le pin.

En 1767 était organisée une révision relativement complète de toutes les fabriques de réduction d'Oural et etait obtenue, il semble, un image réele du volume de réduction du cuivre, du fer pur et du fer reduit. Le calcul rélève que pendant cette année indiquée seulement pour la réduction et la transformation du métal on a abbatu au moins 5 millions m³ de bois (6) –un chiffre impressionant. C'est évident que ce volume du bois utilisé doit être augmenter au moins 1,5 fois en comptant la consommation du charbon de bois pour le travail du métal (la forge et la coulée).

IV

C'est bien curieux que l'échelle de l'extraction des minerais, la technologie des travaux minièrs y compris la réduction du cuivre même en

⁽⁶⁾ Tous les calculs sur la métallurgie ouralienne cités au-dessus sont construits à travers l'élaboration par l'auteur des nombreuses données publiées de différents livres. La plupart de ces travaux etait déjà citée dans l'article (De Guenin, 1937; Kafengaouse, 1949; Agapov, 1989; Pavlenko, 1956; 1962).

phases les plus anciennes de l'étape pré-industrille (dans le cadre du Chalcolithique et l'Age du Bronze) en certain sens puisse être comparer avec les phases les plus tardives de la métallurgie ouralienne des siècles XVIIIe-XIXe (7). Adressons-nous aux quelques exemples.

L'ancienneté, expresivité et la étonnante conservation désagrégent la mine Ai Bunar en Bulgarie du Sud entre tous les monuments de ce genre. Cette mine s'exploitait par les tribus de la culture Chalcolitique Karanovo VI-Gumelnitsa (Chernykh, 1978: 56-78). Les limites extremement possibles de la datation de son exploitation plus active bouge entre la deuxième partie du Ve millénaire avant J.C. jusqu'au début du IVe millénaire avant J.C. En réalité, la période de l'industrie minière et métallurgique semble plus courte (au maximum deux ou trois centaines d'années). La masse des minerais de cuivre (plus justement, des oxydes de cuivre), sortie des galeries à ciel ouvert d'ici etait d'environs 30 000 tonnes. Le minerai d'Ai Bunar est très riche voilà pourquoi on peut supposer que même si les métallurgistes ne recevait pas plus de 3% de cuivre (plus encore en vérité) le poids total du cuivre réduit de serait mille tonnes.

L'exemple d'Ai Bunar est três important pour nous parce qu'il n'existe aucun reste d'exploitation récente sur la mine (nous n'en connaissons aucune tache). Les mineurs de l'Age du Cuivre en terminant les travaux sur une mine embouchaient tous les galeries par les déblais, comme s'il fermaient les entrailles minières de la Terre pour eviter la pénetration des étrangers dans leur richesse. En ce cas là il est possible de s'imaginer que toute la masse de minerais sortie d'Ai Bunar ne fût utilisée que pendant le Chalcolithique de la peninsule Balcanique.

La supposition que la réduction de toute une tonne de cuivre par la métallurgie etait possible en Europe du Ve millénaire avant J.C. peut bien étonner le lécteur habitué aux confirmations des chrestomathies historiques sur la pauvreté de l'échelle de la production métallurgiques et minières. Néanmoins, tout l'ensemble de recherches en ce domaine nous démontre le contraire et nous le soulignons à part. La faute fondamentale de ces présentations s'explique très simplement: à la disposition des rechercheurs se trouve une toute petite partie des métaux conservés jusqu'à nos jours ce qui déforme les présentations réeles (8).

Alors, seuleument pour la réduction des minerais d'Ai Bunar cette mille tonnes de cuivre supposée, sans parler de la fabrication des objets en métal, il fallait abbatre environs 1 million d'arbres pour les charbonner. Aux environs d'Ai Bunar on ne trouve pas les scories métallurgiques, les minerais se transportaient sur plusieurs kilomètres vers les sites de réduction du cuivre qui sont inconnus pour le moment. Les alentours de Srednia Gora dans la région de la Thraque où se trouve la mine, sans doute, n'auraient pas peu supporter cette pression écologique. Rappelons encore une fois que pour les opérations du travail du métal, on avait besoin de la même quantité du charbon de bois.

Citons les exemples plus récents. La mine Kenkazgan se trouve dans une région aride, déserte et sans forêts du Kazakhstan - Betakdalé ou "la steppe affamée". Les minerais de cuivre s'exploitaient dans une immense galerie à ciel ouvert de 500 m sur 100 m. Les travaux n'ont eu lieu que pendant la période de la communauté historico-culturelle d'Andronovo. Juste comme dans le cas d'Ai Bunar, la mine de Kenkazgan etait embouchée par à peu près 270 000 m³ de gangue déjà elaborée et déplacée de nouveau dans la galerie à la fin de l'exploitation. La date approximative de la mine -2ème partie du IIe millénaires avant J.C. La période d'exloitation supposée au maximum 500-700 ans. Cette mine

⁽⁷⁾ Les anciennes fabriques de réduction du cuivre en Oural ne se distinguaient pas (ou presque pas) des ateliers de l'Age du Bronze. Par exemple, l'aspect des usines du XVIIIe siècle au près de Koungour étonne par son archaïsme (Chernoukhov, 1988: 40-41). L'échelle de la fusion du cuivre dans les fabriques ouralienne du XVIIIe siècle même cedait à celle que nous observons, dans la vallé de Timna (voire appendix 11 du livre de Chernoukhov, 1988).

⁽⁸⁾ Il est connu que tous le savoir sur l'ancienne métallurgie et l'échelle de la production minière dans l'ancienneté ont été construits uniquement sur la base des collections du métal qui se sont conservées. Par exemple, aujourd'hui d'après les collections des musées et les fouilles archéologiques on connait un nombre d'objets en métal pas ci grand, mais bien juste dont le cuivre pour sa composition chimique peut-être surement lié avec la réduction des minerais d'Ai Bunar. Le poids total de cette collection conservée jusqu'à nos jours ne depasse pas cinq kilogrammes. Pour cette raison la masse du "cuivre d'Ai Bunar" est à peu près 0.0005(!) pour cent du volume entier du cuivre réduit, probablement une tonne. Remarquons aussi que si les rechercheurs n'auriaient pas eu des sites comme Ai Bunar et Kenkazgan ou semblables, la conclusion d'une pareille l'échelle de l'extraction et la réduction des minerais dans l'ancienneté profonde serait impossible.

fesait part des foyers de la Province Métallurgique Eurasienne de l'Age du Bronze Final. Au total les mineurs de la culture Andronovo ont sortis au moins 800 mille tonnes de minerais de cuivre ce qui revient 300000 m³ de minerais (Alekseev, 1983: 203-212).

En calculant le même niveau de 3 pour cent d'essort du cuivre de minerais nous recevons plus de 25 mille tonnes du cuivre réduit. Si nous comptons le même matériel conventionnel pour la pyrométallurgie ceux des acacias nous pourrions présenter un chiffre incroyable - près de 25-30 million d'arbres. Mais il est impossible de trouver cette quantité de bois dans toute la région de Betpakdalé, de plus que l'exploitation du Kenkazgan se continuait 500 ans. Mais Kengazgan n'etait pas la seule mine dans le Kazakhstan Central. C'est bien possible qu'elle n'etait pas même la plus puissante de la région minière de Kazakhstan. Par exemple, on suppose que les travaux de la mine de Djezkazgan fûrent beaucoup plus abondants, il y en eu pas moins qu'1 million de tonnes de minerais de cuivre oxydés (Satpaev, 1941). La région de cette dernière est aussi déserte et dépourvue de forêts. A part qu'ils y avaient de nombreuses mines en Kazakhstan steppique (Kabanov et autres, 1975: 230-239).

Même ces exemples peu nombreux montrent que l'importance de l'évaluation correcte de cet aspect de l'économie humaine exige une attention spéciale. Pourtant jusqu'à présent des questions semblables ne se distinguaient guère entre les rechercheurs de l'ancienne métallurgie ou on les marquait en passant. Ces problèmes importants sont à peine élaborés, pour quelle raison dans le cadre de cet article je me limite à poser le problème.

V

C'est évident que le développement efficace de la production métallurgique etait absolument iréel sans l'extermination d'une immense quantité des forêts. En même temps, il est évident que le problème de l'approvisionnement en combustible etait beaucoup plus grave pour les zones steppiques. L'obtention du combustible pour les besoins mêmes quotidiens, sans parler des besoins de la pyrométallurgie etait toujours très graves dans ces régions dépourvues de forêts. Il faut toujour tenir compte en

étudiant la métallurgie et l'industrie minière des vastes espaces de la steppe eurasienne car surtout ici l'extraction minière et la métallurgie touchaient des niveaux exclusives, avant tout à l'Age du Bronze Final. Voilà pourquoi il serait intéressant de connaître les méthodes du dépassement au passé lointain et récent de pareilles crises.

Une certaine esperance est apparue qu'au moins quelques reponses préliminaires nous pourrions obtenir durant les études spéciales et complex d'un des plus ancien ensemble de l'industrie minière de l'Eurasie septentrional, récemment cité -Kargali. Les archéologues ont répéré plusieurs milliers de galeries, puits, terrils de gangue etc. Évidemment que des mines de Kargali on a sorti plusieurs centaines de milliers de tonnes (en effet, même des millions) de minerai de cuivre en grès. L'exploitation active contient deux phases évidente, dont la première est associée à l'Age du Bronze dans les limites des deux millénaires (IIIe et IIe avant J.C.) quand à la deuxième, elle est entièrement obligé à l'énergie des pionniers de l'industrie minière d'Oural du Sud, I.S. Myasnikov et I.B. Tverdichev et de leurs héritiers qui ont créé le cycle entier de l'extraction minière et de la métallurgie sur la base des mines de Kargali. Cette dernière phase n'a duré que 150 ans dès le milieu des années 40 du XVIIIe siècle jusqu'à la limite des siècles XIXe-XXe (Chernij, 1994: 12-19) (9).

Il est intéressant qu'à Kargali ont commencé les travaux minièrs de la phase ancienne à la limite des IVe-IIIe millénaires avant J.C. dans la partie septentrionale de l'Eurasie et à la limite des siècles XIXe-XXe ici même s'est achevé la phase pré-industrielle. Naturellement, les donées les plus complètes sur la production à Kargali que nous possedons sont liés avec les stades finales de cette phase, juste ces résultats nous

⁽⁹⁾ L'intervalle de 25-27 siècles dans l'exploitation (au moin active) de l'ensemble de très riches gisements de Kargali est mysterieux et etonnant. C'est assez difficile d'en parlait de ces principales raisons avec la pleine sécurité, mais ce fait n'est pas du tout isolé. Un pareil intervalle dès l'Age du Bronze jusqu'au XIXe siècle se note sur la plupart des mines steppiques du Kazakhstan. Probablement, que les raisons doivent se rechercher dans l'absence des coutumes (ou la négation consciente de ces métiers?) entre les nomades des steppes. Les exemples de la négation consciente de ce type par certains peuples et tribus des activités "basses" de la production minière et métallurgique (surtout parmis les nomades) ne sont pas si rares (Chernykh, 1972: 183-196).

servirons comme point de départ pour les comparaisons qui suivent.

Les calculs rélévent qu'au cour des premiers 27 ans (dès 1745 jusqu'au 1772) de l'exploitation de Kargali, depuis leurs redécouverte au XVIII siècle, on a sorti de ces mines et on a aménagé aux cinq fabriques de I.B. Tverdichev et I.S. Myasnikov à des centaines de kilomètres presque 200-240 mille tonnes de cuivre (Figs. 1 et 2). Là-bas on reduisait de ces minerais 10 000 tonnes de cuivre. Probablement, les minerais de Kargali se transportaient et aux fabriques d'autres propriétaires, auxquels appartenaient en ce temps là 3 mille tonnes de cuivre pur. En effets, on a pu obtenir 13 mille tonnes du métal d'à peu près 265-325 mille tonnes de minerai de cuivre de Kargali -plus que le quard de tout le cuivre de l'Empire Russe (10)! Au total, en 150 ans d'exploitation de la région des mines Kargali (champs de mines) on a probablement sorti de 2,5 jusqu'à 3 millions tonnes de minerais de cuivre, duquels on a réduit 115 mille tonnes de cuivre. Seulement pour la réduction et le raffinement du cuivre de Kargali durant 150 ans on a charbonné entre 35-45 millions de mètres cubes de bois. La puissance évidente de l'industrie minière de Kargali sans commentaires supplémentaires nous éclaire les raisons et le degré de l'influence regrettable et rapide du centre minièr et métallurgique sur la végétation de la région montagneuse d'Oural du Sud (juste cette note se sent tellement tragique dans la lettre de 1770 du gouvérneur d'Orenbourg).

Comme les galeries tardives se creusait presque toujours suivant les galeries de l'Age du Bronze il est bien compliqué de calculer le volume réel des minerais de cuivre sortis à l'Age du Bronze. Mais, sans doutes, l'échelle de l'exploitation minière dans ce centre etait énorme. Pour Kargali les 800 mille tonnes de minerais de cuivre sortis à Kenkazgan durant la même période historique n'etait pas la limite. Suivant les différentes observations Kargali ne cedait pas du tout à Kenkazgan en échelle d'exploitation. Il est bien possible de supposait qu'à l'Age du Bronze on y a sorti au moins un million de minerais de cuivre (comme de Djezkazgan, antériorement cité), et des minerais beaucoup plus riche que ceux qui sont résté pour les fabriquants russes. Les résultats des études spéctroanalytiques des métaux de l'Age du Bronze d'une manière indirecte prouvent la grande échelle de réduction: la part des groupes chimique du cuivre de Kargali est haute à ce temps là, tandis que les objets qui se fabriquaient du ce métal etaient les plus massives (les hosses etc.) (Kouzminikh, 1989: 194-197, ill.5).

Voilà pourquoi nous avons tous les droits de supposer que l'influence de la pression écologique provoquée par la production minière en Oural du Sud à l'Age du Bronze put-être comparer avec la récente, des XVIIIe-XIXe siècles. La pression se sentait très péniblement dans cette région surtout pour l'absence des forêts dans la zone steppique. Alors, qu'est ce qu'on en fesait pour trouver une issue à cette situation?

A l'Age du Bronze au Kargali non seulement qu'on sortait les minerais. Probablement, on réduisait le cuivre, mais pour le moment on a pas trouvé les vestiges directs des activités semblables. Surement on peut dîre que près des galeries se travaillait le métal réduit, en fabriquant différents objets de cuivre, dont on a des vestiges comme les trouvailles des moules dans les couches des sites indigènes de l'Age du Bronze. Cela étonne, car il serait plus raisonable qu'aux près des mines on trouva les sites de la réduction du cuivre. La couche culturelle des sites étudiés du IIe millénaire avant J.C. est pleine d'os du gros bétail. Par exemple, que de 192 km² de la surface ouverte d'un site des mineurs et des métallurgistes de la culture Sroubnya situé près du village Gorni, formant part de l'ensemble Kargali, on etait fixés plus que 400 mille os.

Cette concentration exclusive de vestiges osseux dans le site mérite un examen spécial. Peut-être que sa résolution sera possible à travers les problèmes de la combustion. Existent des vestiges bien évidents, mais assez rares en éthnographie que la tourbe (bouse, fumier séché) s'utilisait comme combustible pour les operations pyrotechniques avec les métaux (Perci, 1869) (11). Helas, ces vestiges sont aussi rares que modestes et confuses. Cette hypothèse exige des études particulières, il faut faire toute une serie des analyses spécialles des couches

⁽¹⁰⁾ Les données d'après les auteurs Chernoukhov, 1988: 75,158-161; Pavlenko, 1956: 237-238.

⁽¹¹⁾ A propos, la tourbe comme combustible quotidien s'utilisait très largement dans la plupart des zones arides du Vieux et du Nouveau Monde. Il n'y a aucune doute que cette source d'énergie s'utilisait dès les temps anciens. Pourtant les paléobiologues touchent ce thème assez rarement (Miller, 1986: 15-28).

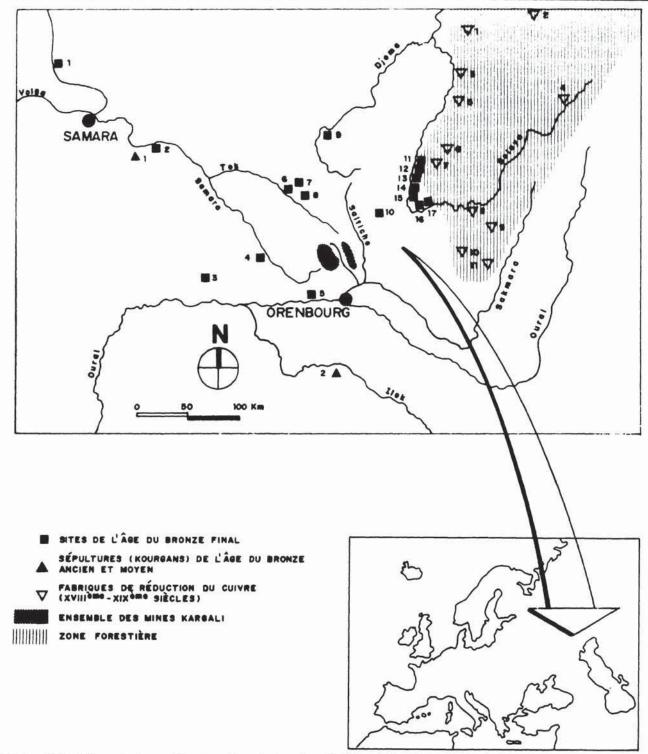


Fig. 1. Répartitions des trouvailles des minerais de cuivre de Kargali dans le contexte des sites de l'Age du Bronze et les fabriques de réduction du cuivre des temps modernes (XVIIIe-XIXe siècles) utilisantes les minerais des mêmes mines, avec l'indication de la situation géographique de la région d'Oural du Sud en Eurasie.

- Sites de l'Age du Bronze Final. 1: Krasnij Yar; 2: Syesjaya; 3: Kouzminki II; 4: Pokrovka; 5: Rodnikovka; 6: Tok; 7: Ivanovka; 8: Tourganik; 9: Aïtovo; 10: Sergueevka; 11: Os'iorskoye; 12: Stoudionoje; 13: Toumanchevskoye; 14-15: Beregovka I,II; 16-17: Tubyak I,II.
- ▲ Sépultures (kourgans) de l'Age du Bronze Ancien et Moyen. 1: Outiovka; 2: Tamar-Outkul.
- ▼ Fabriques de réductions du cuivre (XVIIIe-XIXe siècles) dont la plupart etait la propriété de I.B. Tverdichev et I.S. Myasnikov et les annés de leur fonctionnement. 1: Arkhanguelskij (1753-1891); 2: Katav-Ivanovskij (1762 -?, fourneau); 3: Voskresenskij (propriété de I.K. Kirilov, 1736-1737); 4: Blagovechenskij (1757-?); 5: Bogoyavlenskij (1752-1887); 6: Verkhotorskij (1759-?); 7: Voskresenskij (1745-1900); 8: Voznesenskij (propriété du comte K.E. Sivèrse, 1755-1777); 9: Kananikol'skij (propriété de I. Mossolov, 1751-1871); 10: Pokrovskij (propriété du comte A.I. Chouvalov 1755-1773); 11: Preobrajennskij (1750-1884).

culturelles, des restes aux fond des fourneaux, ainsi que les expérimentations de la réduction. Mais il ne faut pas exclure que c'etait une des méthodes peu connue par nous, à l'aide de laquelle les anciens métallurgistes tentaient de franchir le problème brulant de l'approvisionnement en combustible.

Une autre possibilité plus vraisemblable d'échapper à la pression écologique dans cette région steppique etait l'aménagement des minerais de Kargali et son transport à la population des régions assez éloignées. Évidemment que la région minière de Kargali et ses environs ne pouvait pas approvisionner les ateliers indigènes d'une quantité suffisante de combustible. La situation obligait de repartir les sites de réduction du cuivre et les atéliers sur un vaste territoire. Pour cette raison les minerais de cuivre s'aménagaient de Kargali à 100, 200 et plus kilomètres. Maintenant, pour nous deviennent assez claires les vois mêmes du transport des minerais: les minerais du cuivre kargalien se trouvent dans les sites et les nécropoles des IIIe-IIe millénaires avants de J.C. situés la plupart des cas dans les direction occidentales en rapport avec les mines (Fig.1).

C'est curieux que presque trois millénaires plus tard la même métodhe de distribution fût utilisée par les fabriquants russes. Même dans la région d'Oural Central beaucoup plus riches en forêts ils (par exemple, Akinfie Demidov) tentaient de construire les fabriques de telle manière qu'elles se situaient dans des endroits différents et éloignés l'une de l'autre. Les massifs forestiers s'exterminaient de même totalement, e bien que les "dacha" (parcelles) de forêt données spécialement pour les grandes fabriques, comme celle de Nishi Taguil, pouvaient s'étendre sur des territoires énormes -jusqu'à 25 000 km² (180 km. de diamètre). De temps en temps les propriétaires transmettaient les fabriques métallurgiques pour améliorer leur approvisionnement en combustible (Pavlenko, 1956: 81-116). I.B. Tverdishev et I.S. Myasnikov, les propriétaires des mines de Kargali construisaient leurs fabriques de réduction du cuivre dans la région d'Oural du Sud, couverte de forêts à 200-400 km. de Kargali. Là-bas en direction du nordest des gisements on aménagait les minerais à cheval pendant 150 ans sans arrêt. Souffrant une lourde absence du charbon de bois on brulait jusqu' au bout tous les forêts autours des fabriques à la surface de 30 000 km². Pourtant, cette méthode extensive et peu efficace de la production, repetait spontannement l'experience des anciens aux temps modernes et n'avait aucun future.

VI

Les catastophes écologiques etaient dangeureuses non seulement par les conséquences comme ceux de l'exterminations des forêts, de la deformation du sous-sol, de la disparition des fleuves et d'autres sources d'eau et que tout cela, enfin, se reflétaient sur le comportement physique de la population. En quelque sens l'influence des éco-catastrophes sur les structures sociales des communautés etait beaucoup plus importantes; elles s'accompagnaient par des déformations dramatiques dans le caractère principal de la culture.

L'aspect général de la culture et la structure des facteurs de son existence en grand part dépendent de l'interaction entre la culture et l'environnement (Chernykh, 1993). L'environnement propose toujours à la société un assortiment de possibilités. Évidemment que les habitants des régions déminéralisées n'incluaient pas de mineurs -specialistes d'exploitations des minerais de métal. En même temps on s'apperçoit souvent que les cultures qui logaient dans les région riche en minerais ne s'imaginaient même pas les veritables caractéristiques des minerais de cuivre et ne les utilisaient pas comme les matières premières métallurgiques. L'exemple de Kargali que nous avons déjà cité, comme beaucoup d'autres centres métallurgiques et minièrs de la vaste zone steppique de l'Eurasie sont bien convaincants. Presque 3 mille ans dès la fin de l'Age du Bronze et jusqu'aux XVIIIe-XIXe siècles -les nomades indigènes ne s'occuper pas de l'industrie minière et de la métallurgie.

Les innovations techniques ont toujours brusquement activé les changements dans les noyaux principaux des bloques sociaux. Dans la culture d'une société qui penetre dans le mystère des ressourses de la nature dont elle est entourée, qui controle les secrets de la téchnologie de l'extraction des matériaux et de leur élaboration, tous ces changements importants se reflètent rapidement sur les département de sa structure lesquels sont liés avec le caractère

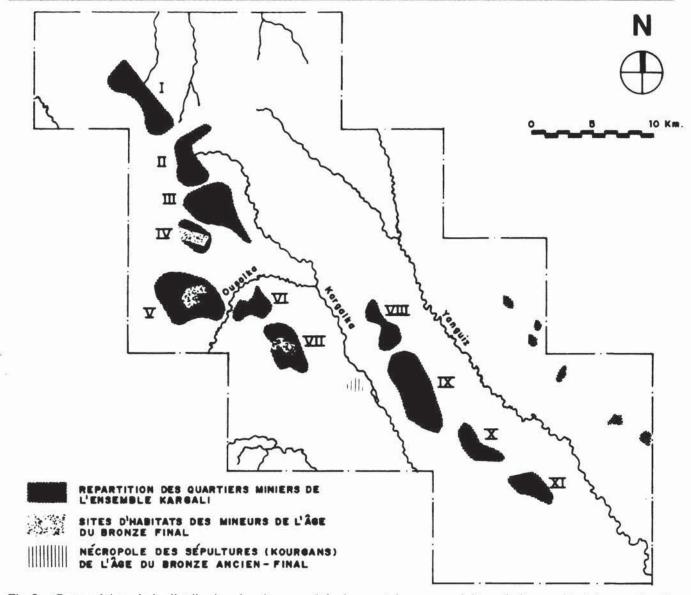


Fig. 2. Carte-schéma de la distribution des sites arquéologiques et des zones minières de l'ensemble (champs de mines) Kargali dont la situation géographique se voit sur la figure 1.

et le degré de la différence fonctionelle (12). Dans la sociéte apparait et parfois se separe sur un plan social un groupe de professionels qui se chargent d'accomplir une fonction non traditionelle pour la culture présentée. Par exemple, dans les cultures, d'aspect néolithique après l'adaptation de la métallurgie sont apparut des noyaux contenants de specialistes de l'extraction minière et de la métallurgie. En cas de la différence professionnelle plus precise des groupes se forment à part de la réduction du métal et du travail du métal.

Les sociétés possedantes les technologies développeés, en général, se distinguent par une structure sociale plus compliquée. En même temps le sujet ne se limitait pas que par la désagrégation des anneaux de sa structure d'un aspect purement productive. En essence, en même temps que se formaient ces derniers se provoquait une réaction en chaine compliquée de la désagrégation parallèle ou de la transformation assez remarquable des autres groupes fonctionnaux de la société. A ces derniers, par exemple, pouvaient appartenir ceux qui se chargaient de la régulation administrative de la vie, controlaient des questions militaires et commerciales, etaient responsables de la vie spirituelle (prètres, prètresses) etc. Assez souvent et très anciennement en tout cas dès l'époque des Premiers Métaux la

⁽¹²⁾ Il est plus simple d'expliquer un affet pareil à travers des traits principaux de la différence fonctionnelle de la société, ce qui est un des plus important facteurs endogènes de l'existence de la culture (Chernykh, 1989: 38-47).

division internationale du travail etait le résultat du progrès technologique —quand certaines fonctions industrielles se concentraient sous le contrôle des cultures "exeptionelles", "élues" (Chernykh, 1992: 158-162).

Les exemples historiques nous affirment qu'une des plus lourdes conséquences des changements écologiques etait la formation d'une situation critique, du, si nommé, retour fonctionnel. Ca veut dîre, que tout d'un coup dans l'environnement de la culture s'épuise la source habituelle de la richesse - le minerai, le métal, la forêt, l'eau (13) et beaucoup d'autres chauses. En ce cas là la société (et au passé et au présent) tombe, presque toujours dans un processus pénible et revercive du point de vue de la structure. Pendant ces périodes les groupes fonctionnaux des professionnels restent sans rien à faire. La culture survit une chute évidente, en perdant les traits habituels, parfois elle est obligée de retourner à la structure sociale et économique archaïque ou quelqu'autre. Les situations de la "rupture critique" -quand s'approchent les changements écologiques quand se vident les "dêpots de la nature" qui alimentent des milliers de gens en leur donnant du travail on le voie même aujourd'hui. La culture commence à souffrir une nécessité urgente d'une technologie totalement nouvelle pour remplir l'hiatus dramatique pour elle. Pourtant, si les ésperences se réalisent et les découvertes téchnologiques sont suivis par leur adaptation, ça voudrait dîre la mort de l'ancienne culture et la formation sur ses restes de la nouvelle.

Avec celà, il semble, se présente, un paradox, bien curieux: les catastrophes écologiques extrémement dangeureuses comme moyen de preuve pour les cultures en même temps se transforment en un stimul énergique du développement des nouvelles téchnologies du dépassement de la crise apparue. En s'approchant au final, j'aimerai bien exprimer une opinion: la définition des catastrophes écologiques anthropogènes doit absolument tenir en compte deux circonstances remontantes aux interactions socio-économiques. D'un côté, l'extermination sauvage des ressources naturelles par les collectives humains amène à des changements brusques et parfois irréversibles dans l'environnement. De l'autre côté et à son tour ces changements écologiques déclenchent des mouvements reflexives dans la structure des sociétés l'activité desquelles favorisait la situation critique. En fait, les actions semblables de la culture paressent à l'effet du boumerang, voilà pourquoi dans plusieurs cas il est plus juste de parler de l'autodestruction de la culture que de sa destruction.

Et enfin, encore une chose: il est bien rare que des catastrophes de ce genre ne touchent qu'une seule communauté, ce processus n'est jamais isolé. Les cultures ainsi que les plus anciennes, comme une règle, forment de grands bloques étroitement liés entre eux où domine une stratégie économique commune. Cela s'accompagne d'une chaine synchronisée des catastrophes écologiques anthropogènes. Pourtant, de toute évidence, la possibilité la plus généralisée est la rencontre des systèmes économiques qui s'annulent, et cela mène à la disparition des cultures faibles. Citons l'exemple déja habituel pour notre article: l'industrie minière russe en Oural a exterminé les forêts d'un grand territoire. Pour les bashkirs des forêts et autres peuples d'Oural orientés en chasse et en ceuilliette des produits forestiers (miel) la pénétration de la métallurgie a ruiné leur vie. C'est devenu la cause des insurrections au XVIIIe siècle (14). Des exemples pareilles dans l'histoire humaine sont innombrables.

VII

A la conclusion indiquons les étapes chronologiques principales de l'Age des Premiers Métaux ainsi que les régions dans lesquelles comme résultats du développement de la métallurgie dès le Ve millénaire jusqu'au début du Ie millénaire on pourrait s'attendre à des catastrophes écologiques locales ou plus vastes, où il etaient possible les évenements dramatiques dont on à parlé.

L'Age du Cuivre –la deuxième moitié du Vedébut du IVe millénaires avant J.C.: Le Nord des Balkans et le bassin des Carpathes.

L'Age du Bronze Ancien -la deuxième moitié du IVe-début du IIIe millénaires avant J.C.:

⁽¹³⁾ Si la forêt en quelque genre et dans un certain temps peut réproduire, les ressources minières disparessent pour toujours; ça veut dîre que l'image économique de la région se change et cela influence énormemment les structures sociales de la population indigène.

⁽¹⁴⁾ Des pareils vestiges sont dispersés dans différents documents. C'est bien défini dans le livre du fondateur de l'industrie minière en Oural (De Cuenin, 1937: 507-510).

un développement faible de l'industrie minière et de la métallurgie dans la plupart des régions.

L'Age du Bronze Moyen -le milieu du IIIedébut du IIe millénaires avant J.C.: Le Caucase; L'Asie Mineure; L'Iran; Les Balkans; Les Carpathes; L'Égée; L'Europe Centrale; La Peninsule Iberique.

L'Age du Bronze Final -deuxième quard du IIe-début du Ie millénaires avant J.C.: Les Alpes. L'Europe Centrale et Occidentale, Les Carpathes; Les Balkans du Nord, Le Caucase, L'Oural, Le Sud de L'Europe Orientale, Le Kazakhztan, Le Sayano-Altay, La Chine.

BIBLIOGRAPHIE

- AGAPOV, S.A., KOUZMINIKH, S.V. et TEREKHIN, S.A. (1989): "Modelirovanije processov drevnej plavki medi" (Le modelage des processus de l'ancienne fusion du cuivre). En Estestvenonaouchnije methodi v arkheologuii (Les méthodes des sciences naturelles en archéologie). Nauka. Moscou: 100-108
- AGRICOLA, G. (1556): De re metallica. Libri 12. Basileae.
- ALEKSEEV, V.A. et KOUZNETSOVA, E.F. (1983): "Kenkazgan drevnij mednij roudnik v Tsentral'nom Kazakhstane" (Kenkazgan l'ancienne mine du cuivre en Kazakhstan Central). Sovetskaia Archeologija, 2: 203-212.
- ALLEN, J.C. (1970): Consideration on the Antiquity of Mining in the Iberian Peninsula. Royal Anthropological Institution of Great Britain and Ireland. Occasional Paper, 27: 10. London.
- ANTIKES (1980): Kupfer im Timna-Tal. Der Anschnitt. Beihefte. 1. Bochum.
- BACHMANN, H.G. et ROTHENBERG, B. (1980): "Verhüttungsverfahren von Site 30". En Antikes Kupfer im Timna-Tal: 232-234.
- BRYANT, A.T. (1953): Zoulousskij narod do prikhoda evropejitsev (Les Zoulousses avant l'arrivé des européens). Nauka. Moscou.
- CHERNOUKHOV, A.V. (1988): Histoirija medeplavil'noij promichlenosti Rossii v XVII-XIX vv. (L'histoire de l'industrie de la réduction du cuivre dans la Russie aux XVIIe-XIXe siècles). Prosvechenije. Sverdlovsk.
- CHERNYKH, E.N. (CHERNIJ, E.N.) (1972): Metal -chelovek vremja (Le métal, l'homme, le temps). Nauka. Moscou. (1976): "Na porogue nesostojavcheisja civilizatsii" (Au seuil d'une civilisation qui n'arriva jamais). Priroda (La Nature), 2: 35-48.
- (1978): Gornoye delo y metalurguija v drevneicheij Bolgarii (L'extraction minière et la métallurgie en Bulgarie ancienne). Nauka. Sophie.
- (1984): "Compte rendu de Antikes Kupfer im Timna-Tal". Germania, 62, 2: 487.
- (1989): "Symvoli drevnikh cultur" (Les symbols des cultures anciennes. Znanije -sila (Intelligence c'est la force), 9: 38-47.
- (1992): Ancient Metallurgy in the URSS. The Early Metal Age. Cambridge University Press. Cambridge.

- -- (1993): Historicheskij process: cvcli razvitija mirovikh cultur (Le processus historique: les cycles du développements des cultures mondiales). Le programme d'enseignement. L'Univérsité Ouverte Russe.
- (1994): "Orígenes de la metalurgia en Eurasia Central". Revista de Arqueología, XV, 153: 12-19.
- DE GUENIN, V. (1937): Opisanije oural'skikh i sibirskikh zavodov. 1725 g. (La description des fabriques ouraliennes et sibériennes. 1725). Nauka. Moscou.
- FORBES, J. (1950): Metallurgy in Antiquity. E.J. Brill. Leiden
- HAUPTMANN, A. (1989): "The earliest Period of Copper Metallurgy in Feinan, Jordan". Old World Archaeometallurgy. Proceedings of the International Symposium (Heidelberg, 1987): 119-135. Bochum.
- KABANOV, Y.F., KOJIN P.M. et CHERNYKH, E.N. (1975): "Andronovskije nakhodki na reke Altinsou" (Les trouvailles de la culture d'Andronovo de la rivière Altinsou). En *Pamjatniki drevneichej historii Evrazii* (Les plus anciens monuments de l'histoire de l'Eurasie): 230-239. Nauka. Moscou.
- KAFENGAOUSE, B.B. (1949): Historija khoz 'yastva Demidovikh v XVIII-XIX vv. (L'histoire de l'industrie des Demidovs en XVIIIe-XIXe siècles). Edition de l'Academie des Sciences de la URSS. Moscou.
- KOUZMINIKH, S.V. et AGAPOV, S.A. (1989): "Medistije peschaniki Priouralija i ikh ispol'zovanjev drevnosti" (Les cuivres en grès de la région d'Oural et leur utilisation dans l'ancienneté). En Stanovlenje i razvitje proizvodijachego khoz'yastvana Ourale (La formation et le développement de l'économie productive en Oural): 30-35. Sverdlovsk.
- LES MATÉRIAUX. (1956): Materiali po historii Bachkirii (Les matériaux sur l'histoire de la Bachkirie). IV, 2. Nauka. Moscou.
- Mantou, P. (1925): Promichlenaja revolutsija XVIII stoletija v Anglii (La révolution indutrielle du XVIIIe siècle en Angleterre). Edition d'Etat. Moscou-Leningrad.
- MILLER, N.F. et SMART, T.L. (1984): "Intentional burning of dung as fuel: a mecanism for the incorporation of charred seeds into archeological record". *Journal of Enthnobiology*, 4(1), May: 15-28.
- Pavlenko, N.I. (1958): Razvitije metalurguicheskoij promichlenosti Rossii v pervoij polovine XVIII veka. (Le développement de l'industrie métallurgique dans la Russie de la première moitié du XVIIIe siècle). Nauka. Moscou. (1962): Historija metalurgii v Rossii XVIII veka (L'histoire de la métallurgie dans la Russie du XVIIIe siècle). Nauka. Moscou.
- Perci, J. (1869): Roukovodstvo k metalurgii (Le manuel de la métallurgie), 2. Sant-Peterbourg.
- PREMIER (1989): Or de l'Humanité en Bulgarie. Edition de la Réunion des musées nationaux. Paris.
- Théophraste (1951): Issledovanije o rastenijakh (Plantes). Nauka. Moscou.
- SATPAEV, K.I. (1941): "Dohistoricheskije pamijatniki v Djeskazganskom rayone" (Les sites préhistoriques dans la région de Djeskazgan). En Narodnoje khoziajstvo Kazakhstana (L'économie nationale de Kazakhstan), 1: 15-35.