



HAL
open science

Minage de cryptomonnaies à Irkoutsk. Facteurs, limites et enjeux du développement de cette industrie numérique alternative au sein d'un territoire sibérien marginalisé

Hugo Estecahandy

► To cite this version:

Hugo Estecahandy. Minage de cryptomonnaies à Irkoutsk. Facteurs, limites et enjeux du développement de cette industrie numérique alternative au sein d'un territoire sibérien marginalisé. *EchoGéo*, 2021, 56, 10.4000/echogeo.21699 . hal-03363723

HAL Id: hal-03363723

<https://hal.science/hal-03363723v1>

Submitted on 16 Apr 2023

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.

Minage de cryptomonnaies à Irkoutsk

Facteurs, limites et enjeux du développement de cette industrie
numérique alternative au sein d'un territoire sibérien marginalisé

Hugo Estecahandy



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/echogeo/21699>

DOI : [10.4000/echogeo.21699](https://doi.org/10.4000/echogeo.21699)

ISSN : 1963-1197

Éditeur

Pôle de recherche pour l'organisation et la diffusion de l'information géographique (CNRS UMR 8586)

Référence électronique

Hugo Estecahandy, « Minage de cryptomonnaies à Irkoutsk », *EchoGéo* [En ligne], 56 | 2021, mis en
ligne le 25 juin 2021, consulté le 03 août 2021. URL : <http://journals.openedition.org/echogeo/21699> ;
DOI : <https://doi.org/10.4000/echogeo.21699>

Ce document a été généré automatiquement le 3 août 2021.

EchoGéo est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas
d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND)

Minage de cryptomonnaies à Irkoutsk

Facteurs, limites et enjeux du développement de cette industrie numérique alternative au sein d'un territoire sibérien marginalisé

Hugo Estecahandy

- 1 L'*oblast'* d'Irkoutsk, en Sibérie orientale, constitue une réserve foisonnante de ressources naturelles (hydrocarbures, bois, houille, métaux, énergie hydroélectrique ...). Il renferme notamment le plus important gisement d'or au monde, représentant plus de 25 % des réserves nationales du précieux métal¹. Les sols de ce territoire de 2,4 millions d'habitants², qui borde les rives ouest du lac Baïkal, alimentent aussi bien l'économie russe que le bassin industriel local, fortement développé par le pouvoir soviétique avant de décliner à partir de la chute de l'URSS. L'extraction minière et la transformation de ressources (aluminium, papier) sont encore le noyau dur de l'économie de la région (Agapitova, 2019), géographiquement éloignée des centres économiques et politiques du pays. Ces industries sont complétées depuis quelques années par une activité touristique grandissante, nourrie de Russes et d'étrangers désireux de découvrir la « Perle de Sibérie »^{3 4}.
- 2 Irkoutsk est également devenu la terre de prédilection, en Russie, pour l'extraction de ressources plus particulières, immatérielles et à la valeur extrêmement volatile : les cryptomonnaies. Le minage, du nom du processus de création de bitcoins et de certaines autres monnaies numériques, a été massivement développé dans la région à une échelle inégalée en Russie. Certaines « fermes de minage de cryptomonnaies », les infrastructures physiques renfermant le matériel informatique nécessaire à l'extraction de ces monnaies virtuelles, atteignent des proportions industrielles que ce soit en superficie ou en consommation d'énergie.
- 3 Grâce à certaines ressources et son héritage historique, Irkoutsk est un terreau fertile pour cette activité de plus en plus lucrative avec l'augmentation de la valeur de certaines cryptomonnaies. Le cours du bitcoin, la première (2009), la plus utilisée et la plus connue des cryptomonnaies, a par exemple explosé au début de l'année 2021. En

dépassant les 63 000 dollars l'unité en avril 2021, il a largement battu son précédent record de 2017 où il avait avoisiné les 20 000 dollars.

- 4 Si c'est la spéculation financière qui entraîne les variations importantes de sa valeur, l'objectif initial du bitcoin était tout autre. Son ou ses concepteurs, réfugiés sous le pseudonyme de Satoshi Nakamoto, voulaient proposer un système financier numérique alternatif, et sa monnaie, émancipés des tiers de confiance habituels (banques, gouvernements ...), accessibles par tout internaute et maintenus et administrés par ses utilisateurs (Nakamoto, 2008). Le modèle de gouvernance de ce réseau est alors basé sur la distribution théorique de l'autorité : chaque utilisateur a un poids décisionnel égal aux autres et chaque décision doit faire l'objet d'un consensus.
- 5 Le minage est l'un des processus censés garantir cette « décentralisation » du pouvoir de décision, démarquant Bitcoin des réseaux financiers traditionnels. Ce procédé via lequel sont émises certaines des principales cryptomonnaies, dont le bitcoin, nécessite une importante puissance de calcul informatique. Son fonctionnement est expliqué plus en détail dans la première partie de l'article, afin de rendre compréhensibles, pour chacun, sa géographie particulière et ses enjeux. Reste que le minage est devenu une activité stratégique à bien des égards. Elle permet notamment de générer un capital financier indépendant du système financier traditionnel russe et mondial. Cela est devenu une caractéristique intéressante pour des ressortissants russes visés par des sanctions économiques américaines, ou pour tout sujet de la Fédération souhaitant s'émanciper d'un système bancaire russe onéreux.
- 6 L'étude de la géographie du minage de cryptomonnaies à Irkoutsk permet de mettre en lumière des enjeux multiscalaires, mais également pluridimensionnels.
- 7 D'une part, la dépendance à certaines ressources des infrastructures du numérique, ici les fermes de minage susmentionnées, fait émerger un territoire des marges comme Irkoutsk en tant qu'espace potentiellement stratégique pour le pays. Au sein de la Fédération, les secteurs de l'informatique et du numérique sont devenus une priorité pour les instances publiques à la faveur d'une volonté de redynamisation et de projection de la puissance économique (Bertran, 2017). Le numérique est également, depuis 2013 et les révélations sur l'espionnage numérique américain généralisé⁵, le support d'un discours politique souverainiste du Kremlin. Plusieurs lois russes renforcent la mainmise de l'État sur le cyberspace et les données numériques et nécessitent, pour être appliquées, des infrastructures adaptées. Ainsi, une loi de 2016 oblige « les entreprises traitant des données de citoyens russes à les stocker sur le territoire national » et des expérimentations d'isolations du segment russe d'Internet du reste du réseau ont été réalisées (Musiani *et al.*, 2019).
- 8 D'autre part, ce réseau numérique aussi théoriquement décentralisé soit-il dans son modèle de gouvernance, est soumis à un certain degré de centralisation de par ses infrastructures physiques implantées au sein de territoires disposant de ressources nécessaires à leur fonctionnement. Les logiques de localisation des fermes de minage de cryptomonnaies peuvent effectivement entraîner leur concentration au sein de certains territoires. Dans le cas du bitcoin, des études estiment qu'entre 50 %⁶ et 65 %⁷ de la puissance de calcul nécessaire à son minage se trouve en Chine. La Russie en renfermerait environ 8 %, ce qui la place, à égalité avec le Kazakhstan (8 %), directement derrière les États-Unis (14 %).
- 9 En se concentrant sur le cas du minage de cryptomonnaies à Irkoutsk, cet article tend à illustrer les dynamiques et leurs limites qu'il fait, et pourrait faire, émerger au sein de

ce territoire géographiquement éloigné de plus de 4 000 kilomètres de la capitale politique Moscou. De fait, au-delà de l'analyse des facteurs entraînant une localisation importante du minage dans l'*oblast'*, il convient de se demander si l'activité fait éclore un nouveau type d'économie à Irkoutsk et si elle peut redessiner une hiérarchie géopolitique des activités du numérique en Sibérie, pour le moment centralisées à Novossibirsk, à l'ouest du district fédéral sibérien.

- 10 Le milieu du minage de cryptomonnaies évoluait encore en dehors de tout cadre légal avant janvier 2021 et l'entrée en vigueur de la loi fédérale 259⁸, et est resté régi par une importante culture du secret. Aussi, c'est grâce à un terrain de recherche réalisé entre mars et avril 2019 dans l'*oblast'* d'Irkoutsk que la plupart des informations relatives au minage ont pu être recueillies, parfois auprès de mineurs eux-mêmes. Ce terrain a également permis de réunir des renseignements sur la localisation de l'activité, informations hautement parcellaires lorsqu'elles sont parfois disponibles par voie de presse ou de rapports, permettant de dresser une première cartographie de cette industrie à l'échelle de la région.
- 11 Cette démarche cartographique est au centre de la première partie de l'article et permet de mettre en lumière les facteurs, physiques et environnementaux, de localisation des infrastructures de minage au sein de l'*oblast'* d'Irkoutsk. L'héritage industriel soviétique local offre des ressources nécessaires à des coûts extrêmement attractifs et apparaît comme un facteur déterminant. L'exclusion manifeste d'Irkoutsk des politiques de développement gouvernementales du numérique en Sibérie est ensuite mise en perspective avec ses caractéristiques sociopolitiques particulières. Héritées d'une histoire longue, elles ont facilité l'émergence du minage, d'abord comme activité de subsistance, puis comme industrie. Enfin, la dernière partie permet de discuter de l'impact entraîné, ou rendu visible, par le développement du minage de cryptomonnaies, aussi bien au sein de la région d'Irkoutsk que sur le poids qu'occupe et pourrait occuper l'*oblast'* au sein de l'espace et du territoire russe.

Entre émergence d'une activité numérique nouvelle et réhabilitation d'espaces industriels : quels facteurs de localisation du minage à Irkoutsk ?

- 12 La Sibérie est attractive pour les infrastructures du numérique (*datacenters*, centres de recherche et développement), grâce à ses températures relativement basses une majeure partie de l'année et à la disponibilité de certaines ressources (électricité, bonne connexion internet) qui permettent le fonctionnement et le refroidissement de matériels informatiques (Douzet *et al.*, 2017). Ces mêmes ressources, présentes en quantités importantes et à faibles coûts dans la l'*oblast'* d'Irkoutsk, ont permis le développement à grande échelle du minage de cryptomonnaies.

Des particularités techniques du minage qui entraînent des besoins spécifiques de ressources

- 13 Pour comprendre la géographie du minage, ses logiques de localisation et les apports de ressources et caractéristiques présentes à Irkoutsk, il est nécessaire d'en présenter quelques aspects techniques. Dans le cas du bitcoin et de certaines autres

cryptomonnaies (ether, litecoin, bitcoin cash...)⁹, le minage sert, d'une part, à encourager des utilisateurs de la cryptomonnaie à participer à la vérification et à la validation des transactions, en les rémunérant pour ce travail ; et d'une autre à distribuer ce pouvoir décisionnel entre les membres et, théoriquement, éviter toute forme de centralisation de l'autorité.

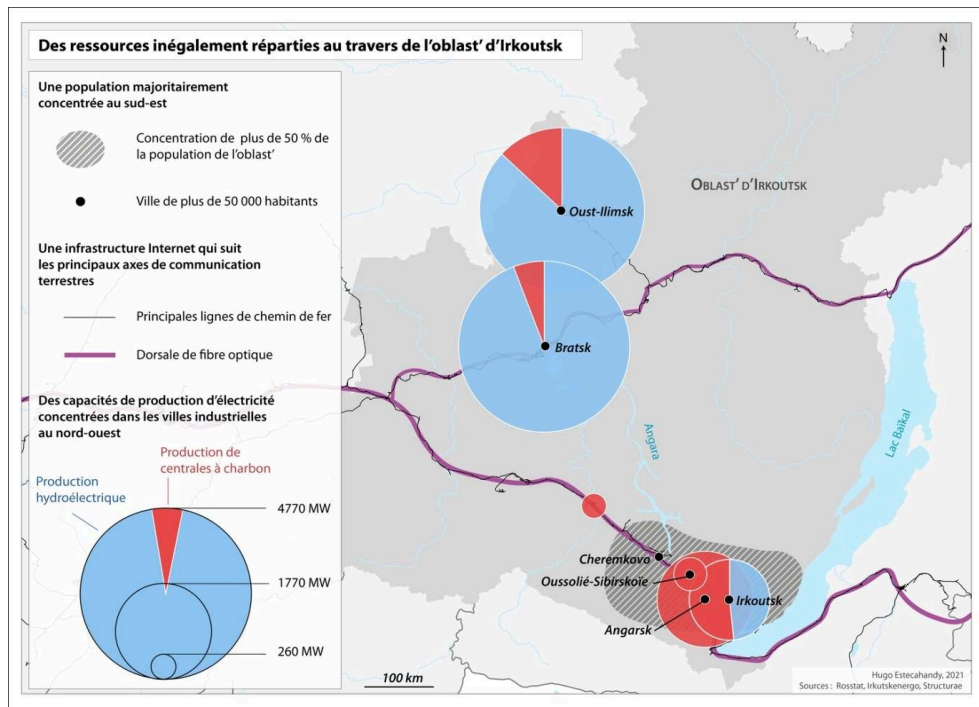
- 14 Dans les faits, chaque membre vérifiant les nouvelles transactions inscrites dans le grand livre de comptes numérique qu'est la *blockchain*¹⁰ associée à la cryptomonnaie, est amené à résoudre un problème cryptographique, et pour se faire, à utiliser de la puissance de calcul informatique. Seul le premier à trouver le résultat de ce calcul voit sa vérification validée par l'algorithme informatique sous-jacent à la *blockchain* et est automatiquement rémunéré en cryptomonnaie. Cela, afin que le membre qui valide les résultats, et qui touche la récompense, ne soit pas toujours le même. C'est *via* cette rémunération que sont générées et émises, et donc « minées », les nouvelles unités de cryptomonnaies.
- 15 Originellement, comme le ou les concepteurs de Bitcoin l'avaient prévu, les membres du réseau réalisaient ces calculs avec leur ordinateur personnel. C'était donc les capacités de calcul de processeurs conçus pour le marché d'une informatique commerciale usuelle qui devaient maintenir le réseau. Mais plus la puissance de calcul du vérificateur, du « mineur », est importante, plus ses chances d'être le premier à résoudre ce calcul sont grandes. Avec l'augmentation de la valeur de ces cryptomonnaies, et le potentiel financier qu'est devenu le minage, plusieurs mineurs ont commencé à augmenter leur capacité de computation, en multipliant leur nombre de processeurs ou en utilisant du matériel mieux adapté. Cette multiplication et ce perfectionnement du matériel informatique utilisé ont entraîné des besoins spécifiques de ressources.

L'important héritage industriel soviétique régional comme principal facteur de localisation du minage dans l'oblast' d'Irkoutsk

- 16 Irkoutsk fait partie de ces régions du monde qui répondent à la plupart des besoins du minage. L'*oblast'* dispose surtout d'une électricité, qui peut représenter jusqu'à 90 % des dépenses des mineurs¹¹, la moins chère Russie (1,1 rouble le kilowattheure en 2020, soit 0,1 euro)^{12 13}. Cette énergie est utilisée pour alimenter les processeurs, qui doivent tourner sans interruption, mais également pour faire fonctionner un système de ventilation et de refroidissement afin d'entretenir le matériel informatique qui produit beaucoup de chaleur. Grâce au bas coût de l'électricité, disponible en très grande quantité, les mineurs peuvent maximiser leur retour sur investissement.
- 17 Irkoutsk est la première région de Russie en termes d'énergie électrique produite par habitant (Hou, 2013), grâce à trois barrages hydroélectriques massifs (70 % de la production électrique régionale¹⁴) installés sur le large fleuve Angara, prenant sa source dans le lac Baïkal, et à plusieurs centrales à charbon. Le grand nombre de centres de production électrique est intimement lié à l'histoire industrielle particulièrement riche de la région, et devaient fournir en énergie d'imposants combinats d'industries chimiques, papetières et surtout d'aluminium. Elles étaient les composantes d'une industrie lourde transouralienne massivement développée par le régime soviétique à partir des années 1940. La grande majorité de l'électricité régionale est d'ailleurs produite par des barrages installés pour alimenter les villes industrielles

de Bratsk et d'Oust-Ilmsk, à l'ouest de l'*oblast'*, loin du principal foyer de population autour de la capitale régionale Irkoutsk (illustration 1). À la chute de l'URSS, le déclin d'une partie de cette industrie régionale a entraîné une baisse drastique de la consommation électrique, et donc, de grandes quantités de surplus énergétiques dorénavant vendus à un faible prix.

Illustration 1 - Des ressources inégalement réparties au travers de l'*oblast'* d'Irkoutsk



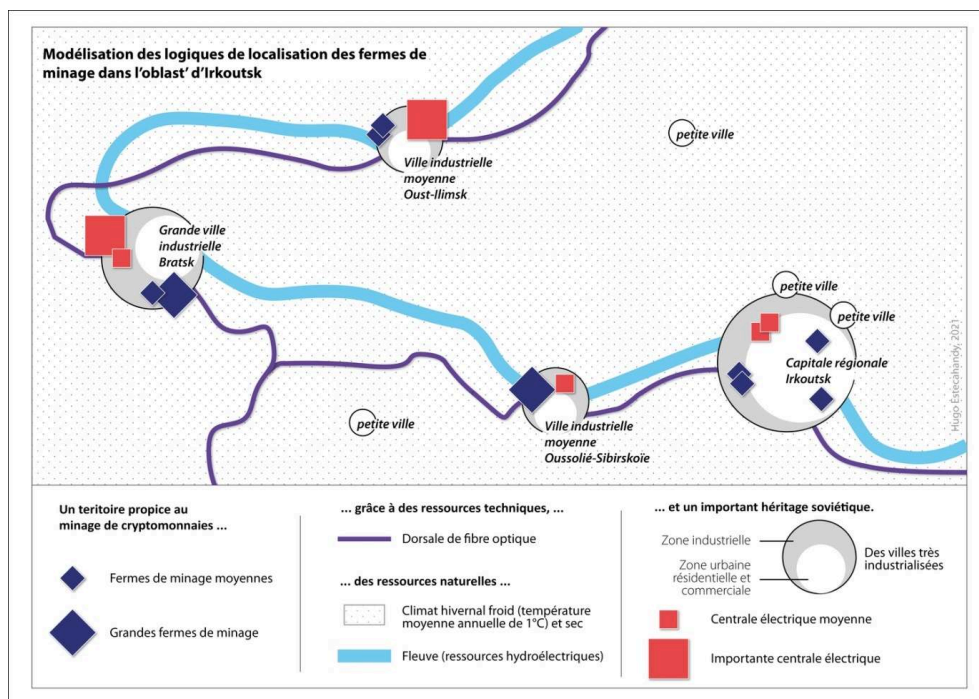
Conception et réalisation : Hugo Estecahandy.

- 18 Le matériel du mineur est également plus performant lorsqu'il est connecté à une connexion Internet fiable et rapide. Car, en plus de devoir être le premier du réseau à résoudre un calcul, il doit communiquer le résultat le plus rapidement possible au reste des membres, afin que l'information soit validée par le système et qu'il touche la récompense. L'*oblast'* dispose justement d'une connexion internet de qualité : le territoire est traversé par la dorsale de fibre optique Trans-Europe-Asia qui fend l'Eurasie d'est en ouest, de Tokyo à Londres. Ce véritable « Transsibérien des données numériques » (Limonier, 2018a) est constitué de plusieurs groupes de câbles qui se séparent en entrant dans la région par sa frontière ouest. Le tronçon principal suit le tracé du transsibérien en desservant le principal foyer de population, avant de continuer par le sud du Baïkal, tandis que l'autre partie passe au nord du lac, après avoir traversé Bratsk, la deuxième ville la plus peuplée de la région.
- 19 Le minage a été développé dans la région à partir du milieu des années 2010, et ce, à plusieurs échelles et sous plusieurs formes. Tout d'abord à l'échelle domestique ou dans de petites proportions (des installations d'une dizaine de machines), notamment au sein de la capitale régionale Irkoutsk, grâce à un niveau d'éducation plus élevé de la population qui a permis à certains habitants de se lancer d'eux-mêmes dans l'aventure. Mais l'activité a surtout été développée dans des dimensions plus importantes sur des

espaces industriels en friche, là où jadis d'immenses usines tournaient à plein régime pour transformer métaux et cellulose.

- 20 Plusieurs fermes de minage, des infrastructures pouvant accueillir jusqu'à des milliers de processeurs et consommer une puissance électrique d'une centaine de mégawatts, y ont été construites. Ces nombreuses friches industrielles, déjà connectées à un réseau électrique conséquent et généralement proches d'une centrale, vestiges industriels de l'ère soviétique, représentent une opportunité de plus pour la localisation des fermes et permettent d'économiser sur la construction d'une infrastructure nouvelle. L'ensemble de ces ressources et caractéristiques sont autant de facteurs de localisation de l'industrie du minage de cryptomonnaies, à la fois à Irkoutsk plutôt que dans d'autres régions de Russie, mais également au sein même de ce territoire.

Illustration 2 - Modélisation des logiques de localisation des fermes de minage dans l'oblast' d'Irkoutsk



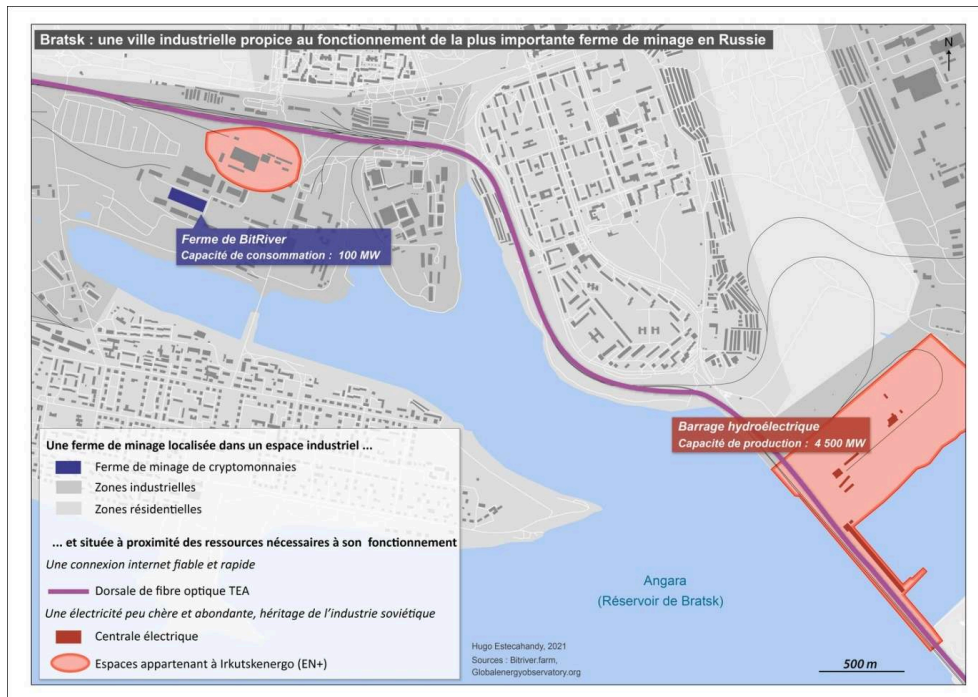
Conception et réalisation : Hugo Estecahandy.

- 21 Dans la ville monofonctionnelle d'Oussolié-Sibirskoïe, par exemple, à une soixantaine de kilomètres au nord-ouest de la capitale régionale, une ferme d'une centaine de mégawatts a été installée au sein d'une zone industrielle fermée, au milieu d'usines chimiques de fabrication de médicament en friche et de quelques autres toujours en fonctionnement. Les hauts murs d'enceinte renferment également une centrale électrique à charbon, alimentant les complexes toujours opérationnels de la zone fermée. D'autres fermes, de plus petites envergures, sont installées à Oust Ilimsk, ville industrielle plus isolée des grands axes terrestres de communication, desservant principalement l'axe Bratsk - Irkoutsk. Une multitude de moyennes et petites (moins d'un mégawatt) fermes ont aussi éclos dans la région et dont l'existence et l'emplacement ne sont connus seulement que par un cercle fermé d'individus¹⁵.

La ferme de Bratsk : exemple de réhabilitation d'infrastructures industrielles pour le minage de cryptomonnaies et de ses limites

- 22 Bratsk constitue un parfait exemple de cette géographie particulière au minage au sein de l'oblast ». C'est dans les environs de cette ville d'un peu plus de 225 000 habitants (2020)¹⁶ qu'est située l'une des fermes de minage les plus importantes du pays, d'une capacité officielle de 100 mégawatts, appartenant à l'entreprise BitRiver¹⁷. L'énergie y est principalement produite par un barrage hydroélectrique, le plus important producteur d'électricité de la région (4 500 mégawatts), familier des superlatifs : deuxième centrale hydroélectrique la plus puissante de Russie, barrage hydroélectrique le plus puissant du monde de son achèvement en 1966 à 1971 et dont le réservoir d'eau artificiel est le deuxième plus large au monde¹⁸. Ce puissant ouvrage a été érigé pour alimenter les très énergivores industries d'aluminium, de métaux et de bois installées dans les environs. Et c'est d'ailleurs dans une de ces anciennes usines qu'est installée la ferme de BitRiver.

Illustration 3 - Bratsk : une ville industrielle propice au fonctionnement de la plus importante ferme de minage de Russie



Conception et réalisation : Hugo Estecahandy.

- 23 L'étude de l'implantation de la ferme met en avant deux choses. La première, est qu'elle est située au sein d'une zone industrielle déjà pourvue d'une connexion électrique puissante, à proximité directe du barrage hydroélectrique et de la dorsale de fibre optique. En ce sens, elle vient réhabiliter un espace dont l'activité industrielle avait périçité, et consommer une électricité surproduite et non stockable.
- 24 La deuxième est que l'implantation de cette imposante infrastructure ne bénéficie qu'à un nombre restreint d'acteurs, outre les clients qui y ont installé leurs processeurs à un prix attractif. L'ancienne usine au sein de laquelle est installée la ferme a été créée afin de fournir des pièces d'acier au barrage de Bratsk, appartenant au géant de l'énergie

En+, a qui appartiennent également les compagnies produisant et distribuant l'électricité dans tout l'*oblast* ». En+ est également propriétaire du géant russe de l'aluminium Rusal, dont la ville héberge l'une des plus grandes installations, et est un acteur économique majeur de Bratsk. Une grande partie des entreprises installées dans la municipalité comptent des filiales d'En+ comme principaux clients. En ce sens, En+ dispose d'un pouvoir politique important au sein de la ville, et c'est d'ailleurs grâce à un partenariat avec le géant de l'énergie, dont les contours restent flous, que BitRiver a pu installer sa ferme. Les principales retombées économiques de la ferme ne se concentrent alors que sur l'entreprise BitRiver et l'entreprise En+.

- 25 En elles-mêmes, les ressources qui déterminent l'emplacement de ces fermes sont semblables aux facteurs de localisation des centres de données, énumérés par le géographe français Henry Bakis (Bakis, 2013), qui met de fait en exergue une relation dialectique entre espaces physique et numérique. Pour autant, une différence majeure existe dans les impératifs de localisations entre ces infrastructures vouées au stockage de données numériques et les fermes de minage de cryptomonnaies. Si les données hébergées sur les serveurs que renferme un datacenter sont soumises à la juridiction du territoire sur lequel le bâtiment est implanté, une ferme de minage contient seulement la puissance de calcul nécessaire à la « production » de cryptomonnaies, qui n'y sont en aucun cas stockées^{19 20}.

Une émergence du minage facilitée par la marginalisation de l'*oblast*' d'Irkoutsk dans l'espace et les politiques publiques russes

- 26 Bien qu'Irkoutsk dispose de l'électricité la moins chère de Russie, la plupart des caractéristiques et ressources qui ont permis le développement du minage à Irkoutsk sont également présentes dans d'autres régions de Sibérie. Les *oblasts* de Novossibirsk, en Sibérie occidentale, et d'Irkoutsk possèdent, en plus de ressources adéquates, certaines prédispositions aux activités numériques. Elles ont chacune accueilli dans leur capitale régionale des structures de recherche en cybernétique à partir des années 1960. Cet héritage universitaire a été maintenu au fil des décennies, chacune des capitales régionales proposant des cursus d'études supérieures formant aux métiers de l'ingénierie informatique (Martin, 1988 ; Limonier 2018b).
- 27 Pourtant, la géographie du développement des infrastructures et projets numériques révèle une dualité de l'espace sibérien. La plupart des projets, financements et recherches dans le secteur du numérique sont installés, en Sibérie, vers l'*oblast*' de Novossibirsk. A contrario, c'est principalement à Irkoutsk que sont concentrées les industries de cryptomonnaies, qui ont évolué en dehors de tout cadre légal jusqu'en 2021.

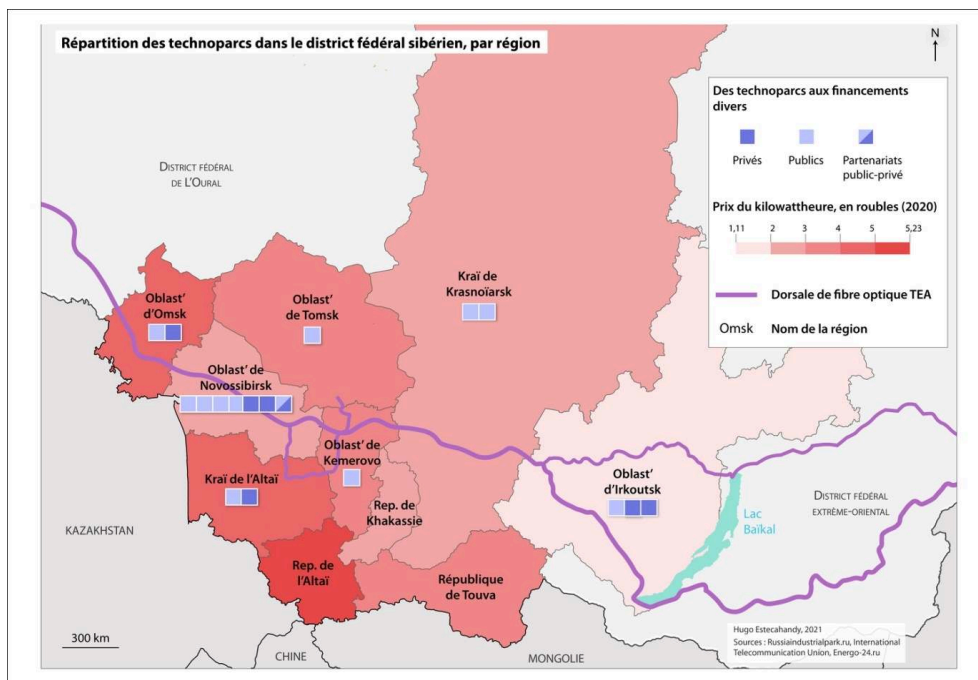
La Sibérie occidentale : principal réceptacle des projets gouvernementaux dans le secteur du numérique

- 28 C'est la capitale éponyme de la région de Novossibirsk, troisième ville la plus peuplée de Russie (1 625 631 habitants en 2020²¹), que le pouvoir central russe a choisi en 2006 pour un important pôle de recherche et développement dans le secteur des nouvelles

technologies (voir illustration 4). Ainsi naissait Akadempark, un imposant technoparc réunissant près de 130 millions d'euros d'investissements public-privé (2018)²² et plus de 300 entreprises et centres de recherche dédiés à l'innovation (cryptographie, Internet des objets, nanotechnologie, biotechnologie)²³. Le technoparc est sorti de terre au milieu d'Academgorodok (littéralement « cité des sciences »), un quartier de Novossibirsk dédié à la recherche fondé par la branche sibérienne de la puissante Académie des Sciences dans les années 1950 (Limonier, 2018b). Akademgorodok illustre alors l'émergence d'un système d'innovation russe, grandement développé par l'ancien président russe Dmitri Medvedev (2008-2012) (Bertran, 2017), érigé sur les bases d'anciennes villes scientifiques soviétiques et désormais pensé pour répondre aux impératifs d'une économie de marché (Longhi et Rochhia, 2016).

- 29 De plus, le développement d'Akadempark a entraîné dans son sillage l'apparition d'autres *clusters* d'innovations, qui valent aujourd'hui au faubourg de la capitale régionale le sobriquet de Silicon Taïga, en référence à la Silicon Valley californienne. Novossibirsk est ainsi devenu le point de chute, en Sibérie, de grands projets d'innovation du gouvernement central russe, déjà fortement implanté dans le secteur grâce à l'Académie des Sciences et à un gouverneur régional directement nommé par le président Vladimir Poutine.

Illustration 4 - Répartition des technoparcs dans le district fédéral sibérien, par région



Conception et réalisation : Hugo Estecahandy

Irkoutsk, une région historiquement marginalisée

- 30 De l'autre côté de la Sibérie, l'exclusion d'Irkoutsk des grandes politiques gouvernementales pour le développement de la recherche et de l'innovation a facilité l'émergence de projets numériques alternatifs, à l'image du minage. La mise à l'écart de la région de ces projets étatiques peut s'expliquer par la relation singulière

qu'entretennent, depuis plusieurs décennies, ses autorités et sa population avec le pouvoir central russe, « réputées pour affirmer leur différence avec le reste du pays » (Moses, 2017). Cette distance politique avec le Kremlin s'est notamment traduite, en septembre 2015, par la victoire d'un candidat du Parti communiste russe au poste de gouverneur régional, contrastant avec l'écrasante victoire du parti du pouvoir, Russie Unie, dans le reste du pays (Turovsky, 2015).

- 31 Cette opposition politique de la région d'Irkoutsk, qui a également joué un rôle moteur dans le développement du minage dans la région, s'est construite sur un temps long et trouve d'abord ses racines dans l'éloignement géographique de la région avec les capitales russes successives (Moscou et Saint-Pétersbourg) et la rudesse des conditions de vie locales. La nature de la colonisation prérévolutionnaire y a favorisé une « psychologie des marges » parmi les colons, avec de farouches attitudes d'indépendance vis-à-vis de l'autorité et d'autogestion entre communautés rurales (Hugues, 1989). La vie culturelle et intellectuelle de la ville, puis de la région, d'Irkoutsk a également été influencée par les Républicanistes exilés de force dans le territoire à la suite de l'échec de leur révolution de décembre 1825 (Grandhaye, 2008). Certains de ces décabristes, du nom que la postérité a laissé à ces officiers impériaux insurgés, ont progressivement intégré des postes administratifs ou d'enseignements en milieux urbains à partir des années 1850, et parsemés leurs idées et discours anti-impériaux sur plusieurs générations d'Irkoutskoïes. Cette identité collective régionale d'indépendance et de critique du gouvernement, renforcée par la présence de nombreux camps du Goulag implantés dans la région de la décennie 1930 à 1960 (Afanasov, 2002), a créé par extension un terreau fertile pour le projet politique que sont les cryptomonnaies.
- 32 Car avant que le minage ne soit développé à une échelle industrielle, l'activité a débuté à une ampleur bien moindre, de l'initiative d'habitants et entrepreneurs locaux sensibles aux idéaux portés par les cryptomonnaies et surtout la première d'entre elles : le bitcoin. Le projet Bitcoin, s'il est novateur par la technologie proposée, la *blockchain*, fait écho aux idéaux politiques portés par le mouvement cryptoanarchiste des années 1980 et 1990. Ses membres, cryptographes et développeurs, défendaient à l'orée d'un internet mondialisé, l'utilisation et le développement d'outils numériques à des fins d'émancipation de l'individu d'une centralisation de l'autorité (May, 1992).

Une marginalisation qui a favorisé le développement d'une activité économique et numérique alternative

- 33 Certains Irkoutskoïes, sensibles aux idées de décentralisation de l'autorité et d'émancipation promues par Bitcoin, ont d'abord adopté le minage de cryptomonnaies par proximité idéologique. C'est le cas de Konstantine L., propriétaire d'une petite ferme de minage dans la région, qui se définit lui-même comme « cryptoanarchiste »²⁴. Pour Konstantine, cela revient à être complètement indépendant du gouvernement, mais il précise que vouloir être libre vis-à-vis de celui-ci ne signifie pas forcément se positionner contre. Konstantine a une vision pacifique du cryptoanarchisme, qu'il définit comme la recherche de manières de penser ou d'agir sans avoir de compte à rendre au gouvernement, mais sans non plus entrer en conflit ouvert avec lui.
- 34 D'autres mineurs locaux se sont également lancés dans l'activité par adéquation avec le projet politique sous-jacent à Bitcoin, sans pour autant se réclamer d'un quelconque mouvement. Iouri Dromashko, un entrepreneur touche-à-tout d'Irkoutsk, a créé sa

ferme de minage en 2016, alors que la valeur du bitcoin augmentait²⁵. Selon lui, si le minage a rencontré un certain succès dans la région d'Irkoutsk, c'est grâce à sa promesse d'émancipation du gouvernement, à la présence des ressources nécessaires dans les environs à un prix défiant toute concurrence, mais aussi à une volonté populaire d'alternative financière au lendemain de la crise financière russe de 2014. Dromashko a lui-même perdu son commerce en 2014 et la valeur de ses titres fonciers s'est effondrée avec la crise. Il s'est alors risqué au minage. Il défend l'idée qu'à Irkoutsk, les nouveaux projets et alternatives doivent émerger du fait des habitants eux-mêmes et non pas de planifications gouvernementales qui sont, de toute manière, très rares dans la région.

- 35 Si certains, à l'image de Konstantine et Iouri, ont construit des fermes hébergeant jusqu'à plusieurs centaines, voire milliers de processeurs, l'activité a été loin de se cantonner aux spécialistes et entrepreneurs. Bénéficiant de l'électricité la moins chère de toute la Fédération, nombreux sont les habitants locaux à avoir branché entre un et une douzaine de processeurs dans leur maison, leur garage ou encore leur *datcha*. Dans un bar-restaurant du centre-ville d'Irkoutsk où se rejoignent souvent des mineurs de cryptomonnaies, le mineur et entrepreneur Ilia Frolov²⁶ énumère quelques-uns des faits-divers liés à la démocratisation du minage. Certaines installations de processeurs de fortune sont à l'origine d'incidents. Frolov rapporte notamment quelques incendies de garages de particuliers ou encore l'effondrement d'un plafond de magasin qui hébergeait des calculateurs informatiques. Une autre actualité, dont l'originalité est représentative de l'ampleur de la démocratisation du minage dans la région, est la condamnation d'une église évangélique d'Irkoutsk en 2018 pour avoir alimenté – les associations religieuses ayant un tarif préférentiel sur l'électricité en Russie – des processeurs minant des bitcoins²⁷. La défense des ecclésiastiques, qui ont alors expliqué que cette électricité avait été massivement utilisée afin d'imprimer des bibles, n'a pas convaincu les juges.
- 36 Il est impossible de quantifier les habitants et les infrastructures qui minent des cryptomonnaies à Irkoutsk, tant une importante culture du secret règne autour de cette activité. Les mineurs locaux expliquent cette *omerta* par plusieurs raisons. La première, est que les particuliers qui ont installé des processeurs chez eux ne veulent pas prendre le risque de devoir déclarer leurs revenus en bitcoins à l'État, craignant qu'une nouvelle loi russe taxe, ou interdise, un jour les cryptomonnaies. La deuxième est que le risque de vol de matériel existe, surtout lorsque la valeur des cryptomonnaies s'envole, comme en ce début d'année 2021, ou en 2017 quand Iouri Dromashko en a été victime une nuit dans l'une de ses fermes.

Quelles dynamiques le minage de cryptomonnaies a-t-il entraînées à Irkoutsk et quelles sont leurs limites ?

Des transformations limitées par une centralisation et une externalisation des retombées positives du minage

- 37 En développant le minage de cryptomonnaies, les mineurs amènent, à eux et à Irkoutsk, un pouvoir de décision sur un réseau dont les membres et l'impact dépassent de loin les frontières de l'*oblast'*, et même de Russie. Certains habitants ont pu s'enrichir grâce à l'activité. Pourtant, le fait que la région soit un territoire privilégié pour le minage a

surtout consolidé le pouvoir, qu'il soit politique ou économique, d'un nombre restreint d'acteurs, comme l'a montré l'analyse cartographique de Bratsk. En plus de détenir un monopole régional sur la première des ressources convoitées par les mineurs – l'électricité – l'entreprise En+ détient le foncier de nombreuses zones industrielles et l'ascendant politique sur plusieurs entreprises de la région, ce qui en fait un acteur incontournable pour le développement de l'activité. Oleg Deripaska, multimillionnaire proche du président russe Vladimir Poutine, s'est officiellement retiré de la gouvernance d'En+ en 2018, après que les États-Unis l'aient désigné comme cible de sanctions économiques, ainsi que les entreprises qu'il dirigeait²⁸. Cette implication d'entreprises liées de si près à une telle personnalité pose de nombreuses questions sur le poids stratégique du minage pour certains acteurs de pouvoir russe qui peuvent y trouver, plus qu'une source d'enrichissement, une consolidation de leurs pouvoirs politique et économique. Cela, en ayant accès au processus de création de monnaies numériques qui les émancipent d'un système financier international traditionnel, reposant majoritairement sur un dollar utilisé par les États-Unis pour appliquer leurs sanctions économiques.

- 38 Les retombées directes du minage sur l'*oblast'* et sa population restent minimes. Même une ferme très puissante comme celle de BitRiver à Bratsk ne bénéficie qu'à un petit cercle d'acteurs. L'entreprise²⁹ propose l'hébergement de matériel de minage à des clients venant du monde entier, qui ne se déplacent généralement jamais sur le site. En plus de ses bureaux principaux à Moscou, BitRiver possède un espace de vente à Dubaï et a ouvert, en avril 2021, un bureau similaire à Séoul, mais aucun en Sibérie. Si l'implantation du minage dans des territoires particuliers entraîne des mouvements de matériel informatique (la plupart des machines viennent de Chine), il n'entraîne aucune dynamique spatiale de personnes. De plus, une ferme de minage ne nécessite que peu de personnel, de surcroît qualifié, pour être opérée. La ferme de Bratsk, la plus puissante de la Communauté des États Indépendants³⁰, ne mobilise qu'environ 50 salariés (2019), dont 35 hautement qualifiés³¹. Si réhabilitation d'espaces industriels il y a, ce n'est pas le cas pour les bassins d'emplois qui y étaient originellement rattachés.
- 39 Certains impacts ultra locaux viennent quelque peu nuancer ce tableau. La mairie de Bratsk y trouve une opportunité intéressante, des dires de son maire qui qualifie la ferme de BitRiver « d'un des plus importants projets d'investissements dans sa ville », de rente financière sous forme de taxes. Un accord a également été signé entre BitRiver et l'Université d'État de Bratsk, via lequel l'entreprise s'engage à prendre quelques étudiants en stage. Ces dynamiques sont du fait des proportions importantes de la ferme de Bratsk, et ne semblent pas concerner d'autres projets similaires dans la région. De plus, elles restent relativement faibles et très localisées.

Un secteur local de l'innovation faible et informel, mais dynamisé par le minage

- 40 Le développement du minage, s'il fut dans un premier temps le reflet d'une communauté locale de programmeurs et entrepreneurs enclins aux projets numériques alternatifs et libertaires, pourrait devenir le moteur d'un secteur de l'innovation.
- 41 Plusieurs acteurs locaux du minage et du secteur des cryptomonnaies organisent, dans la ville d'Irkoutsk, des rencontres ouvertes au public pour présenter et discuter de leur

travail et recherches. Cette appropriation du champ de l'innovation par certains Irkoutskois et cette effervescence de débats autour de solutions numériques décentralisées, développées non pas par le gouvernement ou de grandes entreprises, mais par des citoyens, fait écho à cette volonté locale d'autonomie propre à la région. Kostantine L. développe notamment une plateforme d'échange de cryptomonnaies, accessible par tous et aux frais de transactions extrêmement faibles. Cette tendance à l'autogestion fait alors émerger une dynamique de l'innovation « par le bas », orpheline d'objectifs émis par une autorité politique et de tout cadre administratif.

- 42 Elle vient compléter une offre limitée d'environnement propice à l'innovation entraînée par le délaissement de la région par les politiques publiques dans ce domaine - exception faite du technoparc IrNITU (Université technique d'Irkoutsk), construit en 2010 au sein du campus de l'université éponyme, dont 15 % des coûts de constructions ont été pris en charge par l'État russe (25 millions de roubles³²)³³. Elle représente la seule institution universitaire réellement en lien avec le secteur de l'innovation (Rudneva, 2019). La faiblesse de structures d'innovation à Irkoutsk, en comparaison avec d'autres régions sibériennes (Novossibirsk, Krasnoïarsk), est également due au fait que les grands acteurs industriels présents dans la région, le géant de l'aluminium Rusal et l'avionneur Irkut par exemple, appartiennent à des entreprises extérieures à la région. Les décisions liées à l'innovation de ces deux entreprises sont prises en dehors d'Irkoutsk, et peu d'interactions existent avec les acteurs locaux (Rudneva, 2019). Reste que les projets et débats de la communauté locale de l'innovation, que le minage a permis de dynamiser, sont dans la continuité de solutions de décentralisation de l'autorité et de réduction de coûts pour l'utilisateur promues par Bitcoin. Ses membres dénotent en plus, pour la plupart, d'un vif intérêt pour l'impact environnemental des outils numériques.

Irkoutsk, futur laboratoire d'infrastructures du numérique plus écologiques ?

- 43 L'énergivoracité du minage, et plus particulièrement les effets néfastes sur l'environnement qu'entraîne la production de son électricité, est souvent discutée par la communauté de mineurs d'Irkoutsk. Cela, alors même que près des trois quarts de l'électricité régionale produite est issue de l'exploitation de l'énergie hydraulique, aux répercussions environnementales mesurées.
- 44 Cette considération a amené Ilia Frolov à penser des solutions de « *green mining* » (ou « *ecomining* »), c'est-à-dire un minage de cryptomonnaies à l'impact environnemental diminué. Son projet phare est la réutilisation de la chaleur produite par les processeurs pour chauffer des habitations. C'est dans les sous-sols d'un bâtiment du centre-ville d'Irkoutsk qu'il a implémenté une première version de son idée. Son installation d'une demi-douzaine de processeurs en fonctionnement est reliée au système de chauffage central de l'immeuble. Les machines baignent dans un liquide qui emmagasine la chaleur qu'elles produisent. Ce liquide est ensuite acheminé à travers les conduits de chauffage de l'immeuble jusqu'aux appartements de ses occupants. Une fois refroidi, il est retransmis vers les processeurs pour les rafraîchir. Ce procédé permet de n'utiliser qu'une seule alimentation électrique pour faire fonctionner à la fois des processeurs informatiques et le chauffage de tout un immeuble, diminuant ainsi l'électricité consommée.

Illustration 5 - Installation de processeurs de minage reliés au système de chauffage central d'un immeuble d'Irkoutsk, le 6 avril 2019



Auteur : Hugo Estecahandy.

- 45 Frolov a également commencé la fabrication de petites maisons, vouées à être louées par des vacanciers, chauffées par un système similaire. Il s'est associé avec un architecte de la région pour proposer des *kriptodom* (cryptomaisons).
- 46 Cet attrait d'informaticiens et d'entrepreneurs pour le respect de l'environnement n'est pas un phénomène nouveau dans la région. Un parfait exemple en est la lettre écrite dans les années 1980 par le professeur Goumar Khamitov, de l'Institut National d'Économie à Irkoutsk (Martin, 1988). Dans sa proposition écrite de créer une association américano-russe intitulée *International Association of Nature, Computers and Humans (NCH)*, et qui se veut méfiante à l'égard des possibles appropriations des sciences informatiques par le pouvoir soviétique, Khamitov énonce comme premier objectif « l'humanisation de la relation entre l'homme et la nature, qui comprendra des activités préventives contre les tendances technocratiques croissantes dans les zones écologiquement sensibles de l'URSS et des États-Unis, en faisant progresser l'analyse informatique ».
- 47 Cette tendance découle de la spécificité géographique d'Irkoutsk qui borde le lac Baïkal, point de concentration d'une conscience écologique régionale, établissant un environnement qui pourrait être propice aux projets écologisant (Batsiun *et al.*, 2020).
- 48 Ilia Frolov soutient que le numérique reste une alternative incontournable pour Irkoutsk, avant de rappeler que la région est trop éloignée des grands centres logistiques du pays (Saint-Pétersbourg, Moscou, Vladivostok) pour être compétitive dans la plupart des secteurs économiques traditionnels. Si un ensemble de facteurs (disponibilité de ressources, climat, entrepreneurs, conscience écologique) semble

prédisposer Irkoutsk à émerger comme un environnement propice à l'innovation numérique, et même de projets numériques « verts », l'apparition de celui-ci reste freinée par le faible engagement des autorités fédérales et l'absence de grands groupes industriels domiciliés dans la région. Le développement du minage a tout de même fait rayonner le nom d'Irkoutsk à l'échelle internationale, bien que ce soit majoritairement au travers d'une presse spécialisée à destination d'un public de niche.

Conclusion

- 49 Irkoutsk présente des caractéristiques géographiques et climatiques ainsi que des ressources énergétiques et techniques extrêmement favorables au minage de cryptomonnaies et aux industries du numérique, à l'instar d'autres territoires de Sibérie. La ferme de minage de Bratsk est d'ailleurs l'une des plus puissantes du monde. Ce potentiel d'un futur numérique bâti sur les ruines d'un passé soviétique n'est toutefois pas directement exploité par les autorités. Alors que c'est en grande partie grâce à un héritage industriel que le minage a pu être développé à une telle échelle, c'est la marginalisation politique et géographique d'Irkoutsk et la présence d'une sensibilité régionale collective à l'autonomie politique et aux projets alternatifs, qui y ont facilité l'émergence.
- 50 Même si l'étude géographique et géopolitique du minage de cryptomonnaies est pour le moment embryonnaire, elle permet de mettre en avant des dynamiques propres à cette activité et à Irkoutsk. Le minage a tout d'abord dynamisé un secteur de l'innovation local, bien qu'il reste faible et peu institutionnalisé. Ses membres sont porteurs de projets et d'idées qui pourraient faire émerger Irkoutsk en tant qu'espace d'expérimentations numériques décentralisées et à l'impact environnemental modéré.
- 51 Cette analyse permet également de mettre en lumière que, même si Irkoutsk concentre la majeure partie des infrastructures de minage en Russie, cela n'a que peu bouleversé les hiérarchies de pouvoirs entre les acteurs présents dans l'*oblast'* et dans le pays, et a pu contribuer au contraire à les consolider. C'est notamment le cas via l'implication d'acteurs parfois proches du pouvoir central, à l'instar d'Oleg Deripaska, qui peuvent trouver dans le minage une source de consolidation de leurs pouvoirs politiques ou économiques.
- 52 L'activité du minage reste instable, de par une rentabilité soumise à la valeur volatile des cryptomonnaies créées ou à une géographie pouvant être mouvante au gré des apparitions ou disparitions des opportunités d'accès aux ressources. Qui plus est, certaines cryptomonnaies ont un nombre défini d'unités pouvant être émises : c'est le cas des bitcoins, qui ne pourront dépasser les 21 millions d'unités, et dont les dernières seront minées aux alentours de l'année 2140.
- 53 De plus, si le minage profitait jusqu'à peu de cet éloignement d'Irkoutsk du pouvoir central russe, la prise en compte de l'activité dans la juridiction du pays pourrait redessiner son implantation en Russie. Dès l'annonce de la loi 259 en juin 2020 (entrée en vigueur au 1er janvier 2021), les projets de ferme de minage se sont multipliés. Une ferme de 10 mégawatts est en construction à Norilsk, ville pourtant soumise à certaines restrictions d'entrée. Une autre, qui serait la future plus puissante ferme de Russie (160 mégawatts), devrait apparaître à Kodinsk, dans l'*oblast'* de Krasnoïarsk, proche d'un barrage également bâti sur le fleuve Angara. Enfin, l'entreprise Gazprom Neft, une filiale du géant russe Gazprom - l'entreprise d'État qui est le 10e producteur mondial de

pétrole (2019) - a récemment participé à l'installation d'une ferme sur l'un de ses sites. En profitant de l'électricité directement générée par la transformation de surplus de gaz, qui était auparavant rejeté dans l'air contre le paiement d'amendes, l'entreprise offre une électricité bon marché à un partenaire privé qui opère l'infrastructure.

- 54 Nées comme outils numériques d'émancipation à destination des individus, les cryptomonnaies sont aujourd'hui devenues un objet géopolitique, pouvant redessiner ou renforcer les hiérarchies de pouvoirs entre acteurs. En ce sens, et avec l'augmentation récente de leur valeur, les cryptomonnaies et leurs industries deviennent de plus en plus stratégiques, et leur étude, nécessaire.

BIBLIOGRAPHIE

- Afasanov O., 2002. Documents on the history of the Lake Camp in the Irkutsk Oblast' (1948-63). *The Journal of Slavic Military Studies*, vol. 15, n° 1, p. 145-164.
- Agapitova, O., 2019. Social and economic development of Irkutsk region. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 667.
- Bakis H., 2013. Les facteurs de localisation d'un nouveau type d'établissements tertiaires : les datacentres. *Netcom. Réseaux, communication et territoires*, vol. 27, n° 3.
- Batsiun N., Jakobson A., Jakobson I., 2020. Irkutsk as a Potential Growth Point of Greening Processes in Russia. *Studies of the Industrial Geography Commission of the Polish Geographical Society*, vol. 34, n° 3.
- Bertran M.-G., 2020. La place des logiciels libres et open source dans les nouvelles politiques du numérique en Russie. *Hérodote*, n°177/178.
- Douzet F., Limonier K., Robine J., et al., 2017. Les nouveaux territoires stratégiques du cyberspace : le cas de la Russie. *Stratégie*, n° 177.
- Grandhaye J., 2008. *La république des décembristes. Pour une histoire de la modernité politique en Russie (1760-1870)*. Université Panthéon-Sorbonne – Paris 1.
- Hou S., 2013. La gazéification de l'oblast d'Irkoutsk : entre volontarisme et échec annoncé ? *Revue d'études comparatives Est-Ouest*, n° 44.
- Hugues J. R., 1989. The Irkutsk affair: Stalin, Siberian politics and the end. *Soviet Studies*, vol. 41, n° 2, p. 228-253.
- Limonier K., 2018a. *Ru.net. : géopolitique du cyberspace russophone*. Paris, L'inventaire.
- Limonier K., 2018b. *L'Archipel des savants. Histoire des anciennes villes d'élite du complexe scientifique soviétique*, Paris, Éditions B2.
- Longhi C, Rochhia S, 2016. Dix ans de politique industrielle en Russie. *Revue d'économie industrielle*, n° 155.
- Martin D. C., 1988. Awareness of the social impact of computers in the USSR. *ACM SIGCAS Computers and Society*, vol. 18, n° 4, p. 11-13.

May T, 1992. *The crypto-anarchist Manifesto*.

Moses J., 2017. Political Rivalry and Conflict in Putin's Russia. *Europe-Asia Studies*, vol. 69, n° 6, p. 961-988.

Nakamoto S. [pseudonyme], 2008. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. *Bitcoin.org*. URL: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

Rudvena V., 2019. Innovation Potential of Reindustrialisation of Eastern Russia (Example of Krasnoyarsk and Irkutsk). *Studies of the Industrial Geography Commission of the Polish Geographical Society*, vol. 33, n° 4.

Shatrova G. P., 1962. *Décembristes et Sibérie [Dekabristi i Sibir']*. Tomsk, Presse universitaire de Tomsk.

Turkovsky R., 2015. *Systemic opposition at Russia's Gubernatorial elections*. Moscou, National Research University Higher School of Economics.

NOTES

1. Fedorinova Y., 2020. Siberian Gold Deposit Had World Largest Reserves. *Bloomberg.com*, 22 octobre 2020. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-10-22/polyus-says-siberian-gold-deposit-holds-world-s-largest-reserves>
2. Population estimée au 1er janvier 2020, Rosstat.
3. Appellation désignant le lac Baïkal.
4. Site officiel de la région d'Irkoutsk, 22 août 2019. URL: <https://irkobl.ru/region/turizm/>
5. En 2013, le consultant pour des services de renseignements américains Edward Snowden a rendu publique, avec le concours de journalistes, l'utilisation par ces agences d'outils et de méthodes d'espionnage massives et intrusives pouvant concerner les citoyens du monde entier.
6. Doctor S., Rishabb S., 2020. Bitcoin Power Analysis. Hashrate Implications and Miner Economics. *BitOoda*, 15 juillet 2020. URL: <http://bitooda.io/public-files/>
7. Cambridge Center for Alternative Finance, 2020. Bitcoin Mining Map. *Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index*. URL: https://cbeci.org/mining_map
8. La loi fédérale 259 est le premier cadre juridique appliqué aux cryptomonnaies en Russie. Elle autorise le minage et la spéculation financière sur les cryptomonnaies, mais interdit leur utilisation comme moyen de paiement. Avant cela, les industries de cryptomonnaies évoluaient dans un vide juridique en Russie.
9. Le minage nécessitant de la puissance de calcul informatique, une méthode communément désignée comme « preuve de travail », n'est pas intrinsèque au fonctionnement de toutes les cryptomonnaies. Devant l'augmentation des ressources nécessaires au maintien d'un réseau fonctionnant avec une preuve de travail (consommation électrique, puissance de calcul ...), d'autres méthodes ont été développées.
10. Une *blockchain* (« chaîne de blocs ») est une technologie numérique de registre, réputée inaltérable. Chaque information enregistrée sur une *blockchain* est horodatée et sécurisée grâce à des procédés cryptographiques.
11. Interview de Sébastien Gouspillou, cofondateur d'une entreprise de minage de cryptomonnaies. Bloch R., Richaud N., 2019. Blockchain : le français Bigblock Datacenter délocalise ses fermes de minage au Kazakhstan. *Les Échos*, 11 mars 2019. URL: www.lesechos.fr/tech-medias/hightech/blockchain-le-francais-bigblock-datacenter-delocalise-ses-fermes-de-minage-au-kazakhstan-999360
12. *Energo 24*. URL: <https://energo-24.ru/news/13438.html>

13. À titre de comparaison, le kilowattheure est vendu 4,75 roubles à Saint-Pétersbourg et 5,47 à Moscou.
14. URL: www.globalenergyobservatory.org
15. Une demie-douzaine de mineurs de cryptomonnaies opérant à Irkoutsk ont ainsi été interrogés entre mars et avril 2019.
16. Rosstat, 2020. Otsenka chislennosti postoiannogo nacelenia na 1 ianvaria 2020 [« Population résidente estimée au 1er janvier 2020 »].
17. Site internet de BitRiver. URL: bitriver.farm/en/
18. Site internet de l'exploitant du barrage de Bratsk, Irkutsknergo. URL: www.irkutsknergo.ru/
19. Plus précisément, les cryptomonnaies ne sont pas elles-mêmes stockées, étant seulement des suites de caractères (une clé) inscrites sur un registre partagé par plusieurs utilisateurs (une blockchain). Les détenteurs de cryptomonnaies stockent en réalité une autre chaîne de caractères, pouvant être définis comme un titre de propriété de leurs cryptomonnaies.
20. Elles le sont généralement sur un portefeuille numérique appartenant au mineur, sur un serveur distant (*hot storage*) pouvant se trouver dans n'importe quelle région du monde, ou sur un disque dur déconnecté d'Internet (*cold storage*), plus sécurisé, qu'il garde en lieu sûr.
21. Rosstat, 2020. Otsenka chislennosti postoiannogo nacelenia na 1 ianvaria 2020 [« Population résidente estimée au 1er janvier 2020 »].
22. Krasnova Y., Zemlyanskaya G., Afanasyeva Y., 2018. Novosibirsk region. A look at the region's business and innovation potential. Deloitte CIS Research Centre, Novossibirsk.
23. Site Internet d'AkademPark. URL: <https://academpark.com/about/>
24. Entretien réalisé dans la ville d'Irkoutsk, en avril 2019.
25. Entrevues réalisées dans la ville d'Irkoutsk en mars et avril 2019.
26. Entrevue réalisée dans la ville d'Irkoutsk en avril 2019.
27. TASS, 2018. V Irkoutské evanguelistam podniali platou za élektroznerguiïou iz-za maïninga bitcoïnov [« A Irkoutsk, des évangélistes ont dû payer l'électricité utilisée pour le minage de bitcoins »], 9 octobre 2018. URL: https://tass.ru/ekonomika/5653118?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop
28. Département du Trésor américain, 2018. Treasury Designates Russian Oligarchs, Officials, and Entities in Response to Worldwide Malign Activity, 6 avril 2018. URL: <https://home.treasury.gov/news/press-releases/sm0338>
29. Site internet de BitRiver. URL: www.bitriver.farm
30. Organisation intergouvernementale comprenant l'Azerbaïdjan, l'Arménie, la Biélorussie, le Kazakhstan, le Kirghizistan, la Moldavie, l'Ouzbékistan, la Russie et le Tadjikistan.
31. МЭР ГОРОДА СЕРГЕЙ СЕРЕБРЕННИКОВ ПОСЕТИЛ ПРЕДПРИЯТИЕ ПО ПРОИЗВОДСТВУ КРИПТОВАЛЮТЫ [« Le maire de la ville Sergueï Serebrennikov a visité une entreprise de production de cryptomonnaies »], *Nashbratsk.ru*, 21 août 2019. URL: nashbratsk.ru/news/38604/?sphrase_id=2032294
32. Environ 580 000 euros au 1^{er} janvier 2010.
33. Site internet de l'IrNITU. URL: istu.edu/deyatelnost/innovatsii/tekhnopark

RÉSUMÉS

Depuis plusieurs années, le minage de cryptomonnaies se développe à une échelle industrielle dans l'oblast' d'Irkoutsk, en Sibérie orientale. Ce processus de création de certaines monnaies numériques, dont le bitcoin, nécessite une importante puissance de calcul informatique et donc, des ressources particulières. En plus de concentrer de grandes quantités de ces ressources à un prix attractif et un climat adapté, Irkoutsk dispose de certaines caractéristiques sociopolitiques qui ont facilité l'émergence de l'activité. De nouvelles dynamiques apparaissent dans la région grâce au minage et, bien qu'elles restent encore limitées, font émerger le territoire marginalisé d'Irkoutsk comme un espace propice à certaines activités numériques.

For several years, cryptocurrency mining has been developing on an industrial scale in Irkutsk Oblast in Eastern Siberia. This process of creating some digital currencies, including the bitcoin, requires significant computing power and therefore special resources. In addition to concentrating large quantities of these resources at an attractive price and a suitable climate, Irkutsk has certain socio-political characteristics that have facilitated the emergence of the activity. New dynamics are appearing in the region thanks to mining and, although still limited, are making the marginalized territory of Irkutsk emerge as a space suitable for certain digital activities.

INDEX

Keywords : Siberia, Irkutsk, cryptocurrency, digital, innovation

Mots-clés : Sibérie, Irkoutsk, cryptomonnaie, numérique, innovation

AUTEUR

HUGO ESTECAHANDY

Hugo Estecahandy, h.estecahandy@gmail.com, est doctorant à l'Institut Français de Géopolitique (Université Paris 8) et membre du projet de recherche GEODE, *Géopolitique de la Datasphère*. Il a récemment publié :

Estecahandy, H., Limonier, K., 2020. Cryptomonnaies et puissance de calcul : la Sibérie orientale, nouveau territoire stratégique pour la Russie ? *Hérodote* [En ligne], n° 177-178. URL: <https://www.herodote.org/IMG/pdf/estecahandy-limonier.pdf>