



HAL
open science

Pôles URbains – Polar URban centres

Yvette Vaguet, Éric Canobbio, Sébastien Gadat, François Moriconi-Ebrard

► **To cite this version:**

Yvette Vaguet, Éric Canobbio, Sébastien Gadat, François Moriconi-Ebrard. Pôles URbains – Polar URban centres. [Rapport de recherche] ANR-15-CE22-0006-01, UMR IDEES 6266 CNRS ULHN (UNIVERSITE DU HAVRE NORMANDIE); CNRS ESPACE UMR 7300; CNRS LIED UMR 8236; CNRS LADYSS UMR 7533. 2022, pp.45. hal-03699911

HAL Id: hal-03699911

<https://hal.science/hal-03699911>

Submitted on 20 Jun 2022

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Projet ANR- 15-CE22-0006-01

PUR / Pôles URbains

Programme CE22 2015

A	IDENTIFICATION	3
B	RESUME CONSOLIDE PUBLIC	3
B.1	Instructions pour les résumés consolidés publics	3
B.2	Résumé consolidé public en français	4
B.3	Résumé consolidé public en anglais	7
C	MEMOIRE SCIENTIFIQUE	7
C.1	Résumé du mémoire	7
C.2	Enjeux et problématique, état de l'art	8
C.3	Approche scientifique et technique	10
C.4	Résultats obtenus	11
C.5	Discussion	13
D	LISTE DES LIVRABLES	14
E	IMPACT DU PROJET	16
E.1	Indicateurs d'impact.....	17
E.2	Liste des publications et communications	17
COORDINATION DE NUMERO SPECIAL DE REVUE		17
ARTICLES dans des revues à comité de lecture		17
CHAPITRES D'OUVRAGES		19
COMMUNICATIONS dans un congrès international		19
COMMUNICATIONS dans un congrès national		20
CONFERENCES INVITEES		21
RAPPORTS (mémoire, thèse...)		22
AUTRE VALORISATION auprès des acteurs sociaux, économiques et du Grand public (Revue, Radio, Journaux...)		22
E.3	Liste des éléments de valorisation	24
Développement de nouveaux partenariats et ouvertures à l'international		24
E.4	Bilan et suivi des personnels recrutés en CDD (hors stagiaires)	25
F	ANNEXES	28
F.1	<i>Arcticapolis</i> pour l'étude du Peuplement et des dynamiques du peuplement en Arctique (WP1)	28
F.2	Modélisations multi-temporelles et multi-échelles des processus d'urbanisations sur Iakoutsk (WP4).....	34
F.3	Les 4 axes opérationnels de la vulnérabilité sociale (WP5)	37
F.4	ouverture : Analyse comparative des processus d'urbanisation : le cas des villes minières	39
F.5	ouverture : Où commence le nord ? Mise à l'épreuve du concept de nordicité au prisme de la ville « post-arctique ».....	40

Ce document est à remplir par le coordinateur en collaboration avec les partenaires du projet. L'ensemble des partenaires doit avoir une copie de la version transmise à l'ANR.

Ce modèle doit être utilisé uniquement pour le compte-rendu de fin de projet.

A IDENTIFICATION

Acronyme du projet	PUR
Titre du projet	Pôles URbains – Polar URban centres
Coordinateur du projet (société/organisme)	Yvette Vaguet UMR 6266 IDEES
Période du projet (date de début – date de fin)	T0scientifique 01/01/2016 Tfinal scientifique 30/09/2022 dont +1an (COVID)
Site web du projet, le cas échéant	http://pur.hypotheses.org

Rédacteur de ce rapport	
Civilité, prénom, nom	Dr Yvette Vaguet
Téléphone	02 35 14 69 32
Adresse électronique	Yvette.vaguet@univ-rouen.fr
Date de rédaction	Décembre 2021 – mars 2022

Si différent du rédacteur, indiquer un contact pour le projet	
Civilité, prénom, nom	
Téléphone	
Adresse électronique	

Liste des partenaires présents à la fin du projet (société/organisme et responsable scientifique)	UMR 8236 LIED/ F. Moriconi-Ebrard (CNRS) UMR 7533 LADYSS / E. Canobbio (Univ. Paris VIII) UMR 7300 ESPACE / S. Gadal (Univ. Aix- Marseille) UMR 6266 IDEES/ Y. Vaguet (Univ. Rouen)
---	---

B RESUME CONSOLIDE PUBLIC

Ce résumé est destiné à être diffusé auprès d'un large public pour promouvoir les résultats du projet, il ne fera donc pas mention de résultats confidentiels et utilisera un vocabulaire adapté mais n'excluant pas les termes techniques. Il en sera fourni une version française et une version en anglais. Il est nécessaire de respecter les instructions ci-dessous.

B.1 INSTRUCTIONS POUR LES RESUMES CONSOLIDES PUBLICS

Les résumés publics en français et en anglais doivent être structurés de la façon suivante.

Titre d'accroche du projet (environ 80 caractères espaces compris)

Titre d'accroche, si possible percutant et concis, qui résume et explicite votre projet selon une logique grand public : il n'est pas nécessaire de présenter exhaustivement le projet mais il faut plutôt s'appuyer sur son aspect le plus marquant.

Les deux premiers paragraphes sont précédés d'un titre spécifique au projet rédigé par vos soins.

Titre 1 : situe l'objectif général du projet et sa problématique (150 caractères max espaces compris)

Paragraphe 1 : (environ 1200 caractères espaces compris)

Le paragraphe 1 précise les enjeux et objectifs du projet : indiquez le contexte, l'objectif général, les problèmes traités, les solutions recherchées, les perspectives et les retombées au niveau technique ou/et sociétal

Titre 2 : précise les méthodes ou technologies utilisées (150 caractères max espaces compris)

Paragraphe 2 : (environ 1200 caractères espaces compris)

Le paragraphe 2 indique comment les résultats attendus sont obtenus grâce à certaines méthodes ou/et technologies. Les technologies utilisées ou/et les méthodes permettant de surmonter les verrous sont explicitées (il faut éviter le jargon scientifique, les acronymes ou les abréviations).

Résultats majeurs du projet (environ 600 caractères espaces compris)

Faits marquants diffusables en direction du grand public, expliciter les applications ou/et les usages rendus possibles, quelles sont les pistes de recherche ou/et de développement originales, éventuellement non prévues au départ.

Préciser aussi toute autre retombée= partenariats internationaux, nouveaux débouchés, nouveaux contrats, start-up, synergies de recherche, pôles de compétitivités, etc.

Production scientifique et brevets depuis le début du projet (environ 500 caractères espaces compris)

Ne pas mettre une simple liste mais faire quelques commentaires. Vous pouvez aussi indiquer les actions de normalisation

Illustration

Une illustration avec un schéma, graphique ou photo et une brève légende. L'illustration doit être clairement lisible à une taille d'environ 6cm de large et 5cm de hauteur. Prévoir une résolution suffisante pour l'impression. Envoyer seulement des illustrations dont vous détenez les droits.

Informations factuelles

Rédiger une phrase précisant le type de projet (recherche industrielle, recherche fondamentale, développement expérimental, exploratoire, innovation, etc.), le coordonnateur, les partenaires, la date de démarrage effectif, la durée du projet, l'aide ANR et le coût global du projet, par exemple « Le projet XXX est un projet de recherche fondamentale coordonné par xxx. Il associe aussi xxx, ainsi que des laboratoires xxx et xxx). Le projet a commencé en juin 2006 et a duré 36 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de xxx € pour un coût global de l'ordre de xxx € »

B.2 RESUME CONSOLIDE PUBLIC EN FRANÇAIS

Pôles Urbains (PUR)

La ville boréale, un objet méconnu

Le Nord qui constituait depuis quatre siècles une périphérie exploitée, se trouve désormais dans un processus d'intégration au sein de l'espace mondial. Le réchauffement climatique - accentué aux hautes latitudes - associé à la mondialisation - elle-même soutenue par la demande globale croissante en ressources - constituent de puissants facteurs de développement des hautes latitudes. Dès lors, en Arctique comme ailleurs, on n'habite plus tellement dans des villages ; huit boréaux sur dix vivent maintenant en ville. Pourtant les espaces urbains polaires demeurent le plus souvent méconnus, du public et même des chercheurs. Nous avons donc construit l'objet de ce projet autour de l'urbain et des cités de l'Arctique, dans un but d'amélioration des connaissances et des enjeux relatifs à ce type de peuplement. Mais peut-on légitimement regrouper des villes en fonction de leur latitude ? Ce déterminisme, lié au froid ou à la nuit polaire, a-t-il créé une forme spécifique à tous ces organismes urbains ? D'autres dénominateurs communs, comme l'extraction des ressources ont peut-être façonné une forme d'urbanité originale qui justifierait de les considérer comme des fronts pionniers. Il conviendrait alors d'apporter des nuances basées sur les trajectoires démographiques et économiques des localités, la mobilité des habitants et leur degré d'appropriation territoriale.

Actuellement, la tendance à l'urbanisation et à la métropolisation s'observe sous les effets conjugués de l'accroissement naturel, de l'exode rural, des migrations régionales et transnationales. Cependant, le renouvellement du peuplement dans un cadre essentiellement urbain, crée-t-il une identité nouvelle ? Dans un contexte de faible densité où les élites s'identifient davantage à la capitale nationale, le plus souvent non-polaire, sommes-nous en présence de villes-îles, mieux reliées au centre de l'État qu'aux autres localités régionales, ou

au contraire, rencontre-t-on de vrais systèmes urbains avec des processus locaux de polarisation et de diffusion des innovations ?

Des approches géographiques complémentaires

L'équipe, composée de géographes, a envisagé des lots de travaux qui se complètent, fournissant une analyse multi-niveaux depuis l'échelle circumpolaire jusqu'au niveau local. Les méthodes sont resserrées sur des approches quantitatives (SIG, analyse spatiale, télédétection, modélisation et simulation) pour fournir une « vue d'en haut », laquelle est nécessairement validée par une approche individu-centrée (« vue d'en bas »). Les travaux de terrains ont donné l'occasion de conduire des enquêtes auprès des populations locales sur leur perception des risques et leur attachement à la localité de résidence. Cette seconde approche plus qualitative a fourni une vue de dedans, sur quelques sites choisis à l'issue de la phase de travail à l'échelle circumpolaire. La seconde phase a été basée sur des entrevues en profondeur pour aider à calibrer les modèles généraux. Au total, loin de la recherche d'un pseudo modèle uniforme, l'approche comparative de ce projet a contribué à démentir l'importance des notions relatives au déterminisme latitudinal. Pour ce faire, l'établissement d'une typologie des centres urbains polaires, affranchie des contextes nationaux nous a semblé un premier préalable.

Résultats

En premier lieux, nous avons pu montrer concrètement jusqu'à quel point ces cités ont été négligées dans la littérature scientifique. La plupart des nouvelles villes du pétrole, du gaz ou autre, n'ont par exemple jamais soulevé le même intérêt que les « villes nouvelles » aux moyennes latitudes, comme si l'objectif industriel initial avait privé ces habitants permanents ou temporaires du titre de citoyens. Elles n'apparaissent dans la presse internationale que pour dénoncer les conditions extrêmes du milieu, les pollutions records, les conditions de vie des résidents, *etc.* A l'issue de ce projet, en dépit des risques globaux (baisse de la demande...) et/ou locaux (inondation...) renvoyant inévitablement à la question de la durabilité de ces établissements, il semble que des dynamiques d'identification à ces lieux soient puissantes. Ainsi, les allochtones qui sont venus construire et peupler ces villes en quelques décennies les ont adoptées. A l'échelle régionale, des projets de gouvernance émergent aussi. À l'inverse, des capitales régionales anciennes captent les populations des campagnes alentours mais ne constituent souvent que des étapes dans la trajectoire migratoire désirée.

La réflexion sur les critères de définition à la fois de la zone arctique (limite des arbres, pergélisol...) et de la ville (seuil du nombre d'habitants, accessibilité, rayonnement régional, fonctions...) a conduit à élargir l'étude du peuplement à toutes les localités des huit pays arctiques. Ainsi, le projet a livré une base de données géohistorique du peuplement au-delà des prévisions. Des analyses de dynamiques ont d'ores et déjà été réalisées et publiées et d'autres restent à venir. Une réflexion, et des publications, ont été menés sur les concepts de vulnérabilité et d'intégration régionale de ces espaces à l'environnement sévère soumis au processus de mondialisation. Le concept de nordicité a été étudié dans la perspective d'une mise à jour, non prévue initialement. Ces travaux se poursuivent dans le cadre de *l'Arctic Science Ministerial 3* (ASM3 - <https://ads.nipr.ac.jp/ASM3DB/meta/223>). A l'échelle locale, des modèles et simulations d'urbanisation ont été conduits sur des lieux échantillons, afin de dessiner des zones à risques - par exemple comme l'exposition au risque d'inondation.

Production scientifique et brevets depuis le début du projet (environ 500 caractères espaces compris)

Ne pas mettre une simple liste mais faire quelques commentaires. Vous pouvez aussi indiquer les actions de normalisation

L'équipe a d'ores et déjà beaucoup valorisé le travail accompli bien que la production ne soit pas close. En effet, il reste assurément beaucoup de résultats à mettre en valeur dans des publications scientifiques mais pas seulement. Des articles sont en cours de rédaction, d'autres demeurent à l'état de projet. A ce jour, dix articles ont été publiés dans des revues scientifiques de rang international. En comparaison, quatre l'ont été dans des revues françaises, montrant ainsi le souci des chercheurs de participer à une recherche mondiale. De plus, un numéro spécial de la revue *Espace, Populations, Sociétés / Space, Populations, Societies* a été coordonné. Il a permis de rassembler au-delà de l'équipe de l'ANR PUR, des chercheurs, spécialistes des régions arctiques, français, canadiens et russes.

De plus, on compte six contributions à des ouvrages sous forme de chapitres et une vingtaine de conférences. Parmi celles-ci, un tiers relève d'invitation de chercheurs, préférentiellement hors de la France (Washington, Suède...).

Enfin, ce travail a nourri nos enseignements, car il faut rappeler que la majorité des chercheurs de l'équipe sont des enseignants-chercheurs. Ainsi, nos jeunes géographes ont pu profiter du travail de recherche depuis la bibliographie jusqu'à nos propres résultats. Ce travail de passeur des connaissances s'exprime aussi dans le registre de la vulgarisation avec de nombreuses interventions radiophoniques (*France Culture...*), des journaux en ligne (*Huffington Post...*) et auprès de collectivités locales et régionales sur nos propres terrains arctiques (Iakoutsk, Sourgout...).

La liste de production scientifique – non exhaustive - est donnée dans la section E.2.

Illustration

Une illustration avec un schéma, graphique ou photo et une brève légende. L'illustration doit être clairement lisible à une taille d'environ 6cm de large et 5cm de hauteur. Prévoir une résolution suffisante pour l'impression. Envoyer seulement des illustrations dont vous détenez les droits.



La combinaison des voies d'accès aux localités arctiques, quel que soit le mode de transportation (aérien, routier, ferroviaire, maritime), et l'intensité de ces liaisons (quotidienne, hebdomadaire, voire saisonnière), livre une image du niveau de nordicité.

Cette approche livre aussi une cartographie de la régionalisation de l'espace arctique. Quelles sont les régions fonctionnelles et les angles morts ?

in :

OURNG, C., CEBEILLAC, A., REY-COYREHOURCQ SÉBASTIEN & VAGUET, Y. (2019). Integration of Arctic places with multi-source data. In European Conference on Theoretical and Quantitative Geography (ECTQG). Mondorf-les-Bains, Luxembourg, 5-9/12.

Informations factuelles

Rédiger une phrase précisant le type de projet (recherche industrielle, recherche fondamentale, développement expérimental, exploratoire, innovation, etc.), le coordonnateur, les partenaires, la date de démarrage effectif, la durée du projet, l'aide ANR et le coût global du projet, par exemple « Le projet XXX est un projet de recherche fondamentale coordonné par xxx. Il associe aussi xxx, ainsi que des laboratoires xxx et xxx). Le projet a commencé en juin 2006 et a duré 36 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de xxx € pour un coût global de l'ordre de xxx € »

B.3 RESUME CONSOLIDE PUBLIC EN ANGLAIS

Suivre impérativement les instructions ci-dessus.

XXXX

C MEMOIRE SCIENTIFIQUE

Maximum 5 pages. On donne ci-dessous des indications sur le contenu possible du mémoire. Ce mémoire peut être accompagné de rapports annexes plus détaillés.

Le mémoire scientifique couvre la totalité de la durée du projet. Il doit présenter une synthèse auto-suffisante rappelant les objectifs, le travail réalisé et les résultats obtenus mis en perspective avec les attentes initiales et l'état de l'art. C'est un document d'un format semblable à celui des articles scientifiques ou des monographies. Il doit refléter le caractère collectif de l'effort fait par les partenaires au cours du projet. Le coordinateur prépare ce rapport sur la base des contributions de tous les partenaires. Une version préliminaire en est soumise à l'ANR pour la revue de fin de projet.

Un mémoire scientifique signalé comme confidentiel ne sera pas diffusé. Justifier brièvement la raison de la confidentialité demandée. Les mémoires non confidentiels seront susceptibles d'être diffusés par l'ANR, notamment via les archives ouvertes <http://hal.archives-ouvertes.fr>.

Mémoire scientifique confidentiel : oui / non en raison des projets que nous ouvrons dans les annexes, nous ne souhaitons pas divulguer ce mémoire d'autant que des articles sont en cours de rédaction et la doctorante n'a pas encore soutenu.

C.1 RESUME DU MEMOIRE

Ce résumé peut être repris du résumé consolidé public.

L'avenir des villes arctiques nous interpelle dans le contexte actuel de mondialisation d'une part et de changement climatique d'autre part. Le projet s'intéresse spécifiquement au **fait urbain en Arctique à plusieurs échelles** ; il vise à apporter une contribution scientifique aux représentations et aux connaissances sur *i*) la ville, et sur *ii*) le monde polaire contemporain. Parce que la ville semble antinomique des espaces boréaux, autant dans la recherche scientifique que dans les représentations, elle demeure ignorée. Or, elle pourrait enrichir le concept de la ville à une échelle globale quand nos modèles se limitent trop souvent au monde occidental, africain et/ou asiatique. L'urbanisation est une tendance globale et la zone circumpolaire ne fait pas exception. Contrairement aux idées préconçues, la majorité de ses habitants résident dorénavant en ville. Or la recherche en milieu polaire s'applique rarement au milieu urbain, sans doute encore trop nouveau dans la majorité des pays riverains de l'océan arctique et toujours en construction. Les chercheurs s'engagent à produire et diffuser des connaissances sur la ville boréale laquelle est tout à la fois conséquence et moteur du développement économique de l'Arctique, espace clef pour la société globale.

C.2 ENJEUX ET PROBLEMATIQUE, ETAT DE L'ART

Présenter les enjeux initiaux du projet, la problématique formulée par le projet, et l'état de l'art sur lequel il s'appuie. Présenter leurs éventuelles évolutions pendant la durée du projet (les apports propres au projet sont présentés en C.4).

Le réchauffement climatique semble offrir de nouveaux potentiels de développement en Arctique et raviver la représentation de cette zone en tant que front pionnier. En effet, récemment, en Arctique, les références se sont multipliées à « la dernière frontière », « la nouvelle frontière », « l'ultime frontière »..., pour désigner la compétition planétaire féroce pour l'appropriation des ressources de ce milieu hostile (Bloomfield, 1981; Foucher, 2014; Pilyasov, 2016; Vaguet, 2021). Ainsi, l'espace circumpolaire n'en finit plus d'être conceptualisé comme tel, par et pour le Sud (Burnasheva, 2019). Sur le plan étymologique, le front pionnier, comme la frontière, rend compte d'une zone de contact, front à front (du latin *confrontatio*), dans l'espace d'un groupe humain face à son altérité, avec un dedans et un dehors. Pour l'historien F.J. Turner (1893) qui a forgé ce concept dans le cadre de la conquête de l'Ouest américain, le front s'inscrit dans l'espace par une forme linéaire, avec une épaisseur. Or, l'Arctique n'est pas la prairie américaine, ni l'Amazonie ou le Congo ; les terres arctiques offrent peu d'intérêt pour l'agriculture. Il en découle que la « mise en valeur » des hautes latitudes par la société moderne, sudiste, s'est trouvée dès le départ, discontinue, s'effectuant en archipel, au gré des découvertes et exploitations des ressources, plutôt qu'en frange contiguë. Elle passe donc nécessairement par la ville, entité spatiale allochtone.

Pourtant, la communauté scientifique internationale a commencé tardivement à ressentir le besoin d'objectiver la ville boréale (Dybbroe, 2008a). La *First International Conference on Urbanisation in the Arctic* s'est tenue en 2012 et, en 2014, un consortium de géographes américains s'est vu attribuer une subvention de la *National Science Foundation* (NSF) afin de construire un réseau de recherche pour la promotion de la ville durable en Arctique russe. A ce moment, le projet ANR PUR commençait dans ce cadre très innovant, rassemblant des géographes aguerris sur le thème de la ville, des espaces boréaux et de la ville boréale, avec une longue expérience de terrain.

Le projet aborde la vulnérabilité des localités par deux questionnements croisés : a) *ville durable* et b) *mobilité des populations*. En effet, les inégalités de dynamisme des territoires urbains questionnent les gouvernances et les déséquilibres spatiaux. Il s'agit ici d'une analyse prospective de l'adaptabilité et de la vulnérabilité des structures urbaines au double enjeu du changement climatique et des mutations sociologiques majeures. Il faut interroger la capacité des Pôles URbains à se maintenir, notamment en diversifiant leur économie et en assurant l'appropriation territoriale par leur population. Les questions d'intégration socio-spatiale des néo-urbains et du « racinement » polaire des résidents, notamment la qualité de vie, la santé et le bien-être en ville polaire constituent les éléments clef de la ville durable. En Arctique, ces thèmes sont devenus des questions prioritaires pour les populations, les gouvernements locaux, régionaux et tutélares.

Un axe du projet a permis d'appréhender les questions de risques, de vulnérabilité et d'intégration dans ses dimensions spatiales. Il a adressé les politiques infranationales de développement. Il s'agissait de situer la problématique dans un continuum multidimensionnel de co-production : à la fois par les sociétés locales mais aussi par les projets d'aménagements des niveaux étatiques, voire mondiaux. L'un des postulats classiques propose de considérer le développement spatialement hétérogène des Nordes comme producteurs d'une géographie "en peaux de léopard". Notion dans laquelle coexiste des aires animées par des centralités de projet de développement et des zones en voie de périphérisation. Mais il semble que le suivi des politiques confronte la notion de vulnérabilité des nouveaux enjeux de "sélectivité spatiale" à l'affirmation de nouveaux modèles nordiques de développement plus endogènes.

Enfin, le risque environnemental constitue assurément une vulnérabilité incontournable de ces localités dans un environnement extrême et changeant rapidement. Nous avons sélectionné le

risque d'inondation comme objet d'étude afin d'affiner nos analyses et notamment de cibler nos enquêtes sur le terrain et nos modèles de simulation. La mise en place de la démarche transdisciplinaire du projet a cherché à intégrer tout à la fois les résultats issus de la télédétection spatiale et aéroportée, des enquêtes de terrain, du vécu, des connaissances et de la perception des populations locales, les modèles spatiaux de changements multi-niveaux, multi-temporels des structures urbaines, territoriales, géomorphologiques et paysagères, et d'exposition aux risques. La télédétection et ses nouvelles méthodes automatisées, portait la congruence de ces approches en vue de dégager des structures paysagères en tant que marqueurs spatiaux des transformations en cours.

Ce projet nécessitait de commencer par (ou plutôt revenir à) la définition de la ville. Spatialement, les quelques 200 instituts nationaux montrent des définitions de la population urbaine très diverses. La Banque Mondiale rassemble les taux d'urbanisation qui font « référence aux personnes vivant en milieu urbain tel que défini par les bureaux nationaux de statistiques » rappelant par là même que l'État est à l'origine étymologique de *statistiques*. Chaque pays a sa propre définition, en cohérence avec la nature et l'histoire de son peuplement, de sa géographie, de ses structures politiques et administratives (ESPON 1.4.1 2006, Eurostat 1992, Le Gléau *et al.* 1996, Moriconi-Ebrard 1993, Pumain *et al.* 2015). Cependant plusieurs auteurs ont souligné des invariants tout au long de l'histoire de l'humanité dans une géohistoire de la ville (Bairoch, 1985; Childe, 1950; Kotkin, 2006; Mumford, 1937; Wheatley, 1971). De plus, plusieurs définitions peuvent cohabiter en même temps dans un même pays (ex : Canada selon les États). D'autres critères plus qualitatifs concernant le mode de vie et l'ancrage territorial des habitants sont parfois privilégiés (Lévy, 1993). C'est bien cette grande diversité des déterminants de l'urbain qui rend périlleuse toute tentative de comparaison internationale s'appuyant sur les taux d'urbanisation. De plus, ces définitions découlent en général de réflexions menées sous les latitudes moyennes et/ou tropicales. Or, si les hautes latitudes semblent le théâtre de la tendance globale de l'urbanisation, en fait, celle-ci correspond mal à nos modèles usuels. Le bassin arctique, de par sa dimension internationale, présente une pluralité de définitions qui constitue en soi un handicap pour une compréhension régionale du phénomène. Le projet prévoyait une approche comparative du fait urbain en Arctique mais aussi d'interroger la ville boréale, de l'échelle du bassin arctique au zoom sur quelques villes-tests.

Plusieurs évolutions sont intervenues pendant la durée du projet qui seront développées dans les résultats. Parmi celles-ci, les principales sont l'élargissement de la base de peuplement des régions boréales à l'ensemble des pays arctiques, y compris leur partie méridionale laquelle est systématiquement plus densément peuplée et l'ajout d'une tâche induite par le fort questionnement qui s'est imposé d'emblée sur les limites sud de notre zone d'intérêt. Sans revenir sur cette question ici, nous avons entrepris de recalculer l'indice composite de nordicité sous-tendu par le concept de nordicité développé par L.E. Hamelin durant les années 1960. L'indice comprenant 10 critères, permet de rendre compte des dimensions physiques (froid, nuit polaire...) et sociales (éloignement, peuplement faible...). Il présente ainsi la capacité de rassembler les diverses dimensions de notre discipline qu'est la géographie. Actuellement, avec nos partenaires canadiens, nous sommes investis dans cette tâche. Celle-ci devra permettre d'aborder les processus de dénordification – comme L.E. Hamelin l'avait déjà enregistré, mais aussi des effets de renordification. Moins qu'une difficulté rencontrée, il s'agit d'une porte ouverte qui n'avait pas été prévue et qui porte un fort potentiel pour voir émerger un observatoire de la nordicité des villes arctiques.

C.3 APPROCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Cinq tâches avaient été retenues pour constituer des workpackages (WP1) :

WP 1 : Dans une première étape, les lieux habités de la zone circumpolaire devaient faire l'objet, d'un inventaire géohistorique et normalisé constitué en un SIG à l'instar du projet *e-geopolis*. Celui-ci constituait la base de la réflexion sur les critères de définition de la ville telle que la notion de rayonnement avec l'espace entre les Pôles URbains, de seuil critique du nombre d'habitants ou encore la notion d'accessibilité avec les infrastructures de transports routiers, maritimes et aériens (en lien avec le WP3).

WP 2 : L'étude des dynamismes des Pôles URbains en termes démographiques et économiques était visée ici, ce qui nécessitait la collecte d'informations renseignant les fonctions des localités urbaines. Ainsi, les zones de croissance ou de déclin étaient soumises à une analyse selon l'approche d'analyse spatiale intégrant le dynamisme des centres urbains notamment en termes de capacité de diversification puisque les activités des villes boréales - souvent monofonctionnelles - signent une fragilité.

WP 3 : L'étude des réseaux et des flux inter urbains renseigne aussi la vulnérabilité de ces territoires urbains. Ces villes sont-elles des terminaisons de réseau, mieux reliées à un centre économique lointain, hors de la zone polaire, ou sont-elles reliées entre elles formant un réseau hiérarchisé ? Le degré de connectivité de la ville peut être envisagé aussi comme un indicateur de sa vulnérabilité. Des analyses de réseaux et de centralité étaient donc prévues dans le cadre d'un workpackage dédié. Là aussi les méthodes prévues étaient celles de l'analyse spatiale éprouvées.

WP 4 : L'analyse à échelle infra-urbaine par imagerie spatiale constituait une tâche à part entière. Elle était prévue sur les quelques villes choisies (Iakoutsk, Noïabrsk-Mouravlenko, Yellowknife). La télédétection permet l'étude et la comparaison de la densité du bâti, un critère fréquent de la définition de la ville. Plus largement, l'objectif à cette échelle, était de questionner la notion de ville durable appliquée au monde boréal avec pour axes privilégiés l'exposition au risque, celui d'inondation avait été choisi, et la compacité avec son complément de « ville verte ». Ces derniers critères appellent une étude de l'habitat et de ses formes. Par exemple, les contraintes polaires en termes climatiques et d'infrastructures freinent-elles l'avènement du modèle de la maison individuelle en périphérie ? Enfin, des simulations, notamment du risque d'inondation, étaient prévues.

WP 5 : Enfin, l'échelle encore plus fine de l'habitant, était envisagée dans un workpackage distinct. L'appropriation des territoires urbains par les néo-résidents devait être étudiée dans les mêmes ville-échantillons retenues dans le WP4, via des enquêtes et des entretiens approfondis auprès des habitants. Il s'agissait de comprendre la place de la ville polaire du résident dans son parcours de vie. Le thème des mobilités des résidents saisonniers ou permanents était abordé. Les questions d'intégration socio-spatiale des néo-urbains et de leur « racinement » polaire faisant pleinement partie du thème du développement durable. Elles intéressent les gouvernements locaux qui tentent de développer l'appropriation territoriale de leur population espérant le maintien de celle-ci, quelques soient les conjonctures.

Au total, ces WP distincts et complémentaires devaient offrir une analyse multi-niveaux avec des approches méthodologiques couplant une approche quantitative et une approche qualitative individu-centrée. Des temps étaient prévus régulièrement pour la mise en commun des apports de chacune à la réflexion sur les thèmes transversaux cités plus haut. Il convenait de mettre en évidence l'existence, ou l'absence, de traits communs. Loin de la recherche d'un modèle uniforme, l'approche comparative devait conduire ce projet à interroger la notion de déterminisme. Enfin, une typologie des centres urbains polaires permettant de s'affranchir des contextes nationaux était prévue.

C.4 RESULTATS OBTENUS

Positionner les résultats par rapports aux livrables du projet et aux publications, brevets etc. Revisiter l'état de l'art et les enjeux à la fin du projet.

Dans le cadre du WP1, *Arcticapolis*, base de données géohistorique et normalisée, constituée en un SIG, à l'instar du projet *e-geopolis* a été réalisée pour l'ensemble des huit pays arctiques (États-Unis-Alaska, Canada, Groenland, Islande, Norvège, Suède, Finlande, Russie) avec une profondeur historique depuis le XVIIIème siècle pour les pays européens (cf. *Europolis*) et depuis 1950 pour toutes les localités boréales. Ce travail conséquent a nécessité le géoréférencement de toutes celles-ci ainsi que le suivi temporel des entités administratives supra, d'enregistrement des recensements. Des premières analyses ont été publiées à l'échelle circumpolaire. D'autres textes sont prévus à des échelles plus fines. Par ailleurs, nous sommes en attente de la parution des recensements, notamment celui de la Russie, pour l'augmentation de *Arcticapolis* pour l'année 2020.

Cependant, les villes, construits sociaux morphologiquement "urbains", sont aussi des espaces tissés de relations d'interdépendances entre espaces ruraux et urbains dans une hiérarchie en voie de consolidation, à partir de centralités. Ainsi, les Pôles URbains ne sauraient être réduits à leurs poids démographiques. En effet, leurs fonctions et leurs niveaux d'équipements ainsi que leur accessibilité constituent autant de critères fondamentaux sur lesquels se sont concentrés les WP2 et WP3 (rappelons que le coordinateur du WP3 a quitté l'équipe ce qui a exigé une redistribution des tâches au sein de l'UMR IDEES, et le choix d'aborder ces WP conjointement).

Si des régions d'intérêt ont été sélectionnées, notamment pour les activités d'approfondissement sur le terrain, l'équipe a également collecté des *Points Of Interest* (POI) depuis OSM et Google maps qui renseignent sur le niveau de service des localités (ex : offre de santé, offre culturelle...). L'évaluation de ces données en termes de fiabilité et de complétude est achevée sur la base de certains sites où un contrôle terrain a pu être conduit.

Nous avons considéré l'accessibilité *via* les réseaux fluviaux, routiers, ferroviaires, ainsi que maritimes et aériens. Pour les réseaux terrestres, routiers et ferroviaires, à l'échelle circumpolaire, les données *Open Street Map* (OSM) ont été évaluées sur la même base méthodologique et sur les mêmes sites que les POI. Le réseau fluvial qui avait été abordé sur une région test a montré plus de difficulté – notamment la question de la prise en compte d'une circulation duale hiver-été (routes d'hiver). Sur la période, nous avons commencé à tester un jeu de données maritimes, la collecte s'est révélée prometteuse quoique très lacunaire. Quant aux données aériennes, les scripts d'enregistrement des données ont donné lieu à une base de données qui a été exploitée. Le post-doctorant recruté à l'UMR IDEES (1 an) a été en charge de ce travail.

Le croisement avec la base *Arcticapolis* des POI et des réseaux a été effectué. Les résultats ont permis de préciser une régionalisation affinée de l'espace arctique. Au total, ceci a donné lieu à des communications dans des colloques internationaux. Il nous faudra valoriser ces travaux sous formes d'article prochainement. Actuellement, la doctorante est en train de rédiger ce travail qui constituera une des parties de sa thèse.

Au-delà de ces objectifs atteints, comme mentionné ci-dessus, le projet a été élargi avec l'ambition d'actualiser l'indice de nordicité défini par L.E. Hamelin dans les années 1960. Cette mise-à-jour permettrait de mettre en évidence, sur le dernier demi-siècle, les localités les plus/moins touchées par le changement climatique, par la mondialisation, voire les 2 et l'intensité des impacts. Ce travail est actuellement en cours de mise en valeur sous forme d'article après avoir été présenté dans des colloques internationaux. Dans la mesure où le nouveau rapport du GIEC vient de paraître, une mise en regard de ce rapport et de l'indice s'impose comme prioritaire. De plus, une complétion de l'indice est en cours pour les paramètres relevant de la géographie humaine telle le degré d'activité économique et

l'accessibilité à partir de nos données (WP2 et WP3). Enfin, l'équipe réfléchit actuellement à de nouveaux paramètres qu'il serait pertinent d'intégrer dans le monde du XXI^e siècle ce qui fait l'objet d'une ouverture.

Des analyses à échelle infra-urbaine par télédétection et par analyse spatiale ont été réalisées (WP4). Le suivi et la modélisation des transformations urbaines à l'échelle des bâtis sont basés sur le développement combiné de méthodes multi-échelles et multi-temporelles morpho-métriques et d'indices spectraux mais aussi à travers des modèles basés sur les chaînes de Markov et les systèmes multi-agents (SMA). Un modèle de décroissance de l'urbanisation par télédétection des villes arctiques (villes fantômes post-soviétiques) a été créé et testé sur Tiksi et Norilsk. La modélisation des transformations des structures paysagères et géomorphologiques avec le développement d'une méthodologie basée sur l'extraction automatisée et la détection des changements des structures paysagères et géomorphologiques a été testée dans le cadre des risques urbains originaux liés à la débâcle. Un modèle spatial d'exposition aux risques de débâcle basé sur les modèles numériques de terrain GTOPO 90, les cartes topographiques russes et les images EO-1 a été développé et testé. Il sert de base à un modèle plus complet prenant en compte l'ensemble des structures paysagères et leurs évolutions possibles. Un troisième modèle de simulation de la croissance de Iakoutsk en prenant en compte la variabilité climatique a été développé, avec un scénario allant jusqu'en 2035. Il se base sur les résultats des travaux de recherche entrepris dans le cadre de l'ANR CLASSIQUE en 2014 selon deux modes de calculs : les chaînes de Markov et les systèmes multi-agents. Ce second modèle basé sur les SMA intègre le réseau viaire. Un troisième a été testé en 2021 à partir d'algorithmes de machine-learning, associant chaînes de Markov et CNN. Ces résultats ont été mis en valeurs dans plusieurs articles et conférences multipartenaires.

Enfin, à l'échelle de l'habitant, un workshop a été conduit pour terminer la calibration des questionnaires des équipes franco-russes concernant la perception du risque d'inondation. Finalement, un travail de terrain d'un mois a été conduit lors de la période de la débâcle en Iakoutie. Il a permis de mettre en évidence les pratiques culturelles et symboliques propres à l'arrivée de l'évènement saisonnier. Dans le même temps, un atelier participatif a été testé et un second est programmé auprès des populations locales (Iakoutsk et village(s)) (voir annexe F.2).

Globalement le thème de la gouvernance locale abordé dans le WP5 a débuté en 2018. Cette entrée tardive dans le projet PUR avait été programmée dès la constitution du projet en raison de la nécessité d'attendre d'être alimenté par les collectes et questionnements opérés principalement par les WP2 et WP3. Ce calendrier a été singulièrement percuté par la pandémie de SARS-Cov-2.

L'organisation périodique de comités scientifiques inter-laboratoires dans le cadre PUR a permis de circonscrire 4 axes opérationnels pour le WP5 qui sont détaillés en annexe F.3. L'échelle fine, celle de la gouvernance locale, a fait l'objet d'un état de l'art initialement programmé sur les "situations" régionales face aux enjeux d'intégration définie dans une approche interdisciplinaire et multiscalaire. L'analyse comparative des deux régions : celle du Mackenzie à partir de la communauté d'Inuvik et celle du réseau Bodo-Kirkenes-Mourmansk consolidant une approche réticulaire d'une néo-région transfrontalière russo-européenne était programmée. Malheureusement, elle a été entravée par la crise Covid avec la fermeture des frontières. Néanmoins, le suivi de ces 2 régions de projets a pu se réaliser dans des conditions acceptables, en synchronicité avec une confrontation analytique formelle sur l'évolution remarquable de ces deux aires de développement. En effet, ces deux grands bassins de projets ont été affectés par l'abandon brutal du "grand projet gazier du Mackenzie" (PGM) d'une part et d'un projet beaucoup moins abouti mais très médiatisé d'autre part, le "corridor ferroviaire " nommé "corridor arctique" (Balto-arctique) dans la région de Barents.

Il était censé renforcer le rôle économique de cette région littorale stratégique par l'ouverture d'un axe européen commercial structurant. Le WP5 a tenté de démontrer que les processus à l'œuvre ne déploient pas d'opposition systématique aux projets de développements structurels qui ont accompagné ces 20 dernières années, l'évaluation des rentabilités des potentiels est considérée comme une "ressource" si sa position a été évaluée comme spatialement et structurellement stratégique. Les nouveaux modèles nordiques de développement se confrontent systématiquement aux conditions de fabrication des politiques publiques du développement boréal. Ils tendent vers l'affirmation d'une plus grande autonomie décisionnelle des acteurs territoriaux (empowerment-capacité d'agir - légitimité de projet). Ces processus demeurent insérés dans des cadres identitaires locaux, souvent producteurs de représentations sur les usages spatiaux, en particulier dans le cadre de l'autochtonie boréale. Mais ils sont aussi apparus ouverts à deux catégories d'acteurs émergents dans les processus d'intégrations sociales et économiques : les états non-polaires et leurs officines de représentations nordiques dont l'action est motivée par des stratégies globales, et l'initiative privée potentiellement substitutive de l'investissement public. Ces analyses ont fait l'objet d'un article international et d'un chapitre d'ouvrage en anglais.

C.5 DISCUSSION

Discussion sur le degré de réalisation des objectifs initiaux, les verrous restant à franchir, les ruptures, les élargissements possibles, les perspectives ouvertes par le projet, l'impact scientifique, industriel ou sociétal des résultats.

Certains verrous restent à franchir. Citons pour exemple, l'accès au recensement russe de 1959 encore sous scellé à un niveau très fin, il ne sera ouvert à la consultation en bloc qu'à partir de 2026. Il a toutefois été intégré à *Arcticapolis* au niveau des districts infrarégionaux et des villes. Les autres recensements, plus récents, ont pu être collectés région par région. Disposer de l'année 1959 au niveau le plus fin permettrait de faire démarrer nos analyses à partir de l'après-guerre, reconnu comme le moment d'un tournant majeur pour la zone arctique. A l'avenir, nous souhaitons poursuivre nos études latitudinales de géo-démographie en rapprochant les trajectoires démographiques dans une typologie des localités arctiques. L'idée étant, comme l'ensemble du projet, de décloisonner les analyses en passant outre les frontières administrativo-politiques.

A partir des premiers résultats publiés, de nouveaux modèles spatiaux et prospectifs sont en cours d'élaboration : ils visent à partir de la base de connaissances géographiques et en associant les données qualitatives acquises (vécu, connaissance, perceptions, interprétations), à construire un modèle prospectif des changements. Ainsi, une approche basée sur la combinaison de prises de vue drones et les images infrarouges moyens et infrarouges thermiques est actuellement en développement dans le cadre d'un travail de doctorat (Moisei Zakharov). Le but est de développer des indicateurs intégraux de la durabilité des paysages dans la zone de distribution du pergélisol, afin de modéliser et de cartographier la stabilité des paysages de la Iakoutie. Pour atteindre cet objectif, nous avons choisi une approche géo-spatiale consistant à intégrer des données empiriques de terrains, mesures, bases de données géographiques, climatologiques, *etc.*, par imagerie spatiale et aéroportée. Elles ont été obtenues lors d'une analyse complète des paysages intégrés dans un environnement SIG pour l'analyse et la modélisation spatiale et leur validation des processus de transformation des paysages de pergélisol, leurs conséquences sur les activités anthropiques (mines, industries, zones d'habitations et urbaines).

Quant au WP5, le projet initial reposant partiellement sur une campagne de terrain n'ayant pas pu avoir lieu durant la crise sanitaire, la réorientation thématique concertée du WP5 a ouvert néanmoins à de nouvelles approches analytiques détaillées en annexes, sur la nature des

formes d'intégration des régions de moyenne et de grande nordicité (hors Russie mais en intégrant l'aire de coopération interrégionale euro-russe de Barents).

Le dialogue particulièrement fluide et constant entre plusieurs WP et laboratoires a permis, malgré l'addition objectives de contraintes exorbitantes, de mener en grande partie les objectifs initialement fixés décrits dans le mémoire (C). Sous forme implicite, un "observatoire des transitions locales et régionales nordiques" est en cours, à partir de stratégies de collecte et d'une veille systématique des processus de transformation priorisant les régionalités choisies comme territoires-cibles. Cette frustration du distanciel dans la collecte de données devra dans un avenir proche s'effacer au profit d'un retour post ANR le plus rapide possible sur les terrains de références de notre étude, en autofinancement si nécessaire.

Les approches empiriques et déductives des réorientations du WP5 ont été toutefois largement consolidées par la collecte des données quantitatives et qualitatives des WP 2 et 3 mises à disposition et à la discussion inter-laboratoire. Pour le WP5, le suivi engagé des processus d'intégrations dans leurs formes locales-régionales a été autoalimenté par les dynamiques de questionnements fondamentaux dans l'espace nordiques-arctique sur l'impact des nouvelles normes internationales de lutte contre le réchauffement climatique, en particulier l'accélération déclarative d'engagements multinationaux de limitation des GES, et leurs effets sur de grands projets de développements nordiques-arctiques. Sans être en capacité de le démontrer de manière formelle, il semble néanmoins que la temporalité de l'ANR PUR ait accompagné une rupture fondamentale dans l'intégration traditionnelle des grands Nords et de leurs potentiels dans les relations historiques Nords-grands-Nords. Cette relation est en recherche de sens à partir de la constructions de discours intégrateurs de nouvelles dimensions démocratiques locales et régionales : citons le processus de dévolution au Nunavut, les inflexions du "Plan Nord" sur les coproductions régionales, le débat sur l'exploitation minière et son moratoire au Groenland, la production de projets locaux de développement alternatifs (éco-développements) en Europe du Nord, ou la réappropriation des espaces naturels de type Parcs Nationaux dans plusieurs états au profit des sociétés autochtones locales...). Ces Nords apparaissent selon nos analyses, traversés par de profondes contradictions en matière de doctrines de développement. Les processus analysés de réappropriation locale-régionale tendent à une redéfinition des organisations spatiales, sociales et politiques locales dans leurs identités fonctionnelles et organisationnelles, que l'ANR PUR de manière pionnière a détaillé de manière exhaustive. Ces processus analytiques encadrent une complexification inédite des représentations endogènes du Nord sous forte contrainte des logiques d'acteurs nationaux et internationaux.

D LISTE DES LIVRABLES

Quand le projet en comporte, reproduire ici le tableau des livrables fourni au début du projet. Mentionner l'ensemble des livrables, y compris les éventuels livrables abandonnés, et ceux non prévus dans la liste initiale.

Pour rappel, voici le diagramme de Gant fourni dans le document scientifique soumis :

	Nb Deliv	An1		An2		An3		An4	Scales of WP					
		0	6	12	18	24	30	36	42	G	R	M	L	IU
WP1: SETTLEMENT IN THE CIRCUMPOLAR NORTH														
WP1.task1: Databases collection and documentation	2	x	x	★										
WP1.task2: Settlement analysis	2		x	x	★									
WP2: VULNERABILITY APPROACHED BY DEMO-ECONOMIC DYNAMICS														
WP2.task1: Databases collection and documentation	2			x	x	★								
WP2.task2: Demo-economic profiles analysis	2					x	★							
WP3: VULNERABILITY APPROACHED BY NETWORK INTEGRATION														
WP3.task1: Databases collection and documentation	3	x	x	x	x	★								
WP3.task2: Network analysis and modeling	2				x	x	x	★						
WP3.task3: Multilevel approach	3					x	x	★						
WP4: VULNERABILITY APPROACHED BY URBAN LANDSCAPE														
WP4.task1: Calibration of our already known-sites	1			x	x	x	★							
WP4.task2: Databases acquisition and documentation	1					x	★							
WP4.task3: Land Use changes and analysis	3					x	x	x	★					
WP4.task4: Land Use changes modeling and prospective	2						x	x	★					
WP5: VULNERABILITY APPROACHED BY SOCIAL INTEGRATION														
WP5.task1: Calibration of our already known-sites	1			x	x	★								
WP5.task2: In-depth interviews and surveys	3					x	x	x	★					

★all deliverables provided
Scales of WP: G, R, M, L, IUGlobal, Regional, Meso, Local, Infra-Urban

Aucune tâche n’a été abandonnée mais assurément, l’abandon du coordinateur du WP3 et la crise COVID ont profondément affecté l’avancement du projet. Les *task1* ont toutes été menées à termes et ont alimenté les autres tâches. Celles qui portent spécifiquement sur les analyses (WP1.task2 ; WP2.task2) ont été conduites et ont déjà fait l’objet de mises en valeur par des publications et/ou communications, néanmoins, elles sont à poursuivre. La WP5.task2 a été empêchée par la crise du covid interdisant toutes les missions sur les terrains arctiques programmées. Le WP5 a été particulièrement affecté parce qu’il a commencé au moment de la pandémie et il aurait nécessité des enquêtes *in-situ* incontournables. Toutefois, les difficultés d’effectuer des expéditions en arctique russe étaient déjà présentes avant la pandémie. En effet, en 2017 deux expéditions avaient été annulées faute des autorisations nécessaires.

À l’inverse, le WP1 n’a pas été impacté et la base de données a été élargie à l’ensemble des pays arctique, y compris leur partie méridionale non arctique toujours plus densément peuplée (cf. annexe F.1). La valorisation de la base de données va se poursuivre. Enfin, l’actualisation de l’indice de nordicité, non prévue dans cette liste initiale, est en cours. La moitié est d’ores et déjà livrable, et le sera à la faveur d’une publication en cours. L’autre moitié est prête à être intégrée. Le tableau ci-dessous résume la complétion des livrables prévus :

N° WP & N° task <i>Nature</i> => Fourniture	Intitulé	Responsable : (souligner le responsable) commentaires
WP1: SETTLEMENT IN THE CIRCUMPOLAR NORTH		
WP1.TASK1: DATABASES COLLECTION AND DOCUMENTATION <i>Database on settlement through space</i> => livrée sur tous les pays arctiques <i>Database on settlement through time</i> => livrée		<u>UMR LIED & UMR IDEES</u>
WP1.TASK2: SETTLEMENT ANALYSIS <i>Settlement analyse & List of regions of interest</i> => livrée & les analyses se poursuivent		
WP2: VULNERABILITY APPROACHED BY DEMO-ECONOMIC DYNAMICS		
WP2.TASK1: DATABASES COLLECTION AND DOCUMENTATION <i>Database on POI through space</i> => livrée sur toute la partie circumpolaire		<u>UMR IDEES</u> WP augmenté par l'exploration et la mise à jour de l'indice de nordicité sur l'ensemble de la zone
WP2.TASK2: DEMO-ECONOMIC PROFILES ANALYSIS => livrée pour l'échelle circumpolaire ; les analyses se poursuivront		
WP3: VULNERABILITY APPROACHED BY NETWORK INTEGRATION		
WP3.TASK1: DATABASES COLLECTION AND DOCUMENTATION => effectué pour le routier, ferroviaire, et l'aérien, exploré pour le maritime et les réseaux sociaux		<u>UMR ESPACE</u>
WP3.TASK2: NETWORK ANALYSIS AND MODELLING => amorcé mais reste inachevé. Un beau potentiel est d'ores et déjà estimé		
WP3.TASK3: MULTILEVEL APPROACH => amorcé, 1ers résultats présentés en conférences, à poursuivre		
WP4: Vulnerability approached by urban landscape		
WP4.TASK1: CALIBRATION OF OUR EXPERIENCES => effectué		<u>UMR ESPACE</u>
WP4.TASK2: DATABASES ACQUISITION AND DOCUMENTATION => effectué		
WP4.TASK3: LAND USE CHANGES AND ANALYSIS => effectué		
WP4.TASK4: LAND USE CHANGES MODELLING AND PROSPECTIVE => pourra se prolonger		
WP5: Vulnerability approached by social integration		
WP5.TASK1: CALIBRATION OF OUR ALREADY KNOWN-SITES => effectué		<u>UMR LADYSS</u>
WP5.TASK2: IN-DEPTH INTERVIEWS AND SURVEYS => plusieurs effectués, d'autres (majeurs car en fin de projets) annulés en raison de la fermeture des frontières		

E IMPACT DU PROJET

Ce rapport rassemble des éléments nécessaires au bilan du projet et plus globalement permettant d'apprécier l'impact du programme à différents niveaux.

Il nous semble que les impacts du programme sont et seront à apprécier à plusieurs niveaux. D'ores et déjà, les gouvernements locaux sont demandeurs d'analyses de leur territoire et notamment par un consortium étranger. Notamment, ils sont interpellés par les similarités des trajectoires socio-économiques panarctiques, idem pour leur trajectoire de nordicité. A l'autre bout de la chaîne, c'est-à-dire, à un niveau national, et en France, le gouvernement a choisi de s'appuyer sur ce programme pour proposer un projet scientifique aux rencontres ministérielles de l'Arctique (*Arctic Ministerial Summit 3*).

E.1 INDICATEURS D'IMPACT

Nombre de publications et de communications (à détailler en E.2)

Comptabiliser séparément les actions monopartenaire, impliquant un seul partenaire, et les actions multipartenaires résultant d'un travail en commun.

Attention : éviter une inflation artificielle des publications, mentionner uniquement celles qui résultent directement du

		Publications multipartenaires	Publications monopartenaire
International	Revue à comité de lecture	4	6
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage	1	1
	Communications (conférence)	5	11 (+6 invitées)
France	Revue à comité de lecture	1	3
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage	0	4
	Communications (conférence)	0	7 (+ invitées)
Actions de diffusion	Articles vulgarisation	0	17 (revue ; presse ; radio...)
	Conférences vulgarisation	0	
	Autres		

projet (postérieures à son démarrage, et qui citent le soutien de l'ANR et la référence du projet).

Autres valorisations scientifiques (à détailler en E.3)

Ce tableau dénombre et liste les brevets nationaux et internationaux, licences, et autres éléments de propriété intellectuelle consécutifs au projet, du savoir faire, des retombées diverses en précisant les partenariats éventuels. Voir en particulier celles annoncées dans l'annexe technique).

	Nombre, années et commentaires (valorisations avérées ou probables)
Brevets internationaux obtenus	0
Brevets internationaux en cours d'obtention	0
Brevets nationaux obtenus	0
Brevets nationaux en cours d'obtention	0
Licences d'exploitation (obtention / cession)	0
Créations d'entreprises ou essaimage	0
Nouveaux projets collaboratifs	4
Colloques scientifiques	0
Autres (préciser)	

E.2 LISTE DES PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

Répertorier les publications résultant des travaux effectués dans le cadre du projet. On suivra les catégories du premier tableau de la section **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** en suivant les normes éditoriales habituelles. En ce qui concerne les conférences, on spécifiera les conférences invitées.

COORDINATION DE NUMERO SPECIAL DE REVUE

- VAGUET Y., COUDROY DE LILLE L., 2021, "La région arctique dans le monde. Editorial « Espaces et sociétés arctiques » Numéro spécial double 2020/3-2021/1", *Espace populations sociétés*, N°2020/3-2021/1. <https://doi.org/10.4000/eps.10266>

ARTICLES dans des revues à comité de lecture

- BOBYLEV N., GADAL S., KONYSHEV V., LAGUTINA M., SERGUNIN A. Building Urban Climate Change Adaptation Strategies: The Case of Russian Arctic Cities. *Weather*,

- Climate, and Society, American Meteorological Society, 2021, 13 (5), [/10.1175/WCAS-D-21-0004.1](https://doi.org/10.1175/WCAS-D-21-0004.1). [hal-03313126](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03313126))
3. CANOBBIO E., Régions et intégration régionale dans l'espace nordique-arctique, métamorphoses du "fait régional" boréal, *Espace populations Sociétés* (En ligne) Vaguet, Y. (Dir) 2021, 17 p URL : <https://journals.openedition.org/eps/10315>;DOI : <https://doi.org/10.4000/eps.10315>
 4. JANIEC P., GADAL S. A Comparison of Two Machine Learning Classification Methods for Remote Sensing Predictive Modeling of the Forest Fire in the North-Eastern Siberia. *Remote Sensing*, MDPI, 2020, 12 (4157), pp.1-20. [/10.3390/rs12244157](https://doi.org/10.3390/rs12244157). [hal-03083192v2](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03083192v2))
 5. GADAL S., OUERGHEMMI W. Multi-Level Morphometric Characterization of Built-up Areas and Change Detection in Siberian Sub-Arctic Urban Area: Yakutsk. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, MDPI, 2019, 8 (3), pp.129. [/10.3390/ijgi8030129](https://doi.org/10.3390/ijgi8030129). [hal-02056619](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02056619))
 6. ROLLOT R., BALLAIS J.L., GADAL S., DANILOV Y. Le risque d'inondation de débâcle et le réchauffement climatique à Yakoutsk (Russie). *Geo-Eco-Trop*, 2017, 41 (3), pp.463 - 477. [hal-01701061](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01701061))
 7. GADAL S., EYRAUD F., PRISYAZHNIY M. Post-soviet geo-demographic dynamics and metropolisation processes in the Republic of Sakha (Russian Federation). *АРКТИКА. XXI век. Гуманитарные науки*, North Eastern Federal University, 2016, 7 (1), pp.4-17. [hal-01359706](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01359706))
 8. VAGUET Y., JEANNE P., 2022, "Le discours des Sciences Sociales sur l'Arctique. Analyse lexicale des résumés de l'ICASS", *Cybergeog: European Journal of Geography*. <https://journals.openedition.org/cybergeog/38293>
 9. VAGUET Y., 2021, "Fronts et frontières en Arctique, quelle singularité? — Géoconfluences", <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-regionaux/arctique/articles-scientifiques/fronts-et-frontieres-en-arctique>
 10. VAGUET Y., CEIBEILLAC A., 2021. What can we learn from Airbnb data on tourist flows? A case study on Iceland. *Espace, Populations, Sociétés*, **2**
 11. VAGUET Y., OURNG C., MORICONI-EBRARD F., 2021. Is the Arctic really a frontier? Settlement dynamics within various Arctic Limits based on the *Arcticapolis* geohistorical database. *Espace, Populations, Sociétés*, **2**
 12. VAGUET Y., 2020. Dove inizia il nord? Prova di un concetto con il caso di una città « post-arctica » : Noïabrsk in Russia. *Il Polo*, **1**, 9-20.
 13. VAGUET Y., 2019, "Où commence le nord? Mise à l'épreuve d'un concept par le cas d'une ville « post-arctique » : Noïabrsk en Russie.", *Géoconfluences*. <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-regionaux/arctique/articles-scientifiques/ou-commence-le-nord-noiabrsk>
 14. VAGUET Y. 2018. De la ville pionnière à la cité - Les nouveaux paysages des villes pétrolières de la plaine de l'Ob. *Belgeo : Revue Belge de Géographie*, **4**, **transformations de l'espace urbain post-socialiste**. <https://journals.openedition.org/belgeo/24777>

CHAPITRES D'OUVRAGES

1. CANOBBIO E., Between warning et Globalization; Rethinking the Arctic at the Heart of a stakes system, in *Spatial Impacts of Climate Change*, Mercier D. (Dir) ISTE London inc, UK, 2021, 25p
2. CANOBBIO E., Chapitre 3, Entre réchauffement climatique et mondialisation, repenser l'Arctique au cœur d'un système d'enjeux. ISTE London inc, *Les impacts spatiaux du changement climatique* Mercier D. (Dir), 2021 pp 45-70.
3. PÉNÉ-ANNETTE A., GADAL S., KAMICAITYTE-VIRBASIENE J. Pioneering Cities of Mining: Comparison of the Eastern Venezuela and Eastern Siberia in Antonio Angelo Martins da Fonseca, Antonio Puentes, Brais Estévez Vilariño (Ed.), *Digital Cities and Spatial Justice*, pp.135-145, 2017, 978-84-697-4984-5. ([hal-01584550](#))
4. VAGUET Y., 2020. *Sibérie*. In Groupe Cynorhodon, Dictionnaire Critique de l'Anthropocène, Editions CNRS, 1713-1720.
5. VAGUET Y., 2019, "Un front pionnier contemporain en Arctique (Sibérie occidentale)", 159-170 in: C. Escudé (Éd.), *Les régions de l'Arctique*. Clefs concours. Atlante Eds.
6. VAGUET Y., 2016. *Les formes et les enjeux de l'urbanisation en Arctique*. In Joly D. (Dir), *L'Arctique en mutation*. Ed. EPHE, Les mémoires du laboratoire de Géomorphologie, 46, 181 p., 125-134.

COMMUNICATIONS dans un congrès international

1. GADAL S., ZAKHAROV M., KAMICAITYTE J. Human perception and environmental risk index modelling with GIS in Yakutsk urban region (North-Eastern Siberia). EUGEO 2021, 8th Congress on the Geography of Europe, Charles University, Jun 2021, Prague, Czech Republic. pp.295. ([hal-03275119](#))
2. GADAL S. The key-issues of the Geographic Knowledge in Remote Sensing Image Processing Artificial Intelligence. ISPRAS Open Conference 2019: 25 Anniversary of the Ivannikov Institute for Systems Programming of the RAS, Russian Academy of Sciences, Dec 2019, Moscou, Russia. ([hal-02396728](#))
3. GADAL S. The Subarctic City: Metropolitisation, Abandoned Towns and Increases of Risk Vulnerabilities. International Forum "The Arctic: society, science and law", SPSU, Oct 2018, Saint-Petersburg, Russia. ([hal-01915731](#))
4. GADAL S., KAMIČAITYTĖ-VIRBAŠIENĖ J.. Landscape Ontology of Arctic Yakutia: An Interdisciplinary Spatial Approach. IX International Arctic Congress in Social Sciences (ICASS IX): "People and Place", Umea University, Jun 2017, Umea, Sweden. ([hal-01816616](#))
5. GADAL S., ZAKHAROV M., KAMICAITYTE J., SAVVINOVA A., DANILOV Y. Environmental Vulnerability Modeling in the Extensively Urbanized Arctic Center Integrating Remote Sensing, Landscape Mapping, and Local Knowledge. EGU General Assembly 2021, European Geosciences Union, Apr 2021, Göttingen, Germany. pp.16268, ([10.5194/egusphere-egu21-16268](#)). ([hal-03201641](#))
6. GADAL S., ZAKHAROV M., KAMIČAITYTĖ J., Danilov Y. Alas Landscape Modeling by Remote Sensing Image Analysis and Geographic Ontology. Study case of Central Yakutia (Russia). 6th International Conference on Geographic Information Systems Theory, Applications and Management, Polytechnic Institute of Setúbal/IPS; Knowledge Systems Institute; ATHENA Research & Innovation Information Technologies, May 2020, Online Streaming, Portugal. pp.112-118, ([10.5220/0009569101120118](#)). ([hal-02554659](#))

7. GADAL S., OUERGHEMMI W. Knowledge Models and Image Processing Analysis in Remote Sensing: Examples of Yakutsk (Russia) and Kaunas (Lithuania). 5th International Conference on Geographical Information Systems Theory, Applications and Management, INSTICC; University of Crete; IEEE GRSS; ACM SIGSPATIAL, May 2019, Heraklion, Greece. pp.282-288, [10.5220/0007752202820288](https://doi.org/10.5220/0007752202820288). [\(hal-02120100\)](#)
8. PÉNÉ-ANNETTE A., KAMIČAITYTĖ-VIRBAŠIENĖ J., GADAL S. Emerging cities in pioneer mining fronts: the examples of Guyana Plateau and Yakutia (Siberia). 2018 IGU Urban Commission Annual Meeting Urban Challenges in a complex World - Key factors for urban growth and decline, Aug 2018, Montreal, Canada. [\(hal-01858545\)](#)
9. JANIEC P., GADAL S. Long-Term Geoinformation Modeling Wildfire Risk in Republic of Sakha (Yakutia) (Russian Federation). 25-летию химического отделения и 5-летию Института естественных наук Часть II. Современные эколого-географические исследования в Якутии, NEFU, Nov 2018, Yakutsk, Russia. pp.118-120. [\(hal-02164318\)](#)
10. GADAL S. Resilience and Adaptation: Monitoring Urban Changes in the Context of Risk Exposures, Climate and Societal Changes (Yakutia). UGI: Practical Geography and XXI Century Challenges, Academy of Science, Jun 2018, Moscow, Russia. pp.91. [\(hal-01813091\)](#)
11. OURNG C., CEBELLAC A., REY-COYREHOURCQ S., VAGUET Y., 2019. Integration of Arctic places with multi-source data. 21st ECTQG, 5-9 September, Mondorf-les-Bains, Luxembourg.
12. VAGUET Y., HANI J., OURNG C., 2019. Mapping Urban Areas in Arctic. 3rd International Land Use Symposium, 4-6 december, Paris.
13. VAGUET Y., PISAREVA L.Y., 2019. *Spatial imbalance of modern societies*. Online scientific conference *Communicative space of the modern metropolis: dialogue programs*, available online in the Elibrary <https://elibrary.ru/item.asp?id=37280708> DOI: 10.29003/m104.978-5-317-06114-2
14. OURNG C., VAGUET Y., DERKATCHEVA A., 2019. Spatio-Temporal Urban Growth Pattern in the Arctic: A Case Study in Surgut, Russia. JURSE, May 20-24, Vannes.
15. VAGUET Y., COUILLET A., Colange C, 2018. Measuring the Nordicity of the Arctic Today. *International Congress of Arctic Social Sciences (ICASS IX)*, 8-10 June, Umea (Sweden).
16. VAGUET Y., JEANNE Ph., 2018. ICASS discourses analyze and the discourse on the urban Arctic. *International Congress of Arctic Social Sciences (ICASS IX)*, 8-10 June, Umea (Sweden).

COMMUNICATIONS dans un congrès national

17. GADAL S., OUERGHEMMI W., TRICOT A., BALLAIS J.L. Enjeux de connaissance et circulation des savoirs scientifiques, experts et « citoyens » en Sibérie orientale : le cas de Iakoutsk. Géopoint 2018 « Espaces citoyens. Sciences de l'espace et politique », Université d'Avignon, UMR ESPACE, Jun 2018, Avignon, France. [\(hal-01815698\)](#)
18. GADAL S., OUERGHEMMI W. Multi-Level Morphometric Characterisation of Built ups in Siberian Sub-Arctic Urban Area: Yakutsk. GEOBIA 2018: From pixels to ecosystems and global sustainability, Jun 2018, Montpellier, France. [\(hal-01826892\)](#)

19. GADAL S., OUERGHEMMI W. Les modèles de connaissance dans les traitements des images satellitaires. Journée ECCOREV : Intelligence Artificielle et Big Data, Nov 2018, Aix-en-Provence, France. <hal-01935674>
20. GADAL S. Enjeux et transition énergétique en Arctique russe. Urbanisations, énergies renouvelables et nucléarisation. Atelier DUREE : Urbanisation, ruralisation et consommation d'énergie, Université Paris Diderot Paris 7 -Université Paris 13 Paris Nord - IFSTTAR - PLEIADE - LIED -CESSMA, Nov 2017, Paris, France. <hal-01817047>
21. GADAL S. Urbanités post-soviétiques, urbanités arctiques : Métropolisations russes arctiques dans le double contexte de la mondialisation et du changement climatique. Journée exploratoire : Art contemporain, environnement, recherche, Syndicat potentiel, May 2015, Strasbourg, France. <hal-01817292>
22. TRICOT A., MARQUISAR J.J., BALLAIS J.L., GADAL S. "L'intégration de connaissances locales au cours d'une expérience de cartographie collective : retour sur l'atelier de Khamagatta" (Sibérie Orientale). "Cartes mentales : quelles méthodologies pour aborder les représentations socio-spatiales ?" 3èmes journées du réseau Cartotête, Besançon., Oct 2018, Besançon, France. <halshs-03152305>
23. VAGUET Y., JEANNE Ph., 2017. Analyse de discours des Sciences Sociales en Arctique - Quelle place pour la ville arctique ? Communication *XIIèm Rencontres ThéoQuant*, Besançon, 17-19 mai.

CONFERENCES INVITEES

1. GADAL S. Metropolisation, urbanisation and flood debacle modeling exposures of Yakutsk (Russia). French-Nordic event: The Urban Arctic, Ambassade de France en Suède - University of Umea, Jun 2016, Umea, Sweden. <hal-01820157>
2. GADAL S. State, Region and Community-Driven Strategies in Russian's Arctic: Some Case studies. Arctic Circle 2018 - Arctic Hub: Building Dynamic Economies and Sustainable Communities in the North, Government of Faroe Islands, May 2018, Torshavn, Denmark. <hal-01816170>
3. GADAL S. Arctiques et subarctiques sibérien : enjeux croisés de développement. Séminaires de l'institut français de Suède, Institut français de Suède, Jun 2020, Online streaming, Suède. ([halshs-02861204](#))
4. VAGUET Y., 2022, "Séminaire et Webinaire L'Arctique dans l'espace mondial. Modératrice de la 1ère table ronde "Des politiques arctiques et polaires renouvelées ", in: Fondation pour la Recherche Stratégique, Direction Générale des Relations Internationales et de la Stratégie (DGRIS, ministère de la Défense), L'Observatoire de l'Arctique, 14 avril, Paris.
5. VAGUET Y., 2020, "Représentations de l'arcticité et de la nordicité.", in: Fondation pour la Recherche Stratégique, Direction Générale des Relations Internationales et de la Stratégie (DGRIS, ministère de la Défense), L'Observatoire de l'Arctique, 27 février, BNF, Paris.
6. VAGUET Y., 2019. Nordicité, Peuplement et Développement. Colloque Politiques de l'Arctique en perspectives - Approches multiscalaires et transdisciplinaires, Sciences Po & CERI, 18-19 décembre, Paris.
7. VAGUET Y., 2016, "More Urban, Less Arctic? When Arctic Cities shape the Arctic Region", Conference *Promoting Arctic Urban Sustainability in Russia*, June 26-29,

invitation : The George Washington University, at June 4-5, 2015, Mourmansk, Russie, https://www2.gwu.edu/~ieresgwu/assets/docs/Murmansk_Conference.pdf

8. VAGUET Yv., 2015. Vulnerability of Polar URban centres: the case study of Western Siberia. Conference *Promoting Arctic Urban Sustainability in Russia*, June 4-5, invitation : The George Washington University, The George Washington University, États-Unis.
9. VAGUET Y., 2016. Urbanization in connection to oil & gas development in the Ob river area. Ambassade de France en Suède, Conference *The Urban Arctic*, June 10, Umea University (Sweden).

RAPPORTS (mémoire, thèse...)

1. HANI J., 2019, Analyse par les formes à partir de l'imagerie spatiale de l'évolution du peuplement et de l'industrie extractrice – cas d'application : la Sibérie occidentale post-soviétique. Mémoire de master 2, Université de Rouen, sous la direction de Y. Vaguet.
2. VAGUET Y. 2018. *L'espace urbain arctique*. Habilitation à Diriger des Recherches, Université Paris-Diderot, soutenue le 05 juillet.
3. OURNG C., *en cours*. *Settlement dynamic and integration of the Arctic region*. Thèse de doctorat, Université de Rouen, sous la direction de Y. Vaguet, soutenance prévue à l'automne 2022.

AUTRE VALORISATION auprès des acteurs sociaux, économiques et du Grand public (Revue, Radio, Journaux...)

1. BOBYLEV N., GADAL S., M.O. Konovalova, Sergunin A., Andrew Tronin, et al. Ранжирование Регионов Арктической Зоны Российской Федерации По Индексу Экологической Безопасности. Север и Рынок: формирование экономического порядка, Russian Academy of Sciences, 2020, 69 (3), pp.17-40. ([10.37614/2220-802X.2.2020.69.002](https://doi.org/10.37614/2220-802X.2.2020.69.002)). ([hal-03044962](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03044962))
2. ЕФРЕМОВА V., ДАНИЛОВ Y., GADAL S. Заторные наводнения на реке лена на территории городского округа Г. Якутск. Meridian, Издательство ИП Осенина Ирина Леонтьевна, 2019, « Холод как преимущество. Города и криолитозона: традиции, инновации, креативность » ("Cold as an advantage. Cities and Cryolitozone: traditions, innovations, creativity"), 20 (2), pp.113-118. ([hal-02471752](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02471752))
3. GADAL S. Territorial development in the Arctic zone of North-East Russia Example of Verkhoyansky ulus, Republic of Sakha (Yakutia): Территориальное развитие в Арктической зоне Северо-Востока России. Пример Верхоянского улуса Республики Саха (Якутия). Государственное управление и развитие России: глобальные угрозы и структурные изменения: Особенности социальной сферы Арктики: состояние, развитие, управление, RANEPА, May 2020, Online streaming, Russia. ([hal-02616815](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02616815))
4. GADAL S. French-Russian Cooperation in Management Training for the Sustainable Development of the Arctic using GIS technologies in Environmental Monitoring. Public Administration and Development of Russia: National Goals and Institutions, Presidential Academy (RANEPА), May 2019, Moscou, Russia. ([hal-02139676](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02139676))
5. GADAL S. Territorial Integration Issues in Siberian Arctic in the Context of Globalisation and Climate Changes: Example of Yakutia. Государственное управление и развитие России: вызовы и возможности - Public Administration and Development of Russia:

- Challenges and Opportunities, The Russian Presidential Academy for the Economy and the Public Administration, May 2018, Moscow, Russia. (hal-01816169)
6. GADAL S. Smart Campus, Smart Cities: A new Urban Ontology. университетский городской форум: Университетская энергия для развития городов и регионов » - "Leveraging University Vitality for Urban & Regional Development", Dialogue de Trianon, Tomsk State University, Nov 2017, Tomsk, Russia. (hal-01817058)
 7. GADAL S. Territorial and Landscapes Development in the Arctic and Sub-Arctic Regions: Example of Yakutia. Государственное управление и развитие России: вызовы и возможности - Public Administration and Development of Russia: Challenges and Opportunities, The Russian Presidential Academy for the Economy and the Public Administration, May 2017, Moscow, Russia. (hal-01816656)
 8. GADAL S. Geospatial Monitoring of Yakutsk City and Exposure Vulnerability Modeling of Flooding's. Cities and People: Local Solutions for Sustainable Development, Municipality of Yakutsk, Jun 2016, Yakutsk, Russia. (hal-01819292)
 9. KAMIČAITYTĒ J., GRAŽULEVIČIŪTĒ-VILENIŠKĒ I., GADAL S. Role of Multicultural Identity in Landscape Perception and Methodological Possibilities of Its Interdisciplinary Analysis. Landscape Architecture and Art, Latvia University of Life Sciences and Technologies, 2020, 15, pp.65-74. [10.22616/j.landarchart.2019.15.07](https://doi.org/10.22616/j.landarchart.2019.15.07). (hal-02542159)
 10. MARIE E., PARK K., VAGUET Y., 2019. *Qui pour travailler et vivre en Sibérie ?* Il s'agit d'une mise en bande dessinée de mes recherches traitée par le magazine *SOIF* dans son n°1, pp. 7-15.
 11. CANOBBIO E., Arctique-Antarctique, Géopolitique d'un miroir brisé, Revue RELIEFS "Pôles", 2020, pp40-48.
 12. VAGUET Y. invitée de DELORME F., 2022, "La Russie à la conquête du monde – Ép. 4/4 : Arctique : le Kremlin en pôle position", *émission du 17/02 Cultures Monde - France Culture*. <https://www.franceculture.fr/emissions/cultures-monde/arctique-le-kremlin-en-pole-position>
 13. VAGUET Y. invitée de DE ROCQUIGNY T., 2022, "L'économie du grand froid – Ép. 1/3 : Sibérie : un eldorado glacé.", *émission du 10/01 Entendez-vous l'éco - France Culture*. <https://www.franceculture.fr/emissions/entendez-vous-l-eco/siberie-un-eldorado-glace>
 14. VAGUET Y. interviewée par CORNAZ I., 2021, "Quel rôle joue la Russie dans l'Arctique ?", <https://www.rts.ch/play/radio/tout-un-monde/audio/quel-role-joue-la-russie-dans-larctique?id=12195403>
 15. VAGUET Y. interviewée par TERVE CL., 2021, "Blocage du canal de Suez : pourquoi la Russie se frotte les mains", https://www.huffingtonpost.fr/entry/blocage-du-canal-de-suez-pourquoi-la-russie-se-frotte-les-mains_fr_605dc5f3c5b67593e057b38a
 16. VAGUET Y., 2015b, "Sibérie arctique : villes et nomades du pétrole. Exposition Photographiques et conférence auprès du grand public.
 17. Zakharov M., Danilov Y., Gadala S. Особенности дешифрирования урбанизированных территорий северных городов по спутниковым снимкам landsat на примере г. Якутск. Meridian, Издательство ИП Осенина Ирина Леонтьевна, 2019, Холод как преимущество. Города и криолитозона: традиции, инновации, креативность ("Cold

as an advantage. Cities and Cryolitozone: traditions, innovations, creativity"), 20 (2), pp.131-133. ([hal-02471730](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02471730))

E.3 LISTE DES ELEMENTS DE VALORISATION

La liste des éléments de valorisation inventorie les retombées (autres que les publications) décomptées dans le deuxième tableau de la section . On détaillera notamment :

- brevets nationaux et internationaux, licences, et autres éléments de propriété intellectuelle consécutifs au projet.
- logiciels et tout autre prototype
- actions de normalisation
- lancement de produit ou service, nouveau projet, contrat, ...
- le développement d'un nouveau partenariat,
- la création d'une plate-forme à la disposition d'une communauté
- création d'entreprise, essaimage, levées de fonds
- autres (ouverture internationale,..)

Elle en précise les partenariats éventuels. Dans le cas où des livrables ont été spécifiés dans l'annexe technique, on présentera ici un bilan de leur fourniture.

1. ARCTIC SUMMIT MINISTERIAL (ASM3), la France, État membre observateur du Conseil de l'Arctique, propose une contribution scientifique. Dans le cadre de l'ASM3, l'équipe a été sollicitée et le projet de mise à jour de l'indice de nordicité a été retenu. Il a été présenté au Japon dans le cadre de la rencontre des ministérielles. Porteurs : Yvette Vaguet, Jean-Daniel Paris.
2. CNES TOSCA AIM-CEE (Apport de l'Imagerie satellitaire Multi-Capteurs pour répondre aux Enjeux Environnementaux et sociétaux des socio-systèmes urbains) (applications aux villes du Nord) (01-06-2020/30-09-2023). Coporteur : Sébastien Gadal
3. CNRS PEPS INEE NOURANAT RICOCHET (A la Recherche de l'Intégration des Connaissances dans l'Observation des CHangements Environnementaux : mise en œuvre d'une recherche-aTelier en Sibérie Orientale (Khamagatta)) (01-03-2020--31-12-2020). Porteur : Sébastien Gadal
4. FMSH-RSF OSAMA (development of an optimal human Security Model for The Arctic) (01.06.2020/30.09.2023): Porteurs : Sébastien Gadal, Maria Lagutina.
5. Plate-forme à la disposition de la communauté des acteurs locaux, régionaux et nationaux ainsi que des scientifiques : *Arcticapolis* est prévue
6. Plate-forme à la disposition de la communauté des acteurs locaux, régionaux et nationaux ainsi que des scientifiques / *Indice de Nordicité* est prévue

Développement de nouveaux partenariats et ouvertures à l'international

Notons qu'en raison de la situation politique, nos collaborations avec nos collègues russes et nos missions de terrain en Russie vont être compliquées à l'avenir...

1. Finlande : Helsinki University
2. Russie : Saint-Petersburg State University, Moscow State University of Lomonosov, ISP-RAS.
3. Suède : Umea University

4. USA : University of California, University of Iowa.

E.4 BILAN ET SUIVI DES PERSONNELS RECRUTES EN CDD (HORS STAGIAIRES)

Ce tableau dresse le bilan du projet en termes de recrutement de personnels non permanents sur CDD ou assimilé. Renseigner une ligne par personne embauchée sur le projet quand l'embauche a été financée partiellement ou en totalité par l'aide de l'ANR et quand la contribution au projet a été d'une durée au moins égale à 3 mois, tous contrats confondus, l'aide de l'ANR pouvant ne représenter qu'une partie de la rémunération de la personne sur la durée de sa participation au projet.

Les stagiaires bénéficiant d'une convention de stage avec un établissement d'enseignement ne doivent pas être mentionnés.

Les données recueillies pourront faire l'objet d'une demande de mise à jour par l'ANR jusqu'à 5 ans après la fin du projet.

Aide pour le remplissage

(1) Adresse email : indiquer une adresse email la plus pérenne possible

(2) Poste dans le projet : post-doc, doctorant, ingénieur ou niveau ingénieur, technicien, vacataire, autre (préciser)

(3) Durée missions : indiquer en mois la durée totale des missions (y compris celles non financées par l'ANR) effectuées sur le projet

(4) Devenir professionnel : CDI, CDD, chef d'entreprise, encore sur le projet, post-doc France, post-doc étranger, étudiant, recherche d'emploi, sans nouvelles

(5) Type d'employeur : enseignement et recherche publique, EPIC de recherche, grande entreprise, PME/TPE, création d'entreprise, autre public, autre privé, libéral, autre (préciser)

(6) Type d'emploi : ingénieur, chercheur, enseignant-chercheur, cadre, technicien, autre (préciser)

(7) Lien au projet ANR : préciser si l'employeur est ou non un partenaire du projet

(8) Valorisation expérience : préciser si le poste occupé valorise l'expérience acquise pendant le projet.

Les informations personnelles recueillies feront l'objet d'un traitement de données informatisées pour les seuls besoins de l'étude anonymisée sur le devenir professionnel des personnes recrutées sur les projets ANR. Elles ne feront l'objet d'aucune cession et seront conservées par l'ANR pendant une durée maximale de 5 ans après la fin du projet concerné. Conformément à la loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 modifiée, relative à l'Informatique, aux Fichiers et aux Libertés, les personnes concernées disposent d'un droit d'accès, de rectification et de suppression des données personnelles les concernant. Les personnes concernées seront informées directement de ce droit lorsque leurs coordonnées sont renseignées. Elles peuvent exercer ce droit en s'adressant l'ANR (<http://www.agence-nationale-recherche.fr/Contact>).

Identification				Avant le recrutement sur le projet			Recrutement sur le projet			Après le projet					
Nom et prénom	Sexe (H/F)	Adresse email (1)	Date des dernières nouvelles	Dernier diplôme obtenu au moment du recrutement	Lieu d'études (France, UE, hors UE)	Expérience prof. Antérieure, y compris post-docs (ans)	Partenaire ayant embauché la personne	Poste dans le projet (2)	Durée missions (mois) (3)	Date de fin de mission sur le projet	Devenir professionnel (4)	Type d' employeur (5)	Type d' emploi (6)	Lien au projet ANR (7)	Valorisation expérience (8)
OUERGHEMMI Walid	H	walid.ouerg@gmail.com	19.10.2021	Doctorat	SupAgro Montpellier	Postdoc CNRS (1)	CNRS - UMR ESPACE	Chercheur contractuel : télédetection, bases de données GIS	12	31.12.2018	Consultant, Cap Gemini	Privé	Consultant informatique, traitement de données géospaciales	non	Article international : 1 Actes de colloques : 2 (1 international) Communication (conférences internationales) : 2
CEBEILLAC Alexandre	H	alexandre.cebeillac1@univ-rouen.fr	28.02.2022	Doctorat	UMR IDEES, Rouen	Postdoc CNRS (1)	Univ. de Rouen - UMR IDEES	Post-doctorant, analyse de réseaux	12	31.01.2020	Post-doc, CDD	Public recherche	chercheur	oui	Article international : 1 Actes de colloques : 1 (1 international)

OURNG Chanvoleak	
F	
chanvoleak.ourng@etu.univ-rouen.fr	
04/04/2022	
Master 2	
ENSG et UPEM (France)	
Chercheur IRD (Cambodge, 1 an), Professeur assistant en SIG, Université Royal d'Agriculture, (Cambodge, 1 an), Consultant SIG, RECOFTC, Cambodge	
Univ. de Rouen - UMR IDEES	
Doctorante	
36	
30.09.2020	
En phase de rédaction après un congé maternité et après avoir été touchée par la crise du covid (décès familial et 2 fois positive)	
Article international : 1 Actes de colloques : 3 (3 international) Communication (conférences internationales) : 3	

F ANNEXES

F.1 ARCTICAPOLIS POUR L'ETUDE DU PEUPEMENT ET DES DYNAMIQUES DU PEUPEMENT EN ARCTIQUE (WP1)

En dépit d'un environnement extrême, d'un accès souvent très difficile et d'une population dispersée, l'Arctique fournit des ressources naturelles pour le marché mondial. Sur une superficie immense, entre écoumène et érème vivent entre 4 et 10 millions d'habitants (selon les définitions). Ce total nécessite une première clarification ; en effet, il rend compte de la myriade de limites de l'Arctique qui font mécaniquement varier la population boréale. Par ailleurs, le réchauffement climatique semble offrir de nouveaux potentiels de développements en arctique et sa médiatisation suscite une certaine effervescence, multipliant les références au terme de *frontier* (dans son acception de front pionnier). Ce concept appliqué aux hautes latitudes est ici mis à l'épreuve avec l'appui de la nouvelle base géohistorique de peuplement des pays circumpolaires, *Arcticapolis* dont les enjeux méthodologiques sont importants.

Globalement, la population boréale diminue légèrement, quasiment dans toutes les limites proposées. Ceci s'oppose à la conceptualisation de la zone boréale comme front pionnier, qui requiert par définition un changement quantitatif rapide et positif. Finalement, l'originalité d'*Arcticapolis* réside dans un bilan du peuplement boréal à un niveau fin inédit. Un aspect nécessaire à la compréhension de la conquête du Nord, qui reste sujette à caution et spatialement hétérogène. Ainsi, la tendance générale à l'urbanisation n'implique pas pour autant que toutes les villes gagnent des résidents ni que tous les villages en perdent. Cette recherche met en perspective des pôles de croissance et de déclin, ainsi que des phénomènes de littoralisation. Au total, il existe une grande variété des dynamiques de peuplements des marges boréales.

Extrait de l'article : VAGUET Y., OURNG C., MORICONI-EBRARD F., 2021, "Is the Arctic really a frontier? Settlement dynamics within various Arctic Limits based on the Arcticapolis geohistorical database", *Espace populations sociétés. Space populations societies*, N°2020/3-2021/1. <http://journals.openedition.org/eps/10277>

A major challenge is the construction of geohistorical databases which enable the study of the long-term evolution of the population and its spatial patterns (Bretagnolle, Franc, 2017; Claramunt, Thériault, 1995; Peuquet, 2001; Yuan, 2008). Indeed, this requires an effort of data collection, matching and standardization of national censuses (Bretagnolle, Delisle, Mathian, Vatin, 2015; Chatel, 2012; Cottineau, 2014). Recently, various international geohistorical population databases with different approaches and purposes have been developed (Tab. 1).

	¹ Geokhoris, ² E-geopolis	Megatrends	LandScan	GHSL	GRUMP-v1 GPW-v4
Format	Vector	Vector	Grid	Grid	Grid
Date	Max. range 800-2010 (10yrs interval)	1990, 2010	2000-2018 (every year)	1975, 1990, 2000, 2015	1990-2020 (5yrs interval)
Source of population	Census	Census	Census - Ambience pop. calculated on the base of a complex and unknown algorithm	Pop. were disaggregated from census to grid cells	Census - UN WPP-adjusted pop. count
Spatial unit	LAU ¹ + UA ² (>10,000 inhab. + 200m)	Settlement, cities, region	30 arcsec	250 m, 1km, {9, 30} arcsec	GRUMPv1: 30 arcsec GPW-4: 2.5

	of c.b)				arcmn
Country coverage	Global	Arctic regions within the limit of AHDR	Global		
Limits for Arcticapolis	^{1,2} Completed in time and space only for European Nordic countries.	Only 2 dates of census Pop. available at different scales and dates by countries	<ul style="list-style-type: none"> - Estimation pop./pixel - Pixel resolution decreases with latitude - Weak in boreal regions with scattered pop. 		
References	(Moriconi-Ebrard, 1993, 1994) (Chatel, 2012) http://e-geopolis.eu/	(Rasmussen, Nordic Council of Ministers, 2011)	https://landscan.ornl.gov	https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/	a, b
Availability	On request	Not available	Paid	Free	Free

UA: Urban Agglomeration, c.b.: Continuity of Building, LAU: Local Administrative Unit, pop: population, inhab.: inhabitant, UN-WPP: United Nation- World Population Prospect, arcsec: arc-second, arcmin: arc-minute, AHDR: Arctic Human Development Report

^a<https://sedac.ciesin.columbia.edu/data/collection/grump-v1>

^b<https://sedac.ciesin.columbia.edu/data/collection/gpw-v4>

Tab. 1. *International geohistorical population databases covering the Arctic region*

Arcticapolis is a standardized geospatial database on circumpolar settlements considering all different levels, from Local Administrative Units (LAU) up to national level. It has had an historical dimension with special focus since 1950. Over time, national censuses have been homogenized at 10-year intervals for the eight countries. The originality and breadth of this database were inherited from the Geokhoris database, which was initiated by F. Moriconi-Ébrard in 1980. This is relevant for *E-Geopolis* that aims to describe and compare the process of urban agglomeration (Geopolis) and settlement (Geokhoris) of the world over time (Moriconi-Ebrard, 1993). The process of constructing an historical database within this project is organized in three steps: data collection, data harmonization both over space and time, and data integration as shown in Fig. 1

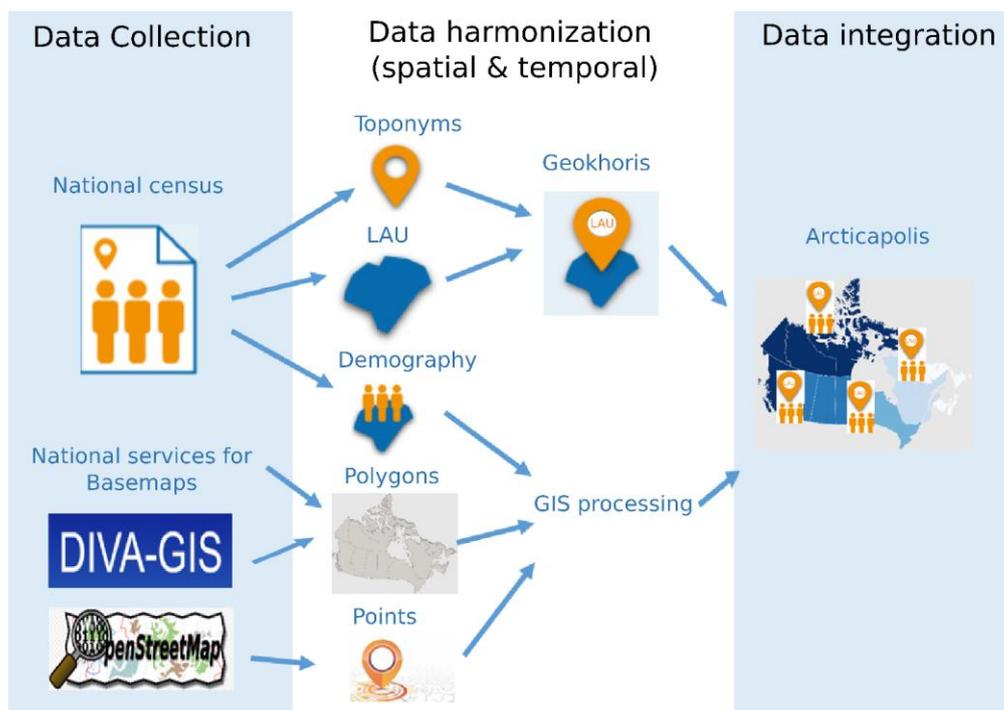
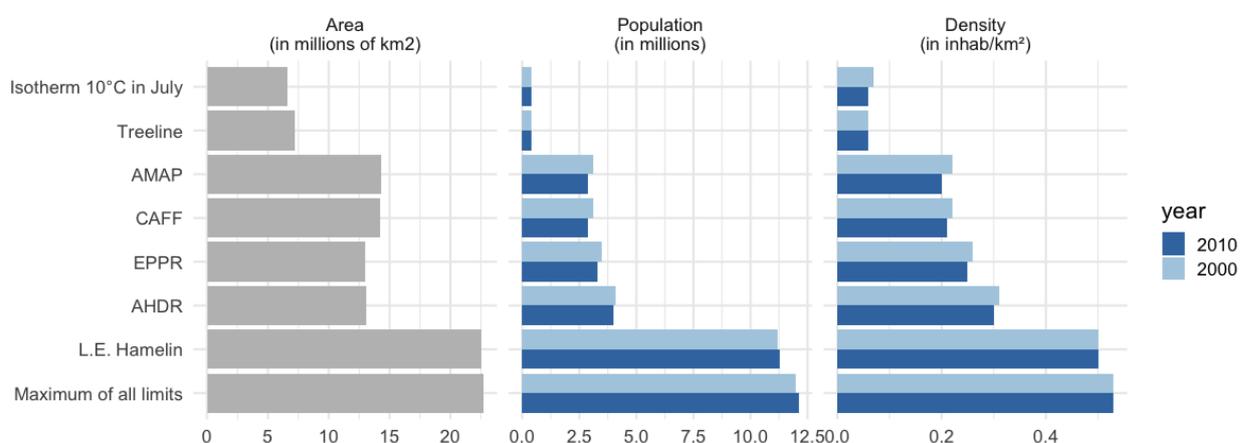


Fig. 1. *Arcticapolis construction model*

Tracking the change in settlement in time and space is indeed a challenging task. In the first instance, because the Arctic, as a national frontier, often presents an ongoing process of change in administrative units. Canada provides an eloquent example of this challenge. Expansion of the national territory and therefore changes in national population due to it, can be illustrated through the example of Northwest Territories (NWT) (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** and **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Its name is stable and present in all censuses. However, its population refers to different areas over time. Its population increased sharply in the second half of the 19th century due to the Klondike gold rush. Yukon was created out of it in 1898 in order to administrate the massive in-migration flow. Meanwhile the gold rush was ending, other sites were taking over, such as Nome in Alaska. Consequently, in the early 20th century, the population of NWT declined sharply in census data, as did the population of the new Yukon. Nevertheless, altogether, the NWT of 1850 experienced a decrease but not as sharp as it looks if not for the creation of the Yukon. In 1905, the NWT population dropped only due to the creation of the two provinces of Alberta and Saskatchewan. The same experience occurred with the creation of Nunavut Territory in 1999. Since 1890, NWT's population could be misinterpreted as having decreased (98,967 inhab. to 41,462 in 2010) whereas considering the stable administrative unit (NWT of 1850), an increase can be noted (from 5,700 inhab. to 4,785,903 in 2010).

Arctic frontier, first reflections from *Arcticapolis* Population, density and limits



sources: Arcticapolis based on national censuses; boundaries from Arctic Portal and L.E. Hamelin (1968)
Fig. 1. Populations and Densities of the Arctic depending on its boundary 2000-2010

The Arctic's biggest settlements are mainly the result of either mineral resource exploitation (e.g. Fairbanks, Fort Mc Murray, Kirkeness, Novy Urengoy, Norilsk...) or to territorial administrative control (Iqaluit, Salekhard, Yakutsk...) (Vaguet, 2016). The majority of non-natives choose to settle in towns, in connection with their professional activity, which implies a wage economy that is more in line with the urban lifestyle. However, the long-standing trend is that both groups, indigenous and non-indigenous, have a shared preference for living in cities for economic and service reasons (Dybbroe, 2008b; Dybbroe, Dahl, Müller-Wille, 2010; Larsen, Fondahl, 2014; Rasmussen, 2013). Although the choice is not always in line with deep feelings (Sejersen, 2010).

Russia presents the highest urbanization rate in its northern part due to its historical legacy rooted in the times of empire and extending beyond the abolition of the Soviet gulag system (Laruelle, 2019; Vaguet, 2016). Thus, of the 16 biggest Arctic cities (>100,000 people), 13 are Russian (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). However, Russia also predominates when looking at small settlements (200-1,000 inhabitants). Indeed, it owns 78% of them, on 51% of the Arctic lands. This reflects the long history of the native settlement of the Russian north. Nevertheless, the density of small settlements is far higher in Scandinavia.

European Nordic countries stand out in particular; with some 40 cities larger than 10,000 residents, they hold 22% of the Arctic urban units of this size, while they occupy just over 2% of Arctic land. This advantage persists down to the smallest units of 200 inhabitants, which matches the threshold of the urban criterion of the Nordics (Scandinavia, Iceland, Greenland and Faroe Islands). The long history of European colonization, including the northern parts, has resulted in truly urban systems.

In the opposite situation stands Canada showing a deficit in human settlements in its northern part. Indeed, the country does not have a large urban unit there (>100,000 inhab.). Moreover, its share of settlements has increased timidly inversely to their size, going from 3% (>10,000 inhab.) to 10% (200 -1,000 inhab.) while it covers 31% of the land concerned (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Arctic part of	100 000	10 000	5 000	1 000	200
USA	1	6	22	65	194
CAN		5	18	104	274
GRL		1	2	13	33
ISL	1	6	9	33	63
FRO		1	1	12	22
NOR		15	36	110	124
SWE		11	26	50	55
FIN	1	17	39	71	71
RUS	13	133	224	709	2065
Total	16	195	377	1167	2901

source: *Arcticapolis database*

Tab. 1. *Number of Arctic localities depending on their size by country*

Global demographic decline and heterogeneous local dynamics

As mentioned above, the Arctic shows a population decline at all boundaries except at its southernmost edge (Hamelin limit). One of the interests of our geohistorical database, *Arcticapolis* linked to *Arcticakhoris*, is the ability to examine the spatial modalities of this process of decline at the finest level. Over the past decade, the evolution map shows a strong dichotomy between the two sides of the Arctic Ocean (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). In North America, growth has been positive for the vast majority of communities, regardless of their size. Meanwhile from Europe to the Pacific, the population has declined overall, as shown by the general statistics (Larsen, Fondahl, 2014). However, in detail, the situation is slightly more contrasted and it is difficult to make clear categories in terms of winning and losing places.

Over the course of history, policies for the integration of the pioneer fringes into the ecumene have been expressed by the creation of permanent settlements, often military forts, that can potentially become urban. The word 'boomtowns' illustrates the speed of the urbanization process and its emergence in the middle of nowhere. Towns play an important role being the rear bases of the front line (De Koninck, 2000; Engel, 2007; Gavrilova, 1997; Vaguet, 2008). Nevertheless, some of these embryonic towns do not survive the end of the cycle.

The Klondike region is dotted with ghost towns illustrating the boom and bust cycle of gold (e.g. Dyea, Bennett...). Others survive thanks to tourism in the old gold mines (e.g. Dawson) or to the emergence of a new cycle (e.g. Yellowknife with diamonds after gold). In the same way, West Siberian towns remain at risk of closure if oil market prices become too low to make it worth extracting oil in their harsh environment. This illustrates the issue of economic diversification of the young mono-activity towns.

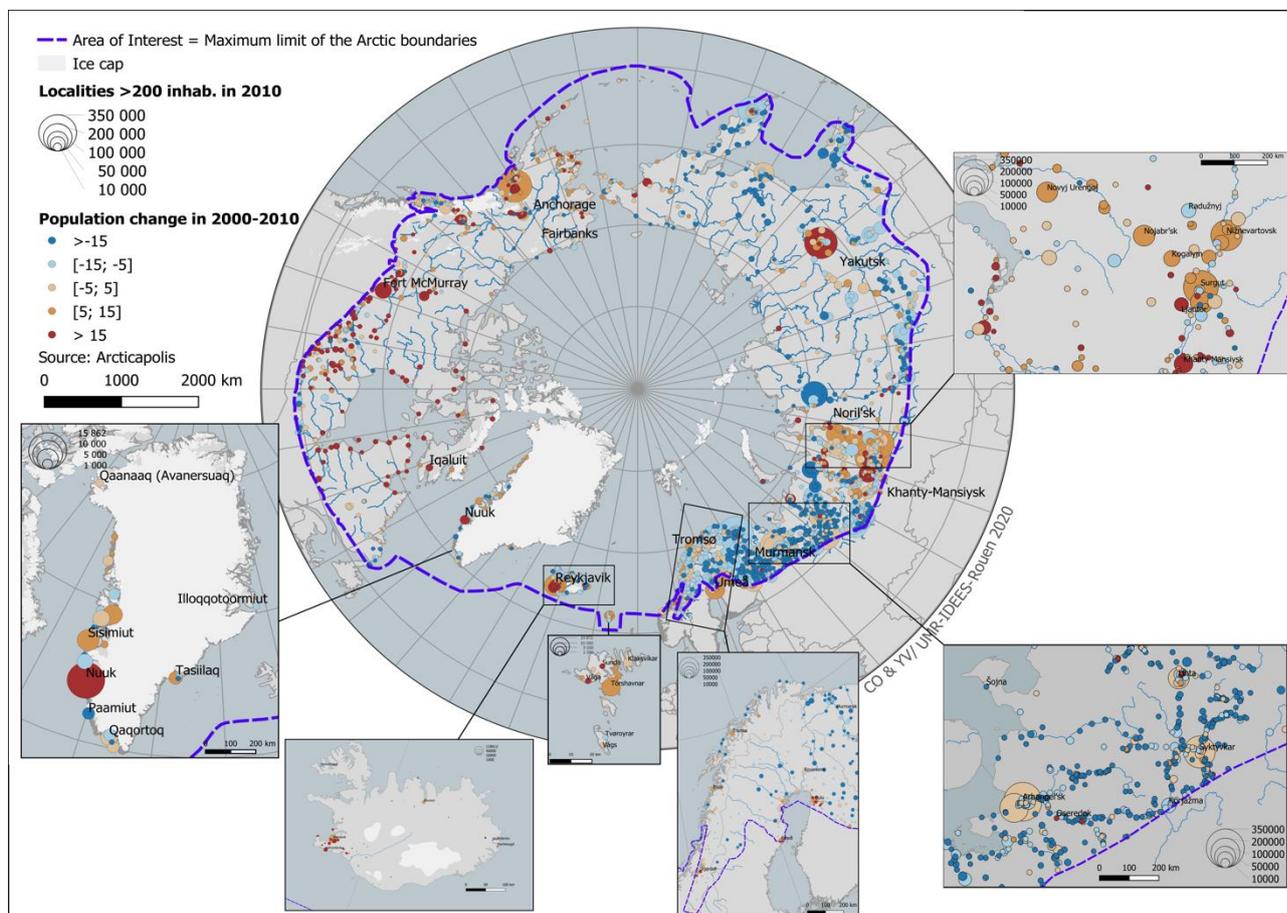


Fig. 2. Population dynamic of Arctic settlements 2000-2010

The Russian Arctic shows a two-speed change globally. The old Russian Arctic inherited from the end of the Empire and early Soviet times, possibly based on the gulag economy, has experienced a decline with shrinking cities as a result of the weakening of the proactive policies. The decline was sharp during the black decade after the collapse of the USSR. Anadyr, the regional center of Chukotka, the region furthest from Moscow, lost 35% of its population over the 1989-2010 period (from 17 down to 11 thous. inhab.). Since then, it has shown a welcome reversal of the trend. Nevertheless, the gain (up to 13 thous. inhab. in 2010) is far from sufficient to bring its population back to its level prior to the collapse of the USSR. All of the Arctic's largest shrinking cities are Russian. Murmansk and Arkhangelsk are the biggest shrinking cities (respectively in thous. inhab., from 468 and 416, down 307 and 349). The Great Noril'sk that includes the main town and its satellite settlements has lost about a quarter of its population (from 232 in 1989 to 175 thous. inhab.). Vorkuta is also a shrinking city (from 116 in 1989 to 85 thous. inhab. in 2010).

The highest growth rates (> + 15%) are found in Alaska, Canada, Nuuk, and Reykjavik. Yet, some Russian places are concerned too, illustrating the 'new' Russian Arctic. Indeed, Western Siberia is stimulated by gas development (LNG) in the Yamal peninsula. In this region, all the towns continue to grow and its regional capital, Khanty-Mansiysk, shows rapid growth (> +40%). Moreover, a few coastal establishments benefit from their position on the Northern Sea Route, upstream of Yamal LNG (e.g. Naryan-Mar). In addition, Arctic regions have experienced a metropolization trend in the biggest regional localities. Anchorage and Fairbanks, the two biggest Alaskan cities, are two poles of growth (Vaguet, 2018). In Canada, the municipality of Wood Buffalo with Fort McMurray, a well-known oil sands development center, has developed. The European Nordic countries show strong signs of coastal development. In Finland, Oulu on the coast of the Gulf of Bothnia, is developing into a technopole supported by regional development policies (Gløersen, Dubois, Copus, Schürmann, 2006; Gløersen, 2012). The capitals have taken advantage of their status. Reykjavik (Iceland) is the unique entry point into the country for its 1.8 million tourists and it

has the largest Icelandic university. Consequently, it has the highest concentration of jobs. Iqaluit, the capital of Nunavut, a territory created in 1999, already has over 7,000 inhabitants. In the Russian Far East, the capital of Sakha Republic, Yakutsk, and its close surroundings, are showing rapid growth as well.

The reverse of this trend is the significant decline in small communities (below -15%) with Canada as an exception as mentioned above. In this sense, the Arctic follows a global trend. The depopulation of the European Nordic hinterlands is fueling the coastal metropolization. Greenland is a good example of the 20th century transformation occurring in the Arctic from traditional economies to wage-based economies, from scattered settlements based on hunting and fishing towards an urbanized system with a service-based economy (Hamilton, Rasmussen, 2010). As a consequence, localities have died: more than 100 no longer have residents.

Conclusion

The Arctic is a fuzzy region having different boundaries created by international organizations or working groups, depending on their interest. National limits also exist which rarely match with the previous ones. In most cases, the cold is the direct or indirect key factor in defining the Arctic. However, the North is a more complex reality; the boreal world is cold as well as not being easily accessible and is based on rather traditional economies. Thus, national governments use multi-scalar aspects to delineate the northern part of the country as the area for application of regional development policy. Consequently, drawing the line is an eminently political exercise which affects the daily-life of residents since they get some benefits (*i.e.* multiplicative factor of the salary, longer annual holidays, and early retirement). Both, the growing regional metropolis of Oulu and the shrinking Russian cities are examples of the impacts of these policies.

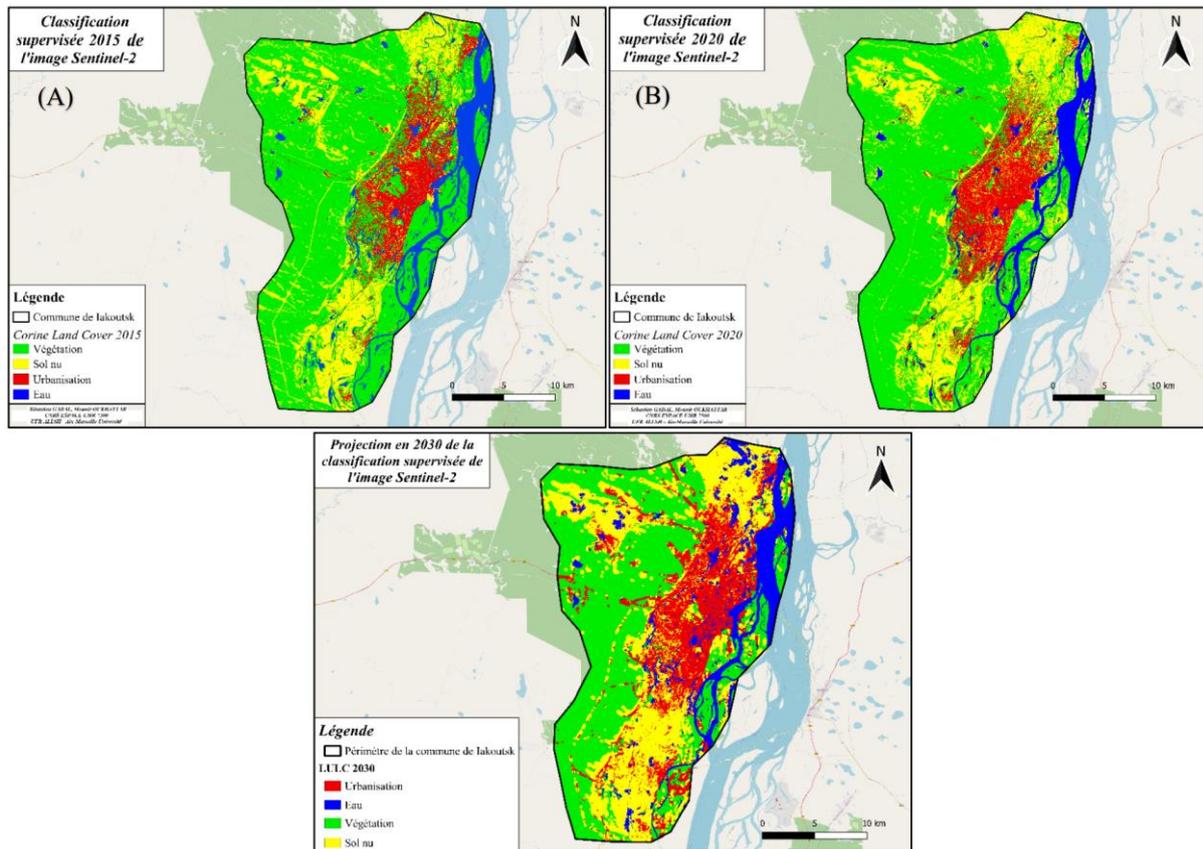
It has been reported that the circumpolar region has four million residents but it is safe to say that this number varies depending on the boundary. Yet, due to climate change and globalization, the limits are likely to retract. The *Arcticapolis* database aims at *i*) collecting and georeferencing censuses in space (8 circumpolar countries) and over time at all levels including the finest one, *ii*) over time, delineating spatial units at all levels of the administrative hierarchy, and *iii*) harmonizing in time. Although, it is still under construction, *Arcticapolis* already makes it possible to picture today's Arctic population at the finest level. It allows one to engage a longitudinal study of the Arctic demographic trends whatever the Arctic limit is.

The traditional scheme involving small communities living in large territories, mainly based along rivers or coasts, seems to lose its attractiveness. Meanwhile, urban settlements, which are easier to supply in goods and energy, concentrate jobs and bring people together, as Arctic populations are less and less self-sufficient. Does it really make the Arctic a *frontier*? It is certain that it does for extractive industries (Pilyasov, 2016; Sejersen, 2010). However, from a demographic perspective, the last decade has shown that this concept cannot be applied to the entire region. Indeed, it does not give a clear sign of a frontier that involves rapid growth and not only qualitative change. This was the case in Russia during Soviet times. Perhaps, nowadays, the Arctic southern fringe of L.E. Hamelin can be seen as a frontier but definitely not its northernmost part, which is in slight decline.

The conquest of the far north is not homogeneous and it is difficult to define clear rules. Cities are winners, but not all of them. Small communities seem to have lost their populations, but not in Canada and there are many other exceptions elsewhere. Northern Russia is declining but with many exceptions and not only cities. Currently, there is a need to update the index of nordicity for localities across the entire Arctic basin. This would clarify systemic trends, *i.e.*, in terms of both physical and human environments. In this respect, L.E. Hamelin referred to processes of *de-nordification* or *re-nordification*.

F.2 MODELISATIONS MULTI-TEMPORELLES ET MULTI-ECHELLES DES PROCESSUS D'URBANISATIONS SUR IAKOUTSK (WP4)

Simulation de l'évolution de Iakoutsk (2030) à partir de données images Sentinel 2A/B



Classification supervisée des images Sentinel-2 à l'échelle de la commune : (A) 2015, (B) 2020 & (C) Projection en 2030.

S. Gadal, M. Oukhattar, 2021, Sentinel 2A

La reconnaissance et la caractérisation des zones bâties en milieu Sibérien subarctique urbain dépend de 2 facteurs à savoir : 1) la saison (i.e. neige et glace d'Octobre à fin Avril, débâcle en Mai), qui influe sur le processus de détection d'objets par télédétection, 2) la structure urbaine, qui influe sur le processus de reconnaissance morphologique et sur la caractérisation des zones bâties. Pour cette étude, des données Sentinel-2 à haute répétitivité temporelle ont été combinées avec des données à haute résolution spatiale SPOT 6, pour détecter les changements urbains et environnementaux et pour caractériser les fonctions socio-économiques des zones bâties.

La performance de détection des objets bâtis par imagerie issue de la télédétection dépend de la saison à laquelle l'image a été acquise. Les modes de vie et les transformations relatifs à la ville de Yakutsk dépendent de la saisonnalité ; la plupart des activités liées à la construction se font entre Avril et Octobre, pendant que la population a doublé de 1989 à 2016, triplé de 1970 à 2017, de 108.000 habitants en 1971 à 311.000 approximativement en 2017. L'augmentation de la population a généré une augmentation rapide des structures et zones urbaines. Le premier objectif de cette étude concerne la détection des changements des structures urbaines à l'échelle intra-annuelle et à l'échelle inter-annuelle en utilisant l'imagerie à haute répétitivité temporelle, pour cela, des acquisitions d'été semblent être le meilleur choix en termes d'illumination, de couverture neigeuse minimale, et de filtration efficace de la couverture végétale.

L'extraction de la trame urbaine par imagerie satellite est une tâche délicate, du moment que les scènes urbaines constituent des mosaïques hétérogènes de classes d'occupation du sol. L'extraction des zones bâties requiert la suppression des autres classes existantes dans la scène à traiter. Pour cette étude, nous avons expérimenté l'utilisation d'un indice spectral non dédié à l'extraction du bâti, qui s'intitule Brightness Index (BI) [4], développé à la base pour la détection des sols nus, et qui est basé sur le calcul de moyennes de luminance à partir de l'imagerie multibande. L'autre aspect important, concerne la non-nécessité de disposer de bandes de type SWIR (Short-Wave-Infrared) pour le calcul de cet indice, en plus de l'indice BI, deux autres indices ont été

utilisée pour la suppression de la végétation et des plans d'eau à savoir ; le NDVI (normalized difference vegetation index) et le NDWI (second normalized water index) [6]. Nous avons également comparé les résultats d'extraction de la trame urbaine par indices spectraux avec une méthode d'extraction plus classique par classification spectrale supervisée en utilisant le classifieur Spectral Angle Mapper (SAM).

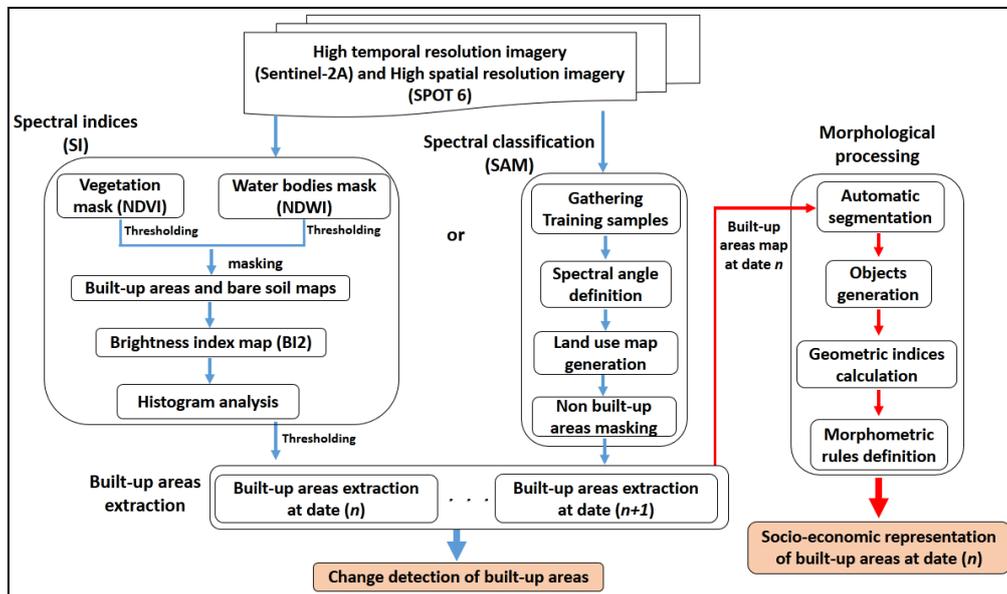
Le deuxième aspect de cette étude concerne la reconnaissance morphométrique et la caractérisation des éléments bâtis précédemment extraits par indices spectraux. Les zones urbaines de type Post-Soviétiques telle que l'on retrouve dans la ville Iakutsk sont des mixtures de blocs soviétiques, bâtiments post-moderne, bâtiments en bois, maisons individuelles en bois, ayant des toitures métalliques, fibre ciment, et bitumes. Dans ce contexte, nous avons testé une approche morphométrique combinant le calcul d'indices géométriques de forme (e.g. surface, élongation, convexité, circularité) pour chaque objet urbain détecté, et la création de règles morphométriques pour; l'extraction de l'étalement des objets urbains, la catégorisation des zones bâties, et l'extraction des usages relatifs à ces zones bâties.

Méthodologie de traitement

Concernant l'état de l'art en termes d'indices de sol et d'indices de zones bâties, nous pouvons noter l'existence de plusieurs indices dans la littérature tels que ; l'indice de différence normalisée des surfaces bâties (NDBI), l'indice d'urbanisation (UI), l'indice des surfaces bâties (BI), et l'indice amélioré des surfaces bâties et des sols (EBBI). La plupart de ces indices nécessitent l'existence d'un intervalle SWIR (Short-Wave-Infrared) pour que l'indice soit calculé, cela n'étant pas compatible avec nos données Sentinel-2A, vu que l'intervalle spectral SWIR disponible avait une résolution grossière et non adaptée à la caractérisation urbaine.

Pour cette étude, nous avons fait le choix d'utiliser un indice basé sur la luminosité réfléchie en surface, à savoir le second indice de luminosité (BI2), pour l'extraction des surfaces bâties à partir de trois niveaux de seuillage, en effet, cela avait pour but de mieux cibler les classes d'intérêt, au lieu d'utiliser un indice de surfaces bâties qui donnera un résultat plus générique. Nous avons donc fait l'hypothèse que la plupart des surfaces bâties sur Iakoutsk peuvent être divisées en deux grandes sous classes de toitures claires et de toitures sombres, les sols nus semblaient avoir un albedo modéré et ont pu être localisés par l'indice BI2, en effet, la réponse de ces derniers correspondait à un intervalle de faible étendue autour du pic haut de l'indice BI2. Les intervalles correspondant aux toitures claires et sombres ont été déterminées par l'étude des autres portions de l'histogramme de l'indice BI2. En parallèle, nous avons testé le classifieur SAM pour l'extraction de 5 classes représentant les catégories majeures de toitures présentes dans la ville de Iakoutsk (i.e. métallique claire, bitumée claire, métallique sombre_1, métallique sombre_2, bitumée sombre), et 3 classes naturelles (i.e. surface en eau, végétation, et sols nus), le classifieur a été entraîné avec 50 à 300 échantillons par classes.

La seconde étape s'est basée sur l'utilisation de traitements morphologiques à partir de l'imagerie haute résolution spatiale SPOT 6, pour la caractérisation socio-économique des surfaces bâties ; un premier traitement à base de segmentation par seuillage est appliqué sur le masque des surfaces bâties extrait à l'étape précédente. Le processus de segmentation permet de générer des objets urbains composant la surface urbaine initiale ; pour chaque objet, plusieurs attributs géométriques sont calculés (e.g. surface, élongation, compacité, circularité), et finalement, les attributs géométriques sont utilisés individuellement ou combinés entre eux (i.e. règles morphométriques), pour caractériser des formes particulières, des tailles, et des fonctions liées aux objets urbains d'intérêt.



Détection des changements et reconnaissance socio-économique du tissu urbain, par utilisation simultanée de données à haute résolution temporelle Sentinel-2A et à haute résolution spatiale SPOT 6. S. Gadal, W. Ouerghemmi, 2018.

Résultats

L'étude interannuelle a démontré une importante expansion des surfaces bâties entre 2015 et 2017 sur la ville de Yakoutsk, les bâtiments clairs et sombres ont augmenté de 10% et de 13% respectivement, une augmentation importante des surfaces en eau a été également observée, cela est dû à la présence de bancs de sable sur l'image de 2015, la végétation a gardé une certaine constance (i.e. une légère diminution de 3%) (Table 2). En termes de reconnaissance des surfaces bâties, le classifieur SAM, a montré une meilleure précision statistique que la classification IS, avec une meilleure constance en termes de performance entre les 2 dates d'acquisition. Le croisement des 2 cartes temporelles de surfaces bâties, a donné une augmentation de 52% et de 37% respectivement, pour IS et SAM (Table 3). Les ratios de changement relatif et absolu ont montré une augmentation pour IS et une diminution pour SAM, avec une décroissance de 9% et de 6% pour le ratio relatif et absolu, contrairement à la classification IS, qui a montré une croissance de 15% en ratio relatif et 11% en ratio absolu (Table 3). Si nous analysons les résultats par classe (i.e. bâtiments clairs et sombres), il apparaît que la classification SAM a sous-estimé les bâtiments clairs en 2017, ce qui a affecté l'estimation globale de changement des surfaces bâties entre 2015 et 2017, alors que la classification par IS a montré des résultats plus cohérents.

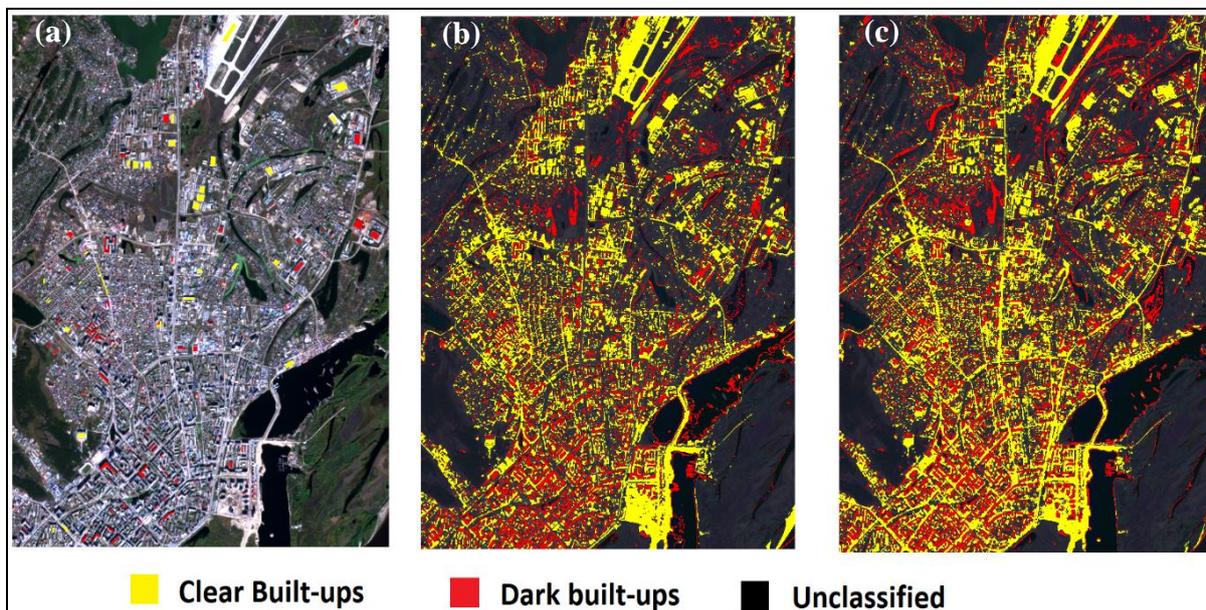


Figure 12. (a) pixels de vérité de terrain; (b) détection des surfaces bâties sur la ville de Iakoutsk Iakutsk en 2015; (c) détection des surfaces bâties sur la ville de Iakoutsk en 2017. S. Gadal, W. Ouerghemmi, 2018.

F.3 LES 4 AXES OPERATIONNELS DE LA VULNERABILITE SOCIALE (WP5)

- L'axe 1 a proposé de structurer une approche épistémologique de l'intégration des processus urbains, dans la diversité de leurs formes et de leurs maturités, considérés prioritairement aux échelles "locales" (le local peut être identifié par une communauté, une ville, une aire urbaine, une intercommunalité, un regroupement institutionnel par fusion) et régionales (au sens d'infra-nationale). Cette approche bi-scalaire a été complexifiée dans plusieurs régions-cibles, en particulier dans l'aire moyen nordique et grand nordique européenne, à partir de l'étude de configurations interterritoriales multi scalaires de type "locales-régionales-interrégionales, singulièrement dans l'étude de cas des dynamiques actuelles de projets dans l'aire euro-arctique de Barents. Cet axe 1 du WP5 privilégiant une approche analytique des processus d'intégration par une approche historique des consolidations des maillages locaux et régionaux, a ouvert à l'étude des enjeux de régionalisation à l'œuvre dans les zones de moyenne nordicité et de forte nordicité. En particulier en spécifiant ce qui relève de processus fonctionnels "classiques" (organisations régionales de type administrativo-politique et leurs transformations dominées par des processus de regroupement-fusion), ou de l'émergence de processus proto-régionaux à partir d'une approche par un projet de développement dépassant les limites historiques des organisations territoriales. Ce choix analytique a permis de proposer un zonage à fort impact de sélectivité spatiale impliquant de nouvelles formes d'intégrations socio-politiques et économiques. Cette approche a nécessité l'analyse des trajectoires des projets de développement et le rôle des acteurs territoriaux "parties-prenantes" appréhendés dans les fragilités d'interdépendances aux contextes globaux.
- L'axe 2 a proposé l'analyse des processus transitionnels locaux-régionaux à partir de la mise en exergue de l'existence de "cycles" de développement, dont l'étude exhaustive par unité régionale rompt avec une approche prospective dominante depuis une quinzaine d'années, généralisant un modèle polaire homogène, qui tend parfois à des représentations hétérotopiques des Nordes et de leurs modèles de développement de type aménagiste, selon une domination politique décisionnelle Nord-Grand-Nord. Considérant l'importance d'une lecture par les temporalités fonctionnelles des projets de développement et leurs porosités à leurs intégrations sélectives aux processus de globalisation (crise mondiale, tendance haussière ou baissière des marchés des matières premières, accords internationaux de réductions des GES à fort impact d'investissement sur certains projets nordiques, résistances locales aux projets ou émergences d'alternatives de projets, structurations politiques de "réponses" locales mises en délibérations collectives dans des cadres institutionnels normés ou structurant de nouvelles polarités réflexives) auxquels il convient d'intégrer le rôle fondamental d'acteurs économiques opérant une inflexion prudentielle sur l'intégration des Nordes dans un processus globalisé de développement des "ressources régionales". Citons à l'issue des analyses du WP5, la production récente de doctrines issues des grandes compagnies de réassurance, certaines ruptures stratégiques de compagnies pétrolières dans leurs doctrines polaires de prospection et l'impact des objectifs de réduction de GES validés par les grands pôles économiques mondiaux sur l'investissement dans les marges froides. A ces transitions prudentielles, il convient d'ajouter les inflexions doctrinales des producteurs mondiaux de soft law économique, parfois à fort pouvoir d'impact de réformes spatiales, en particulier l'OCDE, la Commission Européenne et le FMI, dont les doctrines ayant potentiellement effet sur les enjeux nordiques, ont été analysées, avec un focus détaillé sur l'Europe septentrionale.

- En articulation avec les axes 1 et 2, l'axe 3 a défini une approche typologique des configurations locales à partir d'une proposition méthodologique qualitative des formes de représentativités sociales et politiques et des catégories d'acteurs publics et privés qui ont un rôle dynamique dans l'intermédiation locale et régionale (canaux de représentations institutionnels directs et normatifs ou formes alternatives dans la production de débats et de la délibération collective, émergence de néo-concepts d'intégration socio-économiques de niveau "local". Citons l'étude de cas du "Forum Arctic" Northern realities, Northern Solutions organisé dans la petite communauté d'Inuvik depuis 2019 à la suite de l'abandon en 2017 du mégaprojet gazier du Mackenzie dans les Territoires du Nord-Ouest. Cette proposition tend à reconfigurer les logiques d'acteurs locaux et régionaux, dans un nouveau cycle particulièrement hétérogène dans les Nord, où l'urgence d'adapter des modèles locaux de développement dans les contraintes transitionnelles climatiques, environnementales, sociales, industrielles, accompagne la nécessité d'instruire de nouvelles approches protectrices face aux effets de la globalisation sur la zone froide. La récente décision (2021) du gouvernement du Groenland dans le dossier stratégique des terres rares incarne cette évolution récente.
- Enfin l'axe 4 structure une proposition conceptuelle à partir des 3 premiers axes d'études du WP5 et souhaite préciser les contours formels d'une "nouvelle géopolitique du développement boréal", dans ce que Louis-Edmond Hamelin considère comme les "zones mondiales" du Moyen-Nord et du Grand-Nord. A partir d'une approche lacostienne d'une géopolitique associant géopolitique externe prioritairement pensée par l'Etat-Nation et constitutive de ses représentations spatiales, et géopolitique interne initialement ancrée dans les conflits d'aménagement du territoire et le rôle des acteurs locaux. Cette proposition en milieu nordique-arctique articule l'ensemble des processus d'empowerment locaux et régionaux avec les ambitions nationales et supranationales des états polaires, en évaluant la morphologie des canevas complexes d'interrelations et de relais qui coexistent désormais à l'intérieur des réseaux d'acteurs formels et informels dans la production des projets boréaux. L'analyse fonctionnelle de ces processus par le WP5 propose une coexistence dynamique entre des systèmes de dominations historiques socio-politiques Nord-Grand Nord (le front pionnier en constitue un artefact nordique) et la consolidation de nouveaux enjeux de détermination portée par une volonté d'émancipation des structures de décisions à l'échelle locale et régionale et leurs capacités émergentes à proposer des alternatives, ou des adaptations, aux modèles classiques du développement boréal. La nature et les formes actuelles de la mise en débat de l'adaptation à la transition climatique et à la globalisation à partir de bilans concertés de type "dépendances, opportunités, alternatives, risques", dans des dialogues nationaux-régionaux-locaux sous tension des contextes mondiaux recentrent la notion de développement comme une clé de lecture des enjeux géopolitiques polaires.

Il s'agit prioritairement d'évaluer la pertinence de nouvelles approches de l'intégration socio-spatiale dans les processus décisionnels nordiques à partir de l'étude systématique des structures d'influence des réseaux d'acteurs "partie-prenantes", publics et privés, formels et informels.

F.4 OUVERTURE : ANALYSE COMPARATIVE DES PROCESSUS D'URBANISATION : LE CAS DES VILLES MINIERES

Villes arctiques sibériennes, villes Vénézuéliennes et développement

Le développement de l'extraction minière, gazière et pétrolière au Venezuela oriental (régions de l'Orient et de Guayana) et en Extrême-Orient (Sibérie orientale) est caractérisé par l'émergence de petites et moyennes villes pionnières au cours des cinquante dernières années et par un processus émergent de métropolisation. Depuis 2000 (Yakutsk, Ciudad Guayana). Dans l'est du Venezuela, l'urbanisation est partiellement planifiée et généralement « spontanée ». En Yakoutie, une dynamique d'urbanisation est prévue. Dans les deux cas, la dynamique urbaine est motivée par l'exploitation des ressources naturelles et l'immigration. Avec l'effondrement de l'Union soviétique, certaines villes minières ont disparu en 1990 et 2000. Depuis le début des années 2010, les régions urbaines minières sont soumises à un double processus d'intégration territoriale avec l'Europe et l'Asie russes. Au Venezuela, les villes de petite et moyenne taille se développent avec l'émergence de nouveaux territoires miniers et l'exploitation de la ceinture de l'Orénoque (pétrole extra-lourd). Cet article analyse les principales dynamiques territoriales de ces villes petites et moyennes.

La recherche en géographie sur les petites et moyennes villes, en particulier en Europe, concernant des territoires européens ou des territoires de pays en développement, a été renouvelée ces dernières années (Gadal, 2014). Elles s'appuient notamment sur des approches géo-quantitatives utilisant des bases de données sociodémographiques et économiques; et des critères spécifiques pour chaque pays et institution. Sur la base de seuils statistiques spécifiques à chaque pays, il est possible de choisir plusieurs définitions de villes petites et moyennes en se référant à une combinaison de critères géographiques tels que le poids démographique, la fonction du centre local rayonnant sur une "petite région", la morphologie urbaine - via les types d'habitat - concentration de magasins, éléments de la vie culturelle urbaine, etc. (Moriconi-Ebrard et Pumain, 1997; Rozenblat, 2007).

Les petites et moyennes villes agissent en tant que centres locaux et régionaux. La zone desservie par la ville correspond généralement à une région plus petite que la ville moyenne. Ainsi, la petite ville - instigatrice du développement économique de la "petite région" - sert de lien entre les territoires agricoles et la ville moyenne, bien mieux équipée, sert une population plus nombreuse, en assurant un rôle d'intermédiation dans la hiérarchie urbaine (Desmarais, 1984). La concentration des biens et des services offre aux personnes un meilleur cadre de vie. Le développement de l'extraction minière, gazière et pétrolière au Venezuela oriental (régions de l'Orient et de Guayana) et en Extrême-Orient (Sibérie orientale) est caractérisé par l'émergence de petites et moyennes villes pionnières au cours des cinquante dernières années et par un processus émergent de métropolisation depuis 2000.

Y-il-a-t-il une spécificité des villes minières ?

Dans le cas des villes minières (minerais, or, argent, diamants, hydrocarbures) des pays en développement et dont certaines deviennent des villes industrielles lourdes, les fondements théoriques présentés ci-dessus sont également valables (Bairoch, 1985). Cependant, les dynamiques liées à la poursuite de l'intégration, souvent brutale, à la mondialisation (et à ses aléas) se chevauchent également. Ainsi, du fait de la très forte dépendance des activités minières et énergétiques aux prix mondiaux des matières premières, les acteurs de la gouvernance des villes petites et moyennes sont pris dans les mécanismes économiques qu'ils ne contrôlent pas ou, au contraire, peuvent se trouver bloqués. De plus, la croissance urbaine incontrôlée au Venezuela est accentuée en raison de l'afflux de population migrante, attirée par un nouveau "The Golden" ("El Dorado") du Brésil et de la Guyane; ou inversement par des processus de désurbanisation et de métropolisation avec la fermeture de mines et l'intégration de ces territoires aux régions globalisées de l'espace fédéral en Russie et en Asie (Chine et Corée du Sud). Si les flux de mineurs et de travailleurs de la construction originaires du Caucase (Arménie) et d'Asie centrale sont contrôlés en Yakoutie, les migrations illégales en Asie centrale et en Sibérie du Sud augmentent. Si les terres urbaines minières sont intégrées aux territoires métropolisés au niveau fédéral, elles sont déconnectées territorialement et socialement de l'oblast ou de la République structurant l'espace aux niveaux local et régional dans les zones « colonies urbaines extraterritoriales mondialisées ».

Dans ce contexte, le gouvernement central ou fédéral doit partager et négocier le rôle de développement (le cas échéant) avec d'autres acteurs - autorités locales à tous les niveaux, entreprises publiques et privées convoitant ces nouvelles frontières. Les élus locaux, mais aussi un important organisme associatif au Venezuela, appelé représentants du secteur informel, peuvent être dans une attitude de défi aux pouvoirs publics et privés, tout en conservant une légitimité institutionnelle dans la production urbaine. Ainsi, le choix de la politique publique volontariste dans les régions des mines

et des hydrocarbures, que ce soit avec l'héritage soviétique ou avec la planification volontaire du socialisme bolivarien, a un impact majeur sur la dynamique de la croissance urbaine. En Russie, comme en République de Yakoutie, l'État et les autorités locales détiennent un pourcentage des sociétés minières. Les territoires miniers sont contrôlés par des entreprises d'extraction telles qu'Alrossa à Mirny. Les « colonies urbaines extraterritoriales mondialisées » sont cogérées avec les autorités locales et l'industrie minière.

F.5 OUVERTURE : OU COMMENCE LE NORD ? MISE A L'ÉPREUVE DU CONCEPT DE NORDICITE AU PRISME DE LA VILLE « POST-ARCTIQUE »

Extrait de l'article : VAGUET Y., 2019, "Où commence le nord ? Mise à l'épreuve d'un concept par le cas d'une ville « post-arctique » : Noïabrsk en Russie.", *Géoconfluences*. <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-regionaux/arctique/articles-scientifiques/ou-commence-le-nord-noiabrsk>

Et de la communication : VAGUET Y., COUILLET A., COLANGE C., 2017, "Measuring the Nordicity of the Arctic Today", in: *ICASS IX*. Umeå, Suède.

Le *Nord* est à la fois un concept, un point cardinal, un espace, un territoire et enfin une construction culturelle, synthèse de dimensions physiques, humaines et mentales. En effet, cette catégorie spatiale n'est pas seulement liée aux conditions inhospitalières du milieu extrême mais également à la perception car l'espace est avant tout construit, perçu et vécu (Lefebvre, 1974). Il est donc aussi relatif. Envisagé le plus souvent au singulier, il recouvre plusieurs réalités et diffère entre deux sociétés données (Collignon, 2005). Si chacun a une idée de ce qui est arctique, polaire, nordique, celle-ci demeure le plus souvent vague et ne saurait permettre de délimiter simplement la zone arctique, tant cette catégorie spatiale est complexe.

De fait, la question de sa définition demeure, depuis longtemps, parmi les plus débattues. Notamment parce qu'elle implique, dans le cadre de politique de promotion de développement des périphéries, des avantages auxquels ses résidents peuvent prétendre (Brunelle, 1989; Burkhanov, 1970; Burns, Richardson, Hall, 1975; Graham, 1990; Hamelin, 1968; Petrov, 1977; Stammler-Gossmann, 2007; Tarakanov, 2010).

Dans un contexte de changement climatique et de mondialisation, le développement de la périphérie arctique du système-monde mérite que l'on s'interroge sur ses contours et de revenir sur les facteurs qui rendent une localité arctique. A l'échelle globale, l'Arctique présente l'originalité d'être un objet géographique dépourvu d'un centre méritant l'expression de « méditerranée polaire » (Dodds, 2010). Comme la zone méditerranéenne peut correspondre à l'aire de distribution de l'olivier, la zone arctique peut être bordée par des définitions uni-variables (Fig. 1). D'abord, la latitude semble évidente, bien que la ligne artificielle du cercle arctique ne décrive guère les réalités vécues, sauf celle d'une nuit de 24h au moins une fois l'an. Les facteurs bioclimatiques impactant les paysages sont souvent préférés par les environnementalistes. Ainsi, l'isotherme de 10°C en juillet, le mois le plus chaud, est souvent avancé. Pourtant, une situation moyenne d'un seul mois sur douze ne saurait rendre compte d'une situation complexe. La ligne de Koppen, limite des arbres, se veut déjà synthétique et présente intrinsèquement une forte corrélation avec la précédente. En revanche, elle ne dit rien du pergélisol dont la limite méridionale constitue un autre critère qui sera préféré par un pédologue. Toutefois, celle-ci comme la précédente, se déploie sur une large bande et non une ligne. Le pergélisol apparaît d'abord sporadiquement avant de devenir continu sur de grandes profondeurs, les arbres de la taïga deviennent chétifs, puis arbrisseaux épars avant de disparaître tout à fait.

À ces limites opérables pour les sciences naturelles, il faut ajouter celles de l'*Arctic Human Development Report* (AHDR) et des six *Working Group* (WG) du Conseil de l'Arctique, lequel existe depuis 1996 (<https://arctic-council.org/>). Ainsi, le *Conservation of Arctic Flora and Fauna* (CAFF) considère une définition bien plus large que la limite de Koppen,

l'Arctic Monitoring Assessment Program (AMAP) privilégie les régions administratives officielles de chaque pays, l'Emergency Prevention, Preparedness and Response (EPPR) en a une autre, etc. (Fig. 1).

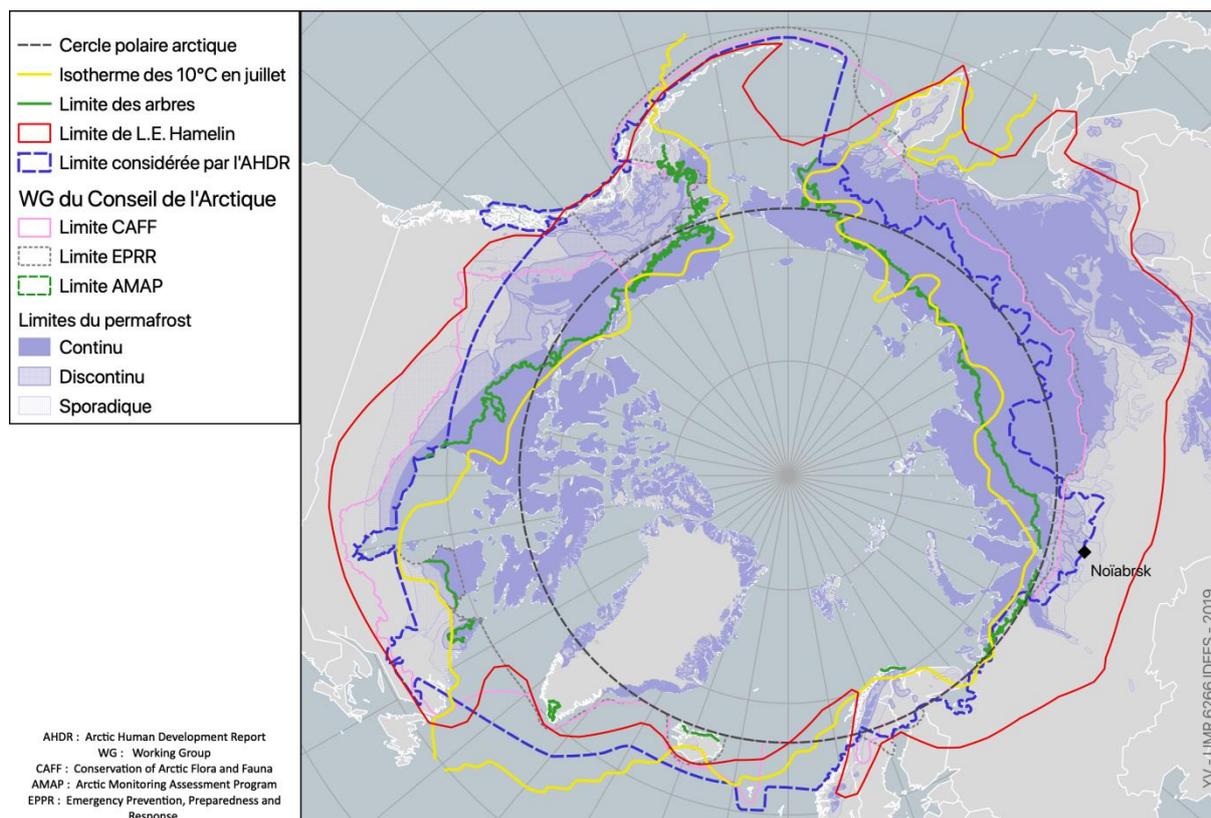


Fig. 1. Pluralités des limites de l'Arctique (Vaguet, 2019)

En Russie, il y a plus d'un « nord » ; *zaployn'ye* désigne de façon floue la zone polaire, *Evropeiskii* est réservé à la partie européenne du nord ; *russkii sever* se limite à la région habitée par les russes de souche (slaves) au nord de Saint-Pétersbourg tandis que *krainyi sever* correspond à la région administrative de l'Extrême Nord ou Grand Nord. À cela s'ajoute la catégorie « régions assimilées au Grand Nord », équivalente mais néanmoins pas incluse dans le *Grand Nord* (Stammler-Gossmann 2007).

De plus, il y a le Nord relatif. Anna Stammler-Gossmann (2007) a demandé aux habitants de Mourmansk, ville située au-delà du cercle polaire, où commence le Nord. Elle rapporte que, dans la plupart des cas, ceux-ci ne localisent pas leur ville en Arctique. Certains disent associer le début de la zone arctique à la gare ferroviaire nommée 'Cercle Arctique' (*stantsia polyarnyi krug*) dont ils ont entendu parler, pensant qu'elle se trouve bien plus au nord. Or *stantsia polyarnyi krug* se trouve à des centaines de kilomètres... au sud de Mourmansk. Au final, l'auteure souligne l'élasticité du terme selon la résidence du répondant, y compris pour les autochtones.

Pour complexifier d'avantage, d'autres zonages du Nord sont apparus dans un grand nombre de domaines tel celui des livraisons de marchandises, des normes de construction des bâtiments, des normes médicales et d'hygiène, etc. Chacun s'applique à un Nord particulier et si ces espaces se chevauchent fréquemment, ils ne se superposent jamais parfaitement. Par exemple, les livraisons des marchandises vers les régions de « l'Extrême nord et des localités assimilées » avec un accès limité durant l'année existe depuis 2005. Cet espace comprend la région de Birobidjan frontalière avec la Chine.

Au cours de l'histoire, et à la suite d'après discussions, la limite a souvent beaucoup migré vers le sud. Au point qu'Andreï Trevisch (2003) a titré son article « Tropic de Nord » (en russe). La Russie a d'ailleurs, en décembre 2016, tenté de redéfinir cette limite pour en restreindre

l'extension. Nous présentons ici la cartographie de la liste officielle en 2016 des régions du « Grand Nord et des régions assimilées » offrant des avantages pour les travailleurs (Fig. 2).

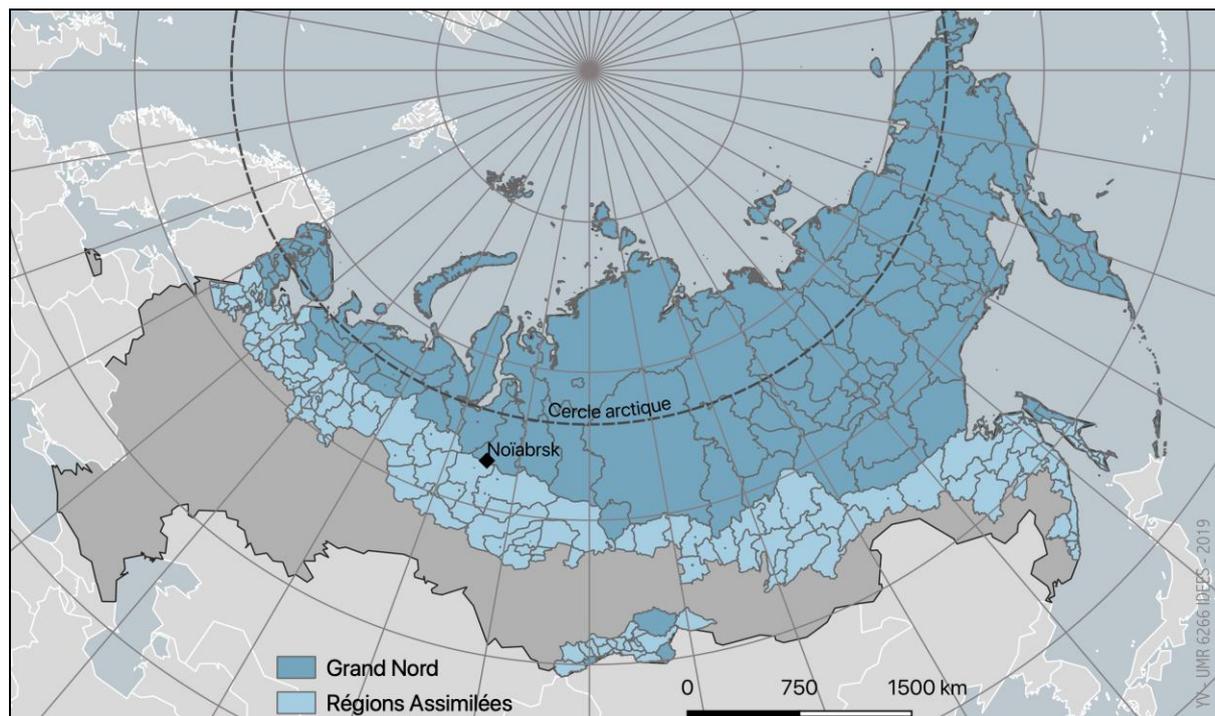


Fig. 2. Le Grand Nord russe et ses régions assimilées en 2016 (Vaguet, 2019)

La complexité de la question démontrée, il est possible de considérer une définition synthétique, multiscalaire et applicable à l'ensemble de la région circumpolaire qui permette de rendre compte des changements temporels.

Perçu	Indicateur	Facteur d'extension/rétractation	Limite associée
Nuit hivernale	Latitude	Aucun	NWT & Yukon (Ca)
Froid	Température (<i>direct</i>)	Changement climatique	Isotherme 10°C Juillet
	Pergélisol (<i>indirect</i>)	Changement climatique	Limite du Pergélisol
	Végétation (<i>indirect</i>)	Changement climatique	Limite des arbres
Faiblement peuplé	Population	Urbanisation/Globalisation	Aucune
Difficile d'accès	Accessibilité par route/fer/rivière/air	Urbanisation/Globalisation	Aucune
Economie de cueillette	?	Urbanisation/Globalisation	Aucune

d'après (Vaguet, Couillet, Colange, 2017)

Tab. 1. Éléments du Nord perçu, indicateurs et limites associées

Sum of raster dataset for 5 criteria of the physical environment of the nordicity index

• Introduction:
where is the North & why to compute

• The Nordicity index and its calculation
Method, advantages, problems

• Results at the global scale

• The case study of Western Siberia

• Conclusion

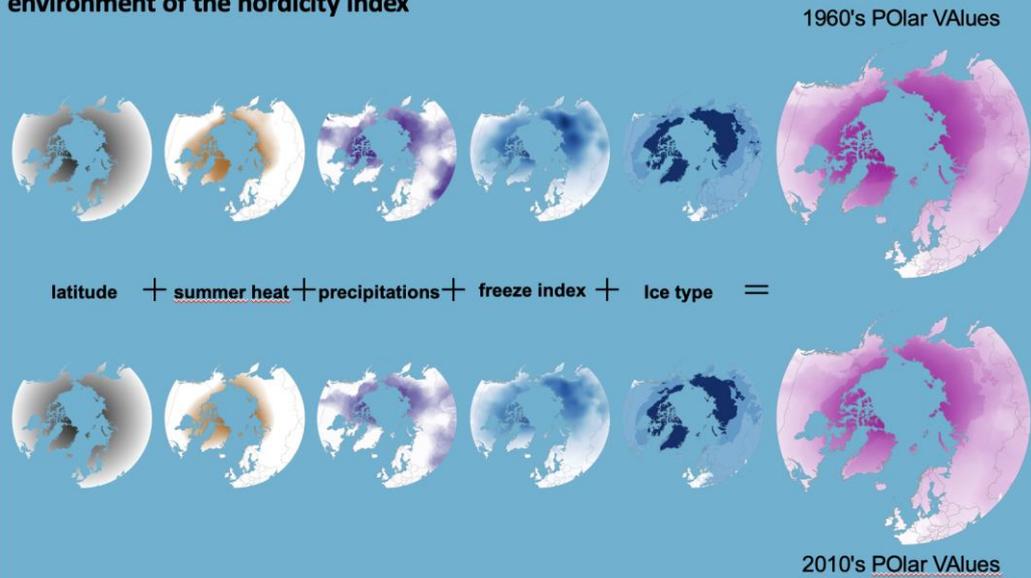


Fig. 3. Calcul des cinq critères de l'environnement physique de l'indice de nordicité pour 1060 et 2000 (Vaguet et al., 2017)

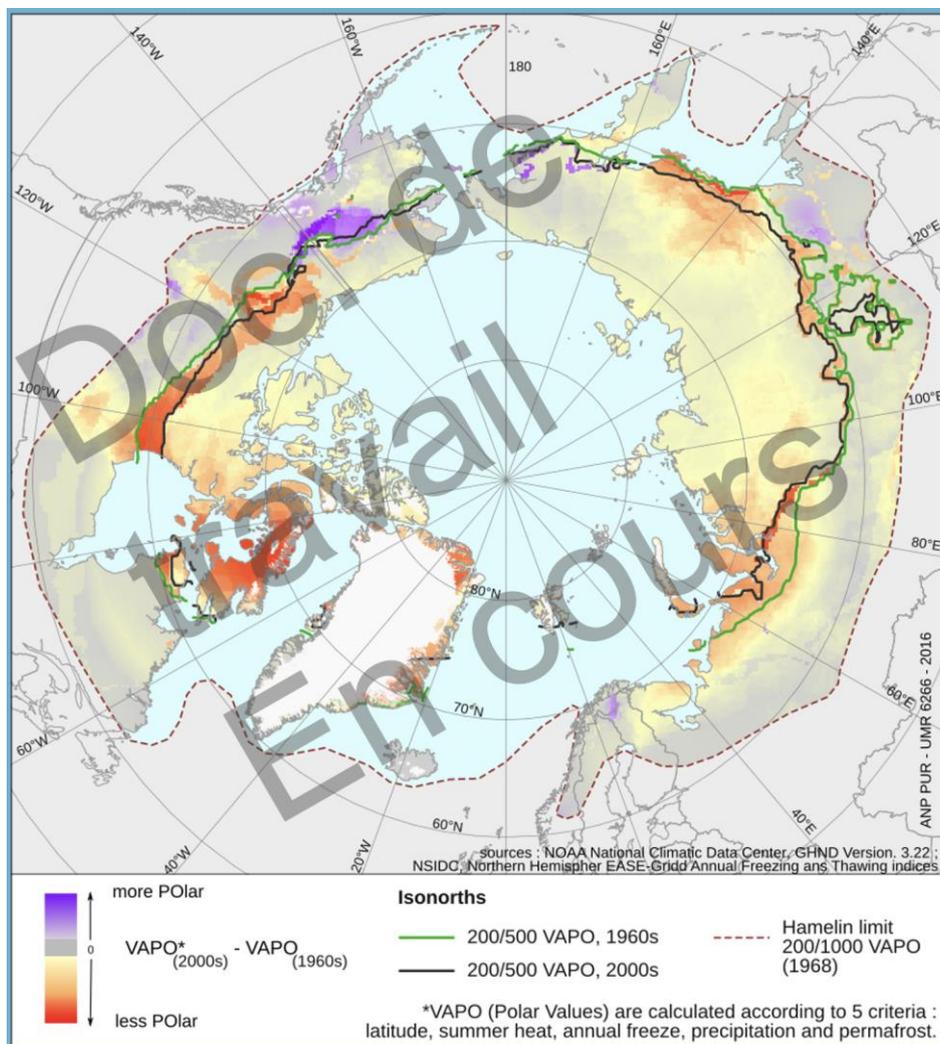


Fig. 4. Simulation de l'évolution des cinq critères de l'environnement physique de l'indice de nordicité entre 1960 et 2000 - travail préliminaire (Vaguet et al., 2017)

Application à une ville pionnière - Trajectoire et émergence d'un lieu « post-arctique »

Noïabrsk (63° 12' N 75° 27' E) se situe dans la région administrative du *Grand Nord*, dans une zone à pergélisol discontinu et une végétation subarctique¹. Il s'agit d'une ville nouvelle créée durant la période soviétique en relation avec le développement de l'industrie extractive des hydrocarbures de la vaste plaine marécageuse de l'Ob (Russie). En cela, elle est représentative de l'urbanisation rapide de la région durant les dernières décennies du régime communiste (Fig. 5). De fait, vingt-trois villes nouvelles y ont été créées par la volonté du pouvoir après 1960. Or, cette région de 1,2 millions de km², soit deux fois la France, s'étendant dans le domaine arctique et subarctique, était le territoire exclusif de populations autochtones nomades (les Khants, les Mantis et les Nenets).

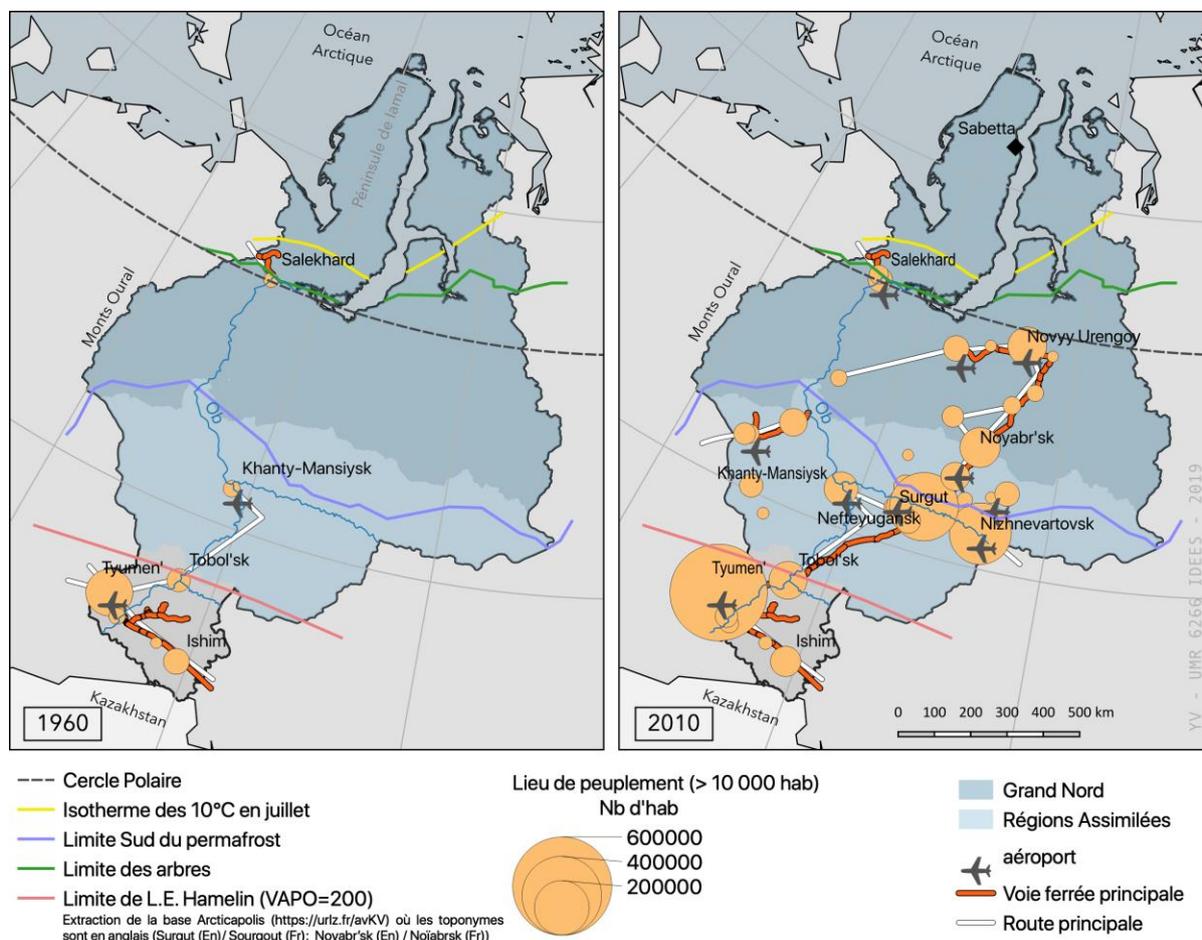


Fig. 5. Transition géographique de la plaine de l'Ob (Vaguet, 2019)

¹ La ville se trouve à 4 degrés au nord de Saint Pétersbourg - soit le même écart qu'entre Paris et Marseille -, mais à 45° plus à l'est - par-delà les monts Oural, ce qui explique la rigueur du climat continental.

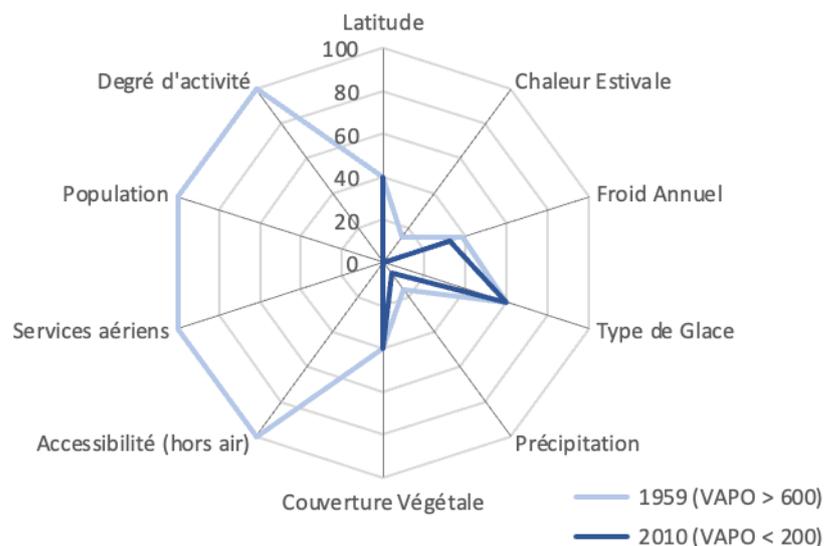


Fig. 6. Noïabrsk, indice de nordicité 1960 et 2010 (Vaguet, 2019)

Il existe une infinité d'approches possibles pour décrire et analyser une ville. Noïabrsk pourrait faire l'objet d'un questionnement sur le fait qu'elle soit une ville elle-même car *de facto*, elle demeure un centre urbain très monofonctionnel. De la même façon, elle aurait pu supporter un raisonnement sur le développement post-socialiste. L'angle de l'Arctique nous semble novateur et essentiel à un moment où la zone circumpolaire attire l'attention et où le processus de globalisation paraît s'y accélérer. Le processus de dé-nordification de Noïabrsk est réel et même déjà ancien. La trajectoire de ce lieu invite à re-questionner la définition de l'Arctique dès lors que l'on souhaite sortir d'un déterminisme où le froid occuperait toute la place. En cela, la proposition du géographe L.E. Hamelin demeure, cinquante ans plus tard, audacieuse, originale et très intéressante. Cependant, le désenclavement des localités polaires revient, à étendre les réseaux méridionaux et *de facto*, à abaisser la nordicité. Ainsi, l'exemple développé ici montre toute la difficulté de déconnecter la nordicité de la colonisation par le centre national méridional, à l'exception de l'Islande et le Groenland. Autrement dit, le déploiement d'une économie dite « moderne », salariale et capable de supporter la sédentarité d'un « grand » groupe humain. Il est ainsi représentatif de toutes les villes nouvelles de l'ère soviétique, au premier chef celles de la plaine de l'Ob. Cette région soumise à une bifurcation géographique extraordinaire durant la période 1960-1980 reste un cas exceptionnel à l'échelle circumpolaire. Néanmoins, elle pèse lourd dans le PIB et le peuplement de la zone boréale. Finalement, il faut souligner que l'Arctique change assurément, rapidement et depuis déjà plusieurs décennies, toutefois il demeure indéniablement pluriel. Ainsi, d'autres régions pourraient illustrer à l'inverse, un processus de *re-nordification*, telle la Tchoukotka.