

# Forme urbaine et transition énergétique au Nunavik : Vers des principes d'aménagement microclimatique pour les communautés inuit

Essai soumis en vue de l'obtention du grade de  
Maître en Sciences de l'architecture (M. Sc.) — Design urbain

École d'architecture de l'Université Laval  
Mai 2022

**Gabrielle Tessier**

Sous la direction de :  
Geneviève Vachon, Myriam Blais et Éliisa Gouin

Habiter le Nord québécois

## RÉSUMÉ

Cet essai en design urbain s'intéresse à l'aménagement microclimatique des villages inuit afin de favoriser une transition vers des énergies renouvelables. Alors que le gouvernement envisage la transition sous l'angle de l'environnement et de la demande énergétique (Paquet, 2021), cet essai propose de la cadrer sous l'angle d'un aménagement urbain de qualité incluant la perspective de la culture inuit. Pour ce faire, deux approches d'analyse sont considérées simultanément : l'une culturelle et urbanistique, s'appuyant sur le concept d'*Arctic Indigenous Urbanism*, et l'autre technique, puisant aux principes de l'aménagement microclimatique.

D'un côté, l'*Arctic Indigenous Urbanism* s'intéresse à la conception inuit du monde afin de comprendre les tenants d'un urbanisme inuit. Trois dimensions de cette vision du monde avancées par Hemmersam (2016), soit l'environnement naturel, l'environnement technologique et l'environnement sociétal, servent de point de départ pour explorer les valeurs et les idéologies à la base d'un urbanisme inuit. Dans leur culture, la relation que les Inuit entretiennent avec le territoire, ou « *nuna* », en inuktitut, sous-tend les trois dimensions. En croisant ces deux regards, l'essai renomme donc les dimensions territoire planifié, territoire social, et territoire naturel.

D'un autre côté, l'aménagement microclimatique porte attention aux relations entre le climat et le cadre bâti. Il prend en compte le milieu d'insertion, son profil climatique et sa topographie dans la conception d'un aménagement visant à transformer les limites d'un site en atouts (Guay-Marleau, 2020). L'étude des principes de l'aménagement microclimatique permet de saisir les opportunités et les enjeux de la conception en Arctique afin de concevoir un milieu de vie plus adapté.

L'essai se penche plus particulièrement sur le cadre bâti et les conditions climatiques des villages du Nunavik. Il identifie et explique les principes d'aménagement microclimatique en contexte Inuit en s'appuyant également sur les trois dimensions territoriales de l'*Arctic Indigenous Urbanism*.

## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier mes trois codirectrices de recherche, Myriam Blais, Élixa Gouin et Geneviève Vachon, pour leurs disponibilités et leurs commentaires qui ont su faire avancer ma réflexion tout au long de la rédaction. Je vous remercie pour votre confiance en mon sujet de recherche. Merci à Samuel Boudreault, coordonnateur du partenariat de recherche Habiter le Nord québécois, ainsi qu'à tous les partenaires d'Habiter le Nord québécois qui ont participé à faire avancer mes réflexions sur mon projet de fin d'études et mon essai. Je tiens également à remercier tous les professeurs qui ont marqué mon parcours à l'École d'architecture.

Merci à ma famille, Sylvie, Gaétan et Frédéric, pour leur soutien tout au long de mon baccalauréat et de la maîtrise simultanée en architecture et en design urbain avec tous les hauts et les bas que j'ai vécus. Merci, Frédéric, pour ton esprit critique qui, malgré les frustrations, m'a amenée à pousser mes réflexions et à me justifier davantage. Merci, Alexandre, d'avoir été là tout au long de ma maîtrise pour m'accompagner à travers mes déboires. Merci pour tes talents de correcteur et ta confiance indéniabale en mes capacités.

Je tiens à remercier mes amies et collègues, Annie-Claude, Lori, Loriane et Viviane. Votre passion et votre joie contagieuses furent bienvenues dans ce long parcours. Merci à tous mes collègues en architecture que j'ai eu le privilège de côtoyer et qui ont inspiré mon parcours à l'École d'architecture. Un merci particulier à Lori et Loriane qui m'ont accompagnée lors de la réalisation de cette recherche et de notre projet de fin d'études en Design urbain. Ce fut une année enrichissante qui marque la fin de nos études et le début de notre aventure professionnelle.

Enfin, je souhaite remercier affectueusement mes amies Isabelle et Zoé. Merci d'avoir toujours été là pour répondre à mes appels malgré mes disponibilités fluctuantes lorsque j'avais besoin d'encouragements et de me changer les idées.

# Table des matières

RÉSUMÉ .....	II
REMERCIEMENTS .....	III
LISTE DES FIGURES .....	VI
GLOSSAIRE .....	X
INTRODUCTION .....	1
CHAPITRE 1 : PROBLÉMATIQUE .....	3
1.1 NUNAVIK, TERRITOIRE DÉPENDANT DES HYDROCARBURES .....	3
1.2 LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE VUE DU NUNAVIK.....	4
1.3 QUESTION, OBJECTIF ET MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE .....	7
CHAPITRE 2 : CADRE THÉORIQUE : DE L'ARCTIC INDIGENOUS URBANISM À L'AMÉNAGEMENT MICROCLIMATIQUE.....	9
2.1 ARCTIC INDIGENOUS URBANISM.....	11
2.1.1 TERRITOIRE PLANIFIÉ .....	12
2.1.2 TERRITOIRE SOCIAL.....	15
2.1.3 TERRITOIRE NATUREL .....	18
2.2 AMÉNAGEMENT MICROCLIMATIQUE ET EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE .....	23
2.2.1 TOPOGRAPHIE ET ÉCOSYSTÈME URBAIN .....	24
2.2.2 CONSIDÉRATIONS CLIMATIQUES .....	26
2.2.2 CADRE BÂTI .....	30
CHAPITRE 3 : VERS UN AMÉNAGEMENT MICROCLIMATIQUE AU NUNAVIK.....	35
3.1 LEVIERS.....	36
3.2 FRONTIÈRE ENTRE VILLAGE ET TERRITOIRE : VERS UN CONTRÔLE ADAPTÉ DU CLIMAT .	38
3.3 CENTRE DES VILLAGES : ADAPTATION AU CLIMAT ARCTIQUE .....	46
3.4 APPLICATION DE PRINCIPES D'AMÉNAGEMENT MICROCLIMATIQUE EN CONTEXTE INUIT .....	54
Principe 1 : Harmoniser le gabarit des bâtiments par rapport aux vents dominants et aux parcours du soleil .....	55
Principe 2 : Ralentir la vitesse du vent au sein des villages par l'implantation de bâtiments à la volumétrie appropriée. ....	57
Principe 3 : Prévoir et préserver des percées visuelles et physiques vers le territoire.....	60

Principe 4 : Viser la modularité et la flexibilité des habitations .....	61
Principe 5 : Inclure des équipements communautaires et des infrastructures énergétiques à même l'aménagement des milieux de vie. ....	62
Principe 6 : Offrir une variété de choix parmi les types et tenures résidentiels, selon des densités acceptables.....	64
3.5 LIMITES DE L'ÉTUDE .....	65
CONCLUSION .....	68
ANNEXE 1 — ANALYSE DE L'EMPLACEMENT DES CITERNES ET DES CENTRALES DANS LES 14 COMMUNAUTÉS DU NUNAVIK.....	69
ANNEXE 2 – PLANCHE SOMMAIRE DU PROJET <i>TUNUMMUT TAKUSAGIARLUTIT</i> .....	71
ANNEXE 3 — ROSE DES VENTS DES COMMUNAUTÉS DE KANGIRSUK, KANGIQSUALUJJUAQ ET SALLUIT .....	73
BIBLIOGRAPHIE.....	76

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 - Positionnement des équipements énergétiques dans, en bordure et en périphérie des villages .....	3
Figure 2 — Crise de l’eau à Iqaluit (ICI.Radio-Canada.ca, 2021) .....	4
Figure 3 — Potentiel photovoltaïque à travers le Canada (Ressources naturelles du Canada, tirée de Paquet, 2021) .....	6
Figure 4 — Potentiel éolien au Nord du Québec (Belzile et al. tirée de Paquet, 2021) .....	6
Figure 5 — Rencontre de <i>l’Arctic Indigenous Urbanism</i> et de l’aménagement microclimatique (Schéma de l’autrice) .....	10
Figure 6 — Cabanes du campement de <i>Sittuniit</i> (Demeule, 2021) .....	14
Figure 7 — Nunavik, territoire décentralisé (schéma de l’autrice).....	16
Figure 8 — Le village comme une entité décentralisée tel une constellation de lieux et de parcours (figure de l’autrice).....	18
Figure 9 — Relation entre village et territoire (Photo prise par : André Casault, 2016) .....	20
Figure 10 — Représentation de la temporalité inuit suivant un cycle saisonnier (Kenojuak, 1992) .....	21
Figure 11 — Relations entre territoire naturel, territoire social et territoire planifié (Schéma de l’autrice).....	23
Figure 12 — Enveloppe protectrice du bâtiment (Schéma de l’autrice) .....	24
Figure 13 — Influence de la topographie sur le climat (schéma de l’autrice selon Matus, 1988). 25	
Figure 14 — Représentation du mouvement de l’air et des turbulences engendrées par différents types d’objets (Cho et Jull, 2019).....	28
Figure 15 — Impact des congères sur le pergélisol (Société d’habitation du Québec, 2018) .....	29
Figure 16 — Représentation de Resolute Bay réalisée dans les années 70 par Erskine .....	31
Figure 17 — Évolution de la typologie des microrayons à Norilsk en Sibérie (Jull, 2016).....	32

Figure 18 — Relation de l’aménagement microclimatique avec la sphère sociale (Schéma de l’auteur).....	33
Figure 19 — Leviers impactant les aménagements microclimatiques (Schéma de l’auteur).....	36
Figure 20 — Huit principes permettant de contrôler la formation de congères autour des bâtiments (Strub, 1996) .....	37
Figure 21 — Vue aérienne de Fermont, Québec (Source : François Roy, 2010) .....	38
Figure 22 — Étude de l’effet des bâtiments de Fermont sur le vent (DMA, 2022).....	39
Figure 23 — Dessin de Resolute Bay par Erskine (Atlas, 2021).....	40
Figure 24 — <i>Eyes of Runavik</i> , Îles Féroé — Projet de White Arkitekter pour un concours d’architecture, 2016 (projet non réalisé) .....	41
Figure 25 — <i>Eyes of Runavik</i> , Îles Féroé — Plan d’ensemble (White Arkitekter, 2016).....	41
Figure 26 — <i>Eyes of Runavik</i> — simulations du vent (White Arkitekter, 2016) .....	42
Figure 27 — Études d’implantation pour Resolute Bay montrant l’effet des volumétries sur le débit d’air (Jull, 2016) .....	43
Figure 28 — Mur écran de Fermont - 1. École primaire, 2. Urgence du centre de santé. 3. Caserne, 4. Ancien centre de curling, 5. Piscine municipale, 6. CPE, 7. Logements, 8. Hôtel, 9. 755 maisons au sud du mur (Jobboom, 2009).....	44
Figure 29 — Coupe du mur-écran de Fermont (Duchesneau, Ruelland, et Simard, 2014) .....	44
Figure 30 — Plan de Resolute Bay par Erskine (Jull, 2016). .....	45
Figure 31 — Plan de Fermont par DMA illustrant le rapport entre la direction des vents dominants (en pointillé) et l’orientation des rues principales (en rouge) et résidentielles (en bleu) (Analyse par l’auteur).....	47
Figure 32 - Figure montrant l'effet de rues discontinues (à gauche) et continues (à droite) sur le vent (tirée de Sanborn, 2017) .....	47
Figure 33 — Salluit (Photo d’Antonin Boulanger Cartier) .....	48

Figure 34 — Skolkovo Innovation Center District 11 — regroupements d’habitations en « pingouin » permettant de sauver 5°C au cœur du projet .....	49
Figure 35 — Distance entre les différents secteurs d’habitations à Skolkovo (Analyse par l’autrice) .....	50
Figure 36 — <i>House of Families</i> par Fantastic Norway (Nuuk, Groenland): Concept d’habitations collectives pour les jeunes mères inuit dans le besoin et leurs enfants.....	51
Figure 37 — Image conceptuelle de <i>Model Modules</i> pour l’agrandissement spatial et fonctionnel de <i>l’illu sullivik</i> un bâtiment de services du Groenland(tirée de Carruth, 2016) .....	52
Figure 38 — Proposition pour un modèle d’habitation alternatif organisé selon des additions de modules, Thomassie Mangiok (2022).....	52
Figure 39 — Habitation traditionnelle inuit (tirée de Sheppard et White 2017, 145) .....	53
Figure 40 - Plan directeur du village de Kangiqsualujjuaq réalisé par Kativik Regional Gouvernement (2015) .....	56
Figure 41- Scénarios d’aménagement pour des secteurs de Kangiqsualujjuaq (Leboeuf-Soucy, Messier et Tessier, 2022) .....	57
Figure 42 — Exploration de l’aménagement d’un « mur protecteur » discontinu à Kangiqsualujjuaq (Leboeuf-Soucy, Messier, et Tessier, 2022).....	57
Figure 43 — Proposition d’un nouveau type d’habitation et d’une nouvelle maison des jeunes à Kangiqsualujjuaq (Leboeuf-Soucy, Messier, et Tessier, 2022).....	58
Figure 44 — Proposition d’aménagement pour le centre de Kangiqsualujjuaq inspirée du précédent de Skolkovo (Leboeuf-Soucy, Messier, et Tessier, 2022) .....	59
Figure 45 — « Coullées végétales » de Salluit (Leboeuf-Soucy, Messier, et Tessier, 2022).....	60
Figure 46 — Coupe montrant vers vues sur le paysage de la coulée de Kangirsuk (Leboeuf-Soucy, Messier, et Tessier, 2022) .....	61
Figure 47 — Modèles d’habitations en « clusters » (Leboeuf-Soucy, Messier, et Tessier, 2022)...	61

Figure 48 — Stratégie d’optimisation des équipements communautaire à Kangiqsualujjuaq (Leboeuf-Soucy, Messier, et Tessier, 2022).....	64
Figure 49 — Exploration pour la conception d’habitations modulable en « cluster » (Leboeuf-Soucy, Messier, et Tessier, 2022) .....	65
Figure 50 - <i>Block P</i> à Nuuk au Groenland (De Jonghe, 2021).....	66

## GLOSSAIRE

**Cadre bâti :** Ensemble des bâtiments, infrastructures et espaces publics composant le milieu de vie.

**Décentralisation :** Se dit d'un territoire où les infrastructures gouvernementales et administratives sont réparties dans plusieurs localités d'une région. Ces communautés restent néanmoins connectées grâce à un ensemble de réseaux physique, culturel, social et technologique (Sheppard, 2020).

**Écosystème urbain :** Lieu où habite la majorité des êtres humains. Les écosystèmes urbains sont créés et modifiés par le processus de développement urbain (Oke et al., 2017).

**Efficacité énergétique :** Capacité de l'enveloppe d'un bâtiment ou du cadre bâti à faire face aux stimuli externes sans augmenter la consommation énergétique (Matus, 1988).

**Environnement :** Un milieu ou écosystème qui varie dans le temps et dans l'espace. Il est dominé

par des caractéristiques physiques et climatiques issues de la topographie (Matus, 1988).

**Microclimat urbain :** Conditions atmosphériques déterminées par les composantes du milieu urbain qui distinguent le climat d'une ville de celui d'un milieu naturel adjacent (Guay-Marleau, 2020)

**Territoire/Nuna :** « [...] Territoire des Inuit [...] qui inclut les humains, les animaux, les configurations du paysage, les saisons, et même les êtres invisibles que l'on est toujours susceptible de croiser. » (Dorais, 2006, 13)

**Transition énergétique culturellement acceptable :** Processus de planification collaboratif s'assurant de la cohérence entre les nouvelles technologies et les activités traditionnelles. Elle reflète les intérêts de la population inuit (Paquet, 2021).

## INTRODUCTION

Le présent essai en design urbain s'intéresse au processus de transition énergétique dans les communautés inuit. Ce processus amène à se questionner sur la manière actuelle de construire les villages nordiques qui s'inspirent de l'aménagement des banlieues québécoises s'éloignant ainsi des aspirations culturelles inuit (Vachon et al., 2017). La recherche propose des pistes d'adaptation à l'aménagement des communautés du Nunavik suivant une conception inuit<sup>1</sup> du monde et les principes techniques exposés par l'aménagement microclimatique.

L'aménagement microclimatique s'attarde au cadre bâti et à ses effets sur le climat. Il prend en compte le milieu d'insertion, son profil climatique et sa topographie dans le design de milieux de vie. Les obstacles liés à un site donné deviennent donc des atouts pour l'adaptation (Guay-Marleau, 2020). L'étude des principes de l'aménagement microclimatique permet de saisir les opportunités et les enjeux de la conception en Arctique afin de créer un milieu de vie plus adapté au climat nordique. L'ajustement de ces principes permet alors la création d'un microclimat dit «urbain» où les conditions atmosphériques diffèrent de celles des environnements naturels adjacents (Guay-Marleau, 2020).

L'étude de la perception inuit du territoire que ce peuple a parcouru et habité sous l'angle de *l'Arctic Indigenous Urbanism* remet en question les principes techniques de l'aménagement microclimatique. Il offre une vision sociale et culturelle qui recadre les préoccupations, les valeurs et les idéologies d'un urbanisme inuit, et ce, suivant les trois dimensions avancées par Hemmersam (2016). Ces dimensions sont adaptées sous l'angle du territoire pour prendre en compte son importance dans la culture inuit. Les dimensions planifiée, sociale et naturelle ancrent, dans le respect de la culture locale, la conception d'un cadre bâti promouvant l'efficacité énergétique.

---

<sup>1</sup> Afin de conserver la forme invariable de la sémantique traditionnelle du mot Inuit signifiant « peuple » en Inuktitut, le texte suivant ne l'accordera pas en genre et en nombre (Dorais, 2004).

L'essai propose de considérer la transition énergétique selon une approche technique et une vision culturelle qui permettent de soutenir à la fois les énergies renouvelables, le mode de vie ainsi que les pratiques culturelles inuit.

# CHAPITRE 1 : PROBLÉMATIQUE

## 1.1 NUNAVIK, TERRITOIRE DÉPENDANT DES HYDROCARBURES

La nécessité d'une transition énergétique se fait sentir progressivement au Nunavik. La pollution de l'air et les impacts environnementaux liés au transport, à l'exploitation et aux risques de déversement du mazout préoccupent de plus en plus les Inuit (Kativik Regional Government, 2010). Un relevé des centrales et des citernes de mazout des 14 villages du Nunavik permet, d'ailleurs, de constater que, dans six des 14 localités, ces infrastructures sont situées à moins de 100 mètres des habitations et des services. Dans six autres villages, les centrales et citernes se trouvent à 100 mètres. Seules deux communautés, soit Kangiqsualujjuaq et Kuujuaq, les ont construites en périphérie (Annexe 1 ; Figure 1). Les risques de déversements sont non seulement importants, mais ils constituent un danger constant pour la population qui vit avec cette menace au jour le jour.



Figure 1 - Positionnement des équipements énergétiques dans un village, en bordure ainsi qu'en périphérie des villages

En 2015, lors d'une livraison à Salluit, un tuyau de déchargement rompu a provoqué un déversement de 3000 litres de pétrole (La Presse canadienne, 2015). Une vaste zone de l'anse de Salluit a été touchée, impactant les ressources alimentaires de la communauté (Roger, 2015). En 2021, au Nunavut, la présence de pétrole dans l'aqueduc municipal d'Iqaluit a généré une crise de l'eau. Face à la contamination du réseau d'eau courante, la municipalité a déclaré l'état d'urgence et importé de l'eau potable (ICI.Radio-Canada.ca, 2021 ; CBC Radio, 2021; Figure 2). Ces

événements démontrent la précarité des communautés inuit face aux risques environnementaux causés par les hydrocarbures.



Figure 2 — Crise de l'eau à Iqaluit (ICI.Radio-Canada.ca, 2021)

Malgré la proximité des réseaux hydroélectriques, l'État québécois n'a toujours pas connecté les communautés du Nunavik aux réseaux électriques en raison des coûts importants que cela entraînerait. Depuis l'établissement des réseaux autonomes en 1959, les hydrocarbures comme principale source d'électricité et de chauffage (Paquet, 2020). Les Inuit font ainsi face aux aléas relatifs aux coûts des énergies fossiles dont la disponibilité risque de diminuer (Kativik Regional Government, 2010). Neuf des 14 centrales, dont celles de Kangiqsualujuaq et de Salluit, vont d'ailleurs être en déficit de puissance pour la période 2025-2026 en raison de la croissance démographique. L'augmentation de la population met sous pression les centrales des villages les obligeant à augmenter leur capacité de production électrique (Paquet, 2021).

## 1.2 LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE VUE DU NUNAVIK

Les Inuit considèrent la possibilité de produire des énergies renouvelables comme une manière d'acquérir leur autonomie énergétique, de protéger leur territoire et de participer à la réduction des gaz à effet de serre (Kativik Regional Government, 2010). Selon eux, la transition énergétique doit encourager une prise de décision locale et se faire au bénéfice des communautés inuit (Harbour-Marsan et Lasserre, 2021). Les Inuit sont toutefois préoccupés par les impacts que

ces nouvelles infrastructures peuvent avoir sur le territoire naturel, la faune, le paysage, la qualité de l'eau et la pratique de leurs activités traditionnelles (Harbour-Marsan et Lasserre, 2021).

Le gouvernement québécois et la communauté scientifique collaborent actuellement avec les collectivités inuit dans le but d'assurer la transition énergétique. Une recherche financée par l'Institut nordique du Québec intitulée *Habitation et transition énergétique au Nunavik : mieux comprendre les enjeux humains, techniques et environnementaux* cherche à faire avancer les connaissances sur le bâti résidentiel pour favoriser cette transition énergétique (Gosselin et al., 2019). Hydro-Québec s'est, pour sa part, engagée à convertir de manière partielle ou totale les réseaux autonomes des villages du Nunavik à des sources d'énergie propre d'ici 2025 (Hydro-Québec, 2021b, Paquet, 2020). À ce jour, trois projets exploitant les énergies renouvelables ont vu le jour au Nunavik, soit une centrale solaire expérimentale à Quaqtqaq, une centrale au fil de l'eau à Inukjuak et une centrale hybride à Tasiujaq (Paquet, 2020).

L'étude de Paquet (2021), portant sur la transition et les préférences énergétiques des Inuit et des non-Inuit, démontre d'ailleurs un penchant pour les énergies solaires et éoliennes qui présentent un fort potentiel au Nunavik (Figures 3-4). Bien que la quantité d'énergie photovoltaïque soit affectée par les heures d'ensoleillement hivernales, la production hybride solaire-diesel-batteries semble être une solution intéressante (Paquet, 2021). L'hiver peut d'ailleurs être avantageux pour les énergies solaires, comme les panneaux photovoltaïques bénéficient de l'albédo élevé de la neige, soit de sa capacité à réfléchir l'énergie lumineuse pour produire de l'électricité (Paquet, 2021). Hydro-Québec a également dénoté un fort potentiel éolien pour certaines localités du Nunavik, soit dans l'ordre : Inukjuak, Kuujjuarapik, Kangiqsualujjuaq et Kangirsuk (Saulnier et Forcione, 2004).

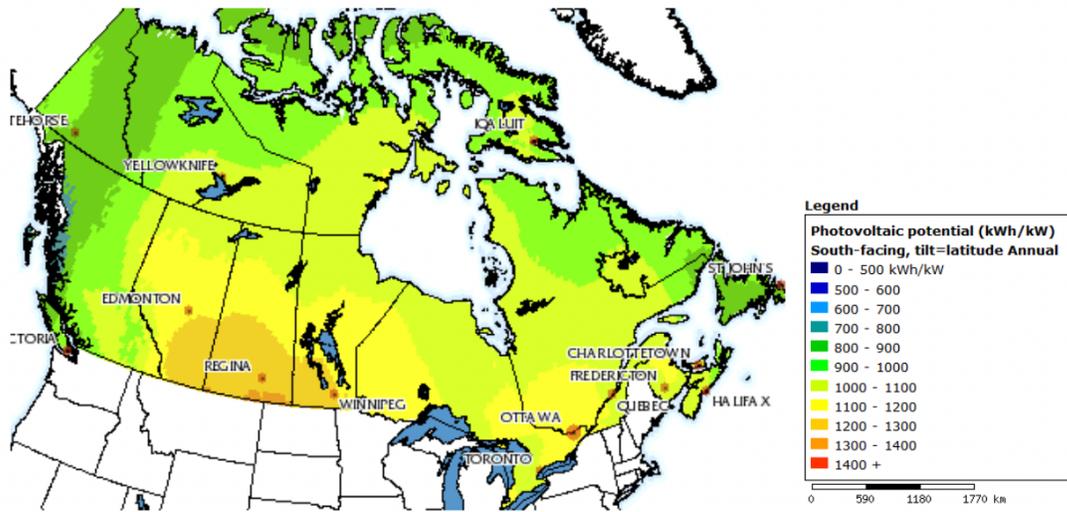


Figure 3 — Potentiel photovoltaïque à travers le Canada (Ressources naturelles du Canada, tirée de Paquet, 2021)

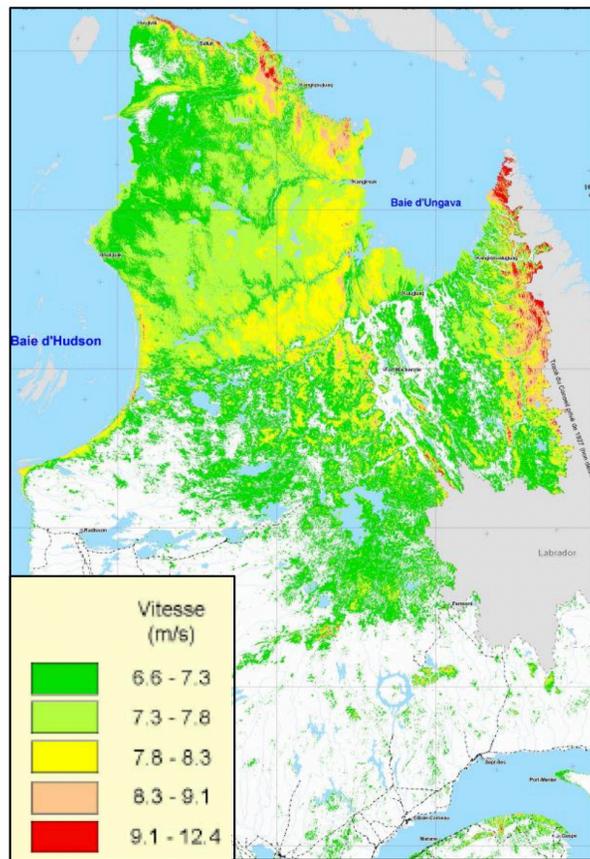


Figure 4 — Potentiel éolien au Nord du Québec (Belzile et al. tirée de Paquet, 2021)

Cela dit, la transition, tel qu'envisagée par les instances gouvernementales, se définit par la volonté d'atteindre certaines cibles énergétiques. Elle se préoccupe à la fois de l'environnement et de la demande croissante des communautés (Paquet, 2021). Afin de minimiser le recours aux énergies fossiles, il apparaît nécessaire de réfléchir à l'aménagement des villages nordiques pour les adapter à leur milieu d'insertion et favoriser une réduction de la consommation énergétique (Pressman, 1989; van den Dobbelen, 2021; Vandevyvere et Stremke, 2012). En effet, le milieu bâti joue un rôle important en matière d'efficacité énergétique puisqu'il influence les conditions climatiques d'un milieu (Pressman, 2004; Guay-Marleau, 2020). Cette interrelation entre la transition énergétique et la forme urbaine fait en sorte que la transition peut servir de vecteur tout en devenant la finalité d'un aménagement répondant à la fois au climat nordique et aux besoins des communautés inuit. La planification urbaine offre d'ailleurs la possibilité de faire appel à la rigueur technique et organisationnelle actuelle ainsi qu'à l'apport qualitatif d'un cadre bâti soutenant la transition énergétique selon des perceptions culturelles.

### 1.3 QUESTION, OBJECTIF ET MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

Considérant les défis auxquels font face les communautés inuit, *comment l'aménagement microclimatique peut-il être adapté à un urbanisme inuit pour favoriser l'efficacité énergétique des communautés du Nunavik?*

La présente recherche a pour but d'élaborer des principes d'aménagement microclimatique qui favorisent une meilleure efficacité énergétique tout en étant adaptés à la vision inuit du territoire. Cette vision se base sur trois dimensions de la conception inuit du monde amenées par Hemmersam (2016) : sociale, planifiée, aussi nommée technique par Hemmersam (2016), et naturelle.

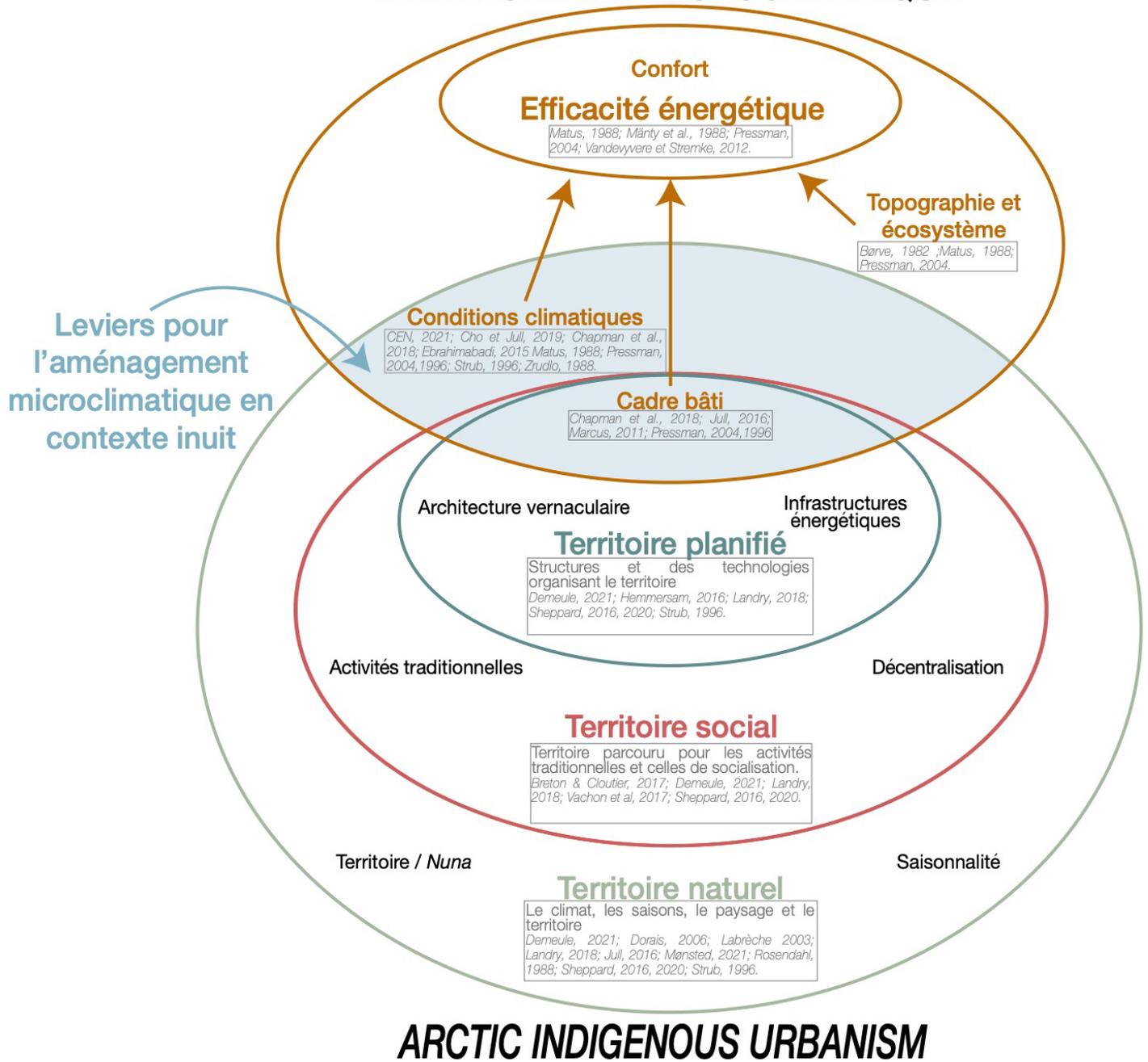
L'aménagement et l'architecture, en milieux arctiques, ne peuvent être développés sans considérer les préoccupations et les particularités de la population locale (Hemmersam, 2016). Ainsi, l'essai puise à *l'Arctic Indigenous Urbanism* et aux principes de l'aménagement microclimatique en milieux nordiques pour discuter et explorer une approche d'adaptation des villages à la fois culturelle et technique adéquate au Nunavik. L'essai émet l'hypothèse que l'étude du cadre bâti et du rapport au climat sont à la base d'un métissage de l'approche technique et de

la perception culturelle. Ces leviers permettent d'ajuster les valeurs d'aménagement sous l'angle de l'efficacité énergétique sans laisser de côté les perceptions culturelles.

## CHAPITRE 2 : CADRE THÉORIQUE : DE L'ARCTIC INDIGENOUS URBANISM À L'AMÉNAGEMENT MICROCLIMATIQUE

L'*Arctic Indigenous Urbanism* et l'aménagement microclimatique sont deux approches ou concepts urbanistiques qui s'intéressent au cadre bâti sous l'angle des considérations climatiques. Ensemble, elles offrent un cadre d'analyse pertinent pour l'élaboration d'un urbanisme inuit qui favorise la transition énergétique menant à un développement soutenable et culturellement approprié (Figure 5). L'*Arctic Indigenous Urbanism* aborde des considérations culturelles et urbanistiques propres au contexte inuit suivant trois dimensions territoriales interreliées soit la dimension naturelle, sociale et planifiée. La dimension naturelle plus large contient la dimension sociale qui englobe à son tour la dimension planifiée (Figure 5). L'aménagement microclimatique, quant à lui, se penche sur des principes plus techniques. Il cherche à augmenter l'efficacité énergétique des bâtiments et des villages par une meilleure compréhension de la relation entre le climat, la topographie, les écosystèmes et le cadre bâti. L'aménagement microclimatique se comprend donc comme un ensemble de principes s'attardant aux dimensions planifiée et naturelle du territoire pour mener à une augmentation de l'efficacité énergétique et du confort thermique (Figure 5).

# AMÉNAGEMENT MICROCLIMATIQUE



# ARCTIC INDIGENOUS URBANISM

Figure 5 — Rencontre de l'Arctic Indigenous Urbanism et de l'aménagement microclimatique (Schéma de l'autrice)

## 2.1 ARCTIC INDIGENOUS URBANISM

Le concept d'*Arctic Indigenous Urbanism* part du constat que l'urbanisme, tel qu'il est actuellement pratiqué dans les communautés arctiques, ne répond pas aux besoins de la population. Sheppard (2020) démontre que l'attention de l'urbanisme porte sur les aspects techniques de l'aménagement tels que le transport du mazout et de l'eau de même que la répartition des usages ou le zonage. Les mêmes conclusions sont applicables aux communautés du Nunavik. La forme urbaine, le mode d'implantation des habitations de même que la forme rectiligne des rues proviennent d'une ordonnance étatique basée sur des nécessités techniques et des contraintes temporelles (Breton et Cloutier, 2017). La conception inuit du monde et de leur milieu de vie est davantage «holistique» en prenant compte, par exemple, de la géographie, du paysage, du climat et de la sphère sociale (Sheppard, 2020). Étant donné le mode de vie inuit, les limites législatives séparant le village et le territoire sont floues (Snowball et McDonald, 2020). La perception inuit de l'espace et du temps est davantage ancrée dans la symbolique, la tradition orale et la spiritualité que la tradition occidentale affectant donc la perception que les Inuit ont de l'urbanisme (Snowball et McDonald, 2020).

Afin d'explorer la perspective d'un urbanisme inuit, les trois dimensions de la vision inuit du monde avancées par Hemmersam (2016) sont porteuses : l'environnement naturel, l'environnement technologique et l'environnement sociétal. Les valeurs et les idéologies qui guident les trois dimensions du monde diffèrent grandement d'une époque à l'autre et d'une culture à l'autre influençant les différents courants architecturaux et urbanistiques (Hemmersam, 2016). Dans la culture inuit, la relation entretenue avec le territoire ou «*nuna*» serait centrale à cet urbanisme inuit (Sheppard, 2020).

Le terme inuktitut «*nuna*», signifiant «territoire», englobe le territoire naturel, la matérialité, les pratiques, les parcours et les expériences des êtres vivants qui y habitent, dont l'être humain (Hansen, 2020). Il inclut simultanément la dimension naturelle, sociale et planifiée du monde. Ainsi, l'essai renomme les trois dimensions territoire relevées par Hemmersam (2016) planifié, territoire social, et territoire naturel. Le territoire planifié remplace l'environnement

technologique comme il inclut l'ensemble des structures organisant le territoire. Le territoire social prend la place de l'environnement sociétal pour développer la relation entre le territoire et les activités pratiques ou sociales. Enfin, le territoire naturel, au même titre que l'environnement naturel, précise le rapport que les Inuit entretiennent avec la nature. L'utilisation du terme territoire offre une plus grande flexibilité dans l'analyse et la compréhension de la perception inuit du monde.

### 2.1.1 TERRITOIRE PLANIFIÉ

Le territoire planifié consiste en l'ensemble des structures et des technologies organisant le territoire (Hemmersam, 2016). Au fil du temps et des adaptations, une architecture dite «vernaculaire» et une logique d'aménagement spécifique au milieu d'insertion émergent du territoire planifié (Hemmersam, 2021).

#### ARCHITECTURE VERNACULAIRE INUIT

Les structures vernaculaires, influencées par la culture et les préoccupations des communautés locales, s'imposent en réponse aux problématiques des milieux d'insertion. Afin de faire face aux conditions et aux nombreuses réalités de l'Arctique, un large éventail d'infrastructures formelles et informelles se sont développées, créant une architecture vernaculaire unique à chaque population arctique (Hemmersam, 2021). Même lorsque conçue pour un contexte arctique, la typologie d'un bâtiment gagne à être ajustée aux particularités du lieu et de la culture locale qui varie d'une région à l'autre. De ce fait, une architecture dite « vernaculaire » émerge afin de répondre aux besoins locaux (Hemmersam, 2021).

Sheppard (2020) considère les «*utilidors*<sup>2</sup>» comme un exemple d'élément d'une architecture vernaculaire nordique. À Nuuk, au Groenland, ils sont fréquemment joints à des passages piétons permettant aux habitants de se déplacer entre les maisons au sein d'une topographie accidentée (Sheppard, 2020). Cette réponse aux contraintes de l'environnement

---

<sup>2</sup> Infrastructures de surface pour le transport des eaux propres et usées présentes dans certaines communautés du Nunavut et du Groenland

participe à l'organisation spatiale et visuelle de l'espace tout en s'ajustant aux réalités ou aux préoccupations locales. Au Nunavik, comme au Nunavut, les congélateurs communautaires, les ports et les coopératives (*coop stores*) sont des exemples de structures vernaculaires organisant l'espace des villages nordiques (Sheppard, 2020). Les rangements et les campements, conçus et construits par les Inuit, sont tout aussi importants dans l'édification du territoire planifié (Demeule, 2021; Sheppard, 2020).

Les campements remettent en perspective la définition du territoire planifié et des limites administratives actuelles. La planification ne s'arrête pas au cadre réglementaire et aux limites administratives des villages<sup>3</sup>. Les Inuit participent à mettre en forme, suivant leurs besoins et aspirations, le territoire planifié qui s'étend sur le territoire naturel, entre autres, sous la forme des campements.

#### CADRE BÂTI

Les campements démontrent la rationalité inuit en matière d'organisation territoriale et de la construction d'un cadre bâti qui fait écho à leur rapport au territoire et au climat. Le mode d'implantation des cabanes reprend celui des igloos, reflétant ainsi une continuité des habitus nomades dans le contexte d'une territorialité contemporaine (Landry, 2018). Les igloos s'implantaient traditionnellement en petit groupe et faisaient face aux étendues d'eau qui influençaient leur compréhension spatiale du territoire (Mønsted, 2021; Nungak, 2016).

Cette réalité influence l'aménagement des campements contemporains et la construction des cabanes. Suivant une conception inuit du territoire, les campements épousent le paysage et la topographie tout en s'ouvrant vers les points d'eau qui les bordent (Strub, 1996; Demeule, 2021). L'architecture des cabanes prend en compte les vues, la topographie, les vents, la relation au sol, le voisinage, l'accès à l'eau (Demeule, 2021). Les cabanes se déposent sur le sol sans

---

<sup>3</sup> Les quatorze municipalités du Nunavik disposent de trois catégories de terres. Les terres de catégorie I constituent les limites municipales (Breton et Cloutier, 2017; Kativik Regional Government, 2020). Elles appartiennent à la corporation foncière inuit de chaque communauté. Les terres de catégorie II et III appartiennent au domaine public. Les Inuits peuvent s'y établir et exploiter des installations de pourvoirie (Kativik Regional Government, 2020).

affecter la topographie et la flore, minimisant ainsi l'impact de leur implantation sur l'environnement naturel (Figure 6). L'aménagement des campements et des cabanes reflète un besoin d'isolement et de regroupement des familles (Demeule, 2021; Landry, 2018). Les campements incarnent la perspective sociale, et naturelle du territoire planifié.



Figure 6 — Cabanes du campement de *Sittuniit* (Demeule, 2021)

L'aménagement des campements témoigne de l'existence d'un territoire planifié même s'il n'est pas formalisé par une structure gouvernementale. Matunga (2013) affirme qu'une planification autochtone a toujours existé. «[...] Plutôt que d'être des "spectateurs passifs", les populations autochtones ont toujours été des "participants actifs" dans "leur" planification [traduction libre] (Matunga, 2013, 4).» La reconnaissance de la planification inuit en parallèle à la planification gouvernementale soulève le besoin de réévaluer l'ensemble des installations et des principes clés guidant l'aménagement.

#### INFRASTRUCTURE ÉNERGÉTIQUE

La transition énergétique du Nunavik marquera vraisemblablement une modification du territoire planifié de la même manière que les hydrocarbures l'ont fait. L'utilisation des énergies

fossiles a accéléré la transformation du territoire planifié initiée lors de la sédentarisation des communautés inuit. Elle a formalisé la logique organisationnelle rectiligne puisqu'elle facilite, entre autres, le transport de ces énergies de résidence à résidence (Paquet, 2021).

Les considérations techniques, essentielles au bon fonctionnement des énergies renouvelables, ont le potentiel de créer une nouvelle rationalité qui impactera le territoire naturel. Les particularités et préoccupations locales du Nunavik sont donc à considérer dans ce processus. Pour les Inuit, ces inquiétudes concernent particulièrement le territoire naturel et social. Ils se soucient des répercussions potentielles qu'auront les infrastructures sur la faune et la flore et, par le fait même, sur leurs activités traditionnelles (Harbour-Marsan et Lasserre, 2021). Les trois dimensions du territoire méritent d'être envisagées lors de l'installation de ces infrastructures au Nunavik dans le but d'en minimiser les impacts sur le mode de vie des Inuit.

Le territoire planifié amène à remettre en question les infrastructures énergétiques et l'aménagement microclimatique, tel qu'ils se conçoivent actuellement, afin de respecter les besoins, les préoccupations et les valeurs des communautés inuit. Cette notion prend en considération l'existence d'autres types de planification que celle gouvernementale. Elle fait référence à l'ensemble des constructions issues d'un aménagement inuit répondant aux besoins de la population locale. Le territoire planifié est également indissociable des considérations propres au territoire naturel que les Inuit occupent, et au territoire social dont il sert de cadre.

### **2.1.2 TERRITOIRE SOCIAL**

Chez Hemmersam (2016), l'environnement social correspond à la population locale, à sa culture, son histoire et la société ainsi déterminée. Le territoire social s'attarde donc à la manière dont les Inuit vivent, parcourent et habitent le territoire. Il inclut les activités traditionnelles et l'ensemble des espaces vécus par la population, que ce soit de manière journalière, hebdomadaire, saisonnière ou annuelle (Sheppard, 2020).

#### **DÉCENTRALISATION**

Souvent perçu comme un territoire éloigné et isolé, le Nord consiste plutôt en un ensemble de lieux étroitement reliés par une multitude de réseaux (Sheppard, 2020). Les infrastructures gouvernementales et administratives ont été réparties à travers les localités de cette région pour

restreindre les structures hiérarchiques. L'Internet, la navigation GPS, l'utilisation de véhicules tout-terrain, de même que les communications aériennes et maritimes sont venus tisser, avec la culture, un réseau de communication et de transport transnational spécifique à l'Arctique (Sheppard, 2020; Figure 7). La notion de réseau est d'ailleurs étroitement liée aux façons proprement autochtones de comprendre et de vivre le territoire. «L'identité du lieu des Inuinnait [Inuit de l'ouest du Nunavut] se définit dans leurs relations aux autres, dans la fluidité du territoire connecté [traduction libre] (Sheppard ,2020, 326).»

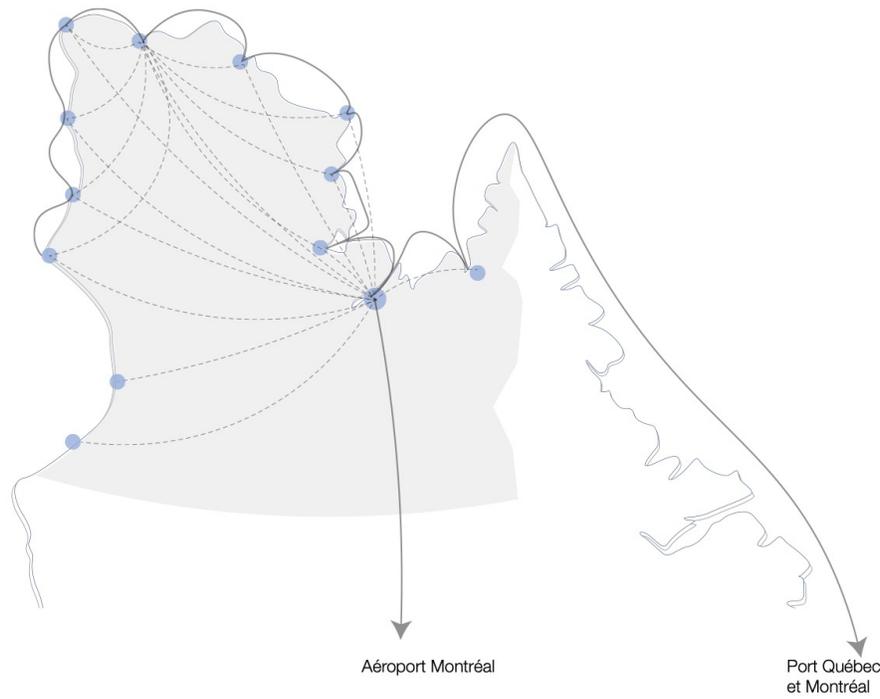


Figure 7 — Nunavik, territoire décentralisé (schéma de l'autrice)

À l'image de la décentralisation qui caractérise les institutions gouvernementales, administratives et sociales du Nord (Sheppard, 2020), les communautés ne disposent pas d'un centre ni d'une rue principale. Elles présentent plutôt une constellation de lieux de rencontres interconnectés de manière souple (Sheppard, 2020). Les Inuit ne tiennent pas compte des limites abstraites, administratives ou construites, comme les infrastructures routières qui organisent le territoire conformément à une conception occidentale (Breton et Cloutier, 2017). Une constellation de parcours plus ou moins informels parsèment plutôt le territoire, révélant une conception plus flexible de la notion de frontière. Les déplacements suivent une logique propre

aux Inuit qui relient entre eux les différents lieux communautaires de manière directe, en faisant fi des infrastructures en place (Breton et Cloutier, 2017). Une toile de lieux et de parcours se superpose à la trame orthogonale des rues du village selon les besoins de la population.

## ACTIVITÉS TRADITIONNELLES

Les campements représentent bien le nouveau rapport que les communautés inuit entretiennent avec le territoire. « Les villages et les campements ne doivent pas être envisagés comme des entités différentes ou opposées, mais doivent plutôt être perçus comme des éléments intégrés à un même système » (Demeule, 2021, 49). Cette relation se visualise telle une toile qui se forme autour et à travers le village en relation avec les déplacements de la population (Figure 8).

Bien que l'implantation du mode de vie sédentaire ait morcelé la toile territoriale (Landry, 2018), territoire et village demeurent liés entre eux par une multitude de réseaux et de lieux d'ancrage (Figure 8). La communauté sert de point central à ce réseau étendu d'activités territoriales. Elle dispose des pôles de services et d'emplois essentiels à la population qui y habite afin qu'elle puisse parcourir le territoire (Demeule, 2021). Elle agit comme le lieu d'entreposage, de traitement ainsi que de partage des ressources (Demeule, 2021; Landry, 2018). Le village participe à la sécurité alimentaire des familles ne pouvant pratiquer les activités traditionnelles et parcourir le territoire (Landry, 2018). Il s'adapte ainsi aux nouvelles réalités de la sédentarisation.

Avec le temps, les campements sont devenus des lieux de réunions familiales et communautaires. Ils offrent une connexion avec le territoire et une opportunité d'évasion, tout en permettant l'accès aux ressources encore essentielles pour la subsistance de plusieurs familles (Demeule, 2021; Landry, 2018). Les activités traditionnelles, pratiquées lors de séjours dans les campements, favorisent la socialisation familiale et la transmission des savoirs traditionnels qui se perdent à cause de la sédentarisation (Demeule, 2021; Landry, 2018). Les Inuit entrent en contact de manière régulière avec le territoire naturel qui demeure un lieu important au territoire social.

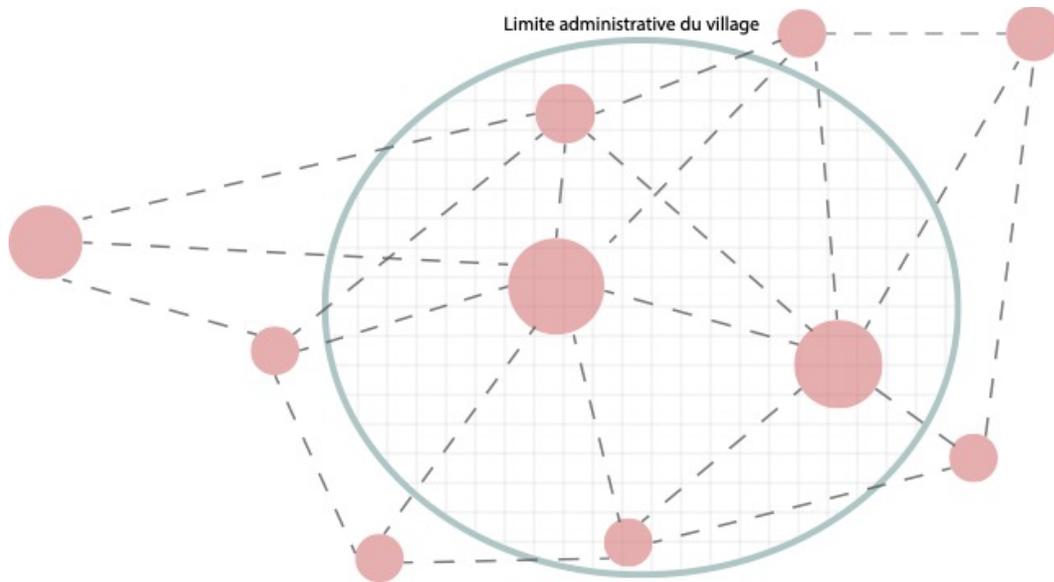


Figure 8 — Le village comme une entité décentralisée telle une constellation de lieux et de parcours (figure de l’autrice)

Cette conceptualisation décentralisée de l’espace social élargit et module la conception du territoire naturel. Les lieux de socialisation ne se limitent pas aux activités prenant place dans les collectivités inuit (Figure 8). Ils s’étendent dans l’espace naturel par la pratique des activités traditionnelles. L’urbanisme inuit offre une certaine flexibilité puisque le territoire ne peut être planifié de manière rigide. Dictier et délimiter les usages d’un lieu par son aménagement reviendrait à lui soustraire sa capacité à répondre aux différentes réalités et à évoluer au fil du temps. Cette aptitude est essentielle à un territoire social qui est impacté par le climat rythmant la vie au Nunavik.

### 2.1.3 TERRITOIRE NATUREL

Selon l’*Arctic Indigenous Urbanism*, le territoire naturel inclut à la fois les saisons, le climat, le paysage et le territoire dépassant les limites des villages nordiques (Sheppard, 2020). Il s’agit d’un espace porteur de la culture et de l’identité inuit, au même titre que les villages et les campements.

## LE TERRITOIRE/NUNA

La *nuna* « [...] a des plantes, de l'eau, de la nourriture, des gens [...] (Dorais, 2006, 11) ». Elle consiste en un lieu habité et vécu par les êtres humains et les êtres non humains. Elle présente des paysages et des saisons dont la principale est l'hiver (Dorais, 2006). Le concept de *nuna* est à la base de la culture inuit, de leur mode de vie et de leurs traditions ancestrales affectant donc la relation que les Inuit entretiennent avec le territoire qu'ils habitent (Landry, 2018).

Les chants, la tradition orale et l'ensemble des activités traditionnelles reliés au territoire sont la manifestation de la prépondérance de la *nuna* dans leur mode de vie. Cette dernière consiste à la fois en un lieu pour se nourrir et pour prendre soin de sa santé mentale et physique (Demeule, 2021). Les Inuit ont une affection particulière envers le territoire qui transparait par le bien-être qu'ils associent au fait de passer du temps à le parcourir et à l'habiter (Demeule, 2021). Or, la relation que les Inuit entretiennent avec le territoire diffère grandement de la relation existant entre le village et le territoire.

En effet, bien qu'important pour la culture et associé aux valeurs et à l'identité inuit, la présence du territoire se perd dans les localités du Nunavik où le gravier domine le paysage (Figure 9). Afin de répondre aux enjeux liés à la construction des édifices sur le pergélisol, les constructeurs utilisent généralement des fondations sur vérins ajustables. Ce type de fondation, nécessitant le nivellement du terrain par des radiers de gravier (Vachon et al., 2017), cause un décalage entre les bâtiments et le territoire (Figure 9). Les communautés inuit apparaissent, par extension, « détachées » du paysage sur lequel elles s'implantent. La nature se trouve donc exclue du point d'attache principal des Inuit. La relation étroite que les Inuit entretiennent avec le territoire invite pourtant à voir les communautés comme des composantes du territoire naturel. Elles sont constamment mises en contact avec le territoire en raison des aléas climatiques et des activités traditionnelles.



Figure 9 — Relation entre village et territoire avec radier en gravier en avant-plan (Photo prise par : André Casault, 2016)

## SAISONNALITÉ

Selon la perception traditionnelle inuit, les phénomènes cycliques comme les saisons, la migration du gibier, etc. régissent la temporalité et le mode de vie en Arctique (Paquet, 2021; Figure 10). Ces phénomènes naturels, desquels la survie des Inuit dépendait avant la sédentarisation, entraînaient un changement dans le mode de déplacement et de subsistance, dans l'occupation du territoire et dans la taille des groupes (Labrèche, 2003). L'été, des groupes de plus petite taille, souvent issus de la même cellule familiale, se formaient alors que des communautés plus populeuses et stables étaient nécessaires pour la période hivernale (Labrèche, 2003). Du printemps à l'automne, les groupes se déplaçaient selon les opportunités de chasse. «[Les] Inuit ont appris comment abandonner l'idée de contrôler le temps afin de devenir conscients, et donc, d'avoir la capacité de suivre le rythme et les mouvements du climat, des marées, des animaux, des saisons, etc. [Traduction libre] (Searle, 2008 dans Sheppard, 2020, 340).»



Figure 10 — Représentation de la temporalité inuit suivant un cycle saisonnier (Kenojuak, 1992)

La saisonnalité du mode de vie inuit est présente aujourd’hui dans les activités traditionnelles et les modes de transport alternatifs, comme les motoneiges et les véhicules tout-terrain (Sheppard, 2020). Cette temporalité propre aux Inuit nécessite une adaptation de la planification afin de prendre en compte les activités journalières, annuelles et saisonnières qui animent la sphère sociale (Sheppard, 2020). Elle suggère l’aménagement de lieux communautaires flexibles face aux changements saisonniers. Les villages doivent considérer les particularités des saisons, ce qui sous-entend l’importance de garder un lien entre les villages et le territoire naturelle et ses conditions climatiques.

#### CONDITIONS CLIMATIQUES

Le mouvement des saisons, qui guide leur mode de vie, a amené les Inuit à bénéficier d’une forte connexion avec la nature. Le vent a une importance particulière dans le mode de vie des Inuit (Jull, 2016). Avec le soleil et l’eau, les vents dominants constituent l’un des moyens de s’orienter dans l’espace, notamment au moyen du vocabulaire inuktitut (Dorais, 2006). Les Inuit, dont ceux du Nunavik, séparaient et nommaient le territoire selon 2 à 8 segments suivant les vents

dominants de la région pour s'orienter. Les dénominations demeurent les mêmes d'une région à l'autre, et ce, même si la direction des vents y change légèrement (Dorais, 2006). Les populations autochtones des régions arctiques vivent ainsi en symbiose avec la nature et le climat (Jull, 2016; Rosendahl, 1988).

Cette relation symbiotique se perçoit, entre autres, dans l'architecture des cabanes s'implantent suivant les conditions climatiques. Les façades exposées aux vents dominants présentent peu d'ouvertures et la fenestration est organisée de manière à offrir plus de luminosité dans l'espace commun (Demeule, 2021). Les Inuit considèrent le vent comme faisant partie de la vie dans un climat arctique (Marcus, 2011). Ils perçoivent les avantages du vent, notamment sa capacité à disperser la neige, comme préférables à son absence totale (Marcus, 2011).

La *nuna*, la saisonnalité ainsi que le climat sont les éléments d'une perception de l'espace planifié comme faisant partie du territoire naturel. Le territoire planifié existe à l'intérieur d'un univers naturel auquel il se rapporte puisqu'il entre en relation constante avec lui par l'entremise des conditions climatiques et des saisons. La relation entre le territoire naturel et le territoire social occasionne également une certaine forme de planification par les chemins informels et l'aménagement des campements. Enfin, le territoire naturel guide la formation du territoire planifié qui vient, en retour, le modifier par la construction de villages, de sentiers et de cabanes (Figure 11).

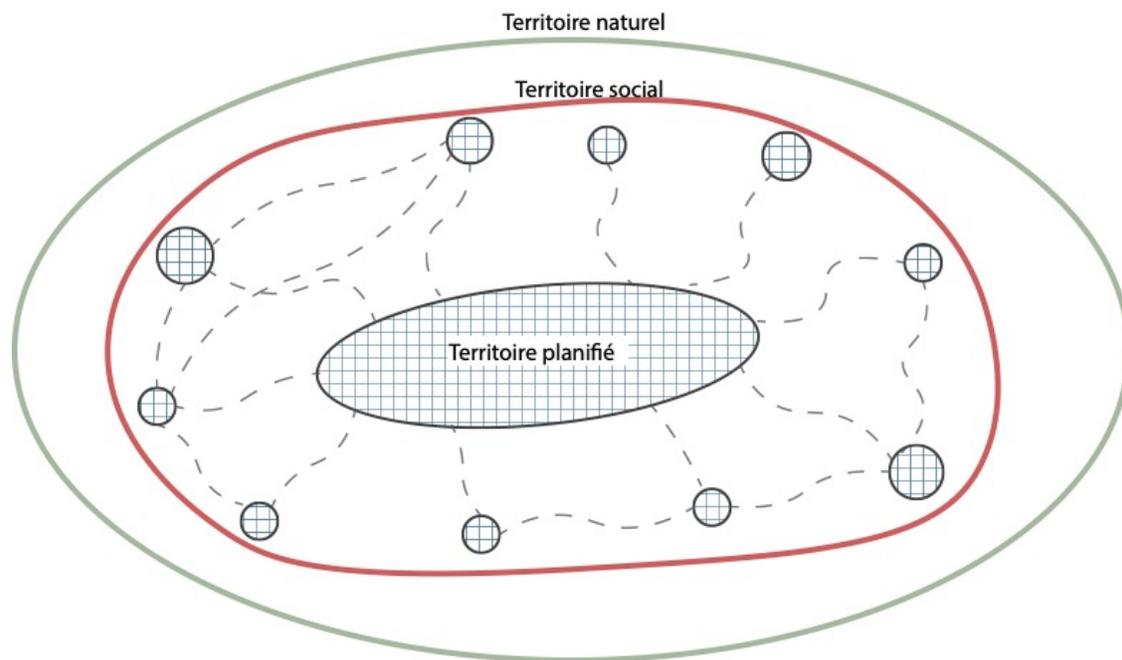


Figure 11 — Relations entre territoire naturel, territoire social et territoire planifié (Schéma de l'autrice)

Cette compréhension du territoire dans ses trois dimensions sociale, naturelle et planifiée incite à aborder l'aménagement microclimatique et les énergies renouvelables au-delà de la sphère de la planification. Le territoire planifié est constamment transformé et influencé par les deux autres dimensions. L'urbanisme inuit nécessite une vision globale qui dépasse les limites administratives pour considérer les trois dimensions territoriales de manière interdépendante ou relationnelle, ce qui est actuellement peu perceptible dans les principes d'aménagement microclimatique. En effet, bien qu'une séparation de l'environnement urbain suivant les dimensions territoriales se perçoit également dans l'aménagement microclimatique, le territoire naturel prédomine sur les deux autres.

## 2.2 AMÉNAGEMENT MICROCLIMATIQUE ET EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Un microclimat dit «urbain» consiste en des conditions atmosphériques propres aux milieux urbains qui diffèrent des environnements naturels adjacents. Chaque élément du cadre bâti influence les conditions climatiques d'une ville (Guay-Marleau, 2020; Mänty et al., 1988). L'efficacité énergétique des édifices est constamment éprouvée par les stimuli externes

susceptibles de les affecter négativement (Mänty et al., 1988; Figure 12). Les bâtiments agissent comme une enveloppe protectrice entre l'individu et le climat (Matus, 1988). Afin de répondre aux stimuli et d'ajuster les conditions intérieures pour qu'elles restent confortables, le cadre bâti et la consommation énergétique peuvent être modifiés (Matus, 1988). Puisque les technologies produisant des énergies renouvelables ne réussissent pas à combler la demande mondiale actuelle (Vandevyvere et Stremke, 2012), la transition énergétique requiert une adaptation du milieu bâti suivant les principes de l'aménagement microclimatique.

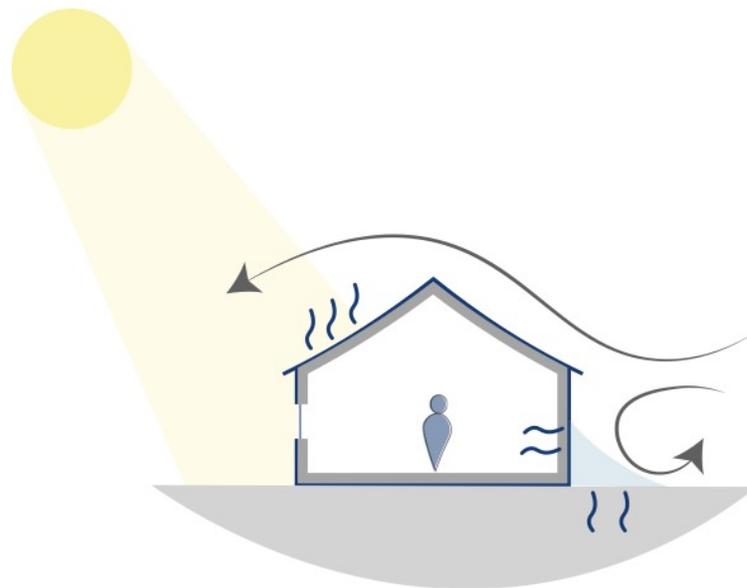


Figure 12 — Enveloppe protectrice du bâtiment (Schéma de l'autrice)

À la manière de l'analyse de l'approche de l'*Arctic Indigenous Urbanism*, ce concept peut s'envisager suivant deux des trois dimensions de la vision inuit du monde que Hemmersam (2016) relève : naturelle et planifiée. Toutefois, afin de mieux saisir les aspects techniques de l'aménagement microclimatique, l'essai aborde le territoire naturel sous deux angles soit la topographie et les écosystèmes ainsi que les considérations climatiques. Le territoire planifié est, quant à lui, abordé par le biais du cadre bâti.

### 2.2.1 TOPOGRAPHIE ET ÉCOSYSTÈME URBAIN

La topographie, d'apparence plus statique et prévisible, influence les environnements, ou écosystèmes, qui composent le territoire (Matus, 1988). Børve (1982) scinde la topographie en

cinq types : la plaine, la vallée, les montagnes, les collines et le versant. Chaque type comporte des conditions climatiques qui lui sont propres et nécessite donc des réponses spécifiques en matière d'aménagement. La plaine, par exemple, offre des conditions solaires favorables, mais peu de protection contre le vent ou les précipitations. Il s'agit d'une topographie qui favorise de fortes bourrasques de vent et d'importants amas de neige (Børve, 1982). Un même paysage peut, en outre, comprendre plus d'un type de terrains, engendrant une rencontre entre deux écosystèmes (Børve, 1982).

L'écotone où la frontière entre deux écosystèmes distincts, par exemple entre une vallée et une montagne, consiste en un lieu de transition où chaque milieu exerce une certaine influence (Matus, 1988; Figure 13). Ce point de jonction dispose habituellement d'un climat plus instable et imprévisible qui exige une approche axée davantage sur des habiletés techniques afin de répondre à la demande énergétique accrue et variée des stimuli externes (Matus, 1988). Chaque élément, que ce soit à l'échelle du bâtiment, du quartier ou de la ville, influence le climat. Le centre des écosystèmes présente, quant à lui, des conditions climatiques plus stables et prévisibles puisque les composantes de l'environnement sont plus constantes (Matus, 1988).

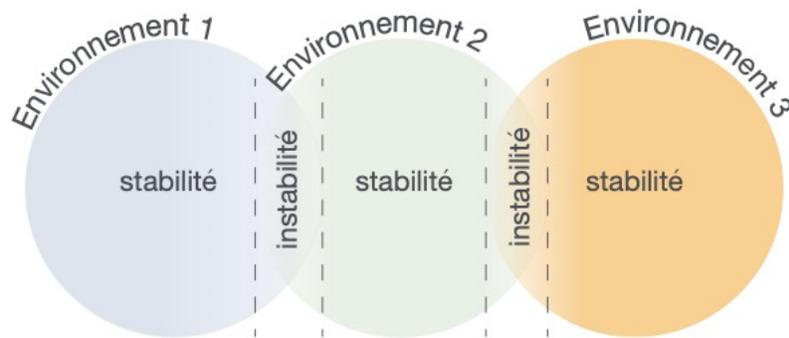


Figure 13 — Influence de la topographie sur le climat (schéma de l'autrice selon Matus, 1988)

Le concept d'écosystème urbain incite à envisager la ville ou l'îlot urbain comme un environnement en lui-même avec sa propre frontière où règnent des conditions climatiques dites «instables et imprévisibles». «Le monde devrait être conçu d'une manière "homogène" dans lequel le design d'intérieur est conçu en relation avec l'édifice, l'édifice en relation avec le quartier, le quartier en relation avec la ville et la ville en relation avec le territoire, le tout en ayant le plus grand respect pour le bien-être humain» [traduction libre] (Pressman, 2004, 22). Cette relation

amène à percevoir l'environnement bâti de manière plus large qu'une simple addition d'objets en un même lieu (Pressman, 2004). La limite entre village et nature s'envisage donc de manière à s'adapter à l'imprévisibilité climatique, alors que le centre de l'écosystème urbain, plus stable, peut faire preuve de plus de flexibilité dans son aménagement.

## 2.2.2 CONSIDÉRATIONS CLIMATIQUES

Les conditions climatiques en milieu nordique constituent souvent une source d'inconfort que les aménagistes souhaitent réduire afin d'améliorer l'efficacité énergétique et la socialisation (Pressman, 2004). Le vent, le soleil, les précipitations, la température et l'humidité sont considérés pour leur effet sur le confort perçu par les piétons et sur l'efficacité énergétique des bâtiments (Ebrahimabadi, 2015; Wang et al., 2021). En milieu nordique, le concept de *Winter Cities* se penche sur le vent, le soleil, les précipitations puisqu'elles perturbent le confort climatique et l'efficacité énergétique. En retour, l'environnement urbain affecte également le climat (Chapman et al., 2018; Pressman, 2004).

### ENSOLEILLEMENT

Alors que dans les latitudes inférieures le soleil est généralement jugé nuisible, il en est tout le contraire en climat subarctique et arctique. En l'absence d'autres sources d'énergie, le soleil et sa radiation constituent une source vitale de chaleur (Zrudlo, 1988). Une personne se trouvant dans un endroit ensoleillé en hiver est confortable à une température allant jusqu'à -33°C. Une personne à l'ombre est plutôt confortable à -29°C. L'ensoleillement d'un espace public extérieur augmente la tolérance au froids de 4°C. Lors de journées calmes, la température ambiante peut augmenter de 14°C grâce au soleil, alors que la température ambiante peut augmenter de 7°C les jours venteux (Zrudlo, 1982). La neige contribue à l'ensoleillement pour son albédo élevé qui réfléchit plus de 85 % de la radiation solaire (Chapman et al., 2018). Elle aide ainsi au chauffage passif, ou solaire passif, des habitations.

Pour maximiser le chauffage passif et donc de minimiser la nécessité d'un chauffage d'appoint, l'attention est surtout portée sur la capacité des bâtiments, des rues et des espaces publics à maximiser l'exposition au soleil (Chapman et al., 2018; Matus, 1988; Pressman, 2004). La captation du soleil entre 9 heures et 15 heures est particulièrement comme il s'agit des heures

où le soleil émet la plus grande quantité d'énergie (Matus, 1988). En raison de la latitude des régions polaires, le soleil situé plus bas dans le ciel allonge les ombres portées. Selon la latitude et l'heure de la journée, celles-ci peuvent être quinze fois plus longues que la hauteur d'un objet. Ainsi, un objet d'une hauteur de 1 mètre peut projeter une ombre au sol allant jusqu'à 15 mètres (Chapman et al., 2018). Théoriquement, un espacement d'environ 13,7 mètres entre les bâtiments suivant une orientation est-ouest serait donc recommandé. En plus de minimiser les risques d'incendie, une telle distance permet un ensoleillement moyen d'environ 52 % de l'espace extérieur et donc de maximiser le chauffage passif et le confort thermique (Zrudlo, 1982).

## VENTS

Le vent est considéré à la fois comme l'une des conditions climatiques arctiques les plus inconfortables et un élément positif à l'élaboration d'un environnement de qualité. Les maisons exposées à des vents de plus de 32 km/h requièrent généralement 2,4 fois plus d'énergie en chauffage que celles étant à l'abri (Zrudlo, 1988). Elles voient ainsi leur dépense de combustibles diminuer de 22,9 % et cette diminution peut être de 30 % lorsqu'elles sont abritées sur trois côtés (Zrudlo, 1988). Au Nunavik, de forts vents balayent les communautés comme Salluit où les bourrasques peuvent atteindre 113,5 km/h (CEN, 2021). Des stratégies d'aménagement promouvant la protection contre le vent participent de façon significative à la réalisation d'une transition complète vers des énergies renouvelables. Bien que le vent présente des aspects négatifs non négligeables, les villages nordiques ne peuvent pas l'éliminer entièrement comme il permet la dispersion des polluants et de la neige (Chapman et al., 2018). Ils doivent ainsi chercher à comprendre les éléments influençant les mouvements de l'air pour adapter le bâti au climat.

## LAMINAR VS TURBULENT AIR FLOWS

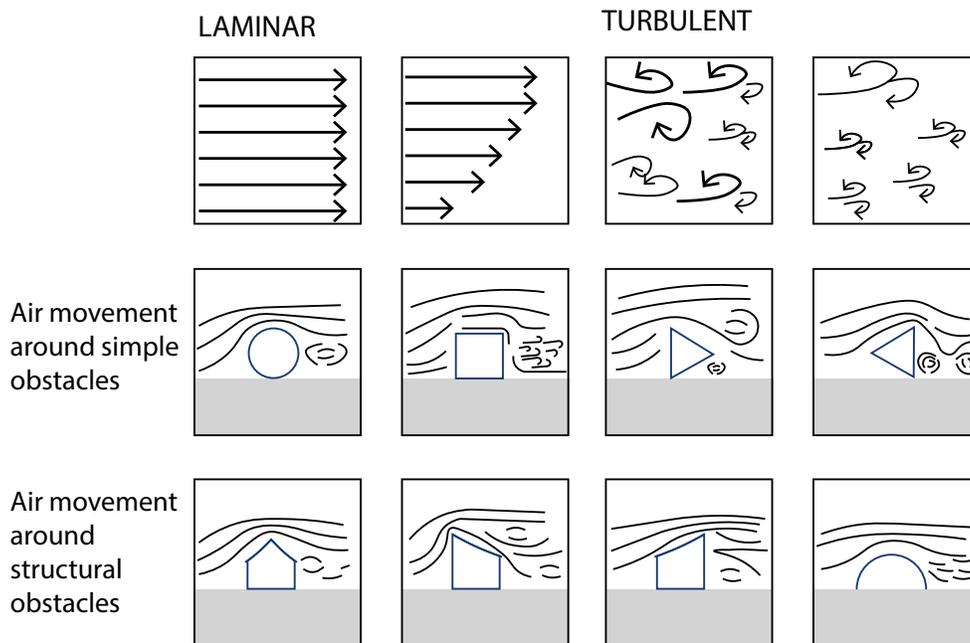


Figure 14 — Représentation du mouvement de l’air et des turbulences engendrées par différents types d’objets (Cho et Jull, 2019)

Une bonne compréhension du vent et de l’effet des obstacles sur le mouvement de l’air permet d’éviter la création de congères, c’est-à-dire des amoncellements de neige (Chapman et al., 2018). Le vent présente deux types de mouvement soit l’écoulement laminaire ou la turbulence (Cho & Jull, 2019; Figure 14). Lorsque le vent rencontre un obstacle, comme un changement dans la topographie, de la végétation ou un bâtiment, des turbulences se forment. Si la vitesse de parcours du vent est trop importante, elle peut causer la formation de congères et endommager les infrastructures. L’installation d’obstacles, par exemple des déflecteurs, ainsi que l’implantation et la volumétrie des bâtiments aident à réduire la vitesse du vent et minimisent les risques (Cho et Jull, 2019).

La hauteur et la distance entre les bâtiments sont à considérer avec attention lors de la conception de milieu de vie afin de diminuer l’impact que les édifices ont sur le vent (Sanborn, 2017). Par ailleurs, en milieu nordique, il est recommandé d’éviter la construction de bâtiments plus haut que la moyenne pour ne pas créer des turbulences près du sol (Givoni, 1998; Sanborn,

2017). Les rues sinueuses et le désalignement des résidences aident aussi à briser le parcours du vent et à réduire sa vitesse (Sanborn, 2017).

Le vent ne s'analyse donc pas comme un élément isolé. Il est grandement influencé par l'environnement naturel et construit. Le vent s'étudie avec le cadre bâti et la topographie afin de prendre en compte les impacts de la neige qu'il déplace.

## PRÉCIPITATIONS

La neige, si elle est traditionnellement perçue comme une nuisance, présente aussi certains avantages. Elle offre la possibilité de réfléchir tant la lumière que la chaleur du soleil en quantité importante tout en étant un matériau avec un potentiel isolant non négligeable (Matus 1988). La neige occasionne néanmoins des problèmes techniques lors de la fonte et lors des tempêtes, notamment pour le déneigement (Matus, 1988) et la formation de congères.

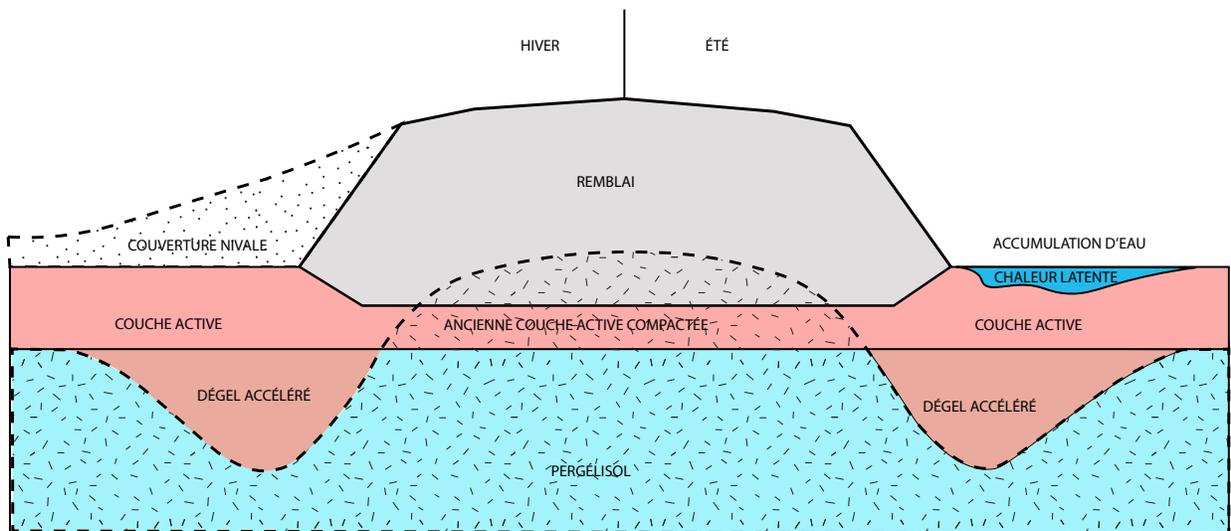


Figure 15 — Impact des congères sur le pergélisol (Société d'habitation du Québec, 2018)

L'accumulation ou le dépôt de neige compactée en un même endroit engendre la fonte du pergélisol en raison des propriétés isolantes de la neige (CEN, 2021; Société d'habitation du Québec, 2018). Les congères empêchent le sol de dégager la chaleur accumulée durant l'été (Société d'habitation du Québec, 2018). Elles causent ainsi une augmentation de la température de la couche de terre de surface, ou couche active, qui dégèle alors au courant de l'été. La dégradation du pergélisol s'amplifie successivement par la création de dépressions et

l'accumulation d'eau et de neige (Société d'habitation du Québec, 2018; Figure 15). L'utilisation de la neige pour ses qualités isolantes devient alors une menace pour les bâtiments qu'elle peut isoler.

En réponse aux problématiques qu'engendrent le vent et les congères, les architectes se penchent sur la forme des bâtiments pour qu'ils soient plus aérodynamiques. Les bâtiments circulaires, par exemple, présentent une résistance moindre aux vents évitant l'accumulation de neige à leur pourtour (Strub, 1996). Afin d'avoir plus d'aérodynamisme, l'axe longitudinal des bâtiments rectangulaires fait face aux vents alors que les édifices carrés s'implantent suivant un angle de 45 degrés. Afin d'éviter les amas de neige, le vent doit être à même de passer sous les bâtiments (Strub, 1996).

Les principes de l'aménagement microclimatique démontrent que le territoire planifié, en particulier le cadre bâti, affecte le territoire naturel. Puisqu'il s'agit d'un système complexe, chaque élément du cadre bâti a le potentiel d'impacter les conditions climatiques positivement ou négativement. La création d'un microclimat favorable à l'efficacité énergétique implique donc le territoire naturel et planifié de manière équivalente.

### **2.2.2 CADRE BÂTI**

Les principes de l'aménagement microclimatique perçoivent le cadre bâti comme un levier s'ajustant pour « répondre » au climat de l'écosystème urbain, en calibrant ses effets. En milieu nordique, urbanistes et architectes encouragent généralement la densité ainsi que la mixité des usages dans le but de conserver la chaleur et d'augmenter le confort thermique d'un milieu urbain (Pressman, 1996; 2004). Ces deux principes ont le potentiel de soutenir les modes de transport moins énergivores, d'entraîner une diminution des coûts d'entretien et de maintenance ainsi que d'améliorer de l'efficacité énergétique des villes (Pressman, 2004). Deux visions prédominantes en aménagements urbains arctiques des années 50 et 70, soit celle de Erskine représentée par Resolute Bay et celle des Soviétiques avec la ville de Norilsk, se servent de la densité pour protéger l'environnement urbain des conditions climatiques extrêmes.



Figure 16 — Représentation de Resolute Bay réalisée dans les années 70 par Erskine

La vision d'un mur protecteur encerclant les villages nordiques domine les utopies des années 50 et 70, tant chez Erskine<sup>4</sup> que dans les villes soviétiques, comme Norilsk (Jull, 2016). Ces structures créent des conditions climatiques favorables à l'intérieur du village puisqu'elles permettent d'y bloquer les vents dominants. Pour Erskine, le mur offre un sanctuaire intérieur clément tout en gardant contact avec la nature extérieure (Marcus, 2011). Ainsi, sa proposition

---

<sup>4</sup> Ralph Erskine (1914-2005), un architecte important du mouvement moderne suédois, s'intéressait particulièrement au design d'habitations pour les climats nordiques en les adaptant au rythme saisonnier nordique. Il a conçu, entre autres, l'hôtel de ski de Borgefjöl (1948) et la ville de Kiruna (1961-1966) (Marcus, 2011). Selon Erskine, « l'architecture et la planification urbaine [...] ne doivent pas seulement être une pièce de design et de technologies, mais représenter ses idéaux démocratiques, de respect de la dignité humaine, d'équité et de liberté[...] » [traduction libre] (Marcus, 2011, 286)

pour Résolutive Bay<sup>5</sup> au Nunavut présente une enceinte ouverte vers le point d'eau au bas de la colline (Figure 16). Erskine cherchait à promouvoir une connexion entre les habitants de la ville et la nature (Jull, 2016), soit une connexion entre territoire planifié et territoire naturel.

En parallèle, les Soviétiques ont développé, dans 50 et 70, un type d'aménagement fondé sur le concept de « microrayon ». Norilsk, une ville de Sibérie, a été transformé à partir de ces considérations fonctionnalistes (Jull, 2016). La ville est organisée pour maximiser l'ensoleillement, créer des espaces publics confortables tout au long de l'année et réduire les accumulations de neige et le temps de déplacement. Au fil du temps, les îlots rectangulaires de Norilsk ont évolué en faveur de formes complexes composées de plusieurs demi-cercles qui s'adaptent mieux au climat sibérien (Figure 17). Un mur continu formé d'immeuble de quatre à cinq étages a été construit au nord pour protéger le côté exposé aux vents dominants et améliorer le microclimat urbain du sud au nord (Jull, 2016).

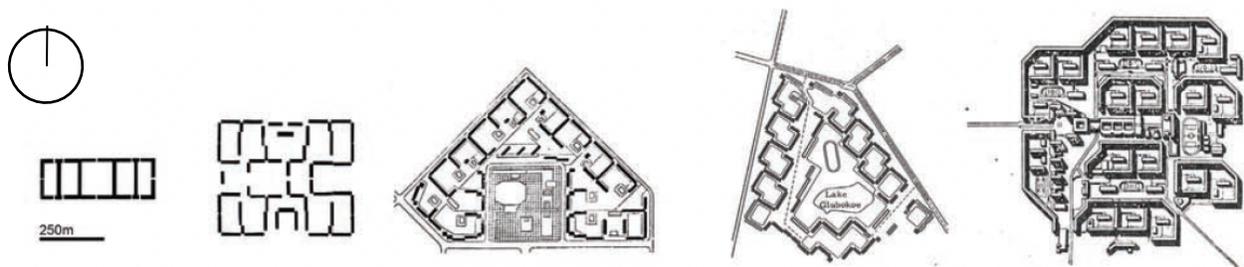


Figure 17 — Évolution de la typologie des microrayons à Norilsk en Sibérie (Jull, 2016)

La frontière entre les écosystèmes urbains et naturels a donné lieu, dans ces deux visions utopistes, à une approche technique permettant de répondre à l'instabilité des stimuli environnementaux. L'enceinte protectrice est vue comme une façon d'offrir une plus grande stabilité climatique au centre des villes qui peuvent être conçues de manière plus libre et efficace

---

<sup>5</sup> Le plan pour la communauté de Resolute Bay fut conçu par Ralph Erskine dans les années 70 à la demande du gouvernement canadien. Le plan directeur prévoyait de faire cohabiter les 140 membres de la population inuit locale avec une population de travailleurs saisonniers variant entre 250 et 600 personnes. Le village devait pouvoir croître pour ultimement accommoder une population pouvant aller jusqu'à 3000 habitants. La construction a cependant été arrêtée après la réalisation d'une section, non complète, du mur protecteur (Marcus, 2011).

(Jull, 2016; Figures 16 – 17). Bien que le gabarit de ces villes soit peu comparable avec les villages du Nunavik, les utopies demeurent, en particulier celle d’Erskine, parmi les précédents intéressants à analyser pour la conception d’un aménagement microclimatique. Elles permettent de visualiser un cadre bâti résultant d’une vision plus technique du territoire naturel et planifié.

L’environnement social se trouve, néanmoins, relégué au second plan des utopies. Elles considèrent que l’espace culturel et social est inexistant et doit être créé (Hemmersam, 2016; Jull, 2016). L’utilisation des espaces publics extérieurs tout au long de l’année est présentée comme l’avantage d’un aménagement microclimatique. L’espace social, bien qu’il soit jugé comme essentiel, se trouve dans une position de bénéficiaire plutôt que de participant, au même niveau que le territoire naturel et planifié (Figure 18). Cela est d’ailleurs encore le cas dans le concept de *Winter Cities*. Si l’espace social est plus important, l’optimisation des microclimats est vue comme une manière d’encourager une plus grande utilisation de l’espace public (Pressman, 2004).

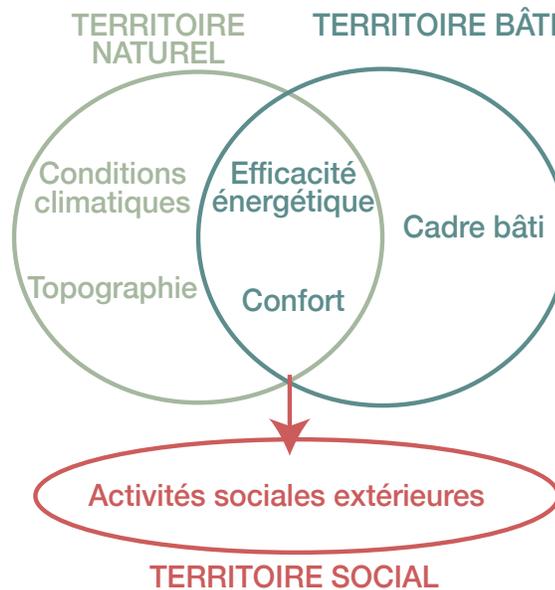


Figure 18 — Relation de l’aménagement microclimatique avec la sphère sociale (Schéma de l’auteur)

Les principes techniques établis par l’aménagement microclimatique soulignent les considérations climatiques, topographiques et urbaines à respecter pour une meilleure efficacité énergétique. Ayant généralement été abordées dans un contexte culturel et économique

occidental, les méthodes développées ne peuvent être importées fidèlement dans les communautés inuit. Si les considérations climatiques peuvent rejoindre en certains points celles vécues par les Inuit, les réalités urbaines et sociales s'en éloignent. Ainsi, la conception inuit du territoire module les principes techniques pour arriver à un aménagement microclimatique culturellement adapté.

## CHAPITRE 3 : VERS UN AMÉNAGEMENT MICROCLIMATIQUE AU NUNAVIK

L'hiver entraîne son lot de contraintes dues aux périodes de froid intense, de neige, de tempête, de glace et de durée du jour de plus en plus courte. Les concepteurs d'aménagements microclimatiques s'attaquent donc particulièrement à cette saison et à ses contraintes afin d'y faire face et d'augmenter l'efficacité énergétique et le confort thermique des bâtiments et des espaces publics. Le cadre bâti est, par le fait même, influencé par la perception, négative ou positive, et la tolérance de la société envers l'hiver.

Une vision hostile de l'hiver perçoit la température comme un obstacle aux déroulements d'activités sociales à l'extérieur (Laroche, 2016). Il est jugé préférable d'éliminer ces contraintes grâce aux leviers du cadre bâti afin de ne plus en subir les conséquences. La consommation énergétique s'accroît pour libérer les habitants et le cadre bâti des contraintes climatiques (Laroche, 2016; Matus, 1988). L'objectif est alors de contrôler le climat au moyen de bâtiments de grand gabarit (Matus, 1988) tel que les murs protecteurs d'Erskine et ceux de Fermont<sup>6</sup>.

Au contraire, lorsque la société perçoit l'hiver d'une manière plus positive, elle s'adapte aux conditions climatiques qui constituent une partie intégrante du milieu de vie. Les habitants, plutôt que de résister au climat hivernal, modifient leurs habitudes de vie que ce soit au niveau de l'organisation de leur temps ou de leurs activités (Laroche, 2016; Sheppard, 2020). Les formes vernaculaires, telles que les igloos qui sont davantage adaptés au climat arctique, font partie des adaptations (Strub, 1996). De la même façon que la population s'accoutume, le cadre bâti s'ajuste à l'hiver en réduisant l'inconfort climatique sans l'éliminer.

Ces deux perceptions amènent à revoir l'aménagement microclimatique en y intégrant les composantes d'un urbanisme inuit portant attention au confort thermique des habitants et à l'efficacité énergétique des édifices. L'étude de précédents d'aménagement et d'architecture

---

<sup>6</sup> Fondée en 1974, la ville de Fermont est une ville minière du nord du Québec opérée par la minière Québec Cartier (DMA, 2022; Ville de Fermont, 2022). Le plan d'ensemble de la ville s'inspire du concept du mur-écran conçu par l'architecte suédois Ralph Erskine (DMA, 2022).

permet de comprendre les principes propres aux deux approches. Elle sert à imaginer des manières innovantes d'adapter les principes au contexte culturel du Nunavik à la lumière de *l'Arctic Indigenous Urbanism*. Afin de prendre en compte les différences de perception entre la frontière et le centre du village, l'étude se divise en deux sections. La première aborde la frontière entre village et territoire et la seconde s'attarde au centre des villages.

### 3.1 LEVIERS

L'analyse des précédents s'attarde particulièrement à sept leviers qui interviennent dans la façon de concevoir les aménagements et l'architecture microclimatiques. Ces leviers se présentent sous deux catégories, à la fois distinctes et interreliées, soit : l'environnement naturel et le cadre bâti. D'un côté, l'**environnement naturel** influence la manière dont les architectes et urbanistes imaginent la ville. D'un autre côté, le **cadre bâti** impacte l'environnement naturel et crée des microclimats. À l'image d'un processus itératif, les leviers de ces deux catégories sont constamment en dialogue (Figure 19).

#### Leviers pour l'aménagement microclimatique en contexte inuit

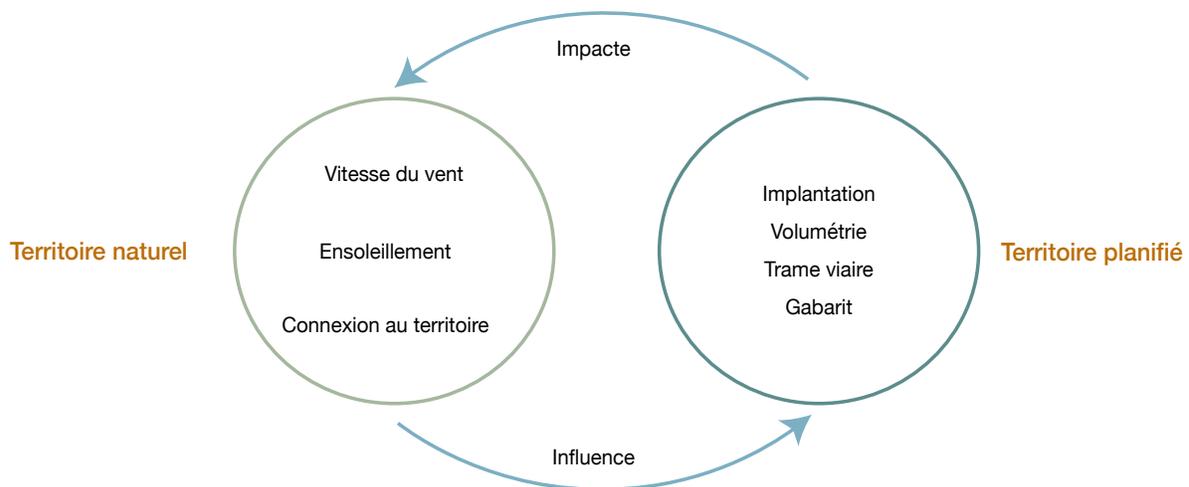


Figure 19 — Leviers impactant les aménagements microclimatiques (Schéma de l'autrice)

Les leviers de l'environnement naturel englobent ceux du climat et du territoire naturel. Ils visent à saisir comment les conditions climatiques et la nature sont abordées dans les précédents afin d'imaginer un aménagement microclimatique en contexte inuit. La **vitesse du vent**, l'**ensoleillement** et la **connexion au territoire** constituent les trois leviers de cette catégorie. La connexion au territoire permet de comprendre la façon dont les concepteurs ou la société

envisagent le rapport entre le cadre bâti et le territoire. Le contrôle de la vitesse de vent et de l'ensoleillement améliore, quant à lui, le chauffage passif et l'efficacité énergétique.

Le cadre bâti réfère à l'ensemble des édifices, des infrastructures et des espaces publics, et à leurs interrelations. Dans cette discussion, il sert à relier la conception du territoire planifié, c'est-à-dire la manière d'habiter et d'interagir avec le territoire, avec l'aménagement microclimatique. Les leviers sont l'implantation, la trame viaire, la volumétrie et le gabarit.

La **trame viaire** s'attarde à la forme et à l'orientation des infrastructures routières. Elle permet de voir comment les propositions envisagent leurs dispositions pour diminuer la vitesse du vent. L'**implantation** examine tant l'orientation des bâtiments que la manière dont ils sont implantés, par exemple, linéairement ou en dents de scie. La **volumétrie** permet d'analyser la forme des bâtiments et son influence sur le mouvement de l'air (Strub, 1996; Figure 20). Enfin, le **gabarit**, en particulier la hauteur des édifices, est abordé à cause de l'impact qu'il peut avoir tant sur la connexion au territoire que sur la vitesse du vent et l'ensoleillement.

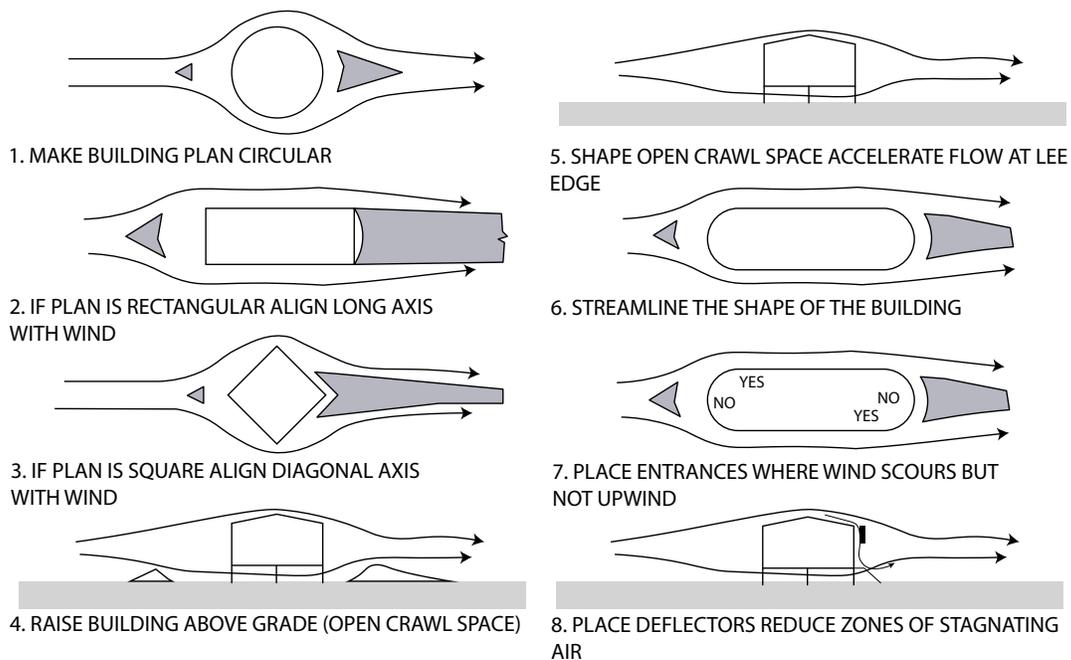


Figure 20 — Huit principes permettant de contrôler la formation de congères autour des bâtiments (Strub, 1996)

### 3.2 FRONTIÈRE ENTRE VILLAGE ET TERRITOIRE : VERS UN CONTRÔLE ADAPTÉ DU CLIMAT



Figure 21 — Vue aérienne de Fermont, Québec (Source : François Roy, 2010)

La frontière entre le village et le territoire exige une attention particulière comme il s'agit du point de rencontre entre les écosystèmes naturel et urbain. L'instabilité régnant à cet endroit requiert une forte demande énergétique à laquelle répond l'accroissement de l'apport en énergie envoyé aux bâtiments, fonctionnement qui date de l'industrialisation (Matus, 1988). Or, ce procédé va à l'encontre de la volonté d'améliorer l'efficacité énergétique des aménagements urbains en vue d'une transition vers des énergies renouvelables. Dans les années cinquante et soixante-dix, les architectes, comme Erskine ont exploré la stratégie du mur-bâtiment protecteur qui s'inspire des fortifications médiévales (Jull, 2016; Marcus, 2011; Figures 21-22). Derrière cette solution se cache l'idée de contrôle, voire d'élimination, des contraintes climatiques desquelles les habitants doivent être protégés. Les leviers environnementaux s'attardent à diminuer les effets négatifs du vent que les concepteurs cherchent à supprimer du milieu de vie. Pour ce faire, les leviers du cadre bâti se penchent sur le gabarit généralement imposant, la volumétrie et l'implantation.

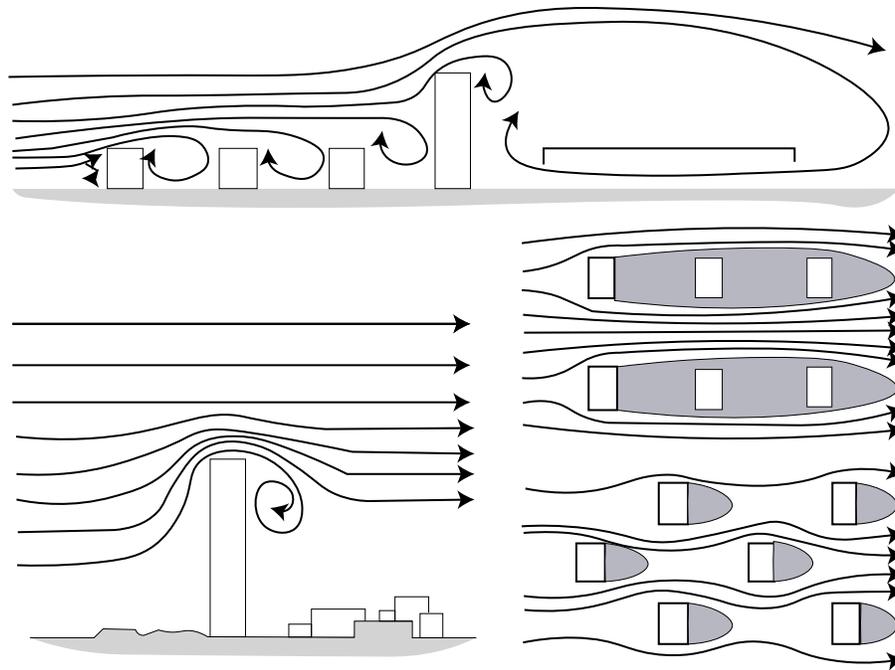


Figure 22 — Étude de l'effet des bâtiments de Fermont sur le vent (DMA, 2022)

Inspiré de l'œuvre de Ralph Erskine consultant pour le projet, le mur-écran de Fermont représente l'une des formes urbaines résultant de cette approche (DMA, 2022; A. Sheppard, 2007 ; Figure 21). Ce bâtiment en L de quatre à six étages s'étend sur 1,3 km de long. Il s'impose en barrière protectrice au nord et au nord-ouest du village, en abritant les résidences unifamiliales d'un à deux étages de la nature et du climat nordique hostiles (DMA, 2022). Grâce à cette infrastructure, les architectes cherchent à éliminer les inconforts créés par les vents polaires et à diminuer la demande énergétique des habitations. À cet effet, l'étude du mouvement de l'air montre l'impact du gabarit et de l'implantation des bâtiments sur le vent (Figure 22). Un bâtiment d'un gabarit moins imposant s'avère ainsi préférable. Limiter le gabarit du bâtiment à, au plus, le double de la hauteur moyenne du milieu d'insertion permet d'éviter les courants descendants (Chapman et al. 2018) tels que représentés dans l'étude de Fermont (Figure 22). À titre d'exemple, Erskine propose pour Resolute Bay un mur de deux à trois étages en raison de la hauteur des résidences se situant entre un et deux étages (Jull, 2016; Figure 23). Le gabarit devrait toutefois être pensé en parallèle avec la volumétrie pour assurer un meilleur aérodynamisme.



Figure 23 — Dessin de Resolute Bay par Erskine (Atlas, 2021)

Le précédent *Eyes of Runavik*<sup>7</sup> (Figures 24-25) s'inspire des maisons de campagne danoises et des jardins emmurés d'Angleterre (White Arkitekter, 2016). Les immeubles d'habitations de trois étages proposés présentent une forme circulaire offrant moins de résistance aux vents, ce qui évite les accumulations de neige (Strub, 1996; Figure 26). Imaginés pour le contexte des Féroé, les architectes évaluent que la volumétrie de ce complexe d'habitation (5 immeubles comprenant 100 unités au total) stabilise la vitesse du vent au sein de la cour intérieure. Que la vitesse du vent à l'extérieur se mesure entre 6 m/s et 12 m/s, elle se situe toujours entre 0 m/s et 2 m/s dans l'enceinte, et ce, peu importe sa provenance (Figure 26). La volumétrie des bâtiments crée une cour intérieure protégée des changements de températures et des vents provenant de toutes directions. Selon les concepteurs, la configuration des édifices et leur forme en O permettent la création d'un microclimat adéquat à la croissance d'une végétation non indigène aux îles Féroé qui se trouvent en zone boréale médiane. La température de la cour intérieure s'approche ainsi davantage de celle d'une zone boréale méridionale (White Arkitekter, 2016).

---

<sup>7</sup> Conçu par la firme White Arkitekter, le projet *Eyes of Runavik* est le gagnant de la troisième place pour le *Nordic Built Cities Challenge Awards* de 2016-2017. Le projet propose la construction de 5 immeubles d'habitations comprenant 20 unités chacune en banlieue de Runavik sur les îles Féroé (White Arkitekter, 2016).



Figure 24 – *Eyes of Runavik*, Îles Féroé — Projet de White Arkitekter pour un concours d'architecture, 2016 (projet non réalisé)



Figure 25 — *Eyes of Runavik*, Îles Féroé — Plan d'ensemble (White Arkitekter, 2016)

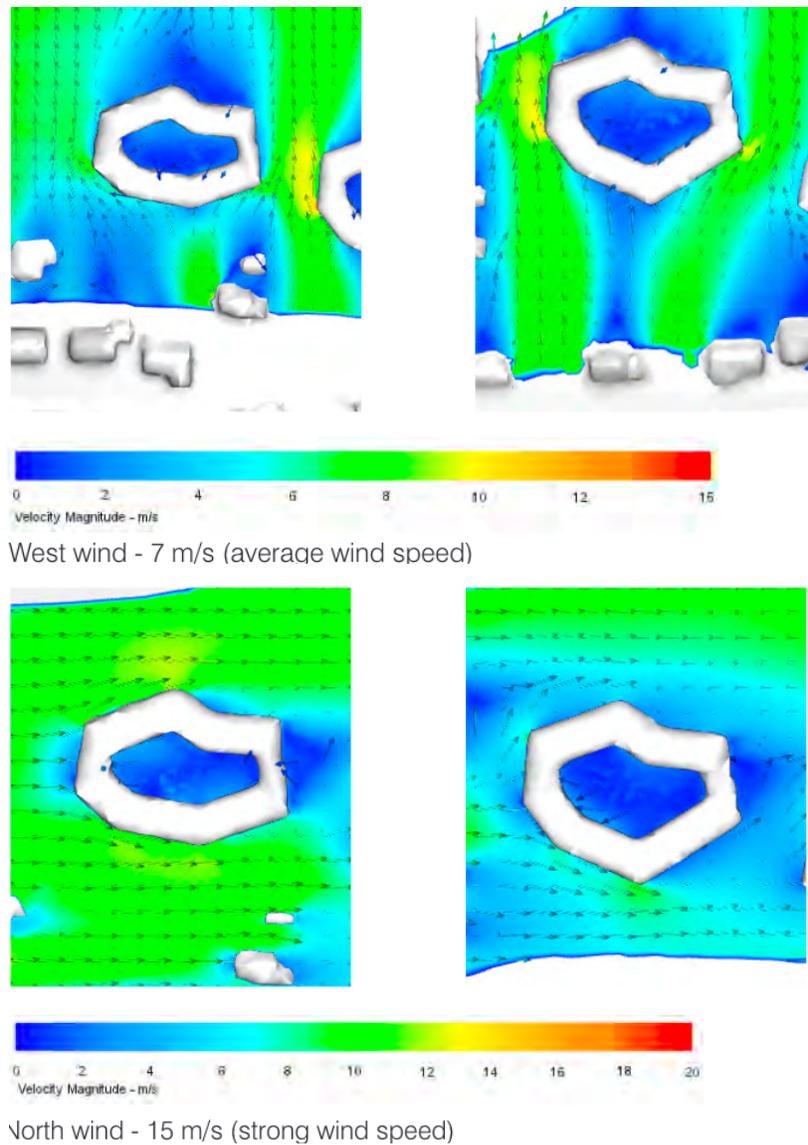


Figure 26 — *Eyes of Runavik* — simulations du vent (White Arkitekter, 2016)

L'aérodynamisme des bâtiments du projet *Eyes of Runavik* évite également la création de turbulences en périphérie du complexe pouvant impacter les bâtiments existants (Figure 26). De façon générale, les formes courbes sont préférables puisqu'elles dévient le mouvement de l'air plutôt que de se dresser en obstacle sur son parcours (Cho et Jull 2019; Strub 1996; Figure 27). Les villages présentant un mur protecteur sous une forme linéaire limitent leur croissance le long de cet axe en raison de l'instabilité en amont (Figure 27). Au contraire, les formes courbes épousant davantage le mouvement de l'air admettent l'ajout de « branches ». De ce fait, la circonférence protégée du village peut s'accroître au fil du temps. Les formes courbes peuvent

aussi s’implanter de manière plus flexible en réponse à diverses contraintes topographiques, tout en respectant certains principes de base.

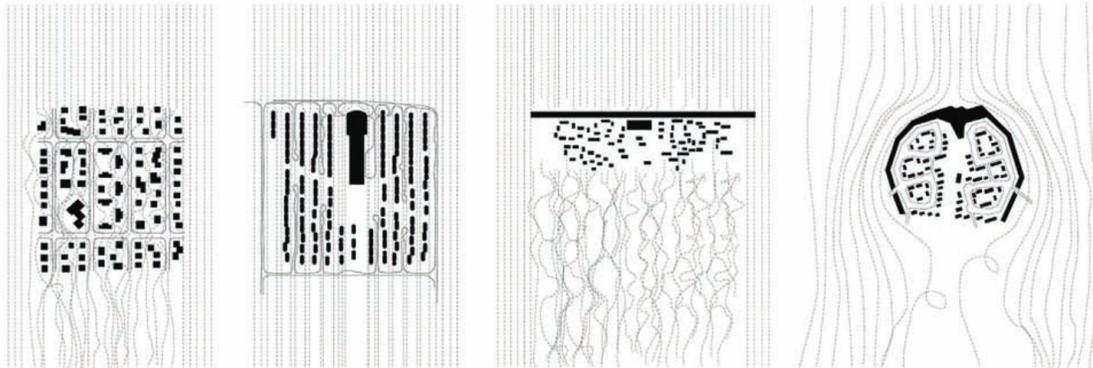


Figure 27 — Études d’implantation pour Resolute Bay montrant l’effet des volumétries sur le débit d’air (Jull, 2016)

Afin de conserver un bon ensoleillement tout en abritant les habitations des vents polaires, les murs protecteurs gagnent à être implantés aux limites nord, nord-ouest et nord-est des villages. Les vents polaires prennent naissance dans le vortex polaire qui pousse l’air glacial en provenance du pôle Nord. Bien que la topographie, la présence de glace de mer et la masse terrestre influencent la direction des vents, ceux du vortex polaire se déplacent généralement du nord au sud et de l’est à l’ouest (L’Encyclopédie Canadienne, 2022). Les vents du nord impactent donc davantage le confort thermique que ceux, plus chaud, du sud (Strub, 1996). Le mur protecteur disparaît au sud pour favoriser un meilleur ensoleillement des espaces publics et des habitations unifamiliales. Comme l’exprime Erskine, une localité arctique visant à contrôler le climat « doit s’ouvrir comme les fleurs au soleil du printemps et de l’été, mais, comme les fleurs, tourner le dos à l’ombre et aux vents froids du nord [...] » [Traduction libre] (Maudsley, 2020, 61).

L’orientation des usages au sein même des murs-écrans gagne également à être prévue suivant la course du soleil pour maximiser le chauffage passif. À cet effet, le mur-écran de Fermont présente une disposition judicieuse des usages suivant les besoins en chauffage de chaque type d’activité (DMA, 2022). Les concepteurs ont situé les appartements sur la façade sud du mur alors que magasins et services se trouvent au nord (Figures 28-29). Les architectes ont également réparti les pièces des habitations selon leur fonction. Les pièces de jour telles que le salon ou la salle à manger se situent au sud alors que les chambres font face au nord (Duchesneau, Ruelland,

et Simard, 2014; Figure 29). Des couloirs relient les résidences et les espaces communautaires du mur. Le mur-écran de Fermont, destination sociale principale de la ville, agit comme un centre commercial en coupant les services de l'environnement naturel, ce qui diffère de l'interrelation entre territoire social et naturel perçue dans la culture inuit.

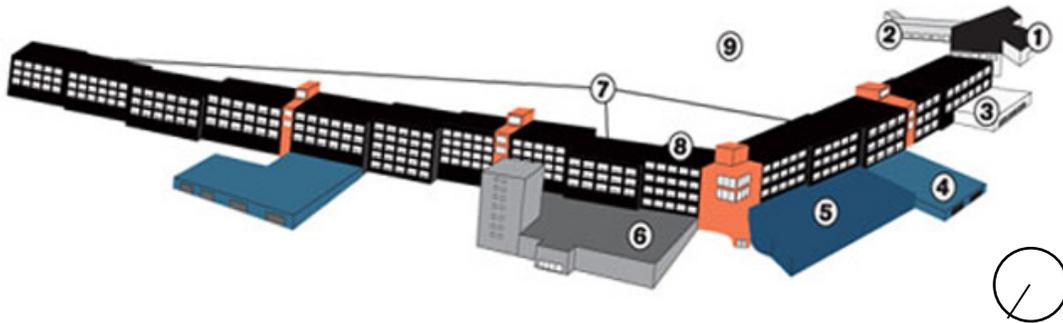


Figure 28 – Mur écran de Fermont - 1. École primaire, 2. Urgence du centre de santé. 3. Caserne, 4. Ancien centre de curling, 5. Piscine municipale, 6. CPE, 7. Logements, 8. Hôtel, 9. 755 maisons au sud du mur (Jobboom, 2009)

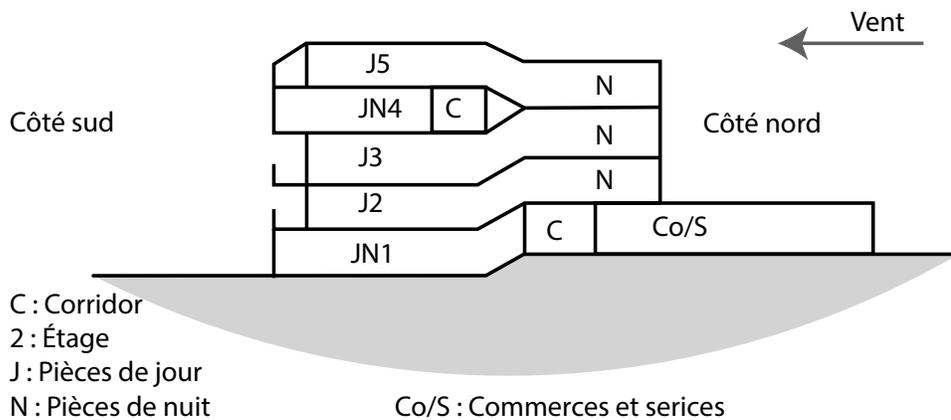


Figure 29 — Coupe du mur-écran de Fermont (Duchesneau, Ruelland, et Simard, 2014)

Le levier de la connexion au territoire est moins présent dans l'aménagement de ces infrastructures qui, à l'image des fortifications médiévales, s'élèvent telle une barrière devant la nature hostile. Dans les utopies d'Erskine, seule une large ouverture orientée vers le sud assure un contact avec l'extérieur (Figure 30). Or, cette connexion s'oppose à la relation que les Inuit entretiennent avec le territoire. Plutôt que de permettre une relation physique telle que

préconisée par les Inuit, la connexion se fait de façon visuelle. Ces villes offrent des vues sur la nature comme le préfèrent les Autochtones (Marcus, 2011; Jull, 2016).

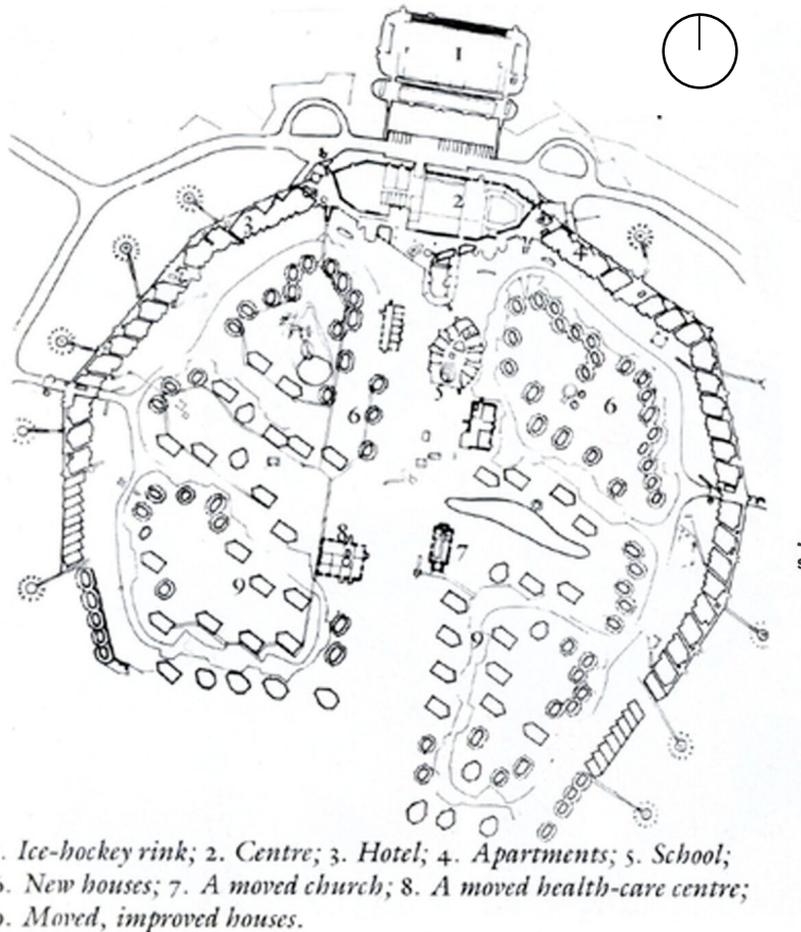


Figure 30 — Plan de Resolute Bay par Erskine (Jull, 2016).

L'interface entre village et territoire présente ainsi une limite franche amenuisant les impacts du climat en s'implantant face aux vents polaires ou dominants. Cette barrière entraîne son lot d'obstacles pour le mode de vie inuit en raison de sa rigidité. Elle impacte les déplacements et les espaces publics que les Inuit conçoivent de façon plus flexible. Considérant que les Inuit ne perçoivent pas le climat nordique de manière hostile, la construction d'une infrastructure protectrice peut être réalisée en sections de bâtiments plutôt qu'en écran continu. Ces bâtiments permettent à des secteurs du village d'être protégés sans toutefois les isoler ou les couper totalement du territoire grâce à des percées visuelles et physiques, en lien avec des lieux de rencontre extérieure rapprochant village et territoire naturel. La construction de bâtiments de

grand gabarit au Nunavik s'envisage de pair avec des espaces communautaires extérieurs pour la pratique d'activités traditionnelles ou pour les jeunes. Ces lieux peuvent aussi participer à rétablir la connexion entre le village et le territoire qui est affectée par ce type de bâtiment.

### **3.3 CENTRE DES VILLAGES : ADAPTATION AU CLIMAT ARCTIQUE**

L'aménagement du centre du village diffère potentiellement de celui à la frontière avec le territoire. Alors que la frontière des villages a avantage à offrir une protection plus rigide contre les éléments grâce à des bâtiments au gabarit imposant et à la volumétrie aérodynamique, le centre de village dispose d'une plus grande liberté. Les leviers de l'aménagement microclimatique s'activent davantage dans une optique d'adaptation au climat nordique en cherchant, au moyen de petits bâtiments, de la trame viaire et de l'implantation des bâtiments, à ralentir le vent et maximiser l'ensoleillement.

Bien qu'un mur-écran tel que celui de Fermont fut conçu dans l'optique de bloquer les vents du nord, il n'élimine pas le besoin de s'adapter aux climats arctiques par la trame viaire et l'implantation des bâtiments (Figure 31). Les artères principales de Fermont sont orientées perpendiculairement à la direction des vents dominants du nord ou du nord-ouest (Luce, 2011). Les rues résidentielles parallèles aux vents sont, quant à elles, plus courtes pour empêcher la création de corridors de vent.

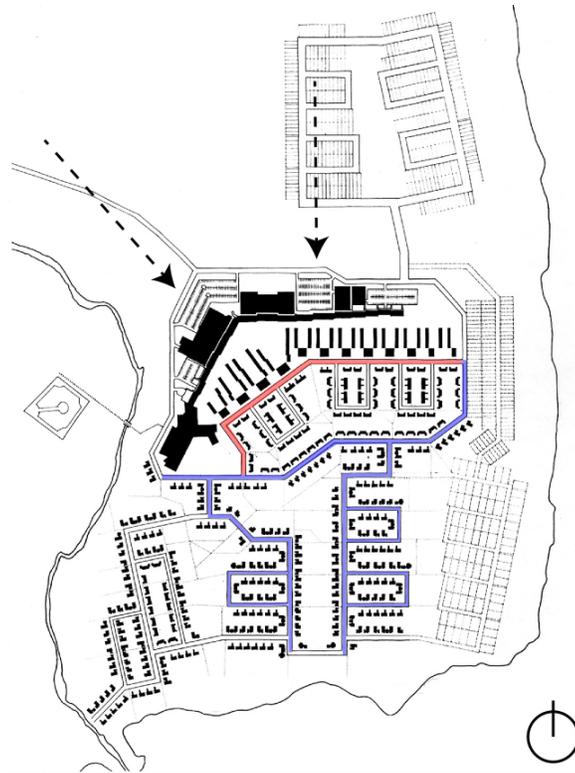


Figure 31 — Plan de Fermont par DMA illustrant le rapport entre la direction des vents dominants (en pointillé) et l'orientation des rues principales (en rouge) et résidentielles (en bleu) (Analyse par l'autrice)

Si l'organisation de la trame viaire est d'intérêt pour le confort thermique, l'implantation linéaire des bâtiments peut favoriser la création de couloirs de vent. Alors que les rues sinueuses et le désalignement des bâtiments brisent le parcours du vent et réduisent sa vitesse, la linéarité de la forme urbaine de Fermont présente peu d'obstacles au-delà du mur, ce qui permet au vent d'accélérer (Sanborn, 2017; Figure 32). La relative rigidité de l'implantation des bâtiments de Fermont s'apparente d'ailleurs à l'aménagement des villages du Nunavik qui présente son lot d'enjeux pour le territoire naturel et social (Figure 33).

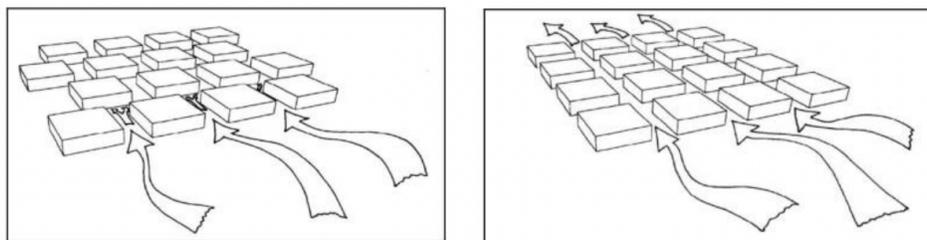


Figure 32 - Figure montrant l'effet de rues discontinues (à gauche) et continues (à droite) sur le vent (tirée de Sanborn, 2017)

En effet, la forme urbaine résultant de cette stratégie d’implantation représente peu le mode de vie des Inuit pour qui les limites entre le territoire planifié, social et naturel changent au gré des saisons; elles sont plus fluides et malléables selon les besoins de la population. Cette relation entre les trois dimensions du territoire incite à revoir l’aménagement actuel des communautés inuit. L’implantation et la volumétrie des bâtiments méritent notamment d’être repensés selon des principes qui répondent tant aux besoins d’adaptation climatique qu’aux réalités culturelles.



Figure 33 —Salluit (Photo d’Antonin Boulanger Cartier)

Skolkovo est un exemple prometteur d’aménagement tempérant les conditions climatiques en milieu nordique. Construit en banlieue de Moscou en 2017, la forme de ce quartier s’inspire de la façon dont les pingouins se regroupent en cercles denses de huit à dix individus au mètre carré pour se réchauffer. Ces groupes serrés accroissent la température ambiante de 5°C par rapport à la périphérie (Agence d’Architecture A. Bechu & Associés, 2017).

Concrètement, Skolkovo est organisé en dix sections séparées par des voies qui rappellent la manière dont s’agglomèrent les pingouins pour augmenter la température (Figure 34). Chaque secteur regroupe neuf habitations unifamiliales espacées de sept à huit mètres les unes par rapport aux autres. Au total, le quartier compte 90 maisons sur un site d’environ 4,7 hectares, pour une densité d’environ 19 maisons à l’hectare. La distance entre chaque section est de dix à douze mètres, à l’exception de la séparation centrale d’environ 20 mètres de large (Figure 35). En plus de permettre une meilleure conservation de la chaleur émise par les habitations, leur

implantation irrégulière réduit possiblement la vitesse du vent contribuant à créer un microclimat confortable (Sanborn, 2017).

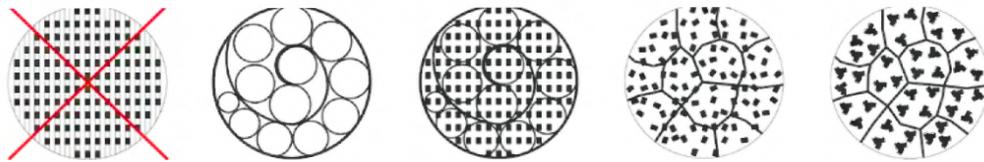


Figure 34 — Skolkovo Innovation Center District 11 — regroupements d'habitations en « pingouin » permettant de sauver 5°C au cœur du projet



Figure 35 — Distance entre les différents secteurs d’habitations à Skolkovo (Analyse par l’autrice)

Le précédent *House of Families*, conçu par *Fantastic Norway*<sup>8</sup>, est un type d’aménagement prometteur qui s’attarde à une volumétrie modulaire pour la création de logements pour les jeunes mères et leurs enfants en difficulté (Vinnitskaya, 2010; Figure 36). La résidence est morcelée en plus petites habitations jointes entre elles par des espaces communs permettant d’avoir à la fois des espaces personnels et sociaux.



Figure 36 — *House of Families* par Fantastic Norway (Nuuk, Groenland): Concept d'habitations collectives pour les jeunes mères inuit dans le besoin et leurs enfants

Le concept de modularité, pertinent pour l'aménagement d'un point de vue social, peut également s'avérer essentiel du point de vue fonctionnel. Carruth (2016) se penche sur ce concept comme un moyen d'implanter des énergies renouvelables au Groenland en divisant les infrastructure et équipement en plus petites unités pouvant être prêtées, redistribuées et déplacées. Ces modules permettent la conception de bâtiments qui combinent production énergétique et conservation d'énergie en disposant de façon stratégique les différentes pièces productrices et consommatrices (Carruth, 2016, Figure 37). Bien qu'il n'affecte pas directement l'efficacité énergétique, ce concept présente des opportunités intéressantes en la matière. La flexibilité d'organisation permet aux résidences de s'adapter au contexte culturel et aux contraintes naturelles, participant à la conception de microclimats agréables.

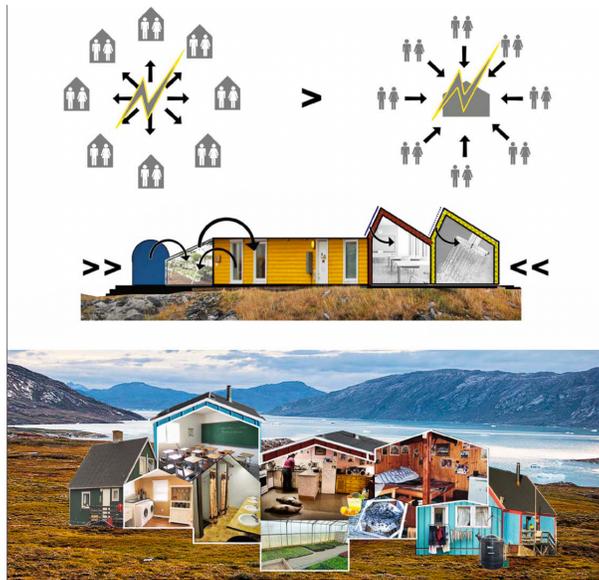


Figure 37 – Image conceptuelle de *Model Modules* pour l’agrandissement spatial et fonctionnel de l’*illu sullivik* un bâtiment de services du Groenland(tirée de Carruth, 2016)

Le concept de modularité est repris par Thomassie Mangiok, résident d’Ivujivik (Mangiok, 2022), comme idée fondatrice d’une alternative aux modèles de maisons au Nunavik. Le nouveau modèle déconstruit les infrastructures en unités dites «programmatisques». Chaque pièce correspond à un usage qui peut suivant les besoins du ménage être déplacé, redistribué ou emprunté par une autre maisonnée (Figure 38). Ce concept se rapproche de la façon traditionnelle dont les Inuit construisaient leurs habitations. Les igloos disposaient d’une pièce principale à laquelle s’ajoutaient des pièces secondaires (Figure 39). Que ce soit pour accueillir des membres de la famille étendue ou pour y abriter les chiens, la forme de l’igloo était flexible et se modifiait pour accommoder les besoins des résidents (Landry, 2018).



Figure 38 — Proposition pour un modèle d’habitation alternatif organisé selon des additions de modules, Thomassie Mangiok (2022)

Les aménagements modulaires sont flexibles pour faire face aux enjeux de cohésion sociale dans les villages. Suivant le concept d'*Akilliriit*, les Inuit habitaient avec leurs proches, mais une distance allant de quelques centaines de mètres à quelques kilomètres les séparait des autres familles (Nungak, 2016). La construction des villages a rapproché la population tout en éloignant les membres d'une même famille, impactant l'entraide et la cohésion sociale (Nungak, 2016). La maison modulaire, proposée par Thomassie Mangiok et *Fantastic Norway*, répond à ces enjeux. Elle rend possible l'agrandissement des espaces de vie d'une famille. Ainsi, la résidence s'ajuste à une famille élargie ou pour accueillir des membres de milieux éloignés. De telles maisons multigénérationnelles se distinguent selon les besoins de leurs occupants et ceux du territoire naturel.

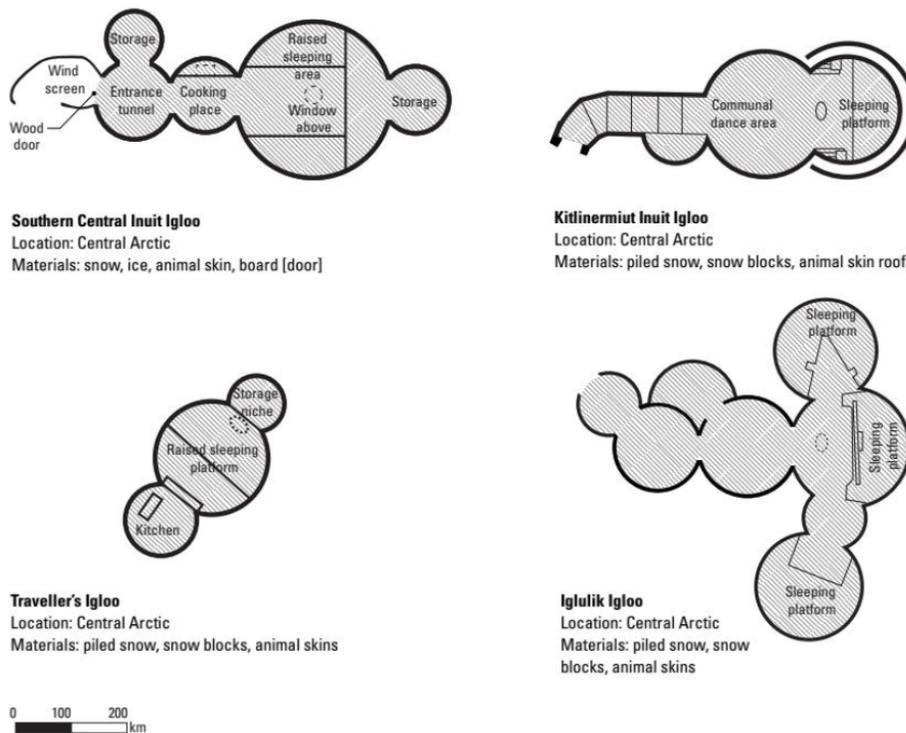


Figure 39 — Habitation traditionnelle inuit (tirée de Sheppard et White 2017, 145)

La flexibilité permise par les aménagements de maisons modulaires s'accorde bien avec les conditions géographiques et climatiques du milieu d'insertion. Leur conception peut tenir compte des besoins énergétiques de chaque pièce. Ainsi, lorsque l'usage d'une chambre nécessite un apport important en chauffage, elle peut être disposée de manière à bénéficier du chauffage passif. Les modules peuvent aussi être placés de manière à promouvoir un transfert de chaleur

d'une pièce à l'autre (Carruth, 2016 ; Figure 37). La modularité fournit ainsi les moyens d'adapter l'habitation à son milieu d'insertion pour favoriser une réduction de la dépendance énergétique et participer à la transition vers des énergies renouvelables.

Afin d'augmenter le confort thermique et l'efficacité énergétique, l'adaptation du cadre bâti exige une bonne compréhension des dynamiques influençant le climat arctique. L'analyse de l'approche par adaptation au climat incite à repenser la manière actuelle d'aménager les communautés nordiques. Elle amène à revoir la trame viaire, la volumétrie et l'implantation actuelles des bâtiments pour ralentir le vent dans le village, la construction d'une barrière n'étant pas satisfaisant.

À cet effet, l'adaptation au climat nordique se réalise, entre autres, à travers trois stratégies d'organisation formelles soit la compacité, la densité, et la modularité. La compacité crée un microclimat agréable et augmente l'efficacité énergétique grâce à la proximité des bâtiments qui permet à la fois de conserver la chaleur et de diminuer la vitesse du vent. La densité offre des opportunités de vivre ensemble suivant les choix et préférences de chacun pour diminuer la consommation énergétique. Enfin, le concept de modularité offre une grande flexibilité dans la permutation, l'addition, etc. de modules permettant de s'adapter au milieu d'insertion et au contexte changeant des ménages. Ces trois stratégies d'organisation formelle permettent, en outre, d'envisager la création d'espaces communautaires et d'équipements énergétiques qui est aidée par l'arrivée d'une densité plus importante.

### **3.4 APPLICATION DE PRINCIPES D'AMÉNAGEMENT MICROCLIMATIQUE EN CONTEXTE INUIT**

Le projet de fin d'études *Tunummut Takusagiartutit (regarde en arrière)* est un exercice d'application des résultats, issus de l'analyse des précédents, dans le contexte de trois villages du Nunavik. Il propose des scénarios d'aménagement culturellement appropriés répondant aux

enjeux côtiers, urbanistiques et énergétiques des communautés du Nunavik<sup>9</sup> (Annexe 2). Le projet s'appuie, par ailleurs, sur le concept de troisième espace pour imaginer un métissage d'approches allochtones, de valeurs inuit et de techniques appropriées (Leboeuf-Soucy, Messier et Tessier, 2022). L'un des objectifs du projet consiste à élaborer des scénarios promouvant la transition énergétique tout en respectant la culture locale en évolution. Cet objectif s'atteint de deux façons. D'un côté, la stratégie de recherche-création teste des méthodes pour intégrer les équipements énergétiques tout en tenant compte du rapport que les Inuit entretiennent avec le territoire. De l'autre, elle propose des aménagements microclimatiques concrets, adaptés au contexte culturel. Le projet s'intéresse aux prototypes d'éoliennes et autres infrastructures énergétiques tout en cherchant à revisiter différents principes d'aménagement microclimatique tels que le mur-écran protecteur.

En croisant les résultats de la revue de littérature et de précédents avec ceux d'un projet de recherche-créations visant l'adaptation de trois villages du Nunavik, six principes d'aménagement microclimatique inuit émergent :

### **Principe 1 : Harmoniser le gabarit des bâtiments par rapport aux vents dominants et aux parcours du soleil**

La construction d'habitations multifamiliales constitue un enjeu au Nunavik où la proximité et la densité sont sujettes à débat puisqu'elle peut être une source de tensions sociales (Loeub, 2022). Cette typologie, si elle s'organise en mur-écran, présente néanmoins un avantage non négligeable en matière d'efficacité énergétique à l'échelle des villages, en réduisant potentiellement la vitesse du vent et en augmentant la température ambiante à proximité. Ce premier principe propose donc une réflexion sur la manière d'implanter de tels bâtiments et la densité en résultante, tout en tenant compte de la relation que les Inuit entretiennent avec le territoire.

---

<sup>9</sup> *Tunummut takusagiarlutit (regarde en arrière)* se penche sur les villages de Salluit pour ses enjeux côtiers, de Kangirsuk pour l'urbanisation rapide et de Kangiqsualujjuaq pour les enjeux énergétiques (Leboeuf-Soucy, Messier, et Tessier, 2022).

Dans le contexte du projet, l'insertion d'immeuble de plus grand gabarit (environ 3 étages) est avantageuse lorsqu'il fait face aux vents froids en provenance du nord, du nord-est et du nord-ouest (Figures 40-41). Lorsque nécessaire, comme à Kangirsuk ou à Kangiqsualujjuaq où les vents dominants proviennent de l'ouest (Annexe 3), la position l'orientation peuvent être ajustées. Le sud demeure néanmoins dégagé pour favoriser l'ensoleillement. Considérant que les Inuit préfèrent être connectés au territoire visuellement que d'améliorer le confort thermique des lieux (Rosendahl, 1988), l'idée du mur protecteur est adaptée sous une forme discontinue (Figure 42). Les bâtiments s'organisent de manière à protéger des secteurs du village sans le couper totalement du territoire naturel (Figure 42). Bien que fragmentés, ces bâtiments offrent potentiellement une protection similaire à celle de *Eyes of Runavik* à l'intérieur d'un rayon certain (White Arkitekter, 2016). Ainsi, la vitesse du vent risque de se stabiliser autour de 0 à 2 m/s dans les secteurs protégés limitrophes.

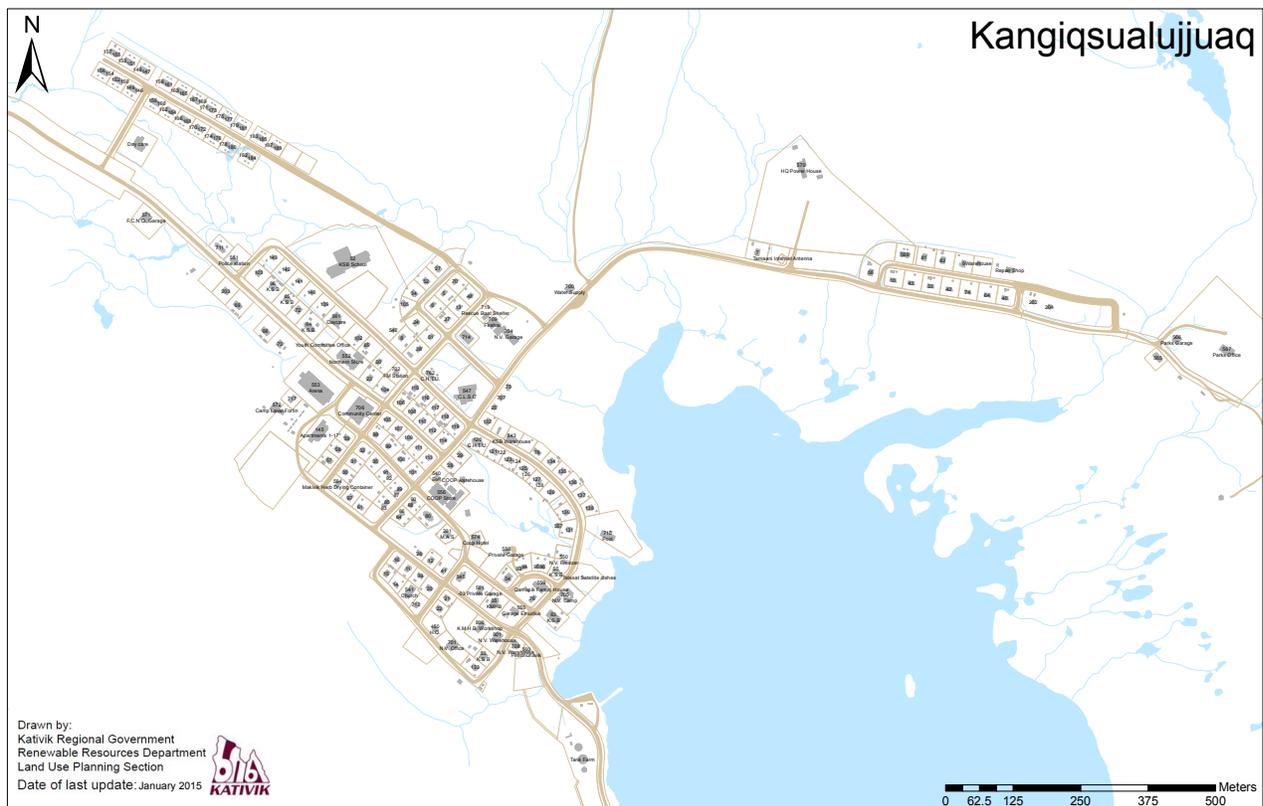


Figure 40 - Plan directeur du village de Kangiqsualujjuaq réalisé par Kativik Regional Government (2015)

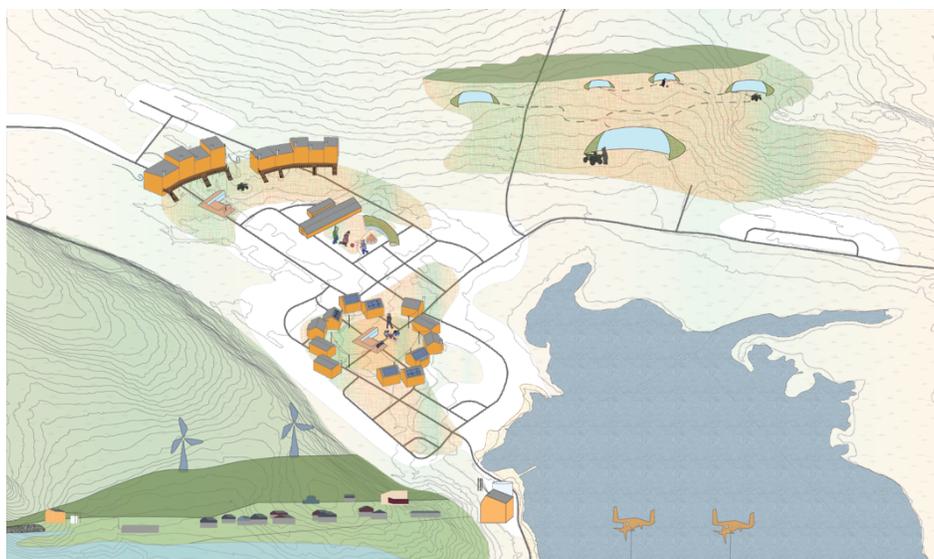


Figure 41- Scénarios d'aménagement pour des secteurs de Kangiqsualujjuaq<sup>10</sup> (Leboeuf-Soucy, Messier et Tessier, 2022)

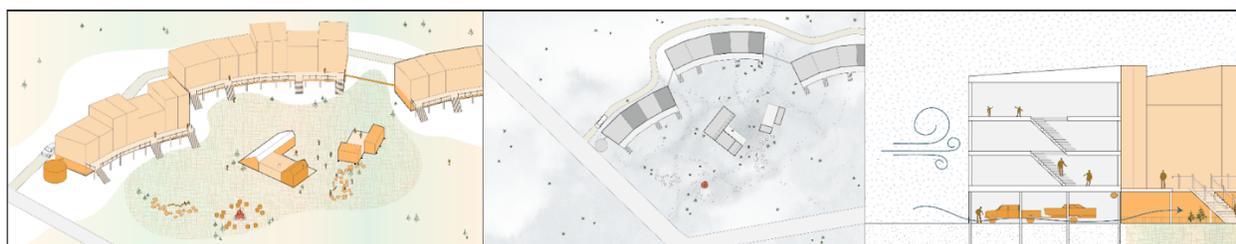


Figure 42 — Exploration de l'aménagement d'un « mur protecteur » discontinu à Kangiqsualujjuaq (Leboeuf-Soucy, Messier, et Tessier, 2022)

**Principe 2 : Ralentir la vitesse du vent au sein des villages par l'implantation de bâtiments à la volumétrie appropriée.**

Tel que démontré par le cas de Fermont, la présence de bâtiments au grand gabarit organisés en mur-écran ne suffit pas à assurer le confort thermique de l'ensemble du village. Considérant la discontinuité de la barrière, une trame de rues parallèles aux vents dominants permet de bloquer le parcours du vent et, par le fait même, d'en diminuer la vitesse. Dans les cas où les rues sont perpendiculaires, il est préférable qu'elles soient courtes ou sinueuses pour éviter

<sup>10</sup> Les illustrations de cette représentation ne sont pas à l'échelle.

les corridors de vents. En complément de l'orientation de la trame viaire, ce deuxième principe mis sur la volumétrie et l'implantation des nouveaux bâtiments pour qu'ils dévient ou ralentissent la vitesse du vent. Trois propositions du projet *Tunummut Takusagiartutit* illustrent ce principe dans trois contextes.

L'une des propositions consiste à implanter des bâtiments avec une volumétrie aérodynamique : une nouvelle maison des jeunes de Kangiqsualujjuaq ainsi qu'un type d'habitation alternatif (Figure 43). Les deux sont des volumétries en demi-lune tournant le dos aux vents de l'est et du nord ainsi que de l'ouest pour l'habitation. Leur toiture en pente dévie les vents pour créer des espaces de rencontre confortables. Chacun présente une façade vitrée pour maximiser l'ensoleillement et le chauffage passif. La maison propose également des fondations sur radier isolé (Cold Climate Housing Research Center, 2022) qui permettent de positionner les bâtiments directement sur le sol, optimisant la forme aérodynamique. En plus de leur potentiel microclimatique, ces formes ont le potentiel de devenir l'une des clés d'adaptation culturelle de l'aménagement des villages nordiques. Elles épousent la forme du territoire tout en présentant une forme plus organique. Elles offrent également des lieux de rassemblements communautaires pouvant s'adapter à différents types d'activités.

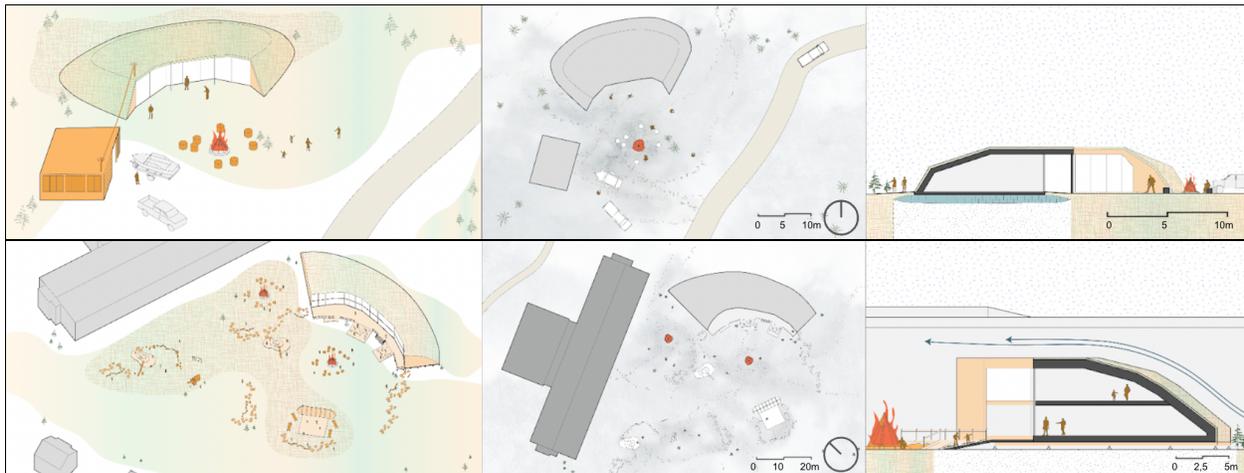


Figure 43 — Proposition d'un nouveau type d'habitation et d'une nouvelle maison des jeunes à Kangiqsualujjuaq (Leboeuf-Soucy, Messier, et Tessier, 2022)

Le réaménagement des îlots existants s'inspire de l'analyse du précédent Skolkovo près de Moscou. Le projet en revoit les principes afin de les adapter au contexte inuit (Figure 44). Il propose ainsi un îlot d'une forme presque circulaire, offrant une densité de 16 maisons à l'hectare

(contre environ 19 maisons à l’hectare dans le cas de Skolkovo). Les résidences sont, dans le cas présent, concentrées aux pourtours de l’îlot de manière à éviter les vues directes vers son voisin. Cette implantation libère l’espace central tout en offrant un microclimat agréable grâce à sa densité en pourtour similaire à celle présenté dans le précédent de Skolkovo Innovations center. Alors que la densité du précédent était de 19 maisons/ hectare, le projet propose une densité de 16 maisons/ hectare. Ce lieu est alors mis à profit en devenant un espace de vie communautaire avec des services, tels un atelier, une cuisine commune et une serre, qui sont partagés par les voisins.

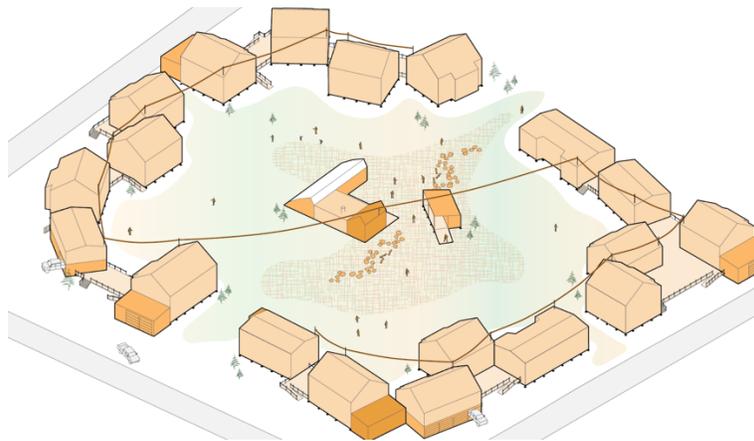


Figure 44 — Proposition d’aménagement pour le centre de Kangiqsualujjuaq inspirée du précédent de Skolkovo (Leboeuf-Soucy, Messier, et Tessier, 2022)

Enfin, *Tunummut Takusagiarlutit* teste l’idée de prévoir des « coulées vertes » habitées pour créer des aménagements microclimatiques en contextes plus contraignants comme à Salluit (Figure 45). Cette localité encadrée dans une vallée présente des vents dominants du sud (Annexe 3), alors que le nord correspond à l’unique accès au Fjord. Face à cette situation, l’implantation de grands gabarits est à éviter compte tenu de leur impact sur l’ensoleillement et sur la connexion au territoire qui inclut la mer et ses rives. Dans le but de favoriser la connexion avec la berge, le projet suggère ces « coulées » parallèles aux vents dominants le long desquelles les habitations sont implantées de manière non linéaire pour réduire la vitesse du vent (Sanborn, 2017 ; Figure 45). Cette stratégie d’organisation en « coulées et bandes de maisons » offre une alternative intéressante à la trame orthogonale en considérant les contraintes géographiques comme l’opportunité d’offrir un microclimat confortable.

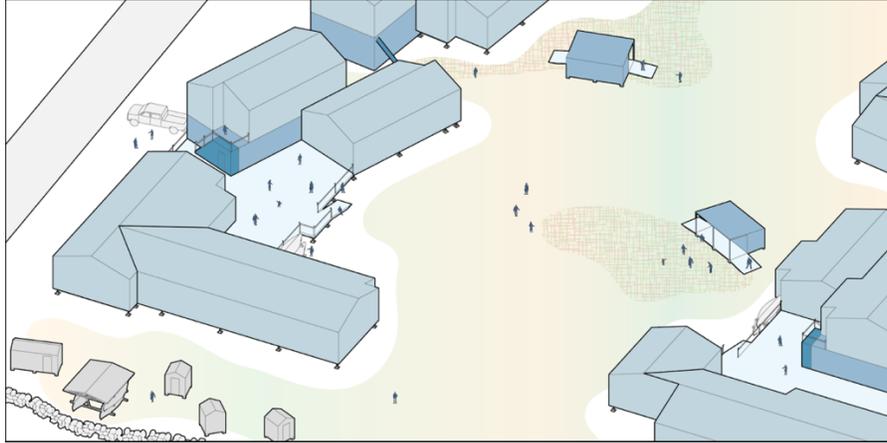


Figure 45 — « Coullées végétales » de Salluit (Leboeuf-Soucy, Messier, et Tessier, 2022)

### Principe 3 : Prévoir et préserver des percées visuelles et physiques vers le territoire

Considérant l'importance de la connexion avec le territoire dans la culture inuit, ce troisième principe réfléchit à la relation avec le territoire naturel comme une condition essentielle à l'aménagement microclimatique des communautés du Nunavik. Que ce soit au moyen de percées visuelles, d'équipements communautaires ou des liens physiques judicieusement planifiés, la réflexion s'attarde à la mise en valeur du territoire aux cœurs des villages.

Ce troisième principe amène à repenser la disposition rectiligne des habitations ainsi que l'absence d'aménagement paysager que Nungak (2016) soulève comme l'un des effets de l'usage excessif des radiers. À Kangirsuk, à Salluit, ainsi que dans le centre de Kangiqsualujjuaq, le projet propose d'optimiser les radiers existants dans le village et de construire les nouveaux bâtiments sur pieux pour limiter l'impact du développement sur le territoire. Les habitations s'implantent le long de coulées végétalisées ramenant et préservant la nature dans le village, tout en offrant des lieux de rencontres et des vues profondes vers le territoire (Figures 45-46). À Kangiqsualujjuaq, l'implantation de bâtiments de plus grand gabarit se fait sur pieux. Ils s'assurent également de conserver des accès et des vues vers le territoire (Figure 46). Les aménagements proposés cherchent à ramener la nature au cœur des communautés. En plus d'offrir des vues vers des points de repère significatifs, cette connexion physique est renforcée par des services communautaires qui deviennent le lieu de départ et d'arrivée des séjours sur le territoire.

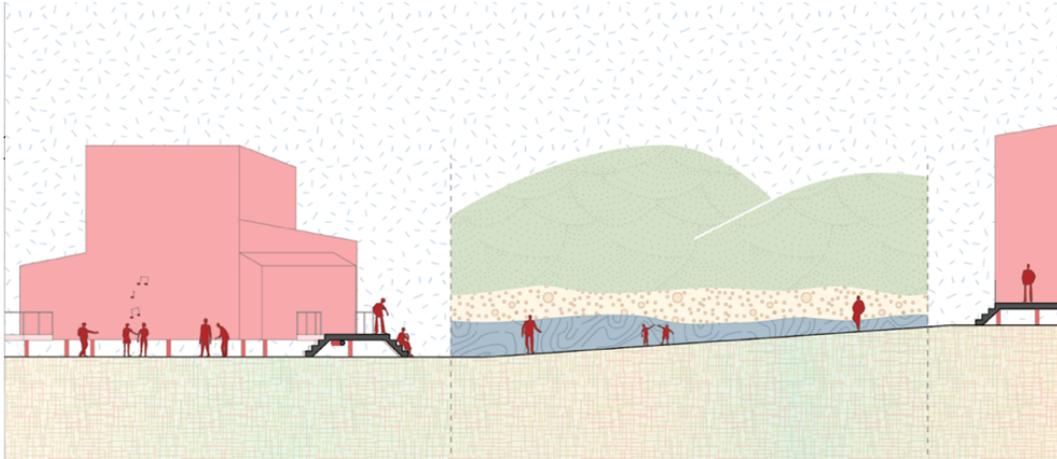


Figure 46 — Coupe montrant vers vues sur le paysage de la coulée de Kangirsuk (Leboeuf-Soucy, Messier, et Tessier, 2022)

#### Principe 4 : Viser la modularité et la flexibilité des habitations

*Tunummut Takusagiartlutit* s'intéresse à la modularité des habitations comme un moyen d'octroyer aux habitants plus d'autonomie résidentielle, ainsi que leur indépendance énergétique. Il explore des moyens d'augmenter les opportunités de cohésion familiale et l'efficacité énergétique en créant des « clusters », ou groupes d'habitations, qui regroupent les familles élargies suivant le principe d'*Akiliriit* avancé par Nungak (2016 ; Figure 47). Ce type d'habitation répond au besoin de solidarité en venant en aide à la famille étendue (Inuit Tapiriit Kanatami, 2016). La modularité implique que les Inuit peuvent adapter leur résidence en y ajoutant une chambre afin d'accueillir un membre de leur famille, par exemple, ou décider de s'installer dans les mêmes clusters. Les résidences peuvent se transformer au fil du temps en maison bigénérationnelle ou multigénérationnelle.

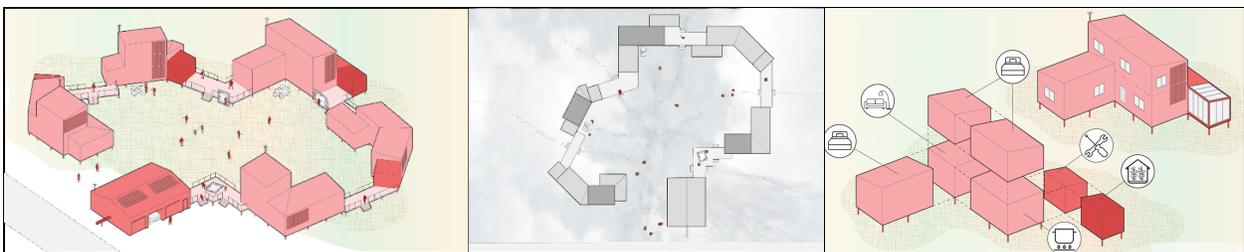


Figure 47 — Modèles d'habitations en « clusters » (Leboeuf-Soucy, Messier, et Tessier, 2022)

Le présent principe vise à offrir aux habitants le contrôle sur la conception de leur milieu de vie grâce à des « clusters » qui s'adaptent facilement au milieu d'insertion. Ces regroupements d'habitations peuvent, par exemple, s'implanter de manière à faire dos aux vents. Ils offrent

également, grâce à leur modularité, une certaine résilience face aux réalités sociales ou démographiques. De la même façon qu'elle peut augmenter, la superficie habitée peut diminuer lorsque le besoin se fait sentir. La consommation d'énergie nécessaire au maintien de pièces sous-utilisées est ainsi évitée. Les pièces peuvent aussi être planifiées pour opérer un transfert de chaleur suivant les besoins. La consommation énergétique diminue grâce à ce mode de tenure qui permet une plus grande compacité et des proximités en s'inspirant du principe d'*Akilliriit*, ainsi qu'une optimisation des transferts de chaleur.

**Principe 5 : Inclure des équipements communautaires et des infrastructures énergétiques à même l'aménagement des milieux de vie.**

Ce principe souligne l'importance d'arrimer le mode de vie inuit au territoire social, planifié et naturel par l'insertion d'équipements communautaires et d'infrastructures énergétiques à même les espaces communs. Il propose, entre autres, de jumeler ces deux types d'équipements dans un même lieu afin d'offrir des opportunités de participation de la population dans la transition énergétique.

Le principe se penche donc sur la valorisation des activités traditionnelles par l'ajout d'ateliers, de rangements et d'autres équipements communautaires. *Tunummut Takusagiartlutit* propose de les situer de manière à être accessibles et partagés par un groupe plus restreint de voisins alors que d'autres, situés à proximité de la berge ou du territoire, peuvent être utilisés par l'ensemble de la population. Les propositions pour Salluit et Kangirsuk envisagent ainsi des lieux d'entreposage pour les kayaks et autres embarcations (Figure 45). Ces équipements servent de point de départ vers les campements et les lieux de chasse et pêche, permettant de valoriser le lien entre le territoire naturel et le village.

En support des équipements communautaires, *Tunummut Takusagiartlutit* propose l'instauration d'un réseau énergétique secondaire qui participe potentiellement à diminuer le coût

élevé de l'électricité au Nunavik<sup>11</sup>(Figure 48). L'électricité produite par ce second réseau s'emmagasine dans une batterie centrale qui redistribue l'énergie vers les habitations de l'îlot et les équipements communautaires. Ce réseau constitue une façon d'émanciper les villages nordiques de leur dépendance aux énergies fossiles tout en offrant un contrôle sur la production d'électricité. *Tunummut Takusagiarlutit* envisage une rencontre programmatique entre les lieux communautaires et énergétiques au centre de l'îlot pour favoriser la surveillance naturelle de cet espace (Figure 48). Le projet suggère de jumeler ces deux équipements grâce à des infrastructures énergétiques à petite échelle. L'objectif serait de faire appel à des installations entrant le moins possible en conflit avec les activités du quotidien inuit ainsi que leur perception envers la soutenabilité énergétique. Pour ce faire, *Tunummut Takusagiarlutit* propose l'élaboration de projets pilotes pour tester des prototypes tels que les éoliennes par oscillation<sup>12</sup> pouvant s'installer sur les maisons afin de produire de l'énergie.

---

<sup>11</sup> Le plan Nunavik indique que ses résidents consomment 9260 kWh comparativement à 30 000 pour les habitants du sud du Québec (Kativik Regional Government, 2010). Cette faible consommation résulte en fait d'un manque d'électricité dans les communautés inuit (Kativik Regional Government, 2010). Les résidents achètent donc du mazout au coût de 1,89\$ le litre, pour l'année 2018-2019, en plus de payer l'électricité à 0,06\$/kWh lorsque leur consommation journalière est sous 30 kWh et 0,43\$/kWh pour tout kWh supplémentaire (Hydro-Québec 2019; 2022)

<sup>12</sup> La compagnie Vortex Bladeless présente un prototype d'éolienne produisant de l'énergie par oscillation (Vortex Bladeless 2022). Les installations sont de tailles variées. Certaines peuvent être installées sur les bâtiments. Bien que les installations ne soient pas encore adaptées au climat arctique, elles constituent une alternative prometteuse à explorer.

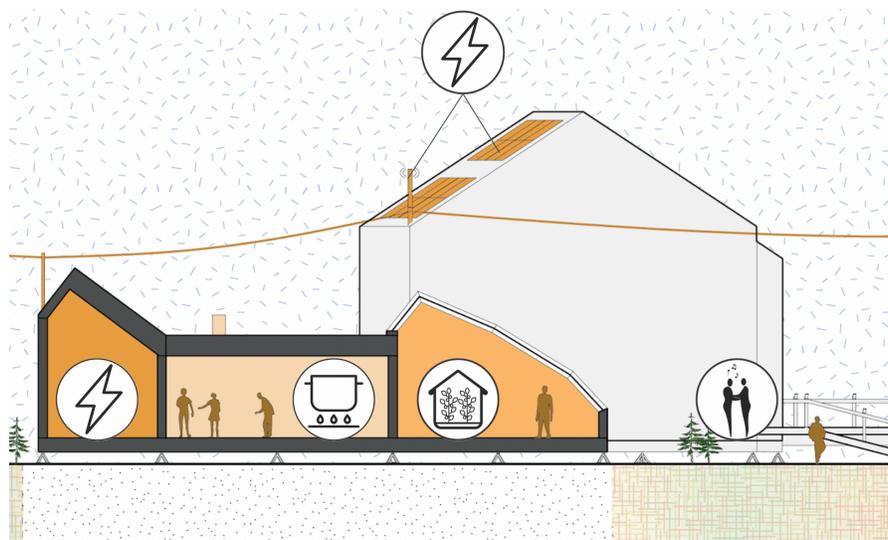


Figure 48 — Stratégie d’optimisation des équipements communautaire à Kangiqsualujjuaq (Leboeuf-Soucy, Messier, et Tessier, 2022)

### Principe 6 : Offrir une variété de choix parmi les types et tenures résidentiels, selon des densités acceptables

Le Nunavik connaît une transformation à la fois sociale et culturelle à la lumière de modes de vie contemporains qui influencent la conception que les jeunes générations ont du territoire (Landry, 2018). Alors qu’il y a environ un demi-siècle les Inuit étaient semi-nomades et parcouraient le territoire, plusieurs jeunes n’y ont plus accès et ne connaissent donc que celui des villages (Landry, 2018; Demeule, 2021; Watt-Cloutier, 2019). La façon de vivre et de comprendre le territoire et les villages nordiques varie grandement entre et au sein même des générations (Landry, 2018).

Par conséquent, la présente recherche suggère que l’aménagement microclimatique reflète cette réalité en constante évolution. Pour ce faire, il est proposé d’offrir des choix parmi une variété de types d’habitations et de modes de tenures, allant de l’habitation multifamiliale, à la résidence autonome implantée en périphérie du village, en passant par le « cluster » de résidences modulables (Figures 49). *Tunummut Takusagiartutit* démontre que cette offre variée peut tenir compte du climat nordique tout en augmentant l’efficacité énergétique et en diminuant la dépendance aux énergies fossiles. Cette offre variée donne le pouvoir aux habitants de choisir leur mode de vie et d’exercer un contrôle sur leur trajectoire résidentielle. Elle cherche à prendre

en compte la diversité des besoins et des préférences, qui sont peu invités à participer à l'aménagement actuel (Loeub, 2022). Ce principe pourrait donc devenir la clé d'un aménagement microclimatique acceptable et soutenable pour la population locale.

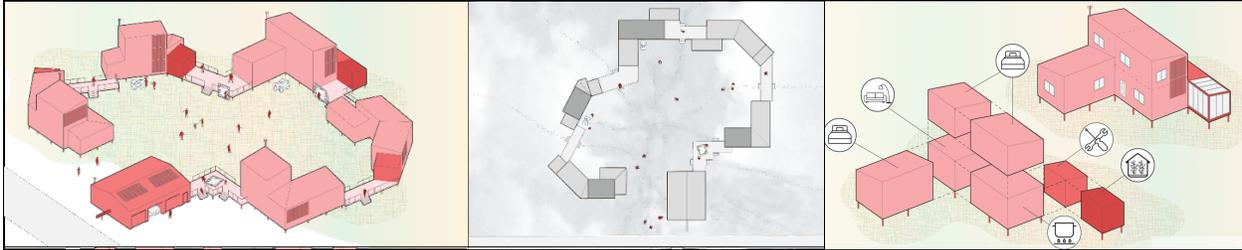


Figure 49 — Exploration pour la conception d'habitations modulaire en « cluster » (Leboeuf-Soucy, Messier, et Tessier, 2022)

### 3.5 LIMITES DE L'ÉTUDE

La présente recherche est le résultat d'une analyse de la littérature portant sur l'aménagement microclimatique ainsi que sur l'*Arctic Indigenous Urbanism*. Bien que l'*Arctic Indigenous Urbanism* s'appuie sur des auteurs, des chercheurs autochtones ainsi que sur la population inuit, les études portant sur ce concept ainsi que sur l'aménagement microclimatique sont généralement réalisées par des Allochtones. L'essai, tout comme ces études, comporte des biais culturels. Dans le but de limiter leurs impacts, l'essai a fait appel à un large éventail de recherches pour aborder chacun des concepts de l'*Arctic Indigenous Urbanism*.

L'essai se penche également sur l'épineuse question de la compacité et de la densité. Si les recherches démontrent que la densité aide à la transition énergétique, chaque communauté inuit et chaque individu possèdent une vision qui leur est propre des conditions nécessaires à une densité acceptable. Bien que la densité soit généralement vue comme l'une solution aux problèmes environnementaux dans le domaine de l'architecture et de l'urbanisme, elle doit pouvoir s'adapter aux communautés locales et à leurs réalités. La densité est souvent vue comme une source de problèmes sociaux au Nunavik (Loeub, 2022; Nungak, 2016 ; De Jonghe, 2021). Un

projet de densification à Kangiqsualujjuaq ainsi que le *Block P* à Nuuk au Groenland<sup>13</sup> sont des exemples mentionnés pour illustrer les défis de la cohésion sociale puisqu'ils n'ont pas été pensés en fonction de la culture inuit (Loeub, 2022; De Jonghe, 2021; Figure 50). L'essai cherche donc à susciter des pistes de réflexion plutôt qu'à prescrire des solutions. Cette réflexion mériterait d'être poursuivie par les chercheurs ou les instances gouvernementales avec les Inuit afin de comprendre et de vérifier l'ensemble des paramètres qui influencent potentiellement les aménagements microclimatiques en contexte inuit.



Figure 50 - *Block P* à Nuuk au Groenland (De Jonghe, 2021)

La présente recherche présente un certain nombre de précédents issus de régions subarctiques encore à l'étape conceptuelle ou provenant de régions aux contextes culturel et climatique différents de ceux du Nunavik. Néanmoins, ces études comportent des pistes qui apparaissent prometteuses. Les principes avancés par l'essai, par le biais de ces précédents

---

<sup>13</sup> Le *Block P* consiste en un complexe d'appartement de 200m de long et de 5 étages de haut construit dans les années 1960. Ce complexe est le résultat de la politique d'habitation des années 60 du Danemark qui, bien que fonctionnel en contexte occidental, s'accommodait peu aux réalités d'une société de chasseurs et de pêcheurs (De Jonghe, 2021).

notamment, gagneraient à être approfondis et validés afin de prendre en compte les effets de la géomorphologie sur les microclimats. Le recours à des simulations de vents et d'ensoleillement prenant compte de la topographie, des types de sols et de l'hydrographie du milieu d'insertion s'avèrerait pertinent pour mesurer objectivement les effets des aménagements proposés sur la base des principes d'aménagement microclimatique.

## CONCLUSION

*Comment l'aménagement microclimatique peut-il être adapté à un urbanisme inuit pour favoriser l'efficacité énergétique des communautés du Nunavik?* La discussion du chapitre 3 a mis en lumière plusieurs précédents menant à la formulation de six principes d'aménagement microclimatique qui favorisent l'efficacité énergétique, tout en étant adaptés à la conception inuit du territoire. Cette analyse, alliée au projet *Tunummut Takusagiarlutit*, entame une réflexion sur les formes que peuvent prendre différents aménagements microclimatiques au Nunavik pour adapter l'urbanisme à la culture locale.

L'essai propose que les aménagements microclimatiques s'envisagent de pair avec la conception d'espaces communautaires et culturels. Ces aménagements s'appuient sur une variété de types et de modes de tenure résidentiels pour satisfaire les aspirations et préférences. La densité des milieux habités qui est associée à l'aménagement microclimatique offre plusieurs avantages dont l'insertion d'équipements communautaires et énergétiques qui participent au maintien du mode de vie et des pratiques. Les espaces sociaux et culturels ont ainsi le potentiel de devenir des vecteurs de l'acceptabilité sociale d'une densité qui assure le développement soutenable des villages.

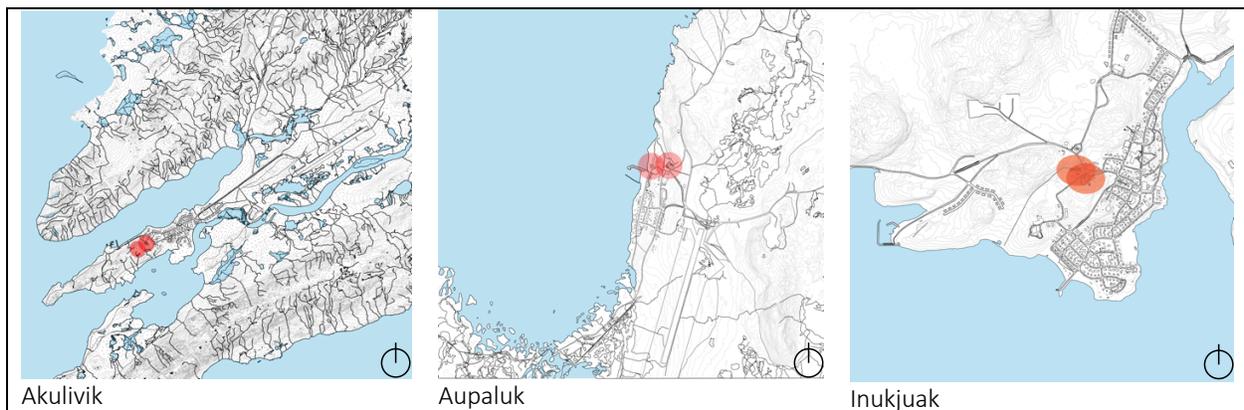
Bien que la présente recherche ne se penche pas en détail sur les infrastructures énergétiques et leur implantation, l'attention portée sur *l'Arctic Indigenous Urbanism* remet en perspective la transition vers les énergies renouvelables. Les nouvelles infrastructures qu'amène cette transition feront partie du paysage du Nunavik. Elles participeront à l'espace public et influenceront éventuellement le rapport que les Inuit entretiennent avec le territoire. Les recherches futures en ce domaine devraient donc à s'attarder au développement de prototypes innovants, tels que de petites éoliennes par oscillation, en tandem de la co-conception de milieux résidentiels innovants afin de répondre pleinement aux besoins et aux préoccupations des Inuit.

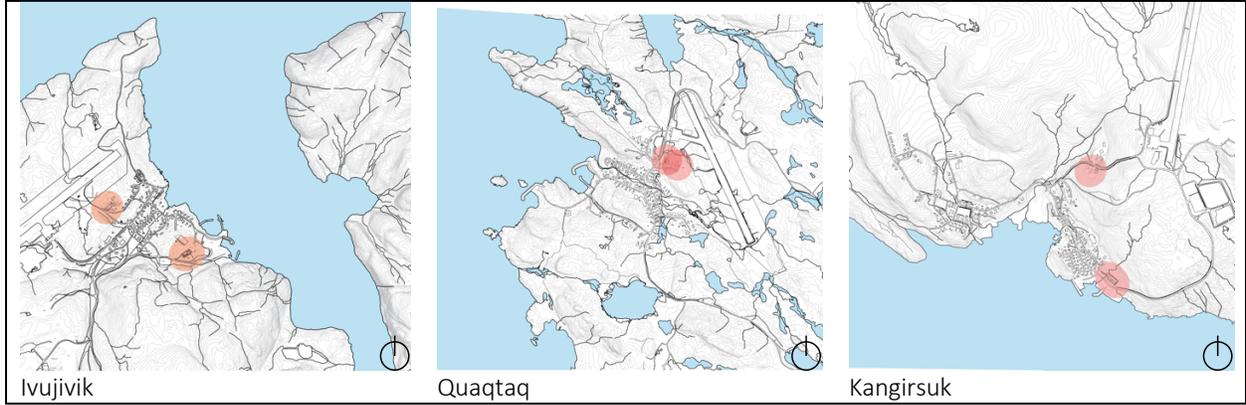
# ANNEXE 1 — ANALYSE DE L'EMPLACEMENT DES CITERNES ET DES CENTRALES DANS LES 14 COMMUNAUTÉS DU NUNAVIK

Dans les villages

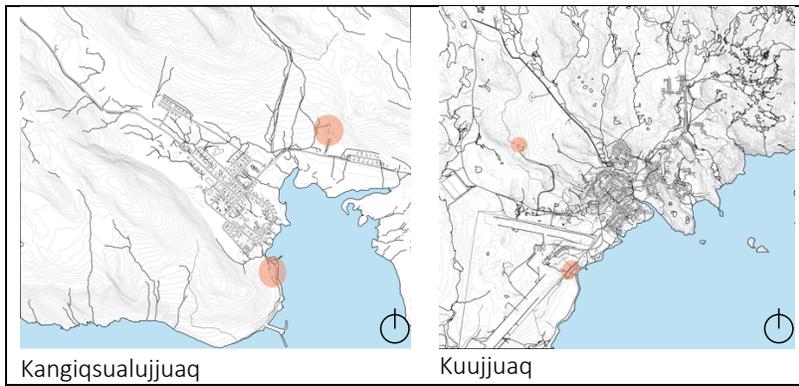


En bordure du village





En périphérie des villages



# ANNEXE 2 – Planche sommaire du projet *Tunummut Takusagiartutit*

## *Tunummut takusagiartutit*

Scénarios d'aménagement répondant aux enjeux côtiers, urbanistiques et énergétiques du Nunavik

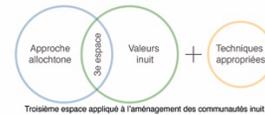
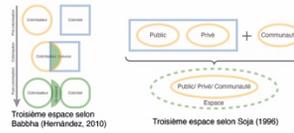
Lori Leboeuf-Soucy, Loriane Messier et Gabrielle Tessier  
PFE(DU) supervisé par Geneviève Vachon et Myriam Blais



*Tunummut takusagiartutit* (regarde en arrière) vise la conception de scénarios d'aménagement culturellement appropriés répondant aux enjeux côtiers, urbanistiques et énergétiques des villages du Nunavik. Le projet s'appuie sur le troisième espace pour imaginer un message d'approches allochtones, de valeurs inuit et de techniques appropriées.

*Tunummut takusagiartutit* s'appuie aux représentations allochtones et au counter-mapping, une forme de cartographie réalisée par les autochtones qui est inspirée pour aborder l'adaptation culturelle des mixtes bâtis.

	Opportunités	Enjeux
<b>Sallut</b>	Hydrolien: N/A Solaire: 4/5 Éolien: 4/5	Écoconstrucote: 4/5 Pénurie de logements: 4/5 Usage du réseau électrique: 4/5
<b>Kangirsuk</b>	Hydrolien: 4/5 Solaire: 4/5 Éolien: 4/5	Écoconstrucote: 4/5 Pénurie de logements: 4/5 Usage du réseau électrique: 4/5
<b>Kangisualujuaq</b>	Hydrolien: 4/5 Solaire: 4/5 Éolien: 4/5	Écoconstrucote: 4/5 Pénurie de logements: 4/5 Usage du réseau électrique: 4/5



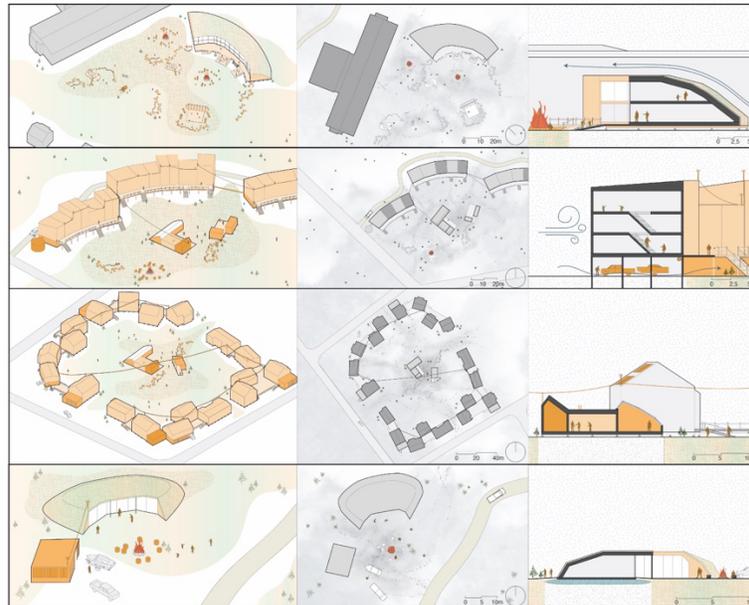
### **Kangisualujuaq** *Optimisation*

**Opportunités - Optimisation**

- Monoclimat
- +1°C température ambiante
- Mur protecteur vent à 3-2m
- Niveau secondaire d'économie par lit
- Optimisation équipements
- Réallocation de la zone de l'ancienne centrale au diesel

Les enjeux et opportunités énergétiques de Kangisualujuaq donnent la chance de réfléchir à l'optimisation des aménagements. Cette idée explore l'interaction entre le cadre bâti, les espaces et équipements communautaires ainsi que les valeurs inuit pour améliorer le confort thermique et l'efficacité énergétique.

La proposition reprend l'idée de troisième espace par le confort thermique supportant les activités traditionnelles tout au long de l'année. Le double réseau énergétique associe les résidents dans leur émigration en leur fournissant un filet de secours. Il permet d'implanter des équipements communautaires, alors que la réaffectation de la centrale offre une nouvelle façon d'habiter le territoire.



# Tunummut takusagiartutit

Scénarios d'aménagement répondant aux enjeux côtiers, urbanistiques et énergétiques du Nunavut

Lori Leboeuf-Soucy, Loriane Messier et Gabrielle Tessier  
PFE(DU) supervisé par Geneviève Vachon et Myriam Blais

**Salluit**  
Mutualisation

**Opportunités - Mutualisation**

- Renaturation
- Consolidation du cœur communautaire
- Amélioration de l'interface terre-eau
- Mutualisation d'équipements
- Plan accès à la berge
- Protection côtière

Les enjeux côtiers de Salluit ont ouvert la voie à une opportunité d'aménagement orientée vers la mutualisation. La proposition pour Salluit rejoint l'idée de troisième espace via, par exemple, l'intégration de la valeur communautaire, l'importance du rapport au territoire et l'amélioration de l'interface terre-eau existante.

La réflexion amène des rencontres programmatiques en intégrant la défense côtière (inondation, érosion) et les loisirs, tout en se penchant sur les écosystèmes. Cette conception à usage multiple permet une gestion côtière tout en tentant de s'adapter aux valeurs inuit.

**Kangirsuk**  
Autonomie

**Opportunités - Autonomie**

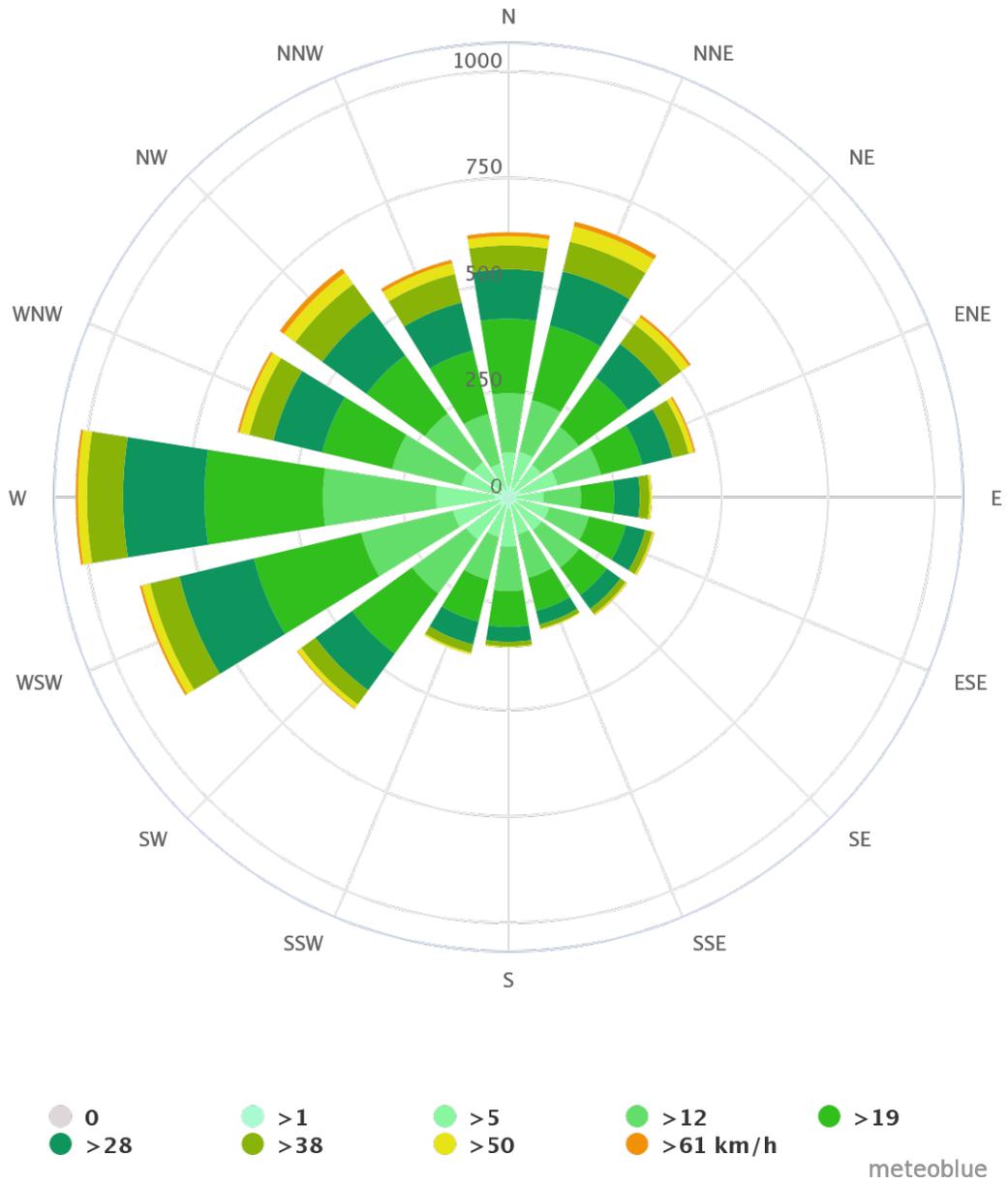
- Cohésion familiale
- Espaces
- Diminution des points de collecte des déchets et des eaux usées
- Autonomie énergétique
- Mutualisation d'équipements
- 12 log./ha. -> 35 log./ha.
- 103 log. -> 180 log.

La demande grandissante en logements à Kangirsuk offre la possibilité de construire avec autonomie. Cette vision repense aux implications inuit du vivre-ensemble et de l'intégration de technologies appropriées telles que les utilitaires, la revégétalisation l'autonomie énergétique.

Les réflexions sur le troisième espace poussent à croire que l'autonomie vient du pouvoir d'action que les habitants ont face au choix de leur lieu de résidence. Les habitations ont toutes un module de base comprenant un salon, une cuisine et une chambre. À cela peut s'ajouter des chambres, une serre, un atelier et ainsi de suite, pour adapter les maisons aux personnes qui y vivent.

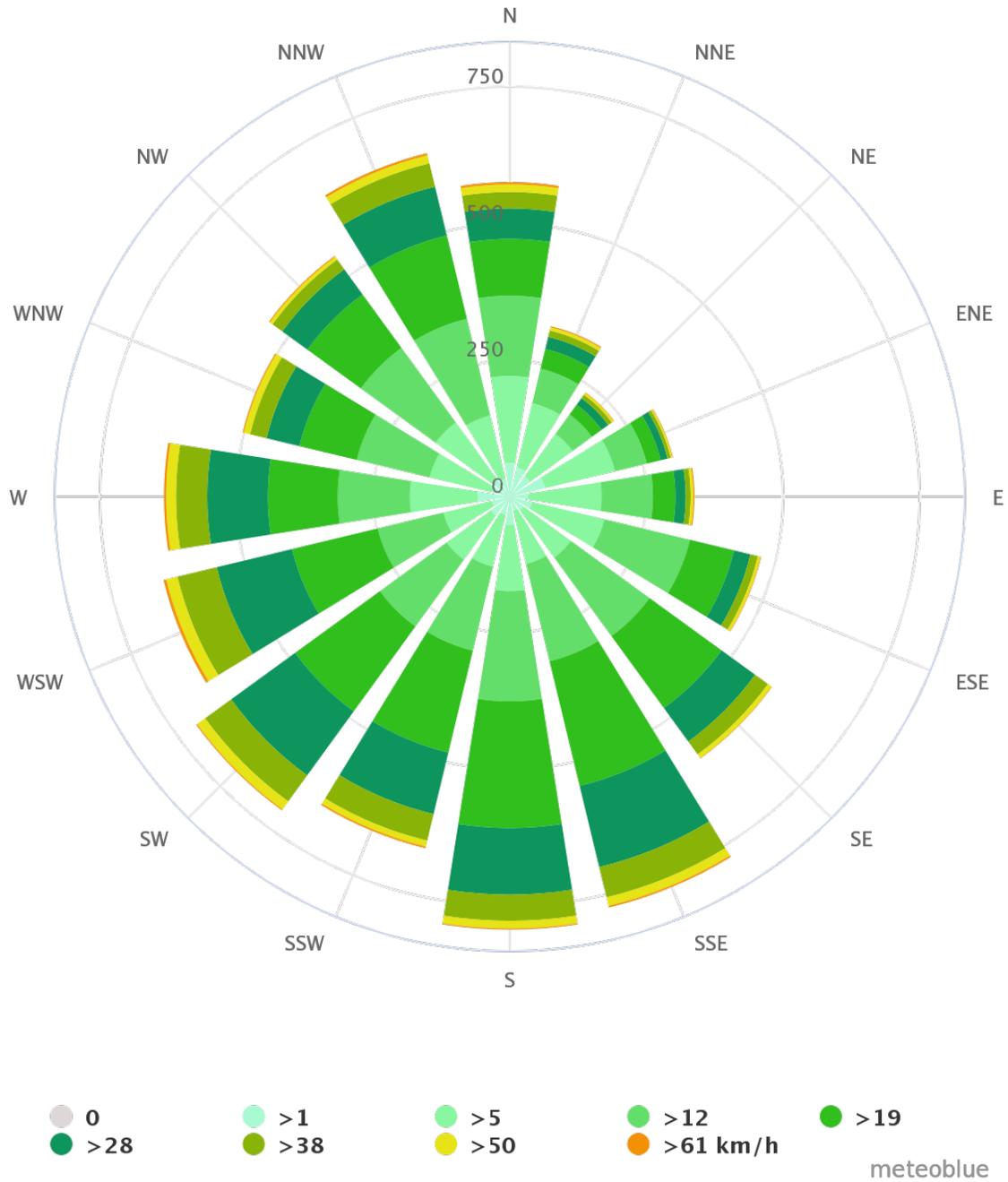
# ANNEXE 3 — ROSE DES VENTS DES COMMUNAUTÉS DE KANGIRSUK, KANGIQSUALUJJUAQ ET SALLUIT

KANGIRSUK



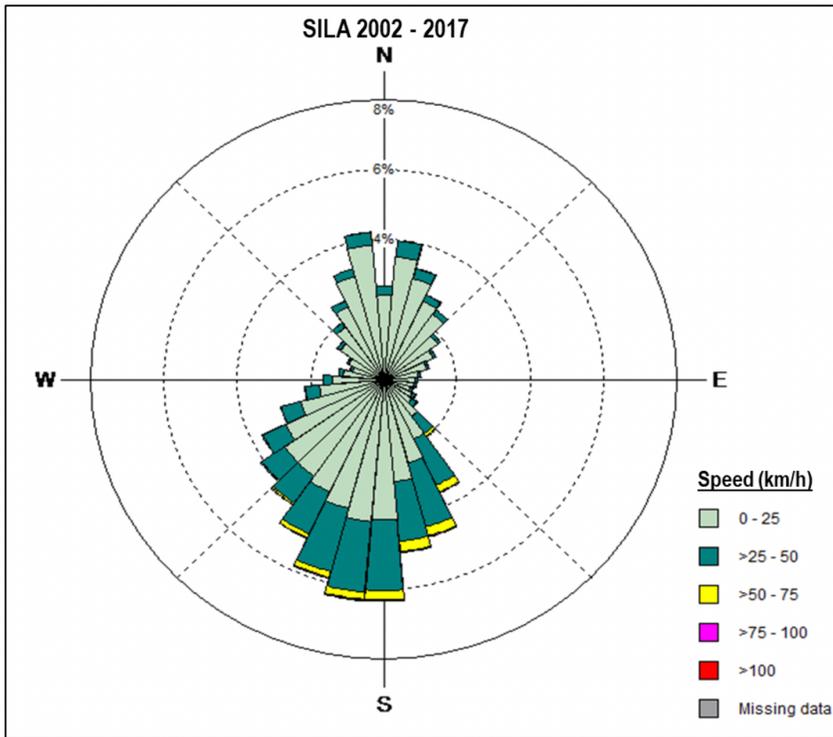
Carte des vents de Kangirsuk (Météoblue, 2022b)

KANGIQSUALLUJJAQ

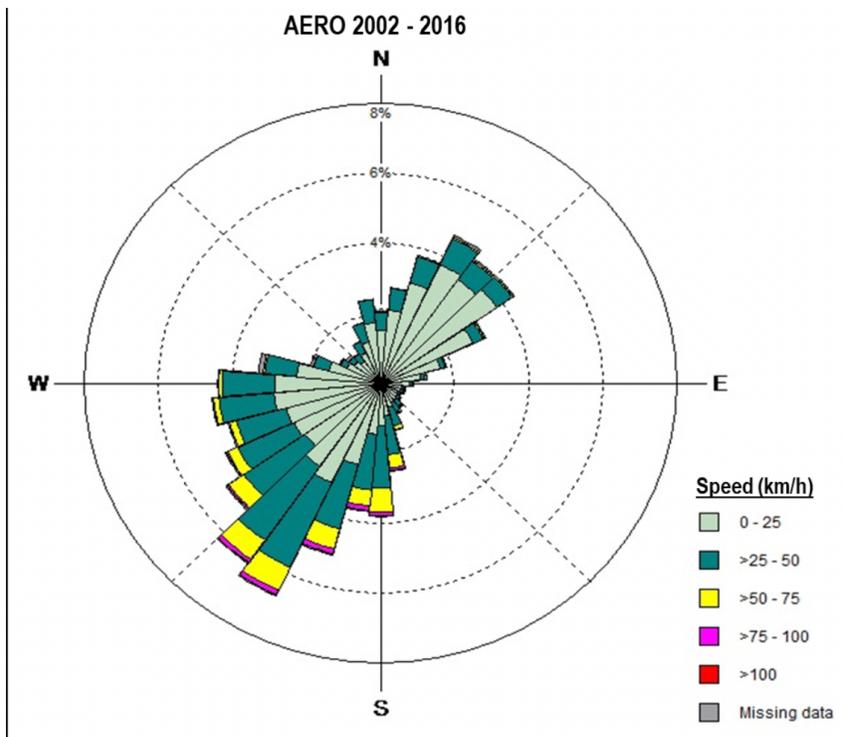


Carte des vents de Kangiqsuallujjaq (Météoblue, 2022a)

SALLUIT



Rose des vents dans la vallée (CEN, 2021)



Rose des vents sur les plateaux - (CEN, 2021)

## Bibliographie

- Agence d'Architecture A. Bechu & Associés. 2017. « Skolkovo Innovation center district 11 ».
- André-Lescop, Gaëlle. 2021. « En quoi le territoire ancestral peut-il inspirer l'aménagement contemporain des communautés innues ? » *Recherches amérindiennes au Québec* 49 (3): 65-77. <https://doi.org/10.7202/1074542ar>.
- Atlas, Senses. 2021. « Resolute Bay, Ralph Erskine and the Arctic Utopia ». *Senses Atlas* (blog). 8 janvier 2021. <https://www.sensesatlas.com/territory/resolute-bay-ralph-erskine-and-the-arctic-utopia/>.
- Belzile, Patrick, Louis Lamarche, Félix-Antoine Comeau, et Jasmin Raymond. 2017. *Revue technologique: efficacité énergétique et énergies renouvelables au nord du Québec: rapport final*. [http://epe.lac-bac.gc.ca/100/200/300/inrs-ete/revue\\_technologique/R1716\\_PBelzile\\_2017.pdf](http://epe.lac-bac.gc.ca/100/200/300/inrs-ete/revue_technologique/R1716_PBelzile_2017.pdf).
- Børve, Anne B. 1982. « Settlement Planning under Arctic Conditions in Northern Norway ». *Energy and Buildings*, Special Issues, 4 (1): 67-70. [https://doi.org/10.1016/0378-7788\(82\)90019-6](https://doi.org/10.1016/0378-7788(82)90019-6).
- Breton, Marie-Pier, et Geneviève Cloutier. 2017. « Cadre institutionnel et pratiques locales de l'aménagement en territoire nordique : un dialogue en trois temps illustré par le cas de Kuujuaq ». *Recherches amérindiennes au Québec* 47 (1): 87-99. <https://doi.org/10.7202/1042901ar>.
- Carruth, Susan J. 2016. « Developing renewable energy in discontinuous Greenland: an infrastructural urbanism of 'material practices' ». *Journal of Landscape Architecture* 11 (1): 66-79. <https://doi.org/10.1080/18626033.2016.1144686>.
- CEN, Centre d'études nordique. 2021. « Données Climatiques et Sur Le Pergélisol - Salluit, Nunavik ». ArcGIS StoryMaps. 21 septembre 2021. <https://storymaps.arcgis.com/stories/5287c425cb484e54bf2b6645b4bde526>.
- Chapman, David, Kristina L Nilsson, Agatino Rizzo, et Agneta Larsson. 2018. « Updating Winter: The Importance of Climate- Sensitive Urban Design for Winter Settlements ». *Arctic Yearbook 2018*, 20.
- Chapman, David, Kristina Nilsson, Agatino Rizzo, Agneta Larsson, et Dag Kittang. 2018. *Urban Design of Winter Cities Winter Season Connectivity for Soft Mobility*. Luleå University of Technology: Graphic Production. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ltu:diva-70507>.
- Cho, Leena, et Matthew Jull. 2019. *Mediating Environments*. First Edition. San Francisco: Applied Research & Design Publishing, an imprint of ORO Editions.
- Cold Climate Housing Research Center. 2022. « Foundations ». Cold Climate Housing Research Center. 2022. <http://cchrc.org/parts-of-the-home/foundations/>.
- De Jonghe, Bert Germain M. 2021. « Inventing Greenland – Designing an Arctic Nation ». M.Des., Ann Arbor, United States. <https://www.proquest.com/docview/2555042467/abstract/9A19DD07DAF3441APQ/1>.

- Demeule, Pierre-Olivier. 2021. « Cabanes et campements du fjord de Salluit : une lecture des savoir-faire locaux et des pratiques d'autoconstruction dans la toundra ». Québec: Université Laval.
- DMA. 2022. « Ville de Fermont ». DMA-Arcch. 2022. <http://www.desnoyersmercure.com/en/projects/ville-de-fermont>.
- Dobbelsteen, Andy van den. 2021. « The Regenerative City: Positive Opportunities of Coupling Urban Energy Transition with Added Values to People and Environment ». Dans *TransFEWmation: Towards Design-Led Food-Energy-Water Systems for Future Urbanization*, édité par Rob Roggema, 235-52. Contemporary Urban Design Thinking. Cham: Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-61977-0\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-61977-0_11).
- Dorais, Louis-Jacques. 2006. « Terre de l'ombre ou terre d'abondance? Le Nord des Inuit ». *Études/Inuit/Studies* 28 (1): 155-59. <https://doi.org/10.7202/012644ar>.
- Duchesneau, Jimmy, Annie Ruelland, et Denis Simard. 2014. « Présentation de Fermont - Conception de la ville ». Fermont Les clefs de la conception d'une ville minière en milieu nordique. 2014. <https://cmdu2014.wixsite.com/fermont/conceptionfermont>.
- Ebrahimabadi, Saeed. 2015. « Outdoor Comfort in Cold Climates », 94.
- Fawcett, R. Ben, Ryan Walker, et Jonathan Greene. 2015. « Indigenizing City Planning Processes in Saskatoon, Canada ». *Canadian Journal of Urban Research* 24 (2): 158-75.
- Givoni, Baruch. 1998. *Climate Considerations in Building and Urban Design*. John Wiley & Sons.
- Gosselin, Louis, Geneviève Cloutier, Myriam Blais, André Potvin, Geneviève Vachon, et Mourad Ben Amor. 2019. « Habitation et transition énergétique au Nunavik : Mieux comprendre les enjeux humains, techniques et environnementaux ». Institut nordique du Québec. 2019. <https://inq.ulaval.ca/index.php/fr/recherche/projets-de-recherche/habitation-transition-energetique-nunavik>.
- Guay-Marleau, Xavier. 2020. « La prise en compte de la nordicité dans le design urbain des nouveaux aménagements dans la région métropolitaine de Montréal », 194.
- Hansen, Lana. 2020. *Sila : Un conte groenlandais sur les changements climatiques*. Presse de l'université du Québec.
- Harbour-Marsan, Ève, et Frédéric Lasserre. 2021. « Perspectives inuites sur le développement des énergies renouvelables au Nunavik : un levier vers l'autodétermination ? » *Espace populations sociétés. Space populations societies*, n° 2020/3-2021/1 (janvier). <https://doi.org/10.4000/eps.10686>.
- Hemmersam, Peter. 2016. « Arctic Architectures ». *Polar Record* 52 (4): 412-22. <https://doi.org/10.1017/S003224741500100X>.
- . 2021. *Making the Arctic City: The History and Future of Urbanism in the Circumpolar North*. London, UNITED KINGDOM: Bloomsbury Publishing USA. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/ulaval/detail.action?docID=6637064>.
- Hudson, Amy, et Kelly Vodden. 2020. « Decolonizing Pathways to Sustainability: Lessons Learned from Three Inuit Communities in NunatuKavut, Canada ». *Sustainability* 12 (11): 4419. <https://doi.org/10.3390/su12114419>.

- Hydro-Québec. 2019. « Réponses d'Hydro-Québec Distribution à la demande de renseignements n° 9 de la Régie ». [en ligne]. [http://publicsde.regieenergie.qc.ca/projets/469/DocPrj/R-4057-2018-B-0214-DDR-RepDDR-2019\\_07\\_26.pdf](http://publicsde.regieenergie.qc.ca/projets/469/DocPrj/R-4057-2018-B-0214-DDR-RepDDR-2019_07_26.pdf).
- . 2022. « Tarif DN ». juin 2022. <https://www.hydroquebec.com/residentiel/espace-clients/tarifs/tarif-dn.html>.
- . s. d. « Centrales hydroélectriques | Fonctionnement ». Hydro-Québec. Consulté le 17 octobre 2021a. <http://www.hydroquebec.com/comprendre/hydroelectricite/types-centrales.html>.
- . s. d. « Notre approche en développement durable ». Hydro-Québec. Consulté le 8 octobre 2021b. <https://www.hydroquebec.com/developpement-durable/notre-approche.html>.
- Inuit Tapiriit Kanatami. 2016. « Best Practices in Sustainable Housing Delivery in Inuit Nunangat ». Canada: Inuit Tapiriit Kanatami.
- Jobboom. 2009. « Anatomie du mur de Fermont ». *Blogue et ressources d'emploi | Jobboom* (blog). 11 février 2009. <https://www.jobboom.com/carriere/anatomie-du-mur-de-fermont/>.
- Jull, Matthew. 2016. « Toward a Northern Architecture: The Microrayon as Arctic Urban Prototype ». *Journal of Architectural Education* 70 (2): 214-22. <https://doi.org/10.1080/10464883.2016.1197672>.
- Kativik Regional Government. 2015. « Plan directeur du village de Kangiqsualujjuaq ».
- Kativik Regional Government. 2020. « Plan directeur de la région Kativik ».
- Kativik Regional Government, Makivik Corporation. 2010. *Plan Nunavik*. Second edition. Westmount: Avataq Cultural Institute.
- Kenojuak, Ashevak. 1992. *Nunavut Qajanartu (Our beautiful land)*. Lithographie coloriée à la main.
- La Presse canadienne. 2015. « Déversement de 3000 litres de pétrole à Salluit ». *Le Devoir*, octobre. <https://www.ledevoir.com/societe/environnement/452237/deversement-de-3000-litres-de-petrole-a-salluit-dans-le-nord-du-quebec>.
- Labrèche, Yves. 2003. « Habitations, camps et territoires des Inuit de la région de Kangiqsujuaq-Salluit, Nunavik ». *Études/Inuit/Studies* 27 (1-2): 155-90. <https://doi.org/10.7202/010800ar>.
- Landry, Julien. 2018. « Sédentarisation au Nunavik : Identités, territorialités et territoires inuit contemporains ». Québec: Université Laval.
- Laroche, Jean-François. 2016. « Vers une expérience dynamique et séquencée des places publiques hivernales ». Québec: Université Laval.
- Leboeuf-Soucy, Lori, Loriane Messier, et Gabrielle Tessier. 2022. « Tunummut takusagiartlutit (regarde en arrière) ». Québec: Université Laval.
- L'Encyclopédie Canadienne. 2022. « Vortex polaire ». L'Encyclopédie Canadienne. 2022. <https://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/vortex-polaire>.
- Loeub, Jérémie. 2022. Rencontre pour la critique intermédiaire du projet de fin d'étude Tunummut Takusagiartlutit.

- Luce, Myriam. 2011. « Le climat de la zone de GIEBV Duplessis ». Sept-Îles: Organisme de bassins versants Duplessis.
- Mangiok, Thomassie. 2022. *The right space for a bit of everything*. Doing things differently. <https://www.youtube.com/watch?v=cjfKmmhBAGw>.
- Mänty, Jorma, Norman Pressman, et al. 1988. *Cities Designed for Winter*. Department of Architecture, Tampere University of Technology 12. Helsinki: Building book Ltd.
- Marcus, Alan. 2011. « Place with No Dawn :A Town’s Evolution and Erskine’s Arctic Utopia ». Dans *Architecture and the Canadian fabric*, édité par Rhodri Windsor-Liscombe, 283-310. Toronto: UBC Press.
- Matunga, Hirini. 2013. « Theorizing Indigenous Planning ». Dans *Reclaiming Indigenous Planning*, 3-34. McGill-Queen’s Indigenous and Northern Studies. Montreal: McGill-Queen’s Press - MQUP.
- Matus, Vladimir. 1988. « Design for northern climate ». Dans *Design for northern climate*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Maudsley, Ann. 2020. « North of the Arctic Circle: Ralph Erskine’s Mid-20 th Century Urban Planning and Design Projects in Kiruna and Svappavaara ». Dans , 57-76. <https://doi.org/10.14361/9783839450185-004>.
- Météoblue. 2022a. « Simulation de données climatiques et météorologiques historiques pour Kangiqsualujjuaq ». meteoblue. avril 2022. [https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/kangiqsualujjuaq\\_canada\\_5989203](https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/kangiqsualujjuaq_canada_5989203).
- . 2022b. « Simulation de données climatiques et météorologiques historiques pour Kangirsuk ». meteoblue. avril 2022. [https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/kangirsuk\\_canada\\_5989218](https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/kangirsuk_canada_5989218).
- Mønsted, Asta. 2021. « Inuulluni: to live in an animated reality ». Présenté à Self-determination and the built environment- A roundtable discussion of Indigenous community-led housing. <https://vimeo.com/662411879>.
- Nungak, Zeebedee. 2016. « Inventing Arctic Town Planning : commentaries ». Dans . Quataq: Document inédit présenté au Conseil régional de l’ARK,.
- Oke, T. R., G. Mills, A. Christen, et J. A. Voogt. 2017. *Urban Climates*. Cambridge University Press.
- Paquet, Antoine. 2020. « Capsule thématique – Quand l’énergie dessine des villages : évolution, fonctionnement et avenir du système énergétique au Nunavik | VRM - Villes Régions Monde ». 2020. <http://www.vrm.ca/capsule-thematique-quand-lenergie-dessine-des-villages-evolution-fonctionnement-et-avenir-du-systeme-energetique-au-nunavik/>.
- . 2021(Snowball et McDonald, 2020).. « La transition énergétique nordique vue du Nunavik - Vers une intégration des Inuit et de leurs intérêts dans le processus de production énergétique ». Québec: Université Laval.

- Pressman, Norman. 1989. « The Search for Northern Settlement Form ». *Habitat International* 13 (2): 127-37. [https://doi.org/10.1016/0197-3975\(89\)90077-5](https://doi.org/10.1016/0197-3975(89)90077-5).
- . 1996. « Sustainable Winter Cities: Future Directions for Planning, Policy and Design ». *Atmospheric Environment* 30 (3): 521-29. [https://doi.org/10.1016/1352-2310\(95\)00012-7](https://doi.org/10.1016/1352-2310(95)00012-7).
- . 2004. *Shaping cities for winter*. Winnipeg: Winter Cities Association.
- Rodon, Thierry, Louise Nacet, Christophe Krolik, et Tommy Palliser. 2021. « Building Energy Sovereignty through Community-Based Projects in Nunavik ». *Sustainability* 13 (16): 9061. <https://doi.org/10.3390/su13169061>.
- Roger, Sarah. 2015. « Nunavik Community Remains on Alert Following Tanker Fuel Spill ». *Nunatsiaq News*, octobre. [https://nunatsiaq.com/stories/article/65674nunavik\\_community\\_remains\\_on\\_alert\\_following\\_tanker\\_fuel\\_spill/](https://nunatsiaq.com/stories/article/65674nunavik_community_remains_on_alert_following_tanker_fuel_spill/).
- Rosendahl, Gunnar P. 1988. « Technical Development in Greenland ». Dans *Cities Design for Winter*, 171-88. Helsinki: Building book Ltd.
- Sanborn, Emma. 2017. « Integrating Climate Sensitive Design Principles in Municipal Processes: A Case Study of Edmonton's Winter Patios ». Luleå: Luleå University of Technology.
- Saulnier, Bernard, et Alain Forcione. 2004. « Annexe 1 - Système jumelés éolien-diesel au Nunavik - Établissement des configurations et van optimales pour les quatorze villages ». Hydro-Québec.
- Sheppard, Adrian. 2007. « FERMONT: THE MAKING OF A NEW TOWN IN THE CANADIAN SUB-ARCTIC ». Lecture, Ion Mincu School of Architecture and Urbanism, Bucharest, Romania.
- Sheppard, Lola. 2020. « Nunavut Urban Futures: Vernaculars, Informality and Tactics (Research Note) ». *Études Inuit Studies* 44 (1-2): 323-47. <https://doi.org/10.7202/1081808ar>.
- Sheppard, Lola, et Mason White. 2017. « Many Norths - Spatial practice in a polar territory ». Dans . New York, Barcelona: Acter publisher.
- Snowball, Hilda, et Marie-Pierre McDonald. 2020. « Protecting Nunavik's Cultural Landscape », mars 2020.
- Société d'habitation du Québec. 2018. *Construction d'habitations au Nunavik: guide de bonnes pratiques*. <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/3576800>.
- Strub, Harold. 1996. *Bare Poles : building design for high latitudes*. Canada: Carleton University Press.
- Vachon, Geneviève, Érick Rivard, Mathieu Avarello, et Laurence St-Jean. 2017. « Imaginer l'aménagement soutenable des villages inuits du Nunavik : le design pour réfléchir aux possibles ». *Recherches amérindiennes au Québec* 47 (1): 137-50. <https://doi.org/10.7202/1042905ar>.
- Vandevyvere, Han, et Sven Stremke. 2012. « Urban Planning for a Renewable Energy Future: Methodological Challenges and Opportunities from a Design Perspective ». *Sustainability* 4 (6): 1309-28. <https://doi.org/10.3390/su4061309>.

- Ville de Fermont. 2022. « Notre ville ». *Municipalité de Fermont* (blog). 2022. <https://www.villedefermont.qc.ca/notre-ville/>.
- Vinnitskaya, Irina. 2010. « House of Families / Fantastic Norway ». ArchDaily. 1 décembre 2010. <https://www.archdaily.com/92939/house-of-families-fantastic-norway>.
- Vortex Bladeless. 2022. « Vortex Bladeless Turbine - Reinventing wind energy! » 2022. <https://vortexbladeless.com/>.
- Wang, Wei, Ke Liu, Muxing Zhang, Yuchi Shen, Rui Jing, et Xiaodong Xu. 2021. « From Simulation to Data-Driven Approach: A Framework of Integrating Urban Morphology to Low-Energy Urban Design ». *Renewable Energy* 179 (décembre): 2016-35. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.08.024>.
- Watt-Cloutier, Sheila. 2019. *Le droit au froid : Le combat d'une femme pour protéger sa culture, l'Arctique et notre planète*. Montréal: Les Éditions Écosociété.
- White Arkitekter. 2016. « Eyes of Runavik ». Runavik, Faroe Islands.
- Zrudlo, Leo. 1982. « A Model for an Integrated Design Approach to Settlement Planning in the Arctic ». Edinburgh: University of Edinburgh.
- . 1988. « The Design of Climate-Adapted Arctic Settlements ». Dans *Cities design for winter*, 84-109. Tampere: Building book Ltd.