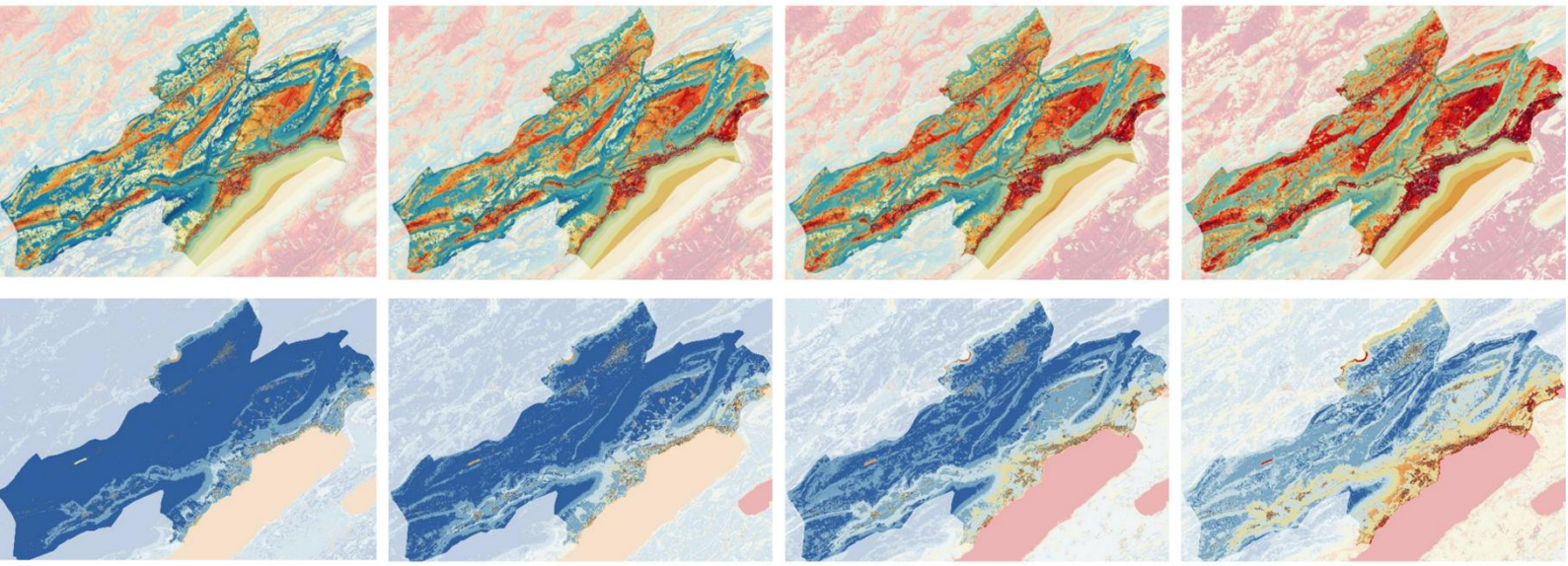
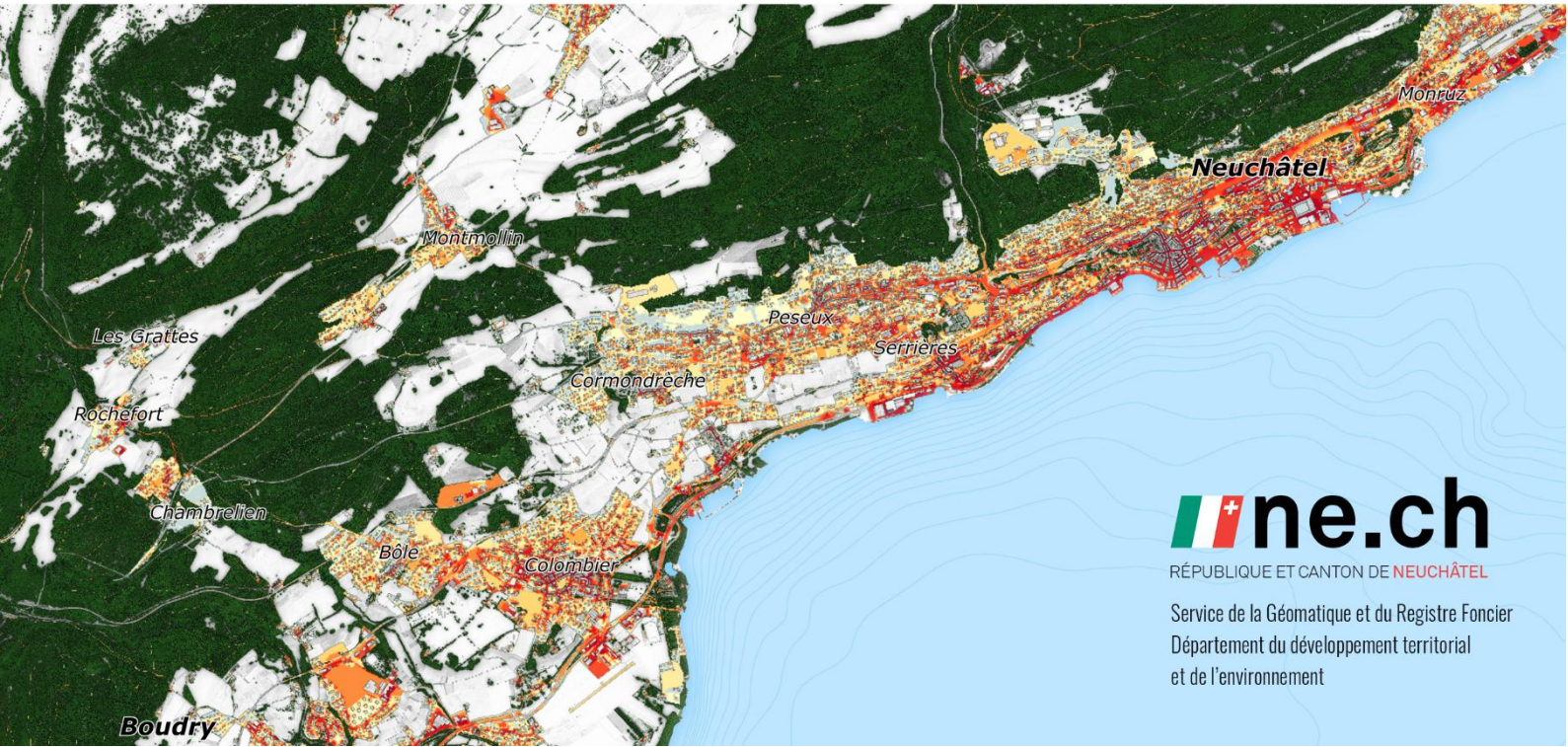


ANALYSE CLIMATIQUE DU CANTON DE NEUCHÂTEL

SYNTHÈSE ILLUSTRÉE



ne.ch
RÉPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL
Service de la Géomatique et du Registre Foncier
Département du développement territorial
et de l'environnement

SOMMAIRE

PRÉAMBULE 3

INTRODUCTION 4

STRUCTURE DU DOCUMENT 5

BASES TECHNIQUES 6

- Périodes climatiques 6
- Scénarios climatiques 6
- Conditions météorologiques autochtones 6
- Effet d'îlot de chaleur 7
- Courants d'air nocturnes 8
- Stress thermique 8

DONNÉES, MÉTHODE ET PRODUITS 9

RÉSULTATS 10

- Situation diurne 10
- Situation nocturne 11
- Évaluation bioclimatique 13

CALCULS COMPLÉMENTAIRES 15

- Nuits tropicales 15
- Journées tropicales 16
- Jours caniculaires de degré 3 16

DONNÉES DISPONIBLES 17

Les effets du dérèglement climatique sont déjà visibles dans le monde, et la Suisse n'est pas épargnée. À son niveau, le canton de Neuchâtel répond également au défi climatique.

Début 2023, le Grand Conseil a approuvé le plan climat neuchâtelois 2024-2027, avec l'objectif d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2040 par une réduction massive de la dépendance du canton aux énergies fossiles.

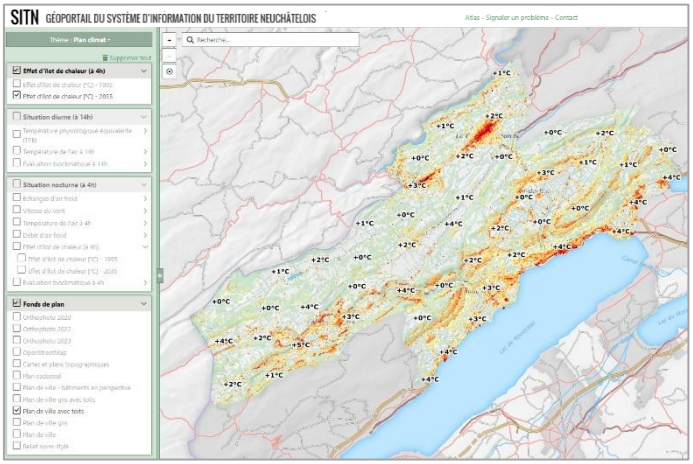
Le plan climat neuchâtelois 2024-2027 présente les 56 premières mesures pour soutenir la transition, comprenant 27 mesures de réduction des gaz à effet de serre, 20 mesures d'adaptation aux changements climatiques ainsi que 9 mesures d'accompagnement au changement.

L'analyse climatique et les cartes associées s'inscrivent dans une démarche globale, consistant à créer un jeu de données climatiques cantonales. Destinées à devenir la référence en la matière, ces données facilitent l'identification des zones problématiques, ainsi que des espaces régulateurs du climat local à préserver. Leur analyse permet de tirer de précieux enseignements concernant le climat neuchâtelois actuel et futur.

Les données sont en accès libre et gratuit sur le géoportail du SITN (thème « Climat »), ce qui permet à tout ingénieur, architecte, aménagiste et planificateur du milieu public ou privé de les utiliser.

Ces données pourront servir d'aide à la décision pour les politiques publiques, mais seront également un support important pour dialoguer sur la question climatique avec les porteurs de projets, et ainsi assurer le confort climatique urbain.

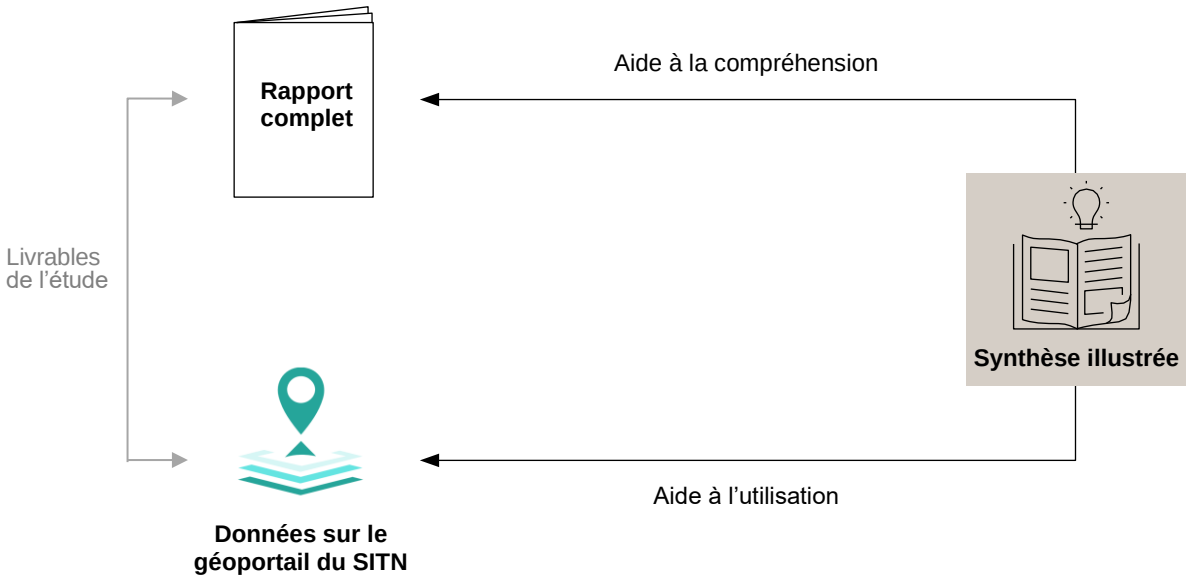
Le présent document a une double fonction : celle de faciliter la compréhension de l'étude technique disponible sur la page internet du SITN, mais aussi l'utilisation des cartes en ligne.



Aperçu du thème « Climat » sur le géoportail du SITN

DÉRÈGLEMENT CLIMATIQUE

Les rapports et recommandations des organisations internationales font état d'une situation de plus en plus alarmante et insistent sur la nécessité d'agir dès à présent, de manière rapide et significative, pour limiter le réchauffement planétaire et adapter le territoire et nos modes de vie aux impacts de l'évolution du climat.



INTRODUCTION

OBJET DE L'ÉTUDE

Le dérèglement climatique est une problématique globale impactant autant la nature que l'être humain. Les zones urbaines sont particulièrement touchées par l'augmentation des températures et la fréquence croissante des épisodes caniculaires, durant lesquels le milieu bâti chauffe toujours plus. Cette surchauffe peut provoquer un stress sur les organismes vivants et affecter le bien-être de la population, rendant difficile la régulation de la température corporelle durant la journée et altérant le confort de sommeil durant la nuit.

Cette étude modélise les conditions climatiques du canton de Neuchâtel au cours du XXIe siècle, à partir de données météorologiques, climatiques et géographiques. Elle permet d'identifier les zones problématiques, ainsi que celles à protéger, pour maintenir la capacité des zones urbaines à se rafraîchir et préserver le confort de la population, de jour comme de nuit. Cette étude a été réalisée par le bureau GEO-NET, spécialisé dans les analyses climatiques.

CADRE INSTITUTIONNEL

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la mesure A1 du plan climat neuchâtelois 2024-2027, intitulée « Localiser et lutter contre les îlots de chaleur » et faisant partie du volet « Adaptation aux changements climatiques ».

Pour atteindre la neutralité carbone et adapter le territoire aux changements climatiques, la planification urbaine constitue l'un des domaines d'action clef. La mesure A1 sert de base pour définir des mesures concrètes pouvant être prises par les communes pour favoriser le rafraîchissement des espaces urbanisés en été (végétaliser, planter des arbres, créer des plans d'eau, etc.), tout en respectant la proportionnalité des règles de droit. Elle permettra également de réduire les effets des vagues de chaleur sur la santé humaine.

DÉMARCHE

Afin de constituer les cartes présentées dans cette synthèse, un diagnostic du climat actuel a été réalisé. Il identifie les secteurs où le stress thermique est le plus important ainsi que ceux qui, au contraire, participent activement à la régulation du climat urbain.

Ce diagnostic a ensuite été étendu aux prochaines décennies, en considérant l'évolution prévue du climat selon le scénario RCP8.5 (cf. scénarios climatiques p.6). Cette projection met en évidence les secteurs devenant problématiques à l'avenir.

Ces informations permettront de définir des recommandations pour l'aménagement et le développement des zones urbanisées, ainsi que la préservation des espaces verts.

Afin que chaque acteur du développement urbain puisse s'appuyer sur ces données et promouvoir activement un climat urbain le plus agréable possible, l'État de Neuchâtel a mis à disposition sur le site du Système d'Information du Territoire Neuchâtelois (SITN), les cartes issues de cette analyse.

CLIMAT

Selon l'Organisation Météorologique Mondiale, le climat est défini par les conditions météorologiques moyennes (valeurs moyennes de température, ensoleillement, précipitations, etc.) d'un lieu donné sur une période donnée.

Pour l'étude des changements climatiques, des périodes de 30 ans sont généralement considérées.

BIOCLIMAT

Ensemble des influences directes et indirectes des conditions météorologiques et du climat sur les organismes vivants, en particulier sur les humains (bioclimat humain).

STRUCTURE DU DOCUMENT

Cette synthèse est une aide à la compréhension de l'étude et à l'utilisation des données sur le géoportail du SITN. Son contenu est structuré comme suit.

Bases techniques

Présente les différents éléments théoriques pour la bonne compréhension de l'étude. Il s'agit notamment des scénarios climatiques, de l'effet d'îlot de chaleur, des différents courants d'air nocturnes ou des effets du stress thermique sur l'organisme humain.

Données, méthode et produits

Expose les données utilisées, la méthode mise en œuvre, les hypothèses formulées, et présente le modèle utilisé (FITNAH-3D). Un aperçu complet des produits est également proposé.

Résultats : situation diurne

Présente les données produites pour la situation diurne et les principales observations les concernant :

- la température physiologique équivalente (PET) à 14h ;
- la température réelle de l'air à 14h.

Résultats : situation nocturne

Présente les données produites pour la situation nocturne et les principales observations les concernant :

- la température réelle de l'air à 4h ;
- l'effet d'îlot de chaleur à 4h ;
- les courants d'air froid à 4h.

Résultats : évaluation bioclimatique

Présente :

- la situation bioclimatique relative des espaces d'action (espaces bâtis et espaces de transport), de jour et de nuit ;
- l'importance bioclimatique des espaces de compensation, de jour et de nuit.

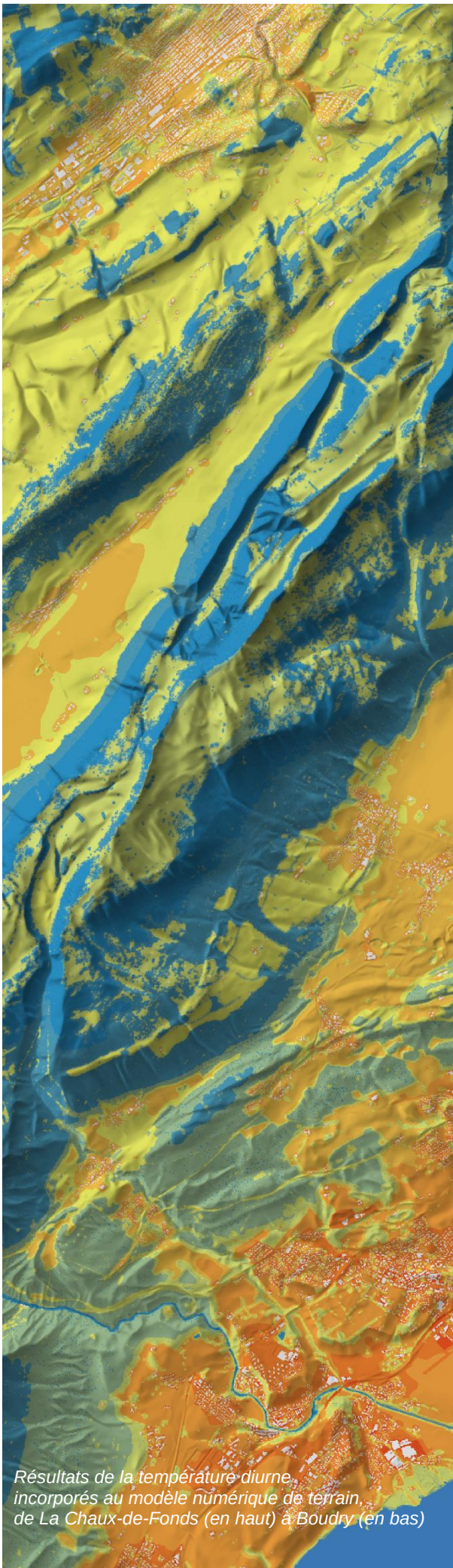
Calculs complémentaires

Présente :

- l'objectif, les données et la méthode pour le calcul des variables complémentaires ;
- le résultat du nombre annuel moyen de nuits tropicales, journées tropicales et jours caniculaires de degré 3.

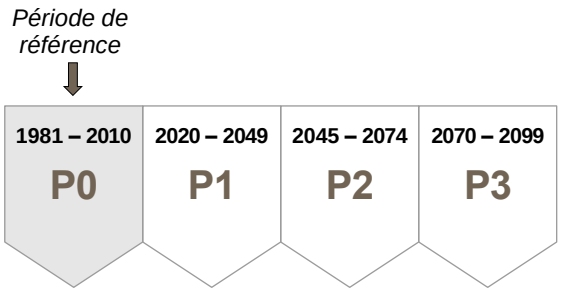
Synthèse des données disponibles

Récapitulatif des données produites et des principaux éléments à considérer lors de la consultation des données en ligne. Il s'agit d'une fiche technique à avoir sous les yeux pour naviguer facilement à travers les couches disponibles sur le SITN.



Résultats de la température diurne, incorporés au modèle numérique de terrain, de La Chaux-de-Fonds (en haut) à Boudry (en bas)

Pour bien comprendre l'étude, certaines notions de climatologie sont nécessaires. Les principaux éléments sont synthétisés ici.



Périodes climatiques considérées dans l'étude

PÉRIODES CLIMATIQUES

Pour observer l'évolution du climat, une période climatique de référence est définie, il s'agit ici de la période 1981-2010 nommée P0. Pour simuler le climat futur, trois périodes sont considérées, conformément aux scénarios climatiques de MétéoSuisse : 2020-2049 (P1), 2045-2074 (P2) et 2070-2099 (P3). Couvrant chacune 30 ans, elles sont suffisamment longues pour être représentatives des tendances à venir.

	Température de l'air			de l'eau
P1	+1.1 °C	+1.2 °C	+1.4 °C	+0.7 °C
P2	+1.2 °C	+2.0 °C	+2.5 °C	+1.25 °C
P3	+1.1 °C	+2.2 °C	+4.2 °C	+2.1 °C
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	

Valeurs médianes de l'augmentation des températures dans le canton, de Neuchâtel par période et par scénario

SCÉNARIOS CLIMATIQUES

Plusieurs scénarios climatiques ont été établis par le GIEC, à partir desquels des données ont été produites pour la Suisse (CH2018). Chaque scénario considère une certaine quantité de gaz à effet de serre émis dans l'atmosphère, entraînant ainsi une certaine augmentation des températures.

Dans cette étude, le scénario RCP8.5 a été choisi, car c'est la trajectoire d'émissions que nous suivons actuellement à l'échelle mondiale. Il s'agit du pire scénario envisagé, dans lequel les émissions de gaz à effet de serre continuent d'augmenter chaque année.





CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES AUTOCHTONES

Les conditions météorologiques autochtones sont les situations dans lesquelles le ciel est sans nuages et où les vents à large échelle, qui amènent des masses d'air depuis d'autres régions, comme la bise ou le foehn, ne sont que très faiblement présents. Cela laisse la place aux phénomènes climatiques locaux, qui sont alors prépondérants. Le terme « autochtone » peut être compris comme « peu de nuages et peu de vent ». Ces conditions entraînent en général les températures réelles et ressenties les plus chaudes.

30 %

C'est la part de journées et de nuits autochtones des mois de juin, juillet et août à la station MétéoSuisse de Neuchâtel.

EFFET D'ÎLOT DE CHALEUR URBAIN

L'effet d'îlot de chaleur désigne la surchauffe que connaissent les zones urbanisées par rapport à la campagne environnante. Il est particulièrement marqué la nuit, car les surfaces urbaines rafraîchissent beaucoup moins que les espaces verts.

Dans cette étude, l'effet d'îlot de chaleur est la différence de température (en °C) entre la zone urbanisée et la température moyenne des espaces verts (hors forêt) d'altitude comparable.

La surchauffe des espaces urbanisés est liée à la présence de l'être humain.

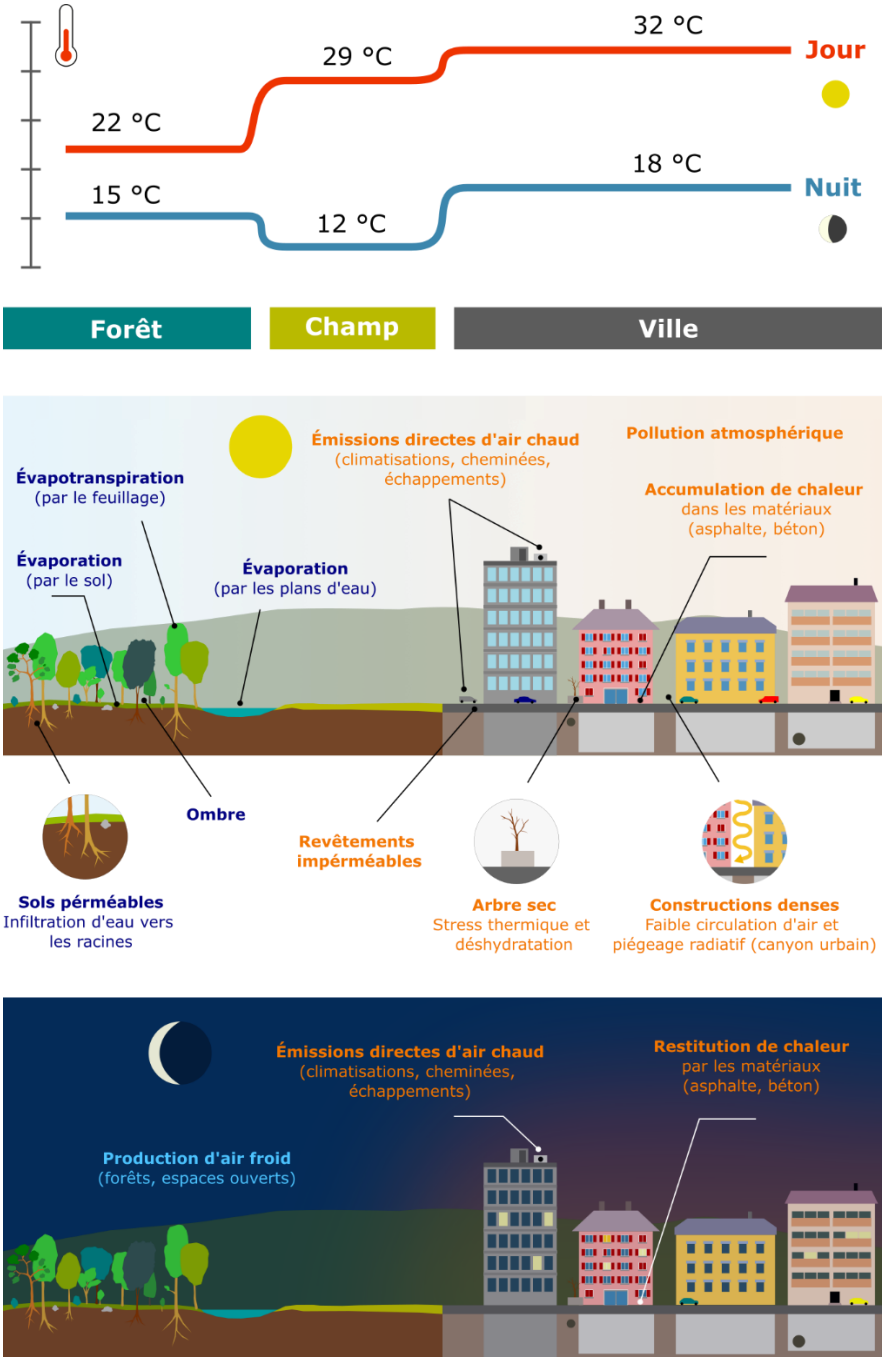


Illustration de l'effet d'îlot de chaleur, de jour et de nuit.

Les températures, données à titre indicatif, correspondent à une situation autochtone typique du littoral neuchâtelois pour la période P0.

Les matériaux utilisés (béton, asphalte, etc.) provoquent une forte accumulation de chaleur pendant la journée, restituée durant la nuit.

La faible présence de végétaux et de surfaces naturelles, qui sont des régulateurs naturels de la température, réduit le refroidissement.

L'orientation des rues et **la densité des constructions** limitent le passage de l'air.

La hauteur, la densité et l'implantation des bâtiments entraînent un piégeage radiatif qui favorise l'accumulation de chaleur.

Les émissions directes de chaleur provenant du trafic, de l'industrie et des ménages augmentent la charge thermique.

Les émissions de polluants atmosphériques provoquent un « pseudo-effet de serre » en absorbant et réémettant le rayonnement solaire, empêchant ainsi le refroidissement.

COURANTS D'AIR NOCTURNES

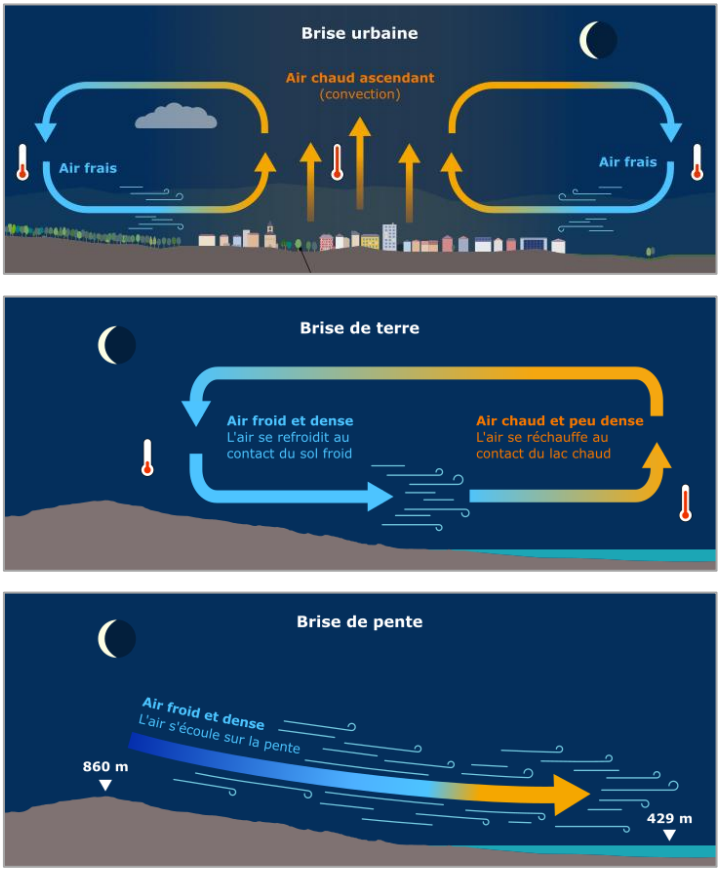
Les courants d'air nocturnes transportent de l'air froid (masse d'air plus frais que son environnement) et permettent ainsi de rafraîchir les espaces urbains. En conditions autochtones, il en existe deux principaux types.

Les brises thermiques résultent de la différence de température entre deux lieux. L'air chaud monte, provoquant une dépression locale qui aspire l'air environnant, plus frais, créant ainsi un flux d'air. Ce phénomène s'observe entre les espaces urbains surchauffés et leurs environs ruraux (brise urbaine), entre l'air situé au-dessus du lac et celui situé au-dessus des terres (brise de terre) ou entre un parc situé en ville et les bâtiments environnants (brise de parc).

Les brises de pente résultent de la différence d'altitude entre deux lieux. L'air froid et dense situé en altitude s'écoule sur la pente par gravité, créant ainsi un flux d'air le long de la pente.

Ces différents types de brise opèrent simultanément et peuvent, localement, se superposer et se renforcer.

Outre la vitesse d'écoulement, l'épaisseur de la couche d'air froid est un paramètre important. Elle influence, en plus de la rugosité (densité et hauteur des obstacles à l'écoulement) et de l'orientation des bâtiments, la pénétration de l'air froid dans les zones urbaines.



Illustrations de la brise urbaine, la brise de terre et la brise de pente

STRESS THERMIQUE

TEMPÉRATURE PHYSIOLOGIQUE ÉQUIVALENTE (PET)

La température physiologique équivalente (PET) est un indice permettant d'évaluer la température ressentie par l'organisme. Elle est calculée sur la base de nombreux facteurs tels que la température de l'air, l'humidité, le bilan thermique humain, le métabolisme ou encore les vêtements. Elle est calculée durant la journée, à l'extérieur des bâtiments, et permet de caractériser le stress thermique subi par l'organisme humain. Différents niveaux de stress sont associés à la température ressentie.

NUIT TROPICALE

La nuit, les températures élevées ont surtout un impact sur les conditions de sommeil de la population. Il est admis que la température idéale pour bien dormir se situe entre 16 et 18 °C. La notion de nuit tropicale est un indicateur décrivant l'exposition nocturne à la chaleur et ses effets sur la santé humaine.

Température physiologique équivalente (PET) à 14h

Stress extrême	**> 41°**
Stress fort	**35° - 41°**
Stress modéré	**29° - 35°**
Stress faible	**23° - 29°**
Confort thermique	**19° - 23°**

STRESS THERMIQUE

Le stress thermique est une situation dans laquelle l'organisme ne parvient plus à réguler sa température, en raison de la chaleur ou du froid.

NUIT TROPICALE

Nuit au cours de laquelle la température de l'air extérieur ne descend pas en dessous de 20 °C.

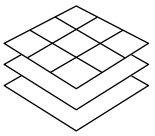
DONNÉES, MÉTHODE ET PRODUITS

Les figures ci-dessous synthétisent l'ensemble du processus : les données utilisées (partie supérieure), les paramètres et hypothèses de modélisation (partie centrale) ainsi que les données finales (partie inférieure).



DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

- Vents
- Températures de l'air
- Couverture nuageuse
- Vents régionaux
- Température de l'eau



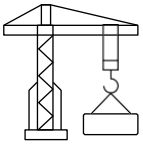
DONNÉES GÉOGRAPHIQUES

- Relief
- Occupation des sols
- Hauteur des structures



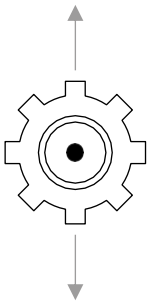
DONNÉES CLIMATIQUES

- Période de référence P0 (1981-2010)
- Scénario climatique RCP 8.5



DÉVELOPPEMENT URBAIN

- Bâtiments projetés
- Développement urbain à l'horizon 2040



OUTIL
FITNAH-3D

PARAMETRES & HYPOTHESES

Résolution spatiale : 10 m x 10 m
Périmètre élargi (>1700 km^2)
Épisode estival autochtone
Température à 2 m du sol
Carte diurne : 14h, rayonnement solaire maximal
Carte nocturne : 4h, refroidissement maximal
Périodes de calcul : P0, P1, P2, P3

Situation diurne

P0 P1 P2 P3

- Température physiologique équivalente (PET) [°C]
- Température de l'air [°C]

Situation nocturne

P0 P1 P2 P3

- Température de l'air [°C]
- Vitesse du vent [m/s]
- Débit d'air froid [m^3/(m·s)]

P0 P1

- Effet d'îlot de chaleur [°C]
- Échanges d'air froid

FITNAH-3D

FITNAH-3D est un modèle méso-échelle tridimensionnel conçu pour modéliser le climat urbain sur la base d'équations physiques. Il permet la simulation de champs de vent et de température en tout point de la zone d'étude. La forme du terrain est considérée, ainsi que les obstacles aux courants tels que les bâtiments et les arbres. Le modèle fonctionne sur une grille de résolution horizontale de 10 m et de résolution verticale variable (de l'ordre du mètre proche du sol, et de plus en plus espacé jusqu'à 3'000 m au-dessus du sol).

RÉSULTATS : SITUATION DIURNE

TEMPÉRATURE PHYSIOLOGIQUE ÉQUIVALENTE À 14H

La température physiologique équivalente (PET), à 14h, permet d'évaluer le stress thermique subi par un être humain jeune et en bonne santé, au moment de rayonnement solaire maximal d'une journée d'été autochtone typique. La PET est influencée par plusieurs facteurs.

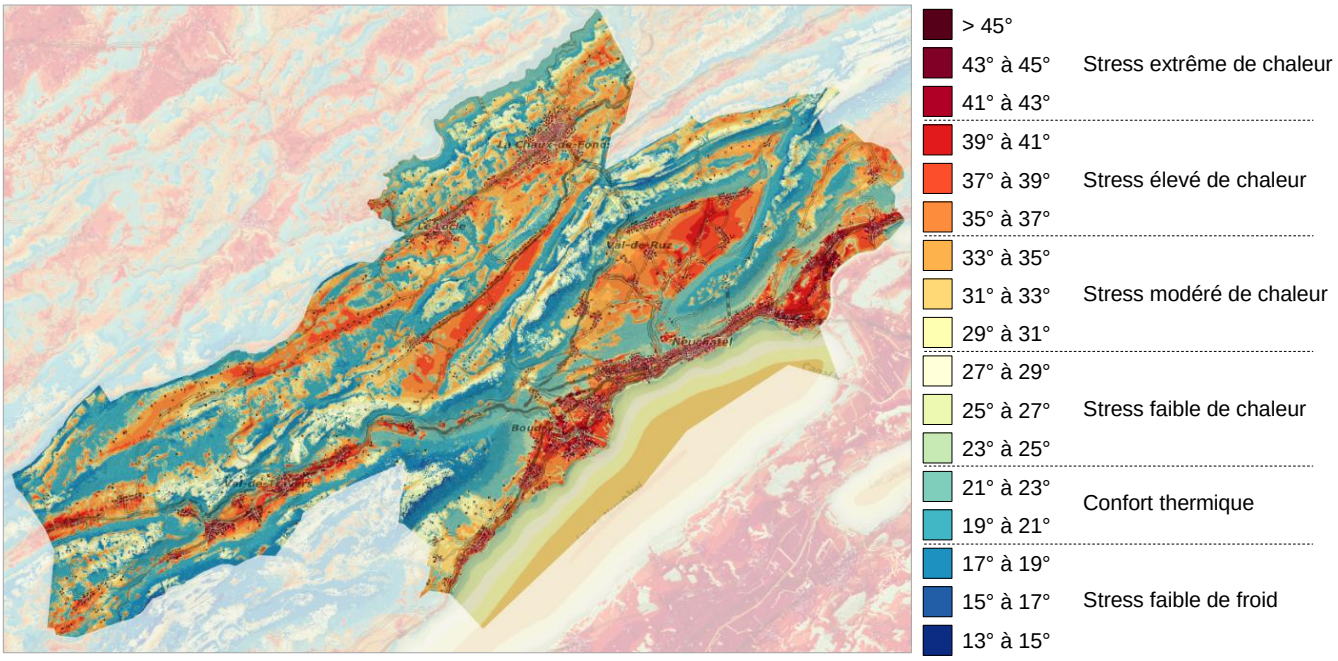
- **L'altitude**
- **L'occupation du sol** : la végétation limite le stress thermique (même sans ombrage) tandis que les matériaux urbains imperméables accumulent et diffusent la chaleur, s'additionnant au rayonnement solaire direct. Les bâtiments hauts et rapprochés amplifient ce phénomène. La différence de PET entre les surfaces agricoles et les secteurs imperméabilisés reste toutefois faible, car le rayonnement solaire, très intense, prime dans les deux cas.
- **L'ombrage** : il est particulièrement efficace pour réduire la PET, car il diminue drastiquement le rayonnement solaire. Les rues ombragées sont donc dans une situation de stress thermique plus faible que les rues exposées au soleil. L'ombrage est encore plus efficace lorsqu'il provient des arbres, car, en plus de faire obstacle au rayonnement, ils rafraîchissent l'air par évapotranspiration.
- **Le bord du lac** : la sensation de chaleur y est atténuée par le réchauffement de l'eau, qui absorbe la chaleur de l'air, ainsi que par la brise provenant du lac.

Ainsi, les forêts, les zones de haute altitude (> 1200 m) et les parcs ombragés au bord du lac offrent la meilleure situation thermique, tandis que les places imperméables et les rues exposées au soleil et bordées de bâtiments hauts et contigus subissent un stress thermique extrême. Ces phénomènes restent valables quelle que soit la période considérée et se produisent en parallèle du réchauffement climatique.

Le dérèglement climatique induit une augmentation générale des valeurs de la PET, et donc un élargissement des secteurs atteignant le seuil de stress extrême de chaleur lors d'une journée d'été autochtone moyenne. À P0, il s'agit de quelques rues et places des principaux centres urbains du littoral. À P1, cela concerne une large partie des secteurs urbanisés du littoral, de l'Entre-Deux-Lacs et du Val-de-Travers. À P3, il s'agit de presque tous les secteurs urbanisés du canton, certains atteignant les 47 °C.

TEMPÉRATURE DE L'AIR À 14H

Les résultats de la température de l'air sont également disponibles, mais ne font pas l'objet d'une analyse approfondie. Puisque l'objectif est d'étudier le stress thermique subi, l'analyse se concentre sur la PET, car la température réelle de l'air et la température ressentie sont généralement très différentes, surtout en plein soleil.



Température physiologique équivalente à 14h, période P1

RÉSULTATS : SITUATION NOCTURNE

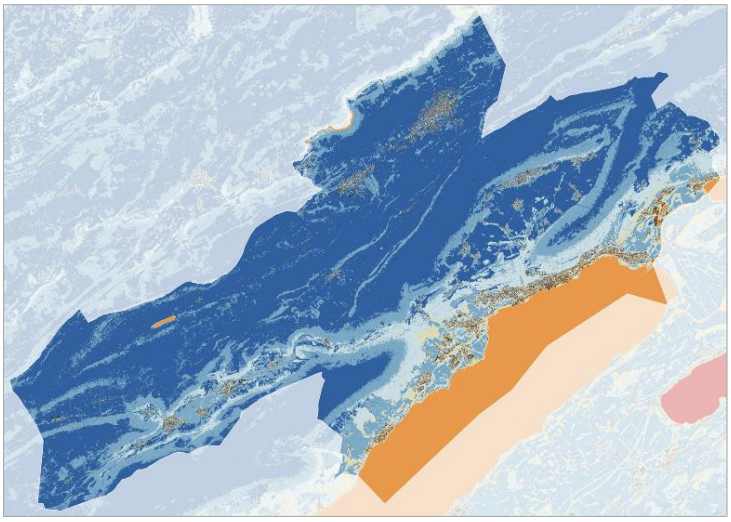
TEMPÉRATURE DE L'AIR À 4H

La température nocturne, calculée à 2 m du sol, permet d'évaluer les conditions de sommeil de la population lors d'une nuit d'été autochtone moyenne. Elle est influencée par plusieurs facteurs.

- **L'altitude**
- **L'occupation du sol** : la nuit, les espaces verts rafraîchissent beaucoup, en particulier s'ils sont dégagés, comme les terres agricoles. Les zones urbanisées rafraîchissent beaucoup moins.
- **La structure urbaine** : plus la rugosité est grande, moins l'air rafraîchit.

Cela s'explique par l'effet d'îlot de chaleur. D'une part, le fort degré d'imperméabilisation du sol implique une importante restitution de chaleur. D'autre part, la densité et l'implantation des constructions font obstacle aux courants d'air, qui ne parviennent pas jusqu'aux centres urbains.

La part des secteurs urbanisés pour lesquels une nuit autochtone moyenne est une nuit tropicale augmente fortement entre P0 et P3. Elle passe de 0% (P0) à 5% (P1) puis à 36% (P3). À P3, les seuls endroits du littoral qui restent en dessous des 20 °C sont les espaces verts.



Température de l'air à 4h, période P1

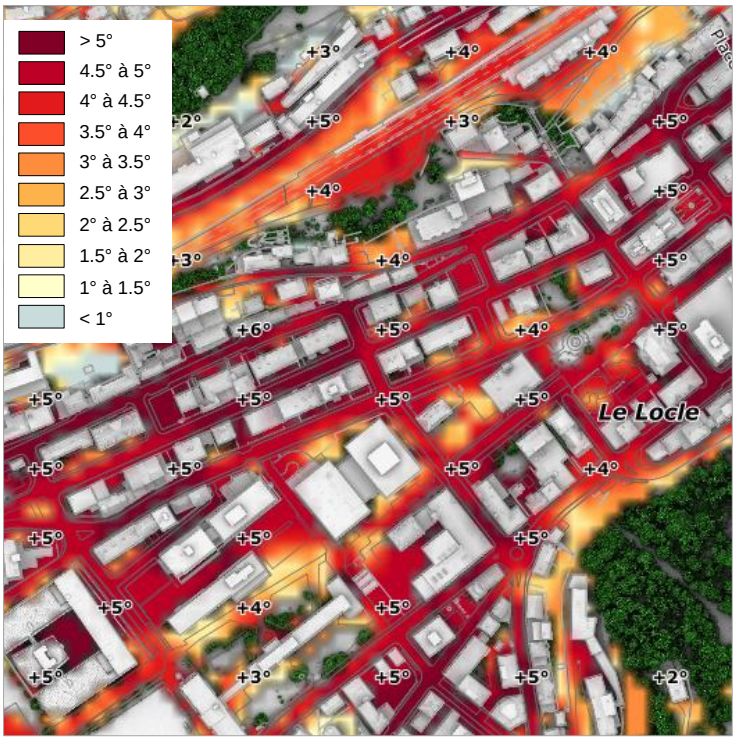
RUGOSITÉ

Appliquée à la climatologie urbaine, elle désigne la quantité et la hauteur des obstacles à l'écoulement d'air proche du sol (bâtiments, talus, arbres, etc.).

EFFET D'ÎLOT DE CHALEUR À 4H

L'effet d'îlot de chaleur à 4h, calculé à 2 m du sol, indique la surchauffe nocturne des secteurs urbanisés par rapport aux espaces verts non forestiers de même altitude.

L'effet d'îlot de chaleur ne dépend pas de l'altitude, mais de la structure urbaine et du degré d'imperméabilisation du sol. Les secteurs largement imperméabilisés et faisant obstacle aux flux d'air ont les valeurs les plus élevées. À l'avenir, l'effet d'îlot de chaleur va peu changer, car les températures vont augmenter tant dans les espaces verts que dans les secteurs urbains. Ce sont surtout les futurs aménagements et les mesures de lutte qui vont influencer l'effet d'îlot de chaleur.



Effet d'îlot de chaleur au Locle, période P0

RÉSULTATS : SITUATION NOCTURNE

Les courants nocturnes d'air froid permettent d'évacuer la charge thermique des secteurs urbanisés.

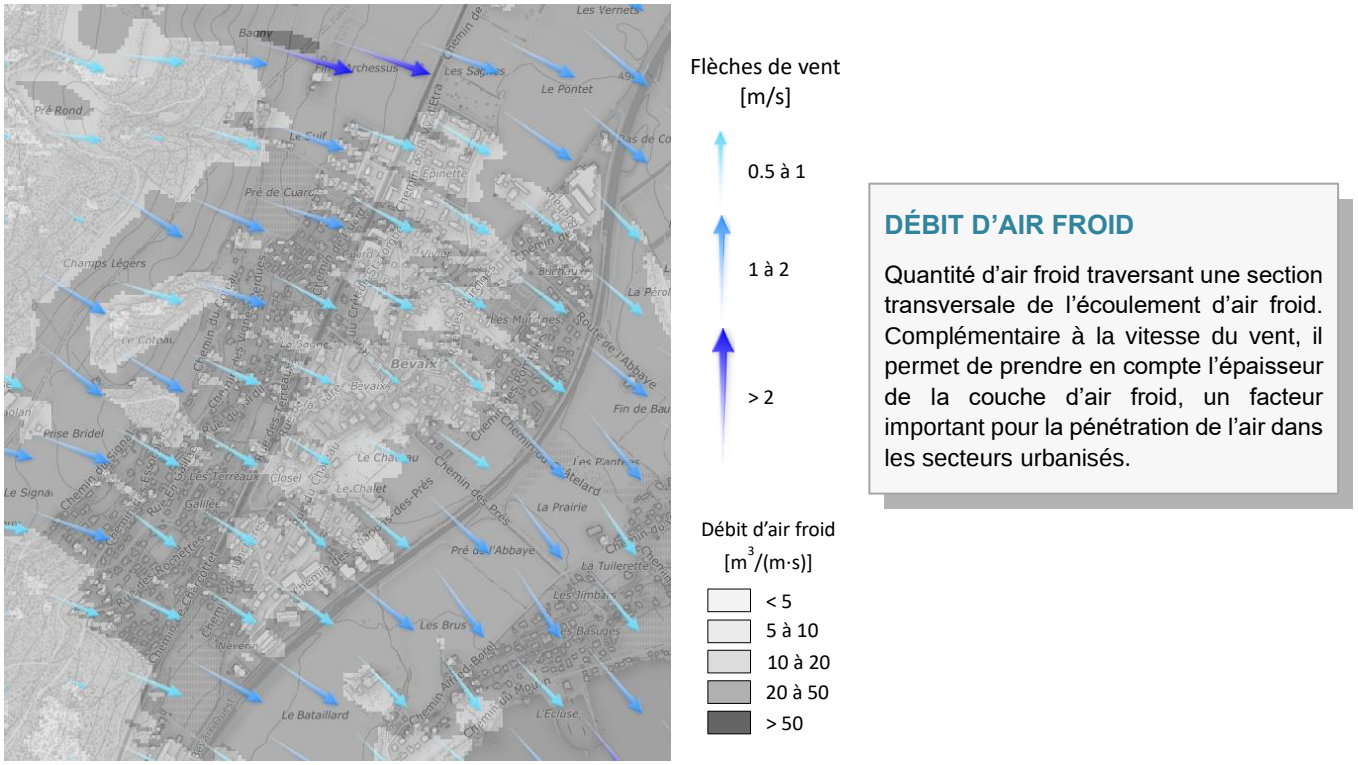
VITESSE DU VENT ET DÉBIT D'AIR FROID

La vitesse du vent et le débit d'air froid sont généralement corrélés. Ils dépendent principalement de la pente, qui provoque des brises de pente dont bénéficient la majorité des communes, et de la rugosité, qui limite la pénétration de l'air froid dans les zones urbanisées.

ÉCHANGES D'AIR FROID

Ils regroupent :

- les zones de production d'air froid, très nombreuses, majoritairement des espaces verts ;
- les trajectoires d'air froid : couloirs d'air froid et zones d'écoulement d'air froid, qui transportent majoritairement les brises de pente, et brises de parc ;
- les zones d'impact d'air froid, qui correspondent aux zones urbanisées bien ventilées



DÉBIT D'AIR FROID

Quantité d'air froid traversant une section transversale de l'écoulement d'air froid. Complémentaire à la vitesse du vent, il permet de prendre en compte l'épaisseur de la couche d'air froid, un facteur important pour la pénétration de l'air dans les secteurs urbanisés.

Flèches de vent et débit d'air froid à Bevaix, période P0



Zones d'impact d'air froid sur le littoral, période P0

RÉSULTATS : ÉVALUATION BIOCLIMATIQUE

ESPACES D'ACTION

L'évaluation des **espaces d'action** consiste à qualifier leur situation bioclimatique relative, c'est-à-dire à caractériser le bioclimat local par rapport à la moyenne cantonale.

➢ La journée, l'évaluation se rapporte aux conditions de séjour d'un être humain à l'extérieur, elle est basée sur les valeurs **normalisées** de la PET à 14h

➢ La nuit, l'évaluation se rapporte aux conditions de sommeil d'un être humain, elle est basée sur les valeurs normalisées de la température à 4h.

ESPACE D'ACTION

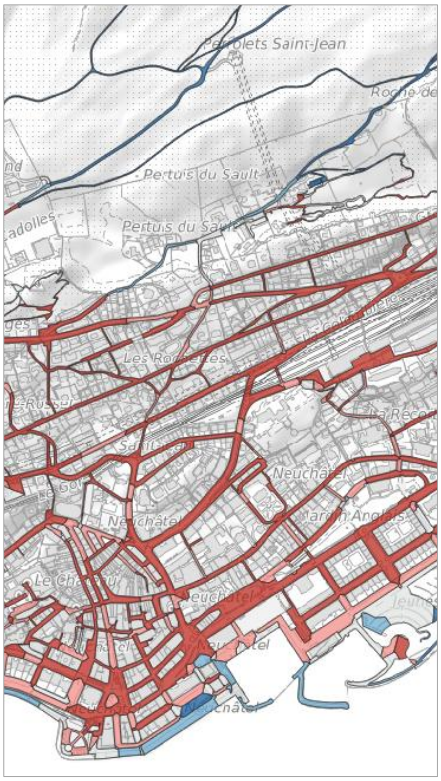
Espace où les humains vivent et ont la majorité de leurs activités. Ce sont également les lieux où le stress thermique est le plus élevé. Les espaces d'action regroupent les espaces bâtis et les espaces de transport.

NORMALISATION

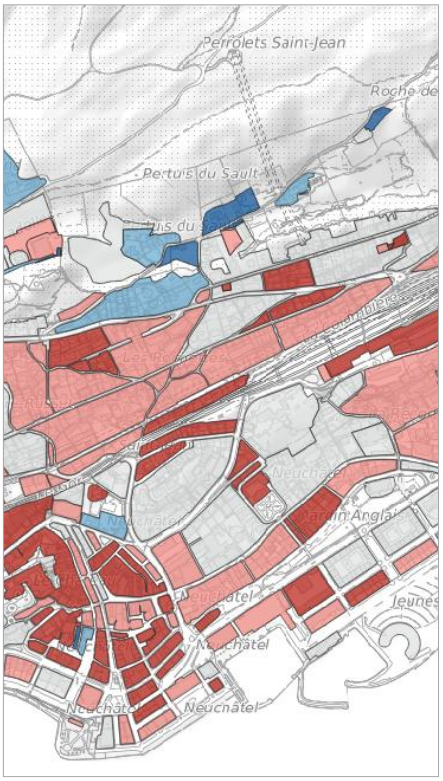
Opération mathématique couramment utilisée et consistant, pour la distribution d'une variable donnée, à soustraire la moyenne arithmétique, puis à diviser le résultat par l'écart-type.

Situation bioclimatique relative		La journée	La nuit
Largement meilleure que la moyenne		La PET à 14h est nettement inférieure à la moyenne cantonale*	La température à 4h est nettement inférieure à la moyenne cantonale*
Meilleure que la moyenne		La PET à 14h est inférieure à la moyenne cantonale*	La température à 4h est inférieure à la moyenne cantonale
Dans la moyenne		La PET à 14h est dans la moyenne cantonale	La température à 4h est dans la moyenne cantonale*
Moins bonne que la moyenne		La PET à 14h est supérieure à la moyenne cantonale	La température à 4h est supérieure à la moyenne cantonale*
Largement moins bonne que la moyenne		La PET à 14h est nettement supérieure à la moyenne cantonale	Espace* où la température à 4h est nettement supérieure à la moyenne cantonale*

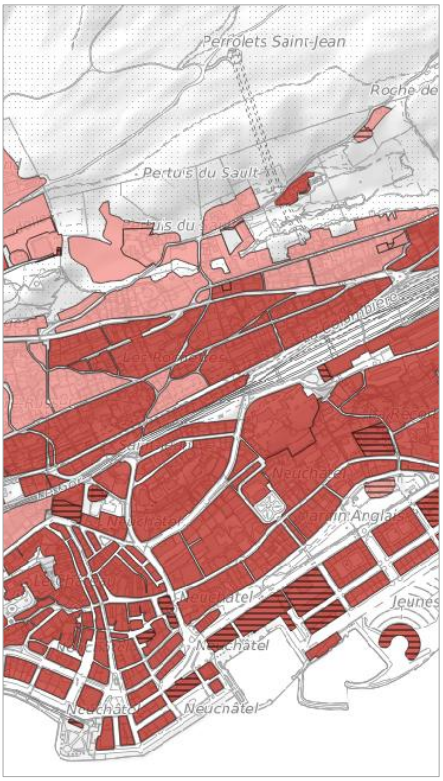
**La moyenne cantonale concerne le type d'espace considéré (bâti ou transport, ces deux types d'espaces ayant été évalués séparément)*



Évaluation diurne des espaces de transport à Neuchâtel pour la période P1



Évaluation diurne des espaces bâtis à Neuchâtel pour la période P1



Évaluation nocturne des espaces bâtis à Neuchâtel pour la période P1

RÉSULTATS : ÉVALUATION BIOCLIMATIQUE

ESPACES DE COMPENSATION

L'évaluation des **espaces de compensation** consiste à qualifier leur importance bioclimatique, c'est-à-dire leur capacité à jouer un rôle de compensation de la charge thermique des espaces d'action.

- La journée, l'évaluation est basée sur la situation bioclimatique de l'espace de compensation considéré ainsi que des espaces d'action à proximité, et de la distance entre ces deux types d'espaces. Il s'agit de mesurer la capacité des espaces de compensation à constituer des lieux de refuge (frais et rapidement accessibles à pied depuis l'espace d'action) lors des fortes chaleurs.
- La nuit, l'évaluation est basée sur la capacité de l'espace de compensation à générer ou transporter l'air froid permettant de rafraîchir les espaces d'action.

ESPACE DE COMPENSATION

Espace potentiellement capable de compenser la surchauffe des espaces d'action en offrant des lieux de refuge pour la population (la journée) ou en favorisant l'apport d'air frais dans les zones habitées (la nuit). Il s'agit des espaces verts, forestiers ou non, ainsi que des espaces perméables non végétalisés.

Importance bioclimatique	**La journée**			**La nuit**
	Accessibilité	Situation de l'espace de compensation	Situation de l'espace d'action situé à proximité	
Très grande	*Très bonne*	*Largement meilleure que la moyenne*	*Largement moins bonne que la moyenne*	Espace constituant une zone de transport d'air froid
Grande				Espace proche d'un espace bâti avec un vent ou un débit d'air froid supérieur à la moyenne
Moyenne				Espace proche d'un espace bâti avec un vent ou un débit d'air froid supérieur à la moyenne, ou une surface > 1 ha
Faible				Espace éloigné des espaces d'action, constituant une zone de production d'air froid
Nulle	*Mauvaise*	*Largement moins bonne que la moyenne*	*Largement meilleure que la moyenne*	Espace n'étant ni une zone de production d'air froid ni une zone de transport d'air froid



Évaluation diurne (à gauche) et nocturne (à droite) des espaces de compensation au Locle, pour la période P1

CALCULS COMPLÉMENTAIRES

OBJECTIF

Les cartes issues de FITNAH rendent compte de la température à laquelle s'attendre pour une nuit et une journée estivales standard, à chaque période. L'objectif des calculs complémentaires est de produire une prédiction plus fine des phénomènes spécifiques que sont les **nuits tropicales**, les **journées tropicales** et les **jours caniculaires de degré 3**, en calculant leur occurrence annuelle moyenne.

NUIT TROPICALE

Nuit au cours de laquelle la température de l'air extérieur ne descend pas en dessous de 20 °C.

JOURNÉE TROPICALE

Journée au cours de laquelle la température atteint ou dépasse 30 °C.

CANICULE DE DEGRÉ 3

Épisode de chaleur caractérisé par une température moyenne journalière atteignant ou dépassant 25 °C, et ce durant au moins 3 jours consécutifs. Les jours caniculaires sont donc les jours qui ont une température moyenne de 25 °C, comptabilisés à partir de 3e jour consécutif.

DONNÉES

Les données utilisées pour calculer ces variables complémentaires sont les suivantes.

- Les simulations climatiques établies par MétéoSuisse (CH2018), dont les prédictions de température sont détaillées dans le temps (données journalières), mais peu détaillées dans l'espace (maille de 2 km).
- Les cartes de températures issues de FITNAH, dont les prédictions de température sont détaillées dans l'espace (maille de 10 m), mais peu détaillées dans le temps (une valeur par période de 30 ans).
- Les mesures de températures des stations météorologiques de MétéoSuisse et de l'Université de Neuchâtel.

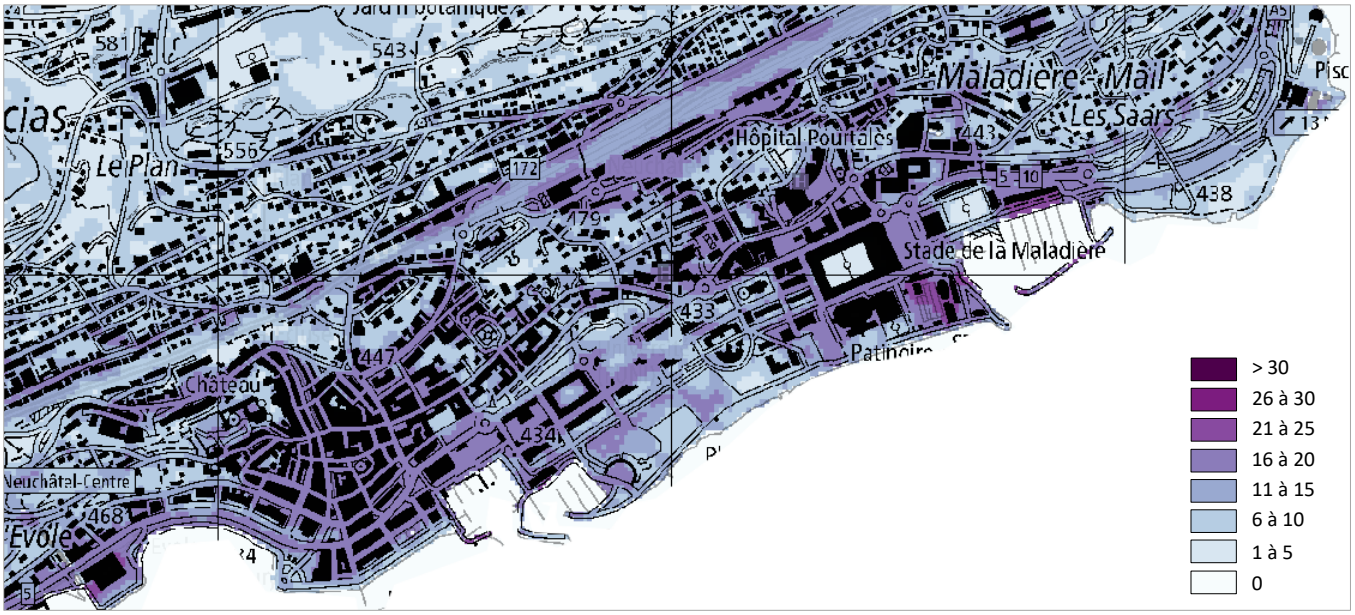
MÉTHODE

Une fois la meilleure simulation climatique CH2018 sélectionnée, la méthode consiste à combiner les données de cette simulation avec celles des cartes de températures issues de FITNAH, afin d'obtenir des prédictions de température qui soient à la fois détaillées dans le temps (données journalières) et dans l'espace (maille de 10 m). Une fois ce résultat obtenu, le nombre annuel moyen de nuits tropicales, journées tropicales et jours caniculaires de degré 3 est comptabilisé, puis ajusté sur la base des mesures des stations météo.

NUITS TROPICALES

Les nuits tropicales sont globalement rares à P0, mais leur fréquence augmente au fil des périodes dans tout le canton. Leur augmentation est plus marquée dans les centres urbains denses, mal ventilés ou très imperméabilisés ainsi que dans les secteurs de développement. L'altitude joue également un rôle induisant une augmentation plus marquée à faible altitude, notamment sur toute la bande littorale.

Si le nombre annuel moyen de nuits tropicales est de l'ordre d'une dizaine à P0 à Neuchâtel et presque nul à La Chaux-de-Fonds, il atteint plus de 30 à P3 à Neuchâtel et près de 15 à La Chaux-de-Fonds.

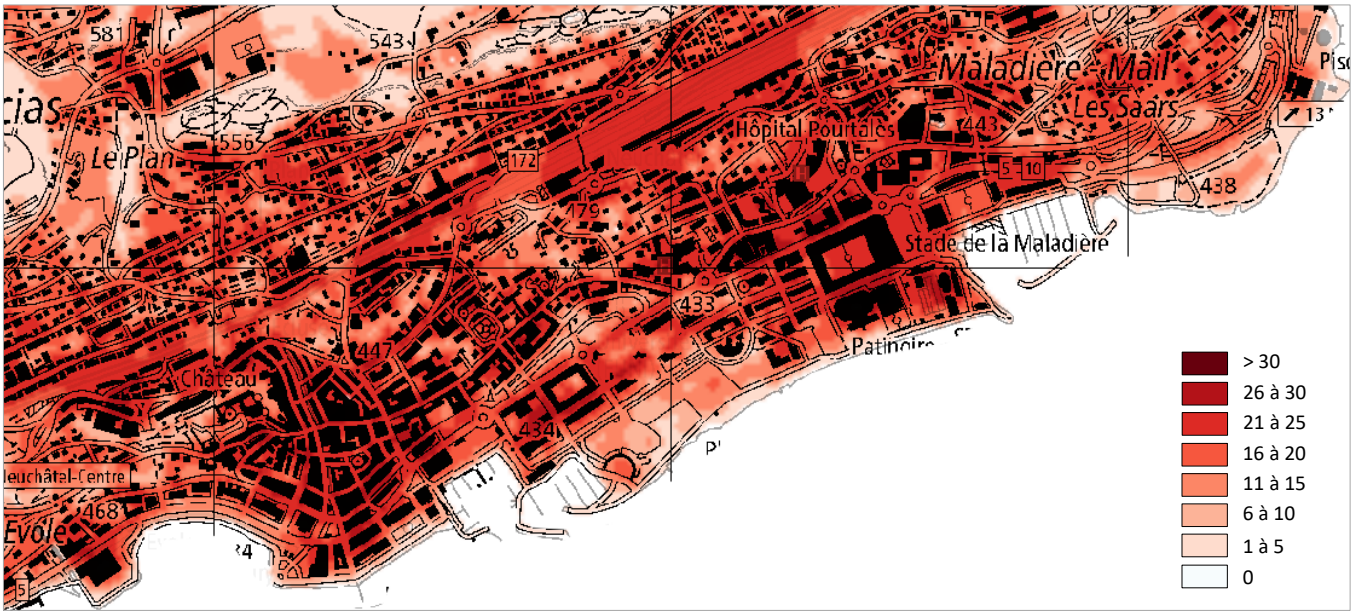


Nombre annuel moyen de nuits tropicales à Neuchâtel, période P1

JOURNÉES TROPICALES

Les journées tropicales sont présentes sur tout le territoire cantonal dès P0. Les centres urbains et les zones fortement imperméabilisées ou sans ombrage sont les plus concernés. C'est également dans ces endroits que l'augmentation est la plus marquée au fil des périodes, ainsi que dans les secteurs de développement. L'altitude a peu d'influence sur l'augmentation du nombre annuel moyen de journées tropicales.

Si le nombre annuel moyen de journées tropicales est supérieur à 20 à P0 à Neuchâtel et inférieur à 15 à La Chaux-de-Fonds, il atteint plus de 30 à P3 à Neuchâtel et dépasse 20 à La Chaux-de-Fonds.



Nombre annuel moyen de journées tropicales à Neuchâtel, période P1

JOURS CANICULAIRES DE DEGRÉ 3

Les jours caniculaires sont plutôt rares à P0, avec l'équivalent d'une ou deux canicules de 3-4 jours par an sur le Littoral et environ 1 tous les 3 ans dans les villes de haute altitude. Au fil des périodes, le nombre de nuits tropicales augmente partout, mais de façon plus marquée dans les centres urbains denses, dans les secteurs de développement, et également légèrement sur la bande littorale.

À P3, Neuchâtel comptabilise plus d'une quinzaine de jours caniculaires dans de nombreux endroits, et à La Chaux-de-Fonds les zones les plus denses sont aux alentours de 10.



Nombre annuel moyen de jours caniculaires de degré 3 à Neuchâtel, période P1

DONNÉES DISPONIBLES

Toutes les données et tous les documents relatifs à cette analyse climatique sont disponibles en ligne, aux liens suivants.

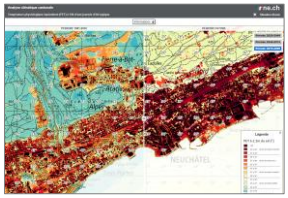
Page d'accueil de l'analyse climatique :
https://www.ne.ch/sitn/climat

Elle contient tous les liens vers les données, la présente synthèse et le rapport complet.

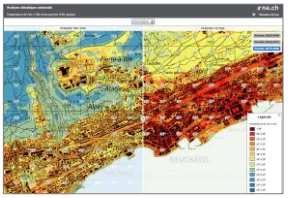
Géoportail internet du SITN, thème « Climat »
https://sitn.ne.ch/theme/climat

Cartes interactives simplifiées pour les résultats principaux

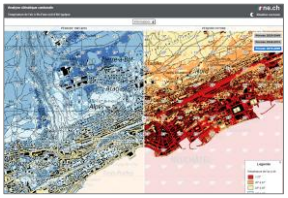
PET



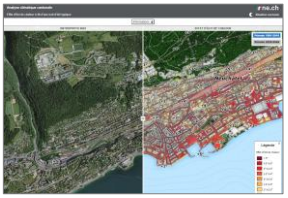
Température à 14h



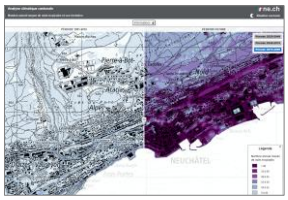
Température à 4h



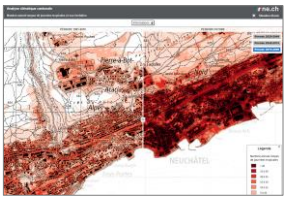
Effet d'îlot de chaleur



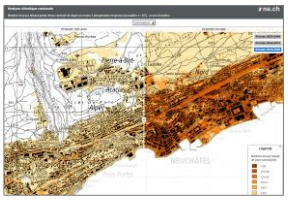
Nuits tropicales



Journées tropicales



Jours caniculaires

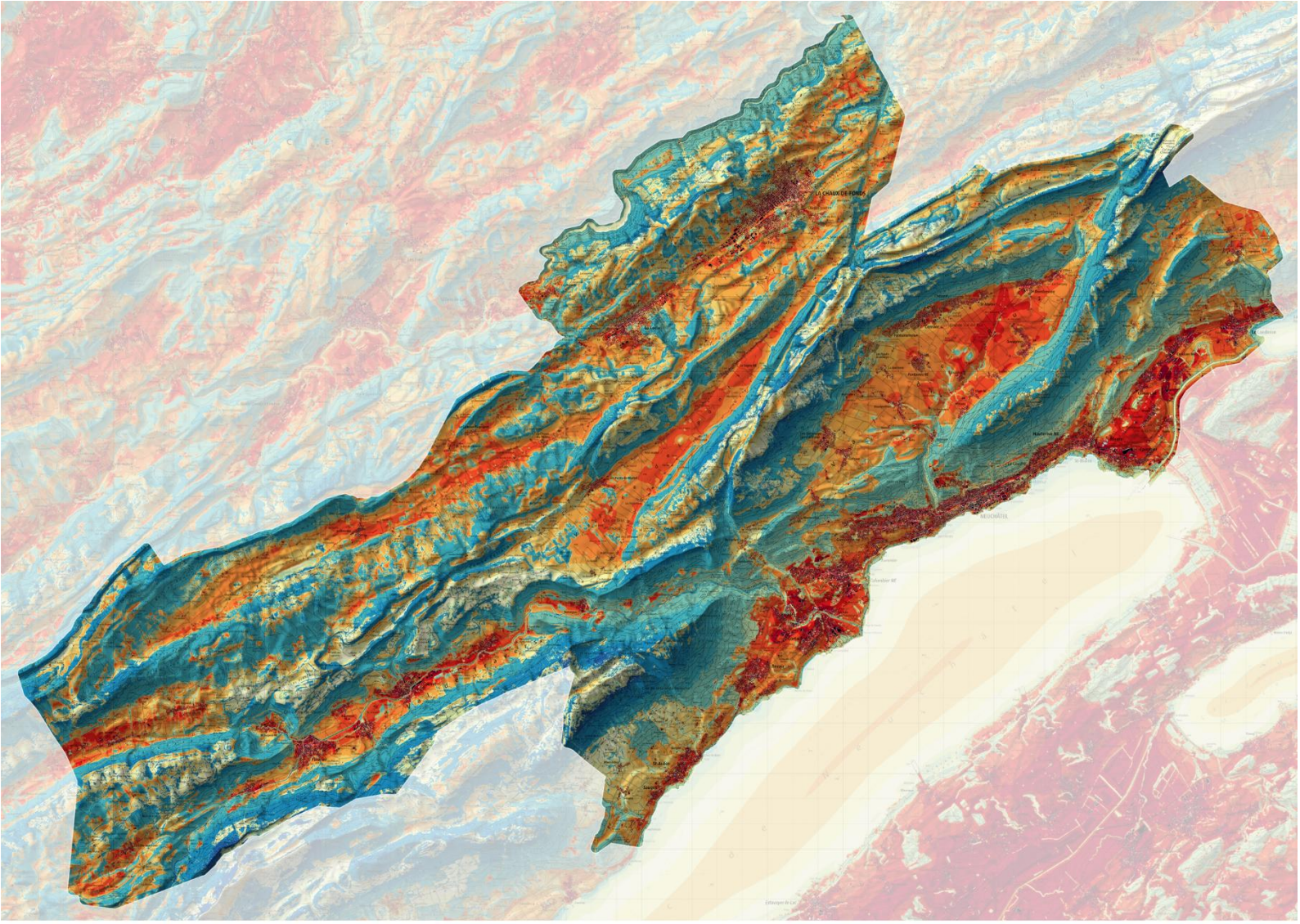


Liste des données disponibles sur le géoportail du SITN

	Donnée	Format	Périodes
Situation diurne 14h	• PET • Température	Raster à 10 m Raster à 10 m	P0, P1, P2, P3
Situation nocturne 4h	• Température • Vitesse et direction du vent • Débit d'air froid	Raster à 10 m Flèches agrégées à 200 m Raster à 10 m	P0, P1, P2, P3

	• Échanges d'air froid
	  ○ Zones de production d'air froid
	  ○ Transport d'air froid
	  ○ Zones d'impact d'air froid
	• Effet d'îlot de chaleur
		-
		Raster à 10 m
		Flèches
		Raster à 10 m
		Raster à 10 m
			P0, P1

Évaluation bioclimatique	• Évaluation diurne des espaces bâtis • Évaluation diurne des espaces de transport • Évaluation nocturne des espaces bâtis • Évaluation nocturne des espaces de transport • Évaluation diurne des espaces de compensation • Évaluation nocturne des espaces de compensation	Polygones	P0, P1
Jours tropicaux et canicules	• Nombre annuel moyen de nuits tropicales • Nombre annuel moyen de journées tropicales • Nombre annuel moyen de jours caniculaires	Raster à 10 m	P0, P1, P2, P3



PET à 1.1m du sol [°]

>45°	
43° à 45°	Stress de chaleur extrême
41° à 43°	
39° à 41°	
37° à 39°	Stress de chaleur fort
35° à 37°	
33° à 35°	
31° à 33°	Stress de chaleur modéré
29° à 31°	
27° à 29°	
25° à 27°	Stress de chaleur faible
23° à 25°	
21° à 23°	
19° à 21°	Confort thermique
17° à 19°	
15° à 17°	Stress de froid faible
13° à 15°	

Carte de la température physiologique équivalente pour la période 2020-2049

Pilotage du projet : système d'information du territoire neuchâtelois (SITN)
Marc Riedo, responsable du SITN
Léna Faivre, géomètre cantonale adjointe

Adapté du guide utilisateur du canton de Genève

Mai 2025 (v2)

ne.ch
RÉPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL

Département du développement territorial et de l'environnement

Service de la géomatique et du registre foncier

Rue de Tivoli 22
2000 Neuchâtel

sitn@ne.ch