

INHALATOR

DESIGN ALEXANDRE MORONNOZ + ELIOTH / EGIS CONCEPT

FAIRE 2019 12.2020

LE PROJET

Inhalator est un objet urbain partagé, de respiration et de rafraîchissement : un inhalateur d'air iodé, un brumisateur, une fontaine à air frais ou une paroi climatique.

Les espaces urbains structurés par des dispositifs liés à la rentabilité, (densité, vitesse, réchauffement, ...), peuvent mener à différents types de stress provoquant un déséquilibre physiologique.

Cet « objet-paroi » permet de modifier ponctuellement le climat d'un espace urbain en le rafraîchissant lorsqu'il fait chaud et propose à l'usager de ré-expérimenter physiquement sa respiration. Inspirer un air frais chargé en iode pour regonfler sa cage thoracique et réamorcer une respiration apaisée.

L'origine culturelle du projet sont les bâtiments de graduation, ou inhalatorium, du 17 et 18ème siècle : un bâtiment de graduation se dit, dans les salines, d'un bâtiment destiné à faire évaporer l'eau dans laquelle le sel est dissous. Une architecture ouverte aux vents filtre l'eau salée à travers des fagots d'épines empilés pour augmenter la salinité de l'eau après plusieurs cycles.

Le projet Inhalator mime ce principe pour évaporer et diffuser une brume iodée. De l'eau chargée en sel ruisselle entre les tasseaux de bois de la trame centrale. Le volume d'eau remonte et circule en boucle comme pour une fontaine grâce à une pompe électrique alimenter par des panneaux solaires.

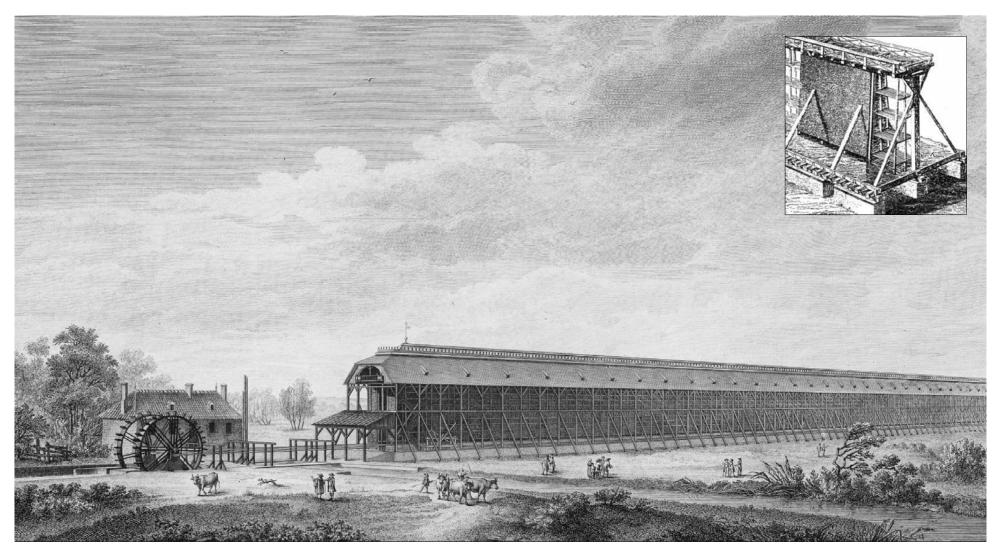
La ventilation naturelle du site d'implantation traverse la trame pour former une légère brume et charger l'air en iode, formant un microclimat.

Les espaces à forte ventilation naturelle sont adéquats pour l'implantation de cette paroi filtrante, qui peut être dupliquée pour former des espaces d'immersion.

Définition technique élémentaire :

- Structure inox.
- Trame de tasseaux bois.
- Circuit d'eau (salée) autonome ou raccordé (eau potable).
- Appoint périodique en eau (et équilibre du taux salin).
- Alimentation électrique (réseau ou solaire).
- Dimensions optimales : 6 x 3 x 0,50 m.

INHALATOR FAIRE 2019 ALEXANDRE MORONNOZ 2020



Vue perspective du Bâtiment de graduation de la Saline de Chaux.

Planche 9 de « L'architecture considérée sous le rapport de l'art, des mœurs et de la législation », Paris, 1804.

Cette architecture trouve sa place dans le projet de la Cité Idéale de Chaux de Nicolas Ledoux au 18ème siècle. Ce bâtiment fait partie de l'ensemble industriel du projet : la saline royale d'Arc-et-Senans. Aujourd'hui en Europe, ces architectures sont devenues des lieux de cures thermales et font partie d'un patrimoine toujours fonctionnel.

LE DISPOSITIF

Le design de cet objet urbain à pour objectif premier de rafraîchir l'air des espaces urbains, en apportant une sensation de frais et de bien-être aux personnes à proximité.

Le ruissellement, par gravité, de l'eau à travers la trame de tasseaux de bois génère une légère brume qui rafraîchit l'air environnant.

L'étude de préconception menée avec le bureau d'étude Elioth nous a permis de comprendre et de chiffrer les incidences, d'une part, des dimensions du format du dispositif sur le rafraîchissement obtenu à proximité, et, d'autre part, des contextes d'implantation à privilégier.

- Le format du dispositif doit être assez grand pour couvrir l'angle de vue de l'usager (dénomination technique : angle solide) et lui garantir une immersion dans un air rafraîchi de quelques degrés, à proximité du dispositif.
- L'implantation du dispositif dans un contexte ombragé, déjà fortement rafraîchi, abaisse encore la température.
- L'implantation du dispositif sur un site ayant une bonne ventilation naturelle favorise l'évaporation et la brumisation de l'eau ruisselante à l'entour.

Ainsi le dispositif INHALATOR concourt à amplifier le pouvoir rafraîchissant des environnements urbains aérés, et ceux déjà ou bientôt végétalisés.

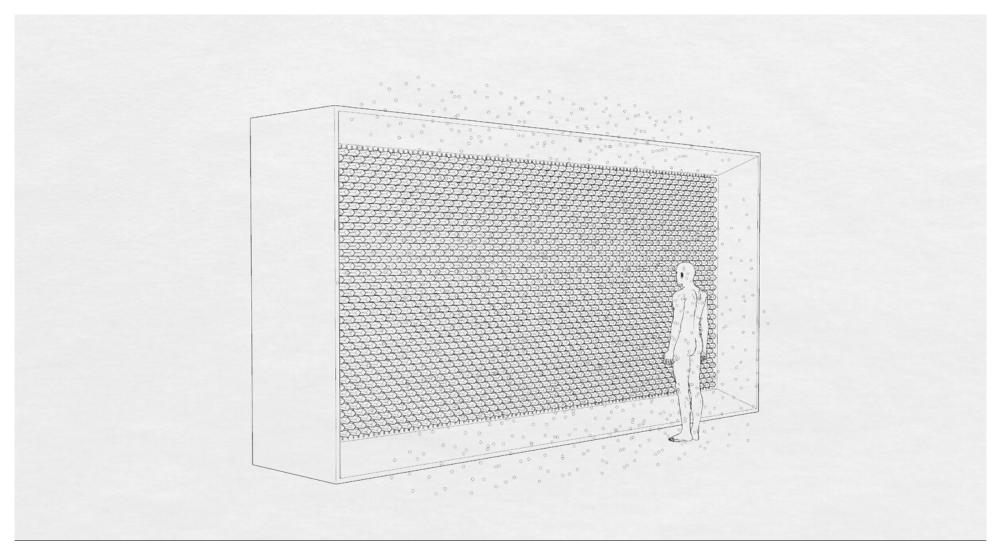
Selon l'étude d'Elioth et les discussions engagées sur le projet, cette présentation illustre les configurations possibles du dispositif, à même de rafraîchir et d'abaisser, plus ou moins, la température environnante.

INHALATOR FAIRE 2019 ALEXANDRE MORONNOZ 2020

DESCRIPTION DU PRINCIPE FONCTIONNEL

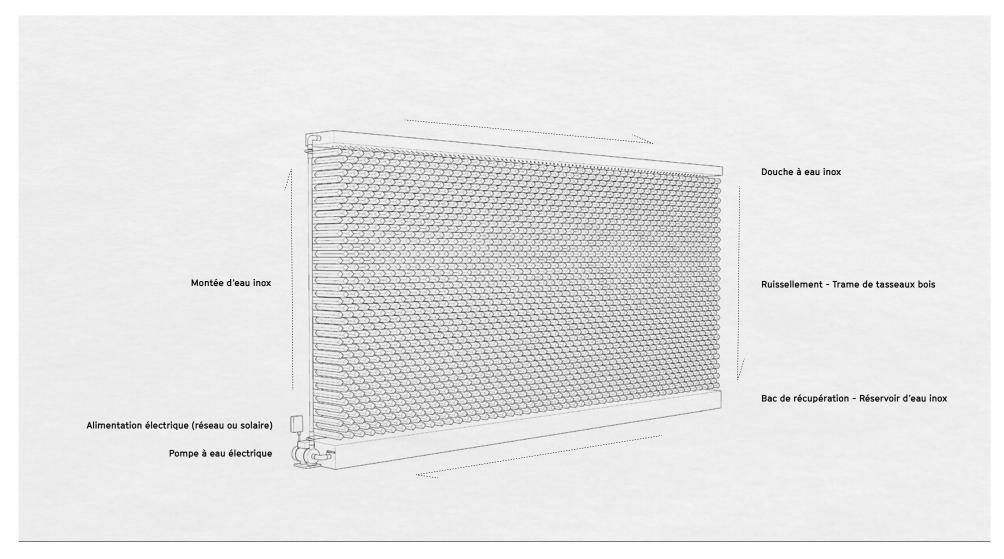
La brumisation par ruissellement est générée par l'écoulement de l'eau par gravité à travers la trame de tasseaux de bois. La trame de tasseaux étant la surface active du dispositif.

INHALATOR FAIRE 2019 ALEXANDRE MORONNOZ 2020

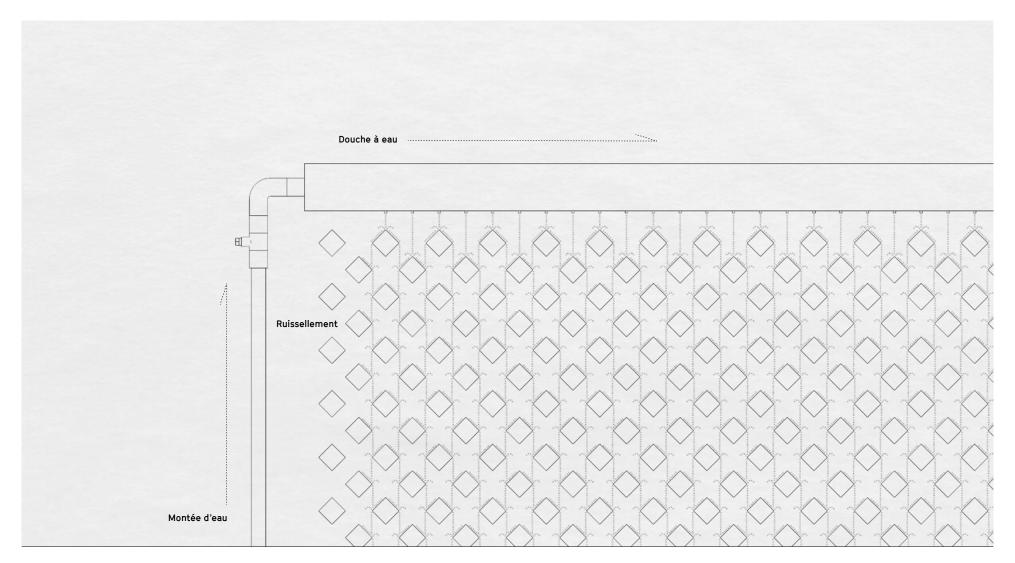


INHALATOR FAIRE 2019 ALEXANDRE MORONNOZ 2020

Principe fonctionnel. Brumisation par ruissellement. Brumisation et air rafraîchi à proximité du dispositif.



Principe fonctionnel. Brumisation par ruissellement. Système technique et cycle de l'eau.



Principe fonctionnel. Brumisation par ruissellement. L'eau ruisselle par gravité entre les tasseaux de bois pour générer de la brume.

CALCULS

Etude du potentiel de rafraîchaissement du dispositif Inhalator.

Les éléments présentés ci-dessous sont extraits de l'étude réalisée par l'atelier d'ingénierie environnementale Elioth (Egis Concept), au printemps 2020.

Déroulé synthètique :

- Paramètres essentiels pour le calcul.
- Simulations avec un dispositif de format réduit de 2 m2 vertical.
- Optimisation du pouvoir rafraîchissant du dispositif.
- Hypothèses de dispositifs urbains.
- Conclusions.

INHALATOR FAIRE 2019 ELIOTH / EGIS CONCEPT 2020

Les paramètres essentiels pour le calcul du pouvoir rafraîchissant du dispositif.

TEMPERATURE DE SURFACE ET POUVOIR DE RAFRAICHISSEMENT.

La température de surface et la puissance de rafraîchissement sont obtenues en résolvant les équations de la chaleur pour une surface d'eau liquide :

- Bilan radiatif
- Bilan convectif
- Apports solaires
- Bilan évaporatif

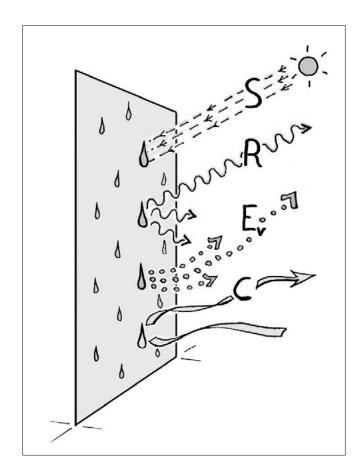
Avec:

- la température de surface du medium
- la température moyenne radiative
- la température d'air
- le coefficient de transfert thermique entre le medium et l'air
- l'albedo du medium
- le rayonnement solaire direct et le rayonnement solaire diffus sur la surface
- la chaleur latente de vaporisation
- le coefficient d'évaporation dépendant de la vitesse de vent locale
- la fraction massique d'eau saturante à la surface du medium
- la fraction massique d'eau dans l'air

CALCUL DU CONFORT

Le calcul du confort se base alors sur la connaissance d'un jeu de paramètres que l'on détaille ci-dessous :

- Température d'air
- Température radiante moyenne
- Humidité relative
- Vitesse d'air
- Morphologie



INHALATOR FAIRE 2019 ELIOTH / EGIS CONCEPT 2020

Caculs.

Les paramètres.

Simulations avec un dispositif de format réduit de 2 m2 vertical.

Pour quantifier les effets de rafraîchissement du dispositif, nous avons choisi de calculer, pour différents utilisateurs, la température ressentie, à travers la Physically Equivalent Temperature (PET), qui permet de quantifier les gains de confort entre une situation de référence et une situation d'usage du dispositif en saison estivale.

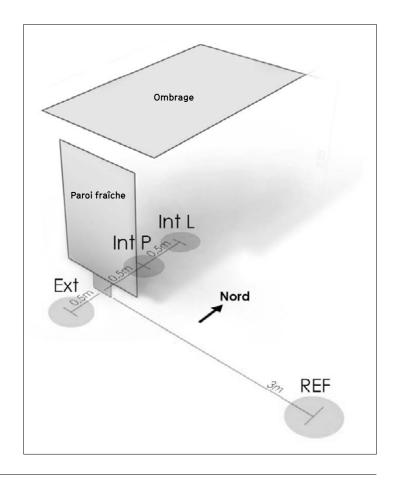
QUATRES UTILISATEURS AUTOUR DU DISPOSITIF PARTIELLEMENT OMBRAGÉ

Chacun correspondant à une situation/position différente autour de la paroie verticale rafraîchissante :

- Ref : Utilisateur de référence, n'est pas influencé par le dispositif.
- Ext: Utilisateur percevant l'influence de la paroi fraîche d'Inhalator, situé à 50 cm de la paroi, sans aucun ombrage.
- Int P: Utilisateur percevant l'influence de la paroi fraîche d'Inhalator, situé à 50 cm de la paroi, avec ombrage.
- Int L: Utilisateur percevant l'influence de la paroi fraîche d'Inhalator, situé à 1 m de la paroi, avec ombrage.

GAINS DE CONFORT EN PET (°C) PAR UTILISATEURS :

Utilisateurs	Gain paroi fraîche	Gain par ombrage	Gain total
Ext	1.6 °PET	0.0 °PET	1.6 °PET
Int P	1.6 °PET	4.0 °PET	5.6 °PET
Int L	0.7 °PET	3.8 °PET	4.5 °PET



INHALATOR FAIRE 2019 ELIOTH / EGIS CONCEPT 2020

Caculs. Simulations.

Optimisation du pouvoir rafraîchissant du dispositif.

NOTION D'ANGLE SOLIDE

L'angle solide est une notion fondamentale pour la conception de surfaces humides.

Un angle solide est l'équivalent 3D de l'angle du plan en 2D. Il s'agit peu ou prou de la proportion qu'occupe un objet dans notre **champ visuel**.

L'observateur S voit les trois objets S1, S2 et S3 sous le même angle solide Ω . Si ces objets ont des formes, des tailles, des inclinaisons, des distances différentes à l'observateur, tous occupent la même part dans le champ visuel de l'observateur.

DIMENSIONNEMENT DE SURFACES HUMIDES

Il y a une relation directe entre l'angle solide de la paroi vue de l'utilisateur et l'efficacité en rafraichissement ressenti. Les résultats des simulations effectuées donnent le ratio suivant :

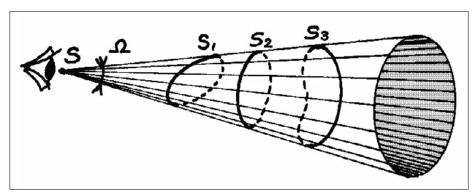
- 1 °PET avec 20 % de l'espace visible
- 3 °PET avec 60 % de l'espace visible

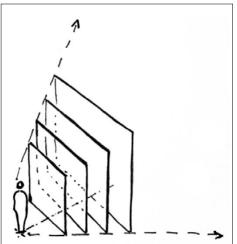
Une surface verticale infinie occupera au maximum que 50 % de l'espace visible. Il est donc intéressant de veiller à couvrir le champ visuel par un foisonnement ou répétition de surfaces et privilégier les surfaces vastes.

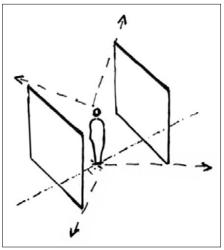
RÔLE DE L'OMBRAGE

Le rayonnement solaire est particulièrement impactant sur la température ressentie. Lors des journées d'été, être sous le soleil peut augmenter le ressenti de 5 à 6 °PET.

Une surface exposée au soleil chauffe et rayonne à son tour, générant une sensation de paroi chaude. Si l'on veut créer une **ambiance rafraîchie optimum**, il est nécessaire de se protéger du rayonnement solaire.







INHALATOR FAIRE 2019 ELIOTH / EGIS CONCEPT 2020

Caculs.
Optimisation du dispositif.

Hypothèses de dispositifs urbains.

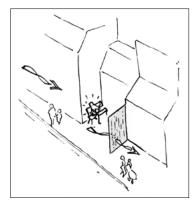
ÉLÉMENTS QUALITATIFS

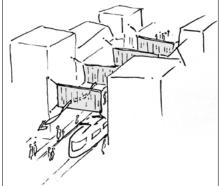
Afin de profiter des effets de brumisation, tels que l'on peut les retrouver dans les bâtiments de graduation et les cures thermales associées, il est nécessaire de générer des **surfaces** :

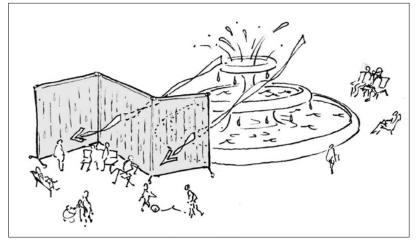
- hautes pour capter des vitesses d'air plus élevées qu'au sol,
- poreuses pour que le vent traverse le dispositif et emporte avec lui des gouttelettes.

EXEMPLES DE CONFORMATION POUR LE DISPOSITIF

Croquis Elioth ci-contre.







INHALATOR FAIRE 2019 ELIOTH / EGIS CONCEPT 2020

Caculs. Hypothèses urbaines.

Conclusions.

GAIN DE CONFORT GRÂCE AU POUVOIR RAFRAÎCHISSANT DU DISPOSITIF

Les pistes à grande échelle du dispositif (au-delà d'un format réduit de 2 m2), ainsi que le foisonnement et la répétition de parois rafraîchissantes, pourront conduire à des **gains de 3° (PET)** de température ressentie en moins pour l'utilisateur, avec un dispositif sans ombre lors de saisons estivales et de fortes chaleurs comme les périodes de canicule.

Le gain de confort pourra être augmenté en profitant d'un dispositif avec ombrage pour atteindre 7°.

Implanté dans une situation de bonne ventilation naturelle, l'effet de rafraîchissement du dispositif et la diffusion d'air frais seront encore amplifiés.

INHALATOR FAIRE 2019 ELIOTH / EGIS CONCEPT 2020

Caculs. Conclusions.

POUVOIR RAFRAÎCHISSANT

Configurations types du dispositif et capacités de rafraîchissement de l'air environnant.

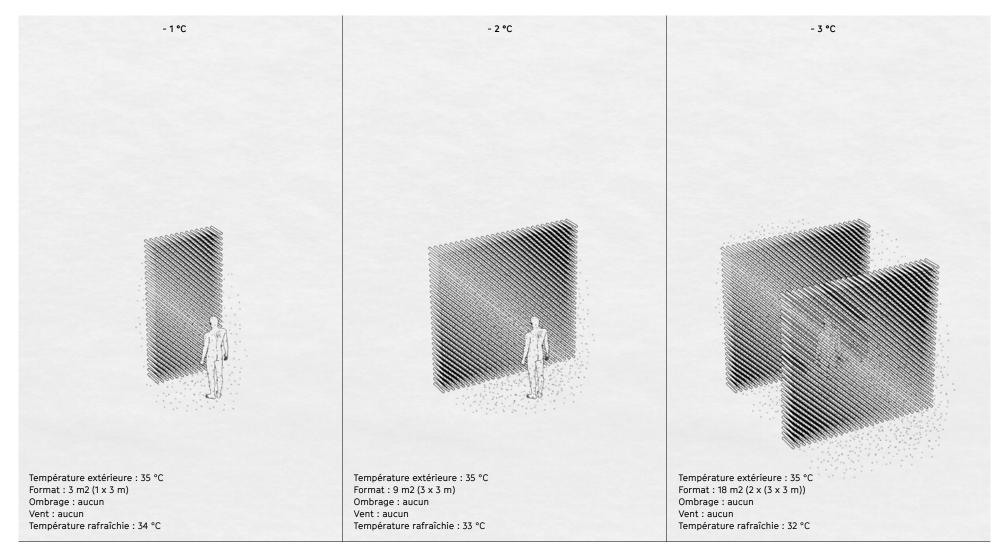
Formats de la surface active du dispositif et facteurs climatiques environnants, (ombrage et ventilation).

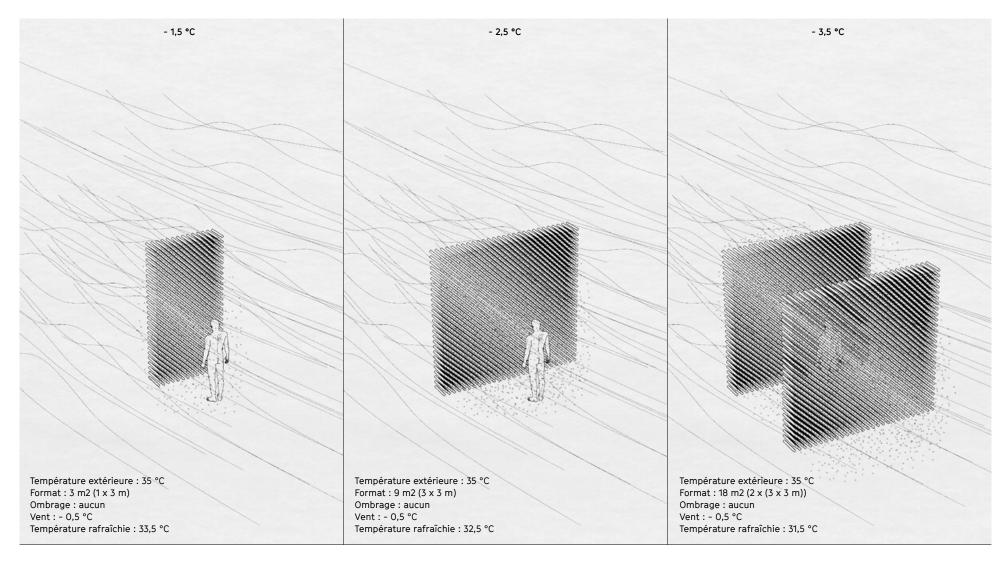
Les valeurs mentionnées en °C, indiquant une réduction de la température selon les différentes configurations présentées, sont extrapolées sur la base des simulations et calculs réalisés par Elioth.

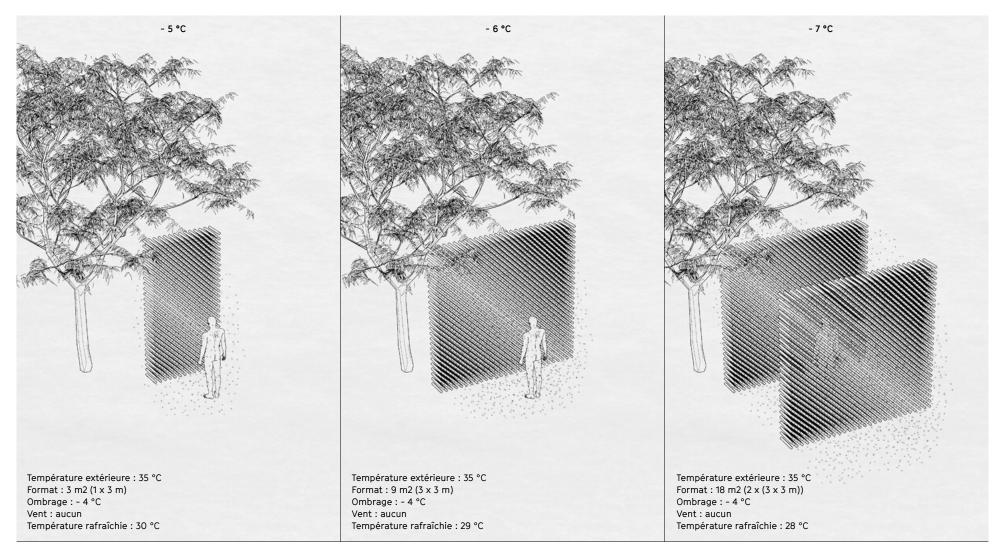
Elles présentent des ordres de grandeur qui doivent être lues comme des indications de température à plus ou moins 0,5 °C, 1 °C, 1,5 °C selon les plages suivantes :

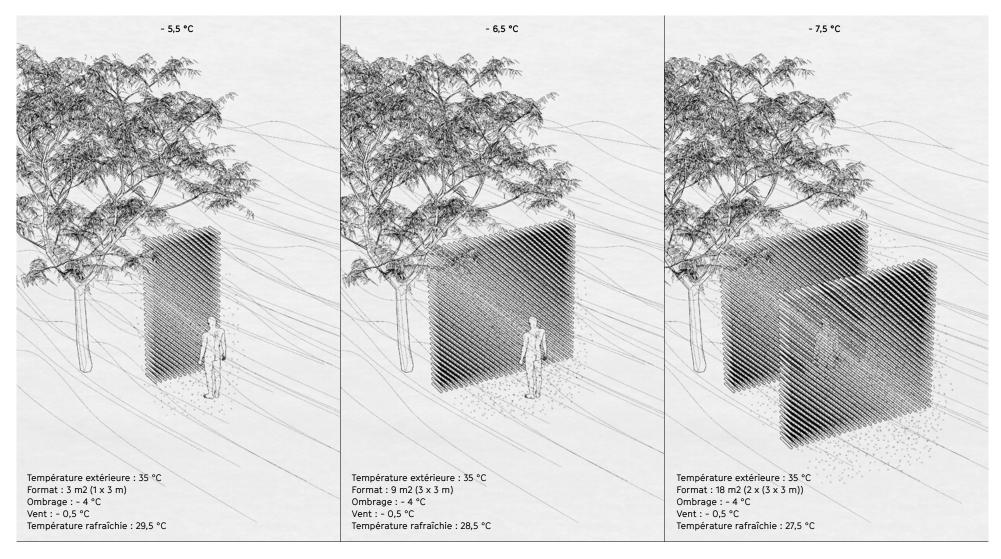
- + ou 0,5 °C entre 0°C et -3 °C,
- + ou 1 °C entre -3 °C et -6 °C,
- + ou 1,5°C entre -6°C et -9°C.

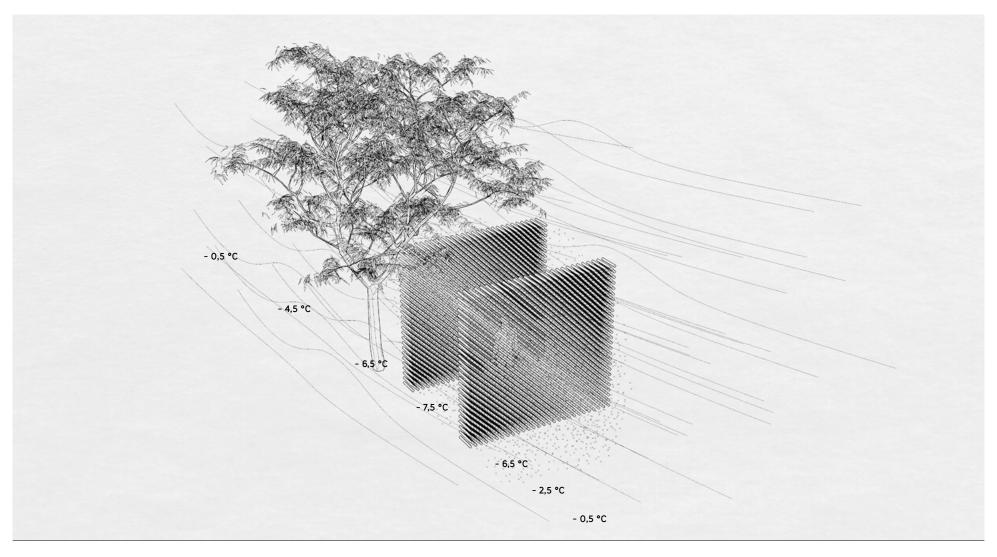
INHALATOR FAIRE 2019 ALEXANDRE MORONNOZ 2020











INHALATOR FAIRE 2019 ALEXANDRE MORONNOZ 2020

Pouvoir rafraîchissant. Formats et contextes. La température évolue en fonction de la proximité de l'usager avec le dispositif dans son contexte.

CONFIGURATION PROPOSÉE

La configuration proposée ci-dessous fonctionne avec deux parois rafraîchissantes identiques de 6 m x 3 m, disposées de manière décalée pour créer une circulation dynamique et séquencer progressivement l'immersion de l'usager dans un air de plus en plus frais à l'approche du dispositif jusqu'à son centre.

Cette composition en deux parois, implantées dans un contexte ombragé et ventilé, augmente le pouvoir rafraîchissant du site urbain.

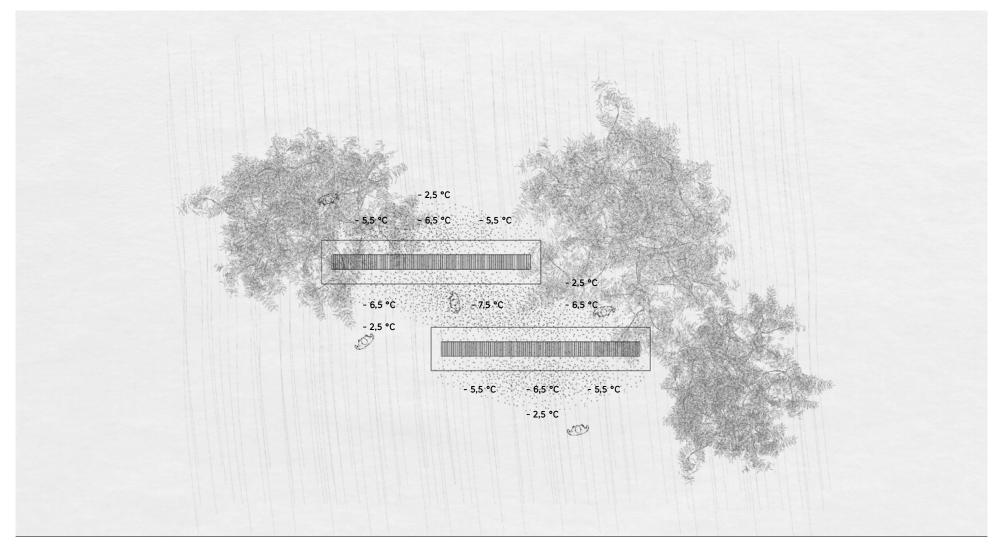
Pour chaque paroi, un grand cadre, servant de structure, entoure la trame de tasseaux. Comme le cadre d'un tableau, il propose de lire la trame comme un filtre visuel donnant sur le paysage en arrière plan. Ce filtre laisse également entrevoir le mouvement des silhouettes qui circulent entre les parois.

INHALATOR FAIRE 2019 ALEXANDRE MORONNOZ 2020



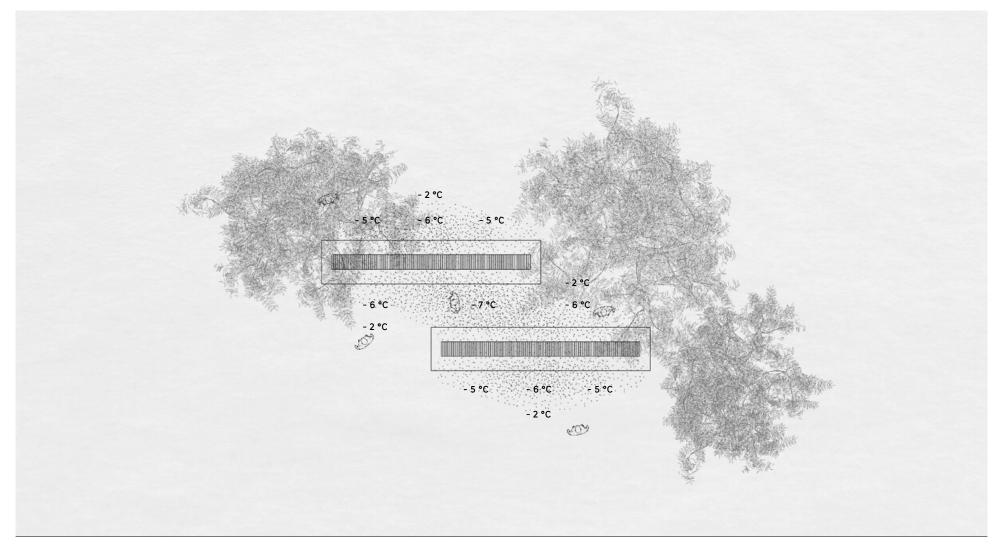
INHALATOR FAIRE 2019 ALEXANDRE MORONNOZ 2020

Composition en double paroi implantée sur un site ombragé et ventilé.



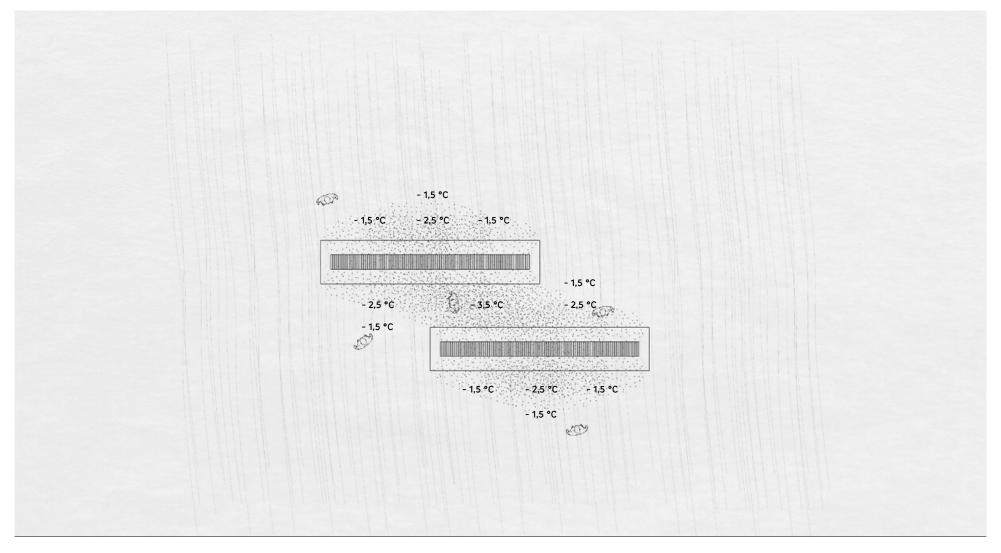
INHALATOR FAIRE 2019 ALEXANDRE MORONNOZ 2020

Composition en double paroi implantée sur un site ombragé et ventilé.



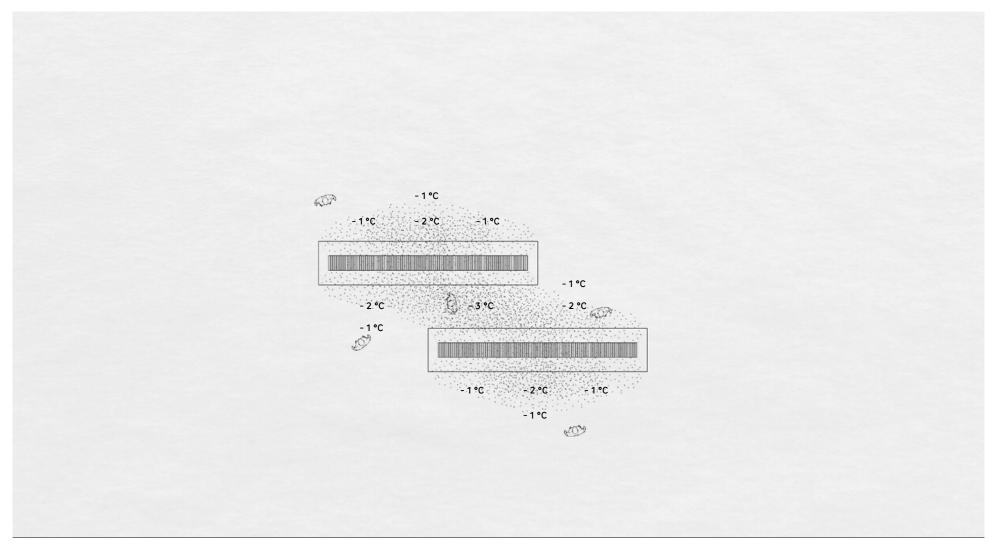
INHALATOR FAIRE 2019 ALEXANDRE MORONNOZ 2020

Composition en double paroi implantée sur un site ombragé sans vent.



INHALATOR FAIRE 2019 ALEXANDRE MORONNOZ 2020

Composition en double paroi implantée sur un site ventilé sans ombrage.



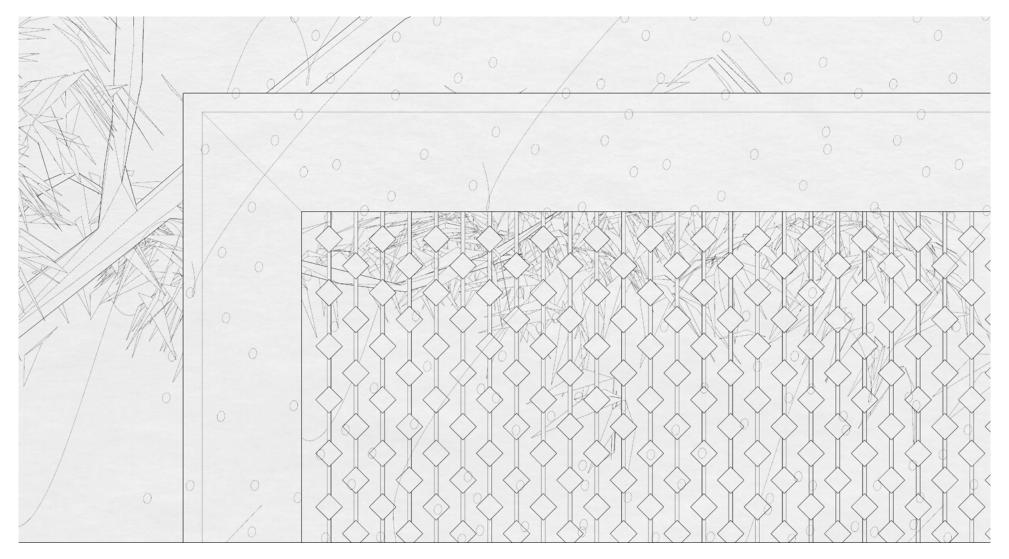
INHALATOR FAIRE 2019 ALEXANDRE MORONNOZ 2020

Composition en double paroi implantée sur un site sans ombrage ni vent.



INHALATOR FAIRE 2019 ALEXANDRE MORONNOZ 2020

La brumisation par ruissellement, un nouveau paysage urbain.



INHALATOR FAIRE 2019 ALEXANDRE MORONNOZ 2020

La brumisation par ruissellement, un nouveau paysage urbain.















WWW.ELIOTH.COM

WWW.MORONNOZ.COM

Guillaume Meunier & Arnaud Sanson contact@elioth.com 01 49 20 13 10 4 rue Dolorès Ibarruri 93100 Montreuil Alexandre Moronnnoz contact@moronnoz.com +33 (0)6 63 41 58 34 67 rue de Paris 93100 Montreuil