

TFÉ 2024-2025 [LBARC2200] – LOCI Bruxelles

Titre : « Le mycélium comme ressource constructive du futur » & « Les mycomatériaux peuvent-ils répondre aux exigences de la production industrielle ? »

Étudiante : GEIST Myrtice

Copromoteurs-experts : ISSA Étienne

Copromoteur 2 : VAN MOESEKE Geoffrey

Copromoteur 3 : THIELEMANS Benoît

Copromoteur 3 : MEYER Sandrine

Date de présentation : 16 juin 2025

Résumé

Ce mémoire interroge la faisabilité de l'industrialisation des matériaux biocomposites à base de mycélium, dans un contexte de transition écologique du secteur de la construction. Face à l'impact environnemental élevé des matériaux conventionnels, le travail explore les atouts du mycélium : renouvelable, biodégradable, léger, isolant et produit à partir de déchets agricoles. Il analyse les propriétés techniques de ces matériaux, les contraintes actuelles à leur déploiement à grande échelle (temps de culture, normes, coût, logistique), ainsi que les conditions nécessaires à la structuration d'une filière locale. L'étude s'appuie sur une expérimentation personnelle de culture de mycélium et propose un projet architectural hypothétique : la reconversion d'un ancien hôpital en unité de production d'isolants biosourcés. En croisant recherche, pratique et projection territoriale, ce mémoire ambitionne d'apporter des pistes concrètes pour une industrialisation durable des mycomatériaux dans le bâtiment.

Mots-clefs

Mycélium

Biocomposites

Matériaux biosourcés

Construction durable

Économie circulaire

Industrialisation verte

Isolation écologique

Filière locale

Transition écologique

LE MYCÉLIUM COMME RESSOURCE CONSTRUCTIVE DU FUTUR

LES MYCOMATÉRIAUX PEUVENT-ILS RÉPONDRE AUX
EXIGENCES DE LA PRODUCTION INDUSTRIELLE ?

Myrtice GEIST

Université catholique de Louvain

Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (Site de Bruxelles)

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier chaleureusement mes co-promoteurs, Benoît Thielemans, Geoffrey Van Moeseke et Sandrine Meyer, pour leur accompagnement, leur disponibilité et leurs conseils tout au long de cette année. Je remercie également Étienne Issa, expert de ce travail, pour ses retours enrichissants et son regard critique.

Je souhaite exprimer ma gratitude envers toutes les personnes extérieures à l'université qui, de près ou de loin, m'ont soutenue, guidée ou encouragée dans la réalisation de ce mémoire.

Enfin, je remercie mes proches et mes amis pour leur soutien constant, leur patience et leur écoute précieuse durant ces mois de travail.

LBARC 2231 | Atelier de recherche en & sur l'architecture

Utopies Réalisables

Myrtice GEIST

Co-promoteurs

Benoît THIELEMANS

Geoffrey VAN MOESEKE

Sandrine MEYER

Experts

Étienne ISSA

Université catholique de Louvain

Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (Site de Bruxelles)

Table des matières

INTRODUCTION	7
Crise environnementale et urgence dans le secteur de la construction	9
Matériaux biosourcés, vers une nouvelle ère constructive	11
Le mycélium comme ressource de demain	11
Un matériau à fort potentiel, mais encore sous-déployé	12
Objectifs principaux	13
Hypothèse de recherche	14
Outils et ressources mobilisés	14
PARTIE I - État de l’art des biocomposites à base de mycélium	17
Biologie du mycélium	19
Propriétés des mycomatériaux	21
Processus de production de biocomposites à base de mycélium	25
Panorama des entreprises et initiatives existantes	30
Applications architecturales existantes	31
Partie II - Expérimentation personnelle	39
Usages non architecturaux du mycélium	40
Objectifs de l’expérimentation	40
Protocole expérimental	41
Culture et observation	43

PARTIE III -	
Projet hypothétique d’industrialisation locale d’isolants en mycélium	51
Introduction	52
Obstacles actuels à l’industrialisation à grande échelle	52
Mise en contexte et implantation du projet	55
Proposition d’un modèle local de production	57
Espace de sensibilisation dédié aux mycomatériaux	61
CONCLUSION	67
BIBLIOGRAPHIE	71

INTRODUCTION

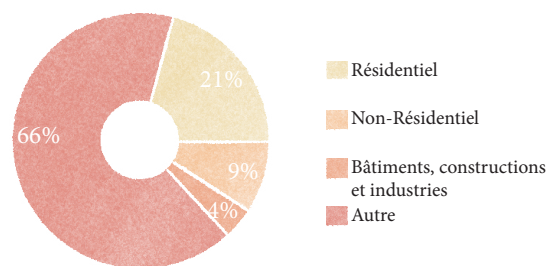


Fig 1. Part des bâtiments dans la consommation finale totale d'énergie en 2022.

Source: *Global Status Report for Buildings and Construction*, UNEP, 2023.

Graphique redessiné par Myrtice Geist

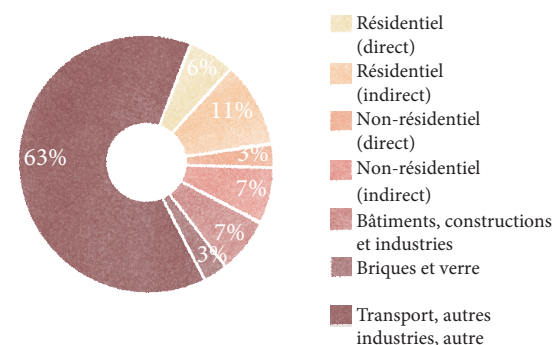


Fig 2. Part des bâtiments dans les émissions mondiales d'énergie et de procédés en 2022.

Source: *Global Status Report for Buildings and Construction*, UNEP, 2023.

Graphique redessiné par Myrtice Geist

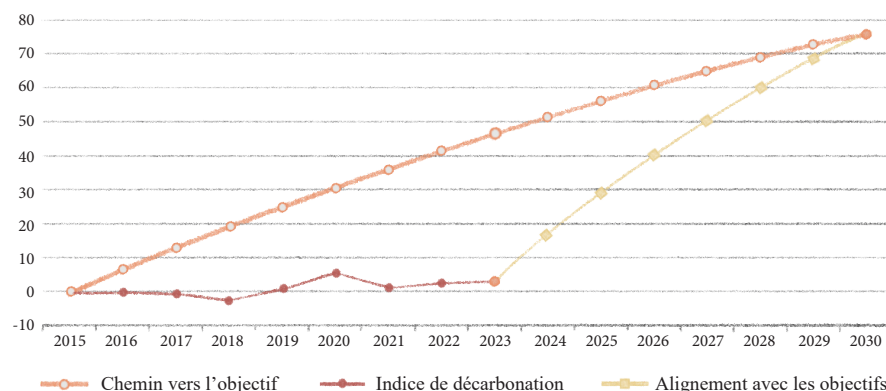


Fig 3. Constats et direction à suivre d'ici 2030.

D'après : *Global Status Report for Buildings and Construction*, UNEP, 2023.

Graphique redessiné par Myrtice Geist.

Crise environnementale et urgence dans le secteur de la construction

Le secteur de la construction est aujourd'hui l'un des principaux responsables des déséquilibres environnementaux mondiaux. En 2022, il représentait à lui seul 37 % des émissions de CO₂ liées à l'énergie, soit environ 10 gigatonnes par an, et consommait 32 % de l'énergie mondiale. Ces émissions viennent à la fois de l'usage des bâtiments (chauffage, éclairage, ventilation) et de la fabrication des matériaux, un impact qu'on appelle carbone incorporé¹.

Cette empreinte carbone s'ajoute à une forte pression sur les ressources naturelles : la construction utilise près de 32 % des matières premières extraites et 15 % de l'eau douce disponible dans le monde. Le modèle actuel, fondé sur un cycle linéaire (extraire → transformer → jeter), n'est plus soutenable face à la raréfaction des ressources, à la perte de biodiversité et à l'urgence climatique.

Les matériaux conventionnels² posent problème. Leur production est très énergivore, ils sont rarement recyclés et difficiles à éliminer en fin de vie. Ces matériaux sont à la fois non biodégradables, issus de ressources fossiles, et producteurs de déchets durables. En Europe, la fabrication des matériaux de construction représente de 5 à 12 % des émissions de gaz à effet de serre.

Face à cette situation, un changement en profondeur est devenu une priorité. Des organismes internationaux comme l'ONU Environnement, le GlobalABC et l'Agence Internationale de l'Énergie appellent à une transformation du secteur, en insistant sur la réduction des émissions liées aux matériaux, l'adoption de l'économie circulaire, et l'utilisation de matériaux à faible impact environnemental.

Dans ce contexte, l'architecture joue un rôle clé. Les architectes sont appelés à faire des choix durables à tous les niveaux du projet, y compris dans la sélection des matériaux. Cela implique non seulement de construire moins, mais surtout de construire autrement, avec des matériaux plus respectueux de l'environnement, pouvant être produits localement, et parfois même capables de régénérer les écosystèmes.

Certaines études proposent de revoir la manière de concevoir, en reconnectant l'architecture aux ressources naturelles, agricoles et organiques. Cette approche envisage l'architecture comme un outil de rééquilibrage écologique, capable d'intégrer les flux du vivant plutôt que de les perturber. Dans ce cadre, les matériaux biosourcés apparaissent comme une solution prometteuse, car ils permettent de revenir à des cycles de

¹ Quantité totale de CO₂ émise pour extraire, fabriquer, transporter, assembler, entretenir et éliminer un matériau ou un produit de construction pendant tout son cycle de vie, hors usage énergétique.

² Béton, l'acier, le polystyrène ou la laine minérale, etc.

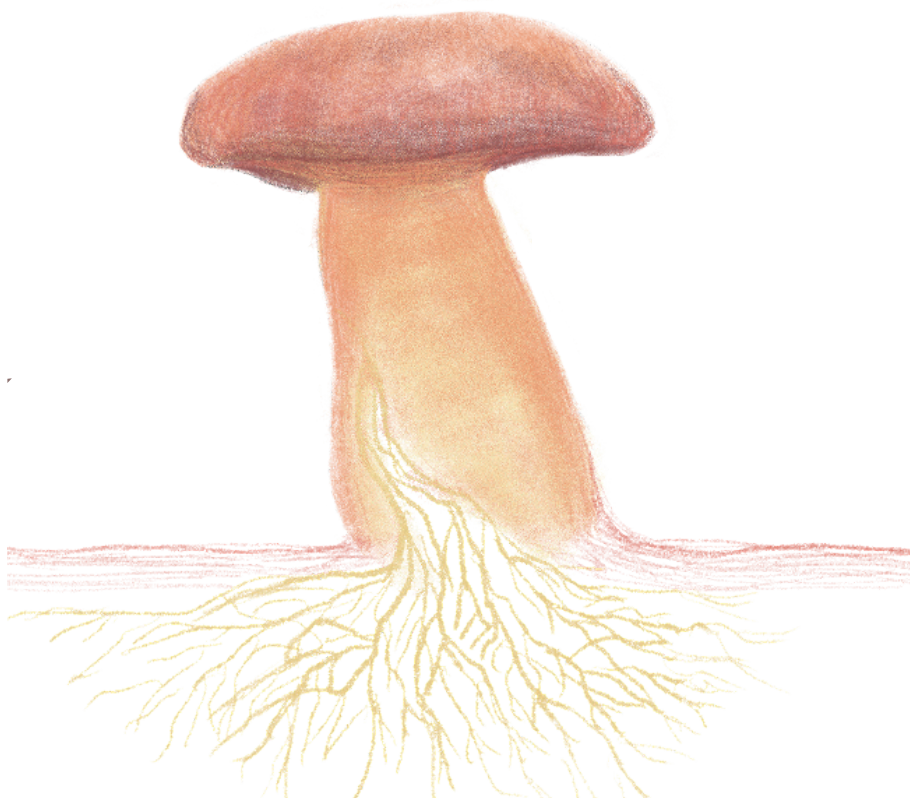


Fig 4. Représentation simplifiée d'un champignon et de son mycélium.
Schéma, Myrtice Geist, 5 avril 2025.

production plus responsables.

La crise environnementale du bâtiment n'est donc plus une contrainte extérieure, mais une réalité centrale, qui impose de repenser les matériaux, les techniques de construction, et les modèles de production de fond en comble.

Matériaux biosourcés, vers une nouvelle ère constructive

Les matériaux biosourcés désignent les matériaux issus de la biomasse, c'est-à-dire de matières organiques renouvelables d'origine végétale, fongique ou animale. Ils peuvent être utilisés bruts, comme la paille ou le chanvre, ou transformés en matériaux techniques, comme la ouate de cellulose ou la laine de bois. Le plus souvent, ils sont produits à partir de déchets agricoles ou de coproduits, et sont renouvelables à court terme, biodégradables, et non toxiques. Ces caractéristiques leur permettent de s'inscrire dans une logique d'économie circulaire, en valorisant des résidus tout en limitant l'usage de ressources fossiles.

Leur utilisation dans le bâtiment contribue à réduire l'empreinte carbone incorporée, notamment en phase de fabrication, où les matériaux conventionnels sont particulièrement polluants. En remplaçant ces derniers, les matériaux biosourcés participent aux efforts de décarbonation du secteur de la construction, tout en encourageant des filières locales de production et d'approvisionnement.

De plus, ces matériaux offrent l'opportunité de repenser la relation entre architecture, territoire et culture constructive. Ils permettent de réintégrer des savoir-faire artisanaux et des ressources locales dans le processus de conception, favorisant ainsi une architecture plus ancrée dans son environnement.

Le mycélium comme ressource de demain

Le mycélium désigne la partie végétative des champignons : un réseau de filaments très fins, appelés hyphes, qui se développent sous terre ou dans un substrat organique, comme la paille ou la sciure de bois. Ce réseau fongique agit comme un système racinaire qui permet aux champignons de se nourrir, mais il peut aussi être utilisé comme matière première pour fabriquer des matériaux.

Longtemps cantonné à des domaines comme l'alimentation, la santé ou le design, le mycélium fait aujourd'hui son entrée dans le champ de l'architecture. En effet, ce matériau biosourcé attire de plus en plus l'attention pour ses qualités écologiques, sa souplesse de mise en œuvre et ses propriétés naturelles intéressantes pour le bâtiment.

Dans le domaine de la construction, le mycélium est transformé en biocomposite¹ en le faisant pousser dans un moule rempli de déchets végétaux. Une fois sec, ce matériau est solide, léger, isolant, et biodégradable. Il peut alors être utilisé pour fabriquer des blocs, des panneaux ou des éléments d'isolation, avec une empreinte carbone très faible.

Ce qui rend le mycélium particulièrement intéressant aujourd'hui, c'est qu'il pousse rapidement, sans besoin d'engrais ou d'énergie fossile, et qu'il utilise des résidus agricoles comme matière première. En ce sens, il s'inscrit parfaitement dans une logique d'économie circulaire. De plus, il peut être moulé dans n'importe quelle forme, ce qui ouvre la voie à des applications variées, notamment dans l'architecture expérimentale et l'isolation des bâtiments. Cette capacité à combiner performance environnementale et adaptabilité en fait un candidat sérieux pour le développement d'une filière industrielle d'isolants biosourcés.

Plusieurs recherches récentes et projets d'architecture ont confirmé le potentiel du mycélium comme matériau de demain. Toutefois, il reste encore des défis à relever : standardisation, résistance à long terme, résistance face à l'humidité, ou encore intégration dans les normes actuelles du bâtiment. Malgré cela, le mycélium représente déjà une piste sérieuse pour construire autrement, avec des matériaux issus du vivant, capables de se dégrader sans polluer une fois leur cycle de vie terminé.

Un matériau à fort potentiel, mais encore sous-déployé

Les biocomposites à base de mycélium attirent de plus en plus l'attention dans le secteur de la construction pour leur profil écologique, leur versatilité de mise en œuvre et leurs propriétés techniques prometteuses. Fabriqués à partir de résidus végétaux colonisés par des champignons saprophytes, ils offrent une alternative biosourcée aux matériaux synthétiques et minéraux classiques.

Ces matériaux se distinguent notamment par leur capacité d'isolation thermique, leur absorption acoustique, leur résistance naturelle au feu, ainsi que par leur légèreté. Ils peuvent également épouser des formes complexes, grâce à la croissance contrôlée du mycélium dans des moules ou des treillis. Cette malléabilité, combinée à leur caractère biodégradable, en fait une solution particulièrement intéressante dans une logique d'économie circulaire.

Malgré ces nombreux atouts, le mycélium reste aujourd'hui peu présent dans la construction conventionnelle. Son usage est principalement cantonné à des structures

¹ Un biocomposite est un matériau composé d'un renfort d'origine biologique (comme des fibres végétales, du bois ou des coques) lié par une matrice naturelle, formant un assemblage aux propriétés techniques améliorées. Il est généralement biosourcé, léger, et conçu pour limiter l'impact environnemental.

temporaires ou à des projets expérimentaux menés par des studios d'architecture ou des laboratoires de recherche. Plusieurs limites freinent encore son adoption à grande échelle : résistance mécanique modérée, sensibilité à l'humidité, variabilité biologique difficile à standardiser, et absence de cadres normatifs établis.

Des projets emblématiques tels que Hy-Fi, MycoTree, ou le Growing Pavilion ont cependant démontré sa faisabilité et permis d'initier une dynamique d'innovation dans le secteur. De plus en plus d'acteurs industriels, comme Biohm ou Ecovative, développent aujourd'hui des procédés pour produire des panneaux ou modules en mycélium à des fins d'isolation ou de remplissage.

Ainsi, bien que le mycélium ne soit pas encore un matériau de référence dans la construction, il représente une voie prometteuse pour développer des solutions durables, locales et circulaires, à condition de surmonter les freins techniques et économiques liés à son industrialisation.

Objectifs principaux

Ce travail de fin d'études a pour objectif principal de rassembler et d'analyser un ensemble de connaissances permettant de mieux comprendre dans quelles conditions l'industrialisation des mycomatériaux pourrait devenir envisageable. En s'appuyant sur un état des lieux des recherches actuelles, des expérimentations existantes et des premières initiatives de production, le TFE cherche à identifier les freins techniques, économiques et réglementaires qui limitent aujourd'hui leur développement à grande échelle.

Afin de rendre cette réflexion plus concrète, une étude de cas est proposée à travers la création d'un projet hypothétique d'implantation d'une unité de production d'isolants en mycélium dans l'ancien hôpital d'Ottignies. Ce scénario sert de cadre pour explorer les modalités de structuration d'une filière locale : il permet d'envisager les différentes étapes de production, de réfléchir aux aménagements architecturaux nécessaires, et d'identifier les acteurs externes impliqués, tels que les fournisseurs de substrats, les producteurs de souches fongiques, ou encore les réseaux de distribution.

Le travail est également enrichi par une démarche expérimentale personnelle. Une culture de mycélium a été produite à petite échelle afin de documenter les étapes concrètes de fabrication des biocomposites, d'en observer les réactions, et de mieux comprendre les paramètres biologiques, matériels et techniques qui influencent la qualité du matériau final. Cette approche croisée entre recherche, projet et expérimentation vise à fournir des pistes d'action pour une industrialisation plus réaliste, territorialisée et durable du mycélium dans le secteur de la construction.

Hypothèse de recherche

Ce travail repose sur l'hypothèse que l'industrialisation des mycomatériaux, et en particulier des isolants à base de mycélium, est possible si elle s'appuie sur des ressources locales, une organisation territoriale adaptée et une transformation progressive des pratiques et des infrastructures existantes.

Outils et ressources mobilisés

La rédaction de ce travail de fin d'études s'est appuyée sur un ensemble varié de ressources. Une large base documentaire a été constituée à partir de publications scientifiques, de rapports spécialisés, d'ouvrages de référence et d'articles académiques et professionnels.

Ce travail a également été enrichi par des échanges réguliers avec mon expert, ainsi qu'avec plusieurs enseignants de l'atelier, dont les retours critiques ont permis d'affiner la problématique et d'orienter les choix méthodologiques. En parallèle, des démarches de terrain ont été entreprises, notamment la visite du bureau Bento, acteur belge engagé dans le développement de matériaux à base de mycélium, ainsi que la visite du pavillon mycélien présenté à la Biennale de Venise, qui a offert un aperçu concret de la matérialité et de la mise en œuvre à l'échelle architecturale.

Enfin, ce travail a également intégré des outils numériques d'aide à la rédaction, notamment l'intelligence artificielle, utilisée pour reformuler certains passages, structurer des idées ou clarifier des formulations.

PARTIE I

-

État de l'art des biocomposites à base de mycélium

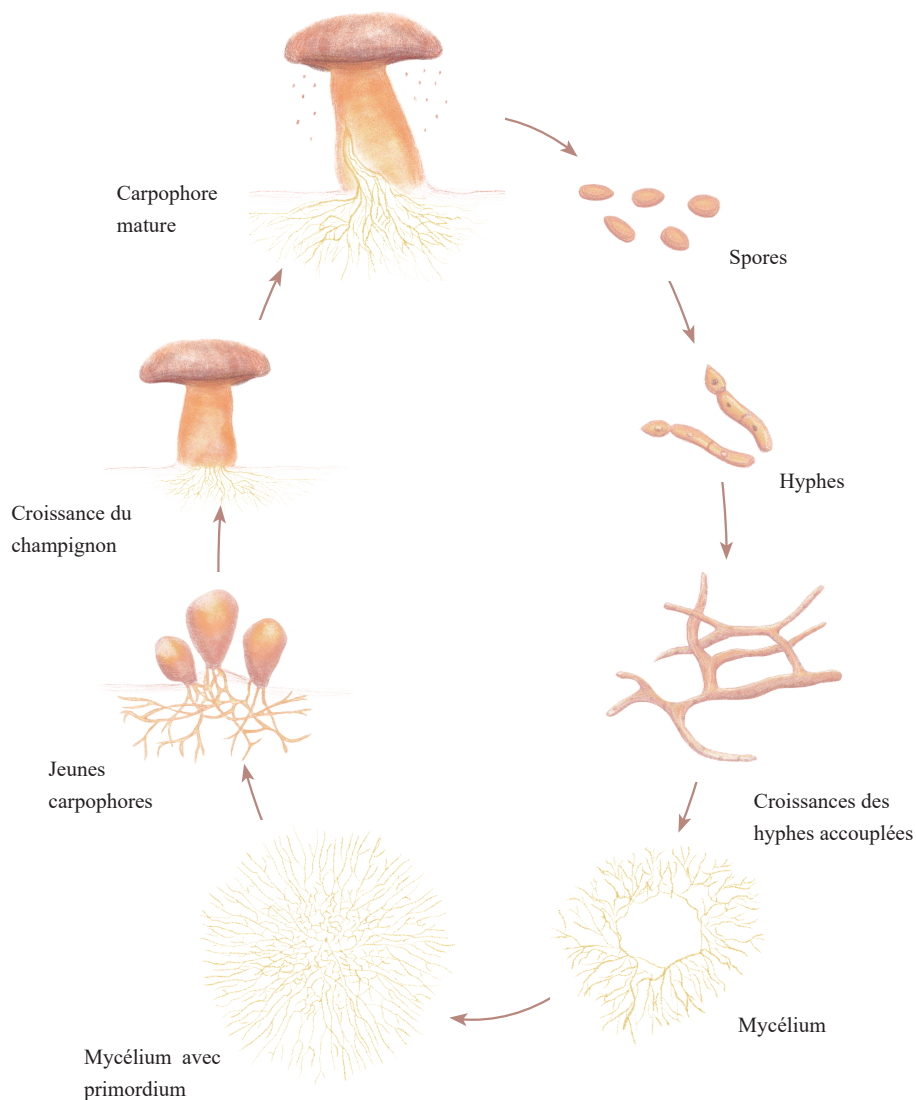


Fig 5. Cycle de vie du mycélium.
Schéma, Myrtice Geist, 5 avril 2025.

Biologie du mycélium

Le mycélium désigne la partie végétative des champignons. Il s'agit d'un réseau complexe de filaments microscopiques appelés hyphes, qui se ramifient dans un substrat organique pour en absorber les nutriments. Ces hyphes, de 1 à 30 μm de diamètre, sont constitués de parois cellulaires rigides composées de chitine, de β -glucanes et de protéines¹.

Sur le plan biologique, le cycle de vie du champignon débute par la germination d'une spore. Celle-ci donne naissance à un mycélium primaire (haploïde), qui fusionne avec un autre mycélium compatible pour former un mycélium secondaire (dikaryotique). Sous conditions environnementales favorables (humidité, lumière, température), le mycélium secondaire forme un mycélium tertiaire, qui donnera naissance au sporophore².

Les champignons sont classés selon leur mode de nutrition en trois grands groupes :

- Les saprophytes, qui se nourrissent de matière organique morte ou en décomposition, comme le bois, la paille ou les feuilles. Ce sont les plus utilisés pour la fabrication de biocomposites, car ils sont capables de coloniser des substrats végétaux grâce à la sécrétion d'enzymes lignocellulosiques.
- Les parasites, qui vivent aux dépens d'organismes vivants, souvent en provoquant des maladies chez leurs hôtes.
- Les mycorhiziens, qui vivent en symbiose avec les racines des plantes, échangeant eau et minéraux contre des sucres produits par la plante.

Les espèces fongiques utilisées pour la fabrication de biocomposites sont presque exclusivement saprophytes. Elles sont capables de digérer la paille, la sciure, les copeaux ou le carton, et de les transformer en matière solide. Les plus couramment utilisées dans les expérimentations architecturales et industrielles sont : *Pleurotus ostreatus*, *Ganoderma lucidum*, *Trametes versicolor*, *Schizophyllum commune*, et *Lentinula edodes*.

Le système hyphal peut être classé selon sa complexité :

- Monomitique : uniquement des hyphes génératives (souples, peu résistants).
- Dimitique : hyphes génératives + squelettiques (rigides).
- Trimitique : hyphes génératives + squelettiques + conjonctives (très rigides).

Ce classement a des implications directes sur l'usage architectural. Par exemple,

¹ Composants qui confèrent à la matière fongique sa résilience structurelle et son caractère biodégradable.

² Le champignon visible.

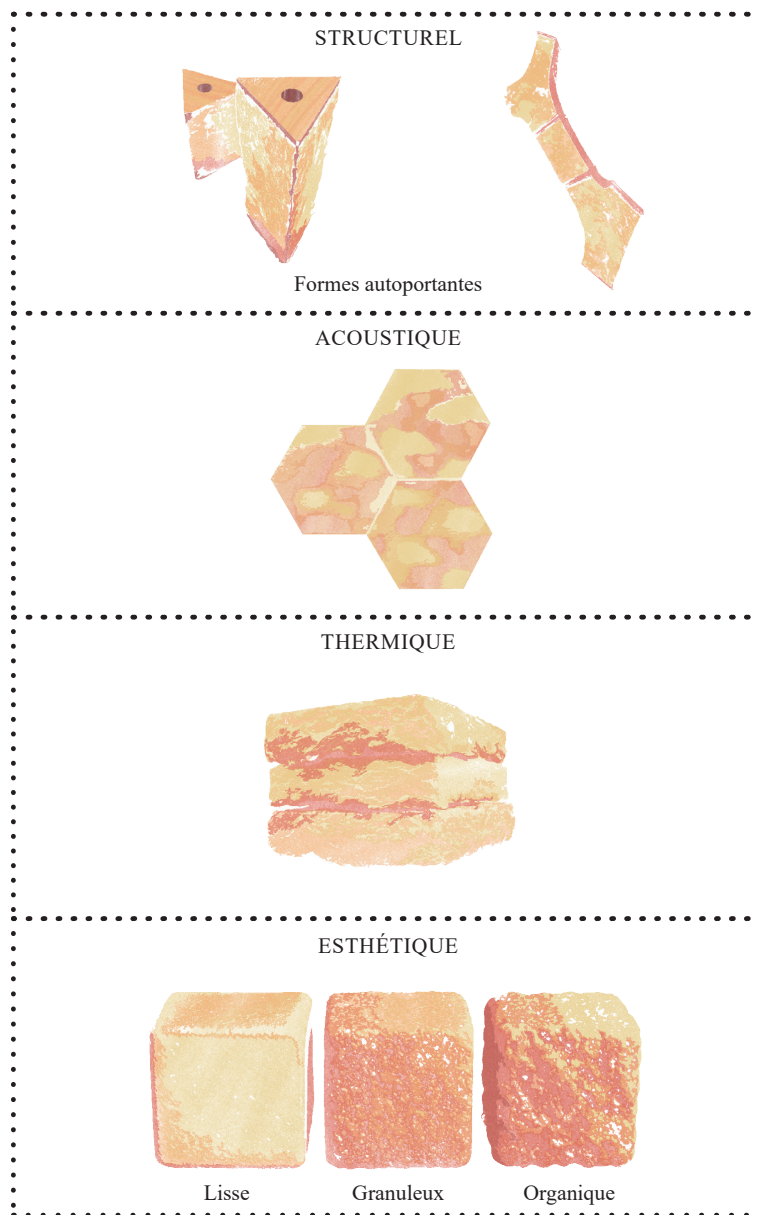


Fig 6. Propriétés des biocomposites mycélien.

Schéma, Myrtice Geist, 5 avril 2025.

Ganoderma lucidum (trimitique) est apprécié pour sa rigidité et sa stabilité, tandis que *Pleurotus ostreatus* (monomitique) est plus souple et léger.

Le fonctionnement du mycélium repose sur un principe de croissance apicale. Cela signifie que les hyphes s'allongent à partir de leur extrémité, créant un réseau interconnecté et dense qui colonise son environnement. Ce comportement permet au mycélium de pénétrer dans un substrat, de lier ses composants (comme une colle naturelle), et de former une masse solide et structurellement cohérente, en quelques jours ou semaines.

Enfin, le mycélium est considéré comme un organisme intelligent dans la littérature biologique car il est capable de s'adapter à son environnement, d'optimiser ses circuits internes, et même de se réparer en cas de blessure ou de coupe.

Propriétés des mycomatériaux

Les biocomposites à base de mycélium sont reconnus pour leur faible impact environnemental et leurs qualités techniques, mais ils restent encore peu utilisés dans la construction conventionnelle. Bien que leur potentiel soit avéré, leur déploiement à grande échelle reste limité par des contraintes techniques, normatives et économiques.

Résistance à la compression

Les performances en compression sont variables, mais peuvent atteindre 0,5 à 1,5 MPa selon le substrat et le traitement post-culture (pressage à chaud ou à froid). Cela permet une utilisation en éléments non porteurs ou semi-structurels, notamment pour l'isolation et les remplissages de murs. Cependant, leur résistance reste inférieure à celle du béton ou de la brique, et leur module d'élasticité dépend fortement de la densité du matériau et du pressage.

Performances acoustiques

Le mycélium possède également des qualités acoustiques intéressantes. Son réseau de hyphes permet d'absorber efficacement les ondes sonores. Cette porosité naturelle, combinée à une faible densité, en fait un matériau performant pour l'isolation phonique. Grâce à leur structure fibreuse et poreuse, les biocomposites mycéliens présentent une excellente capacité d'absorption acoustique, avec un coefficient d'absorption α compris entre 0,75 et 0,93 à 1000 Hz. À titre de comparaison, les panneaux en laine de roche affichent généralement un coefficient α d'environ 0,80 à 0,95 dans la même gamme de fréquence, ce qui place les matériaux en mycélium au même niveau de performance.

Performances thermiques

Les performances thermiques des matériaux en mycélium sont bien documentées.

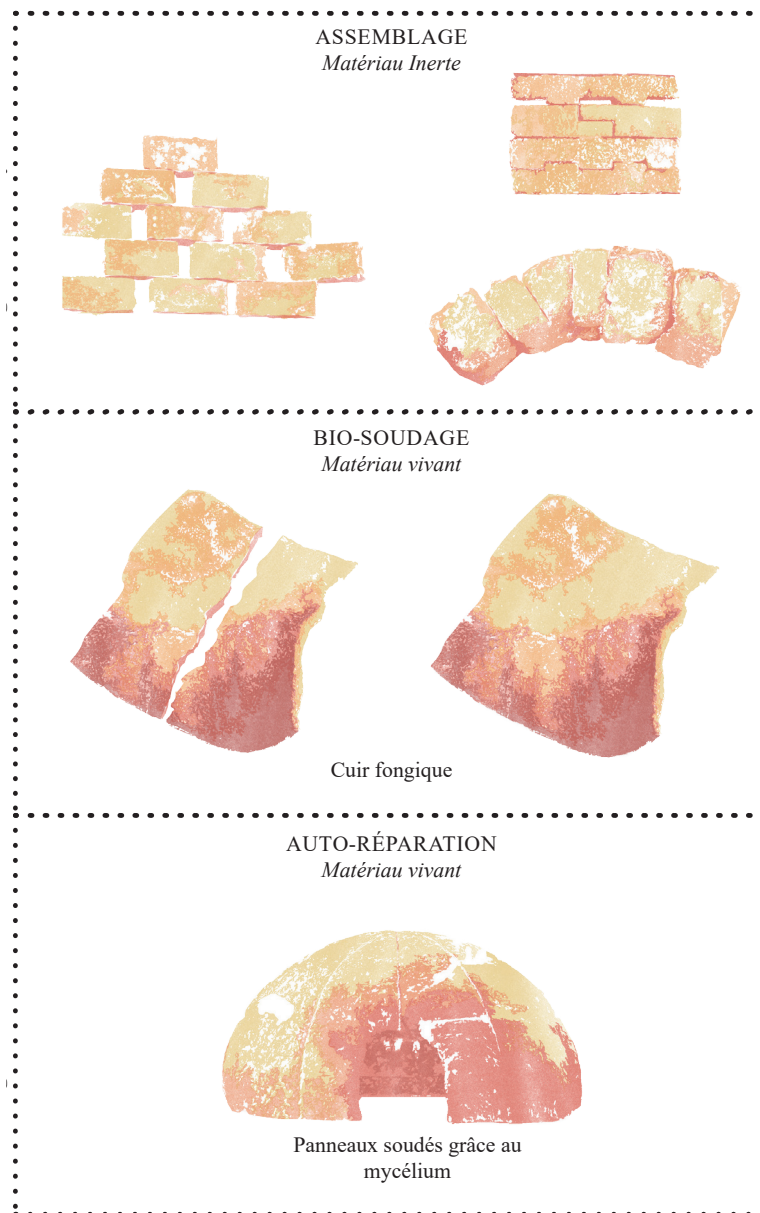


Fig 7. Assemblages des biocomposites mycéliens.

Schéma, Myrtice Geist, 5 avril 2025.

Leur conductivité thermique varie généralement entre 0,030 et 0,081 W/m·K, en fonction de la densité, du taux d'humidité, du type de substrat, de la souche fongique et des conditions de fabrication. Ces valeurs sont comparables à celles des isolants minéraux comme la laine de roche ou la laine de verre, et même à certains isolants synthétiques comme le polystyrène expansé (EPS), tout en présentant l'avantage d'être issus de résidus agricoles et entièrement biodégradables.

Des essais réalisés sur des panneaux moulés à base de *Pleurotus ostreatus* ont confirmé des performances thermiques très proches de celles des laines minérales. Dans des études comparatives sur bâtiments tests simulés à Doha, les murs construits en mycélium ont permis une réduction de plus de 15 % des besoins en refroidissement, tout en améliorant la qualité de l'air intérieur grâce à leur porosité filtrante.

Résistance au feu

Contrairement à de nombreux isolants synthétiques, le mycélium ne contient aucun agent pétrochimique et ne libère pas de gaz toxiques à la combustion. Les composites à base de mycélium (MBC) sont naturellement ignifuges, avec une température de décomposition allant de 250 °C à 700 °C selon les études. Des tests montrent que le temps d'ignition est supérieur à celui du polystyrène, et que le taux de chaleur libérée est significativement plus faible. Certaines hybridations avec des ajouts de fibres de verre augmentent encore cette résistance, avec des résultats allant jusqu'à ×6 par rapport aux matériaux classiques.

Aspect esthétique

Le mycélium est matériau expressif et polyvalent. Son apparence peut varier selon de nombreux facteurs : la nature du substrat utilisé, la souche fongique choisie, les conditions de croissance ou encore les traitements appliqués après culture. Il peut ainsi prendre des teintes allant du blanc crème au brun foncé, avec des textures tantôt lisses et homogènes, tantôt rugueuses et fibreuses. Dans certains cas, la surface développe des motifs organiques, des veinures ou des micro-reliefs qui évoquent le monde vivant et renforcent la sensorialité du matériau. Le mycélium peut également être compressé pour créer un aspect plus dense et uniforme, ou au contraire laissé brut pour souligner sa nature biologique. Ce registre esthétique multiple permet de l'envisager non seulement comme un composant technique, mais aussi comme un vecteur de narration architecturale, capable de dialoguer avec la lumière, la matière et le temps.

Plasticité morphologique

Au-delà de ses performances physiques, le mycélium offre une plasticité morphologique exceptionnelle. Il peut croître dans des moules, sur des treillis ou dans des formes libres, et épouser une grande variété de géométries architecturales. Sa croissance tridimensionnelle permet la fabrication de blocs ou de modules aux formes complexes, qui peuvent ensuite être assemblés de manière flexible selon les besoins du projet. Cette capacité modulaire ouvre la voie à des systèmes constructifs adap-

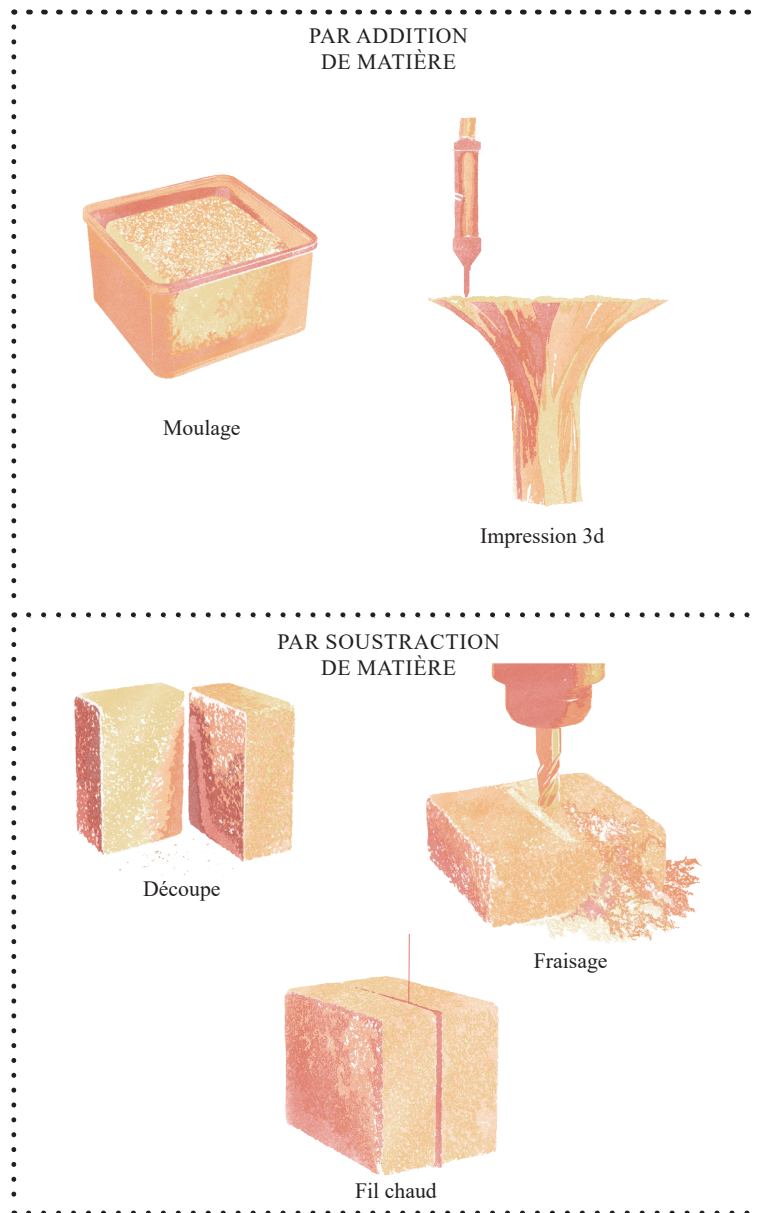


Fig 8. Mise en forme des biocomposites mycélien.

Schéma, Myrtice Geist, 5 avril 2025.

tables, facilement montables et démontables.

Par ailleurs, lorsque le matériau reste biologiquement actif — c'est-à-dire non inactivé par séchage ou traitement thermique — il peut, dans certains contextes, se biosoudre : deux pièces vivantes mises en contact poursuivent leur croissance pour former une seule entité structurale. Cette propriété est notamment exploitée dans certaines recherches sur les revêtements souples, comme les cuirs fongiques.

Enfin, cette vitalité offre un potentiel de réparation autonome : un matériau vivant, s'il est fissuré ou partiellement endommagé, peut dans certaines conditions se régénérer, en recolonisant les zones de rupture grâce à la croissance continue du mycélium.

Résistance à l'humidité

La durabilité des mycomatériaux est l'un des principaux défis à leur démocratisation. Ils sont sensibles à l'humidité, au développement de moisissures, et aux attaques biologiques s'ils ne sont pas stabilisés correctement. Sans traitement ou enrobage, ils peuvent moisir, se désagréger, ou être attaqués par des insectes, en particulier dans des environnements non protégés. Les cycles humidité-séchage, l'absence d'enduits naturels ou de traitements antifongiques peuvent altérer leurs performances à long terme. Pour y remédier, plusieurs procédés sont explorés : séchage à cœur, cuisson, pressage thermique, ou enduction végétale.

Processus de production de biocomposites à base de mycélium

Bien que la culture des mycomatériaux s'inspire largement des techniques de culture de champignons comestibles, elle s'en distingue par un objectif fondamental : la croissance du mycélium doit être interrompue avant la phase de fructification, c'est-à-dire avant l'apparition des champignons visibles. Dans le cadre alimentaire, la fructification est recherchée, alors que pour les matériaux, elle est évitée pour préserver la cohésion structurale du mycélium dans le substrat et garantir sa stabilité.

Sélection des souches fongiques

Le choix de la souche fongique est une étape essentielle dans le développement de biocomposites à base de mycélium. Ce choix influence directement les propriétés mécaniques, thermiques, esthétiques et environnementales du matériau final, ainsi que le rendement de culture.

Les champignons utilisés pour les mycomatériaux appartiennent en majorité à la catégorie des saprophytes, c'est-à-dire qu'ils se nourrissent de matière organique morte en la décomposant grâce à des enzymes spécifiques.

Leur capacité à coloniser des substrats lignocellulosiques (comme la paille, la sciure

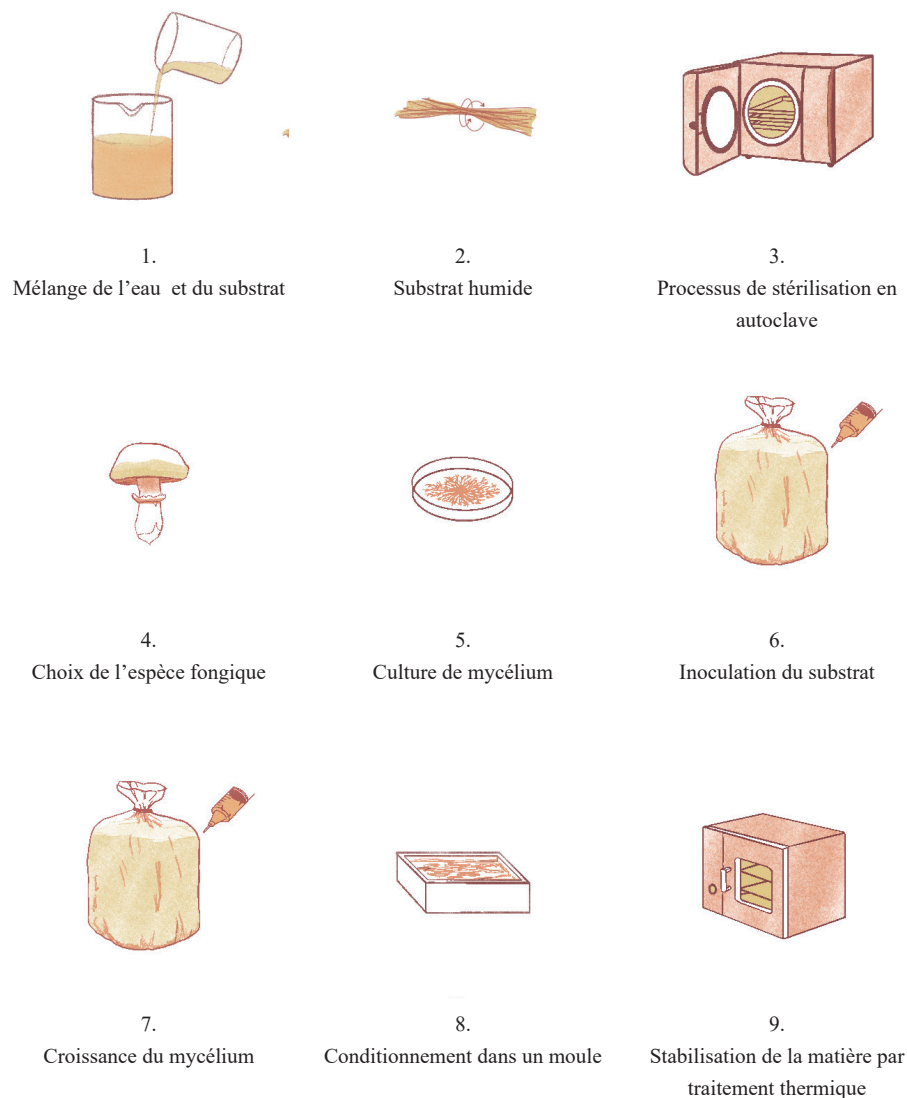


Fig 9. Processus de production de biocomposites mycéliens.
Schéma, Myrtice Geist, 1 mars 2025.

ou le chanvre) en fait d'excellents candidats pour la fabrication de matériaux biosourcés. Les espèces les plus couramment utilisées dans les expérimentations architecturales sont :

- *Pleurotus ostreatus* (pleurote gris) : très populaire pour sa croissance rapide, sa capacité à coloniser une grande variété de substrats, et sa facilité de culture. Il produit un matériau léger et souple, idéal pour l'isolation, mais avec une cohésion modérée.
- *Ganoderma lucidum* (reishi) : espèce trimitique, qui génère une structure dense et rigide. Elle est appréciée pour ses propriétés mécaniques accrues et sa stabilité dans le temps.
- *Trametes versicolor* et *Schizophyllum commune* : autres décomposeurs efficaces, souvent testés pour leur colonisation rapide et leurs caractéristiques thermiques ou acoustiques spécifiques.

Préparation du substrat

La réussite de la culture de mycomatériaux repose en grande partie sur la qualité et la préparation du substrat. Ce dernier agit à la fois comme source de nutriments et comme squelette structurel que le mycélium va coloniser pour former le matériau final. Les substrats utilisés dans la fabrication de biocomposites à base de mycélium sont variés et issus de déchets organiques lignocellulosiques : paille hachée, sciure de bois, coques de céréales, copeaux de chanvre, son de blé ou encore marc de café.

Avant l'inoculation par le mycélium, le substrat doit impérativement être préparé de manière à limiter les risques de contamination par des micro-organismes concurrents. Cette préparation passe par deux étapes clés : l'hydratation et la stérilisation ou pasteurisation.

Le substrat sec est d'abord humidifié jusqu'à atteindre un taux d'humidité compris entre 60 et 65 %, nécessaire au développement optimal du mycélium. Le mélange doit être homogène pour assurer une répartition uniforme de l'eau.

Il est ensuite traité thermiquement. La méthode de traitement thermique dépend du type de substrat employé :

- La pasteurisation est souvent utilisée pour les substrats à base de paille. Elle consiste à chauffer le substrat à une température comprise entre 74 et 80 °C pendant une à trois heures, sans pression. Ce procédé est moins énergivore et plus adapté aux installations artisanales ou aux petites structures. Il réduit la compétition microbienne sans complètement stériliser le substrat, ce qui est parfois suffisant pour la culture de certaines espèces comme le pleurote².
- La stérilisation, en revanche, est généralement privilégiée pour les substrats plus denses comme la sciure de bois. Réalisée à l'aide d'un autoclave, elle implique

une cuisson à 121 °C sous pression, garantissant l'élimination quasi totale des micro-organismes. Cette méthode est plus exigeante techniquement et coûteuse, mais elle offre une plus grande sécurité contre la contamination, ce qui peut être crucial dans une optique de production à plus grande échelle.

Il est essentiel que le substrat soit refroidi (en dessous de 30 °C) avant inoculation afin de ne pas tuer le mycélium. Une fois refroidi, il peut être transféré dans des contenants stériles.

Le choix du type de substrat influence directement les propriétés mécaniques, thermiques et acoustiques du biocomposite final. Par exemple, un substrat à base de fibres creuses comme la paille donne un matériau plus léger mais moins dense, tandis que la sciure confère une plus grande cohésion mais augmente la masse volumique du produit fini.

L'inoculation du substrat

L'inoculation consiste à introduire un inoculum¹ dans un substrat stérile ou pasteurisé afin de déclencher la colonisation du matériau. Cette opération vise à assurer une répartition homogène du mycélium dans tout le substrat et doit être effectuée dans des conditions aussi stériles que possible.

L'inoculum peut être constitué de différentes formes de mycélium : en grains (souvent du seigle ou du millet colonisé), en fragments d'agar colonisé ou encore en suspension liquide. Chacun présente des vitesses de développement et des niveaux de contamination différents. L'inoculation se fait généralement à un taux compris entre 3 % et 15 % de la masse du substrat humide, selon les objectifs de culture et la rapidité de colonisation souhaitée.

Le substrat stérilisé est placé dans un récipient propre (sac microfiltré ou bocal), puis l'inoculum y est ajouté. Le tout est ensuite agité ou mélangé afin d'assurer une distribution homogène du mycélium dans la masse.

Incubation

Après l'inoculation, le substrat colonisé est placé dans un environnement contrôlé pour favoriser la croissance du mycélium. Cette phase, appelée incubation, est cruciale pour permettre aux hyphes de se développer et de coloniser intégralement le substrat, formant ainsi une structure cohésive.

Les conditions optimales d'incubation varient légèrement selon les espèces fongiques, mais plusieurs constantes ressortent des expérimentations. La température doit être maintenue entre 23 et 27 °C pour la majorité des es-

¹ Culture active de mycélium.

pèces. En dessous de 20 °C, la croissance ralentit fortement, tandis qu'au-delà de 30 °C, le développement peut être inhibé, voire mortel pour le mycélium.

L'humidité relative de l'air à l'intérieur du contenant ou du moule fermé, doit rester élevée, idéalement entre 90 et 95 %, afin de favoriser le développement optimal des hyphes. Par ailleurs, un environnement sombre est recommandé, car la lumière n'est pas nécessaire à ce stade de croissance végétative. Elle pourrait même provoquer une fructification prématurée, ce qui compromettrait la cohésion du matériau.

La durée de l'incubation dépend du type de substrat, de l'épaisseur du moule, de la souche fongique, et des conditions d'environnement. Elle varie généralement de 5 jours à 3 semaines.

Moulage et croissance dirigée du mycélium

Une fois le substrat inoculé et bien mélangé, le matériau est transféré dans des moules afin de lui donner une forme définie. Ces moules peuvent être en plastique, en métal, ou en matériaux biodégradables, et sont choisis selon la forme finale désirée. Contrairement au béton qui est coulé sous forme liquide, le substrat mycélien est plutôt « tassé » ou « compacté » dans le moule, tout en gardant une structure aérée pour permettre la circulation de l'air nécessaire à la croissance du mycélium. La croissance dans les moules se fait dans un même environnement que lors de la phase d'incubation et la durée de colonisation varie généralement entre 5 et 20 jours.

Dans le cadre de la fabrication de biocomposites en mycélium, il est tout à fait possible de réaliser la phase d'incubation directement à l'intérieur du moule final, sans passer par une étape préalable de pré-colonisation du substrat. Cette méthode consiste à placer immédiatement le substrat inoculé dans le moule dès la fin de l'inoculation, puis à le laisser incuber dans ces conditions jusqu'à colonisation complète. Le moule devient alors à la fois un outil de mise en forme et un environnement de croissance.

Stabilisation

La dernière phase du processus de fabrication des biocomposites à base de mycélium est celle de la stabilisation, aussi appelée inactivation. Elle consiste à interrompre définitivement la croissance du mycélium, afin de garantir la stabilité physique, chimique et biologique du matériau dans le temps.

Il existe plusieurs méthodes de stabilisations :

- Séchage thermique : Il s'agit de la méthode la plus courante. Le matériau est placé au four à une température d'environ 80 °C, jusqu'à ce que toute l'humidité soit évacuée. Le temps de séchage dépend de l'épaisseur et de la densité du matériau.
- Pressage à chaud : En plus de sécher le matériau, cette technique densifie la matière et améliore ses propriétés mécaniques, notamment sa résistance à la com-

pression. Le pressage permet également d'obtenir des formats plus homogènes et plus faciles à intégrer dans des systèmes constructifs.

- Traitement par rayons UV : Cette technique est parfois utilisée comme solution complémentaire, notamment lorsqu'il subsiste des zones où l'humidité ne s'est pas complètement évacuée. L'exposition aux UV permet d'éliminer des agents pathogènes ou spores résiduelles en surface.

Finitions des mycomatériaux

Après stabilisation, les matériaux à base de mycélium peuvent recevoir différentes finitions visant à améliorer leur résistance à l'humidité, prolonger leur durabilité, ou encore leur conférer certaines qualités esthétiques. En l'état, les biocomposites mycéliens sont naturellement hydrophobes en surface, grâce à la «peau» blanche produite lors de la croissance. Cependant, cette couche n'offre qu'une protection partielle. Pour renforcer la résistance à l'eau ou prévenir les attaques biologiques, plusieurs traitements de surface peuvent être envisagés.

Parmi les techniques les plus courantes figurent l'application d'enduits à base d'huiles naturelles, comme l'huile de lin ou de tung. Ces traitements créent une barrière hydrophobe efficace tout en conservant une bonne perméabilité à la vapeur d'eau. Des résines végétales ou des cires naturelles sont aussi utilisées dans certaines expérimentations, bien que leur impact sur la compostabilité du matériau puisse poser question.

Dans certains cas, aucun traitement n'est appliqué, notamment lorsque les panneaux sont utilisés en intérieur ou dans des zones peu exposées à l'humidité. Ce choix suppose alors un environnement bien ventilé et sec pour garantir la durabilité du matériau.

Panorama des entreprises et initiatives existantes

Malgré l'image encore expérimentale que les mycomatériaux conservent dans l'imaginaire collectif, plusieurs entreprises, laboratoires et studios de design à travers le monde ont amorcé leur industrialisation, principalement dans les domaines du design, de l'emballage et, plus récemment, de la construction. Ces acteurs jouent un rôle essentiel dans la structuration d'un savoir-faire, dans la standardisation des procédés de culture et dans la mise en circulation de produits à base de mycélium, parfois déjà certifiés pour des usages spécifiques.

Parmi les entreprises pionnières, la société américaine Ecovative figure comme une référence incontournable. Fondée en 2007, elle a développé une technologie de culture en moule pour produire des matériaux de calage biodégradables destinés à l'emballage, puis a étendu ses activités à des applications architecturales. Elle propose aujourd'hui des panneaux isolants et collabore avec d'autres industries. En Europe, l'entreprise néerlandaise Grown.bio s'est inspirée de ce modèle pour développer à

son tour une gamme de produits à base de mycélium, notamment des blocs, des bacs à plantes, des objets de design, mais aussi des éléments de construction tels que des panneaux ou des modules décoratifs (Tangled Tales of Mycelium and Architecture ; Fungal_Architectures).

L'entreprise italienne Mogu représente un autre acteur clé dans la mise sur le marché de produits architecturaux. Elle s'est spécialisée dans la fabrication de panneaux acoustiques et de revêtements de sol souples à base de mycélium. Certains de ces produits sont déjà certifiés pour un usage en espaces intérieurs dans le tertiaire, notamment dans les secteurs du bureau, de l'hôtellerie ou de l'exposition (Fungal_Architectures). Mogu illustre un pas important vers la normalisation du matériau fongique, en intégrant des logiques de design industriel et de certification technique.

À ce jour, toutefois, la majorité des produits disponibles sur le marché restent en dehors du secteur structurel. Les applications les plus avancées concernent des éléments de finition, de mobilier ou d'aménagement intérieur, là où les exigences normatives sont moindres et les cycles de production plus courts. Le passage à des produits destinés au gros œuvre, comme les briques porteuses ou les panneaux porteurs, reste encore en phase de recherche ou de prototypage (Life Assessment of Mycelium-Based Composite Materials).

Applications architecturales existantes

Au cours de la dernière décennie, les matériaux à base de mycélium ont quitté les laboratoires pour faire leur entrée dans le champ de la création architecturale expérimentale. Bien que leur usage reste encore marginal dans la construction conventionnelle, ils sont déjà au cœur de nombreuses réalisations artistiques, architecturales et événementielles, souvent sous forme de pavillons temporaires, prototypes ou installations pédagogiques.

Projet Hy-Fi, 2014

Le projet Hy-Fi est une installation architecturale temporaire conçue par le studio The Living, dirigé par David Benjamin, en collaboration avec Arup et Ecovative. Il a été réalisé dans le cadre du MoMA PS1 Young Architects Program à New York.

La tour Hy-Fi se distingue comme la plus grande construction jamais réalisée avec des matériaux à base de mycélium. La structure, haute de 13 mètres, était composée d'environ 10 000 briques biodégradables. Ces briques ont été cultivées localement à partir de *Ganoderma lucidum* et de résidus agricoles comme des tiges de maïs.

Le pavillon présentait une forme circulaire composée de cylindres fusionnés, inspirée des structures naturelles, afin d'optimiser la ventilation naturelle et la lumière du jour. Des interstices entre les briques assuraient une ventilation contrôlée, et des films



Fig 10. Vue de la tour Hy-fi, 2014.

Photo, Holcim Foundation for Sustainable Construction, 2014.

réflecteurs au sommet redirigeaient la lumière vers l'intérieur, créant une ambiance lumineuse unique. Aucun mortier ni colle n'a été utilisé pour l'assemblage, démontrant la simplicité de mise en œuvre du matériau.

MycoTree, 2017

Le projet MycoTree est une installation architecturale expérimentale conçue dans le cadre de la Biennale de Séoul pour l'architecture et l'urbanisme en 2017. Il résulte d'une collaboration entre la chaire de construction durable du Karlsruhe Institute of Technology (KIT), le Block Research Group de l'ETH Zurich, le Future Cities Laboratory de Singapour et Mycotech d'Indonésie.

Cette structure autoportante repose sur l'usage de biocomposites de mycélium cultivés dans des moules, combinés à des joints en bambou stratifié et chevilles en acier. L'ensemble repose sur une géométrie conçue via la statique graphique tridimensionnelle¹. Ce choix permet de compenser la faible résistance mécanique du mycélium en s'appuyant uniquement sur sa forme pour garantir la stabilité, sans nécessiter de matériaux très rigides comme du béton ou de l'acier.

Le projet démontre que des matériaux biosourcés comme le mycélium peuvent être employés dans des applications structurelles si la géométrie est rigoureusement optimisée. Il s'agit d'un exemple unique de mise en œuvre structurelle du mycélium, contrairement à la plupart des autres projets qui utilisent ce matériau à des fins non-porteuses ou décoratives. MycoTree ouvre la voie à une réflexion sur l'architecture basée sur la forme plutôt que sur la performance brute des matériaux.

Growing Pavilion, 2019

Le Growing Pavilion, réalisé lors de la Dutch Design Week à Eindhoven, est un projet emblématique explorant les matériaux biosourcés et les méthodes de bio-fabrication. Ce pavillon a été conçu par le scénographe Pascal Leboucq, en collaboration avec le studio Krown Design d'Erik Klarenbeek et la plateforme Biobased Creations.

La structure circulaire de 10 tonnes de CO2 négative, annoncée comme étant à 95% circulaire, est composée de cinq matières premières cultivées : bois, coton, massette, flux agricoles résiduels, et mycélium. Les panneaux de façade en biocomposite mycélien ont été fabriqués à partir de *Ganoderma lucidum*, avec un substrat local composé de bois de tremble et de chanvre provenant des résidus agricoles néerlandais. Ces panneaux non structurels, produits par la société Grown sous licence Ecovative, ont été fixés sur une charpente en bois. Ils pouvaient être réparés ou réutilisés après démontage, illustrant ainsi le principe de réversibilité du matériau.

Le pavillon présentait une esthétique organique et brute, soulignant la naturalité des

¹ Méthode de design structurel qui génère uniquement des formes en compression.



Fig 11. Vue du projet MycoTree, 2017.

Photo, Carlina Teteris et Juney Lee, 2018.

matériaux utilisés. Il servait non seulement d'espace d'exposition et de performance, mais aussi de démonstrateur grandeur nature pour sensibiliser le public aux enjeux de l'architecture biosourcée. L'intérieur accueillait des concerts et des activités publiques, mettant en valeur l'absorption acoustique du mycélium.

Des biorevêtements (Impershield et Xyhlo Coating) ont été appliqués sur les surfaces mycéliennes afin de renforcer leur résistance à l'humidité. L'ensemble du projet a également été documenté dans un Atlas des Matériaux, qui détaille les analyses de cycle de vie et les procédés de fabrication employés.

Le Shell Mycelium Pavilion, 2016

Réalisé à l'occasion de la Biennale Kochi-Muziris en Inde, le projet Shell constitue une expérimentation architecturale notable dans le champ des matériaux vivants. Conçu par Studio BEETLES 3.3 et Yassin Areddia Design, ce pavillon visait à interroger les potentiels constructifs du mycélium dans une logique de croissance in situ et de fabrication à faible empreinte environnementale.

La structure du pavillon repose sur une ossature en bois réticulée, appelée également grille shell. Cette charpente légère a été utilisée comme support pour contenir le substrat végétal, directement inoculé de mycélium sur le site même de construction. Le projet a opté pour une culture en plein air, ce qui a constitué à la fois un défi technique et une prise de position en faveur de la simplicité et de la décentralisation du processus de fabrication.

Les cavités entre les éléments de l'ossature ont été remplies avec un substrat végétal qui a ensuite étéensemencé. Une couche de fibres de coco a été appliquée pour protéger et maintenir l'humidité du matériau pendant la croissance. Le mycélium a ainsi pu se développer dans la structure jusqu'à ce qu'une croûte superficielle se forme, induite par le dessèchement naturel du matériau sous le climat local. Toutefois, la croissance fongique n'a pas atteint sa pleine maturité, car le séchage est intervenu avant une colonisation complète du substrat.

Le Shell Mycelium Pavilion s'impose comme un exemple pionnier d'architecture vivante en mycélium, bien que les contraintes liées à la culture en extérieur aient limité ses performances structurelles finales.

Conclusion

Au-delà des exemples détaillés dans cette section, de nombreux autres projets et expérimentations ont vu le jour autour de l'utilisation des mycomatériaux, qu'il s'agisse d'initiatives artistiques, de prototypes techniques ou de démarches pédagogiques. La diversité des formes prises par ces réalisations témoigne de l'intérêt croissant pour le potentiel architectural du mycélium. Toutefois, les cas évoqués ici permettent d'il-



Fig 12. Vue du Growing Pavilion, 2019.
Photo, Oscar Vinck, 2020.



Fig 13. Vue du Shell mycélium pavillon, 2016.
Photo, Krishna & Govind Raja, 2017.

PARTIE II

-

Expérimentation personnelle

lustrer de manière représentative la pluralité des approches possibles. Ils montrent comment ces matériaux issus du vivant peuvent être explorés tant sur le plan de la fabrication artisanale que dans des démarches plus systématisées, et comment ils peuvent s'intégrer à différentes échelles du projet, de l'objet architectural ponctuel à la structure habitable temporairement.

Usages non architecturaux du mycélium

Si le mycélium suscite un intérêt croissant dans le domaine de l'architecture, ses applications s'étendent bien au-delà du secteur de la construction. Dans l'industrie de l'emballage, il est utilisé comme alternative compostable au polystyrène, notamment pour protéger des produits électroniques ou du mobilier, comme l'a développé l'entreprise Ecovative. Le mycélium est également exploité dans le design de mobilier et d'objets domestiques, pour créer des lampes, des assises ou des panneaux décoratifs. Un autre champ en pleine expansion est celui des alternatives végétales au cuir, avec des matériaux souples issus de mycélium vivants, utilisés dans la mode ou la maroquinerie. Enfin, des recherches explorent son potentiel dans la fabrication de textiles techniques, d'objets biodégradables imprimés en 3D, ou même de composants électroniques compostables. Ces usages témoignent de la grande adaptabilité du mycélium et de son potentiel comme ressource écologique dans de nombreux secteurs industriels.

Objectifs de l'expérimentation

La réalisation d'une culture de mycélium dans le cadre de ce travail de fin d'études poursuit plusieurs objectifs complémentaires, à la fois pédagogiques, documentaires et exploratoires.

D'abord, cette démarche s'inscrit dans une volonté de compréhension active du processus de croissance du mycélium. En manipulant la matière, en suivant son évolution dans le temps, et en observant les réactions du champignon à différents paramètres (substrat, humidité, température, forme), il s'agit de mieux saisir les dynamiques biologiques à l'œuvre derrière un biocomposite vivant.

Cette expérimentation a également pour but de documenter le processus de culture de manière visuelle et méthodique. L'objectif est de produire une base concrète de connaissances appliquées, qui complète les données recueillies dans les publications scientifiques ou techniques étudiées dans la première partie de ce mémoire. Elle offre ainsi un point de comparaison utile entre des conditions de culture artisanales et celles mises en œuvre en laboratoire ou dans des cadres semi-industriels.

Enfin, cette manipulation permet de produire des échantillons physiques de mycomatériaux, qui seront utilisés comme supports tangibles lors de la présentation du mémoire. Il s'agit ici de permettre aux membres du jury d'appréhender concrètement la texture, l'apparence, le poids ou encore la rigidité des matériaux fongiques, éléments qui restent difficiles à restituer à l'écrit.

Protocole expérimental

Afin de mieux comprendre les conditions concrètes de croissance du mycélium, deux cultures parallèles ont été mises en place à des fins expérimentales et comparatives. Le matériel utilisé pour les deux essais (substrats, mycélium sur grain, sacs de culture) a été fourni par l'entreprise Mycosphère, basée à Gembloux (Belgique), spécialisée dans la culture de champignons et les kits d'inoculation.

Un reportage photographique a également été réalisé afin de documenter les différentes étapes du processus, depuis la culture et la croissance du mycélium jusqu'à sa phase de séchage. Par ailleurs, un hygromètre a été placé à proximité des sacs de culture afin de mesurer en continu la température ambiante de l'air tout au long de l'expérimentation.

Culture 1 – Substrat de paille pasteurisé manuellement

La première culture a été menée sur un substrat de paille biologique non traité, livré sous forme de pellets. Afin d'éliminer les contaminants microbiens présents dans le substrat, une pasteurisation manuelle a été réalisée. Pour chaque kilogramme de paille, 2 litres d'eau bouillante ont été ajoutés, puis le mélange a été laissé à refroidir à température ambiante.

Une fois le substrat refroidi, il a été réparti en portions de 2 kg, chacune inoculée avec 200 g de mycélium sur grain de pleurote gris (*Pleurotus ostreatus*). Le mélange a été soigneusement homogénéisé et placé dans des sacs de culture avec microfiltres O₂¹, puis scellé hermétiquement. Tous les sacs ont été disposés à proximité d'une source de chaleur (environ 20 à 24 °C), température recommandée pour favoriser la colonisation rapide du substrat.

Culture 2 – Substrat stérilisé enrichi mixte

La seconde culture a été réalisée à partir d'un substrat préalablement stérilisé en conditions contrôlées par le fournisseur. Ce substrat est un mélange de sciure de bois

¹ Dispositif de filtration conçu pour laisser passer l'oxygène (O₂) tout en bloquant les particules indésirables

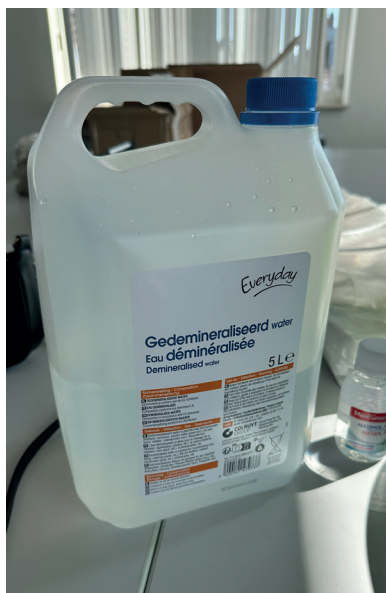


Fig 14. Eau déminéralisée pour la pasteurisation du substrat.

Photo, Myrtice Geist, 2025.



Fig 15. Pasteurisation du substrat à l'eau bouillante.

Photo, Myrtice Geist, 2025.



Fig 16. Mycélium sur grain de pleurote gris

Photo, Myrtice Geist, 2025.



Fig 17. Répartition du substrat pasteurisé dans les sac microfiltres O₂

Photo, Victor Benetreau, 2025.

non traité (sans colle ni vernis) et de résidus de céréales biologiques. Le sac reçu pesait environ 5,2 kg.

Le substrat a été inoculé avec 500 g de mycélium de *Pleurotus ostreatus* sur grain, directement dans son sac d'origine, puis refermé hermétiquement et placé dans les mêmes conditions de température que la première culture.

Culture et observation

Incubation en sac

Pendant la période d'incubation les cultures ont été placées dans le noir complet. Les deux cultures de mycélium ont été mises en incubation le lundi 14 avril 2025. Durant les premières 48 heures, des signes visibles de croissance ont déjà pu être observés dans l'ensemble des sacs de culture.

Les zones d'inoculation, réparties uniformément dans les substrats, ont permis une répartition équilibrée du mycélium sur grain. La croissance se manifeste par des filaments blancs s'étendant autour des grains, formant de multiples petites colonies visibles sous forme de taches. Ces filaments se développent de manière tridimensionnelle, confirmant la vitalité du champignon et la compatibilité du substrat avec son développement.

Le 16 avril 2025, les premières différences notables entre les deux cultures commencent à apparaître. La principale variation concerne la taille des zones inoculées : les taches blanches, témoignant de la croissance mycélienne, semblent légèrement plus étendues dans le sac contenant le substrat mixte stérilisé que dans celui contenant la paille pasteurisée. Une condensation visible est également observée sur la paroi supérieure des deux sacs. Ce phénomène est attendu, car une humidité ambiante élevée est nécessaire à la bonne croissance du mycélium. Au cours de cette phase initiale, l'hygromètre placé à proximité des cultures a relevé une température ambiante oscillant entre 23 et 25 °C, une plage favorable à la croissance du mycélium.

Le 18 avril 2025, soit quatre jours après le lancement de l'incubation, une progression significative de la colonisation peut être observée. Le développement du mycélium s'accélère, particulièrement dans la deuxième culture (substrat stérilisé), où les filaments ont rapidement investi une grande partie du volume. Si dans le premier sac (paille pasteurisée) environ 30 % du substrat semble colonisé, le deuxième sac enregistre une couverture estimée à 50 % du volume. Le mycélium poursuit ainsi son expansion tridimensionnelle, et bien que le substrat soit encore visible dans les deux cas, la vitesse de colonisation témoigne d'une dynamique biologique plus favorable dans le substrat stérilisé. À ce moment de l'expérimentation, l'hygromètre a enregistré des températures ambiantes comprises entre 21 et 23 °C.



Fig 18. Deux jours après le début de l'incubation, 16 avril 2025.

Photo, Myrtice Geist, 2025.



Fig 19. Quatre jours après le début de l'incubation, 18 avril 2025.

Photo, Myrtice Geist, 2025.



Fig 20. Neuf jours après le début de l'incubation, 23 avril 2025.

Photo, Myrtice Geist, 2025.

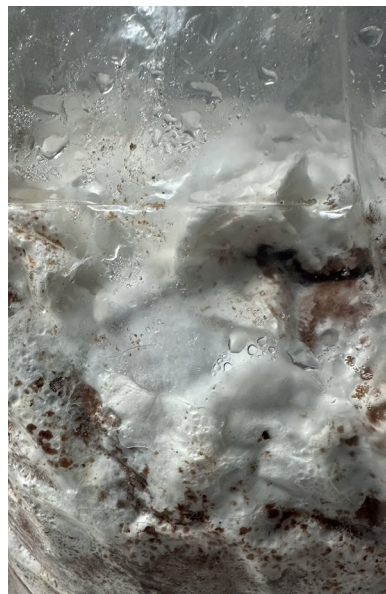


Fig 21. Mousse dense de mycélium en partie supérieure du sac.

Photo, Myrtice Geist, 2025.

Le 23 avril 2025, soit neuf jours après le début de la phase d'incubation, on constate que le mycélium a presque entièrement colonisé le substrat dans les deux cultures. Toutefois, une différence subsiste : dans le sac contenant le substrat mixte stérilisé, la partie inférieure reste partiellement non colonisée. Cette absence de développement pourrait s'expliquer par un manque d'oxygénation localisée, la partie supérieure du sac étant la seule réellement en contact avec l'air emprisonné. À l'inverse, la première culture, composée de paille pasteurisée, ne présente pas cette limitation. Cela peut s'expliquer par la disposition des microfiltres sur son sac de culture, répartis verticalement de haut en bas, ce qui assure une oxygénation plus homogène et favorise une croissance régulière du mycélium.

Par ailleurs, on observe dans la deuxième culture, sur la partie supérieure du bloc, une mousse dense de mycélium, beaucoup plus marquée que dans la première culture. Cette concentration indique une forte activité biologique dans la zone la mieux oxygénée du sac, où le mycélium a proliféré en surface. Durant cette période de cinq jours, les températures ambiantes relevées par l'hygromètre ont oscillé entre 22 et 26 °C, maintenant des conditions globalement favorables à la poursuite de l'incubation.

Par souci de précaution, la période d'incubation a été prolongée jusqu'au 6 mai 2025, afin de s'assurer que le mycélium ait eu suffisamment de temps pour coloniser au maximum les deux cultures. Durant cette période supplémentaire, aucun changement majeur n'a été observé, si ce n'est une progression lente et continue de la croissance mycélienne, notamment dans les zones encore partiellement non colonisées.

Incubation en moule

Le 6 mai a ainsi constitué la journée d'inactivation et de transvasement des échantillons. Pour le premier type de culture, plusieurs sacs avaient été préparés. L'un d'entre eux a été inactivé par un passage au four à 60 °C pendant 7 heures, dans le but de stabiliser le matériau et stopper l'activité biologique. Ce processus s'est avéré long, en raison du volume important de l'échantillon, qui a nécessité un temps de séchage prolongé pour garantir une inactivation complète. Deux autres sacs issus de cette culture ont été conservés à l'état vivant : l'un pour être présenté tel quel au jury, l'autre pour être transvasé dans des moules en vue de produire des échantillons à plus petite échelle.

Le deuxième type de culture a également été transvasée dans des moules spécifiques, afin de produire des biocomposites mycéliens comparables.

Le transvasement dans les moules s'est révélé particulièrement instructif. Le substrat colonisé par le mycélium formait un bloc compact, mais sa texture restait étonnamment friable. Lors de la manipulation, il s'émiettait facilement tout en conservant une certaine cohésion structurelle, témoignant d'un lien biologique entre les particules sans réelle solidification.



Fig 22. Masse du mycomatériau avant le traitement thermique, 2,56kg.

Photo, Myrtice Geist, 2025.



Fig 23. Traitement thermique à 60°C.

Photo, Myrtice Geist, 2025.



Fig 24. Masse du mycomatériau après 7 heures de cuisson, 2,32kg.

Photo, Myrtice Geist, 2025.



Fig 25. Mise en moule du substrat colonisé.

Photo, Myrtice Geist, 2025.

Une fois moulés, les échantillons ont été replacés en incubation pour une durée de deux semaines, dans un environnement maintenu à des températures oscillant entre 22 °C et 28 °C. Durant cette période, une différence nette est apparue entre les deux types de culture, en particulier au sommet des échantillons. Ceux issus de la seconde culture (substrat mixte stérilisé) présentaient une mousse dense et épaisse de mycélium sur leur surface supérieure, tandis que les échantillons issus de la première culture (paille pasteurisée) développaient une couche beaucoup plus fine et diffuse.

Stabilisation des échantillons

À l'issue de ces deux semaines d'incubation, les échantillons ont été inactivés par un passage au four à 80 °C pendant trois heures. Avant leur séchage, deux types de textures pouvaient être observés : sur les parois en contact direct avec les moules, la surface était lisse, homogène et légèrement brillante, tandis que sur la face supérieure, qui n'était pas en contact direct avec le moule, la texture apparaissait granuleuse, irrégulière et très friable. La sensation en main des échantillons était celle d'un matériau compact et résistant, présentant toutefois une certaine élasticité lorsqu'il était soumis à une compression modérée. Cette souplesse relative suggère une bonne cohésion interne, tout en laissant entrevoir une capacité d'absorption mécanique. En revanche, il était évident que le matériau ne se prêtait pas à des sollicitations en traction, sa cohésion ne permettant pas de résister à ce type d'effort sans rupture. Ces observations confirment l'importance de la phase de moulage dans la mise en forme et le comportement final du biocomposite.

Après cuisson, la partie supérieure des échantillons présentait encore une certaine friabilité, suggérant une consolidation incomplète à cet endroit. La masse des échantillons a été mesurée avant et après séchage, révélant une perte de poids comprise entre 25 et 30 %, selon les cas. En parallèle, une légère rétraction dimensionnelle a été observée, indiquant un compactage naturel du matériau au cours du processus de séchage.

Conclusion

L'expérimentation a mis en évidence des différences notables entre les deux types de culture testés. Bien que les deux substrats aient permis la colonisation par le mycélium, la croissance s'est révélée plus rapide et plus dense dans le substrat mixte stérilisé, notamment au niveau des surfaces supérieures. Cette dynamique pourrait s'expliquer par une meilleure disponibilité des nutriments ou par l'absence de micro-organismes concurrents, du fait de la stérilisation préalable. En revanche, le substrat de paille pasteurisée a bénéficié d'une oxygénation plus homogène grâce à la disposition verticale de ses microfiltres, permettant une colonisation plus régulière en profondeur.



Fig 26. Post-incubation, échantillons de la culture 1.

Photo, Myrtice Geist, 2025.



Fig 27. Post-incubation, échantillons de la culture 2.

Photo, Myrtice Geist, 2025.



Fig 28. Vue de la texture lisse et cohérente d'un échantillon.

Photo, Myrtice Geist, 2025.



Fig 29. Vue de la texture rugueuse d'un échantillon.

Photo, Myrtice Geist, 2025.



Fig 30. Masse d'un échantillon pré-cuisson, 93,6gr.

Photo, Myrtice Geist, 2025.



Fig 31. Cuisson des échantillons.

Photo, Myrtice Geist, 2025.



Fig 32. Masse de l'échantillon post-cuisson, 59,7gr.

Photo, Myrtice Geist, 2025.



Fig 33. Début de fructification d'un champignon sur un des échantillons.

Photo, Myrtice Geist, 2025.

PARTIE III

-

Projet hypothétique d'industrialisation locale d'isolants en mycélium

Introduction

Alors que les mycomatériaux suscitent un intérêt croissant dans les milieux de la recherche, de l'écoconception et de l'architecture expérimentale, leur intégration à grande échelle dans les filières industrielles de la construction reste encore marginale. Bien que les qualités environnementales, thermiques et esthétiques de ces matériaux soient désormais reconnues, leur passage du stade artisanal à une production organisée, fiable et normée soulève de nombreuses questions. La viabilité d'une industrialisation repose non seulement sur les performances techniques du matériau, mais aussi sur la structuration de filières d'approvisionnement, la reproductibilité des procédés de fabrication, et la compatibilité avec les cadres réglementaires en vigueur.

Obstacles actuels à l'industrialisation à grande échelle

Si les mycomatériaux suscitent un intérêt croissant en raison de leurs qualités écologiques, leur passage à une production industrielle reste limité par un ensemble d'obstacles techniques, économiques, normatifs et logistiques. Ces freins structurent un paysage encore largement dominé par l'expérimentation artisanale ou semi-industrielle, et rendent difficile leur intégration dans des filières normalisées de la construction.

Sur le plan technique, les procédés de production actuels reposent encore majoritairement sur des manipulations manuelles et des temps de culture biologiquement incompressibles¹. La croissance du mycélium s'étend sur plusieurs jours, voire semaines, selon le substrat utilisé, les conditions de température et d'humidité, et l'espèce fongique cultivée. Cette temporalité biologique est difficilement compatible avec les rythmes de production intensifs de l'industrie. De plus, les chaînes de fabrication automatisées adaptées à ce type de biomatériau restent rares, voire inexistantes, ce qui freine la montée en capacité de production. Le développement de machines spécifiques, capables d'assurer l'inoculation, la mise en moule, la régulation climatique et le séchage dans un processus continu, est encore à un stade embryonnaire.

À cela s'ajoutent des enjeux économiques importants. Le coût de production du mycélium reste relativement élevé, notamment en raison du besoin de main-d'œuvre (lié à l'inexistence de machine d'automatisation du procédé de production), du contrôle des conditions de culture et de l'absence d'économies d'échelle. Dans un marché dominé par des matériaux conventionnels bon marché, tels que le polystyrène expansé ou la laine de verre, les mycomatériaux peinent à se positionner de manière compétitive. La rentabilité dépend fortement du contexte local, de l'accessibilité aux matières premières, et du positionnement sur des marchés à forte valeur ajoutée, comme le

¹ Le mycélium met naturellement un certain temps à se développer, et ce délai ne peut pas être considérablement réduit sans compromettre la qualité du matériau.

design ou les aménagements intérieurs.

Les normes en vigueur dans le secteur du bâtiment constituent un autre frein majeur. Les mycomatériaux, en tant que matériaux récents et biologiques, ne disposent pas encore de certifications techniques généralisées. Les exigences en matière de sécurité incendie, de résistance thermique, de durabilité, ou encore d'hygiène sanitaire dans les lieux publics sont difficilement atteignables sans une standardisation poussée des procédés et des performances. Cette absence de cadre normatif reconnu limite fortement leur usage dans des projets soumis à des réglementations strictes.

D'un point de vue socioculturel, le mycélium souffre encore d'une image de matériau alternatif, expérimental, voire instable. Sa dimension vivante, son apparence inhabituelle, et son origine fongique peuvent susciter des réticences, tant du côté des usagers que des professionnels du bâtiment. De plus, les formations techniques ou professionnelles intégrant ce type de matériau sont encore rares, ce qui freine la diffusion des savoir-faire nécessaires à sa mise en œuvre. La constitution d'une filière passe donc par un important travail de pédagogie, d'acceptabilité et de formation.

Enfin, des difficultés logistiques doivent être prises en compte. Le substrat nécessaire à la croissance du mycélium, bien qu'abondant, doit être disponible en qualité constante et en quantité suffisante. La variabilité des déchets agricoles utilisés, leur stockage, leur stérilisation ou leur humidification représentent autant d'étapes critiques. De même, l'homogénéité des rendements biologiques, la gestion des temps de colonisation et le séchage du matériau final nécessitent une organisation fine et adaptable, peu compatible avec des flux industriels linéaires.

En somme, l'industrialisation des mycomatériaux implique non seulement de lever des freins techniques et économiques, mais aussi de transformer en profondeur les conditions de production, les représentations culturelles, et les cadres normatifs dans lesquels ces matériaux pourraient s'inscrire.

Malgré l'ensemble des contraintes identifiées, ces obstacles ne doivent pas être interprétés comme des impossibilités définitives, mais plutôt comme des défis à relever pour rendre viable l'émergence d'une industrie du mycélium. La mise en place de filières de production à plus grande échelle demeure envisageable, à condition de développer progressivement des solutions adaptées aux spécificités de ces matériaux. Cela implique, dans un premier temps, d'investir dans la recherche technique, de soutenir l'automatisation des procédés, de construire des référentiels normatifs adaptés, et d'accompagner les transformations culturelles et logistiques nécessaires à leur intégration dans les pratiques professionnelles. Ce travail d'ajustement constitue une étape essentielle pour permettre au mycélium de passer d'un matériau exploratoire à une ressource apte à la production industrielle.

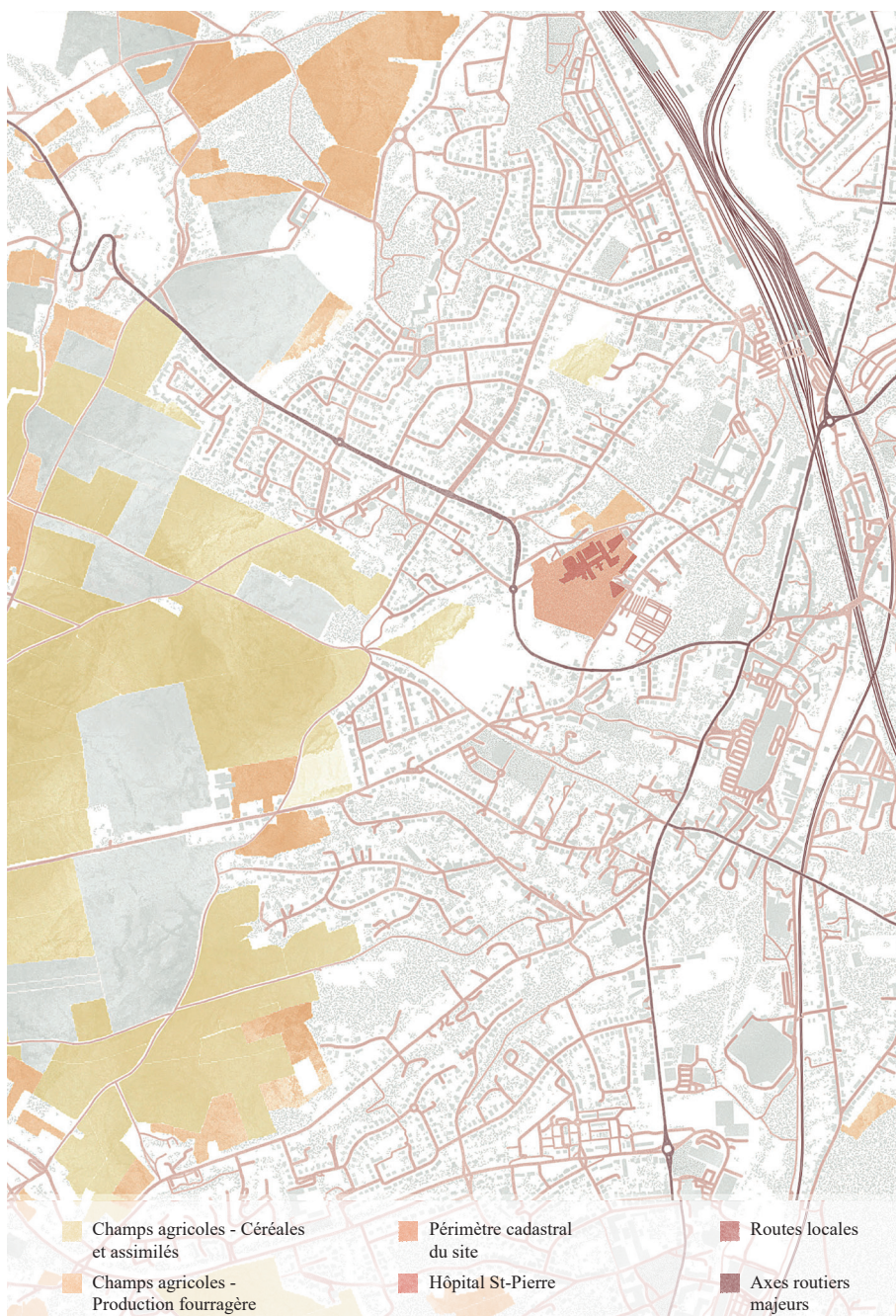


Fig 34. Plan d'implantation et situation de le l'hôpital Sait-Pierre d'Ottignies.

Plan, Myrtice Geist, 2025.

Mise en contexte et implantation du projet

Le projet propose d'installer une unité de production d'isolants en mycélium dans l'hôpital Saint-Pierre d'Ottignies (Belgique), un bâtiment destiné à être vidé suite au déménagement prévu de ses fonctions vers un nouvel établissement implanté à Wavre (Belgique). L'idée est de réutiliser ce site existant pour y développer une activité industrielle innovante et durable, sans devoir construire une nouvelle usine. Cela permettrait de donner une seconde vie à un bâtiment public, tout en soutenant une production locale, écologique et à faible impact.

Le choix de se concentrer sur la fabrication d'isolants s'explique par le fait que ce type de mycomatériau est l'un des plus prometteurs. Il offre de bonnes performances thermiques et présente moins de contraintes techniques que d'autres formes de matériaux en mycélium. De plus, les isolants utilisés dans le bâtiment répondent souvent à des formats standardisés (comme des panneaux de 60 x 120 x 5 ou 10 cm), ce qui facilite leur fabrication en série et leur insertion dans les pratiques existantes du secteur de la construction.

Le bâtiment de l'hôpital présente plusieurs avantages pour accueillir ce type de production. Il dispose d'une grande surface, déjà divisée en différentes zones, ce qui permettrait d'organiser facilement les étapes du processus : préparation du substrat, inoculation, incubation, moulage, séchage, stockage. Ses sous-sols sont vastes, faisant plus de 20 000m². De plus ils peuvent être facilement ventilés et maintenus dans l'obscurité, ce qui en fait des espaces idéaux pour la phase d'incubation. Par ailleurs, les accès conçus à l'origine pour la logistique hospitalière pourraient être réaménagés pour les besoins de transport liés à l'arrivée de matières premières et à l'expédition des produits finis. Le site est aussi bien situé géographiquement, à proximité de l'autoroute E411, ce qui facilite les trajets logistiques. Enfin, la région agricole du Brabant wallon, riche en ressources comme la paille, la sciure ou le marc de café, rend possible un approvisionnement local en substrats indispensable à la culture du mycélium.

Le projet se structure autour de deux fonctions principales. La première est la mise en place d'une véritable filière de production d'isolants en mycélium, pensée comme une chaîne complète allant de la préparation des substrats jusqu'à l'expédition des produits finis. La seconde est un espace ouvert au public, dédié à l'exposition et à la sensibilisation autour des mycomatériaux. Ce lieu a pour vocation de faire découvrir au grand public les qualités techniques, esthétiques et écologiques du mycélium, tout en rendant visibles les enjeux liés à l'innovation biosourcée dans le domaine de la construction.

Ce projet s'inscrit dans une démarche plus large de réindustrialisation verte. Il vise à montrer qu'il est possible de produire de manière plus responsable en valorisant des déchets locaux, en réutilisant des bâtiments existants et en créant une activité

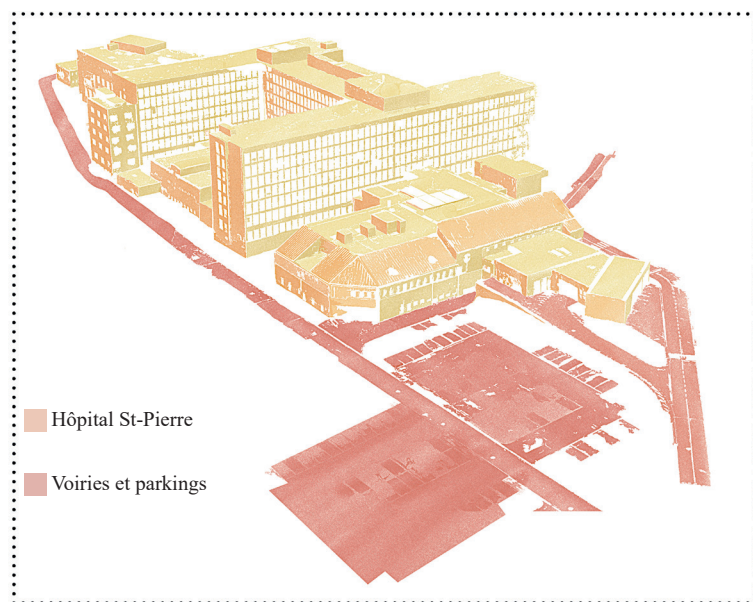


Fig 35. Axonométrie de l'hôpital St-Pierre dans son état actuel.

Axonométrie, Myrtice Geist, 2025.

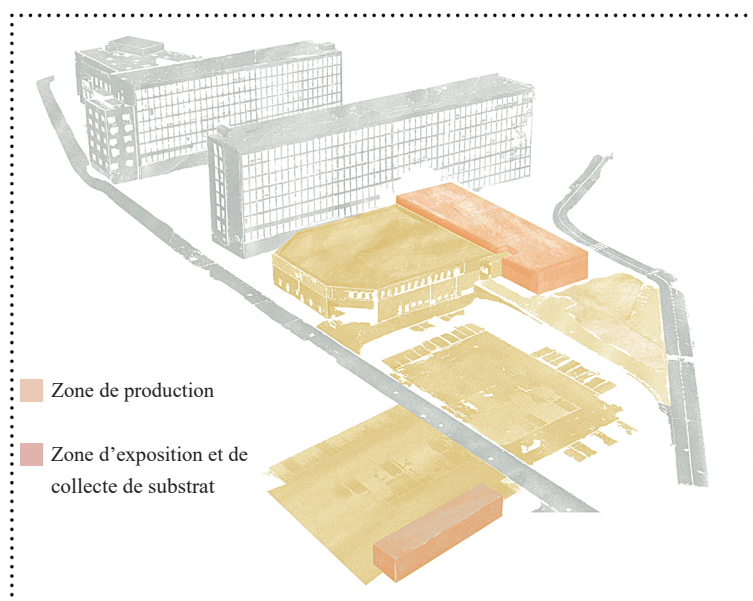


Fig 36. Axonométrie de l'implantation du projet et des modifications apportées au bâtiment St-Pierre.

Axonométrie, Myrtice Geist, 2025.

économique ancrée dans le territoire. Cela représente une manière concrète de lier architecture, transition écologique et économie circulaire.

Proposition d'un modèle local de production

Organisation de l'entreprise de production

La mise en place d'une unité de production d'isolants en mycélium au sein de l'ancien hôpital Saint-Pierre d'Ottignies nécessite l'organisation d'une chaîne de production complète, fondée sur des compétences croisées. L'objectif est de structurer une filière courte et cohérente, capable d'assurer à la fois la qualité biologique du matériau, son traitement technique, et sa valorisation sur le marché.

Le point de départ de cette chaîne repose sur l'approvisionnement en substrats organiques. Le territoire d'Ottignies, entouré de nombreuses terres agricoles, offre un contexte favorable à la récupération de déchets lignocellulosiques (paille, sciure, copeaux, rafles...). Un partenariat avec les exploitations locales pourrait permettre de mettre en place un circuit de collecte, voire un espace dédié au tri et au traitement de ces matières premières, directement relié à l'unité de production.

Le deuxième maillon concerne l'approvisionnement en souches fongiques. Cette étape clé pourrait s'appuyer sur la proximité de Mycosphère, producteur de mycélium basé à Gembloux, permettant de garantir un accès régulier à des inoculum de qualité tout en renforçant les dynamiques locales autour de la filière fongique.

Les étapes de transformation seraient réalisées au sein même du bâtiment, par une équipe technique en charge de l'inoculation, de l'incubation, du moulage et du séchage du matériau. L'architecture compartimentée de l'ancien hôpital permettrait d'attribuer à chaque phase un espace spécifique, répondant aux exigences de température, d'humidité ou de ventilation nécessaires à la bonne conduite du processus.

Enfin, la diffusion des produits finis passerait par des circuits ciblés, en lien avec les enjeux de l'éco-construction. Le projet envisage des débouchés vers des magasins spécialisés, des plateformes de distribution biosourcées, ou encore des collaborations avec des architectes et collectivités engagés dans la transition écologique du bâti.

L'ensemble de ces composantes constitue la base fonctionnelle du projet de reconversion du site hospitalier. En articulant ressources agricoles locales, partenariats scientifiques, capacité de production et diffusion adaptée, cette proposition vise à créer un modèle opérationnel de production industrielle durable, ancré dans son territoire.

Chaîne de production envisagée

La mise en place d'une chaîne de fabrication efficace et reproductible constitue un

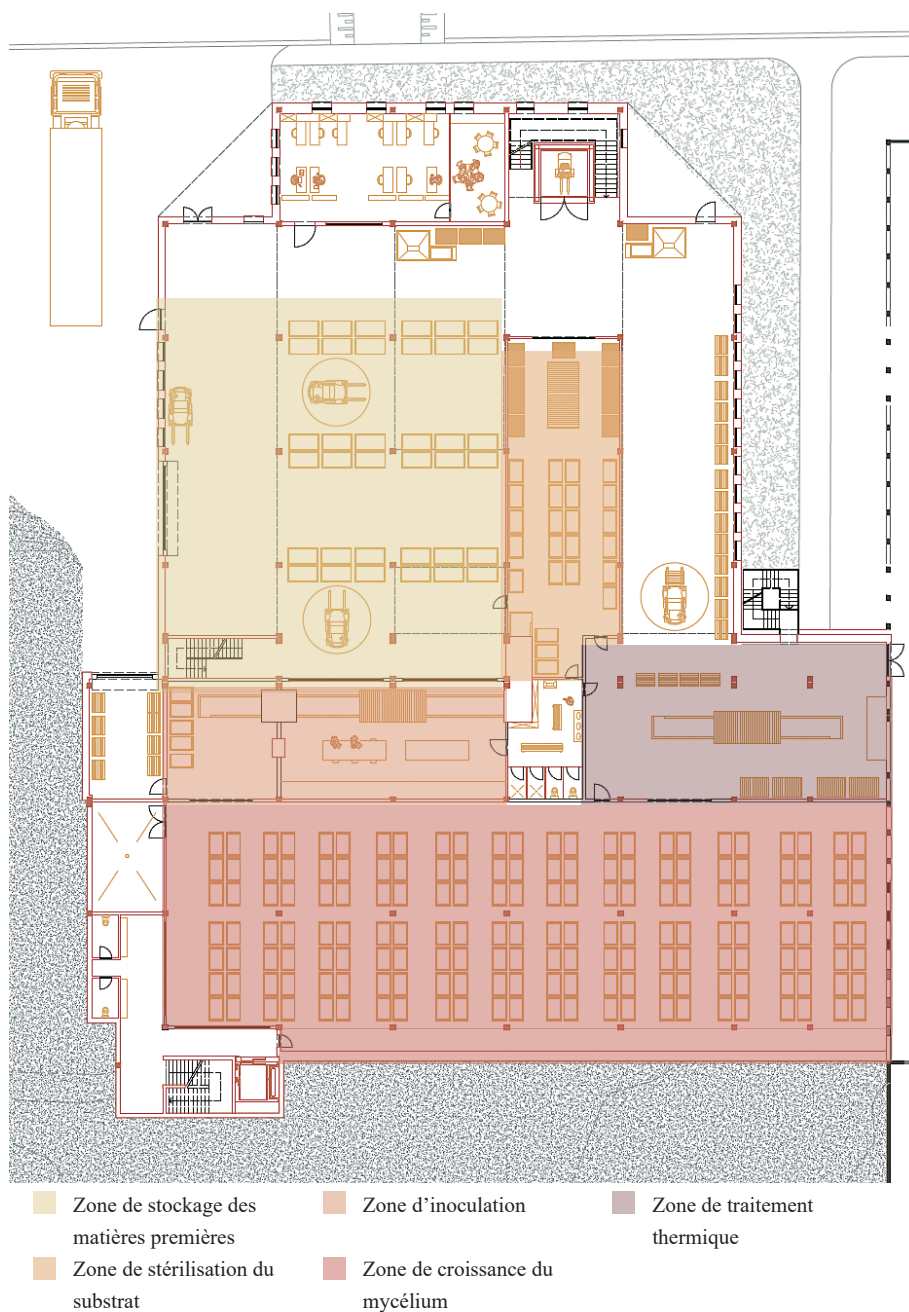


Fig 37. Plan du -2, organisation des espaces de production.

Plan, Myrtice Geist, 2025.

enjeu central. Le processus retenu s'articule autour des étapes clés suivantes : préparation et stérilisation du substrat, inoculation avec une souche fongique, incubation dans un environnement contrôlé, démoulage, séchage, et, si nécessaire, finitions selon l'usage final du matériau.

Afin de rendre cette production compatible avec une échelle semi-industrielle, certaines étapes seront repensées pour limiter les manipulations manuelles et optimiser les délais. Une évolution importante du processus consiste à réaliser l'inoculation directement dans les moules définitifs. Cette méthode permettrait d'éviter le transfert du substrat après incubation, de réduire les risques de contamination et de raccourcir le temps de fabrication global. Concrètement, le substrat serait versé dans les moules, inoculé automatiquement, puis placé en incubation dans ces mêmes contenants jusqu'à complète colonisation.

La mise en œuvre de cette approche exige le développement de machines spécifiques capables de remplir, ensemençer et fermer les moules dans des conditions stériles. Si certaines technologies existantes dans les champignonnières industrielles peuvent être partiellement adaptées, elles nécessitent toutefois des ajustements pour fonctionner avec des formats rigides. Il faudra notamment garantir la compatibilité avec les cycles de stérilisation, la régulation thermique et une ventilation contrôlée.

L'ensemble du projet s'implante au niveau -2 de l'hôpital, une zone partiellement enterrée, disposant déjà d'un accès extérieur autonome initialement destiné aux livraisons hospitalières. Cet accès, conçu pour accueillir des véhicules de grande taille, facilite la réception des matières premières comme l'expédition des produits finis. À l'intérieur, les différents espaces de travail sont organisés de manière séquentielle pour optimiser les flux entre les étapes.

L'organisation spatiale de la production a également été pensée en cohérence avec les caractéristiques architecturales existantes du bâtiment, afin de limiter les transformations lourdes et de tirer parti des infrastructures en place. A titre d'exemple, la zone d'incubation a été positionnée dans une aile sans ouvertures, offrant naturellement les conditions idéales pour la croissance du mycélium, à savoir obscurité, température stable et environnement contrôlable.

Ce modèle de chaîne de production automatisée, conçu spécifiquement pour le site d'Ottignies mais pouvant être reproductible, vise à réduire la dépendance à la main-d'œuvre, stabiliser les rendements, limiter les marges d'erreur, et raccourcir les délais. Ces améliorations sont indispensables pour faire passer la culture du mycélium d'un stade expérimental à une production structurée et compétitive, adaptée aux exigences du secteur de la construction durable.

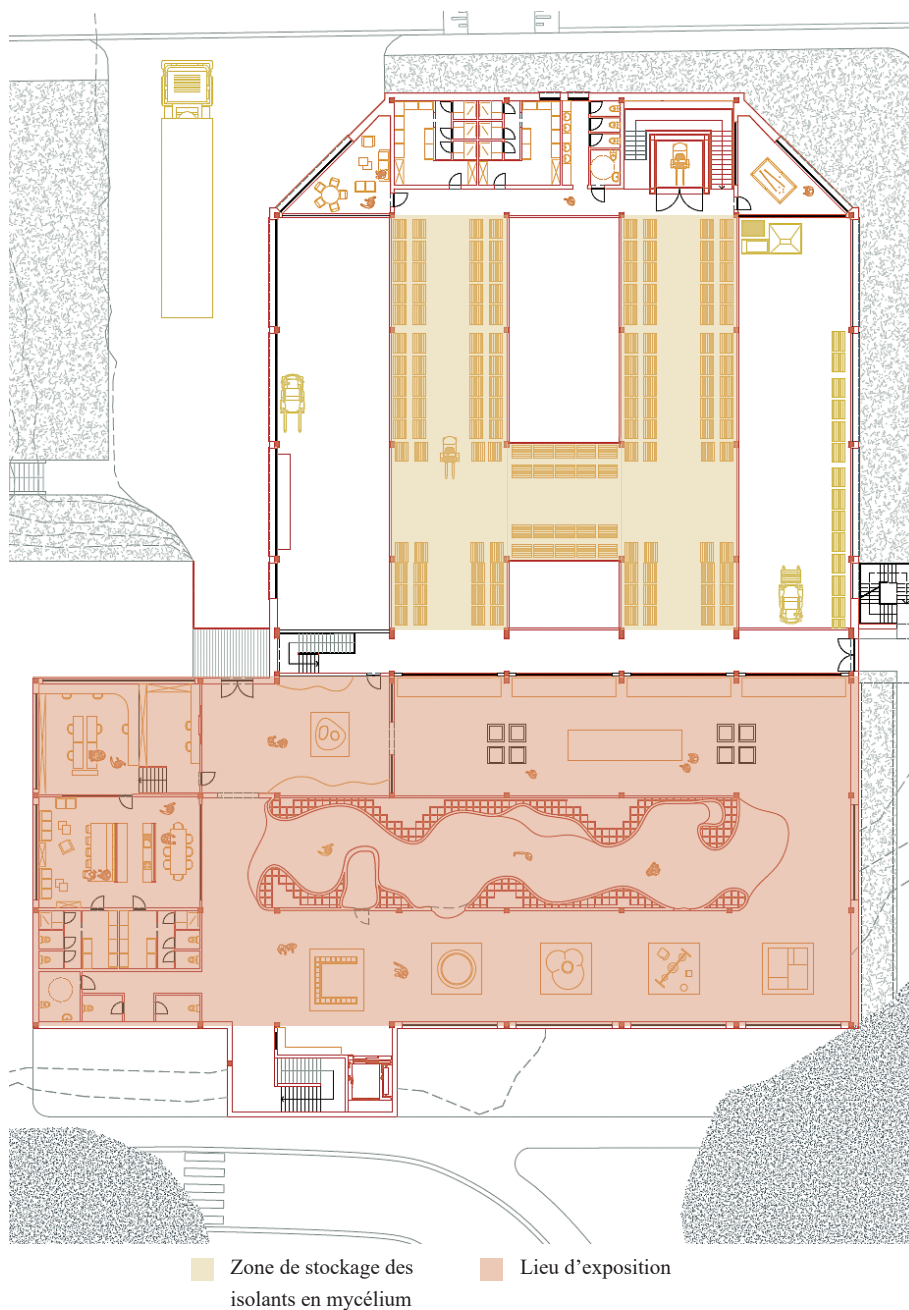


Fig 38. Plan -1, lieu de stockage des isolants finis et lieu d'exposition.

Plan, Myrtice Geist, 2025.

Estimation de rendement et cycle de production

Dans le cadre du projet développé au sein de l'ancien hôpital d'Ottignies, l'unité de production d'isolants en mycélium repose sur un format standardisé de panneau de 60 x 120 x 10 cm, soit un volume de 72 litres par moule. Chaque panneau est constitué d'un mélange optimisé comprenant environ 60 % d'eau (43,2 litres), 36 % de substrat végétal lignocellulosique (25,92 litres), et 4 % de mycélium sur grain (2,88 litres). Ce dosage assure une colonisation homogène tout en maintenant des proportions compatibles avec un bon développement biologique et une cohésion structurale satisfaisante.

Le système de production repose sur l'utilisation de chariots mobiles, chacun pouvant accueillir 15 moules. L'espace prévu pour la zone d'inoculation permet d'y loger 168 chariots simultanément, soit un total de 2 520 moules actifs par cycle. En considérant qu'un cycle de production complet (incluant la réception des matières premières, l'inoculation, l'incubation, le séchage et le stockage final) dure 20 jours, cette configuration permet de produire environ 45 990 panneaux par an.

Ce rendement montre qu'un site unique comme celui d'Ottignies, bien que structuré de manière efficace, ne suffit pas à lui seul à représenter une alternative quantitative aux isolants synthétiques massivement employés aujourd'hui, comme le polystyrène expansé ou la laine de verre. Toutefois, la modularité du dispositif et la standardisation des formats permettent d'envisager la duplication de ce modèle à d'autres échelles territoriales.

Espace de sensibilisation dédié aux mycomatériaux

En complément de l'unité de production, le projet intègre un espace d'exposition et de sensibilisation ouvert au grand public. Installé dans un nouveau bâtiment construit à proximité de l'ancien hôpital, cet espace a été conçu comme une vitrine pédagogique de la filière mycélienne. L'architecture du lieu elle-même incarne les principes de circularité et de relocalisation : le parement extérieur est réalisé en bois issu de la forêt de Soignes, les parois sont isolées avec les panneaux de mycélium produits sur place, et les revêtements intérieurs sont composés de matériaux mycéliens aux finitions variées.

Ce lieu a pour vocation de rendre accessible la compréhension des étapes de fabrication des mycomatériaux, de la culture fongique à la mise en forme des produits finis. Il permet également de présenter une large gamme d'échantillons illustrant la diversité des textures, des formes, des tonalités et des propriétés physiques que peuvent offrir ces matériaux. Les visiteurs peuvent ainsi appréhender de manière concrète les potentiels esthétiques et techniques du mycélium, au-delà de son image de matériau expérimental.



Fig 38. Représentation de l'ensemble du procédé de production industriel au sein du projet.
Dessins, Myrtice Geist, 2025.

Pensé comme un espace de médiation entre innovation scientifique, architecture durable et engagement citoyen, cet équipement contribue à renforcer l'acceptabilité et la diffusion des matériaux biosourcés, en valorisant leurs qualités et en favorisant leur appropriation par différents publics.

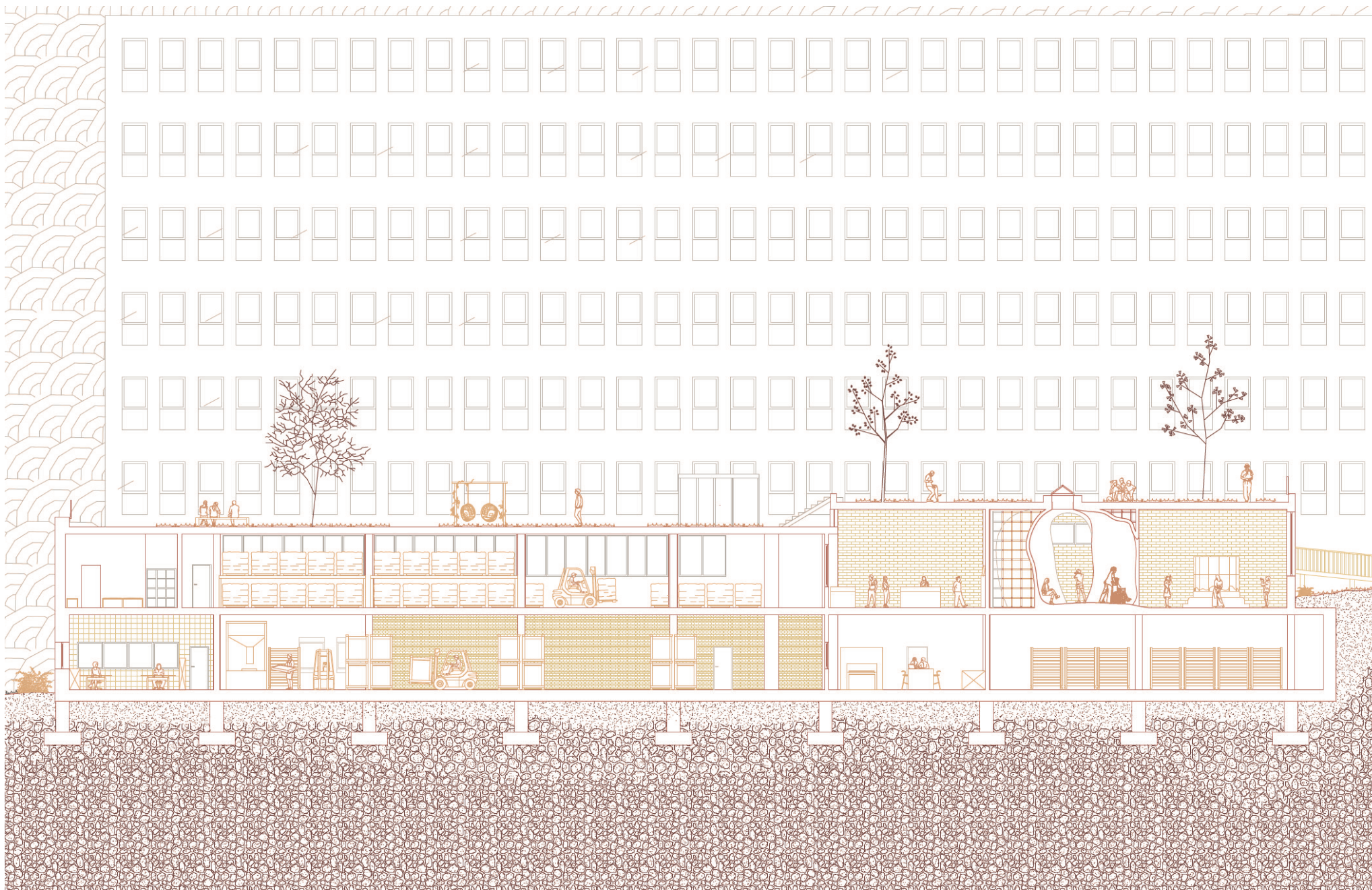


Fig 39. Coupe longue dans le projet.
Coupe, Myrtice Geist, 2025.

CONCLUSION

Ce travail a montré que les matériaux à base de mycélium peuvent devenir une vraie alternative aux matériaux de construction traditionnels, souvent très polluants. Grâce à leurs bonnes performances et à leur fabrication à partir de déchets agricoles, ils s'inscrivent dans une démarche respectueuse de l'environnement.

Cependant, leur utilisation à grande échelle reste difficile. La production est encore artisanale, lente, et dépend de beaucoup de manipulations. Il manque aussi des normes claires et des machines adaptées pour rendre ce processus plus rapide, plus sûr et plus rentable. Aujourd'hui, ces matériaux sont surtout utilisés dans des projets expérimentaux ou de petite taille.

Le projet imaginé dans l'ancien hôpital d'Ottignies montre qu'une production locale, à partir de ressources disponibles sur le territoire, est envisageable. En réutilisant un bâtiment existant et en s'appuyant sur les ressources agricoles locales, on peut créer une chaîne de production durable et cohérente.

L'expérimentation menée a permis de mieux comprendre les étapes de culture du mycélium et les conditions nécessaires à une production de qualité. Elle confirme que la fabrication de biocomposites est possible à petite échelle, mais qu'il reste des ajustements à faire pour passer à une production plus large.

En conclusion, même si les obstacles sont nombreux, ils peuvent être surmontés. Le mycélium offre une réelle opportunité de construire autrement, avec des matériaux écologiques et locaux. Il ouvre la voie à une architecture plus responsable et en lien avec les enjeux climatiques actuels.

Mais comment encourager les acteurs du bâtiment à changer leurs habitudes ? Comment adapter les normes et les outils industriels à ces nouveaux matériaux ?

BIBLIOGRAPHIE

Articles

- Al-Qahtani, S., Koç, M., & Isaifan, R. J. (2023). Mycelium-Based thermal insulation for domestic cooling footprint reduction: A review. *Sustainability*, 15(17), 13217. <https://doi.org/10.3390/su151713217>
- Almpiani-Lekka, D., Pfeiffer, S., Schmidts, C., & Seo, S. (2021). «A review on architecture with fungal biomaterials: the desired and the feasible». *Fungal Biology and Biotechnology*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40694-021-00124-5>
- Babenko, M., Klitou, T., Klumbyte, E., & Fokaides, P. A. (2025). «Environmental assessment of mycelium based straw insulation composite: A sustainability analysis at building material level». *Case Studies in Construction Materials*, e04572. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2025.e04572>
- Bitting, S., Derme, T., Lee, J., Van Mele, T., Dillenburger, B., & Block, P. (2022). «Challenges and Opportunities in Scaling up Architectural Applications of Mycelium-Based Materials with Digital Fabrication». *Biomimetics*, 7(2), 44. <https://doi.org/10.3390/biomimetics7020044>
- Elsacker, E., Vandeloock, S., Van Wylick, A., Ruytinx, J., De Laet, L., & Peeters, E. (2020). «A comprehensive framework for the production of mycelium-based lignocellulosic composites». *The Science of the Total Environment*, 725, 138431. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138431>
- Girometta, C., Picco, A.M., Baiguera, R.M., Dondi, D., Babbini, S., Cartabia, M., Pellegrini, M., & Savino, E. (2019). «Physico-mechanical and thermodynamic properties of mycelium-based biocomposites: A review». *Sustainability* 2019, 11, 281. <https://doi.org/10.3390/su11010281>
- McGaw, J., Andrianopoulos, A., & Liuti, A. (2022). «Tangled tales of mycelium and architecture: Learning from failure». *Frontiers in built environment*, 8:805292. doi: 10.3389/fbuil.2022.805292
- Robertson, O., Høgdal, F., McKay, L., & Lenau, T. (2020). «Fungal future: a review of mycelium biocomposites as an ecological alternative insulation material». In N. H. Mortensen, C. T. Hansen, & M. Deininger (Eds.), *Proceedings of NordDesign 2020* (Vol. DS 101). Design Society. <https://doi.org/10.35199/NORDDSIGN2020.18>
- Sydor, M., Bonenberg, A., Doczekalska, B., & Cofta, G. (2021). «Mycelium-based composites in art, architecture, and interior design: A review». *Polymers* 2022, 14(1), 145. En ligne <https://doi.org/10.3390/polym14010145>

- Unep, (2022). «Global Status Report for Buildings and Construction: Beyond foundations - Mainstreaming sustainable solutions to cut emissions from the buildings sector». En ligne <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/45095>
- Unep, (2025). «Global Status Report for Buildings and Construction: Beyond foundations - Mainstreaming sustainable solutions to cut emissions from the buildings sector». <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/47214>

Rapports / Mémoires

- Fillion, E. (2024); «La culture du mycélium : Une production envisageable pour exploiter ses capacités thermiques dans le bâtiment ?» Mémoire de fin d'études, École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble.
- Grenon, V. (2023). «Caractérisation des propriétés du mycélium de *Pleurotus ostreatus* comme liant de fibres végétales pour un matériau isolant». Mémoire de fin d'études, Ecole de technologie supérieure université du Québec.
- Horvath M. (2019). «La brique de papier, un matériau soucieux de l'environnement et accessible à tous». Mémoire de fin d'études, Université catholique de Louvain Loci Bruxelles.
- Rodrigues Malinowska, I. (2024). «Assessing and optimising the potential of using spent mushroom substrate as feedstock for mycelium-based composite». Mémoire de fin d'études, Université libre de Bruxelles.
- Vallas, T. (2016). «Les végétaux vivants dans l'architecture - Construire une habitation à base de matériaux vivants». Mémoire de fin d'études, Faculté des Sciences appliquées de Liège. En ligne. <http://hdl.handle.net/2268.2/1649>
- Salme, J. (2023). Au pays des murs-vivants. *Terrain*, 79, 198–213. En ligne. <https://doi.org/10.4000/terrain.25896>
- - Ipek, N. (2021). From Farms to Construction: Review of agricultural residues used in construction materials. *Journal of Cleaner Production*, 314.

Webographie

- Dornob, Dornob, & Dornob. (2021, November 25). «Is fungus the building material of the future? This pavilion says yes». *Designs & Ideas on Dornob*. Dornob | Architecture, Interior and Furniture Design. <https://dornob.com/is-fungus-the-building-material-of-the-future-this-pavilion-says-yes/>

- Hy-Fi – Biodegradable Tower Built from Mushroom Bricks. (n.d.). Holcim Foundation. <https://www.holcimfoundation.org/projects/hy-fi>
- Larousse, É. (n.d.). «Définitions : mycélium - Dictionnaire de français Larousse». <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/myc%C3%A9lium/53478>
- Lauwers, M. (2024, August 29). Permafungi construit une usine d’emballages en champignon à Bruxelles. L’Echo. <https://www.lecho.be/entreprises/yaka/permafungi-construit-une-usine-d-emballages-en-champignon-a-bruxelles/10561970.html>
- Leaning on mycelium with the MycoTree - MaterialDistrict. (2018, September 18). MaterialDistrict. <https://materialdistrict.com/article/leaning-mycelium-mycotree/>
- Le Pavillon Croissant et la nouvelle esthétique des matériaux organiques pour le design. (n.d.). Guest. <https://www.arkitectureonweb.com/fr/-/projets/the-growing-pavilion>
- LeRobert, (s.d.). «Mycélium - Définitions, synonymes, prononciation, exemples». En ligne <https://dictionnaire.lerobert.com/definition/mycelium>
- Mycosphere - Organic Mushrooms & Mycelia. (n.d.). «La Mycosphère». <https://lamycosphere.com/?srsltid=AfmBOopAeHbjHpBsvr6t0q8cHN7HgIpy-QZ9F9JOVTTbWmCq3QDLnvZL>
- Shell Mycelium Pavillion | Tag | ArchDaily. (2017, August 30). ArchDaily. <https://www.archdaily.com/tag/shell-mycelium-pavillion>

ANNEXES

TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES *EN ET SUR L'ARCHITECTURE* [LBARC2200]

DECLARATION DE DEONTOLOGIE à intégrer aux documents du TFÉ

Considérant que le plagiat est une faute inacceptable sur les plans juridique, éthique et intellectuel ;

Reconnaissant que le Règlement Général des Etudes et Examens de l'UCLouvain précise la notion de plagiat et décrit les procédures et sanctions liées à sa pratique : <https://uclouvain.be/fr/etudier/reglement-general-des-etudes-et-des-examens.html>

Notant que les étudiant-e-s sont sensibilisé-e-s aux questions d'intégrité intellectuelle durant leur parcours académique et que le site web de l'UCLouvain met à disposition des ressources spécifiques sur le sujet : <https://uclouvain.be/fr/etudier/lutter-contre-le-plagiat.html>

Je déclare sur l'honneur que ce travail de fin d'étude a été écrit et dessiné de ma plume, sans avoir sollicité d'aide extérieure illicite, qu'il n'est pas la reprise d'un travail présenté dans une autre institution pour évaluation, et qu'il n'a jamais été publié, en tout ou en partie. Toutes les informations (dessins, maquettes, idées, phrases, graphes, tableaux, ...) empruntées ou faisant référence à des sources primaires ou secondaires sont référencées adéquatement selon la méthode universitaire en vigueur.

Notant qu'un travail universitaire est le fait d'une production personnelle, réflexive et critique, je déclare en outre avoir fait l'usage suivant des outils d'intelligence artificielle de type agent conversationnel et/ou de production graphique :

	Oui	Non
J'ai utilisé l'IA	X	
J'ai utilisé l'IA pour produire/retravailler des images, auquel cas une mention explicite est indiquée en légende desdites images ;		X
J'ai utilisé l'IA pour retravailler/traduire mon texte, auquel cas une mention explicite est indiquée en préambule ;	X	
J'ai utilisé l'IA pour récolter/compiler des données, auquel cas une mention explicite des requêtes formulées et des réponses reçues de l'IA est indiquée dans la section présentant la méthode de recherche ;		X
J'ai utilisé l'IA pour synthétiser/analyser de l'information, auquel cas la réponse produite par l'IA est utilisée comme source secondaire faisant l'objet d'une analyse critique personnelle explicite, impliquant que je reconnais comme miens les éléments présentés dans le travail et prends toute responsabilité à leur égard.		X

Fait à *Bruxelles*

Le *02/06/2025*

Signature de l'étudiant-e



Informations sur l'appareil

Modèle:	RC-51H	Type de sonde:	Température & Humidité(Interne)
S/N:	EL2205000830	Version du firmware:	V2,2
Code de mode:	TLCFFA08B		

Description du voyage

Code de voyage:	0000001
Description du voyage:	Temperature recording.

Événement marqué

N/A

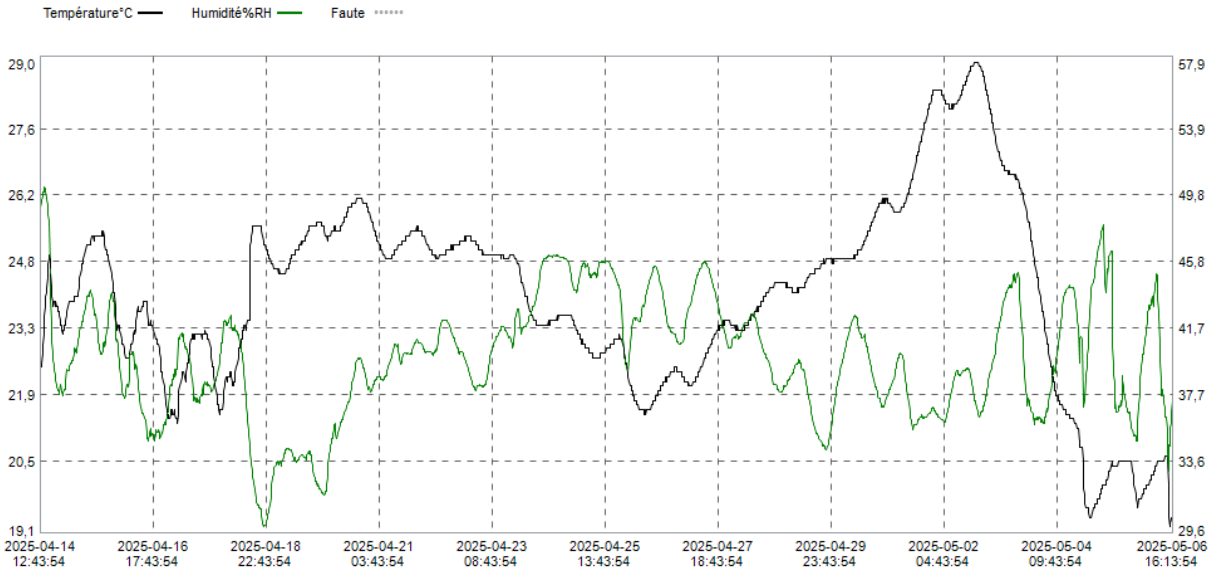
Infos de Configuration

Mode de démarrage:	Démarrage par bouton	Intervalle d'enregistrement:	15m
Délai de démarrage:	0m	Enregistrement cyclique:	Desactivé
Fuseau horaire:	UTC +00:00	Mode d'arrêt:	Arrêt du logiciel

Seuil d'alarme	Délai d'alarme	Type d'alarme	Durée de dépassement de limite	Temps de dépassement	Alarme
----------------	----------------	---------------	--------------------------------	----------------------	--------

Résumé

Maximum:	29,0°C / 57,9%RH	Heure du premier enregistrement:	2025-04-14 12:43:54
Minimum:	19,1°C / 29,6%RH	Heure du dernier enregistrement:	2025-05-06 16:13:54 (Arrêtez par bouton)
Moyenne:	24,0°C / 39,8%RH	Durée d'enregistrement:	22d 3h 30m
MKT:	24,2°C	Points de données:	2127
Première alarme(Te):	N/A	Première alarme(Hu):	N/A



Temps	°C	%RH	Temps	°C	%RH	Temps	°C	%RH	Temps	°C	%RH	Temps	°C	%RH
2025-04-14 12:43:54	23,1	57,9	2025-04-15 13:43:54	25,3	43,0	2025-04-16 14:43:54	23,9	35,4	2025-04-17 15:43:54	23,2	37,4	2025-04-18 16:43:54	25,5	32,6
2025-04-14 12:58:54	22,6	48,3	2025-04-15 13:58:54	25,2	42,8	2025-04-16 14:58:54	23,8	35,0	2025-04-17 15:58:54	23,2	37,5	2025-04-18 16:58:54	25,5	32,4
2025-04-14 13:13:54	22,5	49,1	2025-04-15 14:13:54	25,2	42,5	2025-04-16 15:13:54	23,7	35,1	2025-04-17 16:13:54	23,2	37,6	2025-04-18 17:13:54	25,5	32,2
2025-04-14 13:28:54	22,5	49,4	2025-04-15 14:28:54	25,3	42,6	2025-04-16 15:28:54	23,5	34,8	2025-04-17 16:28:54	23,2	37,7	2025-04-18 17:28:54	25,5	31,9
2025-04-14 13:43:54	22,6	49,5	2025-04-15 14:43:54	25,3	42,6	2025-04-16 15:43:54	23,4	35,0	2025-04-17 16:43:54	23,1	37,6	2025-04-18 17:43:54	25,5	31,8
2025-04-14 13:58:54	22,8	49,7	2025-04-15 14:58:54	25,3	42,5	2025-04-16 15:58:54	23,4	35,1	2025-04-17 16:58:54	23,2	38,0	2025-04-18 17:58:54	25,5	31,4
2025-04-14 14:13:54	23,0	50,0	2025-04-15 15:13:54	25,3	42,1	2025-04-16 16:13:54	23,4	35,4	2025-04-17 17:13:54	23,2	38,3	2025-04-18 18:13:54	25,5	31,3
2025-04-14 14:28:54	23,2	50,0	2025-04-15 15:28:54	25,3	41,8	2025-04-16 16:28:54	23,5	35,6	2025-04-17 17:28:54	23,2	37,7	2025-04-18 18:28:54	25,5	31,1
2025-04-14 14:43:54	23,4	50,2	2025-04-15 15:43:54	25,3	41,4	2025-04-16 16:43:54	23,4	35,1	2025-04-17 17:43:54	23,2	38,1	2025-04-18 18:43:54	25,5	31,0
2025-04-14 14:58:54	23,6	50,3	2025-04-15 15:58:54	25,3	41,0	2025-04-16 16:58:54	23,4	35,1	2025-04-17 17:58:54	23,2	38,4	2025-04-18 18:58:54	25,5	30,9
2025-04-14 15:13:54	23,8	50,2	2025-04-15 16:13:54	25,3	40,8	2025-04-16 17:13:54	23,4	35,3	2025-04-17 18:13:54	23,3	38,4	2025-04-18 19:13:54	25,5	30,9
2025-04-14 15:28:54	24,0	50,0	2025-04-15 16:28:54	25,3	40,7	2025-04-16 17:28:54	23,4	35,2	2025-04-17 18:28:54	23,2	38,3	2025-04-18 19:28:54	25,5	30,8
2025-04-14 15:43:54	24,1	49,7	2025-04-15 16:43:54	25,3	40,4	2025-04-16 17:43:54	23,3	35,1	2025-04-17 18:43:54	23,2	38,3	2025-04-18 19:43:54	25,5	30,8
2025-04-14 15:58:54	24,2	49,5	2025-04-15 16:58:54	25,3	40,2	2025-04-16 17:58:54	23,3	35,2	2025-04-17 18:58:54	23,2	38,4	2025-04-18 19:58:54	25,5	30,8
2025-04-14 16:13:54	24,4	49,2	2025-04-15 17:13:54	25,3	40,3	2025-04-16 18:13:54	23,2	34,8	2025-04-17 19:13:54	23,1	38,2	2025-04-18 20:13:54	25,5	30,7
2025-04-14 16:28:54	24,5	48,8	2025-04-15 17:28:54	25,3	40,1	2025-04-16 18:28:54	23,2	35,2	2025-04-17 19:28:54	23,1	38,3	2025-04-18 20:28:54	25,5	30,7
2025-04-14 16:43:54	24,7	48,6	2025-04-15 17:43:54	25,3	40,1	2025-04-16 18:43:54	23,2	35,0	2025-04-17 19:43:54	23,1	38,3	2025-04-18 20:43:54	25,4	30,2
2025-04-14 16:58:54	24,8	48,2	2025-04-15 17:58:54	25,4	40,2	2025-04-16 18:58:54	23,1	35,2	2025-04-17 19:58:54	23,1	38,2	2025-04-18 20:58:54	25,3	29,9
2025-04-14 17:13:54	24,9	47,9	2025-04-15 18:13:54	25,3	40,3	2025-04-16 19:13:54	23,1	35,5	2025-04-17 20:13:54	23,0	38,2	2025-04-18 21:13:54	25,3	29,8
2025-04-14 17:28:54	24,8	45,3	2025-04-15 18:28:54	25,4	40,8	2025-04-16 19:28:54	23,1	35,4	2025-04-17 20:28:54	23,0	38,2	2025-04-18 21:28:54	25,2	29,6
2025-04-14 17:43:54	24,5	43,3	2025-04-15 18:43:54	25,3	40,9	2025-04-16 19:43:54	23,1	35,4	2025-04-17 20:43:54	22,9	38,0	2025-04-18 21:43:54	25,2	29,7
2025-04-14 17:58:54	24,2	42,2	2025-04-15 18:58:54	25,2	40,7	2025-04-16 19:58:54	23,0	35,4	2025-04-17 20:58:54	22,8	37,8	2025-04-18 21:58:54	25,1	29,7
2025-04-14 18:13:54	24,1	41,5	2025-04-15 19:13:54	25,1	40,6	2025-04-16 20:13:54	23,0	35,4	2025-04-17 21:13:54	22,7	37,8	2025-04-18 22:13:54	25,1	29,7
2025-04-14 18:28:54	24,0	40,8	2025-04-15 19:28:54	25,0	40,8	2025-04-16 20:28:54	23,0	35,5	2025-04-17 21:28:54	22,6	37,9	2025-04-18 22:28:54	25,1	29,7
2025-04-14 18:43:54	23,9	40,3	2025-04-15 19:43:54	25,0	41,2	2025-04-16 20:43:54	22,9	35,4	2025-04-17 21:43:54	22,5	37,9	2025-04-18 22:43:54	25,0	29,8
2025-04-14 18:58:54	23,8	39,7	2025-04-15 19:58:54	25,0	41,5	2025-04-16 20:58:54	22,8	35,0	2025-04-17 21:58:54	22,5	38,1	2025-04-18 22:58:54	25,0	30,0
2025-04-14 19:13:54	23,9	39,5	2025-04-15 20:13:54	24,9	41,6	2025-04-16 21:13:54	22,7	35,1	2025-04-17 22:13:54	22,3	38,1	2025-04-18 23:13:54	25,0	30,1
2025-04-14 19:28:54	23,9	39,1	2025-04-15 20:28:54	24,9	41,9	2025-04-16 21:28:54	22,5	35,1	2025-04-17 22:28:54	22,3	38,2	2025-04-18 23:28:54	24,9	30,2
2025-04-14 19:43:54	23,9	38,9	2025-04-15 20:43:54	24,8	42,2	2025-04-16 21:43:54	22,4	35,1	2025-04-17 22:43:54	22,2	38,4	2025-04-18 23:43:54	24,9	30,4
2025-04-14 19:58:54	23,8	38,8	2025-04-15 20:58:54	24,8	42,6	2025-04-16 21:58:54	22,4	35,4	2025-04-17 22:58:54	22,1	38,4	2025-04-18 23:58:54	24,9	30,5
2025-04-14 20:13:54	23,9	38,5	2025-04-15 21:13:54	24,7	43,0	2025-04-16 22:13:54	22,3	35,3	2025-04-17 23:13:54	22,0	38,5	2025-04-19 00:13:54	24,8	30,7
2025-04-14 20:28:54	23,8	38,3	2025-04-15 21:28:54	24,7	43,4	2025-04-16 22:28:54	22,2	35,7	2025-04-17 23:28:54	22,0	38,7	2025-04-19 00:28:54	24,8	30,9
2025-04-14 20:43:54	23,8	38,1	2025-04-15 21:43:54	24,6	43,5	2025-04-16 22:43:54	22,2	35,8	2025-04-17 23:43:54	21,9	38,8	2025-04-19 00:43:54	24,8	31,0
2025-04-14 20:58:54	23,8	38,0	2025-04-15 21:58:54	24,6	43,7	2025-04-16 22:58:54	22,1	35,8	2025-04-17 23:58:54	21,8	38,9	2025-04-19 00:58:54	24,7	31,4
2025-04-14 21:13:54	23,7	37,9	2025-04-15 22:13:54	24,5	43,9	2025-04-16 23:13:54	22,1	35,9	2025-04-18 00:13:54	21,7	39,0	2025-04-19 01:13:54	24,7	31,7
2025-04-14 21:28:54	23,7	37,9	2025-04-15 22:28:54	24,4	43,8	2025-04-16 23:28:54	22,0	36,0	2025-04-18 00:28:54	21,7	39,3	2025-04-19 01:28:54	24,7	32,2
2025-04-14 21:43:54	23,6	37,7	2025-04-15 22:43:54	24,4	43,7	2025-04-16 23:43:54	21,8	35,8	2025-04-18 00:43:54	21,6	39,3	2025-04-19 01:43:54	24,7	32,5
2025-04-14 21:58:54	23,6	37,8	2025-04-15 22:58:54	24,3	43,5	2025-04-16 23:58:54	21,7	36,1	2025-04-18 00:58:54	21,5	39,6	2025-04-19 01:58:54	24,7	32,7
2025-04-14 22:13:54	23,5	38,3	2025-04-15 23:13:54	24,1	43,3	2025-04-17 00:13:54	21,6	36,2	2025-04-18 01:13:54	21,6	40,1	2025-04-19 02:13:54	24,6	32,8
2025-04-14 22:28:54	23,4	38,3	2025-04-15 23:28:54	24,1	43,3	2025-04-17 00:28:54	21,5	36,5	2025-04-18 01:28:54	21,6	40,2	2025-04-19 02:28:54	24,6	33,0
2025-04-14 22:43:54	23,4	37,9	2025-04-15 23:43:54	24,0	42,5	2025-04-17 00:43:54	21,5	36,6	2025-04-18 01:43:54	21,6	40,5	2025-04-19 02:43:54	24,6	33,2
2025-04-14 22:58:54	23,3	37,9	2025-04-15 23:58:54	23,8	42,1	2025-04-17 00:58:54	21,5	36,9	2025-04-18 01:58:54	21,6	40,8	2025-04-19 02:58:54	24,6	33,3
2025-04-14 23:13:54	23,3	37,8	2025-04-16 00:13:54	23,7	41,6	2025-04-17 01:13:54	21,4	37,1	2025-04-18 02:13:54	21,6	40,8	2025-04-19 03:13:54	24,6	33,3
2025-04-14 23:28:54	23,2	37,6	2025-04-16 00:28:54	23,5	41,0	2025-04-17 01:28:54	21,4	37,6	2025-04-18 02:28:54	21,6	41,1	2025-04-19 03:28:54	24,6	33,4
2025-04-14 23:43:54	23,3	37,8	2025-04-16 00:43:54	23,4	40,9	2025-04-17 01:43:54	21,4	38,1	2025-04-18 02:43:54	21,8	41,9	2025-04-19 03:43:54	24,6	33,5
2025-04-14 23:58:54	23,3	37,9	2025-04-16 00:58:54	23,3	41,0	2025-04-17 01:58:54	21,5	38,3	2025-04-18 02:58:54	22,0	42,1	2025-04-19 03:58:54	24,6	33,6
2025-04-15 00:13:54	23,4	38,0	2025-04-16 01:13:54	23,4	40,7	2025-04-17 02:13:54	21,6	38,2	2025-04-18 03:13:54	22,1	42,1	2025-04-19 04:13:54	24,6	33,6
2025-04-15 00:28:54	23,4	38,0	2025-04-16 01:28:54	23,4	40,2	2025-04-17 02:28:54	21,6	38,2	2025-04-18 03:28:54	22,1	42,1	2025-04-19 04:28:54	24,6	33,5
2025-04-15 00:43:54	23,4	38,1	2025-04-16 01:43:54	23,4	40,1	2025-04-17 02:43:54	21,5	38,2	2025-04-18 03:43:54	22,2	42,2	2025-04-19 04:43:54	24,5	33,4
2025-04-15 00:58:54	23,5	38,6	2025-04-16 01:58:54	23,4	39,8	2025-04-17 02:58:54	21,5	38,6	2025-04-18 03:58:54	22,3	42,1	2025-04-19 04:58:54	24,6	33,5
2025-04-15 01:13:54	23,6	39,2	2025-04-16 02:13:54	23,3	39,3	2025-04-17 03:13:54	21,5	38,6	2025-04-18 04:13:54	22,3	41,9	2025-04-19 05:13:54	24,5	33,5
2025-04-15 01:28:54	23,7	39,2	2025-04-16 02:28:54	23,2	38,9	2025-04-17 03:28:54	21,5	38,9	2025-04-18 04:28:54	22,2	41,9	2025-04-19 05:28:54	24,5	33,5
2025-04-15 01:43:54	23,8	39,1	2025-04-16 02:43:54	23,2	38,7	2025-04-17 03:43:54	21,6	39,0	2025-04-18 04:43:54	22,3	42,0	2025-04-19 05:43:54	24,5	33,4
2025-04-15 01:58:54	23,8	39,1	2025-04-16 02:58:54	23,1	38,3	2025-04-17 03:58:54	21,6	39,2	2025-04-18 04:58:54	22,3	42,0	2025-04-19 05:58:54	24,5	33,3
2025-04-15 02:13:54	23,9	39,1	2025-04-16 03:13:54	23,0	38,1	2025-04-17 04:13:54	21,5	38,7	2025-04-18 05:13:54	22,3	42,1	2025-04-19 06:13:54	24,5	33,5
2025-04-15 02:28:54	23,9	39,3	2025-04-16 03:28:54	23,0	37,8	2025-04-17 04:28:54	21,4	38,9	2025-04-18 05:28:54	22,3	42,2	2025-04-19 06:28:54	24,5	33,7
2025-04-15 02:43:54	23,9	39,4	2025-04-16 03:43:54	23,0	37,6	2025-04-17 04:43:54	21,4	39,2	2025-04-1					

Temps	°C	%RH	Temps	°C	%RH	Temps	°C	%RH	Temps	°C	%RH	Temps	°C	%RH
2025-04-19 17:43:54	25,3	33,9	2025-04-20 18:43:54	26,1	39,9	2025-04-21 19:43:54	25,4	40,5	2025-04-22 20:43:54	25,3	39,6	2025-04-23 21:43:54	24,6	42,2
2025-04-19 17:58:54	25,3	34,0	2025-04-20 18:58:54	26,1	39,9	2025-04-21 19:58:54	25,4	40,6	2025-04-22 20:58:54	25,3	39,5	2025-04-23 21:58:54	24,5	41,9
2025-04-19 18:13:54	25,4	34,1	2025-04-20 19:13:54	26,1	39,9	2025-04-21 20:13:54	25,4	40,7	2025-04-22 21:13:54	25,3	39,4	2025-04-23 22:13:54	24,4	41,6
2025-04-19 18:28:54	25,4	34,1	2025-04-20 19:28:54	26,1	39,7	2025-04-21 20:28:54	25,4	40,8	2025-04-22 21:28:54	25,3	39,3	2025-04-23 22:28:54	24,4	41,3
2025-04-19 18:43:54	25,4	34,2	2025-04-20 19:43:54	26,1	39,6	2025-04-21 20:43:54	25,4	40,8	2025-04-22 21:43:54	25,3	39,2	2025-04-23 22:43:54	24,3	41,3
2025-04-19 18:58:54	25,4	34,2	2025-04-20 19:58:54	26,0	39,5	2025-04-21 20:58:54	25,4	40,9	2025-04-22 21:58:54	25,3	39,1	2025-04-23 22:58:54	24,3	41,7
2025-04-19 19:13:54	25,5	34,1	2025-04-20 20:13:54	26,0	39,4	2025-04-21 21:13:54	25,4	40,9	2025-04-22 22:13:54	25,3	39,0	2025-04-23 23:13:54	24,3	41,7
2025-04-19 19:28:54	25,5	34,2	2025-04-20 20:28:54	26,0	39,3	2025-04-21 21:28:54	25,5	41,0	2025-04-22 22:28:54	25,3	38,8	2025-04-23 23:28:54	24,2	41,7
2025-04-19 19:43:54	25,5	34,0	2025-04-20 20:43:54	26,0	39,3	2025-04-21 21:43:54	25,4	41,0	2025-04-22 22:43:54	25,3	38,7	2025-04-23 23:43:54	24,2	41,8
2025-04-19 19:58:54	25,5	34,0	2025-04-20 20:58:54	26,0	39,1	2025-04-21 21:58:54	25,5	40,9	2025-04-22 22:58:54	25,2	38,6	2025-04-23 23:58:54	24,1	41,8
2025-04-19 20:13:54	25,5	33,6	2025-04-20 21:13:54	26,0	38,9	2025-04-21 22:13:54	25,4	40,8	2025-04-22 23:13:54	25,2	38,5	2025-04-24 00:13:54	24,1	41,8
2025-04-19 20:28:54	25,5	33,4	2025-04-20 21:28:54	26,0	38,7	2025-04-21 22:28:54	25,4	40,8	2025-04-22 23:28:54	25,2	38,4	2025-04-24 00:28:54	24,0	41,8
2025-04-19 20:43:54	25,5	33,2	2025-04-20 21:43:54	26,0	38,6	2025-04-21 22:43:54	25,4	40,8	2025-04-22 23:43:54	25,2	38,3	2025-04-24 00:43:54	24,0	41,8
2025-04-19 20:58:54	25,5	33,0	2025-04-20 21:58:54	25,9	38,4	2025-04-21 22:58:54	25,4	40,8	2025-04-22 23:58:54	25,2	38,2	2025-04-24 00:58:54	24,0	41,9
2025-04-19 21:13:54	25,5	32,8	2025-04-20 22:13:54	25,9	38,3	2025-04-21 23:13:54	25,4	40,8	2025-04-23 00:13:54	25,2	38,1	2025-04-24 01:13:54	24,0	42,0
2025-04-19 21:28:54	25,5	32,7	2025-04-20 22:28:54	25,9	38,1	2025-04-21 23:28:54	25,4	40,8	2025-04-23 00:28:54	25,2	38,1	2025-04-24 01:28:54	23,9	42,0
2025-04-19 21:43:54	25,5	32,6	2025-04-20 22:43:54	25,8	38,0	2025-04-21 23:43:54	25,4	40,7	2025-04-23 00:43:54	25,2	38,0	2025-04-24 01:43:54	23,8	42,1
2025-04-19 21:58:54	25,5	32,4	2025-04-20 22:58:54	25,8	38,1	2025-04-21 23:58:54	25,3	40,7	2025-04-23 00:58:54	25,2	37,9	2025-04-24 01:58:54	23,8	42,3
2025-04-19 22:13:54	25,5	32,3	2025-04-20 23:13:54	25,8	38,1	2025-04-22 00:13:54	25,3	40,6	2025-04-23 01:13:54	25,1	37,9	2025-04-24 02:13:54	23,8	42,4
2025-04-19 22:28:54	25,5	32,4	2025-04-20 23:28:54	25,8	38,1	2025-04-22 00:28:54	25,3	40,5	2025-04-23 01:28:54	25,1	38,0	2025-04-24 02:28:54	23,7	42,5
2025-04-19 22:43:54	25,6	32,2	2025-04-20 23:43:54	25,7	37,8	2025-04-22 00:43:54	25,3	40,4	2025-04-23 01:43:54	25,1	38,2	2025-04-24 02:43:54	23,7	42,5
2025-04-19 22:58:54	25,6	32,1	2025-04-20 23:58:54	25,7	37,8	2025-04-22 00:58:54	25,3	40,4	2025-04-23 01:58:54	25,1	38,2	2025-04-24 02:58:54	23,7	42,6
2025-04-19 23:13:54	25,6	32,2	2025-04-21 00:13:54	25,6	37,9	2025-04-22 01:13:54	25,3	40,3	2025-04-23 02:13:54	25,1	38,2	2025-04-24 03:13:54	23,6	42,7
2025-04-19 23:28:54	25,6	32,0	2025-04-21 00:28:54	25,6	38,0	2025-04-22 01:28:54	25,2	40,2	2025-04-23 02:28:54	25,0	38,2	2025-04-24 03:28:54	23,6	42,8
2025-04-19 23:43:54	25,6	31,9	2025-04-21 00:43:54	25,6	38,1	2025-04-22 01:43:54	25,2	40,2	2025-04-23 02:43:54	25,0	38,3	2025-04-24 03:43:54	23,6	42,8
2025-04-19 23:58:54	25,6	31,9	2025-04-21 00:58:54	25,5	38,2	2025-04-22 01:58:54	25,2	40,3	2025-04-23 02:58:54	25,0	38,2	2025-04-24 03:58:54	23,6	43,0
2025-04-20 00:13:54	25,6	31,9	2025-04-21 01:13:54	25,5	38,3	2025-04-22 02:13:54	25,1	40,3	2025-04-23 03:13:54	25,0	38,2	2025-04-24 04:13:54	23,5	43,0
2025-04-20 00:28:54	25,6	31,9	2025-04-21 01:28:54	25,4	38,3	2025-04-22 02:28:54	25,1	40,3	2025-04-23 03:28:54	25,0	38,2	2025-04-24 04:28:54	23,5	43,0
2025-04-20 00:43:54	25,6	31,8	2025-04-21 01:43:54	25,4	38,5	2025-04-22 02:43:54	25,1	40,3	2025-04-23 03:43:54	25,0	38,2	2025-04-24 04:43:54	23,5	43,2
2025-04-20 00:58:54	25,5	31,7	2025-04-21 01:58:54	25,4	38,5	2025-04-22 02:58:54	25,1	40,3	2025-04-23 03:58:54	25,0	38,2	2025-04-24 04:58:54	23,5	43,3
2025-04-20 01:13:54	25,5	31,6	2025-04-21 02:13:54	25,3	38,6	2025-04-22 03:13:54	25,0	40,3	2025-04-23 04:13:54	24,9	38,2	2025-04-24 05:13:54	23,5	43,4
2025-04-20 01:28:54	25,5	31,7	2025-04-21 02:28:54	25,3	38,6	2025-04-22 03:28:54	25,0	40,3	2025-04-23 04:28:54	25,0	38,1	2025-04-24 05:28:54	23,5	43,6
2025-04-20 01:43:54	25,5	31,5	2025-04-21 02:43:54	25,2	38,7	2025-04-22 03:43:54	25,0	40,3	2025-04-23 04:43:54	24,9	38,1	2025-04-24 05:43:54	23,4	43,7
2025-04-20 01:58:54	25,4	31,5	2025-04-21 02:58:54	25,2	38,7	2025-04-22 03:58:54	25,0	40,3	2025-04-23 04:58:54	24,9	38,2	2025-04-24 05:58:54	23,4	43,9
2025-04-20 02:13:54	25,4	31,5	2025-04-21 03:13:54	25,2	38,7	2025-04-22 04:13:54	25,0	40,3	2025-04-23 05:13:54	24,9	38,2	2025-04-24 06:13:54	23,4	44,0
2025-04-20 02:28:54	25,3	31,6	2025-04-21 03:28:54	25,2	38,7	2025-04-22 04:28:54	25,0	40,2	2025-04-23 05:28:54	24,9	38,3	2025-04-24 06:28:54	23,4	44,2
2025-04-20 02:43:54	25,3	31,8	2025-04-21 03:43:54	25,1	38,7	2025-04-22 04:43:54	24,9	40,1	2025-04-23 05:43:54	24,9	38,3	2025-04-24 06:43:54	23,4	44,4
2025-04-20 02:58:54	25,3	31,8	2025-04-21 03:58:54	25,1	38,7	2025-04-22 04:58:54	24,9	40,1	2025-04-23 05:58:54	24,9	38,5	2025-04-24 06:58:54	23,4	44,8
2025-04-20 03:13:54	25,3	32,2	2025-04-21 04:13:54	25,1	38,7	2025-04-22 05:13:54	24,9	40,0	2025-04-23 06:13:54	24,9	38,5	2025-04-24 07:13:54	23,4	45,0
2025-04-20 03:28:54	25,2	32,6	2025-04-21 04:28:54	25,1	38,6	2025-04-22 05:28:54	24,9	40,2	2025-04-23 06:28:54	24,9	38,6	2025-04-24 07:28:54	23,4	45,2
2025-04-20 03:43:54	25,3	33,0	2025-04-21 04:43:54	25,0	38,6	2025-04-22 05:43:54	24,9	40,2	2025-04-23 06:43:54	24,9	38,8	2025-04-24 07:43:54	23,4	45,4
2025-04-20 03:58:54	25,3	33,5	2025-04-21 04:58:54	25,0	38,6	2025-04-22 05:58:54	24,9	40,3	2025-04-23 06:58:54	24,9	39,1	2025-04-24 07:58:54	23,4	45,6
2025-04-20 04:13:54	25,3	33,8	2025-04-21 05:13:54	25,0	38,6	2025-04-22 06:13:54	24,8	40,4	2025-04-23 07:13:54	24,9	39,4	2025-04-24 08:13:54	23,4	45,5
2025-04-20 04:28:54	25,3	34,1	2025-04-21 05:28:54	24,9	38,5	2025-04-22 06:28:54	24,9	40,3	2025-04-23 07:28:54	24,9	39,6	2025-04-24 08:28:54	23,4	45,7
2025-04-20 04:43:54	25,3	34,2	2025-04-21 05:43:54	24,9	38,6	2025-04-22 06:43:54	24,8	40,4	2025-04-23 07:43:54	24,9	39,8	2025-04-24 08:43:54	23,4	45,8
2025-04-20 04:58:54	25,3	34,5	2025-04-21 05:58:54	24,9	38,6	2025-04-22 06:58:54	24,8	40,4	2025-04-23 07:58:54	24,9	40,0	2025-04-24 08:58:54	23,4	45,8
2025-04-20 05:13:54	25,3	34,6	2025-04-21 06:13:54	24,9	38,6	2025-04-22 07:13:54	24,8	40,6	2025-04-23 08:13:54	24,9	40,1	2025-04-24 09:13:54	23,4	45,9
2025-04-20 05:28:54	25,4	34,7	2025-04-21 06:28:54	24,9	38,7	2025-04-22 07:28:54	24,8	40,8	2025-04-23 08:28:54	24,9	40,3	2025-04-24 09:28:54	23,4	45,9
2025-04-20 05:43:54	25,4	35,0	2025-04-21 06:43:54	24,8	38,7	2025-04-22 07:43:54	24,8	41,2	2025-04-23 08:43:54	24,9	40,4	2025-04-24 09:43:54	23,4	45,9
2025-04-20 05:58:54	25,4	35,0	2025-04-21 06:58:54	24,8	38,8	2025-04-22 07:58:54	24,9	41,5	2025-04-23 08:58:54	24,9	40,5	2025-04-24 09:58:54	23,4	45,9
2025-04-20 06:13:54	25,4	35,3	2025-04-21 07:13:54	24,8	38,8	2025-04-22 08:13:54	24,9	41,7	2025-04-23 09:13:54	24,9	40,6	2025-04-24 10:13:54	23,4	46,0
2025-04-20 06:28:54	25,4	35,5	2025-04-21 07:28:54	24,8	38,9	2025-04-22 08:28:54	24,9	41,9	2025-04-23 09:28:54	24,9	40,7	2025-04-24 10:28:54	23,4	46,0
2025-04-20 06:43:54	25,4	35,7	2025-04-21 07:43:54	24,8	39,1	2025-04-22 08:43:54	24,9	42,0	2025-04-23 09:43:54	24,9	40,8	2025-04-24 10:43:54	23,4	46,0
2025-04-20 06:58:54	25,5	35,8	2025-04-21 07:58:54	24,8	39,3	2025-04-22 08:58:54	24,9	42,0	2025-04-23 09:58:54	24,9	40,9	2025-04-24 10:58:54	23,4	46,1
2025-04-20 07:13:54	25,5	35,9	2025-04-21 08:13:54	24,8	39,4	2025-04-22 09:13:54	24,9	42,1	2025-04-23 10:13:54	24,9	40,9	2025-04-24 11:13:54	23,5	46,1
2025-04-20 07:28:54	25,4	35,2	2025-04-21 08:28:54	24,8	39,5	2025-04-22 09:28:54	24,9	42,2	2025-04-23 10:28:54	24,9	41,0	2025-04-24 11:28:54	23,4	46,2
2025-04-20 07:43:54	25,4	35,0	2025-04-21 08:43:54	24,8	39,6	2025-04-22 09:43:54	24,9	42,2	2025-04-23 10:43:54	24,9	41,2			

Temps	°C	%RH	Temps	°C	%RH	Temps	°C	%RH	Temps	°C	%RH	Temps	°C	%RH
2025-04-24 22:43:54	23,5	44,3	2025-04-25 23:43:54	22,6	39,4	2025-04-27 00:43:54	22,4	40,7	2025-04-28 01:43:54	23,4	41,1	2025-04-29 02:43:54	24,2	38,2
2025-04-24 22:58:54	23,5	44,1	2025-04-25 23:58:54	22,5	39,4	2025-04-27 00:58:54	22,4	40,7	2025-04-28 01:58:54	23,4	41,1	2025-04-29 02:58:54	24,3	38,3
2025-04-24 23:13:54	23,4	44,0	2025-04-26 00:13:54	22,4	39,3	2025-04-27 01:13:54	22,4	40,7	2025-04-28 02:13:54	23,4	41,1	2025-04-29 03:13:54	24,2	38,4
2025-04-24 23:28:54	23,4	44,0	2025-04-26 00:28:54	22,4	39,2	2025-04-27 01:28:54	22,4	40,8	2025-04-28 02:28:54	23,4	41,2	2025-04-29 03:28:54	24,2	38,5
2025-04-24 23:43:54	23,4	44,0	2025-04-26 00:43:54	22,3	39,1	2025-04-27 01:43:54	22,4	40,8	2025-04-28 02:43:54	23,4	41,1	2025-04-29 03:43:54	24,2	38,5
2025-04-24 23:58:54	23,4	44,0	2025-04-26 00:58:54	22,2	39,8	2025-04-27 01:58:54	22,3	40,8	2025-04-28 02:58:54	23,3	41,1	2025-04-29 03:58:54	24,2	38,6
2025-04-25 00:13:54	23,3	44,0	2025-04-26 01:13:54	22,2	40,1	2025-04-27 02:13:54	22,3	40,9	2025-04-28 03:13:54	23,4	41,2	2025-04-29 04:13:54	24,2	38,6
2025-04-25 00:28:54	23,3	43,9	2025-04-26 01:28:54	22,1	40,6	2025-04-27 02:28:54	22,3	40,9	2025-04-28 03:28:54	23,3	41,3	2025-04-29 04:28:54	24,2	38,7
2025-04-25 00:43:54	23,3	44,0	2025-04-26 01:43:54	22,1	40,9	2025-04-27 02:43:54	22,3	41,1	2025-04-28 03:43:54	23,3	41,3	2025-04-29 04:43:54	24,2	38,7
2025-04-25 00:58:54	23,2	44,1	2025-04-26 01:58:54	22,1	41,3	2025-04-27 02:58:54	22,2	41,3	2025-04-28 03:58:54	23,4	41,3	2025-04-29 04:58:54	24,2	38,8
2025-04-25 01:13:54	23,2	44,3	2025-04-26 02:13:54	22,0	41,6	2025-04-27 03:13:54	22,2	41,6	2025-04-28 04:13:54	23,3	41,2	2025-04-29 05:13:54	24,2	38,8
2025-04-25 01:28:54	23,2	44,5	2025-04-26 02:28:54	22,0	41,8	2025-04-27 03:28:54	22,2	41,9	2025-04-28 04:28:54	23,3	41,0	2025-04-29 05:28:54	24,2	38,9
2025-04-25 01:43:54	23,2	44,7	2025-04-26 02:43:54	22,0	42,0	2025-04-27 03:43:54	22,2	42,2	2025-04-28 04:43:54	23,3	41,1	2025-04-29 05:43:54	24,1	39,0
2025-04-25 01:58:54	23,2	44,9	2025-04-26 02:58:54	21,9	42,2	2025-04-27 03:58:54	22,2	42,4	2025-04-28 04:58:54	23,3	41,2	2025-04-29 05:58:54	24,1	39,0
2025-04-25 02:13:54	23,1	45,0	2025-04-26 03:13:54	21,9	42,3	2025-04-27 04:13:54	22,2	42,6	2025-04-28 05:13:54	23,3	41,2	2025-04-29 06:13:54	24,1	39,1
2025-04-25 02:28:54	23,1	45,3	2025-04-26 03:28:54	21,8	42,3	2025-04-27 04:28:54	22,2	42,8	2025-04-28 05:28:54	23,3	41,2	2025-04-29 06:28:54	24,1	39,2
2025-04-25 02:43:54	23,1	45,4	2025-04-26 03:43:54	21,8	42,3	2025-04-27 04:43:54	22,1	42,8	2025-04-28 05:43:54	23,3	41,4	2025-04-29 06:43:54	24,1	39,3
2025-04-25 02:58:54	23,0	45,5	2025-04-26 03:58:54	21,8	42,2	2025-04-27 04:58:54	22,2	42,9	2025-04-28 05:58:54	23,3	41,5	2025-04-29 06:58:54	24,1	39,4
2025-04-25 03:13:54	23,1	45,5	2025-04-26 04:13:54	21,8	42,3	2025-04-27 05:13:54	22,1	43,0	2025-04-28 06:13:54	23,3	41,7	2025-04-29 07:13:54	24,1	39,5
2025-04-25 03:28:54	23,0	45,6	2025-04-26 04:28:54	21,8	42,3	2025-04-27 05:28:54	22,1	43,0	2025-04-28 06:28:54	23,3	41,8	2025-04-29 07:28:54	24,1	39,5
2025-04-25 03:43:54	23,0	45,6	2025-04-26 04:43:54	21,7	42,3	2025-04-27 05:43:54	22,1	43,1	2025-04-28 06:43:54	23,3	41,9	2025-04-29 07:43:54	24,1	39,5
2025-04-25 03:58:54	23,0	45,7	2025-04-26 04:58:54	21,7	42,2	2025-04-27 05:58:54	22,1	43,2	2025-04-28 06:58:54	23,3	42,0	2025-04-29 07:58:54	24,1	39,5
2025-04-25 04:13:54	23,0	45,6	2025-04-26 05:13:54	21,7	42,2	2025-04-27 06:13:54	22,1	43,4	2025-04-28 07:13:54	23,3	42,0	2025-04-29 08:13:54	24,2	39,6
2025-04-25 04:28:54	23,0	45,5	2025-04-26 05:28:54	21,7	42,2	2025-04-27 06:28:54	22,1	43,5	2025-04-28 07:28:54	23,4	42,0	2025-04-29 08:28:54	24,1	39,6
2025-04-25 04:43:54	22,9	45,4	2025-04-26 05:43:54	21,6	42,1	2025-04-27 06:43:54	22,1	43,6	2025-04-28 07:43:54	23,4	42,0	2025-04-29 08:43:54	24,2	39,7
2025-04-25 04:58:54	22,9	45,5	2025-04-26 05:58:54	21,6	42,1	2025-04-27 06:58:54	22,2	43,8	2025-04-28 07:58:54	23,4	42,0	2025-04-29 08:58:54	24,2	39,7
2025-04-25 05:13:54	22,9	45,5	2025-04-26 06:13:54	21,6	42,1	2025-04-27 07:13:54	22,2	43,9	2025-04-28 08:13:54	23,4	42,0	2025-04-29 09:13:54	24,2	39,6
2025-04-25 05:28:54	22,9	45,6	2025-04-26 06:28:54	21,6	42,3	2025-04-27 07:28:54	22,2	44,1	2025-04-28 08:28:54	23,4	42,0	2025-04-29 09:28:54	24,2	39,6
2025-04-25 05:43:54	22,9	45,5	2025-04-26 06:43:54	21,6	42,4	2025-04-27 07:43:54	22,2	44,2	2025-04-28 08:43:54	23,4	42,0	2025-04-29 09:43:54	24,2	39,4
2025-04-25 05:58:54	22,9	45,4	2025-04-26 06:58:54	21,6	42,7	2025-04-27 07:58:54	22,2	44,3	2025-04-28 08:58:54	23,4	42,1	2025-04-29 09:58:54	24,2	39,3
2025-04-25 06:13:54	22,9	45,2	2025-04-26 07:13:54	21,6	42,9	2025-04-27 08:13:54	22,2	44,4	2025-04-28 09:13:54	23,5	42,2	2025-04-29 10:13:54	24,2	39,2
2025-04-25 06:28:54	22,8	44,9	2025-04-26 07:28:54	21,6	43,1	2025-04-27 08:28:54	22,3	44,6	2025-04-28 09:28:54	23,5	42,2	2025-04-29 10:28:54	24,2	39,2
2025-04-25 06:43:54	22,8	45,0	2025-04-26 07:43:54	21,6	43,0	2025-04-27 08:43:54	22,3	44,8	2025-04-28 09:43:54	23,5	42,3	2025-04-29 10:43:54	24,2	39,1
2025-04-25 06:58:54	22,8	44,8	2025-04-26 07:58:54	21,6	43,0	2025-04-27 08:58:54	22,3	44,9	2025-04-28 09:58:54	23,5	42,5	2025-04-29 10:58:54	24,2	39,2
2025-04-25 07:13:54	22,8	44,8	2025-04-26 08:13:54	21,5	43,1	2025-04-27 09:13:54	22,3	44,9	2025-04-28 10:13:54	23,5	42,5	2025-04-29 11:13:54	24,2	39,0
2025-04-25 07:28:54	22,8	44,9	2025-04-26 08:28:54	21,6	43,3	2025-04-27 09:28:54	22,3	45,0	2025-04-28 10:28:54	23,6	42,6	2025-04-29 11:28:54	24,2	38,8
2025-04-25 07:43:54	22,8	44,9	2025-04-26 08:43:54	21,5	43,5	2025-04-27 09:43:54	22,4	45,1	2025-04-28 10:43:54	23,6	42,6	2025-04-29 11:43:54	24,3	38,7
2025-04-25 07:58:54	22,8	45,0	2025-04-26 08:58:54	21,5	43,7	2025-04-27 09:58:54	22,4	45,2	2025-04-28 10:58:54	23,6	42,5	2025-04-29 11:58:54	24,3	38,5
2025-04-25 08:13:54	22,7	45,0	2025-04-26 09:13:54	21,6	43,8	2025-04-27 10:13:54	22,4	45,3	2025-04-28 11:13:54	23,6	42,4	2025-04-29 12:13:54	24,3	38,3
2025-04-25 08:28:54	22,7	45,0	2025-04-26 09:28:54	21,6	44,0	2025-04-27 10:28:54	22,5	45,3	2025-04-28 11:28:54	23,6	42,4	2025-04-29 12:28:54	24,4	38,1
2025-04-25 08:43:54	22,7	45,1	2025-04-26 09:43:54	21,6	44,1	2025-04-27 10:43:54	22,5	45,3	2025-04-28 11:43:54	23,7	42,6	2025-04-29 12:43:54	24,4	38,0
2025-04-25 08:58:54	22,7	45,1	2025-04-26 09:58:54	21,6	44,3	2025-04-27 10:58:54	22,5	45,5	2025-04-28 11:58:54	23,7	42,5	2025-04-29 12:58:54	24,4	37,8
2025-04-25 09:13:54	22,7	44,9	2025-04-26 10:13:54	21,6	44,4	2025-04-27 11:13:54	22,5	45,5	2025-04-28 12:13:54	23,7	42,3	2025-04-29 13:13:54	24,4	37,6
2025-04-25 09:28:54	22,7	45,0	2025-04-26 10:28:54	21,6	44,6	2025-04-27 11:28:54	22,5	45,6	2025-04-28 12:28:54	23,7	42,3	2025-04-29 13:28:54	24,4	37,4
2025-04-25 09:43:54	22,7	44,8	2025-04-26 10:43:54	21,6	44,6	2025-04-27 11:43:54	22,6	45,6	2025-04-28 12:43:54	23,7	42,2	2025-04-29 13:43:54	24,5	37,3
2025-04-25 09:58:54	22,7	44,8	2025-04-26 10:58:54	21,6	44,7	2025-04-27 11:58:54	22,6	45,7	2025-04-28 12:58:54	23,8	42,0	2025-04-29 13:58:54	24,5	37,1
2025-04-25 10:13:54	22,7	44,9	2025-04-26 11:13:54	21,6	44,8	2025-04-27 12:13:54	22,7	45,7	2025-04-28 13:13:54	23,7	41,9	2025-04-29 14:13:54	24,5	36,9
2025-04-25 10:28:54	22,7	45,3	2025-04-26 11:28:54	21,7	44,9	2025-04-27 12:28:54	22,7	45,8	2025-04-28 13:28:54	23,7	41,7	2025-04-29 14:28:54	24,5	36,7
2025-04-25 10:43:54	22,7	45,5	2025-04-26 11:43:54	21,7	45,0	2025-04-27 12:43:54	22,7	45,7	2025-04-28 13:43:54	23,8	41,6	2025-04-29 14:43:54	24,5	36,5
2025-04-25 10:58:54	22,7	45,7	2025-04-26 11:58:54	21,7	45,2	2025-04-27 12:58:54	22,7	45,8	2025-04-28 13:58:54	23,8	41,3	2025-04-29 14:58:54	24,5	36,3
2025-04-25 11:13:54	22,7	45,7	2025-04-26 12:13:54	21,7	45,4	2025-04-27 13:13:54	22,8	45,6	2025-04-28 14:13:54	23,8	41,2	2025-04-29 15:13:54	24,5	36,1
2025-04-25 11:28:54	22,7	45,7	2025-04-26 12:28:54	21,8	45,4	2025-04-27 13:28:54	22,8	45,6	2025-04-28 14:28:54	23,8	41,1	2025-04-29 15:28:54	24,5	35,9
2025-04-25 11:43:54	22,8	45,7	2025-04-26 12:43:54	21,8	45,4	2025-04-27 13:43:54	22,8	45,5	2025-04-28 14:43:54	23,8	40,9	2025-04-29 15:43:54	24,5	35,8
2025-04-25 11:58:54	22,8	45,7	2025-04-26 12:58:54	21,8	45,5	2025-04-27 13:58:54	22,8	45,4	2025-04-28 14:58:54	23,9	40,8	2025-04-29 15:58:54	24,5	35,7
2025-04-25 12:13:54	22,8	45,8	2025-04-26 13:13:54	21,8	45,5	2025-04-27 14:13:54	22,9	45,4	2025-04-28 15:13:54	23,9	40,7	2025-04-29 16:13:54	24,6	35,6
2025-04-25 12:28:54	22,8	45,8	2025-04-26 13:28:54	21,9	45,5	2025-04-27 14:28:54	22,9	45,3	2025-04-28 15:28:54	23,9	40,6	2025-04-29 16:28:54	24,6	35,6
2025-04-25 12:43:54	22,8	45,7	2025-04-26 13:43:54	21,9	45,5	2025-04-27 14:43:54	22,9	45,2	2025-04-28 15:43:54	23,9	40,5			

Temps	°C	%RH	Temps	°C	%RH	Temps	°C	%RH	Temps	°C	%RH	Temps	°C	%RH
2025-04-30 03:43:54	24,8	38,9	2025-05-01 04:43:54	25,9	38,5	2025-05-02 05:43:54	28,1	36,1	2025-05-03 06:43:54	27,1	41,9	2025-05-04 07:43:54	22,3	38,8
2025-04-30 03:58:54	24,8	39,0	2025-05-01 04:58:54	25,9	38,5	2025-05-02 05:58:54	28,1	36,3	2025-05-03 06:58:54	27,0	42,0	2025-05-04 07:58:54	22,3	38,9
2025-04-30 04:13:54	24,8	39,2	2025-05-01 05:13:54	25,8	38,6	2025-05-02 06:13:54	28,1	36,5	2025-05-03 07:13:54	26,9	42,2	2025-05-04 08:13:54	22,2	39,4
2025-04-30 04:28:54	24,8	39,4	2025-05-01 05:28:54	25,8	38,6	2025-05-02 06:28:54	28,1	36,6	2025-05-03 07:28:54	26,9	42,4	2025-05-04 08:28:54	22,2	39,1
2025-04-30 04:43:54	24,8	39,5	2025-05-01 05:43:54	25,8	38,9	2025-05-02 06:43:54	28,1	36,8	2025-05-03 07:43:54	26,9	42,5	2025-05-04 08:43:54	22,0	39,1
2025-04-30 04:58:54	24,8	39,6	2025-05-01 05:58:54	25,8	39,2	2025-05-02 06:58:54	28,1	36,9	2025-05-03 07:58:54	26,8	42,7	2025-05-04 08:58:54	22,0	39,0
2025-04-30 05:13:54	24,8	39,8	2025-05-01 06:13:54	25,8	39,3	2025-05-02 07:13:54	28,1	37,1	2025-05-03 08:13:54	26,8	42,9	2025-05-04 09:13:54	22,0	39,5
2025-04-30 05:28:54	24,8	39,9	2025-05-01 06:28:54	25,8	39,4	2025-05-02 07:28:54	28,0	37,3	2025-05-03 08:28:54	26,8	43,2	2025-05-04 09:28:54	21,9	39,9
2025-04-30 05:43:54	24,8	40,1	2025-05-01 06:43:54	25,8	39,6	2025-05-02 07:43:54	28,0	37,5	2025-05-03 08:43:54	26,8	43,3	2025-05-04 09:43:54	21,9	40,0
2025-04-30 05:58:54	24,8	40,2	2025-05-01 06:58:54	25,8	39,7	2025-05-02 07:58:54	28,0	37,7	2025-05-03 08:58:54	26,8	43,4	2025-05-04 09:58:54	21,9	40,3
2025-04-30 06:13:54	24,8	40,3	2025-05-01 07:13:54	25,8	39,9	2025-05-02 08:13:54	28,0	37,8	2025-05-03 09:13:54	26,7	43,5	2025-05-04 10:13:54	21,9	40,5
2025-04-30 06:28:54	24,8	40,5	2025-05-01 07:28:54	25,8	39,9	2025-05-02 08:28:54	28,1	38,0	2025-05-03 09:28:54	26,7	43,6	2025-05-04 10:28:54	21,8	40,7
2025-04-30 06:43:54	24,8	40,6	2025-05-01 07:43:54	25,8	40,1	2025-05-02 08:43:54	28,0	38,1	2025-05-03 09:43:54	26,7	43,8	2025-05-04 10:43:54	21,8	40,9
2025-04-30 06:58:54	24,8	40,7	2025-05-01 07:58:54	25,8	40,2	2025-05-02 08:58:54	28,1	38,3	2025-05-03 09:58:54	26,7	43,9	2025-05-04 10:58:54	21,8	41,2
2025-04-30 07:13:54	24,8	40,9	2025-05-01 08:13:54	25,8	40,1	2025-05-02 09:13:54	28,0	38,4	2025-05-03 10:13:54	26,7	43,9	2025-05-04 11:13:54	21,7	41,5
2025-04-30 07:28:54	24,8	41,0	2025-05-01 08:28:54	25,8	40,1	2025-05-02 09:28:54	28,1	38,6	2025-05-03 10:28:54	26,7	44,0	2025-05-04 11:28:54	21,7	41,9
2025-04-30 07:43:54	24,8	41,1	2025-05-01 08:43:54	25,9	40,1	2025-05-02 09:43:54	28,1	38,7	2025-05-03 10:43:54	26,7	44,1	2025-05-04 11:43:54	21,7	42,2
2025-04-30 07:58:54	24,8	41,3	2025-05-01 08:58:54	25,9	40,1	2025-05-02 09:58:54	28,1	38,8	2025-05-03 10:58:54	26,6	44,2	2025-05-04 11:58:54	21,7	42,4
2025-04-30 08:13:54	24,8	41,4	2025-05-01 09:13:54	25,9	40,0	2025-05-02 10:13:54	28,1	39,0	2025-05-03 11:13:54	26,7	44,2	2025-05-04 12:13:54	21,7	42,8
2025-04-30 08:28:54	24,8	41,6	2025-05-01 09:28:54	25,9	39,9	2025-05-02 10:28:54	28,1	39,1	2025-05-03 11:28:54	26,7	44,3	2025-05-04 12:28:54	21,7	43,1
2025-04-30 08:43:54	24,8	41,7	2025-05-01 09:43:54	25,9	39,7	2025-05-02 10:43:54	28,1	39,1	2025-05-03 11:43:54	26,6	44,3	2025-05-04 12:43:54	21,6	43,4
2025-04-30 08:58:54	24,8	41,8	2025-05-01 09:58:54	26,0	39,4	2025-05-02 10:58:54	28,1	39,1	2025-05-03 11:58:54	26,6	44,3	2025-05-04 12:58:54	21,6	43,6
2025-04-30 09:13:54	24,8	41,9	2025-05-01 10:13:54	26,0	39,2	2025-05-02 11:13:54	28,2	39,1	2025-05-03 12:13:54	26,6	44,2	2025-05-04 13:13:54	21,6	43,7
2025-04-30 09:28:54	24,8	42,0	2025-05-01 10:28:54	26,0	38,8	2025-05-02 11:28:54	28,2	38,9	2025-05-03 12:28:54	26,6	44,2	2025-05-04 13:28:54	21,6	43,9
2025-04-30 09:43:54	24,8	42,2	2025-05-01 10:43:54	26,0	38,5	2025-05-02 11:43:54	28,2	38,9	2025-05-03 12:43:54	26,6	44,4	2025-05-04 13:43:54	21,6	43,9
2025-04-30 09:58:54	24,8	42,2	2025-05-01 10:58:54	26,1	38,3	2025-05-02 11:58:54	28,2	38,8	2025-05-03 12:58:54	26,6	44,6	2025-05-04 13:58:54	21,5	44,0
2025-04-30 10:13:54	24,8	42,3	2025-05-01 11:13:54	26,1	38,0	2025-05-02 12:13:54	28,3	38,8	2025-05-03 13:13:54	26,6	44,8	2025-05-04 14:13:54	21,5	44,0
2025-04-30 10:28:54	24,9	42,4	2025-05-01 11:28:54	26,1	37,9	2025-05-02 12:28:54	28,3	38,9	2025-05-03 13:28:54	26,6	44,9	2025-05-04 14:28:54	21,5	44,1
2025-04-30 10:43:54	24,9	42,4	2025-05-01 11:43:54	26,2	37,7	2025-05-02 12:43:54	28,3	38,9	2025-05-03 13:43:54	26,6	45,0	2025-05-04 14:43:54	21,5	44,1
2025-04-30 10:58:54	24,8	42,5	2025-05-01 11:58:54	26,2	37,5	2025-05-02 12:58:54	28,3	39,0	2025-05-03 13:58:54	26,6	44,6	2025-05-04 14:58:54	21,5	44,2
2025-04-30 11:13:54	24,9	42,4	2025-05-01 12:13:54	26,2	37,2	2025-05-02 13:13:54	28,4	39,0	2025-05-03 14:13:54	26,5	44,5	2025-05-04 15:13:54	21,5	44,2
2025-04-30 11:28:54	24,9	42,4	2025-05-01 12:28:54	26,3	37,1	2025-05-02 13:28:54	28,4	39,1	2025-05-03 14:28:54	26,6	44,7	2025-05-04 15:28:54	21,5	44,3
2025-04-30 11:43:54	24,9	42,3	2025-05-01 12:43:54	26,3	36,7	2025-05-02 13:43:54	28,4	39,1	2025-05-03 14:43:54	26,5	44,9	2025-05-04 15:43:54	21,4	44,2
2025-04-30 11:58:54	24,9	42,3	2025-05-01 12:58:54	26,4	36,6	2025-05-02 13:58:54	28,5	39,1	2025-05-03 14:58:54	26,5	44,9	2025-05-04 15:58:54	21,4	44,2
2025-04-30 12:13:54	24,9	42,0	2025-05-01 13:13:54	26,4	36,2	2025-05-02 14:13:54	28,5	39,1	2025-05-03 15:13:54	26,5	45,0	2025-05-04 16:13:54	21,4	44,2
2025-04-30 12:28:54	25,0	41,9	2025-05-01 13:28:54	26,5	36,1	2025-05-02 14:28:54	28,5	39,1	2025-05-03 15:28:54	26,5	45,1	2025-05-04 16:28:54	21,4	44,2
2025-04-30 12:43:54	25,0	41,8	2025-05-01 13:43:54	26,5	35,9	2025-05-02 14:43:54	28,5	39,1	2025-05-03 15:43:54	26,5	45,0	2025-05-04 16:43:54	21,4	44,2
2025-04-30 12:58:54	25,0	41,6	2025-05-01 13:58:54	26,5	35,7	2025-05-02 14:58:54	28,6	39,2	2025-05-03 15:58:54	26,4	44,7	2025-05-04 16:58:54	21,4	44,2
2025-04-30 13:13:54	25,0	41,4	2025-05-01 14:13:54	26,6	35,5	2025-05-02 15:13:54	28,6	39,2	2025-05-03 16:13:54	26,4	44,2	2025-05-04 17:13:54	21,4	44,2
2025-04-30 13:28:54	25,0	41,3	2025-05-01 14:28:54	26,7	35,8	2025-05-02 15:28:54	28,7	39,3	2025-05-03 16:28:54	26,3	43,5	2025-05-04 17:28:54	21,4	44,1
2025-04-30 13:43:54	25,0	41,3	2025-05-01 14:43:54	26,7	35,8	2025-05-02 15:43:54	28,7	39,3	2025-05-03 16:43:54	26,3	42,9	2025-05-04 17:43:54	21,4	44,2
2025-04-30 13:58:54	25,0	41,2	2025-05-01 14:58:54	26,7	35,8	2025-05-02 15:58:54	28,7	39,3	2025-05-03 16:58:54	26,3	42,4	2025-05-04 17:58:54	21,3	43,9
2025-04-30 14:13:54	25,0	41,1	2025-05-01 15:13:54	26,8	35,8	2025-05-02 16:13:54	28,7	39,2	2025-05-03 17:13:54	26,2	41,9	2025-05-04 18:13:54	21,3	43,6
2025-04-30 14:28:54	25,1	41,1	2025-05-01 15:28:54	26,8	35,8	2025-05-02 16:28:54	28,8	39,2	2025-05-03 17:28:54	26,2	41,6	2025-05-04 18:28:54	21,3	43,4
2025-04-30 14:43:54	25,1	41,1	2025-05-01 15:43:54	26,9	35,8	2025-05-02 16:43:54	28,8	39,1	2025-05-03 17:43:54	26,2	41,1	2025-05-04 18:43:54	21,3	43,2
2025-04-30 14:58:54	25,1	41,2	2025-05-01 15:58:54	27,0	35,8	2025-05-02 16:58:54	28,8	38,9	2025-05-03 17:58:54	26,1	40,6	2025-05-04 18:58:54	21,3	43,0
2025-04-30 15:13:54	25,2	41,2	2025-05-01 16:13:54	27,0	36,0	2025-05-02 17:13:54	28,9	38,8	2025-05-03 18:13:54	26,1	39,9	2025-05-04 19:13:54	21,2	42,6
2025-04-30 15:28:54	25,2	41,3	2025-05-01 16:28:54	27,0	36,1	2025-05-02 17:28:54	28,9	38,7	2025-05-03 18:28:54	26,0	39,3	2025-05-04 19:28:54	21,2	42,1
2025-04-30 15:43:54	25,2	41,1	2025-05-01 16:43:54	27,1	36,1	2025-05-02 17:43:54	28,9	38,5	2025-05-03 18:43:54	26,0	38,7	2025-05-04 19:43:54	21,2	41,8
2025-04-30 15:58:54	25,2	40,9	2025-05-01 16:58:54	27,1	36,1	2025-05-02 17:58:54	28,9	38,3	2025-05-03 18:58:54	25,9	38,1	2025-05-04 19:58:54	21,2	41,6
2025-04-30 16:13:54	25,3	40,8	2025-05-01 17:13:54	27,2	36,2	2025-05-02 18:13:54	28,9	38,1	2025-05-03 19:13:54	25,9	37,8	2025-05-04 20:13:54	20,9	39,6
2025-04-30 16:28:54	25,3	40,6	2025-05-01 17:28:54	27,3	36,3	2025-05-02 18:28:54	28,9	37,8	2025-05-03 19:28:54	25,8	37,7	2025-05-04 20:28:54	20,8	40,9
2025-04-30 16:43:54	25,3	40,6	2025-05-01 17:43:54	27,3	36,3	2025-05-02 18:43:54	29,0	37,6	2025-05-03 19:43:54	25,8	37,2	2025-05-04 20:43:54	20,8	41,1
2025-04-30 16:58:54	25,3	40,4	2025-05-01 17:58:54	27,3	36,3	2025-05-02 18:58:54	29,0	37,4	2025-05-03 19:58:54	25,7	37,0	2025-05-04 20:58:54	20,8	41,2
2025-04-30 17:13:54	25,4	40,3	2025-05-01 18:13:54	27,4	36,4	2025-05-02 19:13:54	29,0	37,3	2025-05-03 20:13:54	25,6	37,3	2025-05-04 21:13:54	20,8	41,2
2025-04-30 17:28:54	25,4	40,1	2025-05-01 18:28:54	27,4	36,4	2025-05-02 19:28:54	29,0	37,3	2025-05-03 20:28:54	25,6	37,4	2025-05-04 21:28:54	20,8	41,0
2025-04-30 17:43:54	25,4	39,9	2025-05-01 18:43:54	27,5	36,3	2025-05-02 19:43:54	29,0	37,1	2025-05-03 20:43:54	25,6	37,3			

Temps	°C	%RH	Temps	°C	%RH	Temps	°C	%RH	Temps	°C	%RH	Temps	°C	%RH
2025-05-05 08:43:54	20,0	43,9	2025-05-06 09:43:54	20,5	42,3									
2025-05-05 08:58:54	20,1	44,0	2025-05-06 09:58:54	20,5	40,9									
2025-05-05 09:13:54	20,1	45,3	2025-05-06 10:13:54	20,5	39,6									
2025-05-05 09:28:54	20,1	45,0	2025-05-06 10:28:54	20,5	38,6									
2025-05-05 09:43:54	20,2	45,5	2025-05-06 10:43:54	20,5	37,8									
2025-05-05 09:58:54	20,2	45,8	2025-05-06 10:58:54	20,5	37,6									
2025-05-05 10:13:54	20,3	46,1	2025-05-06 11:13:54	20,5	38,0									
2025-05-05 10:28:54	20,3	46,2	2025-05-06 11:28:54	20,5	37,6									
2025-05-05 10:43:54	20,3	46,2	2025-05-06 11:43:54	20,5	37,6									
2025-05-05 10:58:54	20,4	46,4	2025-05-06 11:58:54	20,5	37,1									
2025-05-05 11:13:54	20,4	46,4	2025-05-06 12:13:54	20,6	36,9									
2025-05-05 11:28:54	20,5	46,4	2025-05-06 12:28:54	20,6	36,6									
2025-05-05 11:43:54	20,4	41,9	2025-05-06 12:43:54	20,6	36,3									
2025-05-05 11:58:54	20,4	40,5	2025-05-06 12:58:54	20,6	36,3									
2025-05-05 12:13:54	20,4	39,6	2025-05-06 13:13:54	20,6	36,2									
2025-05-05 12:28:54	20,4	38,8	2025-05-06 13:28:54	20,6	35,6									
2025-05-05 12:43:54	20,4	38,4	2025-05-06 13:43:54	20,5	34,1									
2025-05-05 12:58:54	20,4	36,8	2025-05-06 13:58:54	20,0	33,0									
2025-05-05 13:13:54	20,4	37,3	2025-05-06 14:13:54	19,7	34,1									
2025-05-05 13:28:54	20,4	36,7	2025-05-06 14:28:54	19,3	34,6									
2025-05-05 13:43:54	20,4	36,6	2025-05-06 14:43:54	19,1	34,5									
2025-05-05 13:58:54	20,4	36,6	2025-05-06 14:58:54	19,2	35,7									
2025-05-05 14:13:54	20,4	36,6	2025-05-06 15:13:54	19,3	35,9									
2025-05-05 14:28:54	20,5	36,7	2025-05-06 15:28:54	19,3	36,7									
2025-05-05 14:43:54	20,5	37,0	2025-05-06 15:43:54	19,2	37,3									
2025-05-05 14:58:54	20,5	36,9	2025-05-06 15:58:54	19,2	37,5									
2025-05-05 15:13:54	20,5	36,9	2025-05-06 16:13:54	19,3	38,6									
2025-05-05 15:28:54	20,5	36,9												
2025-05-05 15:43:54	20,5	37,3												
2025-05-05 15:58:54	20,5	37,0												
2025-05-05 16:13:54	20,5	37,4												
2025-05-05 16:28:54	20,5	38,8												
2025-05-05 16:43:54	20,5	38,5												
2025-05-05 16:58:54	20,5	38,2												
2025-05-05 17:13:54	20,5	37,8												
2025-05-05 17:28:54	20,5	37,6												
2025-05-05 17:43:54	20,5	37,4												
2025-05-05 17:58:54	20,5	37,2												
2025-05-05 18:13:54	20,5	36,9												
2025-05-05 18:28:54	20,5	36,9												
2025-05-05 18:43:54	20,5	36,8												
2025-05-05 18:58:54	20,5	36,6												
2025-05-05 19:13:54	20,5	36,6												
2025-05-05 19:28:54	20,5	36,5												
2025-05-05 19:43:54	20,5	36,6												
2025-05-05 19:58:54	20,5	36,5												
2025-05-05 20:13:54	20,5	36,2												
2025-05-05 20:28:54	20,5	35,9												
2025-05-05 20:43:54	20,5	35,6												
2025-05-05 20:58:54	20,3	35,5												
2025-05-05 21:13:54	20,3	35,5												
2025-05-05 21:28:54	20,2	35,2												
2025-05-05 21:43:54	20,1	35,2												
2025-05-05 21:58:54	20,0	35,1												
2025-05-05 22:13:54	19,9	35,1												
2025-05-05 22:28:54	19,9	35,2												
2025-05-05 22:43:54	19,8	35,1												
2025-05-05 22:58:54	19,8	34,8												
2025-05-05 23:13:54	19,7	34,9												
2025-05-05 23:28:54	19,6	34,8												
2025-05-05 23:43:54	19,5	36,1												
2025-05-05 23:58:54	19,7	36,9												
2025-05-06 00:13:54	19,7	37,1												
2025-05-06 00:28:54	19,7	37,6												
2025-05-06 00:43:54	19,7	38,4												
2025-05-06 00:58:54	19,7	38,7												
2025-05-06 01:13:54	19,7	39,1												
2025-05-06 01:28:54	19,7	39,4												
2025-05-06 01:43:54	19,8	39,8												
2025-05-06 01:58:54	19,8	40,1												
2025-05-06 02:13:54	19,8	40,1												
2025-05-06 02:28:54	19,9	40,3												
2025-05-06 02:43:54	19,9	40,5												
2025-05-06 02:58:54	19,9	40,8												
2025-05-06 03:13:54	19,9	41,1												
2025-05-06 03:28:54	19,9	41,3												
2025-05-06 03:43:54	20,0	41,7												
2025-05-06 03:58:54	20,0	42,0												
2025-05-06 04:13:54	20,0	42,5												
2025-05-06 04:28:54	20,0	42,7												
2025-05-06 04:43:54	20,0	42,8												
2025-05-06 04:58:54	20,0	43,1												
2025-05-06 05:13:54	20,1	42,9												
2025-05-06 05:28:54	20,1	43,1												
2025-05-06 05:43:54	20,1	43,1												
2025-05-06 05:58:54	20,1	43,2												
2025-05-06 06:13:54	20,2	43,4												
2025-05-06 06:28:54	20,2	43,6												
2025-05-06 06:43:54	20,2	43,3												
2025-05-06 06:58:54	20,2	43,0												
2025-05-06 07:13:54	20,2	43,4												
2025-05-06 07:28:54	20,3	43,7												
2025-05-06 07:43:54	20,3	44,0												
2025-05-06 07:58:54	20,4	44,4												
2025-05-06 08:13:54	20,4	44,6												
2025-05-06 08:28:54	20,4	45,0												
2025-05-06 08:43:54	20,5	44,9												
2025-05-06 08:58:54	20,5	44,1												
2025-05-06 09:13:54	20,5	43,4												
2025-05-06 09:28:54	20,5	42,8												