

# ANGLES DE VUES

+ 4° C

---

La revue du Conseil d'Architecture d'Urbanisme et de l'Environnement du Puy-de-Dôme

---

**N° 35**    Publié en février 2026

---

Le CAUE du Puy-de-Dôme a validé depuis le 1er janvier 2025 son projet de structure pour les quatre prochaines années à venir (2025-2028). Le numéro d'Angles de vues que vous tenez entre les mains évoque les problématiques liées aux +4° sur la santé au travers des thématiques de l'architecture, de l'urbanisme et du paysage propres au projet de structure.

# ÉDITO DU PRÉSIDENT

Le scénario retenu pour la France prévoit +4°C d'ici 2100, en tenant compte des engagements internationaux de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Malgré cela, cette projection reste abstraite pour beaucoup. Un paradoxe émerge pourtant : les phénomènes météorologiques actuels et les désagréments causés par les vagues de chaleur rendent cette réalité déjà tangible.

Il se pose alors une question centrale : pourrions-nous vivre dans un monde où le climat met en péril notre santé ? Et comment adapter nos équipements publics et nos logements à ces contraintes météorologiques ?

Nous avons fait le choix de consacrer le journal 2026 "Angles de Vues" à cette thématique parce que notre santé dépend de celle de nos milieux de vie, et que nos milieux de vie sont intimement liés à l'urbanisme et à l'architecture.

Minéralisation excessive, densification mal maîtrisée : les choix urbanistiques passés ont souvent amplifié les risques climatiques. Pourtant, il est possible de repenser l'urbanisme pour le rendre plus favorable à la santé, tout comme l'architecture peut devenir un rempart grâce à l'intégration de principes bioclimatiques.

Les " + 4° " ne doivent pas devenir une fatalité mais plutôt un signal d'alarme pour mieux aménager, construire et rénover. Le CAUE souhaite contribuer à cette indispensable prise de conscience collective, que je vous invite à découvrir au fil de ce journal.

À tous, je vous souhaite une bonne lecture.

Fabien BESSEYRE,  
*Président du CAUE du Puy-de-Dôme*



# SOMMAIRE

## CHIFFRES ET INTERROGATIONS

p. 6

Nous vivons dans une serre : elle se réchauffe, mais de manière excessive. Comment cela se produit-il ?

## L'ILÔT DE CHALEUR RURAL DERRIÈRE LE PAYSAGE

p. 10

Dans le Puy-de-Dôme, le changement climatique dépasse les villes et touche aussi des campagnes longtemps perçues comme préservées.

## LE VÉGÉTAL AU SERVICE DU CONFORT INTÉRIEUR

p. 14

Pour lutter durablement contre les îlots de chaleur urbains, la végétalisation — en particulier des façades — s'impose comme une solution efficace et encore sous-estimée.

## REPENSER LA VÉGÉTALISATION URBAINE FACE AU DÉRÈGLEMENT CLIMATIQUE

p. 32

La crise climatique nous oblige à repenser totalement la place des plantes en ville, car elles sont devenues essentielles pour la santé, la biodiversité et l'adaptation aux changements environnementaux.

## S’ADAPTER AU LIEU

p. 40

Face au dérèglement climatique, l'observation des villes traditionnelles arabes offre des pistes éprouvées pour repenser le confort urbain sans tout réinventer.

## PAYSAGES DE LA SANTÉ, SANTÉ DES PAYSAGES

p. 52

Billet d'humeur

## TERRITOIRE PUBLIC DE L'OMBRE

p. 56

Il fait plus frais à l'ombre. L'accès équitable à l'ombre, notamment végétale, doit devenir un véritable service public pour tous les territoires et tous les vivants.

## QUEL AVENIR POUR LES STATIONS DE SKI ?

p. 56

Photographies - le tourisme comme thématique du prochain  
Angles de vues (n°36)

Ci-contre

Les arbres des nos villes sont-ils à la hauteur de l'évènement ?

Photographie de l'avenue Julien à Clermont-Ferrand. À gauche de la photographie, les façades sont exposées au sud.

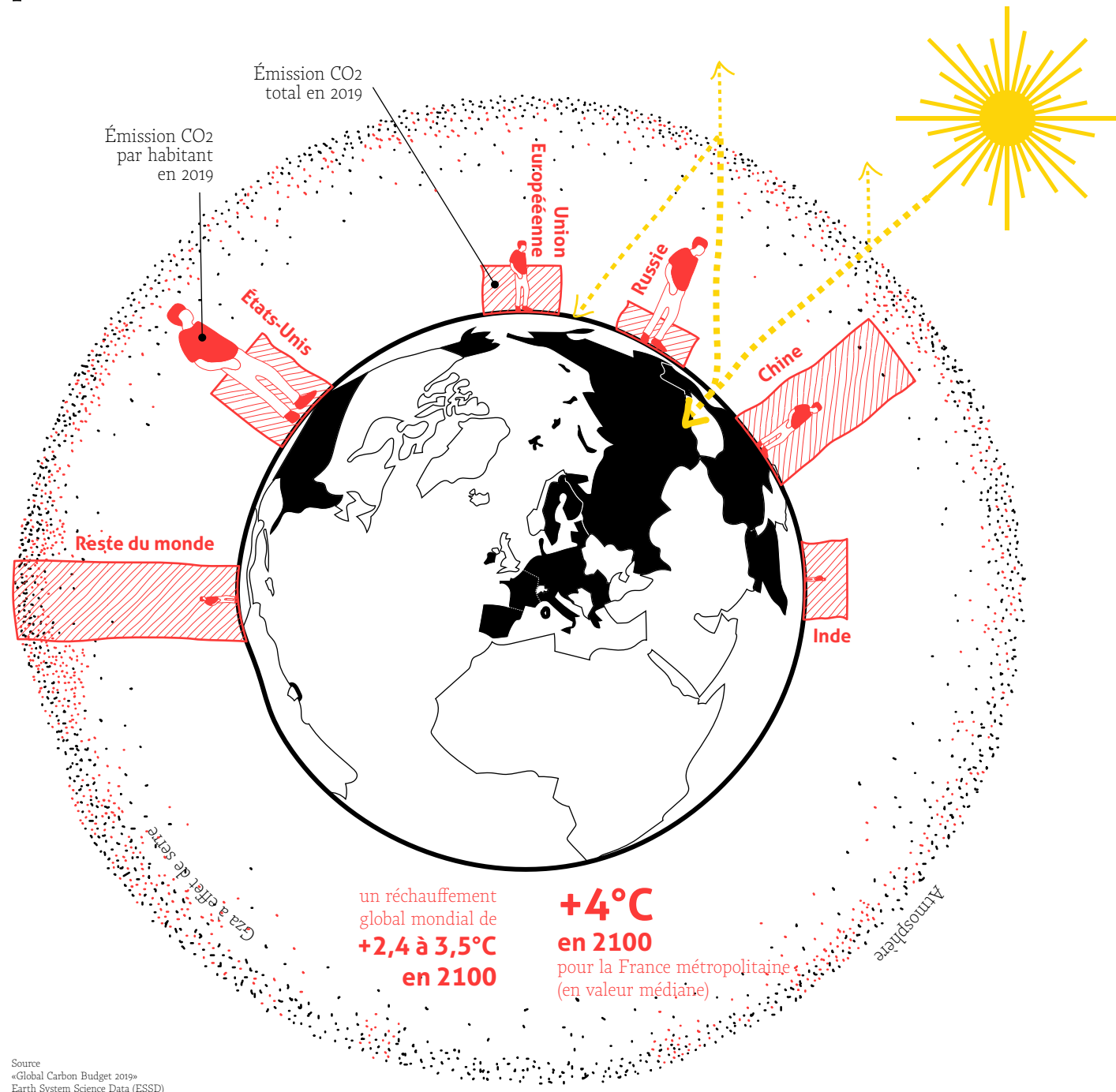




# CHIFFRES ET INTERROGATIONS

Nous vivons dans une serre : elle se réchauffe, mais de manière excessive. Comment cela se produit-il ?

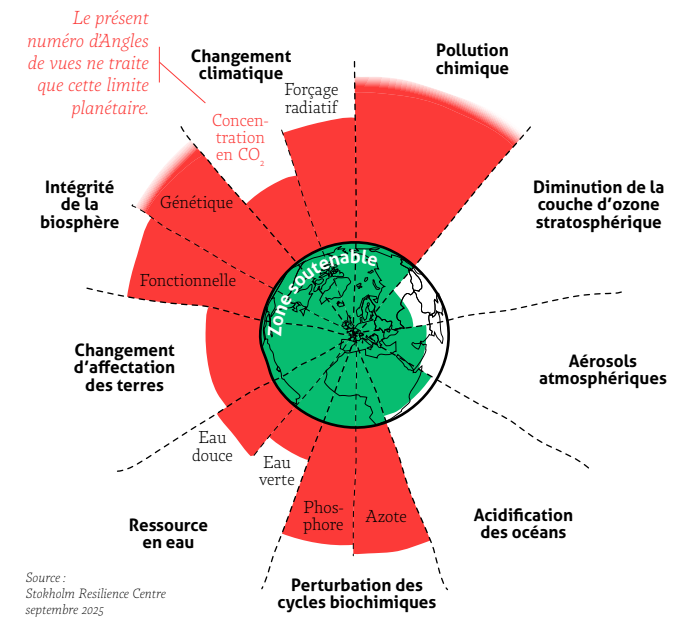
L'atmosphère contient naturellement des gaz à effet de serre qui permettent de réguler la température sur Terre. Cependant, les activités humaines (production d'énergie, industrie, agriculture intensive, bâtiments, etc.) augmentent la quantité de ces gaz dans l'atmosphère. Cela renforce l'effet de serre et entraîne une hausse de la température moyenne à la surface de la planète.



Source : «Global Carbon Budget 2019»  
Earth System Science Data (ESSD)

## LES LIMITES PLANÉTAIRES

Les limites planétaires correspondent aux seuils à ne pas franchir afin de préserver les conditions environnementales qui ont permis le développement de l'humanité et d'assurer, sur le long terme, une vie au sein d'un écosystème stable, en évitant des transformations rapides, irréversibles et difficiles à anticiper du système terrestre. Le concept des limites planétaires a été élaboré par un collectif international de vingt-six chercheurs et présenté pour la première fois en 2009. Il a ensuite fait l'objet de révisions régulières à travers diverses publications scientifiques. Ce cadre repose sur neuf limites planétaires, parmi lesquelles huit ont été quantifiées par les scientifiques et sept sont aujourd'hui dépassées. Ces limites correspondent à neuf grands processus biophysiques qui, pris ensemble, conditionnent la stabilité de la biosphère : le changement climatique, la perte de biodiversité, la perturbation des cycles biogéochimiques de l'azote et du phosphore, les changements d'utilisation des sols, l'acidification des océans, l'utilisation mondiale de l'eau, l'appauvrissement de la couche d'ozone, l'introduction d'entités nouvelles dans l'environnement (pollution chimique) et l'augmentation des aérosols dans l'atmosphère.



## RÉPARTITION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE PAR FOYERS

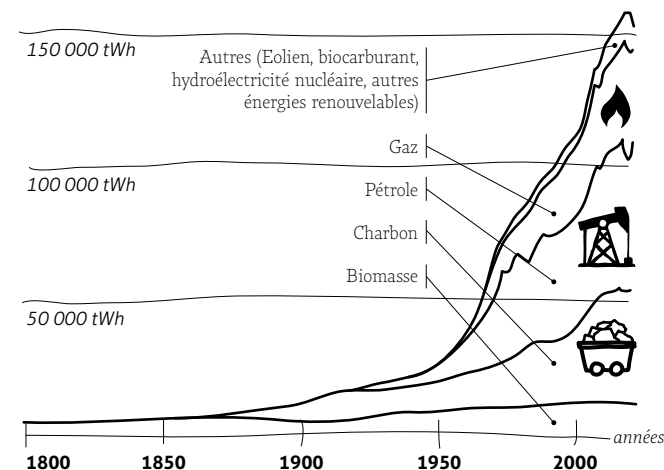
35 à 45% des émissions de gaz à effet de serre mondiales sont dues à 10% de foyers au plus haut revenu.

1 foyer à haut revenu émet donc l'équivalent de 6 foyers

## CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE DANS LE MONDE DEPUIS 1800

Sources : SDES

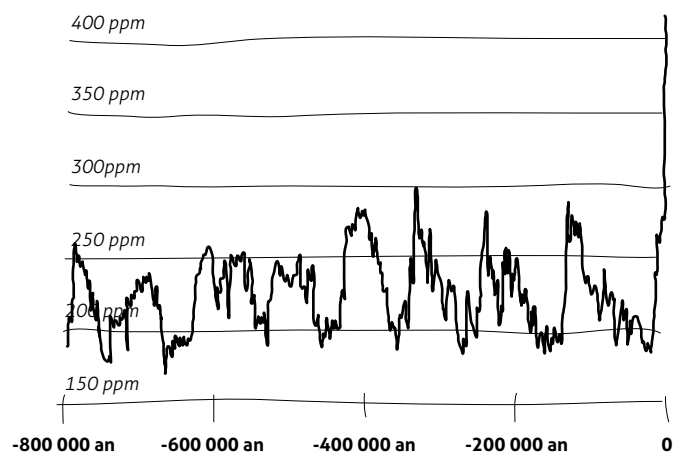
tWh : téra watt heure - 1 tWh = 1 000 milliard de watt heure



## CONCENTRATION DE CO<sub>2</sub>

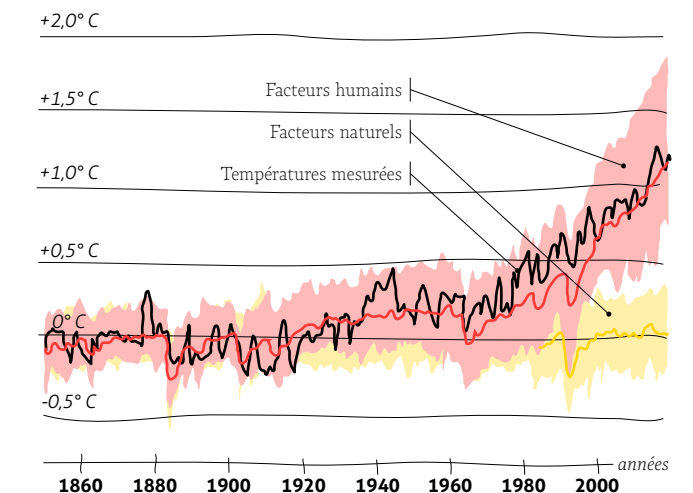
Sources : SDES

ppm : partie par million (de particules d'air)



## ÉVOLUTION DE L'ÉCART DE TEMPÉRATURE DEPUIS 1850

Sources : GIEC



années



## EN FRANCE

Empreinte carbone moyenne d'un Français en tCO<sub>2</sub> - tonne équivalent CO<sub>2</sub>.

En 2018, chaque habitant émet 6,4 tCO<sub>2</sub>, en légère baisse sur 20 ans, mais 11 tonnes si on y ajoute les biens et services importés, ce qui amène à une stabilité de nos émissions (doublement de la part du carbone importé entre 1995 et 2018).

Sources : SDES - L'empreinte carbone de la France de 1990 à 2024

ACTUEL

10,8 tCO<sub>2</sub>



2,0

2,9

2,9

2,1

1,0

en tonne de CO<sub>2</sub>

Alimentation



Logement



mobilité



Biens et services privés



Services et investissements publics



0,6

0,3

NIVEAU ACCORD DE PARIS

2 tCO<sub>2</sub>



## QUI PEUT AGIR ? LES LEVIERS DE RÉDUCTION DE L'EMPREINTE CARBONE MOYENNE

3/4

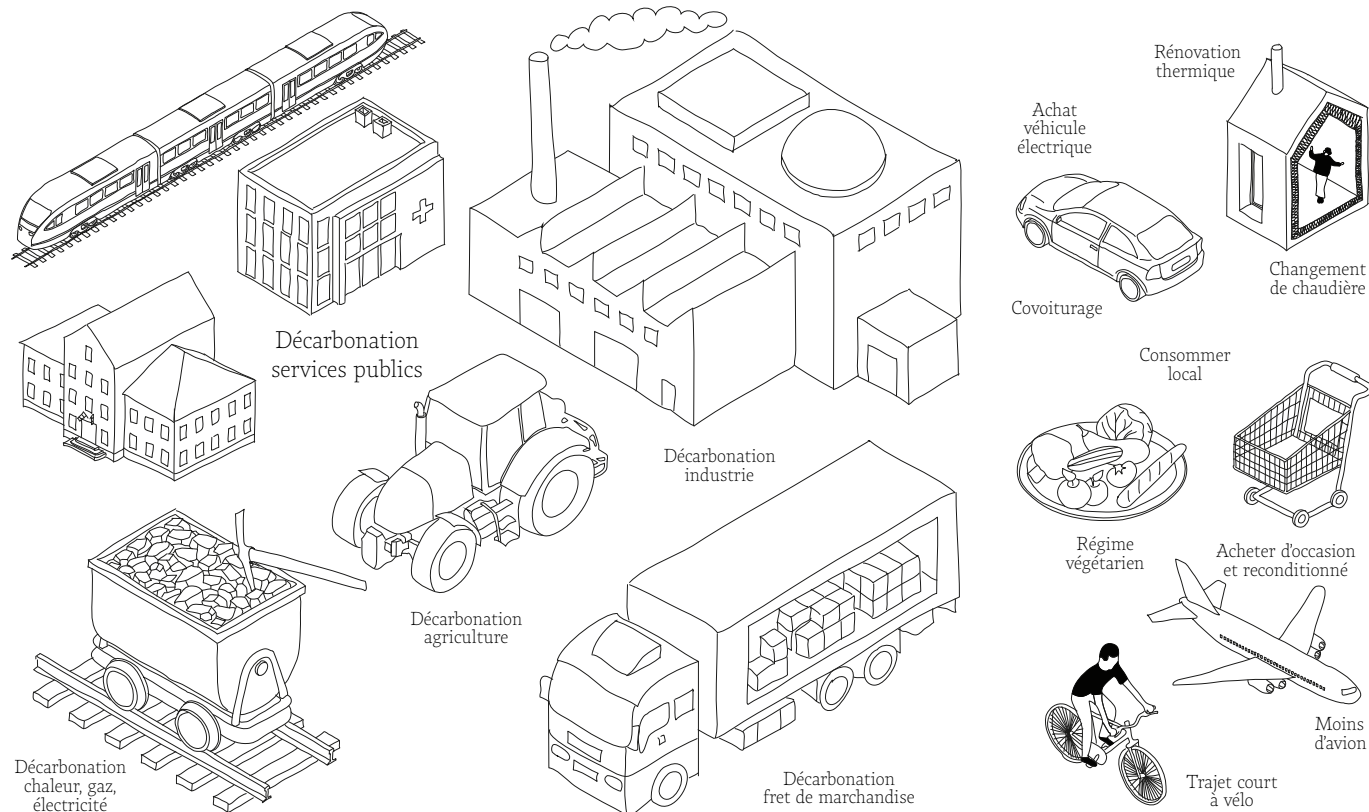
Action collective

-60 %

1/4

Gestes individuels volontaires

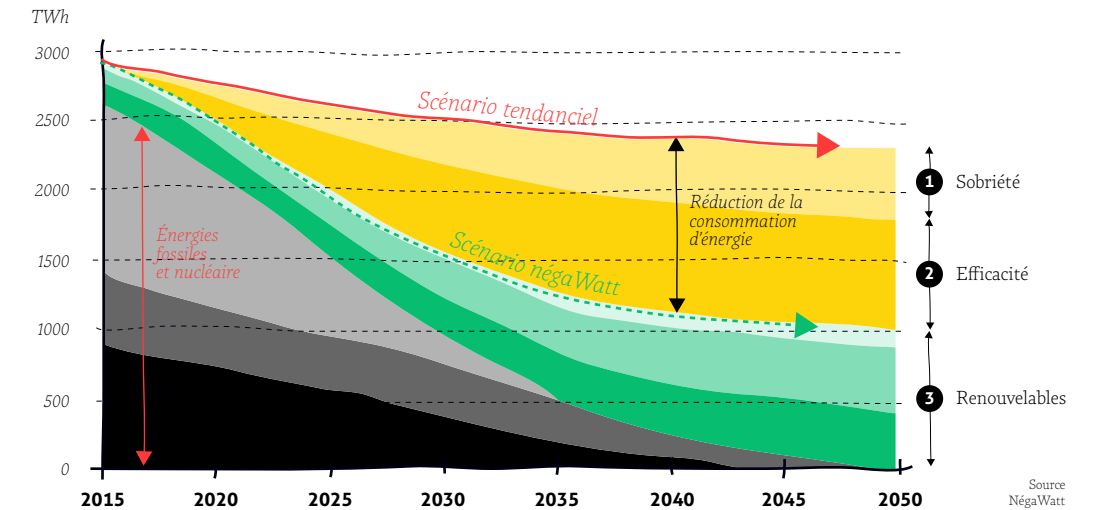
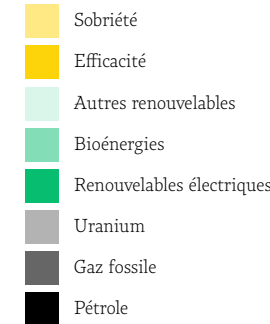
-20 %



## ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE DANS LES SCÉNARIOS TENDANCIEL ET NÉGAWATT

entre 2015 et 2050

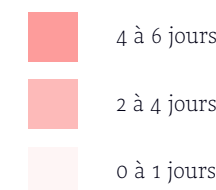
**Scénario tendanciel :** scénario de poursuite des tendances actuellement observées sans nouvelles politiques et mesures



## IL VA FAIRE CHAUD. QUELS CHANGEMENTS DANS LE PUY-DE-DÔME ?



Nombre de jours de feu de forêt



Évolution relative prévue des cumuls hivernaux à l'horizon 2050

+15 à 20 %

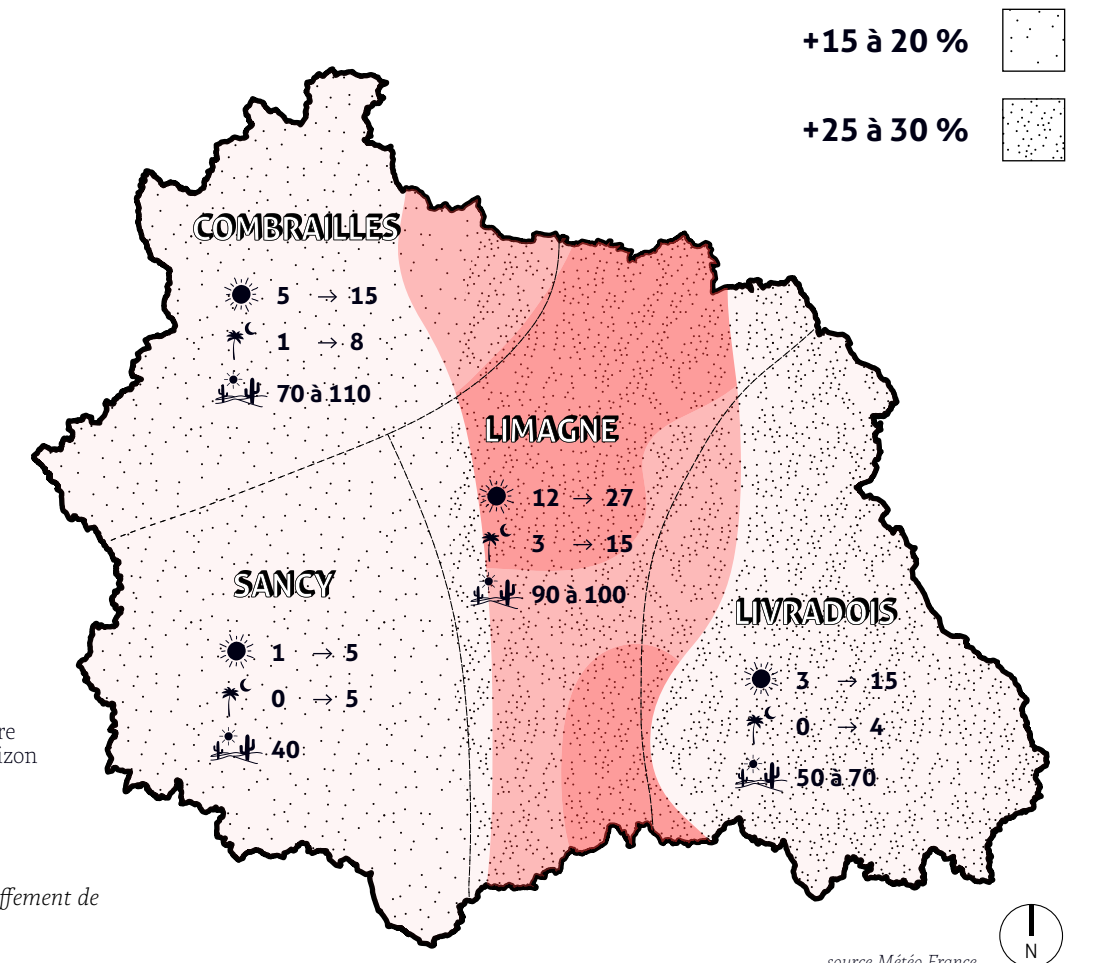
+25 à 30 %

Nombre de jours chauds

Nombre de nuits tropicales

Évolution du nombre de jours secs à l'horizon TRACCC 2050

TRACC : Trajectoire de Réchauffement de Référence pour l'Adaptation au Changement Climatique



# L'ILÔT DE CHALEUR RURAL DERRIÈRE LE PAYSAGE

Lorsque l'on évoque les effets du changement climatique dans le Puy-de-Dôme, les images qui viennent en général à l'esprit sont urbaines : places minérales surchauffées, îlots de chaleur, records de température battus en ville. À l'autre bout du spectre, le paysage agricole paraît stable, immuable. Les campagnes continuent d'être perçues comme des espaces tempérés, refuges, relativement épargnés. Cette représentation est aujourd'hui trompeuse.

À droite

Sources - blocs diagrammes de Niune Nideux, carnet des paysages CAUE 63; rapports INRAE et AP3C, La Montagne

Quand nos campagnes révèlent et subissent le changement climatique, mais que le paysage le cache... Le réseau des chambres d'agriculture du Massif Central (SIDAM), planche sur les évolutions climatiques. L'objectif principal est initialement de produire des outils et documents d'aide à la décision des professionnels de l'agriculture. Les acteurs du réseau appellent désormais une sphère de compétences beaucoup plus large à se mobiliser sur le sujet de l'évolution des paysages agricoles.

A lire :

- Dossier spécial 2100, La Montagne, Juin 2023
- « Recherche esthétique et responsabilité écologique peuvent-elles s'accorder ? », Marianne Pascual, PAYSAGES n°20-2025.
- Publications AP3C, SIDAM
- Projet « Montagne de la Serre » Saint-Amand-Tallende
- Revue Urbanisme n°447, Agriculture et alimentation, Janvier-février 2026

## LES LIMAGNES



### Retrait gonflement des argiles

Risque déjà élevé, largement accentué par le changement climatique. Les pluies plus fortes et plus concentrées en hiver et au printemps et les sécheresses plus importantes, régulières et longues entraînent des déformations de terrains conséquentes, et avec elles des constructions.



### Cultures

La modification des paysages de cultures dans la plaine de la Limagne pourra revêtir plusieurs visages, mais les champs de maïs ne seront probablement plus une toile de fond commune des étés puy-dômois dans quelques décennies.



### Torrents

Chutes d'eau torrentielles sur des espaces/temps restreints, occasionnant des inondations et dégâts sur les cultures et sur le bâti (agricole ou non).



1. Grandes cultures céréalières aux parcelles immenses suite au remembrement agricole
2. Les rares masses boisées annoncent un cours d'eau (affluent de l'Allier)
3. La présence de grandes voies de déplacement accentue le processus de consommation du foncier agricole au profit de l'habitat individuel récent ou commercial
4. Bourgs anciens denses, morphologie typique des forts villageois
5. Habitat récent, type lotissement
6. Faille de Limagne, l'escarpement annonce le début de la Chaîne des Puys
7. Émergence d'arbres isolés, d'alignements d'arbres et de résidus de haies bocagères
8. Ces paysages sont relevés ponctuellement de touches italianisantes (silhouettes de cyprès par exemple) et qui cotoient les grands aplats céréalières

## LES CAMPAGNES D'ALTITUDE



### Prairies jaunies

Un élevage de plus en plus difficile : mise à l'herbe des troupeaux à des dates différentes et souffrance animale face à la chaleur, au manque d'eau et aux maladies. Des espèces disparaissent du paysage agricole local car non rentables.



### Des sources taries

L'eau est une ressource de plus en plus précieuse au fur à mesure qu'elle se raréfie



### Des conifères disparus

2025, sapin pectiné, épicéa commun, pin sylvestre souffrent déjà, moins le douglas. Des paysages en pleine mutation subie.



1. Fond de vallée, départ des sources, caractérisé par une fermeture progressive du paysage (abandon des prairies humides et apparition de boisements de feuillus spontanés)
2. Cultures de résineux sur les pentes
3. Polyculture : alternance de prairies, de céréales, de petits boisements, de cultures maraîchères et de vergers
4. Nombreux hameaux et corps de fermes isolés
5. Villages souvent situés en point haut
6. Alignements d'arbres le long des voies
7. Haies bocagères
8. Arbres isolés

## LES PAYS COUPÉS



### Incendies

Des paysages de côtes désertiques, en proie aux feux de forêts répétées, fréquents.



### Coulées de boues

Erosion plus rapide des pentes, avec des pluies plus concentrées et des sols fragilisés par le stress hydrique entraînant des coulées de boues plus fréquentes, plus torrentielles.



1. Vallées profondes peu habitées
2. Les pentes fortes boisées (boisements de feuillus spontanés) ont parfois remplacé des cultures en terrasses de vignes
3. Grands plateaux dominés par de vastes étendues de prairies d'élevage
4. Demeure sur ces plateaux une structure bocagère
5. Cultures de céréales
6. Villages perchés en hauteur sur les plateaux avec des vues lointaines sur le paysage
7. Corps de fermes isolés



Dans le Puy-de-Dôme, les paysages agricoles constituent la toile de fond principale du territoire. Hors forêts et espaces naturels (44%) et milieux artificialisés (6%), ils représentent 50% de l'occupation du sol. Ils forment un paysage quotidien, familial, souvent apprécié pour sa stabilité apparente. Justement trop familier pour que l'on y prête attention. La production agricole, l'alimentation sont des sujets importants dans le cadre de la transition écologique. Aussi, préserver les paysages, en milieu rural, que cela signifie-t-il dans un climat méditerranéen ? Le projet de paysage vient à la rescousse des usages dans l'espace public en été, mais il faut également tourner notre regard vers le paysage qui a chaud, lui aussi, à la campagne.

## ILOT DE CHALEUR RURAL : QUAND LA PLANTULE DE LIMAGNE S’ESSOUFFLE AUSSI VITE (PLUS ?) QUE LE CORPS EN PLEIN CENTRE-VILLE

Ces transformations à venir des paysages agricoles ne sont pas nouvelles. Ils ont toujours évolué sous l'effet des politiques publiques et des événements naturels : disparition quasi totale de la vigne à la fin du 19e siècle avec le phylloxéra, modifications des paysages d'élevage liées à la fiscalité en grain, défrichements encouragés par des exonérations d'impôts, puis remembrement et spécialisation après-guerre. Mais ces changements se comptent sur les doigts d'une main, et concernent une production en particulier, ou les fonds de vallée plutôt que les reliefs. Mais demain ? La précédente illustration fait état de quelques risques ou transformations à venir. Bien sûr, les sols agricoles et forestiers ne sont pas neutres face à la hausse des températures. Ils se réchauffent eux aussi. Une étude de l'INRAE montre par exemple une augmentation de +1,2 °C en dix ans sur des espaces en herbe, accompagnée d'une baisse de -14 % du taux d'humidité des sols sur la même période, notamment sur les bandes en bordure de champs. Ces chiffres, peu spectaculaires en apparence, ont des conséquences nombreuses : stress thermique accru pour les cultures et les troupeaux (mais pour la faune et la flore en général), modification des cycles biologiques empêchant la floraison et fructification de certains vergers... La pression sur la ressource en eau est certainement le risque le plus partagé, car elle dépasse les impacts sur les pratiques agricoles. Alors, si vous

avez parcouru le dossier spécial de La Montagne publié en 2023 mais qui prenait déjà le parti pris d'un scénario à +4°C, vous lirez que le récit d'anticipation fait état de modifications des paysages : entre autres, plus de champs de maïs dans le Puy-de-Dôme, plus de pommes en Corrèze, et... plus de cueillette de champignons dans un sol trop sec qui malmène le mycélium. Plus il fait chaud plus on transpire... et il en va de même chez nos amies les plantes. Seulement, plus on transpire plus on a soif. Mais c'est que l'eau, en 2100 à +4°C, tombe toujours autant (à peu près), mais pas partout et sur des orages bien plus concentrés et violents. Pas le temps de l'attraper, de la stocker, la voilà déjà partie dans la rivière, emportant au passage des coulées de boue par ci, des inondations par là. Le paysage, là encore, peut rester visuellement «vert» tout en devenant plus vulnérable. L'îlot de chaleur n'est plus seulement urbain. Il devient rural, diffus. C'est par exemple le territoire du Livradois-Forez qui va subir la hausse de température la plus importante selon les projections du SIDAM via le projet AP3C<sup>1</sup> : +4°C pour le bas Livradois dès 2050.

## CE QUE LE PAYSAGE NE MONTRE PAS (OU NE VEUT PLUS MONTRER)

*Parcourons les revues de tourisme Auvergne, les sites internet des collectivités, les concours photos sur le thème du paysage. Ou pensez vous-même à votre paysage préféré.* Les paysages puydômois, LE paysage pourrait-on dire, tel qu'il est aujourd'hui majoritairement représenté, continue de produire des images rassurantes et surtout dominantes. Une Chaîne des Puys verte, lisse, continue. Des plateaux ouverts, peu fragmentés. Nulle part, ou presque, âme qui vive. Nos paysages pittoresques (qui méritent d'être peints ! rien que ça) du Puy-de-Dôme ont effacé bien des réalités, à commencer par le labeur qui se cache derrière chaque image, et la présence de l'utilisateur. Cette absence des représentations de l'utilisateur n'est d'ailleurs pas réservée à l'humain : le moindre animal est absent de communication visuelle lorsqu'il s'agit de parler de paysage. À la limite quelques oiseaux ou, mieux, une belle Salers. Le seul utilisateur qui finit par compter, c'est l'observateur, devant l'affiche. Alimentation humaine ? Fourrages exportés ? Cultures énergétiques ? Le paysage ne permet plus de répondre à ces questions. Il

devient une surface neutre, presque naturalisée, qui évite d'interroger les choix productifs, les dépendances aux intrants, les pressions sur la ressource en eau. Le paysage-usage questionne aujourd'hui les paysages-images érigés en symbole, parce que les images auxquelles nous sommes attachés, ou que nous connaissons, représentent des systèmes menacés (ou menaçants). Et bien souvent pourtant cette question continue d'accompagner beaucoup de projets : comment préserver le paysage ? S'en suit l'exercice habituel de description du lieu du projet, et de hiérarchisation paysagère : ici des vues à préserver, là une structure à protéger, et partout une image à sauvegarder. Une image faite de motifs, de couleurs. De temps en temps, on convoque le passé. Rarement cet exercice de projection du paysage est fait en dehors du projet de sauvegarde, cela même lorsqu'il s'agit de planification. Cette dissociation entre paysage et alimentation est récente. Elle s'est installée progressivement, au point que l'alimentation n'apparaît explicitement dans le nom du ministère de l'Agriculture qu'en 2009. Ce glissement lexical traduit une réalité plus profonde : l'agriculture n'est plus spontanément associée à la fonction nourricière des territoires. Historiquement, cette séparation n'allait pas de soi. La ville et l'agriculture formaient un système indissociable. Dans l'Antiquité, la vie urbaine restait rythmée par le calendrier agricole. Chez les Romains, le lien entre la ville et la fertilité des terres était sacralisé. Il n'existait pas d'opposition ville–campagne, mais une continuité entre espaces domestiqués et productifs, qui s'opposaient à l'époque aux espaces sauvages. La dissociation moderne, rendue possible par la mondialisation des échanges, a été accompagnée par une transformation du paysage : celui-ci est devenu un objet à regarder, à fantasmer, à consommer en somme un divertissement plus qu'un système à comprendre.

## RENOUER AVEC L'USAGE : CULTIVER SON RAPPORT AU LIEU, SE DÉTACHER DES STANDARDS

Face aux évolutions en cours, les adaptations agricoles se multiplient. Au-delà du choix des cultures ou des races, des méthodes de recombinaison paysagère sont explorées. Au sein de chaque paysage agricole déjà : agroforesterie, réintroduction de motifs arborés, introduction de nouvelles cultures, travail sur le petit

cycle de l'eau... Mais également dans le vaste réseau territorial des projets alimentaires territoriaux : où produire, transformer, stocker, distribuer ? Quels paysages agricoles pour nourrir une population donnée ? Lutter contre le changement climatique, ou penser un territoire à +4°C, éventuellement de l'après-pétrole, c'est recomposer des paysages productifs, c'est faire en sorte que les producteurs puissent produire, que les consommateurs puissent acheter... et que les échanges puissent se faire. Les futurs aménagements doivent aussi intégrer cette notion de lieux de distribution, de stockage, à des échelles et des maillages beaucoup plus fins qu'actuellement. Certaines communes se sont essayées à l'exercice. C'est le cas de Saint-Amant-Tallende, avec son projet de parc agricole sur la Montagne de la Serre. De la préservation d'une portion du paysage UNESCO à la sensibilisation des habitants et propriétaires sur la question alimentaire, en passant par la lutte contre le risque incendie, c'est tout un travail de projection de paysage qui a été mené : risques, essences adaptées au climat tel que projeté, filières de distribution. Les paysages agricoles du Puy-de-Dôme ne sont pas immobiles. Ils portent déjà les marques des transformations à l'œuvre. Continuer à les regarder comme des images rassurantes serait se priver d'un outil précieux pour comprendre, agir et s'attacher à leurs usages plutôt qu'à des images vouées à disparaître. Par ailleurs, c'est se détourner d'une des causes même de ce dérèglement. En effet, les +4°C sont en partie dus à l'alimentation. Pas à la production agricole dans le Puy-de-Dôme, mais aux transports, aux délocalisations des productions, des «externalités négatives», et des paysages qui vont avec.

Passer du paysage comme idée du beau au paysage comme idée du juste, c'est accepter de le voir au-delà des images pittoresques, et de renouer avec la couche «pratiques, usages et infrastructures humaines». À cette condition, le paysage cesse d'être un écran pour redevenir un levier. La nouvelle question n'est pas «comment préserver cette image d'Epinal ?» mais «quels usages nous souhaitons conserver de cette portion de territoire, et avec quel paysage pouvons-nous y parvenir ?» Diversifier nos images de référence et rendre désirable le changement est une nécessité, sans quoi la solastalgie nous guette tous, chers puydômois.

<sup>1</sup> Adaptations des pratiques culturelles au changement climatique



# LE VÉGÉTAL AU SERVICE DU CONFORT INTÉRIEUR

La prise de conscience du phénomène des îlots de chaleur urbains est désormais acquise. Les surfaces minérales absorbent la chaleur le jour et la restituent la nuit, maintenant des températures élevées et réchauffant les bâtiments. Pour rafraîchir durablement, la solution la plus vertueuse reste simple : désimperméabiliser les sols et végétaliser. Concernant le confort intérieur des bâtiments, des dispositifs, plus ou moins vertueux, comme la climatisation, les brise-soleil ou l'isolation, peuvent limiter la surchauffe. Mais les façades végétalisées, solution efficace, économique et encore sous-estimée, méritent une attention bien plus grande.

Page ci-contre :  
photographie d'une  
façade sud sur le  
boulevard Aristide  
Briand à Clermont-  
Ferrand.





# L'IDÉE DÉJÀ ANCRÉE SUR L'ESPACE PUBLIC POUR CONTRER LES ÎLOTS DE CHALEUR ET CRÉER DES ÎLOTS DE FRAICHEUR

Le constat est aujourd'hui largement partagé : les températures sont plus élevées dans les milieux urbanisés que dans les zones périphériques ou naturelles. Cela ne signifie pas que l'augmentation de températures n'affecte pas aussi ces zones périphériques ou naturelles (voir l'article précédent "l'îlot de chaleur rural derrière le paysage"). Ce phénomène, qui s'accroît lors des périodes de fortes chaleurs, est connu sous le nom d'îlot de chaleur urbain. Contrairement à une idée répandue, il ne concerne pas uniquement les grandes villes, mais touche également les centres-bourgs des petites communes rurales. Ce réchauffement localisé s'explique avant tout par la structure et la densité de l'espace urbain. Les villes sont composées majoritairement de matériaux minéraux, tels que le béton, la pierre ou le bitume, qui présentent une forte inertie thermique. Ces matériaux absorbent la chaleur durant la journée et la restituent la nuit, maintenant ainsi des températures élevées dans les rues et à l'intérieur des bâtiments. Cette accumulation de chaleur rend les espaces publics difficiles à pratiquer et compromet le confort thermique intérieur des bâtiments. D'autres facteurs accentuent le phénomène, notamment les dégagements de chaleur produits par les activités humaines – circulation automobile, systèmes de chauffage ou de climatisation – et la raréfaction de la végétation. À l'inverse, les zones périphériques et les espaces naturels restent plus tempérés grâce à la présence de sols perméables et de végétation abondante. Ces éléments favorisent l'infiltration de l'eau et le processus d'évapotranspiration, qui rafraîchit naturellement l'air ambiant et améliore la qualité de vie. Il serait tentant d'en déduire qu'un tissu urbain composé principalement de maisons individuelles entourées de jardins offrirait une solution durable au réchauffement urbain. Cette approche ne saurait toutefois constituer une réponse satisfaisante. La préservation des sols naturels demeure essentielle pour la biodiversité, la gestion de l'eau potable et la production agricole, tandis qu'une croissance démographique impose de loger davantage de populations. La priorité doit donc être donnée à la requalification des espaces déjà urbanisés. Cela implique de réinvestir les friches, de reconverter les bâtiments vacants et de densifier de manière raisonnée afin de limiter l'étalement urbain et l'artificialisation des sols.

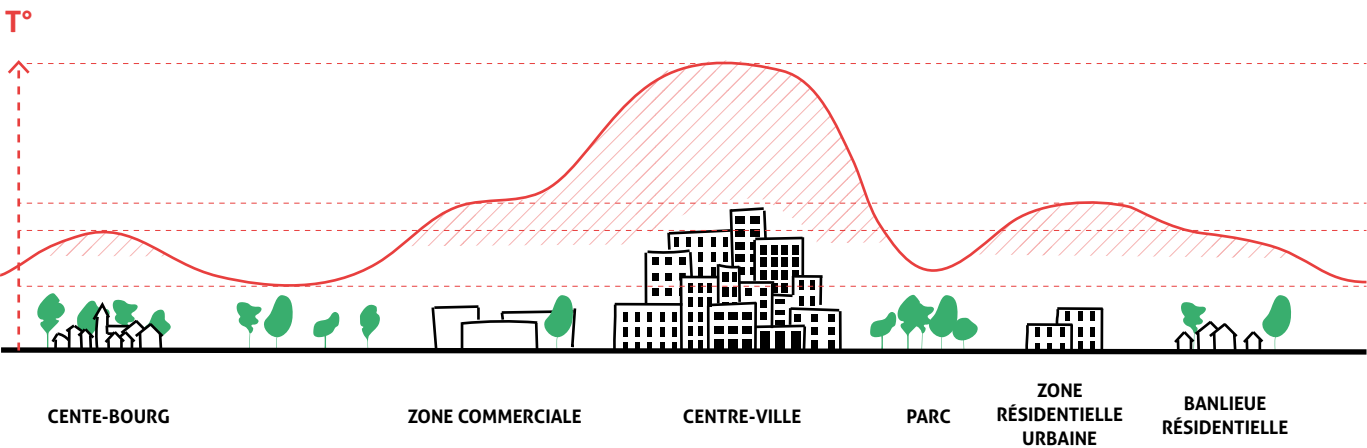
Réimaginer les villes et les centres-bourgs suppose également de transformer la manière de concevoir l'aménagement et l'architecture. La désimperméabilisation des sols, la végétalisation des espaces publics et privés et la mise en œuvre de réglementations adaptées constituent des leviers essentiels. Les documents d'urbanisme intègrent désormais des dispositifs tels que les coefficients de pleine terre (PLT) et de biotope par surface (CBS), qui imposent une part minimale d'espaces végétalisés dans les projets. Certaines collectivités encouragent également la végétalisation des pieds de façades. Cette évolution urbaine s'accompagne d'une nécessaire mutation architecturale. Le respect du CBS peut conduire à la création de toitures ou de façades végétalisées, véritables surfaces actives de rafraîchissement. Par l'évapotranspiration et le rôle des feuillages, ces dispositifs contribuent non seulement à abaisser la température des bâtiments, mais aussi à améliorer le confort thermique intérieur et à redonner une qualité de vie plus durable aux habitants des milieux urbanisés.

## DÉJÀ PROUVÉ PAR LE BIOCLIMATISME

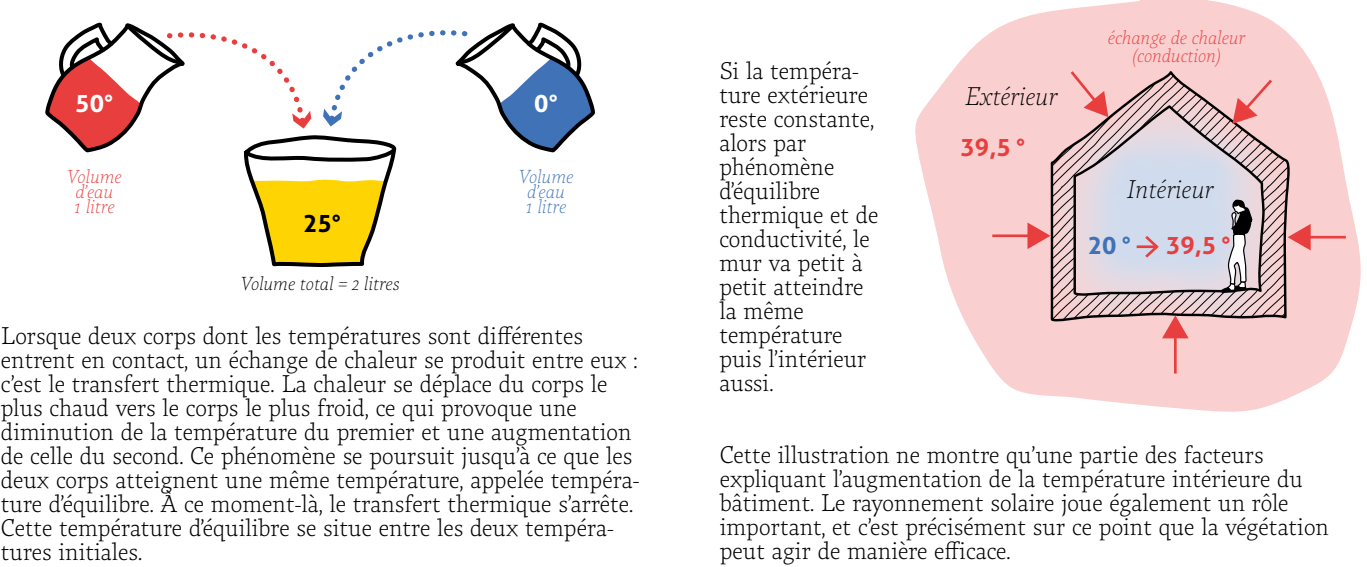
Le phénomène d'îlot de chaleur rend les espaces publics difficilement vivables. Il contribue également à la dégradation du confort dans les espaces intérieurs. Cette situation s'explique notamment par les phénomènes d'équilibre thermique et de conductivité thermique des matériaux. Ces mécanismes s'observent également en période hivernale, cette fois sous l'effet du froid. L'architecture vernaculaire témoigne d'une prise en compte ancienne et approfondie du confort intérieur de l'habitat, quelle que soit la saison. La plupart de ses principes ont d'ailleurs été repris dans la conception bioclimatique, parmi lesquels :

- l'adaptation du bâti à son site, en tenant compte du climat, de la géographie, de l'orientation, des vents, de la géologie, de la topographie, du contexte bâti environnant ainsi que de la végétation existante ou à planter ;
- l'inscription du bâtiment dans le terrain : enterré, semi-enterré, affleurant ou sur pilotis ;
- la morphologie du bâtiment, incluant sa forme, le nombre de façades et le nombre d'étages ;
- l'enveloppe du bâtiment (murs de façades et toiture) et son étanchéité à l'air ;
- l'organisation des espaces intérieurs, distinguant

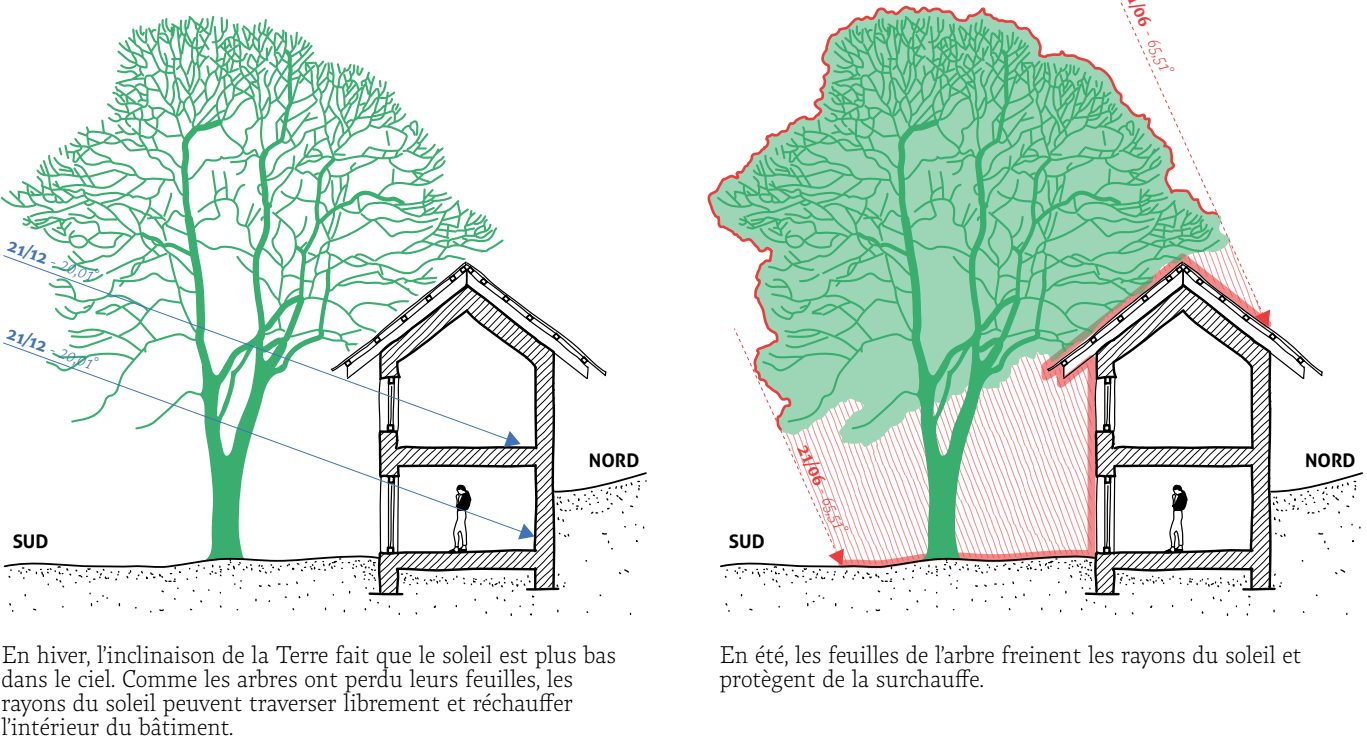
## 1 . ÎLOT DE CHALEUR



## 2 . ÉQUILIBRE THERMIQUE ET CONDUCTION THERMIQUE



## 3. RÔLE DU VÉGÉTAL DANS LA CONCEPTION BIOCLIMATIQUE



les espaces de vie (chambres, cuisine, séjour...) et les pièces de services (buanderie, toilettes, salle de bains, chaufferie, placards, garage...).

Par ailleurs, au-delà de la conception architecturale, un autre facteur influe fortement sur le confort intérieur : l'humain. Le bon usage du bâtiment est essentiel, notamment dans la gestion de la ventilation, l'ouverture et la fermeture des volets et des fenêtres, ou encore dans l'utilisation des appareils générant de la chaleur (four, cuisinière, réfrigérateur, lave-linge, lave-vaisselle et autres appareils électriques, y compris l'éclairage). La conception bioclimatique vise ainsi à mobiliser les éléments naturels — le vent, le soleil et l'eau — au service du confort intérieur. Le soleil constitue l'élément central de cette approche. En période hivernale, ses rayons doivent contribuer au réchauffement des espaces intérieurs, tandis qu'en été, ils doivent être maîtrisés afin d'éviter la surchauffe. C'est dans ce contexte que le végétal prend toute son importance. En été, la végétation à feuilles caduques, implantée à proximité du bâtiment, intercepte les rayons solaires grâce à son feuillage, tout en fournissant l'ombre nécessaire aux façades. Cette protection limite l'accumulation de chaleur dans les murs et sa restitution vers l'intérieur et l'extérieur. En hiver, la perte des feuilles permet aux rayons du soleil d'atteindre directement les parois du bâtiment, participant ainsi à leur réchauffement. Par ailleurs, la végétation persistante joue un rôle de protection en faisant écran aux vents froids avant qu'ils n'atteignent les façades. Ces principes, fondés sur une conception architecturale, urbaine et paysagère adaptée, suffisent à assurer un niveau de confort intérieur satisfaisant. Le recours à des technologies lourdes telles que la climatisation ou le chauffage intensif n'est donc pas indispensable pour garantir un cadre de vie agréable. D'autant plus que ces dispositifs produisent de la chaleur et contribuent aux phénomènes d'îlots de chaleur urbains, ainsi qu'à l'augmentation globale des températures.

## COORDINATION DES ACTEURS DE L'AMÉNAGEMENT

L'enjeu est double : assurer le confort estival tant des espaces extérieurs que de l'intérieur des bâtiments. La végétalisation doit donc répondre simultanément à ces deux objectifs. Pourtant, la prise en compte de cet outil demeure aujourd'hui rare dans les projets d'espace public, d'architecture et d'urbanisme. L'aménagement

du territoire s'opère différemment qu'autrefois. L'auto-construction, comme celle de l'habitat paysan, a presque disparu au profit de groupements de spécialistes, même si, pour des raisons économiques ou parfois par manque de sérieux de certains acteurs, elle réapparaît progressivement. Une multitude d'intervenants participent désormais à l'aménagement du territoire : urbanistes, architectes, paysagistes, maîtres d'œuvre, pavillonneurs, bailleurs, techniciens, élus, artisans, etc. L'ensemble de ces acteurs constitue une véritable porte d'entrée pour généraliser l'usage du végétal au service du confort intérieur. Il apparaît donc nécessaire que chacun d'eux soit sensibilisé à cette question, ce qui reste pourtant rarement le cas. Les situations les plus frappantes concernent les acteurs directement impliqués, à savoir les architectes et les paysagistes. Dans le cadre d'un projet d'aménagement, privé ou public, architecte et paysagiste devraient agir comme une seule et même entité. L'expérience de projets suivis par des équipes de maîtrise d'œuvre, rencontrés au sein du CAUE, montre trop souvent que les équipes chargées de l'aménagement des espaces extérieurs n'intègrent pas d'architecte ou n'accordent pas d'attention au confort intérieur des bâtiments que leurs aménagements pourraient améliorer. Or, les façades constituent l'une des composantes des espaces publics ; au-delà de leur mise en valeur par les sols, leur confort devrait également être considéré comme une priorité. Le paysage abrite le vivant, dont les êtres humains font partie. À l'inverse, dans les projets d'architecture intégrant des aménagements extérieurs, les équipes de maîtrise d'œuvre incluent trop rarement des compétences de paysagiste ou négligent l'impact que ces aménagements pourraient avoir sur le confort intérieur des bâtiments. En effet, dans le volet paysager d'un projet d'architecture, l'équipe de maîtrise d'œuvre mobilise le végétal principalement pour créer de l'ombre au sol, gérer les eaux, favoriser l'accueil de la biodiversité, structurer les limites parcellaires et offrir une vue agréable aux occupants du bâtiment, le plus souvent limitée aux logements situés en rez-de-chaussée. Dans le cas de projets de logements en contexte urbain dense, cette approche se traduit fréquemment par des strates végétales implantées en limite de propriété, souvent éloignées des façades. Cet éloignement ne permet pas, en période estivale et lorsque le soleil est haut, d'apporter de l'ombre aux bâtiments. Architectes et paysagistes semblent parfois mal communiquer ou perdre de vue une partie des enjeux lorsqu'ils collaborent. Il demeure rare de voir des documents graphiques ou numériques permettant d'apprécier l'évolution de la végétation dans le temps et au fil des saisons — par exemple le développement d'un arbre — afin d'évaluer

l'impact de son ombre sur le bâtiment. Dans les projets strictement architecturaux, le végétal est trop souvent absent du travail sur les façades. Lorsqu'il est présent, il se limite généralement à des toitures végétalisées ou à des plantations hors-sol. Cette dernière solution s'avère par ailleurs peu optimale, car elle nécessite des apports en eau importants. Ce manque de coordination, de complémentarité et de dialogue entre architecture et paysage, qu'il s'agisse de projets urbains, architecturaux, d'espaces publics ou paysagers, peut s'expliquer par plusieurs facteurs. Le premier réside dans une conception hors-sol portée par une multiplicité d'acteurs. L'auto-construction paysanne, processus lent, permettrait autrefois d'observer le comportement d'un site en y vivant, et d'adapter avec précision l'architecture et les aménagements extérieurs à leur environnement immédiat. Un second facteur tient à la différenciation des formations supérieures en architecture, paysage ou gestion des territoires, et plus largement au manque d'interactions entre les établissements. Cette situation peut également s'expliquer par une méconnaissance de ces enjeux de la part des occupants ou propriétaires de bâtiments, ainsi que des élus ou techniciens impliqués dans la genèse des projets et la rédaction des marchés publics. L'État peut aussi être mis en cause pour l'absence de subventions ou de cadres réglementaires incitatifs. Enfin, la question de l'entretien du végétal, et donc de son coût, revient fréquemment dans les débats. Pourtant, face à l'augmentation des températures, il conviendrait de comparer le coût annuel de l'installation et de l'entretien de systèmes de climatisation — qui contribuent au réchauffement extérieur — avec celui de la plantation et de l'entretien de végétaux capables de rafraîchir à la fois les espaces intérieurs et extérieurs.

## DANS LA RÉGLEMENTATION

D'autres facteurs peuvent également être identifiés. Parmi eux, l'absence de prise en compte du végétal dans les réglementations, en particulier dans la réglementation thermique des bâtiments. Cette absence peut s'expliquer par le caractère difficilement maîtrisable du végétal : croissance lente, maladies, mortalité, tempêtes, foudre ou défaut d'entretien. Le bâtiment doit donc garantir un confort en période chaude indépendamment de la présence de végétation. Par ailleurs, la réglementation thermique RE2020 ne s'applique qu'à certaines constructions neuves. La réglementation thermique concernant les bâtiments existants s'avère encore moins contraignante. Pourtant, ces bâtiments constituent une

part majeure du parc immobilier français et certains nécessitent des améliorations significatives pour garantir un confort d'été satisfaisant. Il s'agit là d'un chantier national de grande ampleur. Cette réglementation ne prend toujours pas en compte le confort d'été, et donc encore moins l'impact du végétal, même si les travaux destinés à améliorer le confort d'hiver contribuent indirectement à de meilleures conditions estivales.

## DES OUTILS POUR LE VÉGÉTAL AU SERVICE DES BÂTIMENTS ?

Fort heureusement, plusieurs leviers existent pour encourager la prise en compte du végétal dans les projets. Comme évoqué en début d'article, les documents d'urbanisme peuvent jouer un rôle déterminant à cet égard. Il en va de même pour les chartes de qualité architecturale et paysagère, les permis de planter, ou encore les dispositifs de subventions destinés à la végétalisation des pieds de façade. De nombreux territoires — tels que les Parcs naturels régionaux, les métropoles ou les communes — ont ainsi mis en place des outils spécifiques en ce sens. Bien que la plupart de ces dispositifs ne soient pas juridiquement opposables, leur caractère incitatif permet néanmoins l'émergence de projets de qualité. Ils contribuent au rafraîchissement des espaces urbanisés et, par extension, grâce aux phénomènes de conductivité et d'équilibre thermique, à l'amélioration du confort thermique des bâtiments. Par ailleurs, le cahier des charges transmis à l'architecte et/ou au paysagiste constitue un levier essentiel pour le maître d'ouvrage, lui permettant d'affirmer clairement la volonté de mobiliser le végétal comme un véritable outil de rafraîchissement.

## UNE RÉPONSE SIMPLE ET EFFICACE

Oui, le végétal constitue un levier climatique majeur pour améliorer le confort d'été intérieur. Il s'avère à la fois plus vertueux, plus durable et souvent plus efficace qu'un brise-soleil métallique. Planter des arbres à proximité des façades exposées, ou développer de la végétation grimpante sur les murs — qu'elle soit directement fixée (vigne vierge) ou guidée par des structures légères (treillis



et glycine, par exemple) — offre une réponse simple et efficace aux phénomènes de surchauffe estivale. Cette solution présente également un coût réduit et un impact écologique moindre, notamment en limitant l'épuisement des ressources. Le choix de végétaux productifs apporte en outre un bénéfice supplémentaire pour l'Homme (fruits, tisanes), tout en constituant un véritable atout pour la biodiversité. Dans le contexte des îlots de chaleur urbains, la végétalisation des façades permet aussi de limiter la restitution nocturne de la chaleur accumulée par les parois minérales, améliorant ainsi le confort thermique des espaces publics environnants. Le végétal est régulièrement présenté, dans les médias traitant de bioclimatisme, comme une source de fraîcheur et une protection contre le rayonnement solaire estival. Il joue également un rôle de protection contre les vents froids en hiver lorsqu'il est persistant. Pourtant, malgré ces nombreux avantages, il reste sous-exploité et ne bénéficie pas de la place qu'il mériterait dans les pratiques architecturales et paysagères contemporaines, notamment au service du confort d'été des espaces habités. L'architecture vernaculaire puydômoise offre pourtant de nombreux exemples inspirants : maisons vigneronnes ou paysannes couvertes de vignes ou de poiriers grimpants, arbres de grande taille plantés à proximité immédiate des bâtiments dans les cours de ferme. En comparaison, les projets récents intégrant des végétations grimpantes en façade demeurent rares, malgré quelques initiatives notables, telles que la Maison de l'Habitat accueillant le CAUE, les permis de végétaliser ou certaines communes laissant les riverains planter les pieds de façade. Enfin, l'augmentation annoncée des températures (+4 °C) implique une évolution des besoins en eau et une transformation des qualités des sols. Ces paramètres introduisent une part d'incertitude quant au comportement futur des végétaux, rappelant la nécessité d'adapter les choix d'essences et les pratiques de plantation pour répondre aux enjeux climatiques à venir (cf. articles "Repenser la végétalisation urbaine face au dérèglement climatique", page 32 et "S'adapter au lieu", page 40).

Ressources :

- Les îlots de chaleur urbains, novembre 2010, Institut d'aménagement et d'urbanisme
- Cartographie des zones climatiques locales (ZCL), CEREMA
- Identifier les îlots de chaleur et de fraîcheur urbains pour s'adapter au changement climatique, janvier 2024, Agence d'Urbanisme Atlantique et Pyrénées
- L'architecture bioclimatique, CAUE du Puy-de-Dôme

IMPACT DU MINÉRAL ET VÉGÉTAL FACE AU RAYONNEMENT SOLAIRE

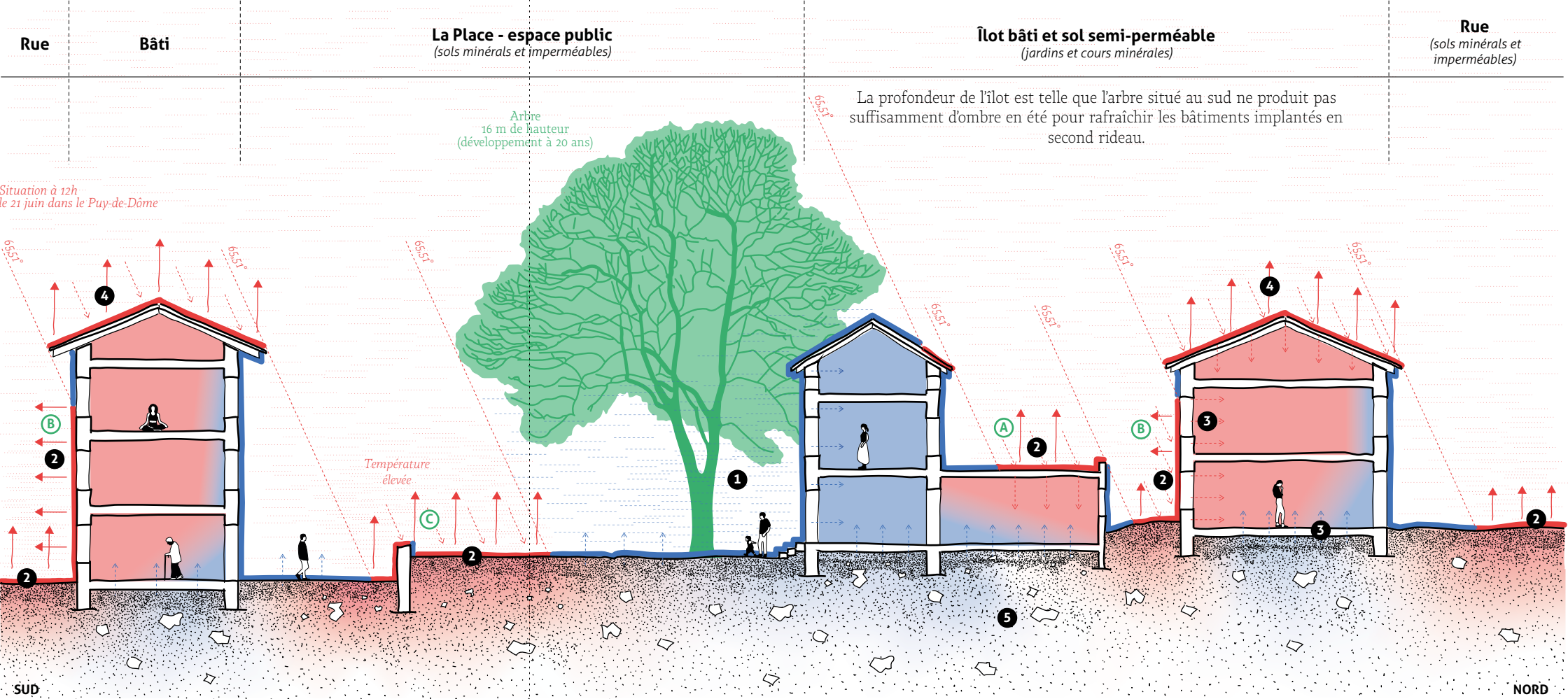
- 1
- L'ombre des arbres rafraîchit les façades et les sols, ce qui améliore le confort thermique aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur. Les arbres participent également au rafraîchissement de l'air grâce au phénomène d'évapotranspiration.
- 2
- Les éléments du bâtiment, comme les toitures et les façades, ainsi que les sols minéralisés (pierre, enrobé, graviers, etc.) exposés au soleil accumulent de la chaleur.
- 3
- Par conduction thermique, la chaleur ou la fraîcheur se transmettent vers l'intérieur du bâtiment. La vitesse de ce transfert dépend de la composition de son enveloppe, c'est-à-dire des murs et de la toiture.
- 4
- L'inertie des matériaux joue également un rôle important. L'équilibre thermique entre l'extérieur, l'enveloppe du bâtiment et l'intérieur est en permanence modifié. En effet, la température extérieure varie continuellement, notamment entre le jour et la nuit, mais aussi selon les saisons. Lorsqu'un matériau est à l'équilibre thermique, sa température reste constante : la chaleur qu'il reçoit de son environnement est égale à celle qu'il lui cède. Si les conditions changent et que le matériau doit atteindre une nouvelle température d'équilibre, l'inertie thermique correspond au temps qu'il met à s'adapter. Un matériau à faible diffusivité thermique mettra longtemps à atteindre cette nouvelle tempéra-

ture, tandis qu'un matériau à diffusivité élevée s'y adaptera rapidement. Un matériau comme le béton ou la pierre, qui possède une faible diffusivité thermique, restitue lentement la chaleur qu'il a accumulée. Ce phénomène est avantageux en hiver, par exemple lorsqu'une cheminée chauffe un mur en pierre. En revanche, il devient moins favorable en période de forte chaleur, lorsque les murs chauffés par le soleil restituent cette chaleur durant la nuit.

5

Au-delà d'une certaine profondeur, le sol subit peu de déséquilibre thermique : sa température est quasiment constante. En période chaude, il peut donc participer au rafraîchissement des espaces intérieurs.

- Pistes d'améliorations
- A
- Les toitures-terrasses peuvent accueillir une végétation rampante. La plantation peut se faire en pleine terre dans la cour ou le jardin. Une structure rapportée permet de protéger le système d'étanchéité de la toiture.
- B
- Les façades sud peuvent être végétalisées par des plantes grimpantes, plantées en pleine terre dans la cour ou le jardin.
- C
- Les sols peuvent être désimperméabilisés et végétalisés afin de bénéficier de l'évapotranspiration. La plantation d'arbres et d'arbustes accentue ce phénomène et apporte une ombre plus importante.



COUPE  
DE PRINCIPLE

Cette coupe de principe peut permettre de comprendre le bénéfice thermique que peut apporter un arbre sur une façade. Elle montre bien l'importance de la prise en compte de plusieurs paramètres comme :

- La distance de plantation par rapport à la façade
- Le développement de l'arbre dans le temps : la vitesse, hauteur, couronne, système racinaire...
- L'inclinaison du soleil
- La hauteur du bâtiment pouvant bénéficier de cet apport

Elle ne peut cependant pas être le seul outil. Le principe peut être développé sur les dessins des façades, ou en maquette.

1 Partie ombrée de la façade le 21 juin à 12h00 pour un arbre de 7 mètres de hauteur et 3,50 mètres de couronne placé à 3 mètres de la façade

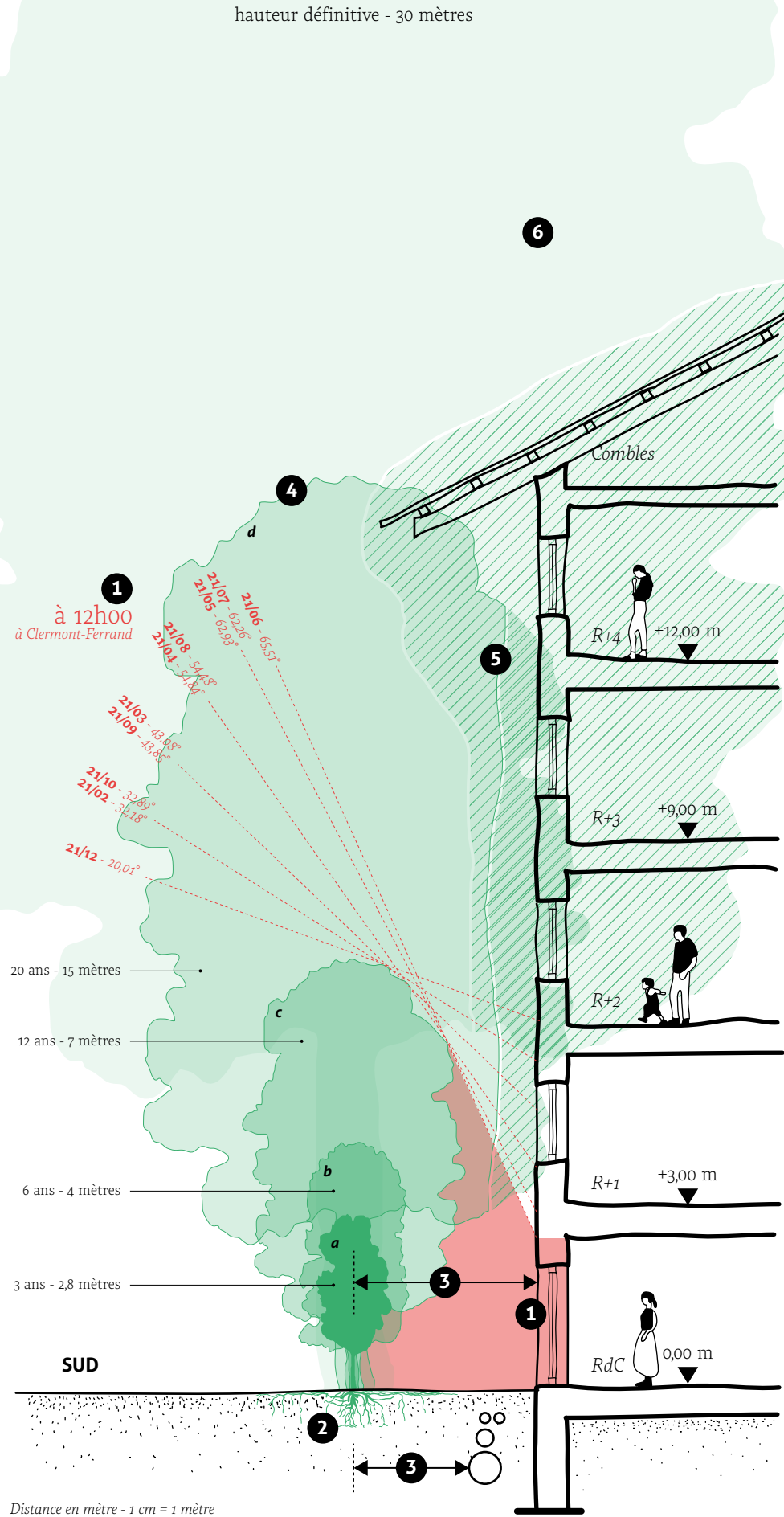
2 Penser au **développement racinaire** du végétal pour des question d'**accès à l'eau** de capacité de développement et de **stabilité des fondations** du bâtiment

3 Certaines distances vis-à-vis des façades ou des réseaux sont préconisées ou exigées (normes, compagnie d'assurance...)

4 Un arbre de 15 mètres de haut, placé à 3 mètres de la façade avec un couronnement de 7,80 mètres peut produire de l'ombre sur une hauteur d'immeuble de R+4. Dans le cas ci-contre, l'immeuble comporte un débord de toiture permettant un apport d'ombre supplémentaire au dernier niveau.

5 Dans cette situation, à partir de 20 ans, la largeur de la couronne de l'arbre dépasse la distance de plantation avec la façade. Des questions de taille de l'arbre entre en jeu. Aussi la distance de plantation pose peut-être question.

6 Au-delà d'une certaine hauteur de développement, la toiture du bâtiment peut également bénéficier de l'ombre de l'arbre.



Distance en mètre - 1 cm = 1 mètre

PLAN  
DE PRINCIPLE

Distance en mètre  
1 cm = 1 mètre

FAÇADE  
DE PRINCIPLE

20 ans - 15 mètres

12 ans - 7 mètres

6 ans - 4 mètres

3 ans - 2,8 mètres

OUEST

Combles

R+4  
+12,00 m

R+3  
+9,00 m

R+2  
+6,00 m

R+1  
+3,00 m

EST

Distance en mètre - 1 cm = 1 mètre



# L'EXEMPLE DU SECTEUR DE LA PLACE DE LA LIBÉRATION À COURPIÈRE DANS LE PUY-DE-DÔME

Le secteur de la place de la Libération se situe aux abords du centre historique de Courpière. Ce secteur, composé d'îlots denses, est occupé par des bâtiments accueillant des commerces et des logements. La configuration de cet espace public est largement dédiée aux véhicules motorisés. La place elle-même correspond à un parking situé à la croisée de l'avenue de Thiers, qui constitue l'entrée nord, et du boulevard Vercingétorix, lequel, avec la rue du 11 Novembre et le boulevard Gambetta, forme la ceinture du centre historique : deux axes routiers très fréquentés. La forte circulation automobile entraîne une prédominance d'espaces minéraux, majoritairement imperméables. La présence de végétation dans l'espace public se limite à deux arbres en difficulté et à quelques parterres fleuris. Sur la partie nord, le tissu bâti est plus lâche et laisse place à des jardins privés. L'absence de végétation dans l'espace public, combinée aux sols minéraux et imperméables, rend cet espace peu praticable et contribue à l'inconfort thermique à l'intérieur des bâtiments lors des périodes chaudes, appelées à devenir plus fréquentes. Seuls les jardins privés participent aujourd'hui au rafraîchissement du secteur en période estivale. Leur contribution reste toutefois insuffisante et ne permet pas, à elle seule, d'assurer le confort thermique des espaces publics et intérieurs. Afin de remédier à cette situation, la mise en place d'une structure végétale organisée apparaît comme une solution à la fois évidente et relativement simple à mettre en œuvre. Elle demeure néanmoins complexe à étudier en raison de plusieurs contraintes : présence des réseaux souterrains, développement des systèmes racinaires, choix des espèces selon leur croissance, leur capacité d'adaptation au climat et la nature du sol. Le plan de masse du secteur de Courpière présenté ci-contre met en évidence les problématiques précédemment évoquées. Il constitue l'un des outils permettant d'étudier les solutions de rafraîchissement par le végétal. Il met également en lumière la question de la « cinquième façade » à protéger : la toiture. Celle-ci est en effet particulièrement exposée en période de forte chaleur et reste difficile à rafraîchir.



## PLAN DE MASSE

Extrait situé à Courpière  
(Puy-de-Dôme)

### 1 - Îlot dense

- masse minérale : emmagasine la chaleur et la restitue la nuit en période chaude
- absence de végétation ou présence sommaire

### Végétal

- Végétation basse (pelouse, haie, arbuste...)
- Végétation hautes tiges

### Minéral

- Surfaces minérales (enrobé, pavé, sable...)
- Toitures en pente - principalement de la terre cuite
- Toitures terrasse (gravillon, revêtement bitumineux)
- Façades sur l'espace public particulièrement exposées en périodes chaudes et à protéger







À gauche  
Place Saint-Eutrope, Clermont-Ferrand.

Le développement et la hauteur des arbres permettent d'apporter de l'ombre aux logements ainsi qu'à leurs balcons orientés à l'est.

À droite  
Rue de l'église, Augerolles.

La végétation grimpante constitue un autre dispositif végétal permettant d'améliorer le confort intérieur du logement. Sur cette photo, prise en hiver, les feuilles de la vigne vierge sont tombées. Cela permet aux rayons du soleil d'atteindre directement les façades, de les réchauffer et ainsi d'améliorer le confort intérieur en période hivernale.







Ci-contre  
Rue Sidoine Apollinaire, Clermont-Ferrand.

La façade ouest d'une partie des bâtiments du collège Sidoine Apollinaire est protégée du rayonnement solaire en période chaude grâce à la présence d'un alignement d'arbres. Plantés à proximité des bâtiments, ces arbres ont été entretenus de manière à permettre leur bon développement. Les bâtiments, d'une hauteur de 3 à 4 niveaux (R+2 et R+3), présentent des proportions bien adaptées : combinées au bon développement de la végétation, elles permettent aux arbres d'ombrager efficacement les façades et d'améliorer ainsi le confort thermique des espaces intérieurs.





À gauche  
Centre-bourg, Augerolles.

Illustration d'une vigne-vierge grimpante sur toute la hauteur d'un bâtiment situé dans le centre-bourg d'Augerolles à proximité immédiate de l'église. Les espaces privés ou publics des centres-bourgs ne permettent pas souvent de planter des arbres. Pour des questions d'espace (confortable) de plantation non disponibles ou pour des raisons de passage de réseaux. La solution de végétation grimpante est envisagée pour rafraîchir les façades. Ici la photographie est prise en été, les feuilles viennent contrer les rayons du soleil avant qu'ils n'atteignent les murs. Cette photographie illustre également une partie de l'aménagement récent des sols de cet espace public, situé au cœur du bourg. Les plantations visibles sont encore peu développées, car elles ont été installées récemment, et cohabitent avec quelques sols en pleine terre. La question de l'équilibre entre surfaces minérales et surfaces végétalisées se pose : cette répartition est-elle adaptée au contexte du site ? Par ailleurs, les espaces de pleine terre donnent l'impression de manquer d'eau.

À droite, en haut  
Ruelle de centre-bourg, Joze.

Illustration d'un positionnement judicieux des végétaux dans une rue qui serait orientée est-ouest. Mais la photographie est trompeuse : la rue est en réalité nord-sud. De plus, bien qu'un bâtiment soit légèrement visible à droite, il n'y a plus de construction à l'est sur le reste de la rue. La végétation contribue néanmoins au rafraîchissement de l'espace public.

À droite en bas  
Boulevard Aristide Briand, Clermont-Ferrand.

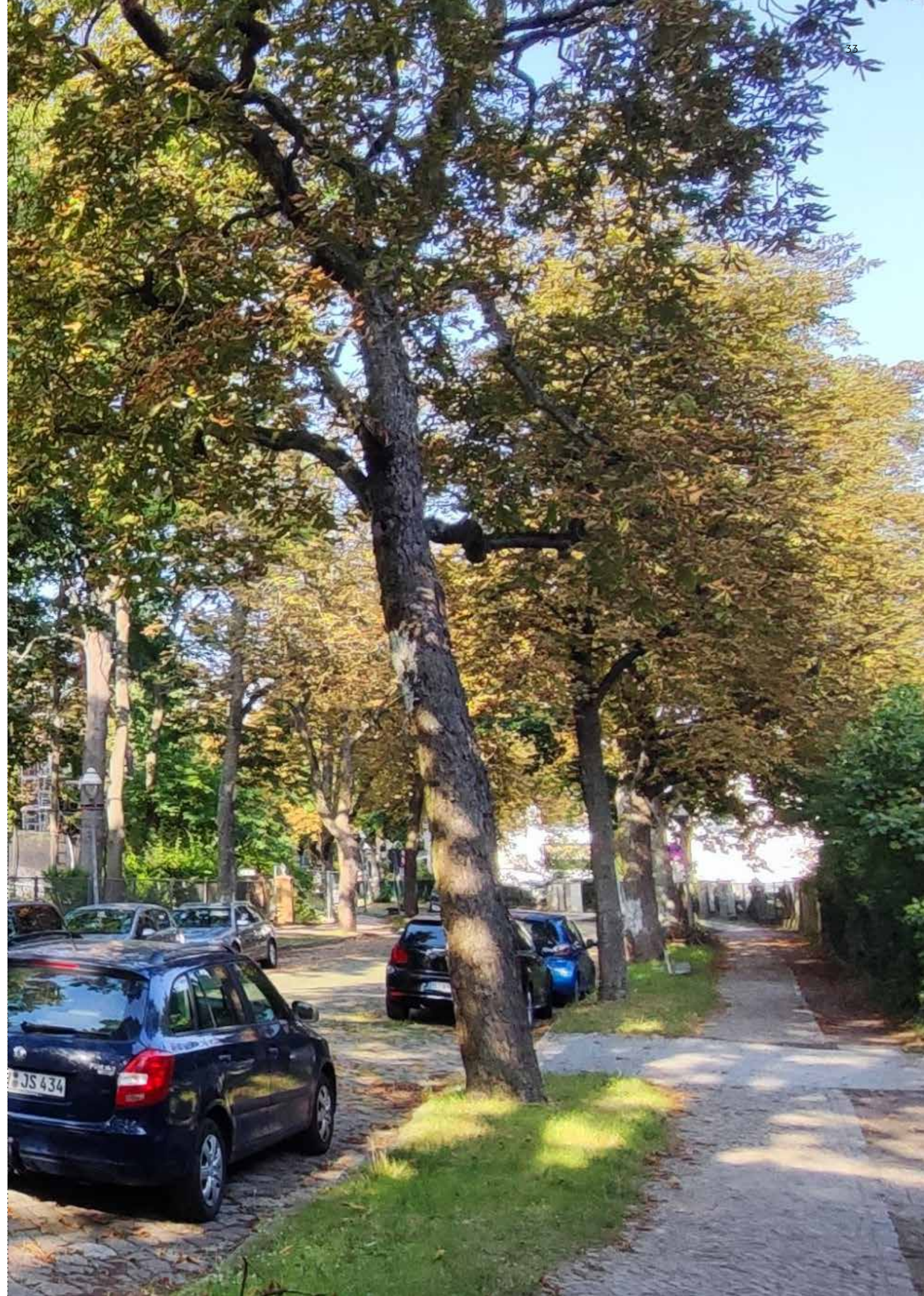
La photographie montre la façade ouest d'un bâtiment, protégée par une végétation à la fois privée (une plante grimpante, glycine) et publique (un arbre à feuilles caduques).



# REPENSER LA VÉGÉTALISATION URBAINE FACE AU DÉRÈGLEMENT CLIMATIQUE

La crise climatique que nous traversons impose une refonte complète de notre approche du végétal en milieu urbain. Au-delà des considérations esthétiques traditionnelles, la végétalisation des villes devient un enjeu de santé publique, de biodiversité et de résilience environnementale. L'ampleur des transformations nécessaires pour adapter nos espaces urbains aux nouvelles réalités climatiques est immense.

Page ci-contre :  
alignement  
d'arbres qui forme  
une voûte végétale  
à Berlin.





## UN RÉGIME CLIMATIQUE BOULEVERSE

Le terme de "réchauffement climatique" est aujourd'hui jugé réducteur par les experts. Nous assistons en réalité à un dérèglement climatique profond qui transforme radicalement les conditions de vie des végétaux. Les climats tempérés évoluent vers un régime à deux saisons contrastées : une saison sèche marquée par un manque total d'eau, et une saison humide ponctuée d'intempéries de plus en plus violentes, avec des épisodes d'inondations brutales. Ce bouleversement s'accompagne d'un allongement sensible de la saison de végétation. Les hivers raccourcissent, les automnes se prolongent, créant parfois des conditions propices à un nouveau développement végétal tardif chez certaines espèces. L'accumulation de petits degrés supplémentaires peut même provoquer la fructification d'espèces qui n'en produisaient pas auparavant. Contrairement à une idée reçue, le dérèglement climatique n'élimine pas les épisodes de froid intense. Si les canicules s'intensifient et se multiplient, des froids brutaux de l'ordre de -15°C à -18°C restent possibles. Cette réalité impose de maintenir des critères de rusticité stricts dans la sélection des essences, tout en préparant les végétaux à supporter des chaleurs extrêmes.

## LES CONSÉQUENCES OBSERVÉES SUR LA BIODIVERSITÉ

Les inventaires faune-flore réalisés dans les régions montrent un changement complet des espèces présentes. Des espèces thermophiles (qui aiment la chaleur) dotées d'une forte capacité de dispersion colonisent désormais le Nord de la France : certaines chauves-souris, libellules et papillons apparaissent là où ils étaient absents il y a quelques décennies. De même, des plantes sauvages typiquement méditerranéennes parviennent à s'adapter durablement en Auvergne voir plus au nord. L'allongement des saisons et le contexte urbain thermique permettent même à certains fruits, comme ceux des figuiers plantés en ville, d'arriver à maturité, phénomène impossible il y a quelques années seulement. Revers de la médaille, les échanges internationaux entraînent l'introduction accidentelle de nouveaux organismes ravageurs. Ces introductions, liées au matériel (bois, palettes) ou à l'importation de plantes vivantes,

ne sont pas toujours directement liées au climat mais profitent des nouvelles conditions pour prospérer. Parmi les exemples les plus préoccupants figurent le charançon rouge des palmiers ou l'agrite du frêne, véritable fléau qui ravage les populations de frênes.

## LES STRATÉGIES VÉGÉTALES FACE À LA SÉCHERESSE

Face aux contraintes hydriques croissantes, les végétaux adoptent différentes stratégies de survie, qu'il est essentiel de comprendre pour opérer les bons choix :

- Les "Marathoniens" : ces plantes dépendent d'un apport régulier en eau. En cas de sécheresse prolongée, elles subissent des embolies (obstruction des vaisseaux conducteurs de sève) qui peuvent entraîner leur mort. Les cèdres en sont un exemple typique : sans enracinement profond leur permettant d'atteindre les réserves en eau souterraine, ils risquent de disparaître des paysages urbains.
- Les "Régulateurs" : ces végétaux ajustent finement leur évapotranspiration en fonction des conditions. Souvent originaires de milieux semi-arides comme le Nord du Mexique, ils possèdent des mécanismes physiologiques leur permettant de limiter leurs pertes en eau sans bloquer complètement leur activité métabolique.
- Les "Bloqueurs" : ces plantes interrompent complètement leur métabolisme pendant les périodes chaudes et sèches. Elles "font le gros dos" et entrent en dormance estivale. Les végétaux méditerranéens excellent dans cette stratégie, tout comme le marronnier de Californie qui perd ses feuilles dès le mois d'août pour économiser ses ressources.

## ADAPTER LA PALETTE VÉGÉTALE

Le choix des essences à privilégier en milieu urbain fait l'objet de débats passionnés entre deux approches complémentaires, écologique et résiliente.

L'approche écologique : prioriser les espèces indigènes

Les espèces locales constituent les piliers des écosystèmes

et soutiennent une biodiversité sans commune mesure avec les espèces introduites. Un exemple éloquent : le saule blanc peut héberger environ 560 espèces d'insectes phytophages, contre très peu pour le platane ou le févier d'Amérique. Ces insectes constituent la base de la chaîne alimentaire et nourrissent oiseaux, chauve-souris et autres auxiliaires. Dans cette perspective, plusieurs villes testent des espèces indigènes thermophiles mieux adaptées aux conditions chaudes : l'Alisier des bois (*Sorbus terminalis*) qui accepte tous les sols mêmes calcaires mais de préférence un peu frais sous exposition ensoleillée ou à mi-ombre ou le Chêne pubescent (*Quercus pubescens*). Ces arbres offrent des alternatives intéressantes pour restaurer la biodiversité tout en tenant compte des contraintes climatiques actuelles.

L'approche de la résilience : introduire des espèces adaptées

Face à l'intensité et à la fréquence des sécheresses, l'introduction d'espèces issues de régions à forte amplitude thermique devient nécessaire. Ces essences, testées pour leur résistance exceptionnelle, représentent les arbres de demain :

- Lérable trident (*Acer buergerianum*), originaire de Mongolie, présente une résistance remarquable tant aux UV intenses qu'aux froids extrêmes (-40°C). Sa capacité à supporter la sécheresse tout en maintenant une belle densité de feuillage en fait un candidat idéal pour les milieux urbains contraints.
- Lérable de Montpellier (*Acer monspessulanum*) s'avère particulièrement performant dans les rues étroites grâce à sa grande capacité d'adaptation et sa résistance au climat continental.
- Le chêne à feuilles de châtaignier (*Quercus castaneifolia*) originaire d'Iran et d'Azerbaïdjan, se distingue par une croissance extraordinaire pouvant atteindre plus d'un mètre par an. Sa résilience exceptionnelle provient de sa capacité à s'associer à un large cortège de micro-organismes (bactéries et mycorhizes) qui lui permettent de prospérer dans pratiquement n'importe quel type de sol, qu'il soit pauvre, sec ou même marécageux.

Autres essences remarquables

- Le févier d'Amérique (*Gleditsia triacanthos*) : hautement résistant aux UV et à la chaleur, particulièrement adapté aux alignements urbains
- L'arbre à miel (*Tetradium daniellii*) : plus il fait chaud et sec, mieux il pousse
- Le savonnier (*Koelreuteria paniculata*) : apprécié pour sa floraison et sa résistance à l'atmosphère sèche des

- villes
- Le chêne liège de Chine (*Quercus variabilis*) : bien pour son port régulier et son adaptation au plein soleil

Cette ouverture vers des essences étrangères doit cependant s'accompagner d'une grande vigilance. Certaines espèces introduites peuvent devenir des plantes envahissantes et introduire des problèmes sans régulation naturelle. L'absence de prédateurs et de parasites spécifiques peut conduire à une prolifération incontrôlée, menaçant les écosystèmes locaux.

## LES CRITÈRES DE SÉLECTION : AU-DELÀ DU THERMOMÈTRE

La sélection des arbres ne peut plus se limiter à leur capacité à supporter la chaleur. Les experts et pépiniéristes insistent sur plusieurs critères rigoureux, souvent négligés. Les espèces sélectionnées doivent provenir de régions à forte amplitude thermique pour garantir leur rusticité face aux extrêmes. Un arbre capable de supporter +40°C en été et -18°C en hiver offrira une bien meilleure garantie de pérennité qu'une essence méditerranéenne habituée à des hivers doux. De même un arbre peut être résistant à la sécheresse mais voir son feuillage littéralement "griller" sous des insulations fortes et des UV puissants. Ce phénomène est particulièrement visible en milieu urbain où les surfaces minérales réfléchissent et concentrent les rayonnements. Au Nord de la Loire, l'humidité hivernale constitue un facteur limitant majeur. Par exemple, le cyprès de Provence, bien que parfaitement résistant à la chaleur estivale, dépérit dans les terrains argileux s'ils sont trop humides en hiver. Cette réalité impose de croiser les données climatiques estivales et hivernales. De plus l'origine exacte d'un plant est cruciale. Une même espèce prélevée en bord de mer peut geler à -5°C, tandis que la même espèce prélevée à 1500 m d'altitude résistera à des hivers rigoureux. Cette notion d'écotype devrait être systématiquement renseignée lors des commandes en pépinière.





## MIEUX PLANTER DANS L'ESPACE URBAIN

Végétaliser ne signifie pas simplement planter des arbres au hasard. Il s'agit de composer avec différentes strates pour remplir des rôles variés et créer de véritables écosystèmes urbains favorables à la santé. L'échec de nombreuses plantations urbaines trouve son origine dans une mauvaise conception du sol et des techniques de plantation inadaptées. Les fosses de plantation traditionnelles sont devenues de véritable « bombe à retardement ». Ces fosses étroites et fermées, souvent enrichies en amendements, agissent comme des pièges où les racines tournent en rond sans jamais prospecter le sol environnant. Si la fosse est trop riche par rapport au sol environnant, les racines n'ont aucune raison de sortir. Elles tournent à l'intérieur, consomment rapidement tout le carbone disponible, et l'arbre commence à dépérir au

bout de quelques années. C'est exactement ce qui s'est produit avec de nombreux platanes urbains. Aujourd'hui on préconise des fosses ouvertes, sans séparation net avec le sol indigène, pour favoriser l'ancrage profond. Un simple travail du sol déjà en place suffit (cf. schéma ci-contre). Ce travail du sol doit être tel que le terrain agisse comme une éponge, stockant les eaux hivernales qui remonteront par capillarité durant l'été. Le pied d'arbre ne doit plus être considéré comme une zone perdue ou simplement décorative. Il doit devenir une zone de recueil des eaux de ruissellement, évitant ainsi la saturation des réseaux d'égouts lors des orages tout en alimentant l'arbre en eau.

Il persiste également une erreur, qui consiste à vouloir planter des arbres de gros diamètre pour obtenir un effet immédiat. Or, ces sujets ont souvent un système racinaire mutilé en pépinière et peinent à s'adapter. Ils ne développent qu'un système racinaire superficiel qui risque de ne pas résister aux tempêtes. À l'inverse, planter des arbres très jeunes permet un enracinement optimal et une croissance qui rattrape rapidement celle des gros sujets stressés. Cette approche demande de la patience mais garantit la pérennité à long terme.

## LE SOL VIVANT : LA CLÉ DE LA RÉSILIENCE

Un arbre ne survit jamais seul. Sans micro-organismes, aucune végétation durable n'est possible. Le succès d'une plantation repose essentiellement sur la symbiose mycorhizienne : l'association entre les racines et les champignons du sol. Les filaments des champignons (hyphes) augmentent la capacité de l'arbre à trouver de l'eau de 5 à 500 fois par rapport à ses seules racines. Cette augmentation phénoménale explique pourquoi certains arbres résistent à des sécheresses prolongées tandis que d'autres, plantés dans les mêmes conditions mais sans mycorhizes, dépérissent. Le végétal fournit des sucres (produits de la photosynthèse) au champignon, qui en retour lui apporte de l'eau et des nutriments (azote, phosphore) inaccessibles au réseau racinaire seul. Cette collaboration est si efficace qu'elle explique en grande partie le succès extraordinaire du chêne à feuilles de châtaignier : sa capacité à s'associer avec un large cortège de micro-organismes lui permet de coloniser pratiquement n'importe quel type de sol. De même, il est impératif d'éviter le compactage et le piétinement au pied des arbres. Le tassement du sol détruit

### TRANSFORMER LE PIED D'ARBRE EN SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION DES EAUX PLUVIALES

- 1 Apport Bois Raméal Fragmenté (BRF), compost et ensemencement en micro-organisme
- 2 Décompactage du sol en place, apport broyat et/ou copeaux puis compactage léger
- 3 Décompactage du sous-sol en place, apport broyat et/ou copeaux puis compactage léger
- 4 Grave enrichie en terre végétal ou compost



l'oxygène nécessaire aux micro-organismes et condamne progressivement l'arbre. Un périmètre de protection de 3 à 6 mètres selon l'âge de l'arbre devrait être systématiquement respecté, ce qui n'est malheureusement jamais le cas lors de travaux ou de construction de bâtiments en ville. Un végétal stressé par de mauvaises conditions de sol devient infiniment plus vulnérable aux parasites. L'implantation n'est pas un détail technique mais le paramètre fondamental qui détermine le succès ou l'échec d'une plantation.

## LES INNOVATIONS EN PÉPINIÈRE : PRÉPARER DES ARBRES RÉSILIENTS

Certains pépiniéristes expérimentent des techniques culturelles révolutionnaires pour produire des arbres naturellement résistants à la sécheresse. Ces pépiniéristes élèvent leurs plants dans du sable, sans arrosage régulier ni apport d'engrais. Cette contrainte force le développement d'un système racinaire profond et endurci, capable de prospecter en profondeur dès la plantation. Les arbres ainsi produits sont certes moins spectaculaires visuellement, mais infiniment plus résistants une fois installés. Cette approche s'oppose radicalement aux méthodes conventionnelles qui produisent des arbres "dopés" aux engrais, visuellement impressionnants mais fragiles et dépendants des apports extérieurs.

## FAIRE LE BON CHOIX

Le choix entre un végétal indigène en souffrance ou un végétal importé et adapté n'est pas binaire. L'approche recommandée consiste à mener de front les trois pistes (adaptation locale, migration assistée, espèces exogènes adaptées) pour garantir la préservation d'un maximum d'espèces et la résilience future. Cette stratégie tripartite s'inspire des approches forestières et de recherche :

1. Adaptation locale : chercher une descendance adaptée au sein des espèces locales
2. Migration assistée : utiliser des populations d'espèces indigènes provenant de régions plus méridionales (par exemple, des provenances pyrénéennes testées dans les Vosges)

3. Espèces exogènes : introduire prudemment des espèces américaines ou asiatiques ayant une résistance naturelle à la chaleur sèche

## CONSTRUIRE LA VILLE RÉSILIENTE

La ville de demain ne doit pas seulement être "verte", elle doit être résiliente. Cette résilience passe par une transformation profonde de nos pratiques :

- Abandonner les solutions standardisées au profit d'une approche écologique fine
- Privilégier des espèces à forte amplitude thermique tout en maintenant un socle d'espèces indigènes pour la biodiversité
- Créer des sols vivants, riches en carbone et en micro-organismes
- Intégrer la gestion de l'eau dans la conception même des espaces plantés
- Former les professionnels aux disciplines fondamentales : botanique, pédologie, écologie

Le défi est immense, mais les solutions existent. Elles demandent simplement de retrouver une humilité face au vivant, de réapprendre à observer la nature, et de replacer la connaissance scientifique au cœur des décisions d'aménagement. Il est primordial de cesser d'imposer nos désirs aux végétaux et apprendre à composer avec leurs exigences. L'arbre urbain de demain ne sera ni exclusivement indigène ni totalement exotique. Il sera le fruit d'une sélection rigoureuse, planté dans un sol vivant, associé à d'autres espèces, et intégré dans une gestion globale de l'eau. C'est à ce prix que nos villes pourront traverser les bouleversements climatiques à venir tout en offrant des espaces de vie, de fraîcheur et de biodiversité favorables à la santé de leurs habitants.



En haut :  
La zone boisée a été préservée lors de la construction du nouveau quartier (Berlin)

En bas :  
Une place arborée qui a été désimperméabilisée à Genas (69) afin d'apporter plus d'eau aux platanes



# S'ADAPTER AU LIEU

## L'INCIDENCE DU CLIMAT SUR L'URBANISME TRADITIONNEL ARABE

Le dérèglement climatique nous invite à nous questionner sur notre manière d'habiter le lieu pour trouver, ou retrouver, du confort de vie notamment dans des conditions extrêmes. Pour autant, faut-il tout réinventer ? Faut-il se tourner vers toujours plus de technicité pour pallier nos nouveaux problèmes ou peut-on puiser dans l'expérience de l'homme qui a su, jusqu'à présent, s'adapter à son environnement ? Nous proposons ici d'aborder la question de l'adaptation au climat sous le jour de l'observation de la ville traditionnelle arabe, au travers de l'exemple des implantations urbaines du Maghreb et du Moyen-Orient, pour voir les dispositifs opérants en matière d'amélioration du confort d'été et d'observer les similitudes avec la ville traditionnelle occidentale.

À droite, vue d'une rue de la Casbah d'Alger, médina de la capitale, inscrite au patrimoine mondiale de l'UNESCO depuis 1992  
Hana Aouak © UNESCO





Les implantations urbaines dans les pays du Maghreb se sont effectuées selon deux axes qui correspondent à des besoins différents. On peut ainsi distinguer les médinas, qui sont des villes abritant des activités diverses et les ksour, domaines ruraux à vocation agricole.

## LA FORME URBAINE DES MÉDINAS MAROCAINES

Le terme de « médina » nous vient de l'arabe مَدِينَة , *madinat* qui désigne la ville. Il est utilisé pour désigner les villes anciennes traditionnelles dans l'Afrique du Nord, mais également au Moyen-Orient, à Malte ou en Espagne. Ces villes, qui prennent place dans des territoires de faible densité, sont traditionnellement des lieux d'échanges et de commerces et se caractérisent par un tissu très dense et une grande stabilité des formes urbaines liée à des règles d'urbanisme très strictes.

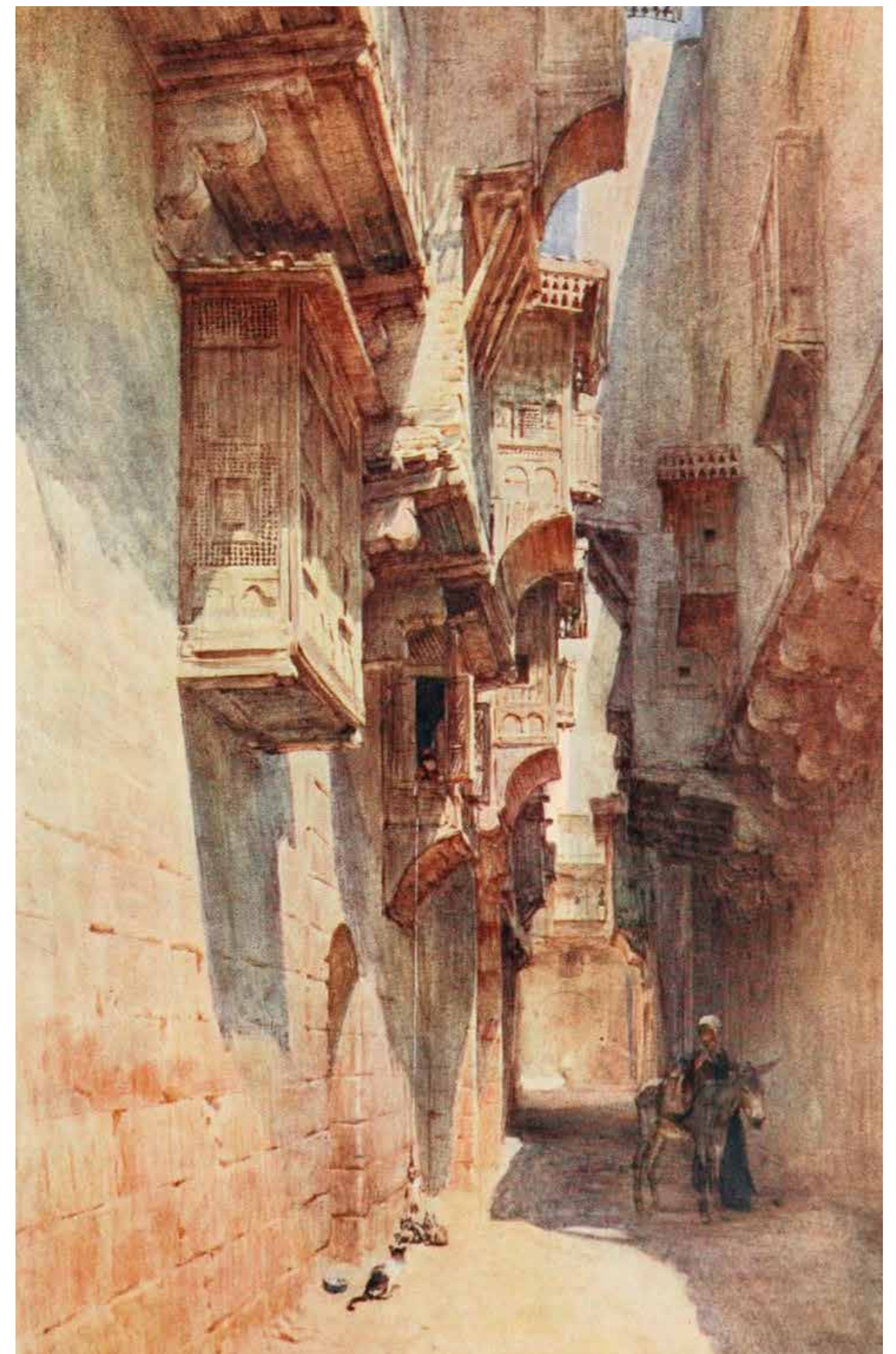


Implantées dans des zones soumises à un climat extrême, les médinas ont dû adapter leur morphologie aux contraintes du site. Elles se sont développées de préférence dans les fonds de vallées ou à mi-pente, à proximité des oueds ou en bord de mer. Pour se préserver d'un climat rude, les médinas ont dû mettre en œuvre un ensemble de dispositifs visant à tirer parti, au mieux, des contraintes climatiques tout en permettant une diversité des usages de la ville et une organisation sociale riche et hiérarchisée. La répartition des usages et les fonctions joue un rôle important sur la morphologie de la médina en rendant possible une hiérarchie des voies qui vont d'un gabarit de rue commerçante à une desserte privée ou de voisinage par une voie très étroite. En découle un tissu dense mais intensément innervé, avec des îlots de petite taille. Le développement urbain par poches successives, a permis de conserver la densité lors des agrandissements. La compacité et le gabarit des rues font des médinas des villes dans lesquelles les déplacements s'effectuent uniquement à pied, pour autant, la ville ne s'est pas étendue au-delà des limites facilement parcourables, ainsi, la médina de Fès, qui est la plus étendue, peut se traverser à pied en 40min.

À gauche, en haut, schéma de principe du statut des espaces non-bâtis d'une médina allant de l'espace privé du patio à gauche à des voies semi-privées en impasse, puis semi-publiques pour la desserte locale jusqu'aux voies commerçantes, de statut public, à droite.

En bas à gauche, Comparaison à la même échelle de la médina de Meknès, du centre historique de Clermont-Ferrand et d'un lotissement de Vaux-en-Velin. Les villes traditionnelles arabes comme occidentales possèdent une forte densité et malgré leurs différences (tailles des îlots et hauteurs des constructions), elles sont construites sur un modèle qui envisage la ville comme un espace d'échange et de commerce où le mode de déplacement piéton est privilégié. Les extensions contemporaines occidentales montrent au contraire une perte de densité et l'établissement d'un modèle dans lequel la voiture est privilégiée.

À droite Tyndale, Walter (1855-1943) - Au pied des cataractes 1907, Une ruelle du quartier Tulun au Caire.





Les rues des médinas, étroites et sinueuses, permettent le rafraîchissement en maximisant les ombrages et donc en limitant l'exposition des murs au soleil direct sur une longue durée. Les tracés viaires nord-sud sont parfois privilégiés pour bénéficier d'un rafraîchissement lors de fortes chaleurs.

Les rues peuvent être couvertes de voûtes végétales ou de velums, en particulier pour les rues commerçantes qui ont une largeur plus importante que les voies privées.

## L'ARCHITECTURE TRADITIONNELLE DES MÉDINAS

À l'échelle de la parcelle, des dispositifs architecturaux permettent également d'améliorer le confort thermique. Ainsi, les maisons sont généralement mitoyennes et possèdent des murs très épais. L'habitat traditionnel comprend deux groupes principaux d'habitation que sont les dars, maisons familiales traditionnelles et les riad, demeures luxueuses. Pour ces deux types de constructions, on retrouve les mêmes aménagements pour la gestion de la chaleur.

Concernant l'organisation générale du bâti, les corps de bâtiments prennent place autour d'un espace de cour ou de jardin, qui, outre son rôle fonctionnel d'espace d'accueil et de rencontre, joue un rôle de régulateur thermique en permettant l'éclairage et l'aération. Dans l'habitat traditionnel, les pièces de vie sont éclairées par le patio et desservies par une galerie ouverte.

Le rez-de-chaussée possède une hauteur importante qui permet à l'air chaud de monter pour garder la fraîcheur au sol. L'air chaud est évacué par dépression grâce à une circulation d'air entre de larges ouvertures en partie basse et de petites ouvertures en partie haute. À l'étage, la galerie devient balcon couvert.

Le confort d'été est souvent amélioré également par la présence d'une fontaine et de végétation dans le patio. Le climat a eu une incidence sur tous les aspects de la médina : il a induit la morphologie de sa trame viaire, a déterminé les limites et l'étendue de la ville, a contraint l'architecture et a modifié les usages de l'espace public. La même adaptation au lieu et à ses contraintes se retrouve dans les implantations rurales et agricoles, c'est le cas des Ksour, villages fortifiés de montagnes présents dans toute l'Afrique du Nord.



En haut

À gauche, une rue de Fès, au Maroc. Les rues commerçantes des médinas sont souvent protégées de vélum ou autres pare-soleil pour éviter une chaleur excessive (Holger Uwe Schmitt © BY-NC 4.0).

À droite une rue d'Aurillac dans le Cantal. L'utilisation de parapluies en protection solaire se rencontre régulièrement depuis une quinzaine d'années dans certaines villes du Sud de la France. À Aurillac, ce procédé permet également de valoriser les savoir-faire locaux en utilisant des productions du Cantal, la question de la réutilisation est également envisagée avec des partenariats avec des artisans du domaine de la mode (Marie-Edwige Hebrard @medwigeh).

En bas

À gauche, exemple de patio à Marrakech au Maroc (Michael A. Toler, Aga Khan Documentation Center at MIT © BY-NC 4.0).

À droite, une vue de la cour de l'Hotel Guymoneau à Riom. La cour intérieure est une figure répandue dans l'habitat traditionnel que l'on retrouve dans tout le bassin méditerranéen, elle peut permettre la régulation thermique mais également l'apport solaire, elle permet l'organisation des circulations et la répartition des espaces dans une transition entre l'espace public de la rue jusqu'à l'espace intime du foyer (© Dépôt de la Société française d'archéologie, Ministère de la Culture (France), Médiathèque du patrimoine et de la photographie, diffusion GrandPalaisRmn Photo).





LES Ksour

Les ksour (sing. ksar رصق) sont des villages fortifiés des zones désertiques de l'Afrique du Nord, sur les routes des caravanes. Ils sont généralement adossés au versant des coteaux de vallées et situés au débouché de ruisseaux de montagne. Installés dans des zones inhospitalières, les ksour témoignent de la manière dont l'homme a adapté son habitat à ce milieu et en a tiré le meilleur parti.

UNE GESTION RIGOUREUSE DE L'EAU

Afin de rendre pérenne l'implantation du village, le ksar s'accompagne d'une oasis ou palmeraie. Il existe plusieurs modes d'irrigation des oasis en fonction de la configuration du site, l'eau peut provenir de cours d'eau alimentés par la fonte des neiges des hautes montagnes ou de la nappe aquifère. Dans ce dernier cas, la captation de l'eau se fait par un système appelé foggara (de l'arabe فَرَقَف, faqāra également appelé qanat دَانِق en Iran) qui est constitué d'une galerie souterraine drainante et de puits d'aération et d'entretien. Les foggaras permettent la création des sources artificielles venant alimenter des bassins situés au-dessus des ksour. De là, l'eau est répartie par des canaux de surface à faible pente (les seguia دِيْقِاسْلا grâce à un dispositif en forme de peigne (kesria).

L'ARCHITECTURE DES Ksour

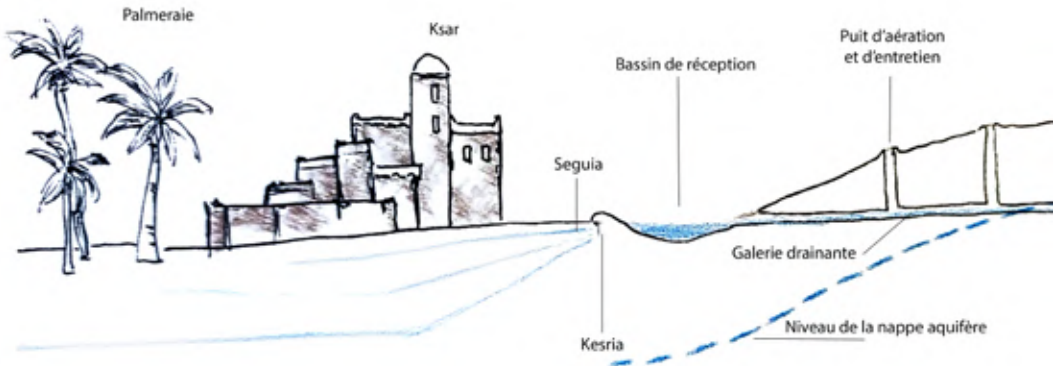
Le choix de l'implantation des ksour, sur les coteaux, est dicté par des raisons de défense, de protection et gestion des ressources. Si l'étagement du bâti garantit aux habitants de ne pas être surpris par l'arrivée d'assaillants et si la forme compacte permet une défense plus facile, avec l'édification de remparts resserrés, ces dispositions permettent aussi de se protéger des vents, qui peuvent être violents dans ces secteurs. Ces choix d'implantation ont également l'avantage de préserver les terres les plus fertiles de la vallée et de les réserver aux cultures les plus consommatrices en eau.



En haut  
Le ksar d'Aït-Ben-Haddou au Maroc (Barbara J. Anello-Adnani © BY-NC 4.0).

En bas, à gauche  
Le qanat perse en Iran (© S.H. Rashedi)

En bas, à droite  
Schéma de principe d'un foggara





En bas à gauche, tours à vent traditionnelles (bâdgir) à Kashan, Iran (Aga Khan Documentation Center at MIT © BY-NC 4.0)

En bas à droite, claustras en terre, New Baris Village à Kharga, Egypt, architecte Hassan Fathy (Aga Khan Trust for Culture © BY-NC 4.0)

À droite, maison Akil Sami à Dahchour, Egypte, architecte Hassan Fathy (Aga Khan Trust for Culture © BY-NC 4.0)

## LE RAFRAÎCHISSEMENT : LES MALQAFS

Parmi les dispositifs permettant le rafraîchissement, la circulation de l'air par dépression est fréquemment utilisée. Les façades exposées au vent sont percées de petites fenêtres alors que les façades opposées possèdent des ouvertures plus grandes ce qui permet une circulation rapide du vent et donc un rafraîchissement.

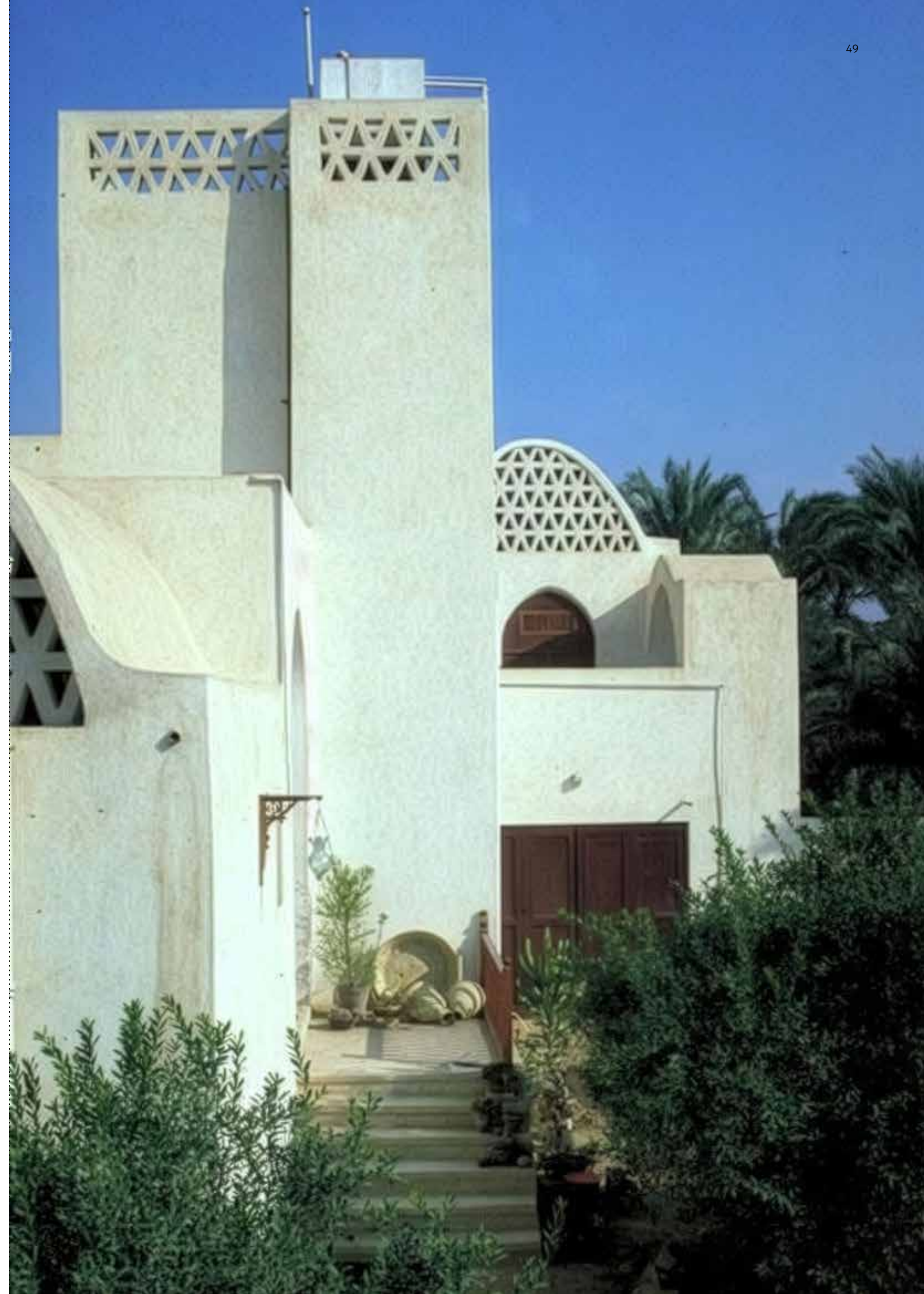
La climatisation naturelle par circulation d'air est également utilisée dans les malqafs ou bâdgirs, également appelés tours à vent et qui permettent l'arrivée d'air pris en hauteur et sa circulation dans le bâtiment. Ce procédé ancien est très utilisé en Iran, comme dans la ville de Yazd, mais pourrait remonter à l'Égypte antique. Des versions plus contemporaines des tours à vent ont été mises en œuvre dans l'architecture contemporaine par des architectes comme Hassan Fathy ou, plus récemment, Yves Lion.



## LA CONSTRUCTION EN TERRE

Dans la construction traditionnelle, le rafraîchissement est également obtenu par l'emploi de la terre crue comme matériaux de construction, comme le notait Hassan Fathy dans son ouvrage "construire avec le peuple" : la terre est un matériau qui "reste frais toute la matinée, emmagasine la chaleur de la journée et la dégage la nuit". La terre crue offre une solution intéressante en termes de régulation hygrométrique et thermique, de plus c'est une ressource locale dont la mise en œuvre est économe en énergie.

La ventilation par claustra peut également être réalisée en terre, le pisé peut donner des effets graphiques qui soulignent l'écriture architecturale contemporaine.





Les savoir-faire traditionnels témoignent d'une volonté de construire en cohérence avec son environnement, d'intégrer des contraintes du site et de tirer le meilleur parti de ses ressources. Cette forme de résilience se retrouve dans la ville arabe, mais également dans l'architecture vernaculaire et dans les villes occidentales où les bâtisseurs ont toujours cherché à s'adapter au climat, en se préservant du froid comme des fortes chaleurs.

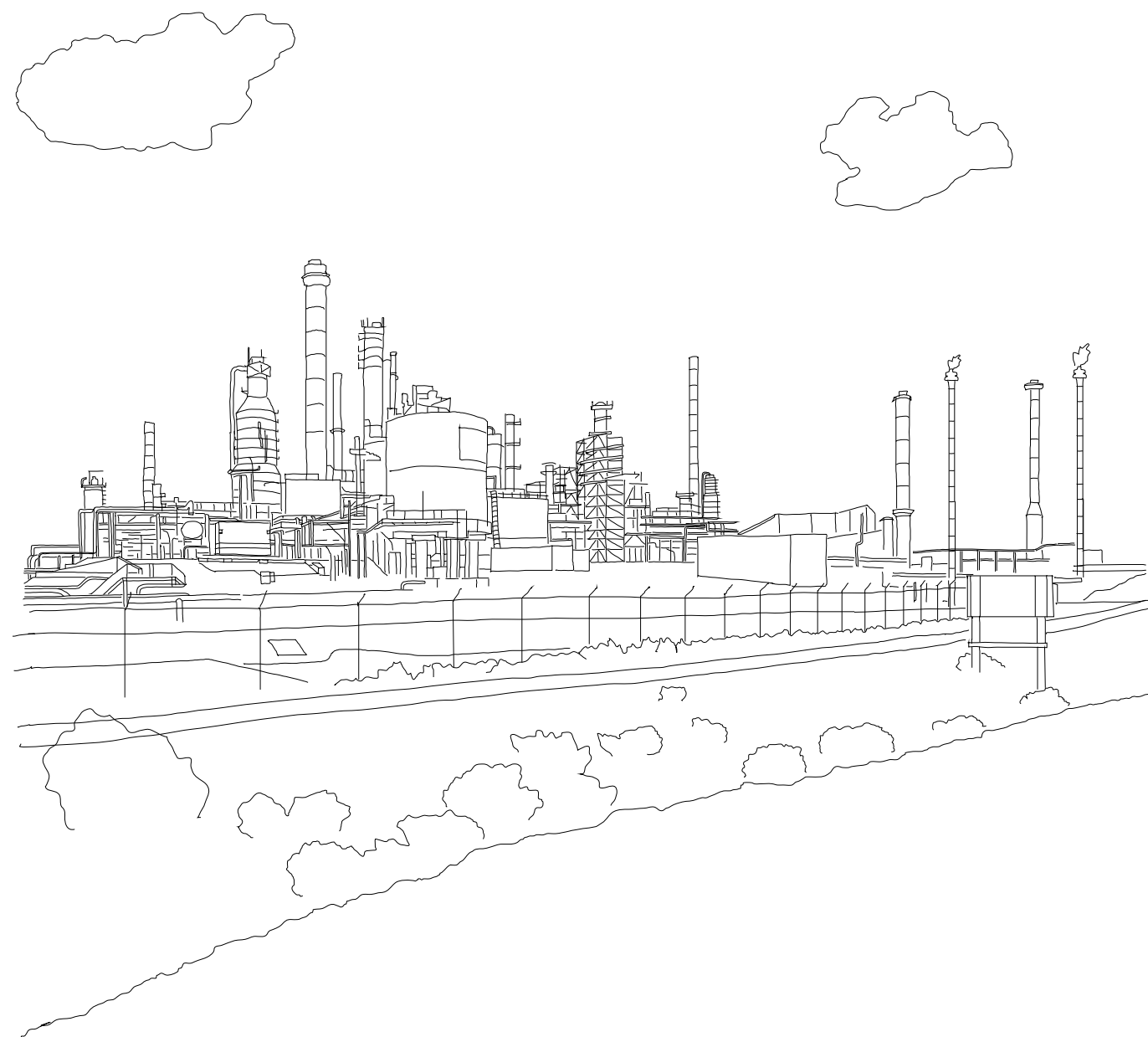
Les constructions traditionnelles arabes peuvent être inspirantes face au changement climatique en montrant une autre voie que la technicité qu'on applique comme mesure corrective pour pallier l'inconfort d'été.

Ci-dessous  
Lycée français  
de Damas, Syrie,  
architecte Yves  
Lion





# PAYSAGES DE LA SANTÉ, SANTÉ DES PAYSAGES

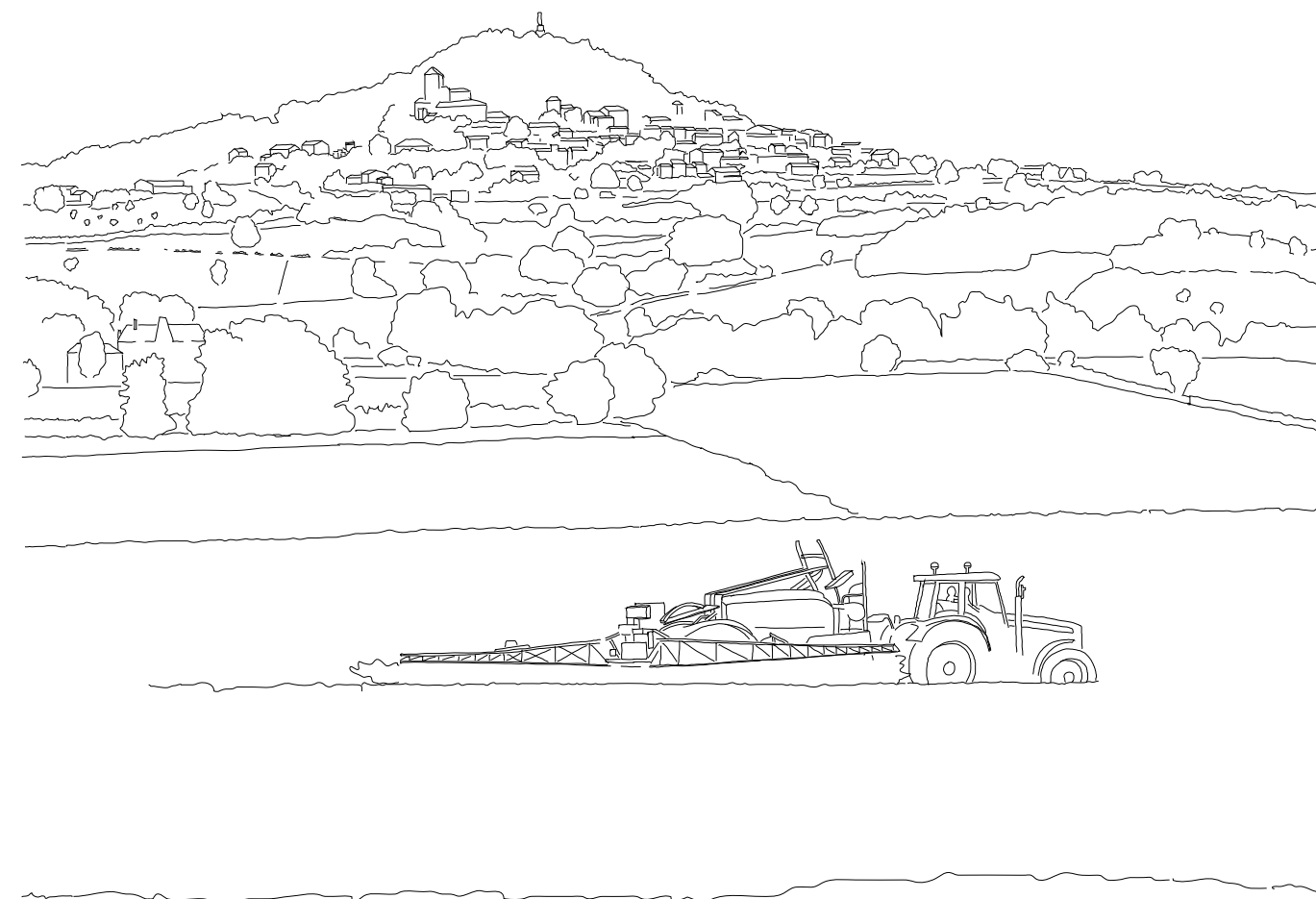


Le rapport de l'ONU publié en ce mois de janvier 2026 montre que pour 1 dollar investi dans la nature et sa préservation, 30 dollars sont investis dans la destruction du vivant et des écosystèmes.

Source : Organisation des Nations Unies.  
Rapport "Etat du financement de la nature 2026" du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE).

Notre sécurité alimentaire ne dépend plus des agriculteurs locaux et de la nature mais de systèmes agro-alimentaires complexes et mondialisés : transport de marchandises longue distance, marchés financiers, cours du pétrole, banques, industries agro-alimentaires, grande distribution, traitement des déchets. Ce système contribue au dérèglement climatique et en est victime. Il est toxique pour les agriculteurs qui peinent à survivre et sont exposés à des contaminations ; toxique pour les consommateurs qui peinent à accéder à des produits de qualité ; toxique pour l'ensemble du vivant (destruction d'écosystèmes, accumulation et dispersion de polluants, gestion de l'eau...).

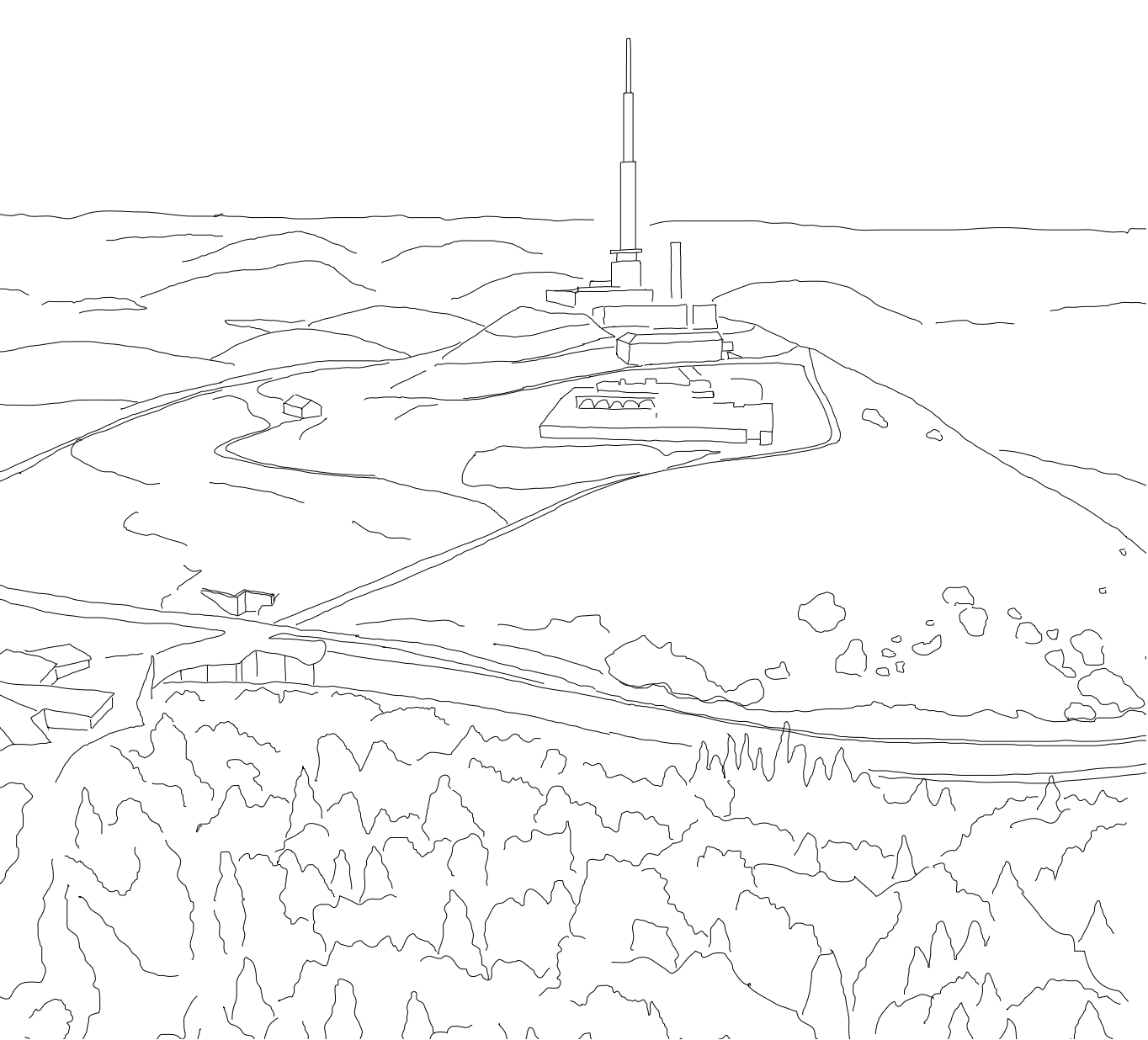
Source : Nourrir l'Europe en temps de crise, Pablo Servigne, 2017, Actes Sud





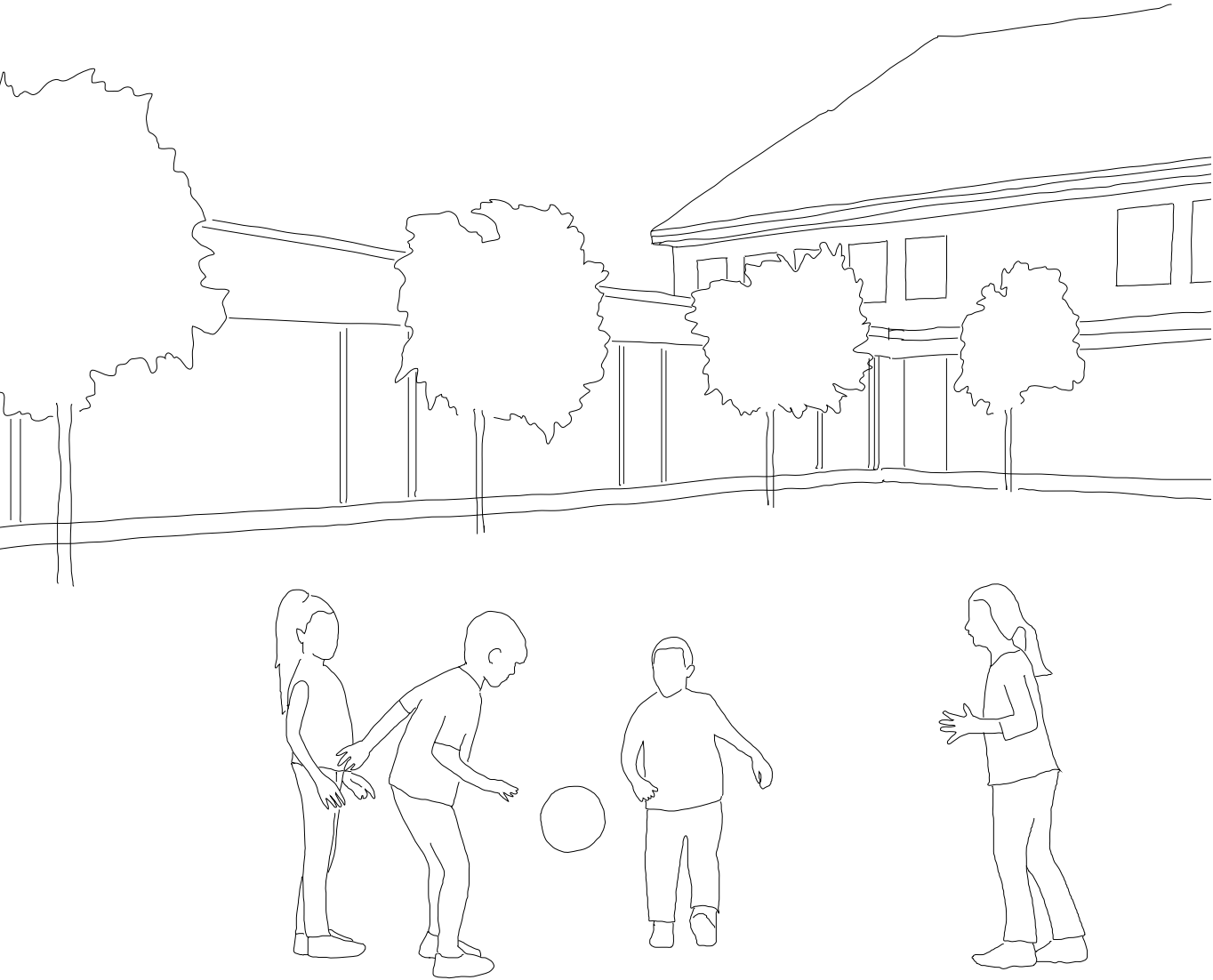
L'aspirateur à nuages de l'Observatoire de physique du globe de Clermont-Ferrand, véritable outil de connaissance scientifique et de santé, situé au sommet du Puy-de-Dôme au coeur de paysages préservés, a relevé la présence de nombreux pesticides, y compris de molécules interdites en France.

Source : Environmental Science & Technology 2025, 59, 40, 21579–21588  
<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.5c03787>



Le pétrole sous différentes formes est présent dans l'air que nous respirons, l'eau que nous buvons, les aliments que nous consommons. Les enfants à l'école ne sont pas épargnés : pollution aux particules fines en ville, exposition aux pesticides à la campagne, alimentation parfois ultra-transformée, matériaux de construction issus de la pétrochimie... Plusieurs études ont montré la présence de microplastiques jusque dans le cordon ombilical de nouveaux nés.

Sources : Microplastics in maternal blood, fetal appendages, and umbilical vein blood. Ecotoxicology and Environmental Safety Volume 287, 15 November 2024, 117300 et Plasticenta : First evidence of microplastics in human placenta. Environment International. Volume 146, January 2021, 106274

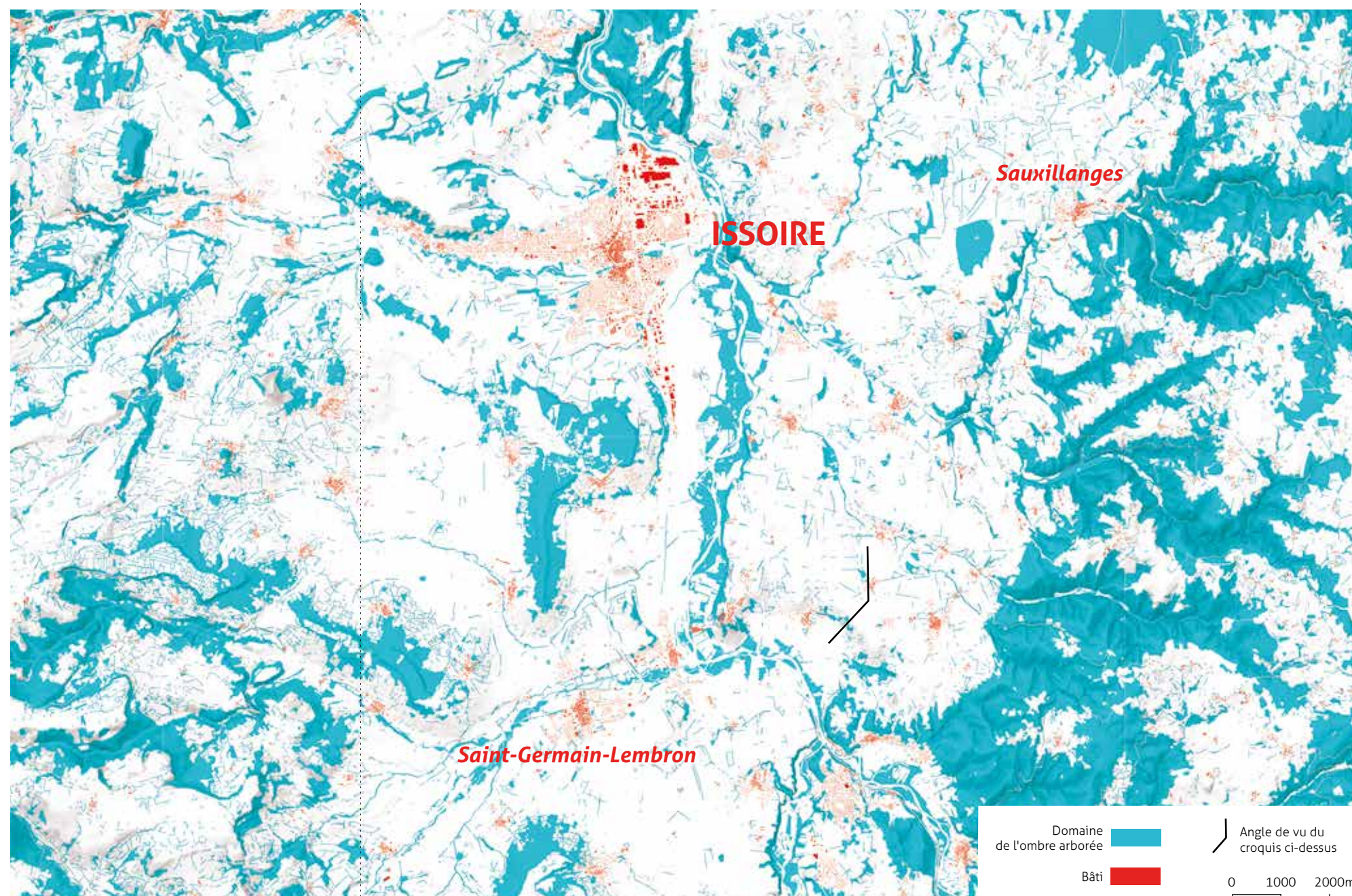
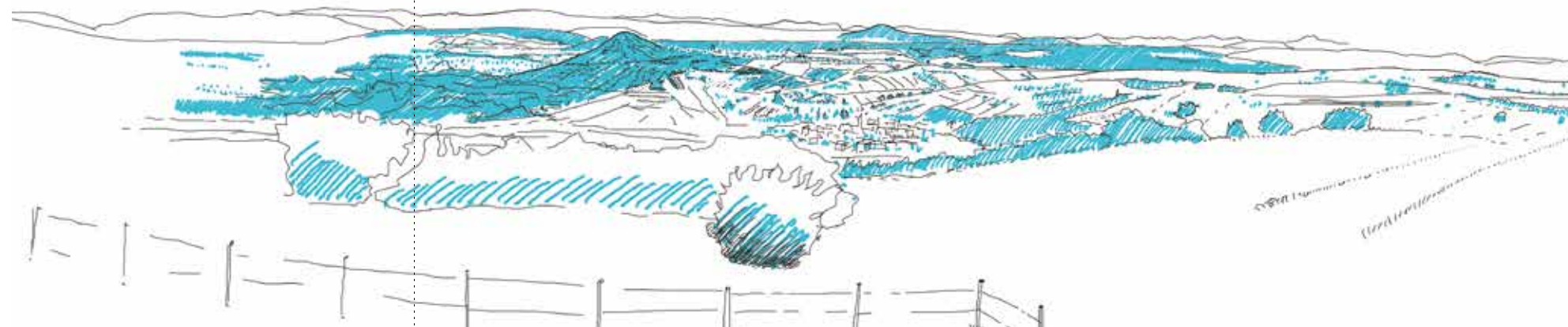




# TERRITOIRE PUBLIC DE L'OMBRE

## POUR UN VERGER COMMUN VICINAL

Il fait plus frais à l'ombre, qui plus est sous un arbre qui évapotranspire. Plus rien n'est à démontrer à ce sujet. Face aux surchauffes attendues, il y aurait une nécessité à développer une politique publique de l'ombre, ouverte à tous, de manière équitable. Un service public de l'ombre opérant sur tous les territoires à tout moment de la semaine et de la journée, sans condition. Les galeries commerciales offrent un lieu climatisé par tout temps, à tout prix, mais il s'agit là d'un vecteur de vente et l'accès y est contrôlé. Les villes développent des parcs publics avec une offre plus ou moins à la hauteur de la densité de population. Qu'en est-il pour les milieux ruraux et périurbains ? Pour les humains et les non-humains ?



À une échelle de bassin de vie, l'absence de bocage et les grandes surfaces de culture comme ici la limagne céréalière du bassin d'Issoire, induisent de vastes espaces où l'ombre se fait rare, parfois sur de vastes étendues. L'arrivée à terme de la voie verte Via Allier est une opportunité pour mailler une trame d'ombre sur la plaine et les plateaux de grandes cultures. Au-delà de la voie verte, un développement du système bocager serait propice à tous ces territoires qui seront les plus touchés du département sur les épisodes de sécheresse et des risques liés aux épisodes intenses de pluviométrie.



# FAIRE OMBRE DE TOUT BOIS

Cette réflexion prend sa source dans le travail mené par le CAUE du Puy-de-Dôme conjointement aux études préalables à la création de la voie verte Via Allier, portée par le département du Puy-de-Dôme. Nos explorations estivales du territoire traversé par la future infrastructure nous ont questionnés sur la nécessité de développer un ombrage continu le long de cet axe. A défaut, la pratique de cet itinéraire serait impossible en période de forte chaleur. Partant de la difficulté à partager cette nécessité, avant tout pour des raisons techniques et financières, ce texte cherche à explorer plus profondément ce que met en jeu la présence des arbres dans le territoire. Plus précisément, nous allons nous intéresser à la pertinence ou non de s'appuyer sur le réseau des chemins vicinaux.

# LE DÉSERT SOLAIRE DES MARGES URBAINES

L'hypothèse initiale repose sur la nécessité de développer une trame d'ombre végétale, d'intérêt général afin que tout citoyen ou citoyenne puisse profiter d'un lieu de quiétude thermique en été, à proximité de ses lieux de vie. La mise en place pourrait s'imaginer par un gradient décroissant du centre vers les marges d'un bassin de vie : une offre en ombre végétale plus forte à proximité des villes et des bourgs. La dynamique est déjà en place pour intensifier l'offre de lieux arborés en ville. Au contraire, les périphéries des villes et des bourgs marquent une rupture par une faible présence d'ombre arborée et ce tant que le relief ne s'accroît pas. La présence arborée est soumise à de fortes variations géographiques, toutefois le Puy-de-Dôme se caractérise par des bassins de vie concentrés pour la plupart dans les plaines alluviales particulièrement dépourvues de maillage arboré (voir la carte de la page précédente pour la limagne brivadoise qui s'étire jusqu'à Issoire). Très vite à la périphérie des villes et des bourgs, le soleil règne sans obstacle. Pour trouver les masses boisées, il faut rejoindre soit les ripisylves de l'Allier ou de la Dore, soit les reliefs, sur les pentes du Livradois, du Forez, du Sancy ou de certains volcans et des coteaux des vallées encaissées. À ne pas développer des espaces d'ombre accessibles à pied ou en modes actifs, il est probable que l'on intensifie les déplacements motorisés lors de la saturation des parcs en ville pour accéder aux réservoirs d'ombre du département

cités précédemment. Comment dès lors développer une offre de service dans ces espaces périphériques ?

# LES CHEMINS VICINAUX

Dans ses territoires périphériques de plaine, à la topographie réduite à un plan régulier, la céréaliculture s'est installée de longue date, le remembrement agricole à la sortie de la seconde guerre mondiale a simplifié le parcellaire. Le paysage engendré est très ouvert, aux vues profondes, où les légères modulations de relief se lisent par la végétation saisonnière des grandes cultures. Le milieu a été pratiquement dépourvu de toute haie ou d'arbre, à l'exception de quelques vestiges et quelques rares plantations récentes. Il est un support de culture sous contrôle d'une production agricole aux enjeux internationaux qui n'a pas besoin de ce maillage bocager. La place de l'homme et d'autres êtres vivants y est très réduite, sauf pour un passage ponctuel : un désert de biodiversité. Le maillage des chemins, riche et assez complexe, a subsisté en partie, parfois après une simplification des tracés plus commode et rectiligne. Il en reste pas moins que le réseau est dense, dessert tout le territoire assez densément, en grande partie sur domaine privé ou public des communes. Dès lors, ce maillage peut-il être le support au développement d'une trame arborée : une "viasylve" ? Et pour quels effets ? Sous quelles conditions ?

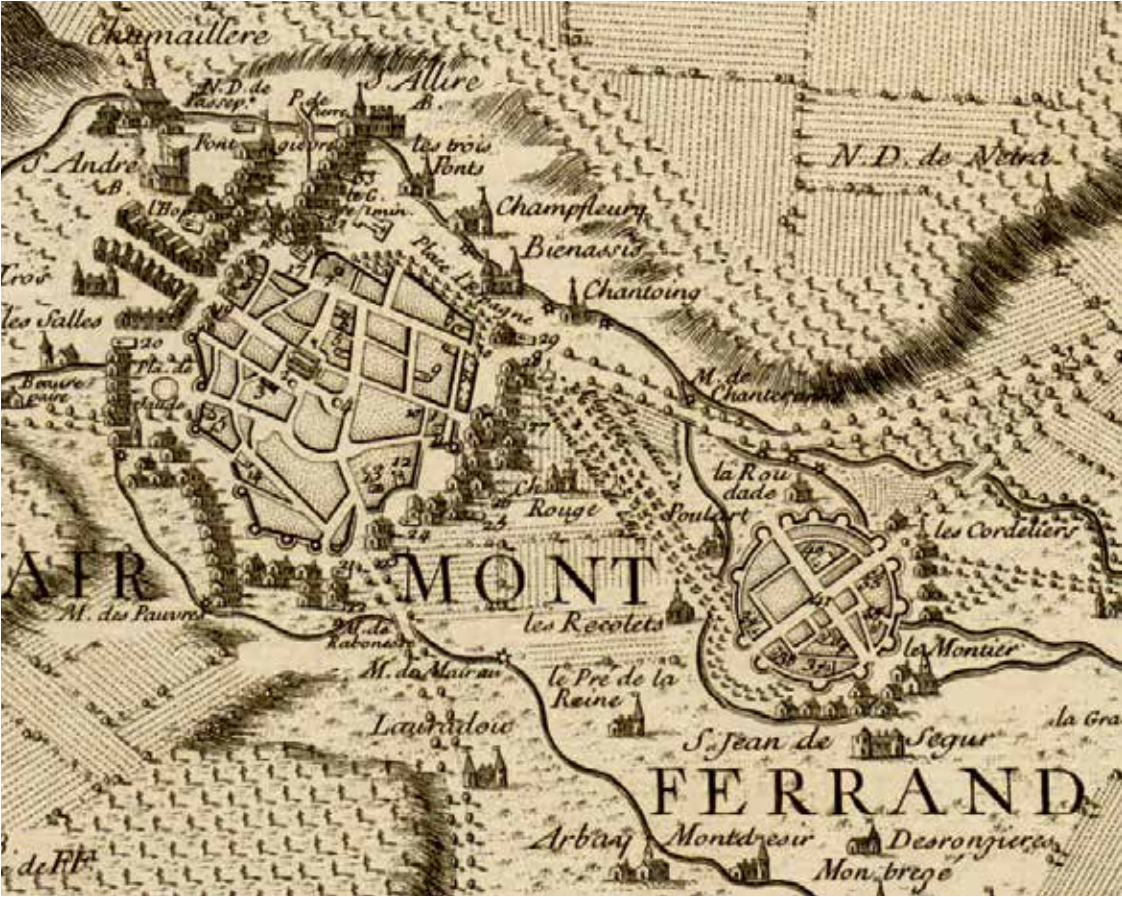
# UNE IDÉE ANCIENNE À REVISITER

Les voies de communication ont souvent été arborées à travers l'histoire du dernier millénaire quelque soit leur taille et leur statut et ce à des fins multiples. La protection des déplacements face aux intempéries est ce qui nous intéresse particulièrement ici : un arbre en feuille arrête entre 90 à 95 % du rayonnement solaire mais aussi toute pluie de moins de 3mm par l'interception foliaire. D'autres usages prévalaient avant l'ère industrielle : bois de chauffe, bois d'œuvre, protection des cultures, production de complément fourrager pour le bétail, production de fruit ou petits fruits, réserve de petit gibier. Plusieurs politiques "publiques" ont misé sur la plantation le long des voies de communication, tantôt dans une visée esthétique (Henri II), tantôt pour marquer la puissance du pouvoir royal (Louis XIV), ou



En haut, alignement à Bois Rigaud, Nonette-Orsonette (63)

En bas, carte de la ville et des environs de Clermont-Ferrand, Simon Antoine Lescuyer de La Jonchère, 1739 (BPCAM, CA DEL 1951)





encore pour fournir un bois d'œuvre en quantité qui venait à manquer suite à de grands déboisements ou pour protéger les routes royales (Napoléon 1er)<sup>1</sup>. Cette politique de l'arbre par le pouvoir central a généré une forme de modèle, de marqueur social dont certaines traces subsistent. Un des vestiges de cette "mode" est visible dans cette forme esthétisante que sont les entrées de domaine du XIXème, marquées par des alignements, parfois majestueux, venant inscrire dans le paysage l'appartenance sociale des propriétaires contemporains à l'édification des dits domaines. Certes étroits, les chemins offrent une capacité d'accueil tout aussi intéressante que les anciennes voies royales, en adaptant le choix de la taille des arbres : un noyer ne devient pas aussi grand qu'un tilleul ou un platane.

## MÊME CAUSES, MÊME EFFETS, OU PRESQUE

Quelles synergies faut-il rechercher selon les enjeux actuels, au delà de la climatisation naturelle estivale nécessaire à la pratique des modes actifs ? Le petit gibier et l'avifaune aujourd'hui disparus ou presque de ces zones périphériques font l'objet d'une attention à travers les démarches de préservation de la biodiversité. Le développement d'un tel maillage de chemins arborés, au sein d'espaces totalement artificialisés peut devenir le support à une connectivité des réservoirs de biodiversité et au déploiement de corridors écologiques. La trame verte et bleue trouverait dans cette politique de l'ombre un argument supplémentaire ; à partir du moment où le choix des végétaux et les techniques de plantation sont réalisés en cohérence avec le milieu<sup>2</sup>. D'une certaine manière, une continuité de sols vivants via ces accotements plantés participerait également à la mise en place d'une trame brune. Au delà de la diversité végétale apportée par ce maillage et du gîte et couvert qu'il fournirait, il s'agit aussi d'apporter de l'ombre aux êtres vivants, petits mammifères et avifaune qui nécessitent eux aussi une protection vis à vis des périodes de surchauffe. L'enjeu autour de la préservation de la ressource en eau rencontre aussi l'intérêt d'une telle démarche : retenir les surplus d'eau de ruissellement, maintenir les terres arables lors d'épisode orageux, renforcer les qualités organiques des sols. Le végétal,

1 voir Angles de Vues #26 : <https://www.caue63.com/documentations/47-angle-de-vue>

2 <https://www.arbrecaue77.fr/>

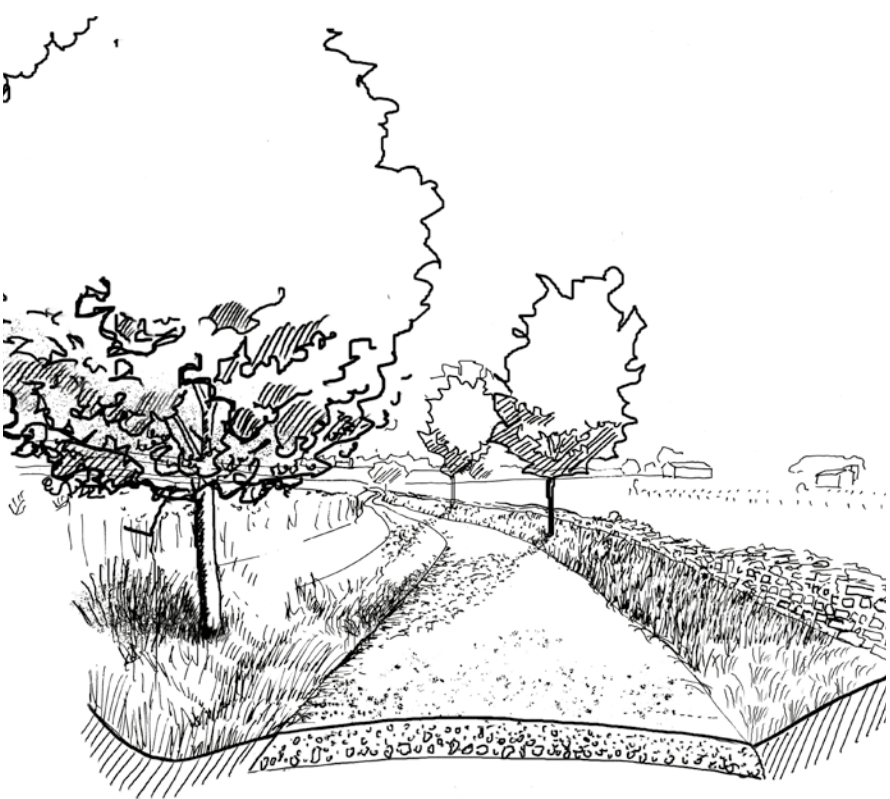
et en particulier les arbustes et les arbres, est un allié pour ces territoires de plaine fortement soumis au stress hydrique et aux dégâts causés par les épisodes orageux intenses. Il est possible d'imaginer de rendre cette trame productive. Au même titre que le projet Fruits de Dôme<sup>3</sup> cherche des terrains pour planter des fruitiers, notamment des fruits à coque tel des amandiers ou des noyers, il serait utile de trouver une vocation économique à un tel développement. Avant tout car le linéaire s'avère bien desservi par essence, et dans le cas de la voie verte avec une viabilité assurée. Dans l'hypothèse d'un développement massif, le linéaire s'avère colossal et son entretien serait tout aussi conséquent, même à minima dans le cas de port libre ou plus intense dans le cas d'une production agricole. Mais aussi car en écologie, il est indispensable de penser à la plurifonctionnalité d'un élément pour en assurer sa pérennité et sa légitimité. Pour finir sur la pluralité des bienfaits d'une telle ambition, la question de l'attachement culturel n'est pas à négliger. Par les appropriations qu'un tel déploiement peut susciter, nourri par des usages réels (la cueillette et le glanage, la médiation autour des temps agricoles...) ou des imaginaires projetés, la trame de l'ombre deviendra un objet de nos récits communs au même titre que certains alignements d'arbres existant et faisant aujourd'hui l'objet de protection nationale (code de l'environnement L.350-3).

## UN BIEN PUBLIC ?

À considérer l'accès à l'ombre comme étant un droit pour tous, humain et non humain, son régime de propriété devrait-il être aussi public ? Implantés sur domaine public, la question reste liée à la gouvernance communale. Dans le cas du domaine privé de la commune, il y aussi des mesures de protection contre l'abattage dans le code rural (article D161-22). Il existe même une souplesse pour une plantation sur parcelle privée sans conditions de distance vis à vis du chemin (code rural art. D161-14). Pour pallier à tous risques, des mesures de protection<sup>4</sup> spécifiques à la parcelle comme les obligations réelles environnementales s'avèrent nécessaires pour éviter tout abattage partisan d'une atteinte à la biodiversité, ou d'un accaparement du bois à des fins personnelles contre l'intérêt de tous.

3 Filière arboricole portée par Saint-Amant-Tallende, Mont d'Arverne Communauté et le CD63

4 <https://www.arbrecaue77.fr/legislation>



À droite  
Croquis de principe sur un chemin communal, dépourvu de plantation aujourd'hui, proche des Pradeaux. La plantation en haut de talus permet d'envisager le curage des fossés si nécessaire : le maintien des terres arables par un système de haie limiterait l'érosion et l'encombrement des fossés. Un port haute tige et une quinconce permettent de laisser passer les engins agricoles. La mise à distance relative de la structure du chemin limite les éventuels désordres causés par le système racinaire, bien que la situation en milieu peu contraint soit favorable à une exploration racinaire dans la pleine terre.

En bas  
Exemple de plantation sur chemin et route communale à Usson (63). La commune a choisi de planter de jeunes plants, gage de réussite pour la reprise et de marquer par des tuteurs la présence des très jeunes arbres





# ÉTUDE DE CAS SUR LE PLATEAU DE NONETTE

Le maillage vient relier les vestiges de bocage existants, qui apparaissent isolés sur la carte du haut. Sans venir limiter les capacités agricoles, il s'agit de simplement renouer avec un tracé existant et un paysage bocager qui existaient sans doute il y a 70 ans.

Ce réseau de chemin, à proximité des villages offre sans aucun doute des itinéraires de promenades ou de pratiques sportives qui bénéficieront de l'ombre apportée.

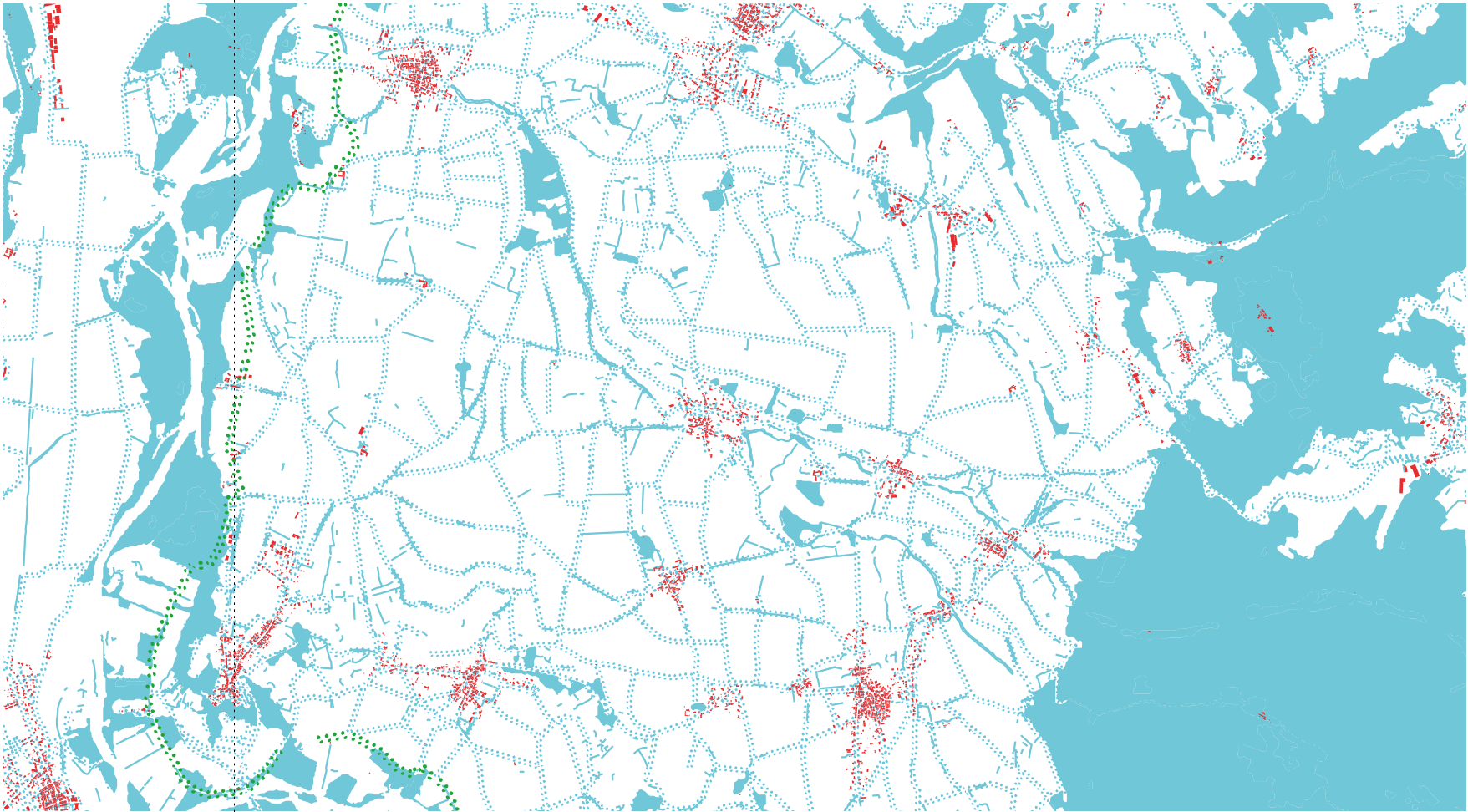
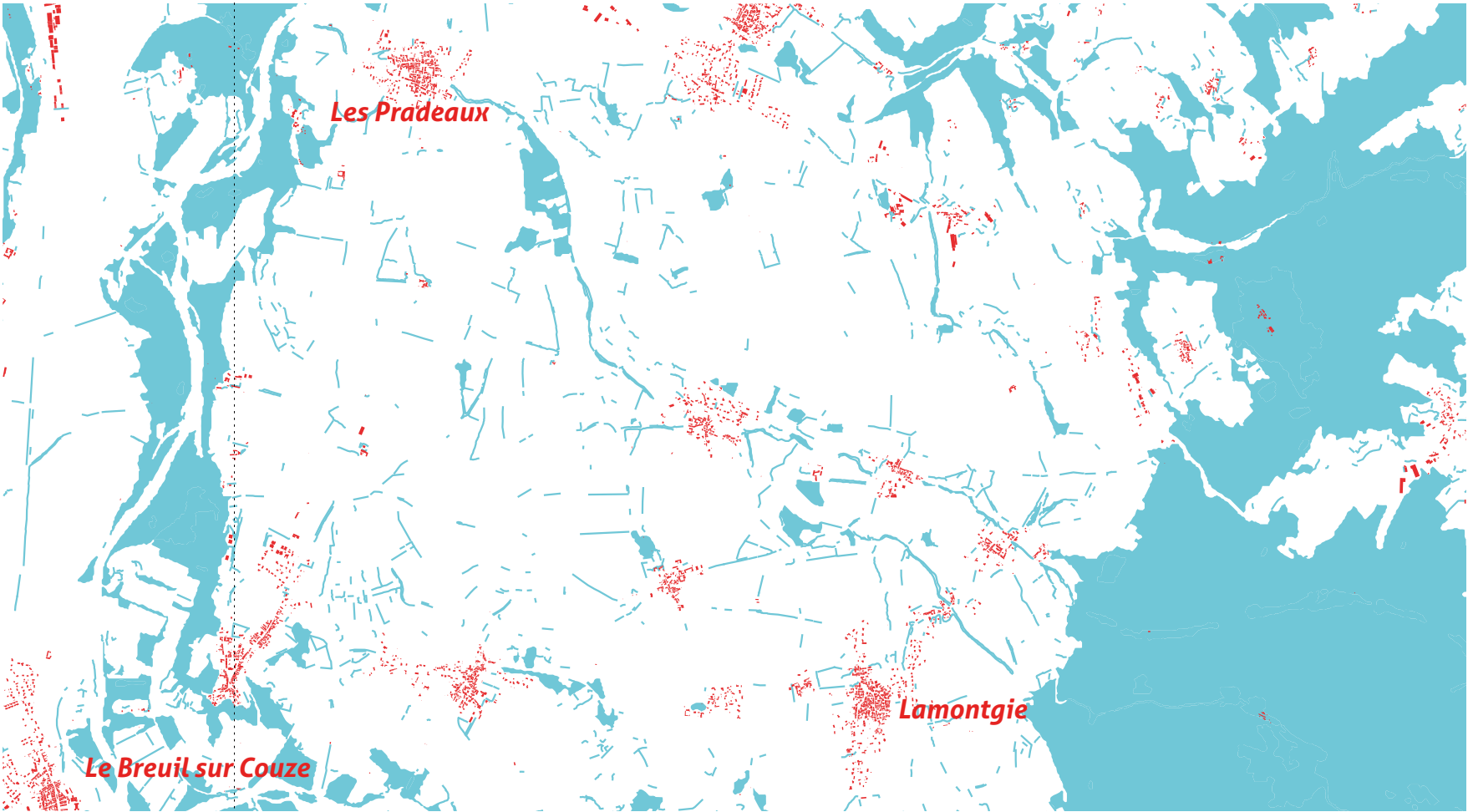
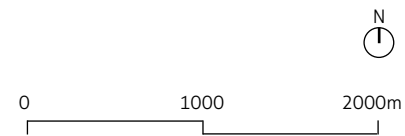
Enfin le linéaire développé est conséquent et laisse présager d'un potentiel économique dans le cas d'une production arboricole (fruits à coque sur ce secteur semble les plus adaptés à la situation pédoclimatique).

Sur le plan écologique, il faut noter aussi la liaison que cela génère entre le val d'Allier et les massifs boisés des contreforts du Livradois à l'Est. A noter également la diversité de milieux générés, propice à la reconquête par la biodiversité.

En haut : état actuel du domaine de l'ombre à partir du projet de Via Allier entre les Pradeaux et Nonette

En bas : scénarisation d'une plantation continue sur tous les chemins publics  
source IGN BD TOPO, HAIES

- Domaine de l'ombre arborée
- Bâti
- Potentiel plantation d'alignement sur chemin communal
- Potentiel plantation d'alignement le long de la Via Allier





# QUEL AVENIR POUR LES STATIONS DE SKI ?

Alors que les températures hivernales augmentent deux fois plus vite que la moyenne dans les régions montagneuses, les stations de ski font face à une nécessité croissante de s'adapter ou se réinventer, afin de survivre à un futur qui ne garantit pas une quantité suffisante de neige pour les sports d'hiver. Le numéro 36 de la revue *Angles de vues*, qui paraîtra en 2027, sera consacré au thème du tourisme et offrira l'occasion d'analyser la mutation des stations de ski face à l'augmentation des températures.

Ci-contre  
Vue sur le Sancy  
depuis l'entre-deux  
stations de ski du  
Mont-Dore et de  
Super-Besse dans  
le Puy-de-Dôme





Ci-contre  
Les Monts Dore :  
une neige de plus  
en plus rare.





Publié sous la direction de Dominique Désirée

Conception : CAUE du Puy-de-Dôme

Illustrations et photographies si non créditées : CAUE du Puy-de-Dôme

Textes : Stéphane David, Dominique Désirée, Alexia Greffet, Léa Joanny, Dominique Moiriat, Thibault Racault, Pierre-Louis Ricard, Baptiste Rougery.

Relecture : Corinne Miquel

Impression : FORM'ACTUEL by Drouin

---

**CAUE du Puy-de-Dôme - Maison de l'Habitat - 126 avenue de la République - 63100 Clermont-Ferrand - 04 73 42 21 20 - [www.caue63.com](http://www.caue63.com)**

---

«L'architecture est une expression de la culture.

La création architecturale, la qualité des constructions, leur insertion harmonieuse dans le milieu environnant, le respect des paysages naturels ou urbains ainsi que du patrimoine sont d'intérêt public.»

*Loi n° 77-2 du 3 janvier 1977 sur l'architecture*

---

Avec le soutien  
financier de