

*Adapter l'espace public aux enjeux climatiques :
à quel coût et pour quels bénéfices ?*

Le réaménagement de la place de Francfort à Lyon

*Les collectivités locales
sont de plus en plus
amenées à s'adapter
au changement
climatique.*

*Cette série de fiches
propose des exemples
d'aménagements
tenant compte de cet
objectif.*

*Les fiches présentent,
d'une part, les
éléments techniques
et, d'autre part,
une évaluation des
surcoûts au regard des
bénéfices engendrés
par l'aménagement.*

Face aux enjeux du changement climatique, la Métropole de Lyon et ses partenaires innovent pour améliorer le confort thermique des usagers évoluant sur les espaces publics. Située aux abords de la gare de la Part-Dieu, dans le quartier d'affaires de Lyon, la place de Francfort est un pôle majeur d'échanges et de circulation. Avant son réaménagement, elle était identifiée comme un important îlot de chaleur urbain. Son réaménagement a donné lieu à la mise en œuvre de plusieurs solutions innovantes, dont l'effet combiné a été d'améliorer le confort thermique et la qualité d'usage. Retour sur cette conception triplement innovante analysée sous l'angle économique et avec des considérations d'usage.

L'évaluation de l'aménagement repose sur une analyse des coûts et des bénéfices au regard des objectifs de lutte contre l'effet d'îlot de chaleur urbain et de valorisation des eaux de pluie. Elle montre que les coûts de l'aménagement sont supérieurs d'à peine 10% à une opération classique. Les surcoûts liés à l'adaptation au changement climatique sont plus que compensés par le confort thermique et les bénéfices environnementaux générés par l'aménagement.



Fiche n° 01 - Octobre 2020

Un contexte local qui a orienté les objectifs du projet

Situation initiale

La position stratégique de la place

La place de Francfort se situe au sein du pôle d'échanges de la gare de la Part-Dieu à Lyon elle-même située dans l'hyper-centre de Lyon. Première gare de correspondance en Europe, cette place draine au quotidien un flux continu et croissant d'usagers prédominés par les piétons. Ainsi, la gare accueille aujourd'hui plus de 120 000 personnes par jour et plus de 200 000 sont prévus d'ici 2030.

La place est également le siège d'échanges multimodaux: mis à part son accès direct à la gare ferroviaire, s'y concentrent un parking de stationnement de voitures et une gare routière d'autocars. Des services de taxi, de tramway et de vélos en libre-service y sont également proposés. Elle constitue aussi le terminal de la ligne Rhône Express acheminant directement les voyageurs jusqu'à l'aéroport Saint-Exupéry.

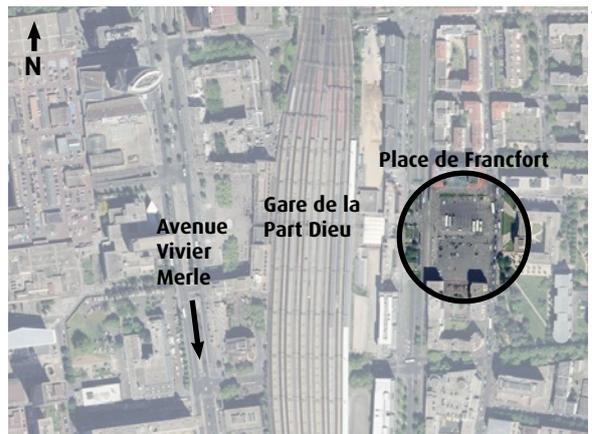
Une ambiance bio-climatique dégradée

Revêtue principalement par un enrobé bitumineux et occupée marginalement par des espaces verts (2 % de la surface totale avant réaménagement), la place constituait un vaste îlot de chaleur urbain (ICU) de 8 500 m². L'usage de la place était particulièrement inconfortable lors des vagues de chaleur et autres épisodes caniculaires.

La place de Francfort, première opération d'un projet urbain plus vaste

Dans le cadre du projet Lyon Part-Dieu porté par la Métropole et la ville de Lyon, la Société publique de Lyon (SPL) Lyon Part-Dieu a conduit en 2017-2018 le réaménagement de la place de Francfort via un traité de concession.

L'aménagement a été mis en service en décembre 2018 après quatorze mois de travaux. C'est le premier espace public à avoir été réaménagé sur un ensemble de neuf hectares autour de la gare et du centre commercial. La rénovation des espaces publics est l'un des axes forts du projet urbain afin d'augmenter la qualité de vie des riverains et des usagers (salariés, voyageurs...) du quartier.



Localisation de la place de Francfort

Objectifs du réaménagement de la place de Francfort

Le réaménagement visait à améliorer les liaisons entre les différents modes de transports et à rendre la place plus fonctionnelle et plus accueillante pour tous ses usagers.

Les objectifs du programme de réaménagement de cet espace public étaient donc de:

- favoriser les connexions avec les lignes de tramway T3, T4 et le tramway pour l'aéroport, la gare routière, le parking dépose-minute tout en séparant les usages pour limiter les conflits;
- faciliter l'orientation des voyageurs et sécuriser l'accès des cars aux onze nouveaux quais;
- améliorer le confort général: un nouveau revêtement pour les piétons, compatible avec la gestion future et les contraintes réglementaires, un nouvel éclairage public, un nouveau mobilier urbain, une amélioration de la signalisation, et la création d'un abri pour les voyageurs.
- réduire l'effet de l'îlot de chaleur urbain: plantation de nombreux arbres, choix de matériaux, gestion alternative des eaux pluviales dans le cadre du contrat d'agglomération pour une gestion durable de l'eau et des milieux aquatiques (2016-2019).

Le réaménagement a consisté à décomposer l'espace disponible en trois espaces d'usages distincts afin de limiter les conflits d'usages :

- un parking dépose-minute pour les véhicules particuliers. Ce parking est provisoire et a vocation à être occupé par du bâti à moyen terme ;

- une gare routière pour les autocars ;
- un espace réservé entièrement aux piétons (dénommé par la suite « parvis piéton ») d'une surface de près de 4 300 m².

Source : SPL Lyon Part Dieu



Place de Francfort, août 2016 avant travaux : un cheminement pour les piétons circonscrit au centre d'une place très minérale



Source : SPL Lyon Part Dieu

Place de Francfort après réaménagement : un confort d'usage nettement amélioré pour les piétons

Comment l'effet d'îlot de chaleur de la place a-t-il été réduit ?

Une phase d'expérimentation de solutions techniques

Un site d'expérimentation des futurs espaces publics du quartier de la Part-Dieu a été installé en vue de tester et évaluer les solutions au regard de leur contribution à la réduction de l'effet d'îlot de chaleur, ainsi que leurs conditions de gestion, d'entretien et de maintenance.

Au total, douze matériaux de sol dont six expérimentaux ont été soumis à différentes sollicitations thermiques et à différents usages (cheminement des personnes à mobilité réduite ou le guidage à la canne). Parmi les matériaux « classiques » testés figuraient l'asphalte, le béton, le sable stabilisé et le granit.



Source : SPL Lyon Part Dieu



Source : SPL Lyon Part Dieu

Des matériaux soumis à différents tests de nettoyage

■ Bénéfices et coûts de l'expérimentation

Concernant les tests de température, des mesures ont été effectuées en saison chaude et en saison froide de manière à évaluer le comportement des matériaux selon la saisonnalité. En période caniculaire, des écarts de température de surface jusqu'à 20 °C ont été relevés entre les matériaux. L'évaluation a permis de choisir les matériaux et les espèces végétales les plus efficaces en termes de réduction de l'ICU.

Quant aux tests d'usage, ils ont pour principal intérêt d'éviter des adaptations « après-coup » généralement coûteuses. Ils ont permis d'évaluer les conditions d'entretiens et d'optimiser les coûts de gestion de l'espace public. Les résultats serviront aux prochaines opérations d'aménagement d'espace public de la métropole. À titre d'exemple, dans cette phase d'expérimentation le ballast placé autour des arbres a été choisi pour sa compatibilité avec l'aspirateur à feuilles.

L'expérimentation a généré un surcoût de 175 K€ compensé par une subvention du Programme d'Investissement d'Avenir pour 160 K€.

Présentation détaillée des solutions mises en œuvre

Action 1 : un dallage gris clair pour réduire l'ICU

À l'issue des tests, le choix s'est porté sur un revêtement modulaire en dalles de granit gris clair à finitions différenciées selon les usages (une finition lisse pour les zones de flux versus une finition piquetée pour les zones d'attente). Séparés par des joints, ces éléments modulaires sont adaptés aux voies empruntées par les piétons. Ces différentes finitions vont influencer en particulier sur le choix du joint poreux (voir ci-dessous Action 2).

■ Bénéfices en matière d'adaptation au changement climatique

L'enrobé bitumineux présent dans la configuration initiale de la place, a un albédo de l'ordre de 0,1 et une température de surface pouvant monter à plus de 60 °C au pic d'une journée caniculaire (plutôt en fin de journée). Le granit clair retenu a un albédo compris entre 0.3 et 0.4 et une température de surface atteignant au maximum 40 °C. La chute de la température au sol de 15 à 20 °C entraîne un ressenti de rafraîchissement de 5 à 7 °C à hauteur de piéton selon les critères de l'Universal Thermal Climate Index (UTCI).

Le Grand Lyon considère qu'une augmentation de l'albédo moyen des villes de 0,20 à 0,45 permettrait de réduire la température jusqu'à 4 °C les après-midis d'été.

Action 2 : l'emploi d'une solution d'infiltration des eaux pluviales

La structure mise en œuvre sous le dallage est composée d'une succession de couches drainantes (selon un ordre du sol vers le sous-sol). En surface, l'espace entre les dalles est comblé avec un joint poreux assurant l'infiltration dans les couches sous-jacentes composées en premier lieu d'un lit de pose sablé puis d'une couche en béton drainant (granulométrie 16/32). Placé sous le béton drainant, un massif de diffusion (granulométrie 31,5/50) présentant un indice de vide de 30 % assure les fonctions de stockage puis de répartition de l'ensemble des eaux de pluie sur toute la surface de la place. Enfin, le tout repose sur une plateforme homogène de 3000 m² en mélange terre-pierre présentant un indice de vide de 10 % sur une épaisseur de 1,20 m.

La solution d'infiltration des eaux pluviales a reçu une subvention de l'Agence de l'eau de 63 525 € HT.

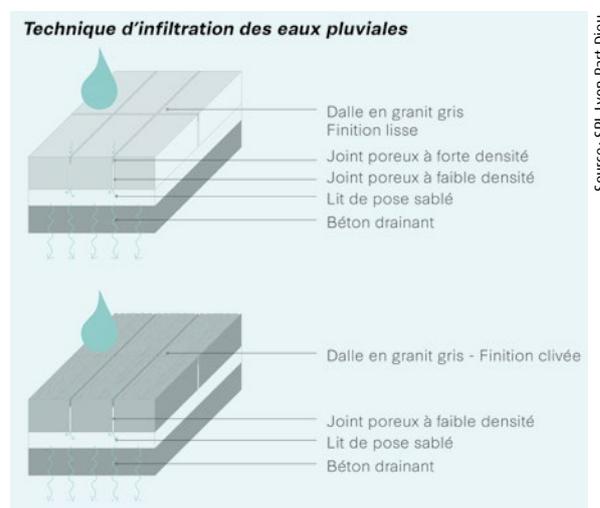


Schéma de principe du dispositif d'infiltration des eaux pluviales mis en œuvre

■ Bénéfices de cette solution

En matière d'adaptation au changement climatique, les bénéfices portent sur l'infiltration des eaux pluviales dans le sol qui favorise l'alimentation de la nappe phréatique et l'irrigation naturelle des arbres. La conception a privilégié l'utilisation d'un joint poreux inédit plutôt qu'un joint classique (confectionné habituellement dans un mélange

sable/chaux) en raison de sa résistance aux passages des balayeuses de trottoir (phénomène de creusement). Il offre un meilleur vieillissement qu'un joint classique.

La fosse terre-pierre associée à la perméabilité de la structure choisie devrait permettre de constituer des réserves d'eau et de fraîcheur pour les arbres et de limiter leur exposition au stress hydrique. Elle participe au rôle d'infiltration et de rétention sur l'ensemble du parvis piétons.

La solution retenue évite donc la collecte des eaux pluviales et leur traitement, réduisant ainsi les coûts et soulageant d'autant le réseau unitaire d'assainissement lors des épisodes de pluie intense.

A contrario en phase de gestion, le joint peut être soumis au phénomène de colmatage en particulier lors de l'exploitation hivernale (application de sels de déverglaçage...) ou par l'accumulation de sédiments dans la structure.

Action 3: l'implantation de 93 arbres avec des tours d'arbres modulables

Action 3.1: une implantation d'arbres très dense

La solution retenue est peu courante (voire inédite) dans un centre urbain dense où le flux des piétons est très élevé. En effet, près d'une centaine d'arbres (93) ont été plantés, séparés les uns

des autres de 5 m. Les essences plantées sont le Ginkgo Biloba, le Cèdre de l'Atlas, le Poirier de Chine et le Févier d'Amérique (Gleditsia).

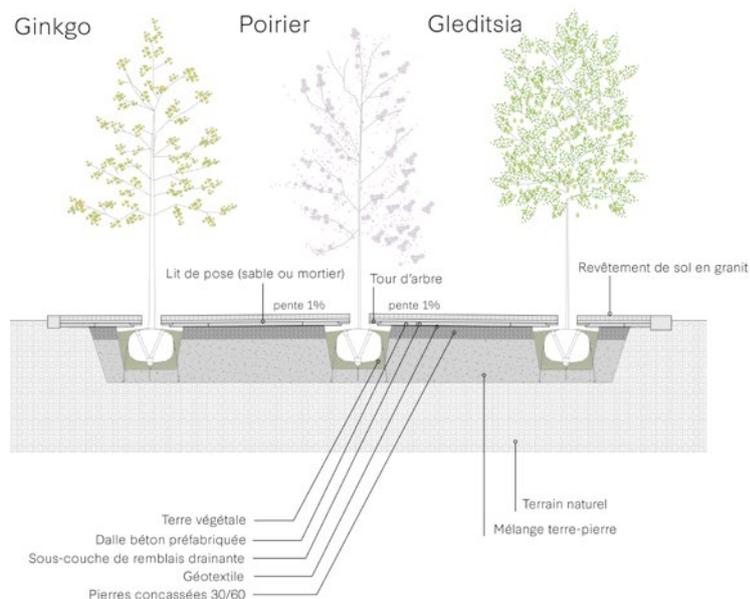
Action 3.2: des tours d'arbres modulables pour s'adapter au plus près à la croissance

L'espace entre les arbres a pu être optimisé au moyen d'un dispositif innovant modulable et évolutif de tours d'arbres en béton. Ces cadres concentriques s'adaptent au plus près à la taille du tronc de l'arbre, au fil de sa croissance.

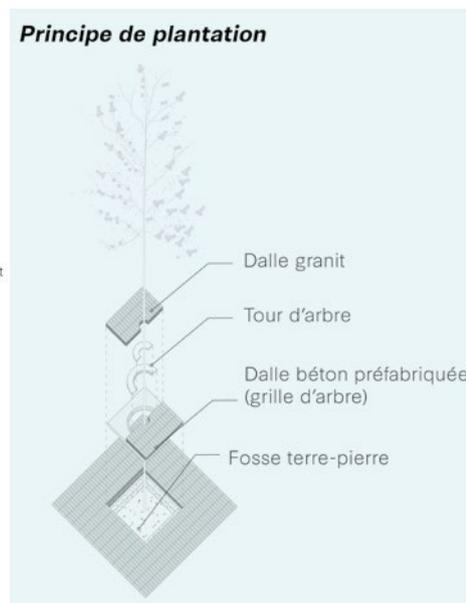
■ Bénéfices des arbres et tours d'arbres

Les essences d'arbres ont été sélectionnées en raison de leur pérennité et de leur capacité à résister aux effets des températures chaudes, à fournir de l'ombrage au profit des piétons et à rafraîchir l'air ambiant grâce à l'évapotranspiration qu'elles génèrent. En revanche, il ne s'agit pas d'essences locales.

Les tours d'arbres modulables offrent la possibilité aux piétons de disposer d'un espace optimisé pour cheminer sur l'ensemble de la place.



Implantation de 93 arbres de différentes espèces



Dispositif de dalles modulables

Évaluation des coûts au regard des bénéfices de l'aménagement

Bilan technique au regard de l'adaptation au changement climatique

L'aménagement a rempli pleinement les objectifs fixés par la maîtrise d'ouvrage. Un suivi et des évaluations régulières sont néanmoins à prévoir sur le confort d'usages et les exigences de gestion de l'espace. L'enseignement tiré du réaménagement de la place de Francfort permettra de pérenniser ou non, les solutions innovantes mises en œuvre. Les solutions les plus efficaces pourront être déployées sur l'ensemble du projet de la Part-Dieu.

En ce qui concerne l'objectif de lutte contre l'ICU, l'évaluation des performances thermiques du réaménagement présente un bilan très positif d'après les résultats fournis par l'outil de modélisation utilisé par la Métropole de Lyon dénommé score ICU.

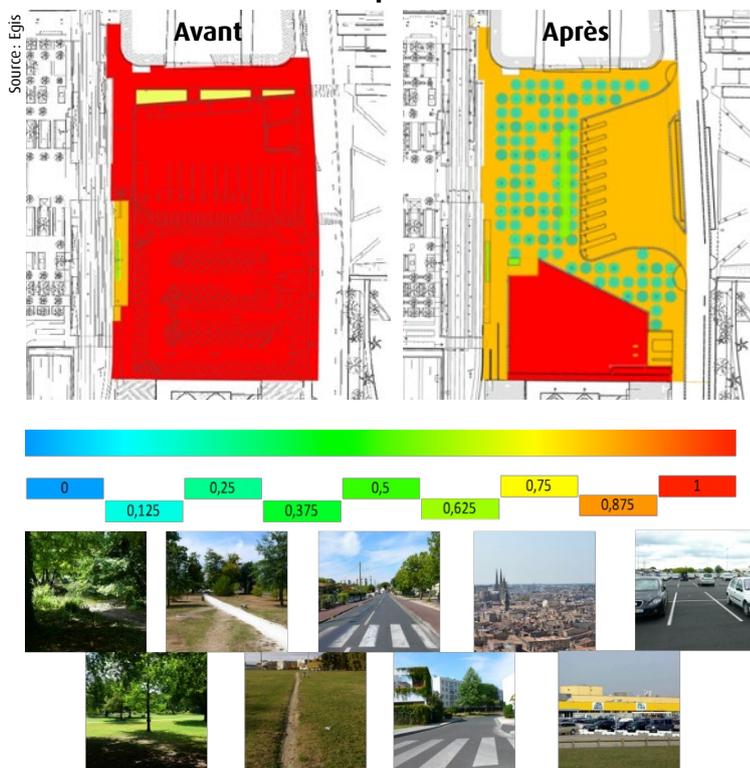
Le score ICU est un outil d'aide à la décision (conçu par l'agence E6, groupe EPSSEN) qui a pour objet d'estimer l'impact d'un projet d'aménagement sur le confort thermique estival en identifiant les zones

qui seront les plus fraîches ou les plus chaudes. On constate ici une réduction de 34 % du score ICU alors même que l'effet des ombres (notamment celle des arbres) n'est pas encore pris en compte. La baisse repose sur la densification très forte des végétaux et le choix des matériaux.

Bilan des coûts comparés à une opération classique

L'un des freins souvent avancé à la mise en œuvre de techniques de gestion durable des eaux pluviales et de végétalisation des espaces publics est leur coût. C'est pourquoi les coûts de l'opération ont été comparés avec ceux d'un aménagement « classique » qui ne tiendrait pas compte de l'adaptation au changement climatique, à l'instar de la place avant réaménagement : béton d'assise classique, pas de végétation, réseau séparatif d'eaux pluviales. Les informations ont été collectées lors d'entretiens avec la maîtrise d'ouvrage (SPL Part Dieu) et la maîtrise d'œuvre (Egis). Parmi ces informations, seules celles relatives aux composantes

Score ICU de la place de Francfort



du projet contribuant à l'adaptation au changement climatique de l'aménagement ont été retenues. Les limites méthodologiques proviennent de deux difficultés :

- reconstituer ce qu'auraient été les coûts pour une solution classique dans des lots techniques complexes dont seules certaines composantes nous ont intéressés ;
- isoler les coûts des solutions visant spécifiquement à lutter contre l'effet d'îlot de chaleur urbain et à valoriser les eaux de pluie.

Au final, la solution retenue revient seulement 9,6 % plus cher qu'une solution classique avec réseau séparatif.

Le budget global de l'opération pour les travaux d'aménagement s'est élevé à 4,70 M€. Les facteurs de surcoûts sont les suivants : les couches drainantes représentent un coût majoré de 40 % par rapport à une solution classique. En effet le terrassement a généré plus de déblais afin d'arriver au niveau du bon sol perméable et ainsi permettre l'infiltration pour un surcoût de 50 k€.

Les arbres présentent un coût de 50 k€, les tours d'arbres ont coûté 2 k€ l'unité, soit 186 k€ pour l'opération. Ces coûts sont absents d'une opération sans

végétation. Le massif terre-pierre et la plantation des arbres ont coûté 330 k€ soit un surcoût de 130 k€. Ensuite, l'épaisseur de la structure en béton drainant est deux fois plus importante que celle d'un béton d'assise classique (25 cm contre 12 cm) à performance équivalente. Pour finir, les dalles ont occasionné un surcoût de 6 % sur un budget total (fourniture et pose) d'1,20 M€ ; et les joints drainants un surcoût de 10 % par rapport à un joint classique.

En revanche, les coûts évités viennent exclusivement de l'absence de réseau séparatif eaux pluviales, estimé à 250 k€.

En termes de coûts de fonctionnement, l'intérêt est également de soulager les stations d'épuration en infiltrant l'eau « propre » dans les nappes plutôt que de l'envoyer en station d'épuration pour être traité ; Ceci constitue un poste important de réduction des coûts de gestion cumulatif sur plusieurs années.

Au final l'espace public sera d'entretien facile avec des matériaux durables. L'aménagement est suffisamment robuste pour répondre aux contraintes climatiques des prochaines décennies.

| Postes susceptibles de surcoûts (2019) | Solution classique | Coûts* k€ | Solution étudiée | Coûts k€ | Surcoût k€ | Surcoûts |
|--|--------------------|--------------|------------------|--------------|--------------|-----------------|
| Couches drainantes dont déblais de terrassement | | 50 | | 100 | 50 | + 40% + 100% |
| Massif terre-pierre pour plantations | | 200 | | 330 | 130 | + 65 % |
| Structure en béton | Assise classique | 160 | Drainant | 295 | 135 | + 85 % |
| Arbres | | 0 | | 50 | | |
| Tours d'arbres | | 0 | | 186 | 186 | |
| Dallage granit | | 1 100 | | 1 100 | 0 | |
| Joints | Classiques | 1 090 | Drainants | 1 200 | 110 | + 10 % |
| Réseau séparatif eau pluviale | | 250 | | 0 | - 300 | |
| Montant total des postes mentionnés | | 2 850 | | 3 261 | | |
| Budget Global de l'opération | | 4 289 | | 4 700 | + 411 | + 9,6 % |

* Ces coûts sont estimés et sont à comprendre « toutes autres composantes du projet à coût égal par ailleurs ».

Série de fiches « Adapter l'espace public aux enjeux climatiques »

Fiche n° 01 Le réaménagement de la place de Francfort à Lyon

+ Pour aller plus loin ●●●

- www.cerema.fr/fr/actualites/approche-cout-global-gestion-integree-eaux-pluviales
- *Voirie, espaces publics : solutions économes*, Cerema - Série de fiches initiée en 2019 présentant un panel de retours d'expériences de solutions économes mises en œuvre par les collectivités.
- Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique
www.adaptation-changement-climatique.fr

Maquettage
Cerema Territoires et ville
Service édition

✎ Contributeurs ●●●

Rédacteurs : Nicolas Furmanek et Marie-Laure Papaix (Cerema).

Relecteurs : Raphaële Ratto, Cédric Boussuge, Philippe Jary (Cerema), Samuel Berthou (Société d'Économie Mixte La LAB), Lionel Martin, Thierry Perraud (SPL Part Dieu), Marlène Barthoux (Egis).

Impression
Jouve-Print
Mayenne

✉ Contact ●●●

Photos de couverture
Thierry Fournier

Thierry Perraud, SPL Part Dieu
Directeur du Projet Economique
Tél : 04 28 00 06 06
06 66 22 96 39

Lionel Martin, SPL Part Dieu
Chef de projets Espaces Publics
Tél : 04 28 00 06 14
06 76 01 81 50

Date de publication
Octobre 2020
ISSN : 2552-884x
2020/33

Commander ou télécharger nos ouvrages sur
www.cerema.fr

© 2020 - Cerema
La reproduction totale ou partielle du document doit être soumise à l'accord préalable du Cerema.

La collection « Expériences et pratiques » du Cerema

Cette collection regroupe des exemples de démarches mises en œuvre dans différents domaines. Elles correspondent à des pratiques jugées intéressantes ou à des retours d'expériences innovantes, fructueuses ou non, dont les premiers enseignements pourront être valorisés par les professionnels. Les documents de cette collection sont par essence synthétiques et illustrés par des études de cas.

Aménagement et cohésion des territoires - Ville et stratégies urbaines - Transition énergétique et climat - Environnement et ressources naturelles - Prévention des risques - Bien-être et réduction des nuisances - Mobilité et transport - Infrastructures de transport - Habitat et bâtiment