



Les lieux d'enseignement supérieur à l'horizon 2030

Quelles transformations
des pratiques pour quelles
transformations énergétiques ?

Tome 2 Propositions

Commanditaire de l'étude
Électricité de France (EDF)

Étudiants du DPEA
Architecture post-carbone
Marion Bonnet
Victor Caballero
Florence Capoulade
Amélie Ruleta

Cahiers du DPEA
Architecture post-carbone
2015 – 2016

**École d'architecture
de la ville & des territoires
à Marne-la-Vallée**

Tome 1

État des lieux

Introduction : cadre de l'étude

p. 4

A Le tertiaire et l'enseignement supérieur : données de contexte

p. 16

B Etat de l'art: historique et contemporain

Introduction et approche méthodologique

p. 26

C Quelles tendance à l'horizon 2030?

Introduction et outils méthodologiques

p. 74

Conclusion : invitation au tome 2

p. 104

***Annexes**

p.144

***Bibliographie**

p.154

**Tome 2*

Tome 2

Propositions

Introduction

p. 4

A Proposition urbaine : la cité descartes en 2030, Habiter un campus d'enseignement supérieur

p. 8

Conclusion : Une nouvelle vie urbaine

p. 90

B Propotition architecturale l'ENSAVT en 2030.

Introduction : l'ENSAVT une unité du campus

p. 100

Conclusion de l'étude

p.140

Annexes

p.144

Bibliographie

p. 154

Introduction

Pour illustrer notre analyse de cas concrets, une démarche prospective a été choisie, permettant de se projeter de manière différente dans un avenir proche.

Les *scénarii* doivent permettre d'apporter un nouveau regard sur le territoire ou le bâtiment aidant à définir des outils conceptuels.

En outre, il est nécessaire de partir de situations existantes car elles reflètent la problématique actuelle. On hérite d'un parc bâti important et divers qu'il est nécessaire de transformer au vu des différents enjeux. Ces situations nous permettront une mise en application des analyses pré-exposées.

Comment transforme-t-on cette réserve de bâtiments d'enseignement supérieur à la fois en réponse aux bouleversements des pratiques d'enseignement et aux injonctions de la crise énergétique présente et à venir ?

Cette question se pose de deux manières :

à l'échelle urbaine et à l'échelle architecturale.

Deux échelles d'étude

À l'échelle urbaine, elle se traduit par : « qu'est-ce qu'un campus en 2030 ? »

Comment limiter le fort poids de la mobilité en rendant le campus habitable ?

Comment le réinvestir, le diversifier et de ce fait réduire son empreinte énergétique globale ?

En quoi les nouvelles modalités d'enseignement peuvent permettre une refonte des types existants ?

La proposition à l'échelle territoriale s'appuie sur le campus de la Cité Descartes (77).

À l'échelle du bâtiment, elle interroge un enseignement dans ses métamorphoses.

Quelles sont les conséquences énergétiques des nouveaux savoirs et en retour comment ces enjeux peuvent redynamiser les espaces d'enseignements existants ?

Comment enrichir son usage et utiliser au mieux ses potentiels énergétiques ?

Comment limiter le fort poids des mobilités en rendant le lieu habitable ?

La proposition à l'échelle architecturale s'appuie sur l'ENSAVT (École d'Architecture de la Ville et des Territoires).

Constats et hypothèses

Transformation de la démographie

La durée et la période des études se sont allongées. Les origines géographiques des étudiants se sont multipliées (mobilité internationale). Les objectifs ainsi que les profils des étudiants se sont diversifiés (professionnalisation, reconversion, spécialisation ou culture personnelle...).

Hypothèses : Proposer des lieux, des temps d'enseignement et des offres de logements adaptés à l'accueil de ces différents publics. À l'image de cette diversité démographique, proposer une mixité programmatique adéquate.

Poids important du poste mobilité

L'impact énergétique des moyens de transport et plus particulièrement celui de la voiture sera à considérer. Pour l'enseignement supérieur, la mobilité correspond à 60 % de l'empreinte énergétique globale d'un étudiant.

Hypothèses : Améliorer l'habitabilité et l'accessibilité des campus. Proposer différentes alternatives : à la fois une offre d'hébergement plus flexible, des moyens de transport et une pratique des lieux plus sobres énergétiquement et plus confortables. Urbanité des lieux d'enseignement

Cette question révèle différents enjeux. Le premier constat porte sur la temporalité particulière de ces lieux : un usage cyclique et discontinu.

Hypothèses : s'interroger sur l'optimisation de leur occupation, la mutualisation des espaces et de la question énergétique, et envisager une délimitation spatiale dépassant leur seule implantation.

Dans la ville, hors la ville

Ensuite, des problématiques différentes se posent suivant que l'on se situe dans la ville ou hors la ville. En ville, les questions de pression foncière sont prépondérantes; hors la ville, il s'agit principalement de questions d'accessibilité, d'autonomie et de mono-fonctionnalité programmatique à résoudre.

Hypothèses : Améliorer l'urbanité de ces lieux, les insérer dans des tissus urbains, pour favoriser les échanges.

Réalité physique du patrimoine existant

En France, le parc bâti dédié à l'enseignement supérieur représente une réserve foncière de 18 millions de m² datant d'époques variées et en moyenne énergivores : 200 kWh/m²/an.

Hypothèse : adapter cette réserve aux nouveaux usages et attentes énergétiques, tout en la rendant flexible dans le temps pour de futures évolutions.



A

La Cité Descartes en 2030

Habiter un campus
d'enseignement supérieur.

A Présentation du campus:

p. 8

A-1 Usages intrinsèques

p. 30

A-2 Mobilités

page 58

A-3 Production énergétique

page 76

Conclusion : Une nouvelle vie urbaine

page 90

Le campus de la Cité Descartes

Un campus en particulier

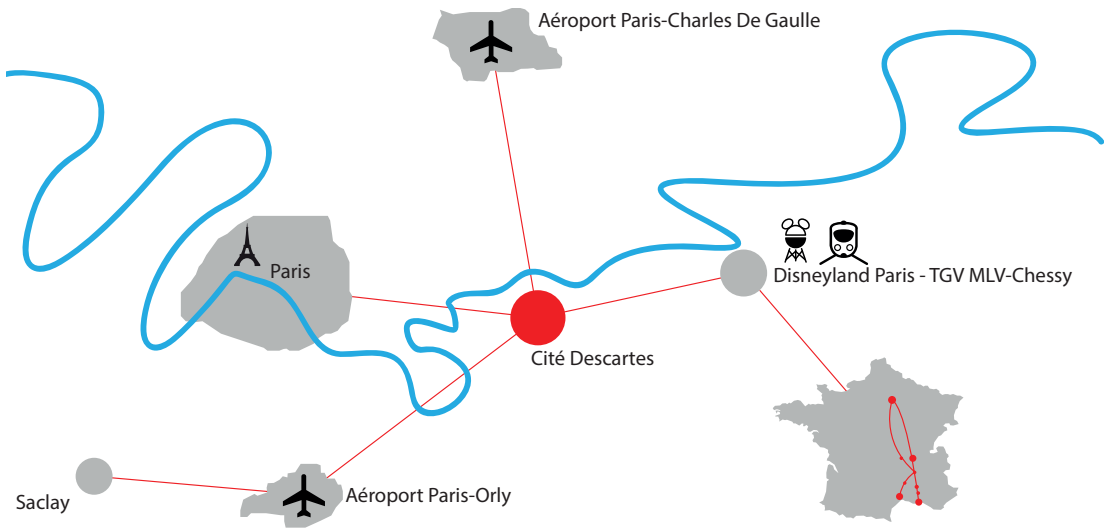
Dans le cadre de cette étude, nous avons choisi de développer nos hypothèses de projet sur le Campus Descartes de l'Université Paris-Est de Marne-la-Vallée.

Ce campus nous semble particulièrement intéressant car il a vocation à devenir un Cluster de la ville durable pour la région Ile-de-France.

Par les projets de réaménagement envisagés mais également par les ressources intellectuelles du site (laboratoires de recherche, technopôle et centre d'innovation), il est appelé à devenir exemplaire. Il regroupera un ensemble de bâtiments et d'aménagements démonstrateurs, tout en bénéficiant des recherches de pointe menées sur les questions de la ville durable.

Ces composantes techniques et les enjeux qu'il porte en font un cas d'étude remarquable. Ce système peut être considéré comme un circuit court intellectuel et technologique.

En outre, le mode « Cluster » est un schéma expérimenté dans plusieurs établissements d'enseignement supérieur et tend à faire office de modèle.



30 minutes en RER depuis Paris



32 000

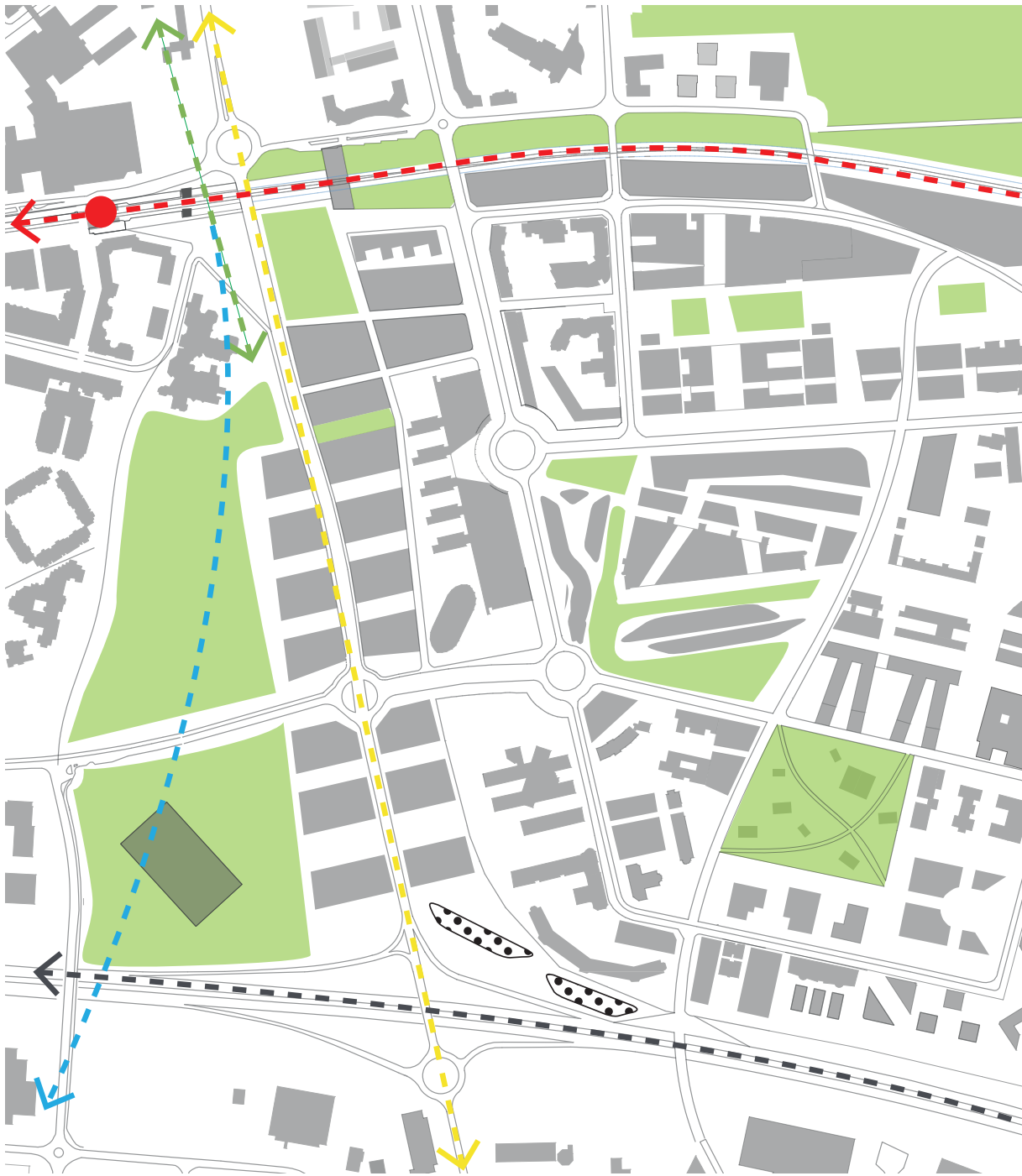
**22 000 étudiants
10 000 usagers**

Une situation géographique et urbaine

Située à 30 minutes du centre historique de Paris, la Cité Descartes s'inscrit dans le tracé du Grand Paris Express à venir. Cette forte connexion territoriale devrait être le vecteur d'un développement économique notable pour le campus. Il est également le « pendant » Est dans la dynamique de territoire universitaire développée avec Saclay.



Tracé du Grand Paris Express, mars 2013.
Source : <http://epa-marnelavallee.fr>








La Cité Descartes dans le Grand Paris

La Cité Descartes constitue un pôle tertiaire et universitaire d'importance régionale.





Elle dénombre 19 500 entreprises, 140 000 emplois, et a été désignée pôle d'excellence du Grand Paris en projet.

À l'horizon 2020, la gare de Noisy-Champs est vouée à devenir un des pôles de connexion du Grand Paris Express.

2015

-  Gare de Noisy-Champs
-  RER A
-  Autoroute A4

Horizon 2020

-  Prolongement Ligne 11
-  Prolongement Ligne 15
-  Prolongement RER E
-  Pôle auto-partage et recharge d'automobile électrique

Zoom sur le campus universitaire : connexions territoriales actuelles et à venir.



Source: Ateliers Lion.com

La Cité Descartes en projet

Depuis 2010, les ateliers Lion sont en charge du projet urbain de revalorisation de la cité Descartes.

« Il s'agit de fonder un pôle d'excellence du Grand Paris favorisant les passerelles entre la recherche et les entreprises qui travaillent sur les concepts de ville et de constructions durables. Cette étude pose fortement la question du rapport entre ville et nature et cherche à exploiter au mieux les sources d'énergies locales existantes (biomasse, énergie solaire). »

Des espaces naturels

La Cité Descartes s'inscrit en frange urbaine, à la lisière de vastes espaces naturels qui constituent un poumon vert pour le territoire francilien.

L'enjeu de la conservation de ces espaces, malgré la requalification urbaine du campus, sera à considérer.



Source: Google Maps

Caractéristiques et potentialités du site

1 - Connexions

À l'intérieur du campus, les liaisons par mobilités douces sont faibles. Elles ne permettent que très peu d'échanges et de déambulations. On se rend d'un point A à un point B, mais guère davantage.

2 - Réseau viaire

Le découpage parcellaire est déterminé par l'automobile. Pour autant, la circulation sur le site n'est pas intense. Ces voies présentent donc un potentiel d'aménagement ou de requalification important.

3 - Cloisonnement

Les différentes entités présentes sur le site ont des gestions administratives autonomes qui se répercutent dans l'organisation spatiale cloisonnée.

4 - Services

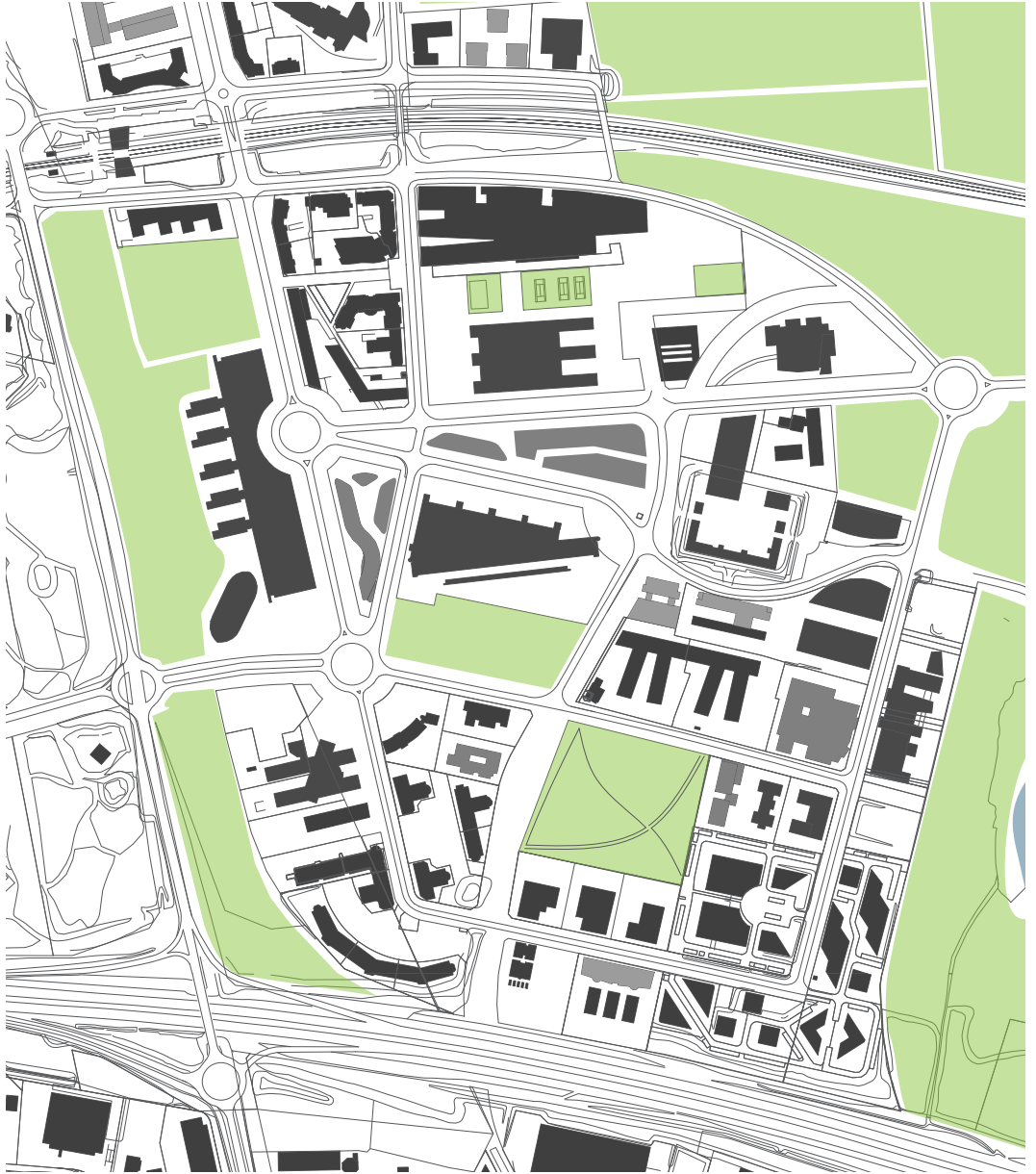
L'offre de services sur le campus est très limitée. Il y a peu de lieux d'hébergement, de restauration ou de commerces de proximités.

5 - Potentiel énergétique

Le potentiel énergétique des bâtiments est peu ou n'est pas exploité, comme par exemple les nappes géothermiques.



Une faible densité bâtie (18 %) soit 160 000 m²



Un découpage parcellaire fortement axé sur l'usage de l'automobile.



Le campus Descartes est un site peu dense. Le regroupement d'institutions de recherche de haut niveau et de potentiels entrepreneuriaux constitue un atout majeur pour le dynamisme

universitaire. Il bénéficie par ailleurs d'espaces naturels de proximité qui valorisent le cadre de vie des étudiants.

Ambiances



Un territoire découpé en entités non-communiquantes.



Des aménagements extérieurs peu soignés.

Potentialités

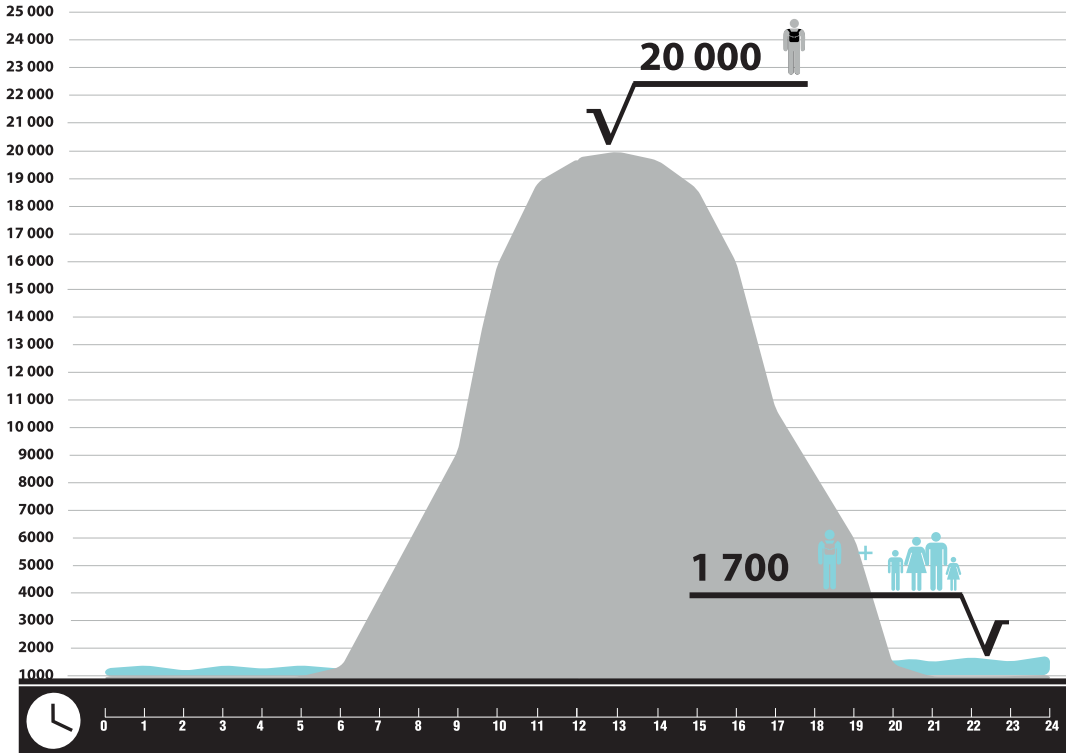


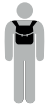
Les halls deviennent des lieux potentiels de vie et d'échanges, Hall de l'École Nationale des Ponts et Chaussées. Source : Pimp my Descartes, étude DSA, ENSAVT, 2012-2013



Des espaces de vie sous-exploités.

Une vie urbaine au rythme pendulaire





Étudiants campus



+




**Étudiants +
résidents du cluster**

La population du campus compte 30 000 personnes. Elle est composée en grande majorité d'étudiants (70 %), d'enseignants-chercheurs et d'employés du tertiaire.

Sa vie urbaine est donc rythmée par les allées et venues quotidiennes d'usagers qui, pour leur majorité (95 % pour les étudiants) n'y résident pas.

Densité de population du campus

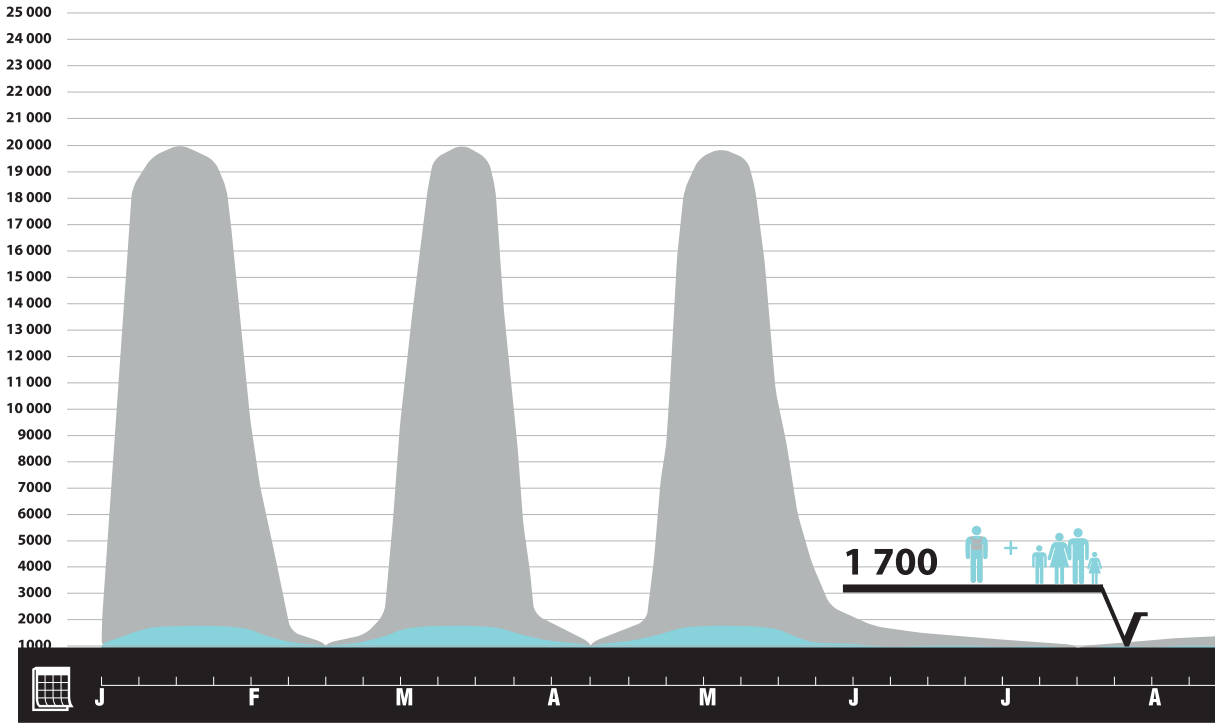
300  X ha

20  X ha

Moyenne de population

160  X ha

Une vie urbaine au rythme universitaire



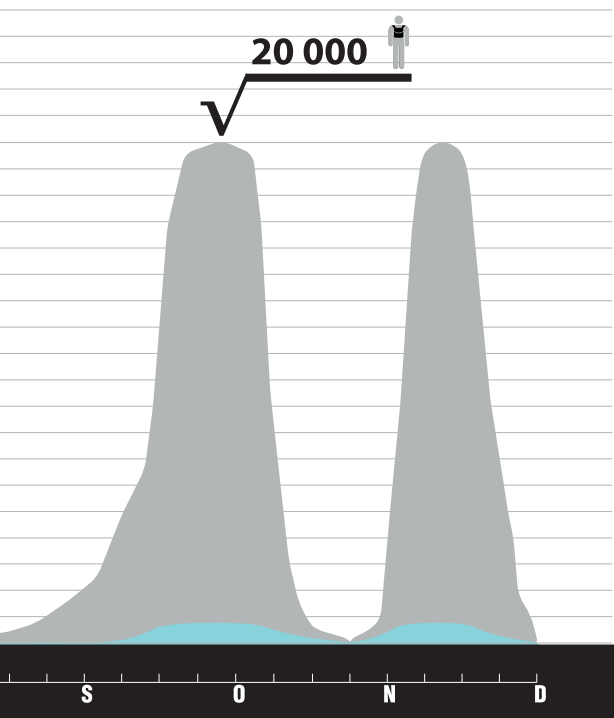
Hiver



Printemps



Congés Universitaires




Toussaint


Vacances Noël





Étudiants campus



Étudiants +
résidents du cluster

Densité de population du campus

 300  X ha

 20  X ha

Moyenne de population

160  X ha

Au cours de l'année, l'animation du campus suit naturellement le calendrier universitaire. Son potentiel considérable de surface, notamment paysagère n'est pas ou peu utilisé lors des vacances scolaires, excepté quelques terrains de sport extérieurs.

Une forte homogénéité programmatique



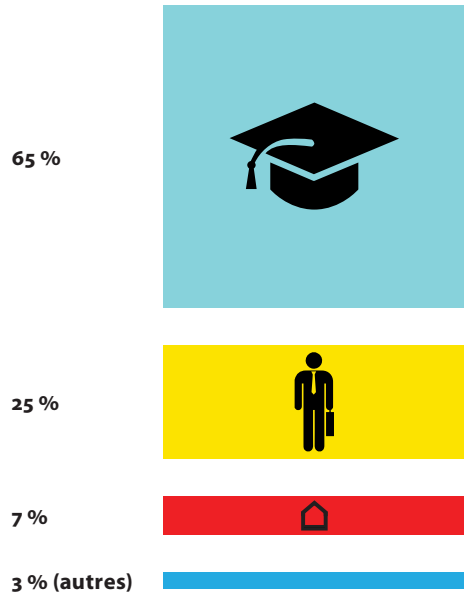
Le bâtiment de l'IFSTTAR, pôle de recherche scientifique (ville et territoires, transports, génie civil)



Le bâtiment de l'École Nationale des Ponts et Chaussées.

La Cité Descartes abrite essentiellement des bâtiments de recherche et d'enseignement supérieur à **65 %**. Elle compte **25 %** de surface de bureaux et seulement **7 %** de surface de logements.

Faible densité bâtie par rapport à la superficie du campus.



Répartitions des surfaces de programme, sur la Cité Descartes, en 2015.

Source : Pimp my Descartes, étude DSA, ENSAVT, 2012-2013, C. Bauve Pyz, A. Clerc, I. Laplanche, N. Saleh.



**Les mobilités représentent
60 % des consommations
globales d'un étudiant en
enseignement supérieur.**

**La Cité Descartes témoigne
d'une forte dépendance aux
mobilités pendulaires extra-
territoriales.**

**Il s'agit donc d'un levier majeur
de réduction de l'empreinte
énergétique du campus à
l'horizon 2030.**



**Comment redéfinir la
Cité Descartes en un lieu
d'enseignement supérieur à
la fois attractif et habitable?**

**Quelles transformations,
en terme de mobilité et
d'empreinte énergétique
du campus suppose cette
nouvelle urbanité ?**



Parvis de l'École Nationale des Ponts et Chaussées et de l'IFSTTAR,
zone centrale et fédératrice du campus : une vie urbaine essentiellement diurne.

Parti-pris

Malgré un fort potentiel de connectivité territoriale, la Cité Descartes témoigne d'une forte homogénéité programmatique. Sa spécialisation en tant que cluster universitaire reliant champs universitaire et tertiaire constitue un atout autant qu'une fragilité car elle ne permet pas encore l'épanouissement d'une vie urbaine à proprement parler.

En effet, une très faible proportion des usagers diurnes réside sur le campus. Cette particularité est génératrice d'une forte dépendance à la mobilité et donc de consommations élevées liées aux transports. Nous verrons que l'automobile à usage individuel tient une place d'autant plus importante dans ces pratiques.

Le parti-pris de ce projet prospectif est basé sur la recherche d'une nouvelle habitabilité du campus et de ses incidences en terme d'échanges à l'échelle locale.

À travers un enrichissement programmatique, une densification des usages, une consommation de sols supplémentaires maîtrisée et une meilleure identification des quartiers, nous définirons les composants nécessaires à l'amélioration du cadre de vie.

En parallèle un travail de requalification des transports doux et locaux sera envisagé. Enfin, nous analyserons l'incidence de ces transformations du point de vue du nouveau scénario énergétique (réduction d'empreinte, production locale).

A-1

Usages intrinsèques

Quelle nouvelle qualité de vie peut-on envisager sur la Cité Descartes en s'appuyant sur le renouveau de l'enseignement supérieur?

A-1 Usages intrinsèques: proposition urbaine : la Cité Descartes en 2030, Habiter un campus d'enseignement supérieur

A1-1 Un enseignement différencié

p. 30

A1-2 Des centralités attractives

p. 32

A1-3 Enseignement: enrichir l'offre existante

p.34

A1-4 Amplifier et enrichir l'offre de logements

p.36

A1-5 Disséminer les services et les activités tertiaires

p.38

A1-6 Densifier dans quelle mesure?

p.40

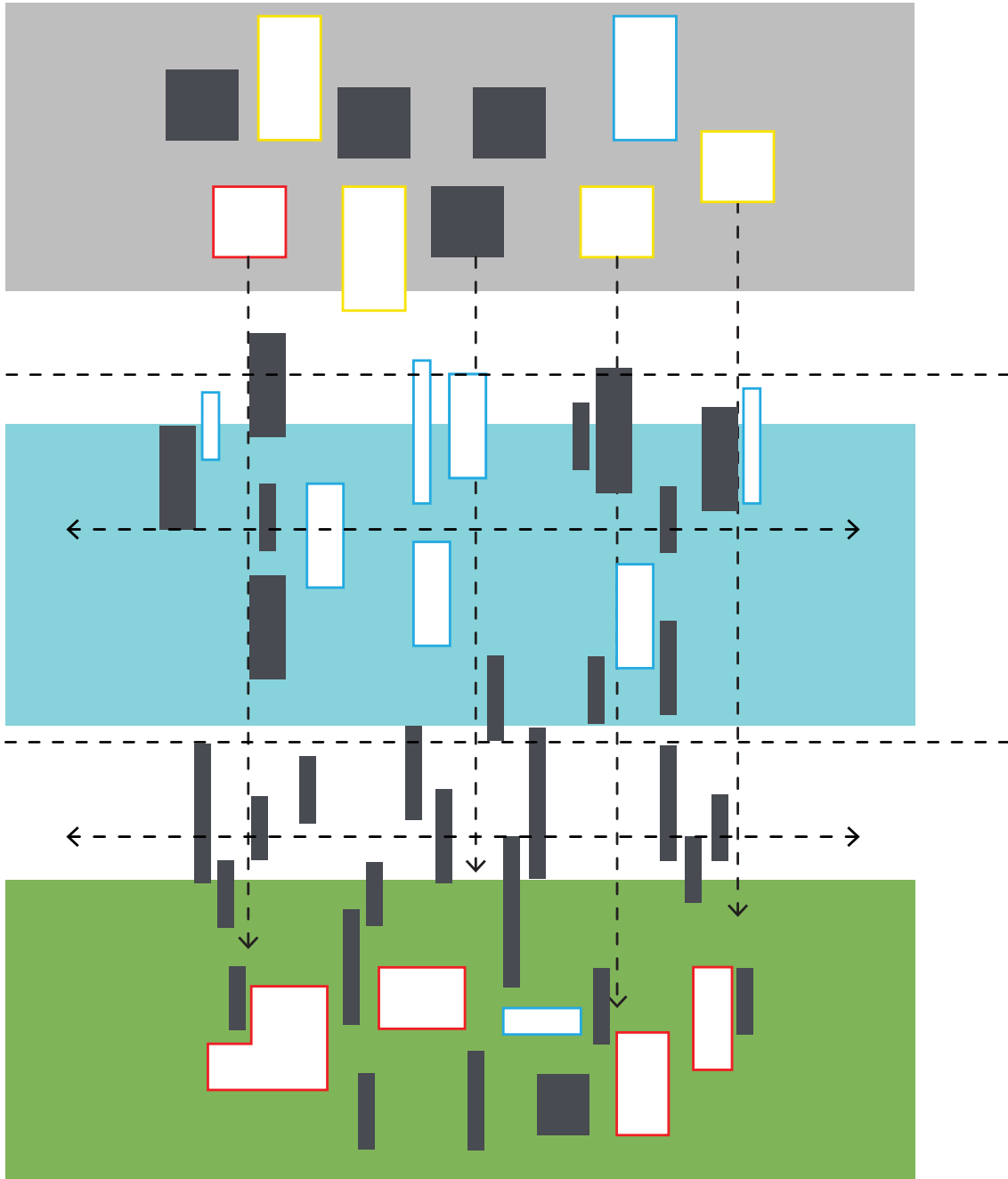
A1-7 Densifier dans quelle mesure les surfaces

p.42

A1-8 Scénario: réduction de l'empreinte énergétique des bâtiments

p.54

A1-1 Un enseignement davantage différencié sur le territoire



Un enseignement différencié : trois dynamiques

DESCARTES CITY

Proche de la gare :
Un axe dense, institutionnel, dédié aux savoirs
fondamentaux.

FAB-LAB

Un espace central sur le campus, pensé comme
un lieu fédérateur.
Consacré aux pratiques expérimentales et
échanges collaboratifs.
Articulé à une forte relation paysagère, avec
des espaces boisés.

BUSINESS FIELD

Un catalyseur d'échanges entre
l'enseignement et le monde professionnel.

Le projet d'enseignement supérieur pour
la Cité Descartes en 2030 est un projet
de territoire. L'enseignement devenant
polymorphe, nous faisons l'hypothèse que
ses formes multiples pourraient se décliner
sur le territoire. Il s'agira de le requalifier
en micro-systèmes différenciés à échelle
humaine, identifiables comme des quartiers

de la Cité. Cette requalification du territoire
se développerait selon trois dynamiques :
Descartes City, Fab-lab Downtown et Business
Field.

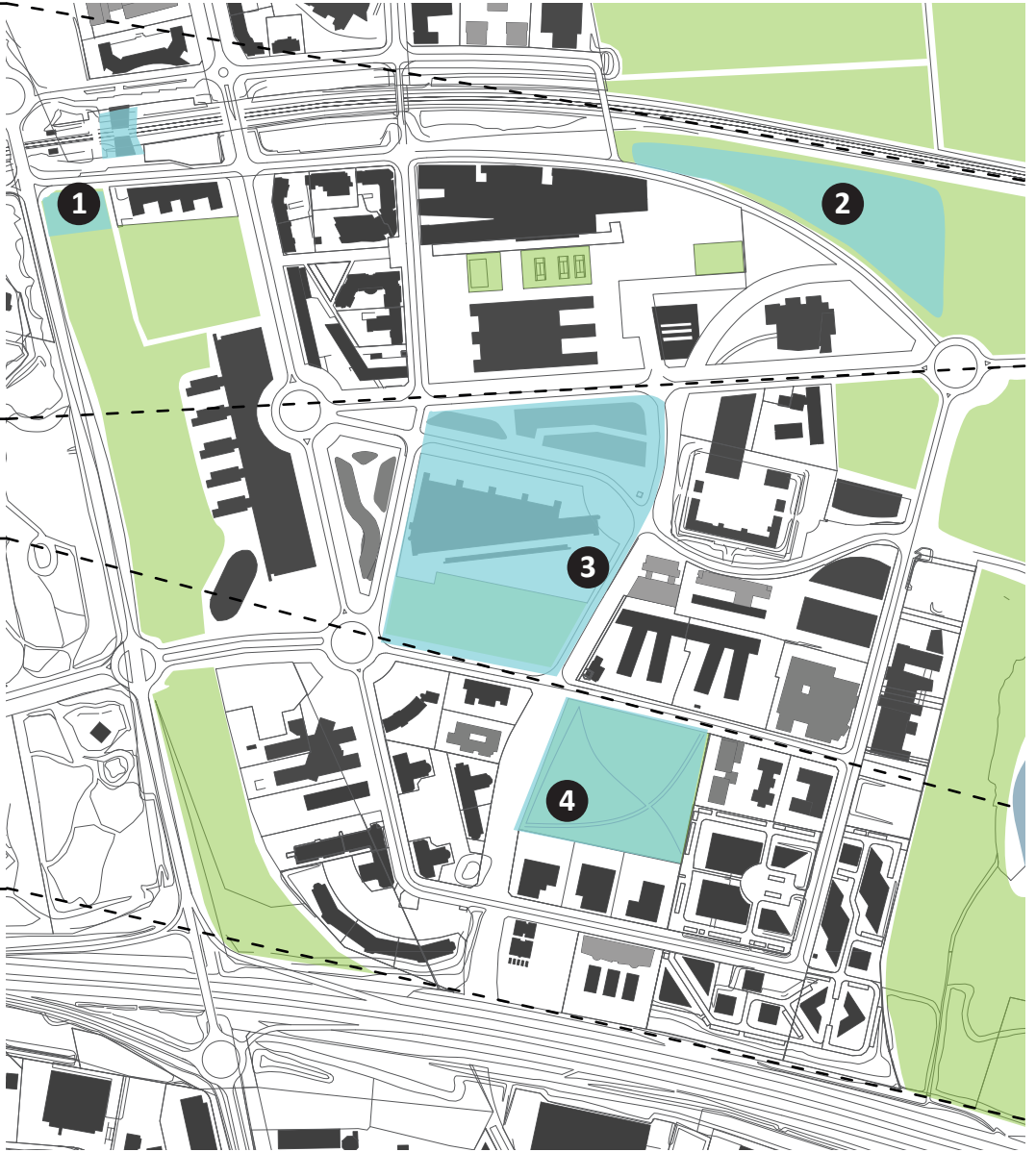
A1-2 Des centralités attractives

DESCARTES CITY

FAB-LAB DOWNTOWN

BUSINESS FIELD

- 1 Parvis de la gare
- 2 Incubateur plateforme MOOCs
- 3 PÔLE GRAND FAB-LAB, mutualisation, permaculture - restauration - potagers - halle de marché
- 4 Espaces Aménageables et Modulaires Activités Éphémères et événementielles



A1-3 Enseignement : enrichir l'offre existante



1

Espaces de **Co-Working** :
s'approprier un petit espace de travail,
pour une courte durée.



2

Un **incubateur** de talents numériques :
sur le principe de l'École 42, avec pour objectif de
poursuivre une dynamique de pointe connectée aux
autres axes d'enseignement par sa proximité.



3

Les espaces de **FabLab** :
ateliers collaboratifs et pédagogiques basés sur des
procédés de conception / fabrication sur place, et
nourris des nouvelles technologies open-source.



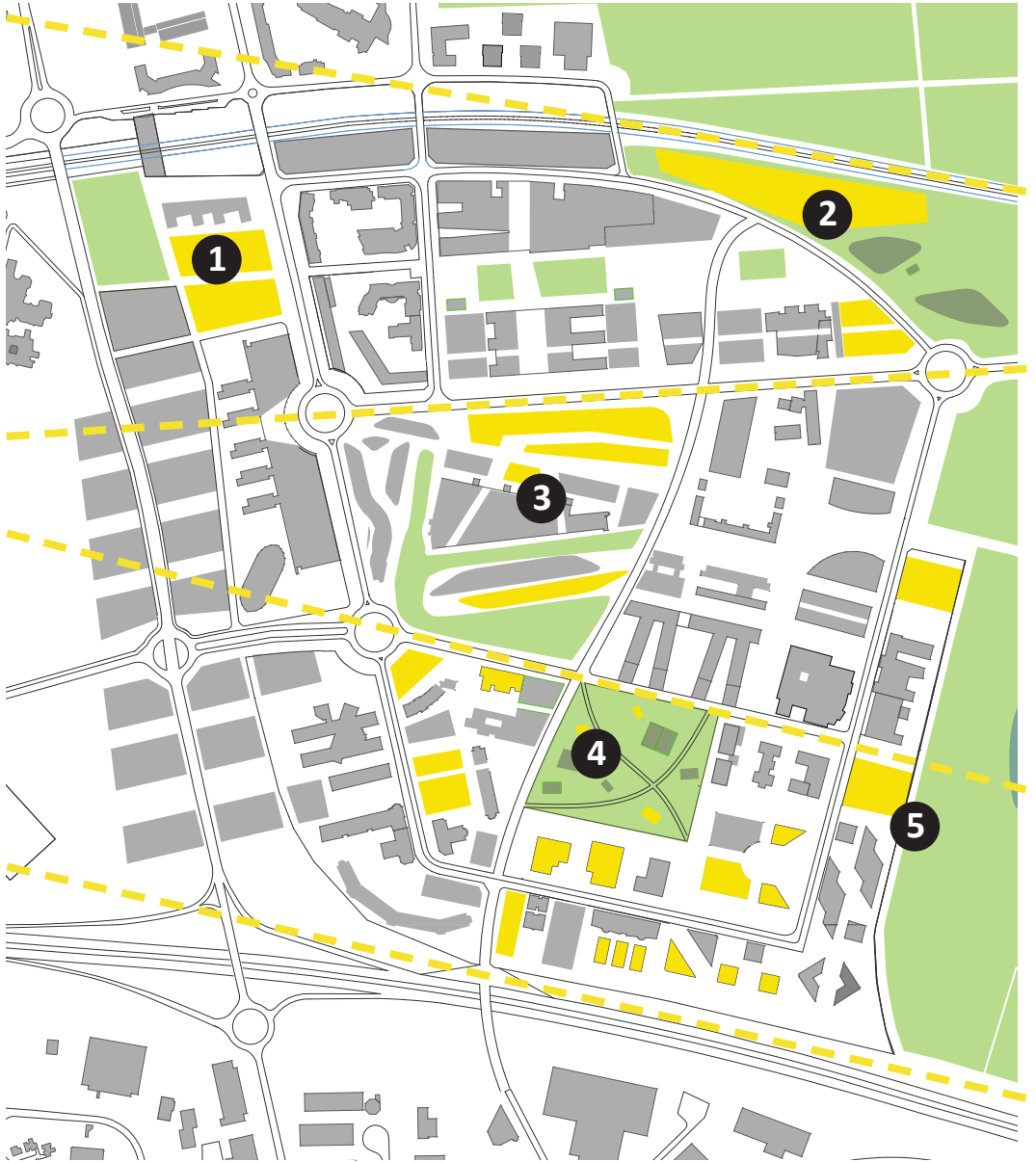
4

Le Caravansérail :
unités éphémères et mobiles d'accueil d'événements
fédérateurs et pédagogiques.



5

Greffes d'unités de recherche
sur équipements tertiaires existants : échanges mutuels
sur des programmes de recherche appliquée.



A1-4 Amplifier et enrichir l'offre de logements



Logements flexibles :

hébergements pour intervenants extérieurs (chercheurs, étudiants, professionnels). Ils disposent de différentes modalités d'occupation, à court terme ou à moyen terme.



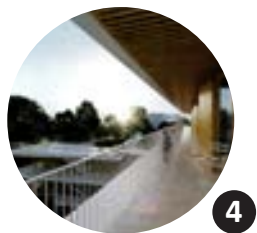
Logements collectifs denses :

Ils combinent différentes formes de résidentiels (hôtellerie / permanent) et de typologies (logement T1 au T5).



Capsules - charrette :

Logements occasionnels, cellules très restreintes, utilisables une nuit lors de veillées tardives, à l'école d'architecture principalement.



Logements greffes :

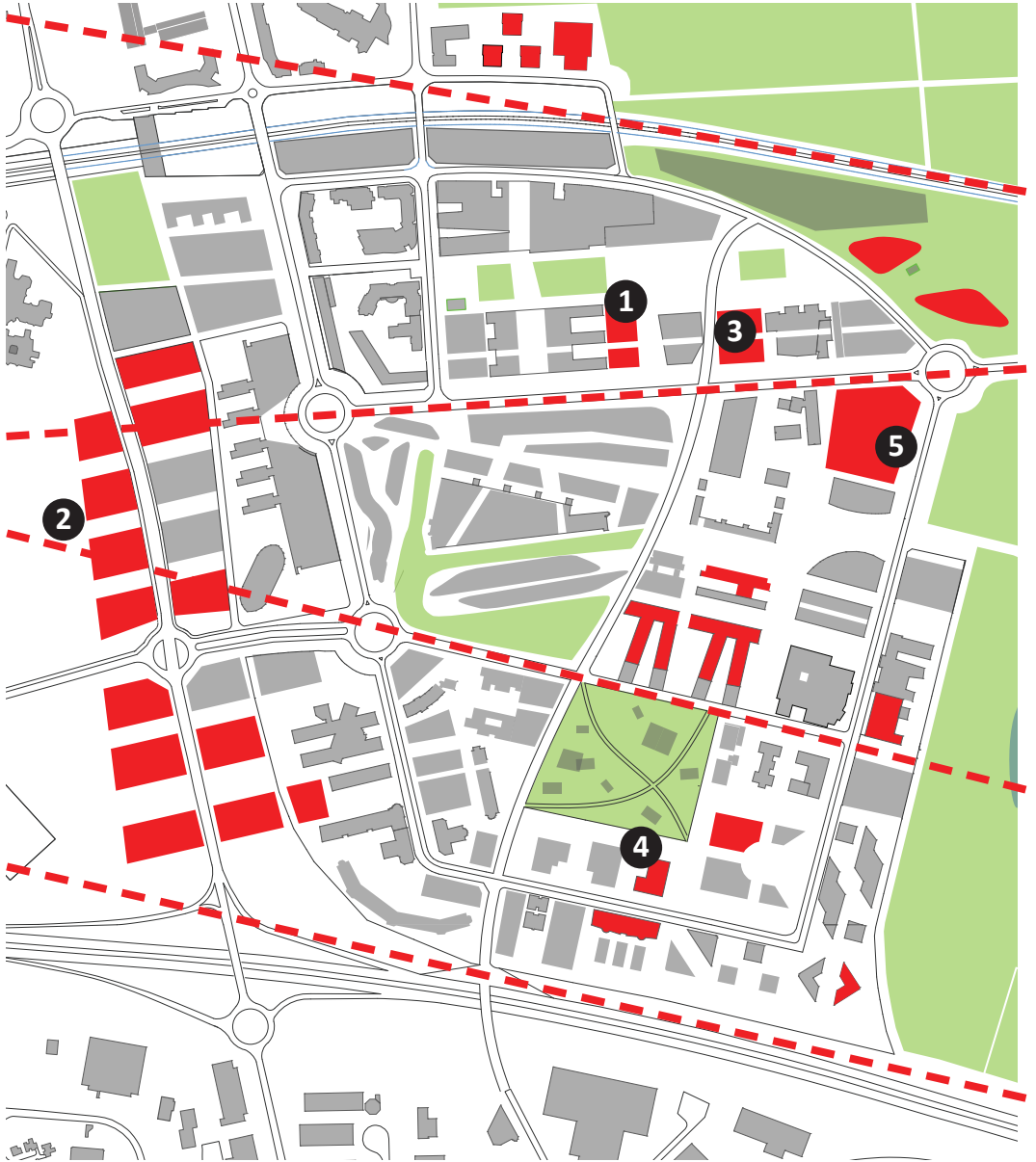
logements résidentiels à forte valeur ajoutée, en surélévation des équipements tertiaires existants : ils bénéficient de vues valorisées sur les espaces boisés, quartier calme et paysager.



Logements étudiants :

Un hébergement annuel ou semestriel.

En référence : 18 m² : Habitat étudiant, projets d'avenir, LA PIERRE Éric, Pavillon de l'Arsenal



A1-5 Disséminer les services et les activités tertiaires



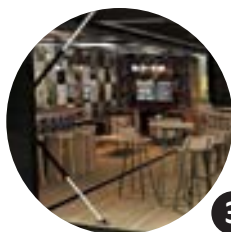
1

Espaces de **co-working** : espaces de travail coopératif ou individuel de courtes durées, propices à la socialisation.



2

Un **Restaurant emblématique** : prestigieux et à forte visibilité.
En référence : le restaurant Georges au Centre Georges Pompidou, Paris.



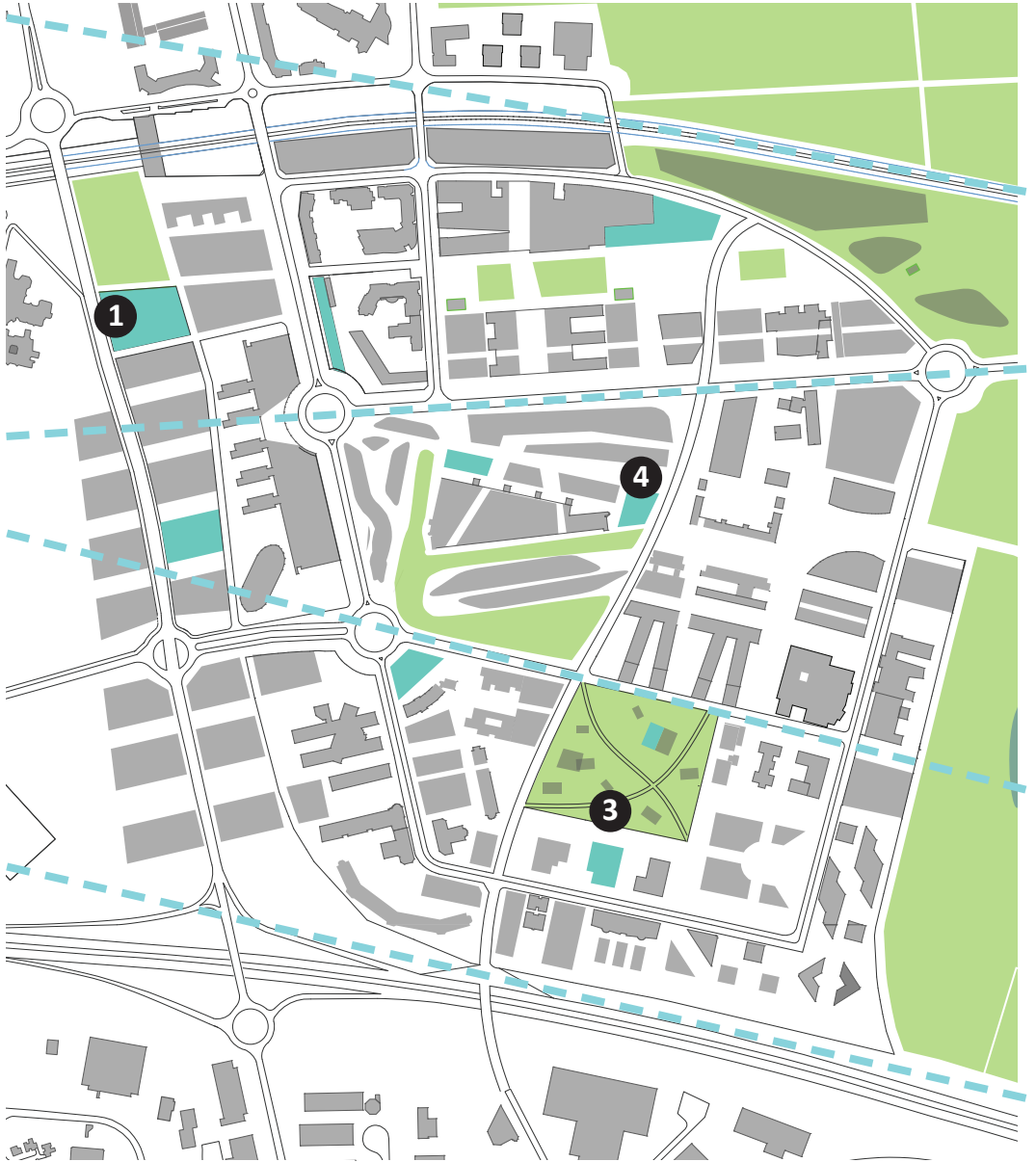
3

Les **Restos Pop-up** : disséminés dans le square au Sud de la Cité, ils accompagnent l'offre événementielle du Caravansérail.
Ils s'implantent de façon éphémère pour des durées variables (3 à 6 mois).



4




La **Grande halle et les comptoirs** : sur le principe des marchés couverts méditerranéens, un lieu fédérateur par excellence. Il est composé d'une halle de marché fournie par l'agriculture urbaine locale et de comptoirs de dégustation. Ils émanent d'un rapprochement entre services et enseignements.
Ils bénéficient du professionnalisme des formations en hôtellerie et en agroécologie.



A1-6 Densifier, dans quelle mesure ?

2015

Total des usagers de la Cité Descartes **30 000**

	Etudiants	20 000
	Encadrants	3 000
	Autres	7 000

**Nombre de résidents sur le campus
toutes catégories confondues** **5 % des usagers**

 étudiants résidant sur campus 1 200

 encadrants / chercheurs
résidant sur campus - *

 autres personnes résidant sur
campus - *

Total résidents du campus **1 600**

-* Quantité négligeable

Amplifier la part de résidents sur le campus.

Nous proposons d'axer la densification principalement sur les programmes de logement et la diversité de leur typologie. Cette idée répond à l'hypothèse d'augmenter le nombre de résidents de manière plus significative que le nombre d'usagers. En outre ces résidents n'étant pas tous usagers du campus, on élargit ainsi le profil des résidents. Ces diverses populations devraient permettre d'augmenter la convivialité et les échanges du lieu. Les résidents représenteront 50 % des usagers du site, répartis dans une proportion de 70 % d'étudiants, 5 % d'enseignants et 25 % d'autres personnes comme des familles.

2030

32 000

22 000

3 000

7 000

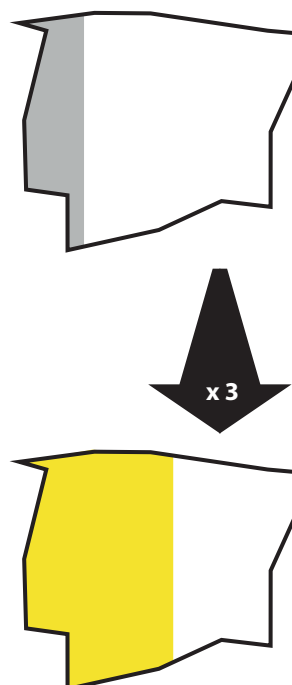
50 % des usagers

11 000 étudiants

1 000 enseignants

4 000 familles

16 000






A1-7 Densifier, dans quelle mesure les surfaces?

2015

Hypothèses :

(m²)

5 m ² /p 	Enseignement	100 000
	Logement	22 000
«Capsules-colocs» = 5 m ² /p 30 % des étudiants	logement étudiant	12 000
«Cellules» = 13m ² /p 70% des étudiants		
20m ² /p	logement autre	10 000
15m ² /p	logement accueil spécifique	-*
10 m ² /p 	Bureaux	38 000
Total		160 000

-* Quantité négligeable

Accroissement raisonné des m²

2030

(m²)

225 000

212 000

117 000

80 000

15 000

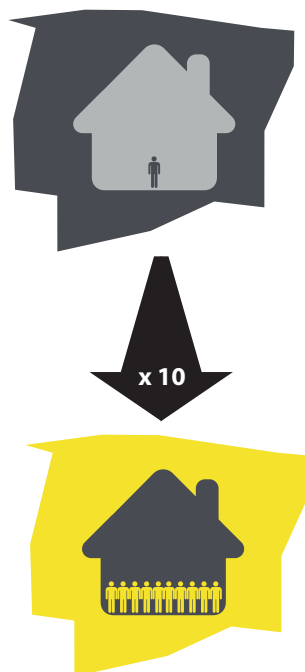
60 000

500 000

Nous avançons l'hypothèse d'une augmentation des surfaces de logement d'un facteur 10 et des surfaces d'enseignement, de recherche et de bureaux de 2.

Afin de préserver les zones naturelles environnantes et limiter la consommation de sols supplémentaires, la densification se fait sur les parcelles existantes ou par des greffes en sur-élévation.

Pour les logements et pour l'enseignement, on propose une méthodologie de projet par étape. Une phase de définition des besoins sera le préalable à tout projet. Puis les options de requalification des bâtiments existants ou de constructions neuves seront éprouvées d'un point de vue de leur impact paysager et environnemental comparé. Le total des surfaces ne devrait être multiplié que par 3, mais la densité d'usage beaucoup plus valorisée.





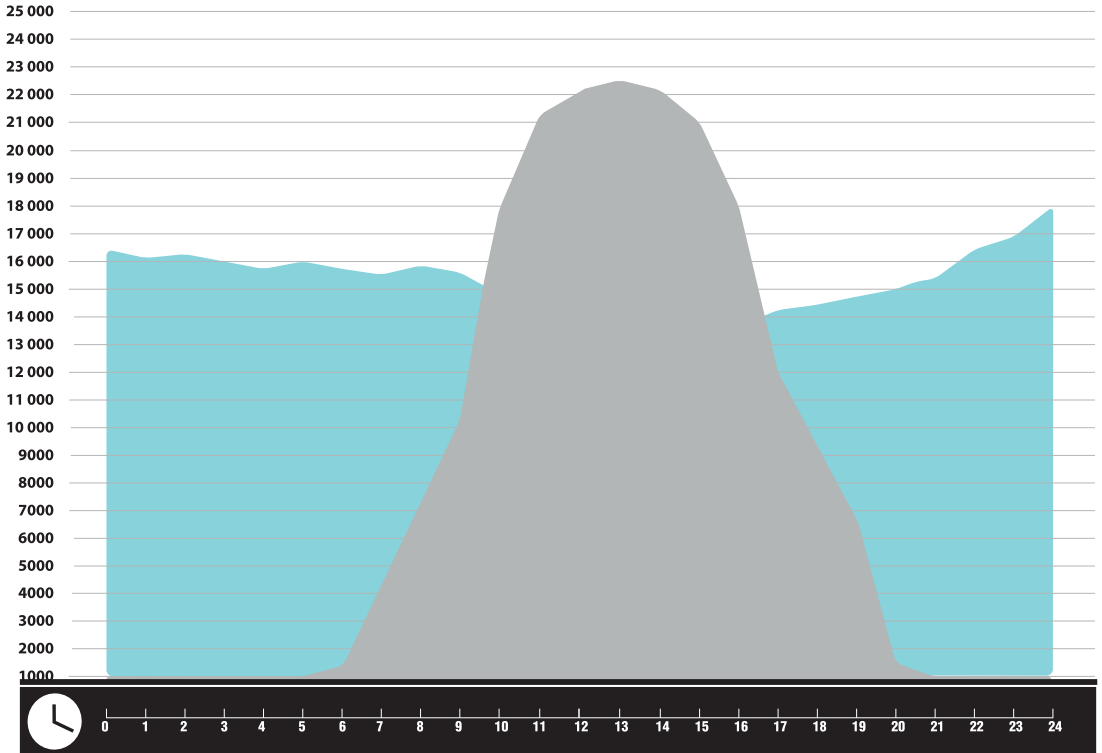
**Seulement 5 % des usagers
de la Cité Descartes résident
sur le campus.**

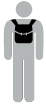
**Pendant les week-ends et
les vacances, il est en grande
partie vidé de ses occupants.**

Hypothèse

**Le parti-pris de renforcer
fortement l'habitabilité
du campus répondrait
simultanément à
l'amélioration de la
qualité de vie mais aussi
à la réduction du poids
énergétique des mobilités
induites.**

2030 : Les usagers sont présents tout le temps ...






Étudiants campus

En conséquence, la vie urbaine de la Cité Descartes s'en trouve profondément transformée : les populations se mélangent, des lieux de convivialité nocturnes fleurissent, etc.



**Étudiants +
résidents du cluster**

Densité de population du campus

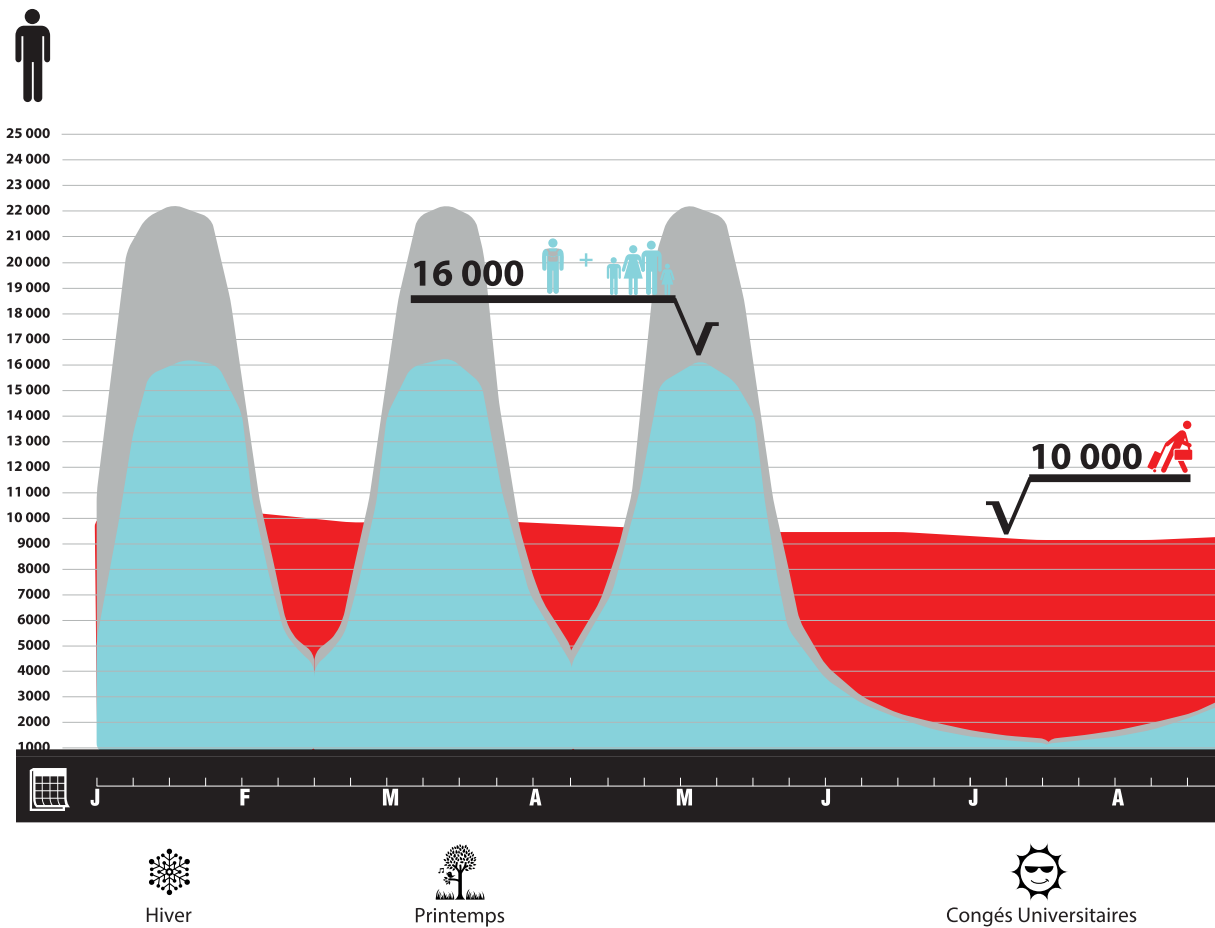
360  X ha

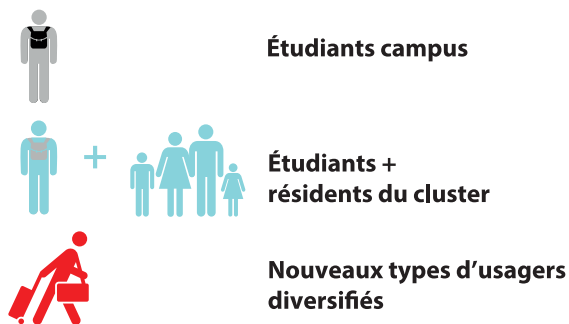
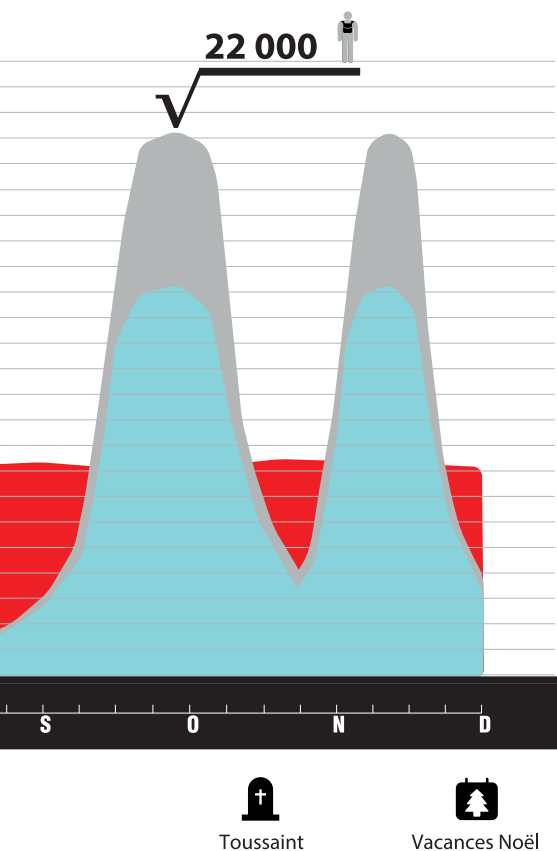
180  X ha

Moyenne de population

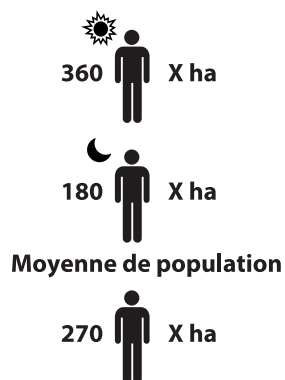
270  X ha

... même pendant les vacances.





Densité de population du campus



Pendant les vacances, de nouveaux usages sont possibles du fait de la variété nouvelle de publics : activités ludiques de plein air, mutation saisonnière de locaux universitaires par exemple pour des colonies de vacances.



Un cluster habité

La requalification urbaine du campus s'appuie à la fois sur la territorialisation de l'enseignement et sur le renforcement de la place des logements.

Cette mixité programmatique et spatiale va contribuer à des échanges et des connexions nouvelles.



2015



Gare de Noisy-Champs



RER A



Autoroute A4

Horizon 2020



Prolongement Ligne 11



Prolongement Ligne 15



Prolongement RER E



Pôle auto-partage et recharge d'automobile électrique



Logements



Bureaux



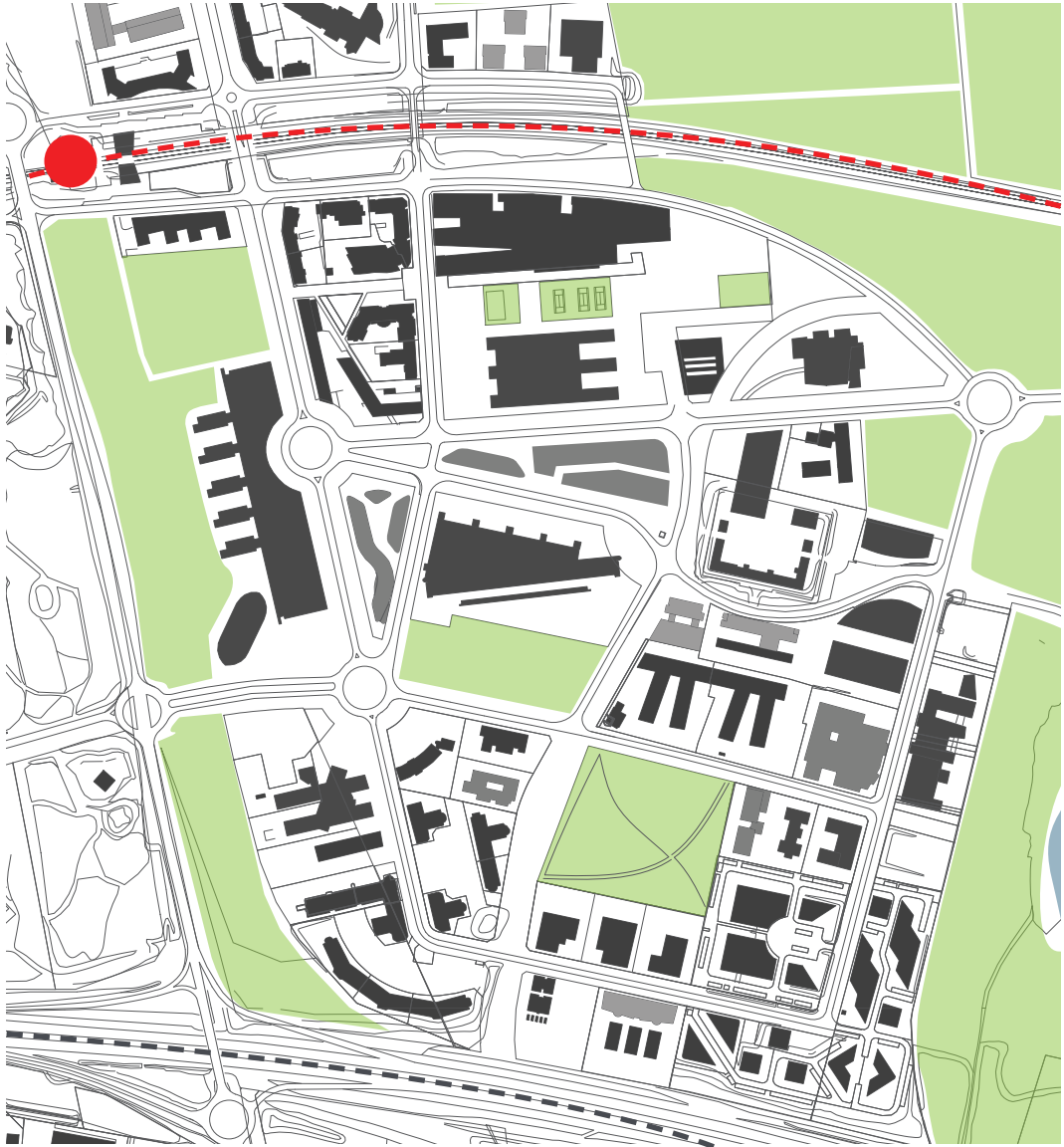
Enseignement



Services



La Cité Descartes avant densification



2015

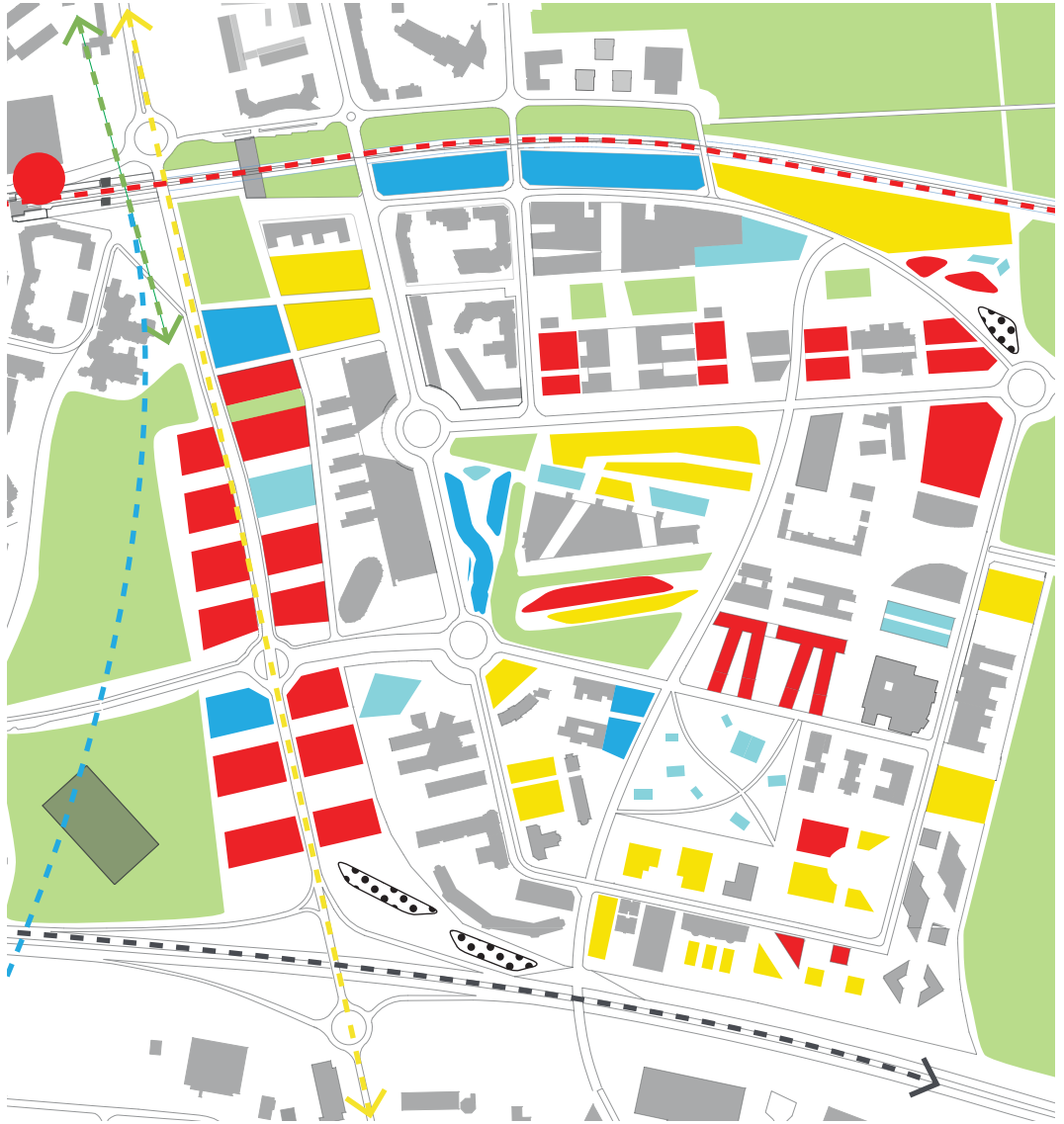
 Gare de Noisy-Champs

 RER A

 Autoroute A4



La Cité Descartes après densification



Horizon 2020

— Prolongement
Ligne 11

— Prolongement
Ligne 15

— Prolongement
RER E



Pôle auto-partage et
recharge d'automobile
électrique

Logements

Bureaux

Enseignement




Services



A1-8 Scénario: réduction de l’empreinte énergétique des bâtiments

2015

Hypothèses :

 <p>2015 : 200 kWh/m²/an 2030 : 70 kWh/m²/an</p>	<p>Enseignement (MWh/an)</p>	<p>20 000</p>
 <p>2015 : 150 kWh/m²/an 2030 : 30 kWh/m²/an</p>	<p>Logement (MWh/an)</p>	<p>3 300</p>
	<p>Logement étudiant</p>	<p>1 800</p>
	<p>Logement autre</p>	<p>1 500</p>
	<p>Logement d'accueil spécifique</p>	<p>-</p>
	<p>Bureaux (MWh/an)</p>	<p>9 500</p>
<p>Total (MWh/an)</p>		<p>32 000</p>

2030

De plus, nous émettons l'hypothèse qu'une réduction notable de la consommation d'énergie par nouveau m² construit sera possible dans la mesure où les constructions seront majoritairement neuves.

Cette réduction serait d'un facteur 5, soit: 150 kWh/m²/an à 30 kWh/m²/an.

15 700

6 400

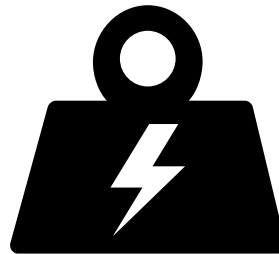
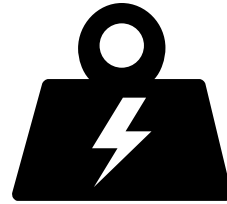
3 510

2 400

450

6 000

35 000



2015 - 2030 : Une augmentation faible de l'empreinte énergétique

A-2

Mobilités

Se déplacer, se promener ou traverser la Cité Descartes

A2 Mobilités, se déplacer, se promener ou traverser la Cité Descartes

A2-1 Navette électrique et cheminements cyclables:

p. 58

A2-2 Mobilités projetées exploiter la rue au maximum

p. 62

A2-3 Mobilité 2015: diagnostic

p. 66

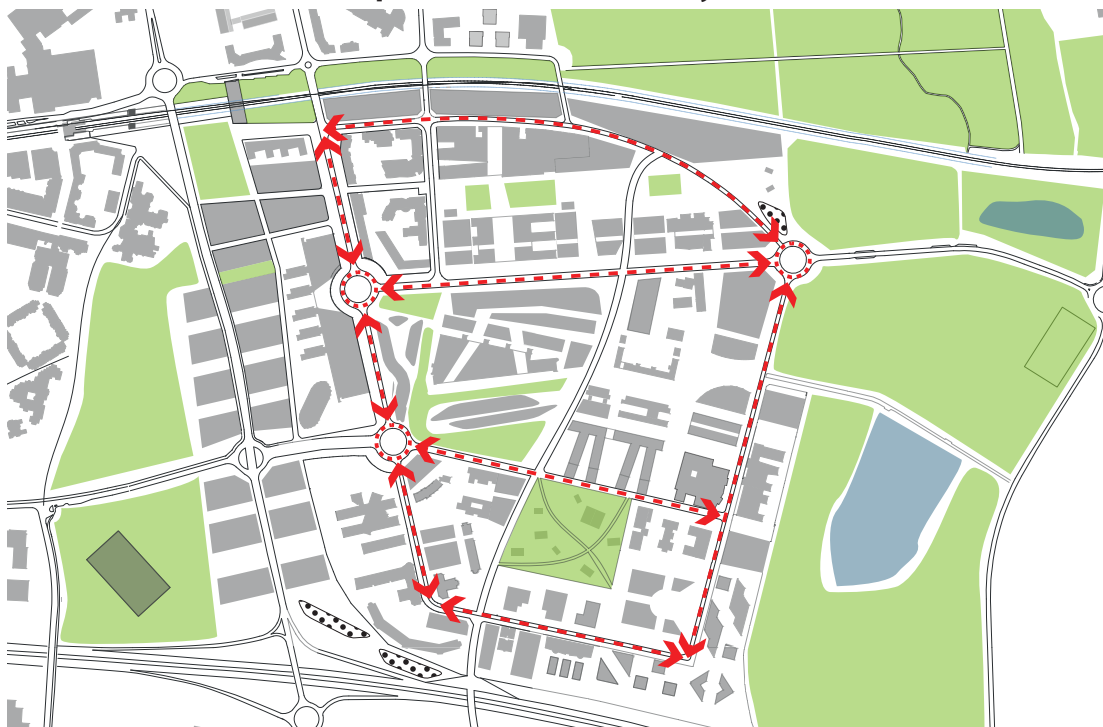
A2-4 Mobilité usages projetées

p. 68

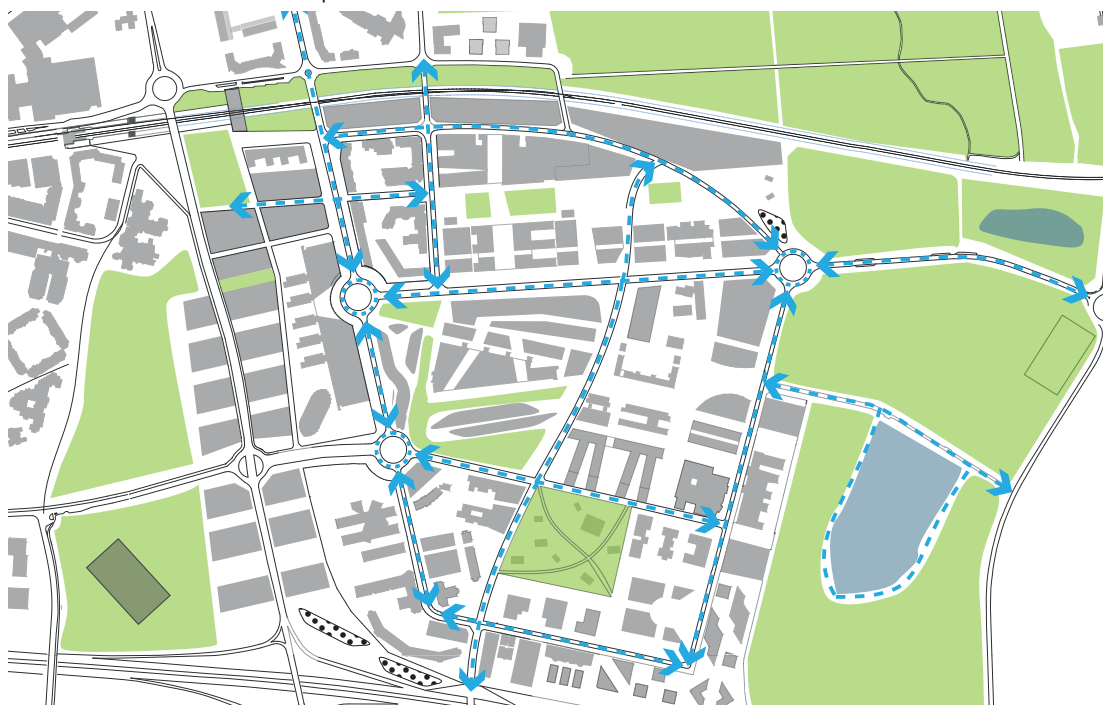
A2-5 Energie: miser sur les mobilités douces

p. 70

A2-1 Navette électrique et cheminements cyclables



Parcours navette électrique



Cheminements cyclables

Des mobilités douces, plus locales

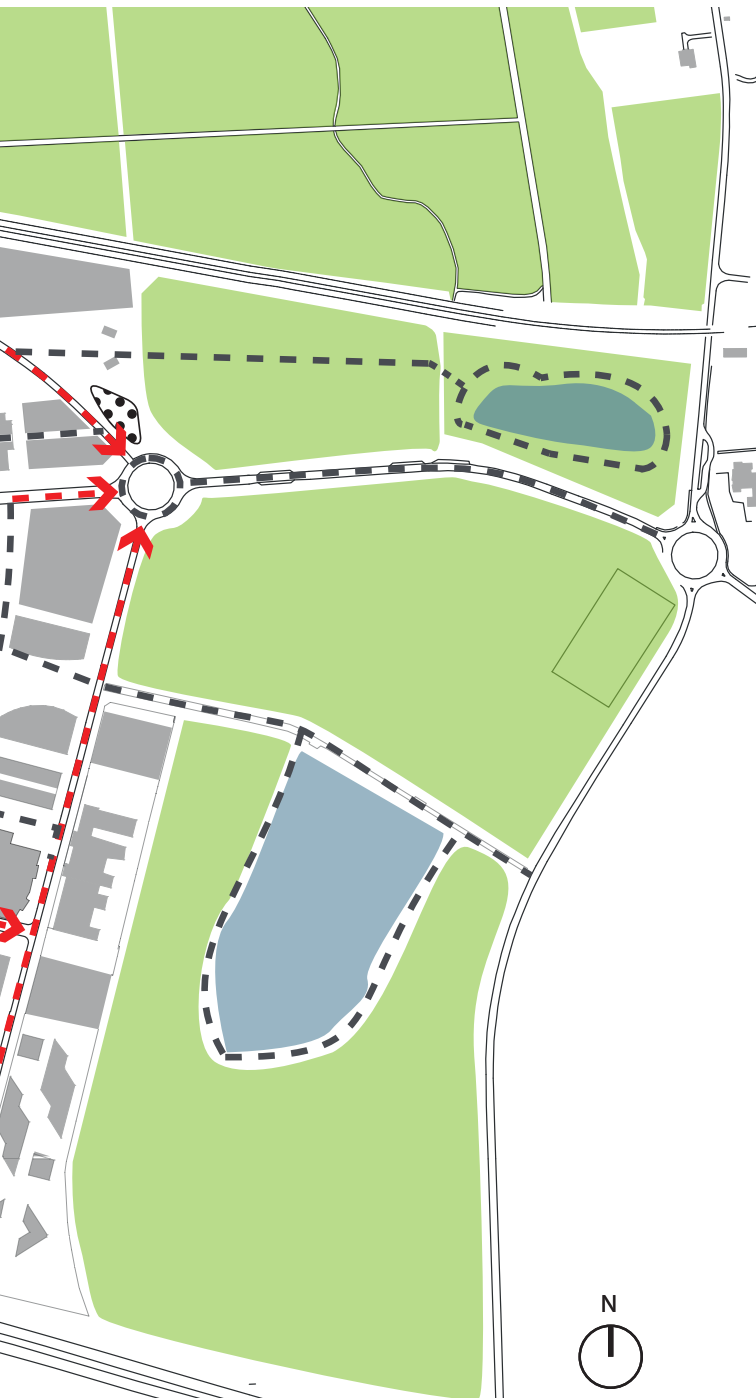


Navette électrique du campus de l'EPFL de Lausanne, Suisse



Bike Box, Fabricant Metalco, Designer Staubach & Kuckertz









La trame principale des nouveaux transports doux du campus repose sur un tracé simple qui reconnecte les pôles majeurs (gare RER, nœud autoroute A4) à l'intérieur du campus et l'ouvre vers les espaces naturels à l'Est.

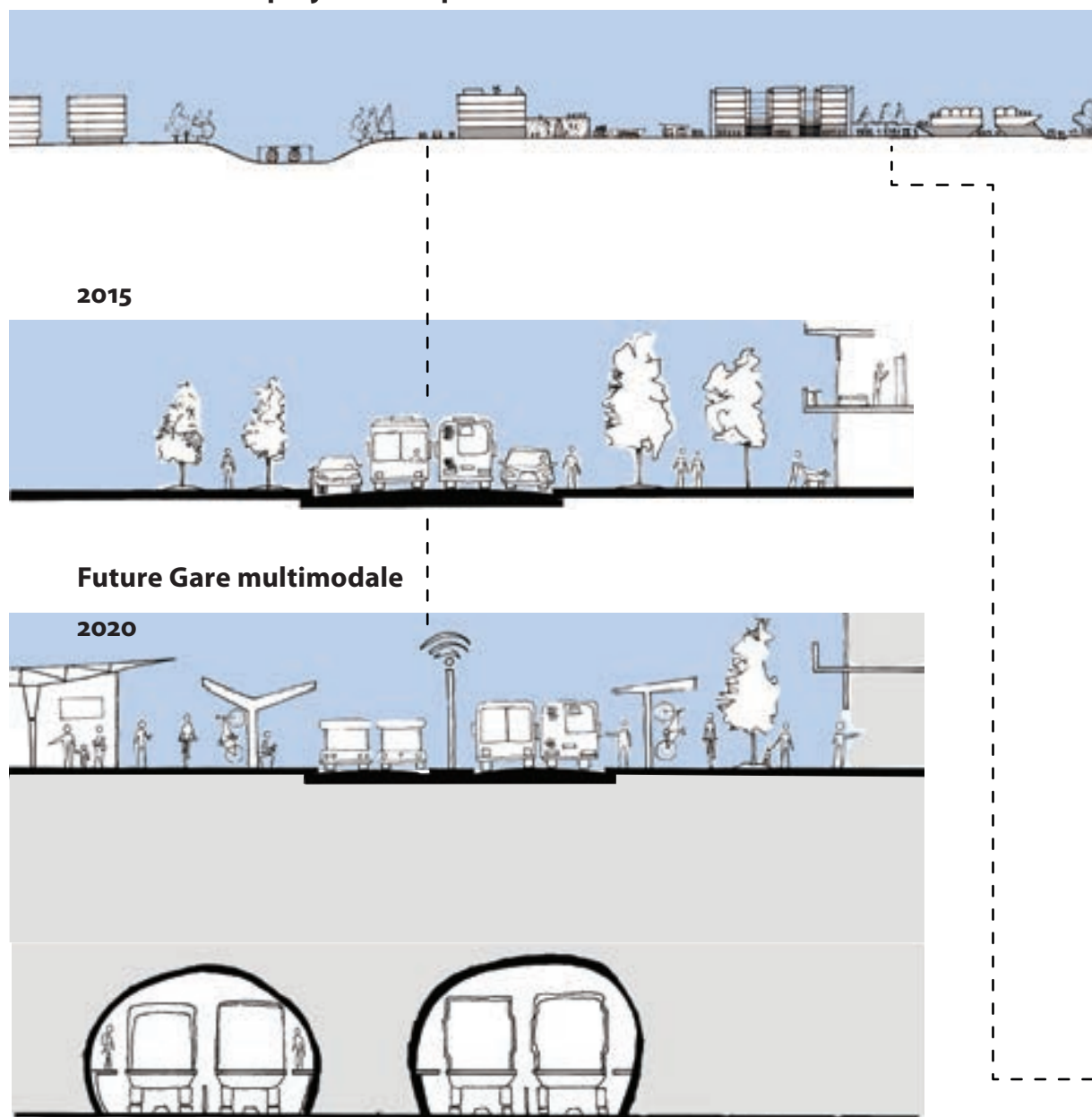
Outils proposés :

- Auto ou vélo partagés, en vue de limiter l'utilisation de l'automobile individuelle.
- Limitation des places de parking et développement d'abri-vélos sécurisables et appropriables
- Navette électrique intra-campus
- Différenciation fine des circuits piétons, vélo, par une meilleure optimisation du parcellaire en bordure de voirie.

-  Gare de Noisy-Champs
-  Navette électrique et cheminements cyclables
-  Cheminements piétons / cyclables
-  Pôle auto-partage et recharge d'automobile électrique

Les cheminements piétons s'affranchissent du tracé actuel dédié à un usage automobile. Ils permettent les traversées, notamment par les halls des bâtiments ouverts tout au long de la journée. Ces halls jouent un rôle important d'espace tampon et de connecteur. Par ailleurs, les venelles sont multipliées et redécoupent les parcelles actuelles.

A2-2 Mobilités projetées : exploiter la rue au maximum



Les nouvelles mobilités reconfigurent la rue en profondeur : emprunt, dépôt de vélos, stations de navette et d'auto partage extrapolées à d'autres usages, bornes wifi.



Secteur Copernic



École Nationale des Ponts et chaussées





Source: Bornéo City



smartgrids-cre.fr



Projet WattWay, revêtement carrossable photovoltaïque, COLAS Industries



Mobilier urbain solaire, gamme Stradus Infra, Source: www.focusarchi.be



smartgrids-cre.fr

L'enjeu de l'intensification des mobilités douces sur le campus est prééminent pour y réintroduire une vitalité sociale, économique et urbaine d'échelle plus locale.

La limitation d'empreinte carbone liée aux transports permettra de tisser du lien social autour des services de mobilité.

Il s'agit bel et bien de déconstruire l'enfermement du campus actuellement très dépendant des transports extra-territoriaux

Les revêtements de sols peuvent également être exploités pour fournir de l'énergie.



Bornéo City : borne solaire autonome de distribution d'énergie et de service wi-fi.

A2-3 Mobilité : diagnostic 2015

Hypothèse :
Distance = 50 km / jour

Pendulaires

Le RER: principal mode de transport utilisé



1 RER =
0.05 kWh / pers / km

% D'usage transports en commun (RER)	80 %
Soit en nombre de personnes	24 000
Consommation (kWh/pers /jour)	2.5
Consommation (W moyens / pers)	60 000

TOTAL pour les usagers concernés (kWh/j) 1250

La voiture : 4 fois plus de consommation, pour 4 fois moins de voyageurs !



1 automobile =
0.8 kWh / pers / km

% D'usage automobile	20 %
Soit en nombre de personnes	6 000
Consommation (kWh/pers /jour)	40
Consommation (W moyens / pers)	25 000

TOTAL pour les usagers concernés (kWh/j) 240 000

Total 2015 (kWh/j) 300 000

* Consommations calculées sur la base de temps d'occupation hebdomadaire des transports = 1/5 du temps d'occupation pendulaire.

La mobilité sur le campus

Comme nous l'avons vu dans les analyses précédentes, le projet envisagé pour la Cité Descartes est de rendre attractive et habitable ce territoire. Cette ambition a pour objectif, entre autres, de réduire les mobilités et l'empreinte énergétique de l'étudiant.

Si on observe plus précisément les mobilités entre domicile et travail qui ont lieu actuellement sur le site, on constate que :

20 % des usagers utilisent la voiture contre 80 % le RER.

Mais l'impact énergétique du quart des usagers en voiture est 4 fois supérieur à celui des usagers en RER.

Le poids global de ces mobilités est de 300 000 kWh/j. On remarque que sur le site, les mobilités douces, comme le vélo, ou propres comme les véhicules électriques sont quasiment absentes.



Espace requis pour transporter 60 personnes. automobile pour & personne, bus, vélo.

Source: Affiche pour le Munster Planning Office de la Ville de Munster (Allemagne) août 2001;

A2-4 Mobilités : usages projetés

Mobilités domicile-travail uniquement



% D'usage transports en commun (RER)

Soit en nombre de personnes



% D'usage automobile

Soit en nombre de personnes



% D'usage automobile / bus électrique

Soit en nombre de personnes



% D'usage du vélo

Soit en nombre de personnes



% De piétons

Soit en nombre de personnes

2015		2030	
Pendulaires	Résidents sur place	Pendulaires (50% des usagers)	Résidents sur place (50% des usagers)
80 %	-	80 %	0 %
24 000	-	12 800	0
20 %	-	2 %	0 %
6 000	-	0	0
-	-	15 %	10 %
-	-	2 400	1 600
-	-	2 %	45 %
-	-	800	7 200
-	-	1 %	45 %
-	-	0	7 200

Pour améliorer l'impact de la mobilité en 2030 nous envisageons deux manières:
D'une part, la réduction globale de cet impact, permis par l'augmentation des résidents sur le site. D'autre part, l'impact de la mobilité restante peut également être réduit par son amélioration.


A2-5 Énergie : miser sur les mobilités douces


2015

Hypothèse :

Distance = 50 km / jour

Pendulaires

	% D'usage transports en commun (RER)	80 %
	Soit en nombre de personnes	24 000
	Consommation (kWh/pers /jour)	2.5
1 RER = 0.05 kWh / pers / km	Consommation (W moyens/ pers.)	1250
	TOTAL pour les usagers concernés (kWh/j)	60 000

	% D'usage automobile	20 %
	Soit en nombre de personnes	6 000
	Consommation (kWh/pers /jour)	40
1 automobile = 0.8 kWh / pers / km	Consommation (W moyens/ pers.)	25 000
	TOTAL pour les usagers concernés (kWh/j)	240 000

2030

Pendulaires
(50% des usagers)

80 %

12 800

2.5

1250

32 000

0 %

0

0

0

0

Pour ce second aspect, il s'agit de développer les mobilités douces et propres.

Des dispositifs visant à remplacer progressivement l'automobile individuelle par un système d'auto-partage électrique peuvent être mis en place. Des réseaux de bus et de navettes électriques viendraient compléter les chemins piétonniers et les circulations vélos pour les trajets courts.




* Consommations calculées sur la base de temps d'occupation hebdomadaire des transports
= 1/5 du temps d'occupation pendulaire.

Énergie : miser sur les mobilités douces

2015

Hypothèse :

Distance = 50 km / jour

	% D'usage automobile / bus électrique	-
 <p>1 voiture électrique = 0.06 kWh/ pers/km</p>	Soit en nombre de personnes	-
	Consommation (kWh/pers / jour)	-
	Consommation (W moyens/ pers.)	-
	TOTAL pour les usagers concernés (kWh / j)	-
	% D'usage du vélo	-
	Soit en nombre de personnes	-
	% De piétons	-
	Soit en nombre de personnes	-
	TOTAL selon pendu- lares / résidents (kWh/j)	300 000

TOTAL (kWh/j)

300 000

2030

**Pendulaires
(50% des usagers)**

**Résidents sur
place (50%
des usagers)**

15 %

10 %

2 400

1 600

3

0.6

2 000

400

7200

960

5 %

45 %

800

7 200

0 %

45 %

0

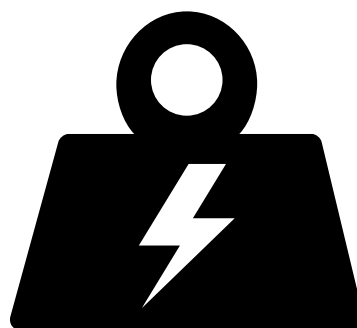
7 200

39 200

960

40 200

On constate que la part de consommation énergétique des résidents sur place est minime par rapport à celle des pendulaires en 2030 (de l'ordre de 1/40).



En conclusion : une division approximative par sept des consommations au global.

A.3

Production énergétique

Synthèse des évolutions envisagées et proposition de production locale d'énergie solaire

A3 Synthèse des évolutions envisagées et proposition locale d'énergie solaire

A3-1 Résidents, bâti, mobilités : bilan des évolutions

p. 76

A3-2 Consommations totales pour un étudiant résident du campus

p. 78

A3-3 Consommations totales pour un étudiant non résident du campus

p. 80

A3-4 Consommations totales pour un étudiant: Synthèse

p. 82

A3-5 Produire de l'énergie solaire : quelle demande et quel potentiel ?

p. 84

A3-6 Bilan 2030 : 1/4 des besoins produit localement

p. 86

A3-1 Résidents, bâti, mobilités : bilan des évolutions

2015

Résidents

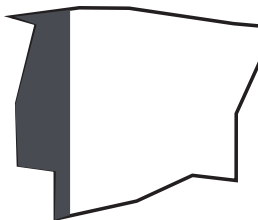


1 600 personnes

Bâti



160 000 m²



32 000 MWh/an



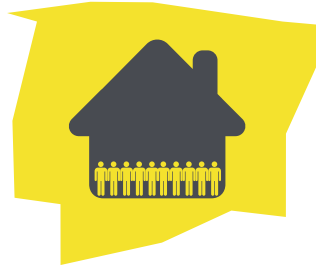
Mobilités



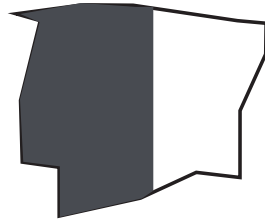
60 000 MWh/an



2030



16 000 personnes



500 000 m²



35 000 MWh/an



8 000 MWh/an

A3-2 Consommations totales pour un étudiant résident du campus



1 - Consommations liées aux bâtiments d'enseignement



2015 : 200 kWh/m²/an
5m² / p
2030 : 70 kWh/m²/an



2 - Consommations liées aux bâtiments de logements



2015 : 150 kWh/m²/an
"Cellules" = 15m² / p
2030 : 30 kWh/m²/an

Total

3 - Consommations liées aux mobilités locales.



1 Voiture électrique
= 0.06 kWh/pers/km

Total

2015

2030

$$5\text{m}^2/\text{p} \times 200 \\ = 1000 \text{ kWh/an}$$

$$5\text{m}^2/\text{p} \times 70 \\ = 350 \text{ kWh/an}$$

$$15\text{m}^2/\text{p} \times 150 \\ = 2200 \text{ kWh/an}$$

$$15\text{m}^2/\text{p} \times 30 \\ = 450 \text{ kWh/an}$$

$$3200 \text{ kWh/an} \\ = 9 \text{ kWh/j}$$

$$800 \text{ kWh/an} \\ = 2 \text{ kWh/j}$$

?

$$960 \text{ kWh/j}/1600\text{p} \\ = 0.6 \text{ kWh/j}$$

$$= 0.6 \text{ kWh/j}$$

$$= 9 \text{ kWh/j}$$

$$= 2.6 \text{ kWh/j}$$

A3-3 Consommations totales pour un étudiant non résident



1 - Consommations liées aux bâtiments d'enseignement



2015 : 200 kWh/m²/an
5m² / p
2030 : 70 kWh/m²/an



2 - Consommations liées aux mobilités locales.



1 RER
= 0.05 kWh/pers/km

ou



1 automobile
= 0.8 kWh/pers/km

ou



Voiture électrique

Total

2015

2030

$$5\text{m}^2/\text{p} \times 200$$
$$= 1000 \text{ kWh/an}$$

$$= 3 \text{ kWh/j}$$

$$5\text{m}^2/\text{p} \times 70$$
$$= 350 \text{ kWh/an}$$

$$= 1 \text{ kWh/j}$$

$$60\,000 \text{ kWh/j} / 24\,000 \text{ p}$$
$$= 2.5 \text{ kWh/j}$$

$$32\,000 \text{ kWh/j} / 12\,800 \text{ p}$$
$$= 2.5 \text{ kWh/j}$$

$$240\,000 \text{ kWh/j} / 6\,000 \text{ p}$$
$$= 40 \text{ kWh/j}$$

Négligeable

?

$$7200 \text{ kWh/j} / 2400 \text{ p}$$
$$= 3 \text{ kWh/j}$$

5.5 kWh/j ou 43 kWh/j

Environ 4 kWh/j dans les deux cas

A3-4 Consommations totales pour un étudiant : synthèse



Consommations totales pour un étudiant résident sur le campus



Consommations totales pour un étudiant non résident

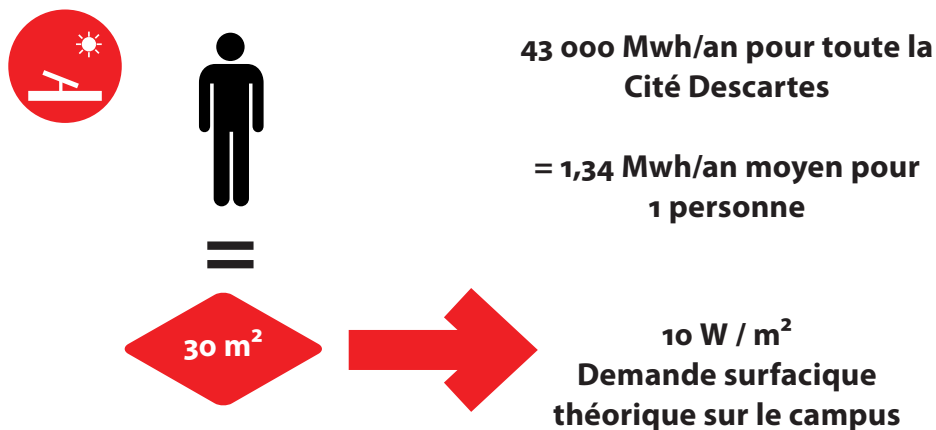
+ Hypothèse logement extérieur, mêmes caractéristiques de performance

2015	2030
= 9 kWh/j	= 2.6 kWh/j
5.5 kWh/j (RER) ou 43 kWh/j (auto) + 9 kWh/j (logement ext) = = 14 kWh/j (RER) ou = 52 kWh/j (auto)	4 kWh/j + 9 kWh/j (logement ext) = = 6 kWh/j

On constate que même si les mobilités considérées pour 2030 sont plus sobres, elles continuent d'avoir un impact prépondérant. Les déplacements pendulaires représentent encore le double de l'empreinte énergétique liée aux activités d'enseignement et de logement.

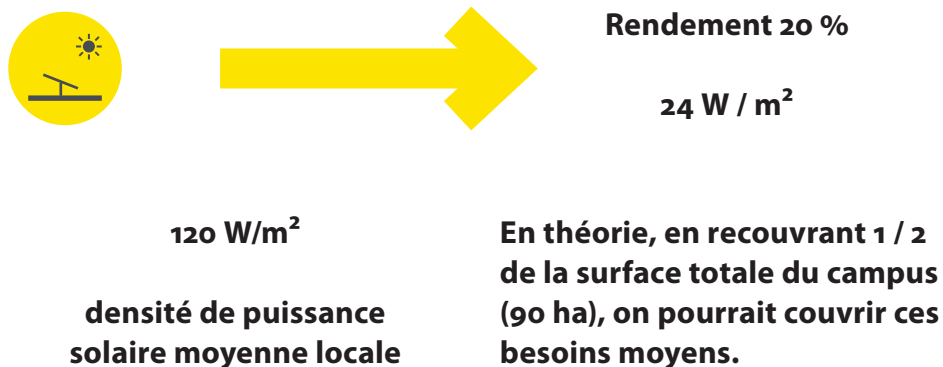
A3-5 Produire de l'énergie solaire : quelle demande et quel potentiel ?

1. Demande théorique surfacique :



Ratio surface moyenne tous usagers confondus sur la Cité Descartes.

2. Potentiel théorique de récolte :



À titre d'exemple pour cette étude, nous avons étudié le potentiel en énergie solaire du site. En effet cette source d'énergie est la plus démonstrative et ne nécessite pas une étude technique poussée.

Potentiel de récolte : surfaces envisagées



■ Implantations existantes

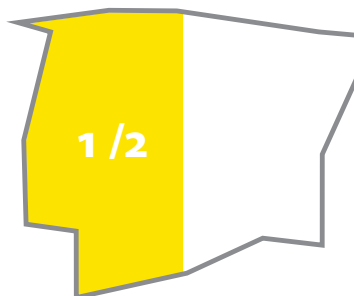
IFSTAR = 3 000 m²
CORIOLIS = 1 000 m²
AUTRES = 1 100 m²
TOTAL = 5 100 m²

■ Implantations projetées

Hangars sud = 45 000,00 m²
Super U = 5 000,00 m²
Autres bâtiments sur campus = 17 500,00 m²
Logements axe dense = 40 000,00 m²
TOTAL 110 000 m²

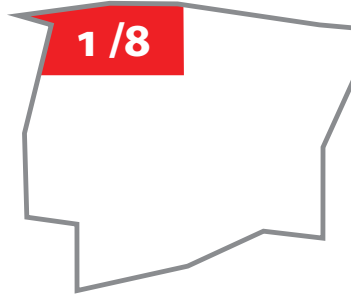
Total 115 000 m²

A3-6 Bilan 2030 : 1/4 des besoins produit localement



Emprise théorique :

Si l'on couvre la moitié de la surface de la Cité Descartes, on peut produire l'intégralité du besoin moyen d'un étudiant du campus (locaux enseignement, logement, mobilités).



L'emprise réelle de récolte est de 115 000 m²
= 1/8 de la superficie du campus,
ce qui couvre 1/4 du besoin moyen.

soit
10 700 MWh/an

= 1 kWh/j pers

Pour rappel,



Consommations totales *
pour un étudiant résident du campus

= 2.6 kWh/j



Consommations totales *
pour un étudiant non résident

= 6 kWh/j

* incluant: locaux enseignement, logement, transports.

A.4

Une nouvelle vie urbaine

Vivre (à) la Cité Descartes en 2030:
Nouveaux usages, nouveaux échanges

A4 Une nouvelle vie urbaine

A4-1 Connexions piétonnes par les halls des bâtiments

p. 90

A4-2 Usages mêlés

p. 92

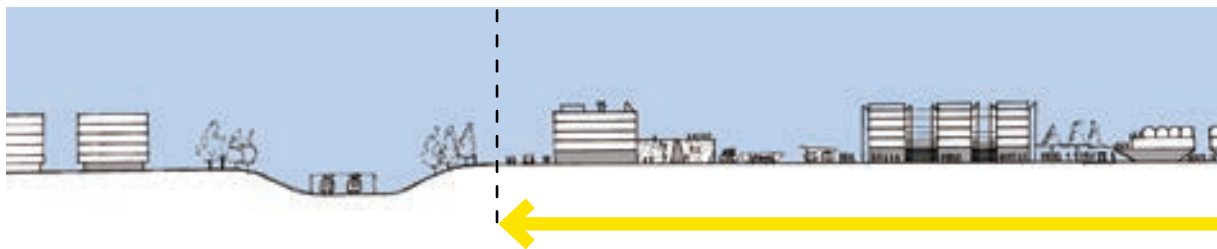
A4-3 Entre de la Cité Descartes, secteur Copernic

p. 94

A4-4 Immersion dans le Business Field

p. 96

A4-1 Connexions piétonnes par les halls des bâtiments



DESCARTES CITY

DU FONDAMENTAL A L'EMPIRIQUE

Connaissances, sujets
d'expérimentation

Échanges mutuels

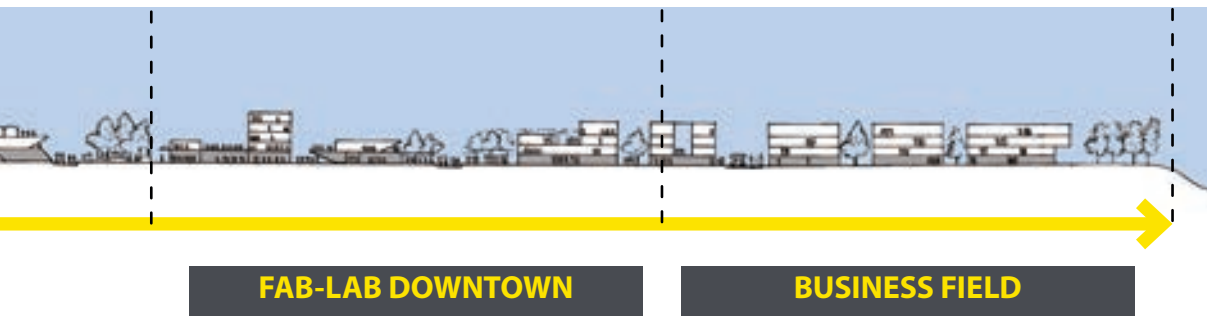


DESCARTES CITY

En pratique, les différents projets d'enseignement et d'habitabilité de la Cité Descartes s'articulent sur le territoire. Les spécificités et complémentarités de chaque quartier donnent lieu à des dynamiques d'échanges denses et renouvelées.

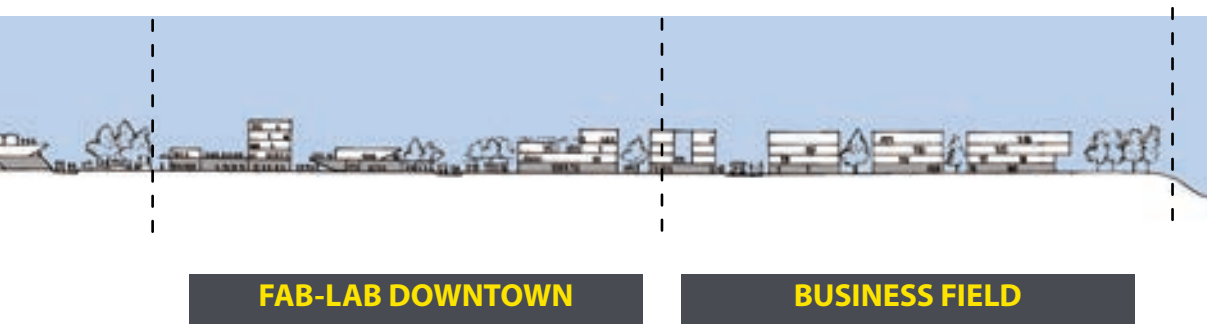
DE L'EMPIRIQUE AU FONDAMENTAL

Validations par expérimentations
(recherche fondamentale)



DE L'EMPIRIQUE AU BUSINESS

Validations par expérimentations
(prototypage, etc.)



DU BUSINESS A L'EMPIRIQUE

Commandes concrètes, sujets
d'expérimentation



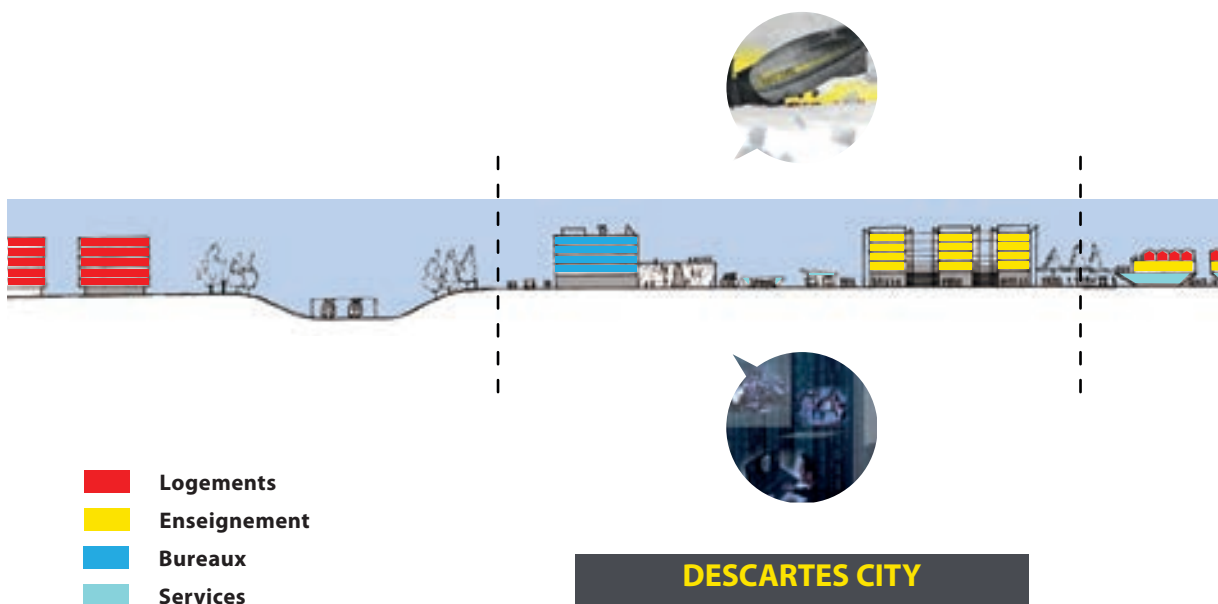
A4-2 Usages mêlés

Le « **Campus Village** » peut en partie être assimilable au principe du grand Fab-Lab central : production agricole, autonomie de fonctionnement, concentration de services.

Le « **Campus Nomade** » se retrouve dans des espaces prévus spécifiquement pour l'accueil de publics mobiles et fréquemment changeants : co-working, logements invités.

Le « **Campus Business** » se retrouve aussi bien dans le Business Field qu'en bordure des grands axes de passage (Descartes City), il se traduit par des lieux spécifiques d'échange virtuel ou physique entre entreprises et enseignement.

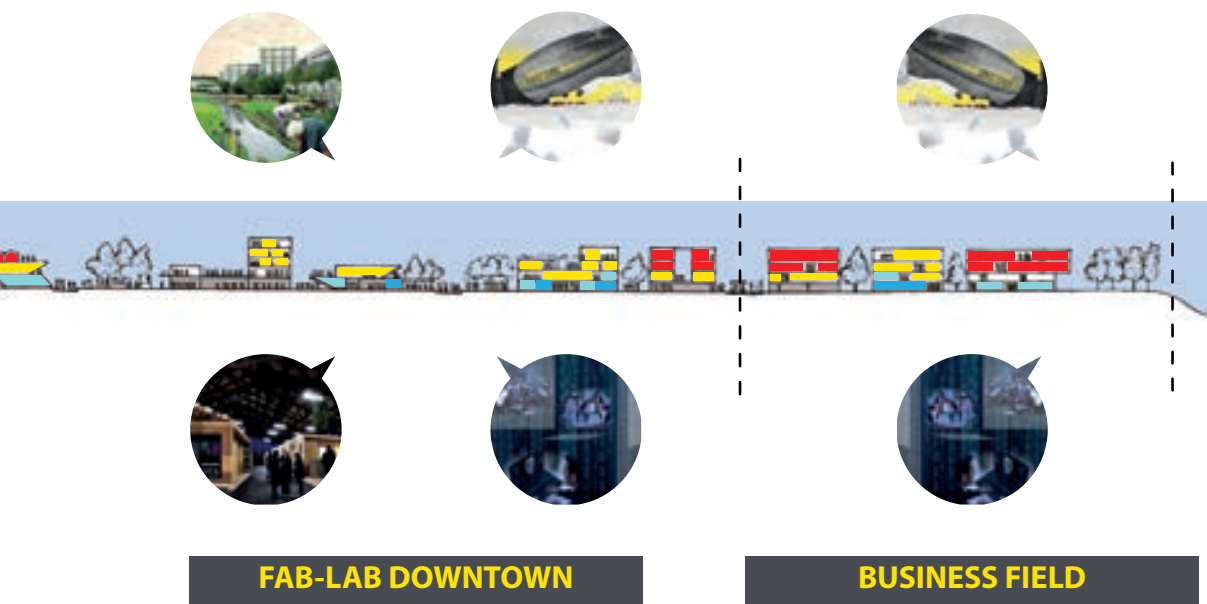
Le « **Campus Rungis** », agora catalyseur de rencontres informelles, se manifeste au centre du campus, articulé de près au Fab-Lab et aux commerces de proximité, et se traduit par de grands événements fédérateurs.





Les tendances d'avenir trouvent un écho dans cette requalification des pratiques

Les logements qualitatifs par leur position sur le site (en surélévation ou proche des espaces verts) bénéficient également de la richesse de la vie du campus universitaire et des services offerts.



A4-3 Entrée de la Cité Descartes, secteur Copernic





A4-4 Immersion dans le Business Field





B

Proposition architecturale L'ENSAVT en 2030

Habiter une école d'architecture

B Proposition architecturale L'ENSAVT en 2030. Habiter une école d'architecture.

Introduction : l'ENSAVT une unité du campus

p. 100

B-1 Les données de l'ENSAVT: une école énergivore

p. 104

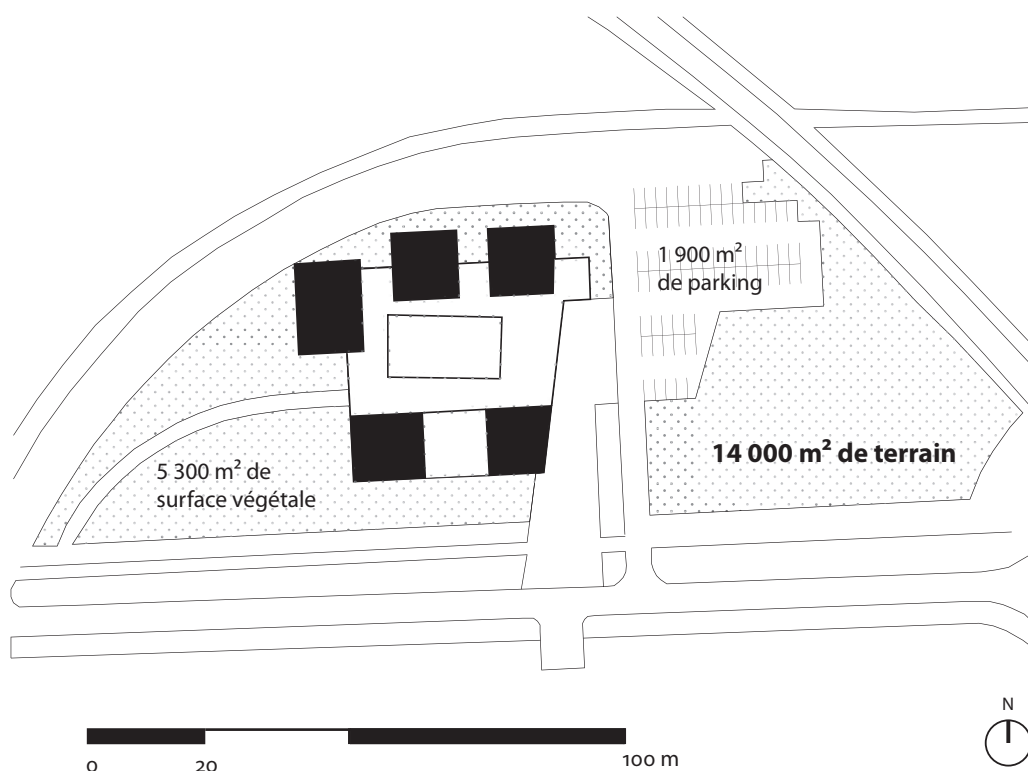
B-2 Transformer les usages

p. 116

B-3 Transformer l'espace

p. 130

Introduction



3 400 m² au sol
8 300 m² chauffés
52 000 m³ à ventiler



800

660 étudiants
35 personnels administratifs
100 enseignements

5 années d'études
2 formations post-diplôme



15 minutes à pied depuis le RER

École d'architecture : une unité du campus

L'ENSAVT dans le Campus Descartes

L'école d'architecture constitue le seul bâtiment abritant une discipline ayant trait à la culture, présent sur le campus. Cette discipline crée une spécificité à l'échelle du campus qui peut déterminer une dynamique d'usage polarisant le site vers ce lieu.

À l'échelle du bâtiment

On interroge un enseignement dans ses métamorphoses. Comment les transformations d'une discipline peuvent contribuer à l'amélioration de l'impact environnemental d'un bâtiment ?

Comment de nouveaux *scénarii* et de nouvelles intensités d'usages contribuent à infléchir positivement l'impact environnemental d'un bâtiment ?

La proposition à l'échelle architecturale fait dialoguer projet d'enseignement et projet énergétique du bâtiment.

Caractéristiques de l'ENSAVT

Le bâtiment a été réalisé en 1999 par l'architecte Bernard Tschumi. Ce bâtiment s'organise autour d'un grand atrium central. Les ateliers d'un côté et les espaces de l'administration de l'autre s'ouvrent en balcon sur cet espace d'échange et de communication sur le principe de l'agora.

L'ensemble devait se poursuivre par un 2nd bâtiment doublant sa capacité d'accueil qui n'a finalement pas été réalisé. Cette organisation de l'enseignement et des fonctions annexes s'appuie sur un bâtiment très largement vitré laissant passer la lumière et ouvert sur le grand paysage alentour.

Malgré ses importantes qualités spatiales, il va être réinterrogé par l'évolution de son enseignement.

D'autre part, il est énergivore (facture de 200 000 € /an essentiellement pour le chauffage) alors que l'on constate un ressenti thermique globalement inconfortable. Comment faire coïncider ces deux hypothèses de départ en une transformation efficace ?

Les constats faits pour l'ensemble du campus se vérifient ici à l'échelle de l'ENSAVT

- l'impact de la mobilité des usagers est fort.
- les énergies process (atelier maquette, salles informatiques...) sont peu récupérées.
- les activités internes ont lieu la moitié de l'année et la moitié de la journée.
- le bâtiment bénéficie d'apports solaires non valorisés.

Une école globalement énergivore

2015

ENSAVT

◆ [surface m²]



= 200 kWh/m²/an*

350 kW*

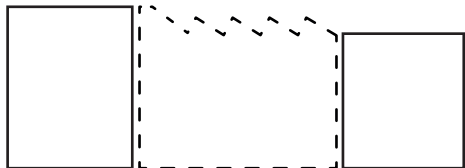
* Flux moyen lié aux consommations d'exploitation courantes de l'école

* Consommation moyenne pour le chauffage et l'électricité spécifique sur **200 jours d'ouverture de l'école**. Pour les **8 300 m² de SHON**, sur **200 jours d'ouverture de l'école**.

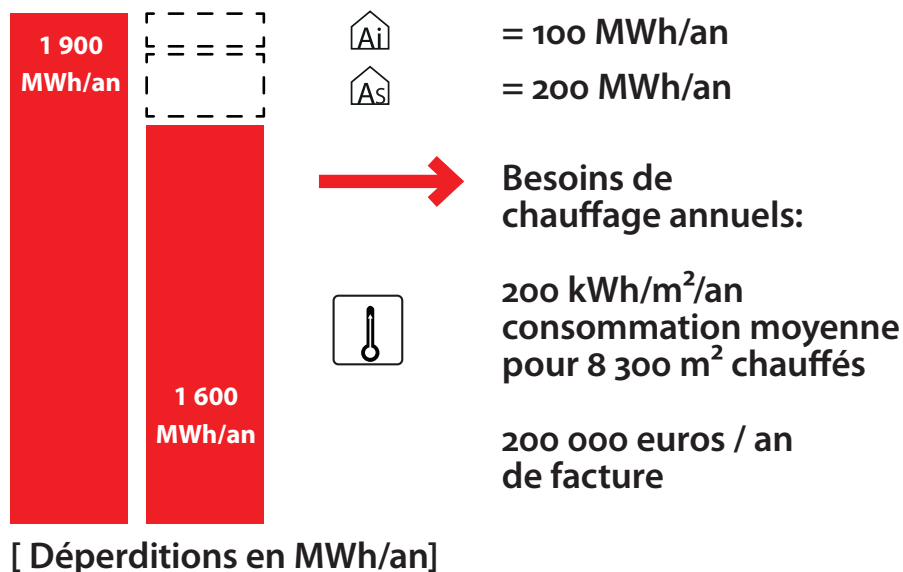
= 1 700 MWh/an

Une école énergivore et ...

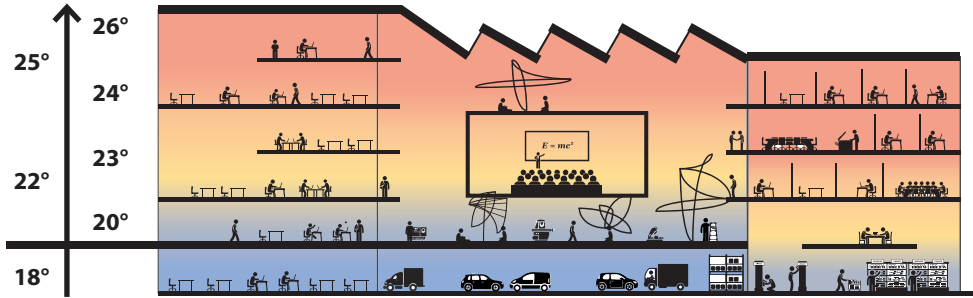
Surface d'échange
avec l'extérieur : 11 000 m²



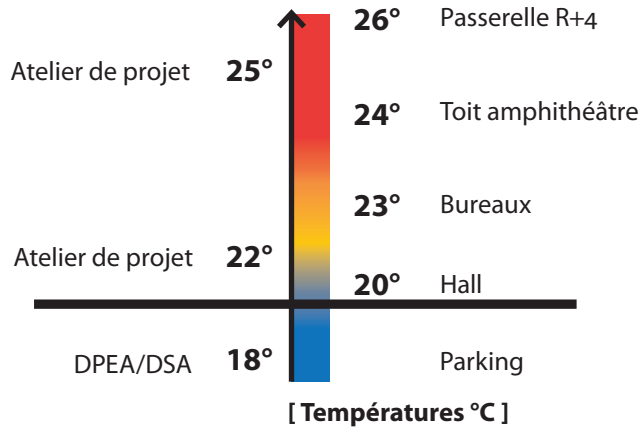
$U \text{ moyen} = 2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$



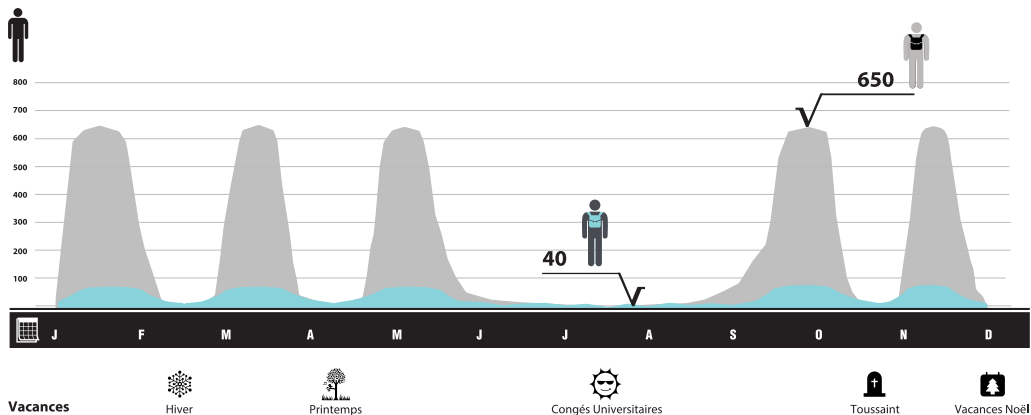
... un ressenti inconfortable





Relevé des températures 20 mai 2015 à 15h00
 Température extérieure 11°C

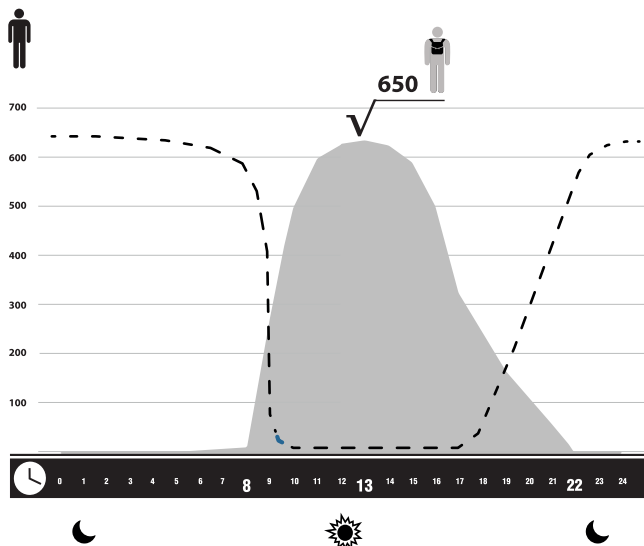


Une école habitée la moitié de l'année



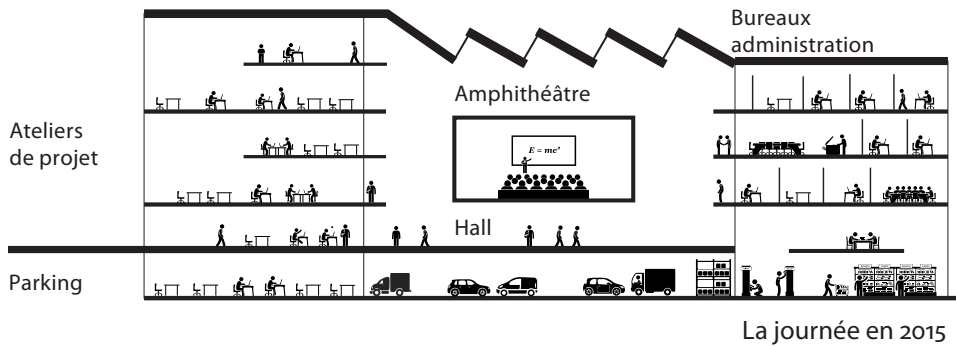
Occupation annuelle = 200 jours d'ouverture

-  Étudiants de l'ENSAVT
-  Étudiants de l'ENSAVT résidant sur le campus



Les étudiants chez eux

Occupation diurne de l'école 9h - 22h



À l'image des profils d'occupation du campus, on observe une occupation discontinue de l'école. Une importante majorité des étudiants ne réside pas sur le campus (seuls 5 % des étudiants de l'ENSAVT vivent en résidences étudiantes non loin de l'école, sur le campus Descartes). Il en résulte un cycle d'occupation très délimité par les journées de travail et les vacances universitaires.

La mobilité : levier important de réduction de l'empreinte énergétique

2015



[sur 800 personnes]



320 pers



280 pers



120 pers



80 pers

**1 étudiant =
625W moyens**
tous modes confondus

Soit 1/10 de l'empreinte
énergétique globale d'un
étudiant dans l'hypothèse
d'une «société à 6000 W»*!

* <http://www.societe2000watts.com>

Consommations totales pour les moyens de transports les plus utilisés

Consommation d'un RER = 0,05 kWh/pers/km
soit 160 MWh/an pour 320 personnes.

Consommation d'une voiture (7L/100km)
= 0,8 kWh/pers/km
soit 2 250 MWh/an pour 280 personnes

= 2 400 MWh/an

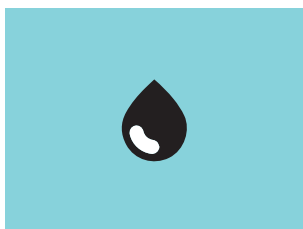
Consommation liée à la mobilité des 800
usagers sur **200 jours d'ouverture de l'école.**

Pour un trajet Aller / Retour **Paris - Noisy-
Champs = 50 km** Année universitaire = **200
jours**

Que peut-on faire des maquettes?

2015

 [volume m³/an]



2 600 m³



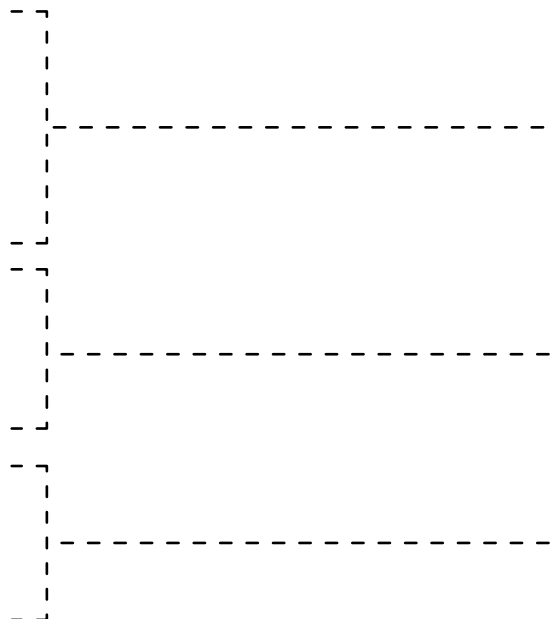
1 700 m³



120 m³



45 m³



Comment se chauffer gratuitement?

 [énergie MWh/an]



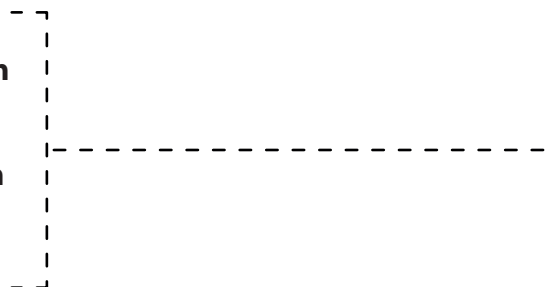
230 MWh/an



110 MWh/an



4 MWh/an



Revalorisation de la matière (déchets, eaux pluviales) ?

Absence de système de récupération des eaux de pluie.



95 % des déchets et rébus de l'école ne sont pas recyclés.



Volume de matériaux et consommables qui transitent chaque année par l'école.



= 4 500 m³/an

Apports calorifiques gratuits : Apports solaires, apports internes, chaleur dégagée par les serveurs à revaloriser pour le chauffage du bâtiment et des logements.



= 350 MWh/an



**Comment, avec un minimum
d'intervention construite et
d'outils programmatiques
peut-on envisager la
transformation d'un lieu
d'enseignement tel que
l'ENSAVT?**

**Comment ces
transformations
permettraient-elles une
diminution de l'empreinte
énergétique de l'école?**

B.2

Transformer les usages

Faire de l'ENSAVT un bâtiment à énergie positive

B2 Transformer les usages

Introduction

p. 116

B2-1 Augmenter les usages pour profiter des apports internes

p. 118

B2-2 En 2030, quelle amélioration ?

p. 120

B2-3 Que peut-on faire des matériaux?

p. 122

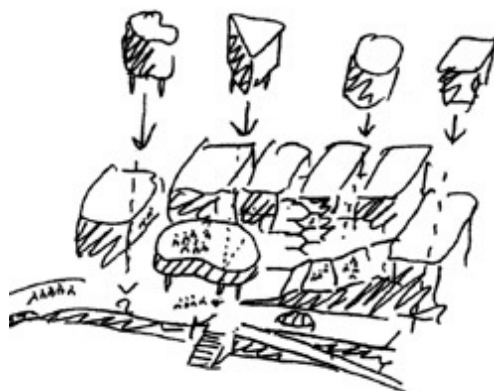
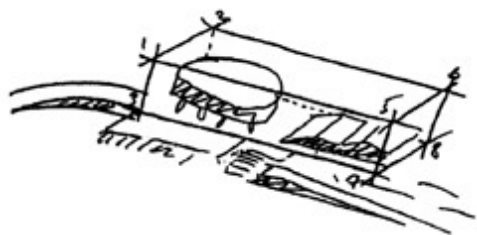
B2-4 L'ENSAVT - un bâtiment à énergie positive

p. 124

B2-5 Augmenter les temporalités d'usage

p. 126

Introduction



Le grand hall central de l'école, vu depuis l'Est : un potentiel d'extension



(crédits Bernard Tschumi Architects)

Démarche de projet

Au vu des importantes qualités spatiales et architecturales du bâtiment, il s'agissait de préserver le projet initial tout en modifiant les défauts organisationnels et de confort préexistants.

Intensité d'usages

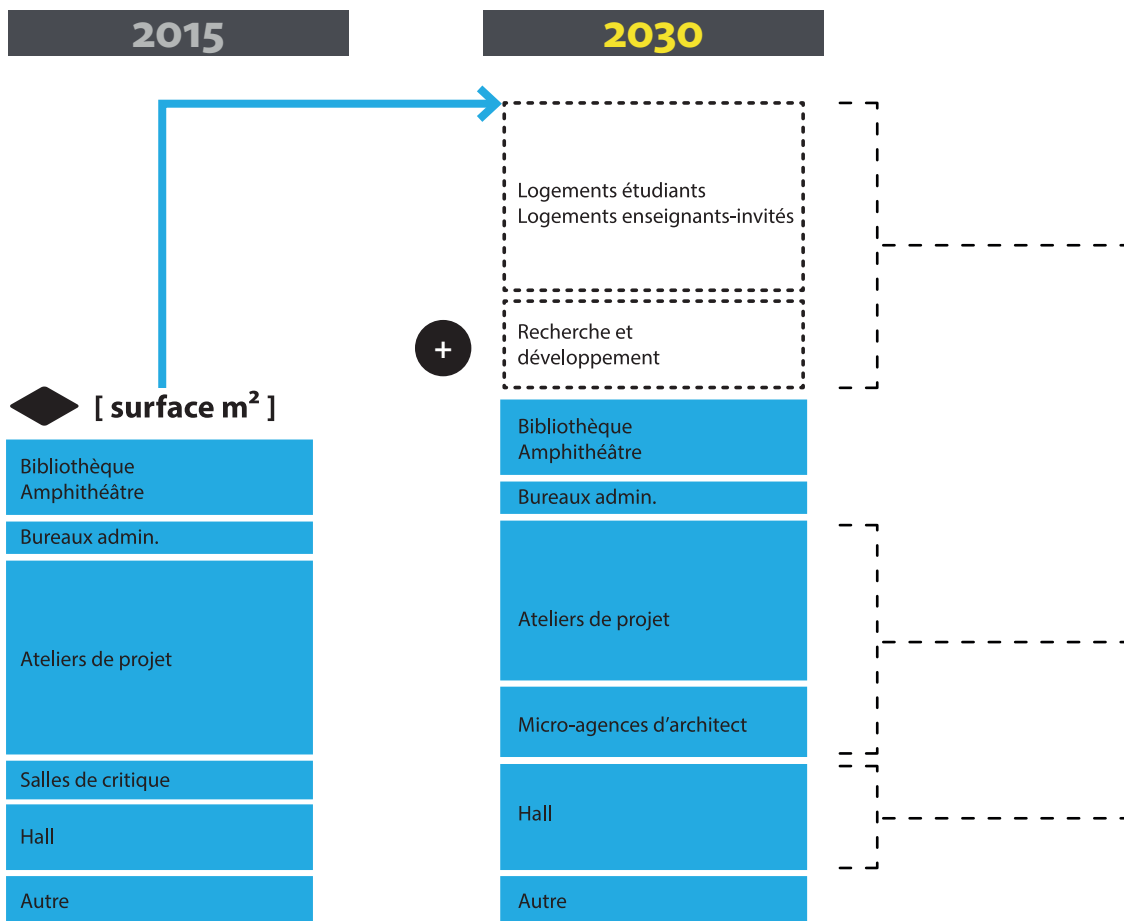
Transformer le bâtiment d'enseignement d'architecture en équipement culturel du campus permettrait d'en maximiser les usages.

Pour rendre le bâtiment plus utilisé et donc plus efficace, il s'agit de l'occuper le maximum de temps : la journée et la nuit, la semaine et le week-end, l'année et les vacances scolaires.

Mixité d'usages

Afin de permettre cette densité d'usage, on diversifie les usages et on en développe d'autres complémentaires à ce lieu d'enseignement.

B2-1 Augmenter les usages pour profiter des apports internes



350 kW *

* Flux moyen lié aux consommations d'exploitation courante de l'école

ENSAVT

Une nouvelle **offre de logements** de plusieurs types au sein même de l'école est proposée :

- logements étudiants à l'année
- logements «capsules-charrette» à la nuit
- logements flexibles pour des enseignants et professionnels invités

Ce premier dispositif tend à réduire les mobilités.

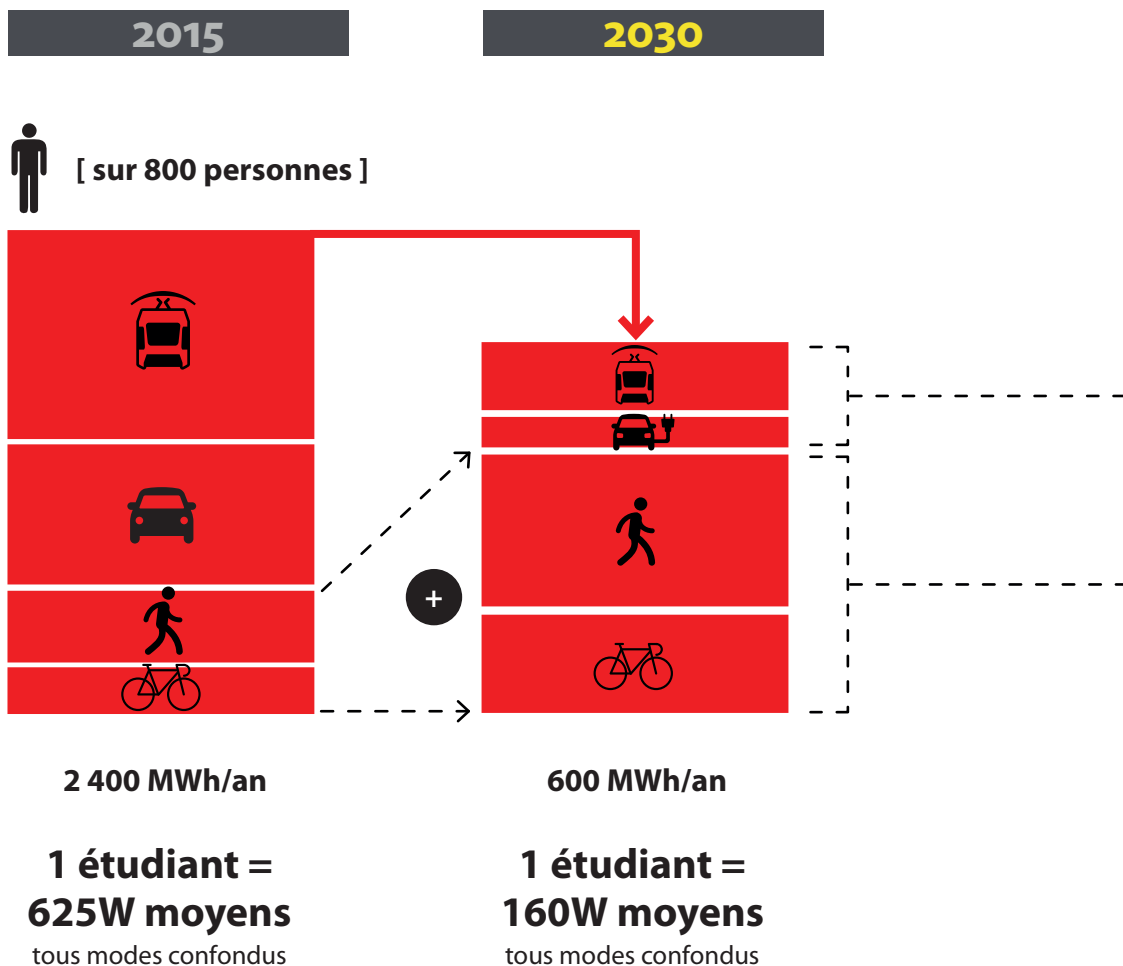
Les ateliers sont réinvestis par des micro-structures professionnelles.

Ce système permet de générer des calories valorisées pour chauffer les logements.

Une nouvelle architecture de serre bioclimatique vient prolonger l'espace du hall central.

Les activités diverses installées dans l'école permettent une valorisation réciproque de leur spécificité.

B2-2 En 2030, quelle amélioration ?



Soit **1/10** de l'empreinte énergétique globale d'un étudiant dans l'hypothèse d'une «**société à 6000 W**»! *

Soit **1/13** de l'empreinte énergétique globale d'un étudiant dans l'hypothèse d'une «**société à 2000 W**»! *

* <http://www.societe2000watts.com>

ENSAVT

En 2030, 50 % des étudiants de l'école habiteront sur le campus ou dans l'école.



Forte réduction du nombre d'usagers venant en voiture ou en transport en commun :

- 50 % d'usagers en moins
- Dans ces 50 %, 25 % utilisent une voiture électrique et une importante majorité utilise le covoiturage.

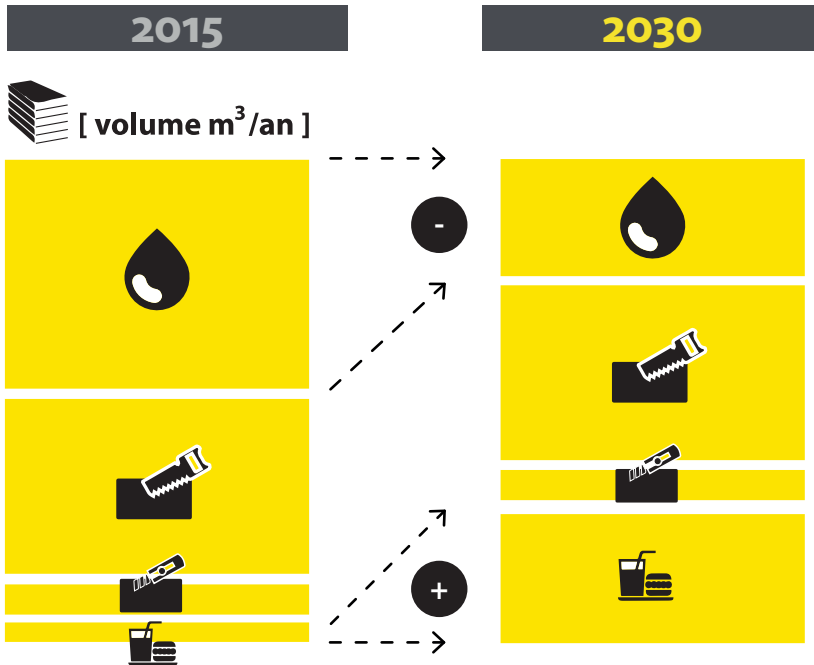
Augmentation des déplacements à pied ou à vélo : 40 places supplémentaires de stationnement vélo.

Hypothèse 2030

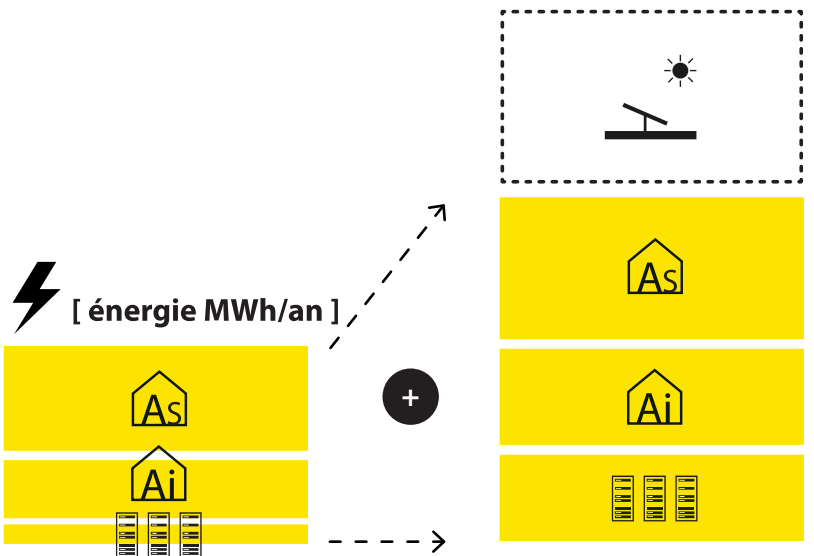
Consommation liée à la mobilité : - **75 %**

= 600 MWh/an

B2-3 Que peut-on faire des matériaux?



Comment se chauffer gratuitement?



ENSAVT

- Récupération, stockage et traitement des eaux de pluie.
- Tri et recyclage des chutes de matériaux.
- Potentiel de récupération calorifique par incinération des déchets non recyclables
- Approvisionnement alimentaire par des producteurs locaux, Food trucks et marchés le week-end.

1 000 m² de panneaux photovoltaïques en toiture
Gisement solaire en façade Sud = 300 kWh/m²/an

Production d'énergie
pour l'électricité
et l'eau chaude sanitaire

- Augmentation de la surface vitrée du bâtiment exposée aux rayons du soleil.
- Mise en place de MOOCs et de systèmes de stockage des données.
- Diversification et augmentation du taux d'occupation du bâtiment.

Hypothèses 2030

Production photovoltaïque
(rendement 20%)

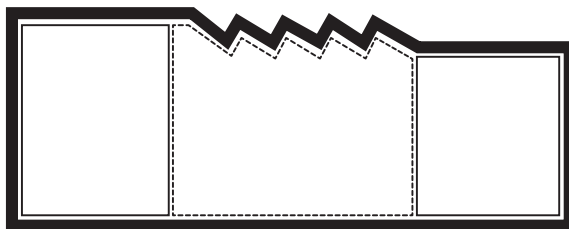
= 60 MWh/an

+ 25% d'apports calorifiques gratuits

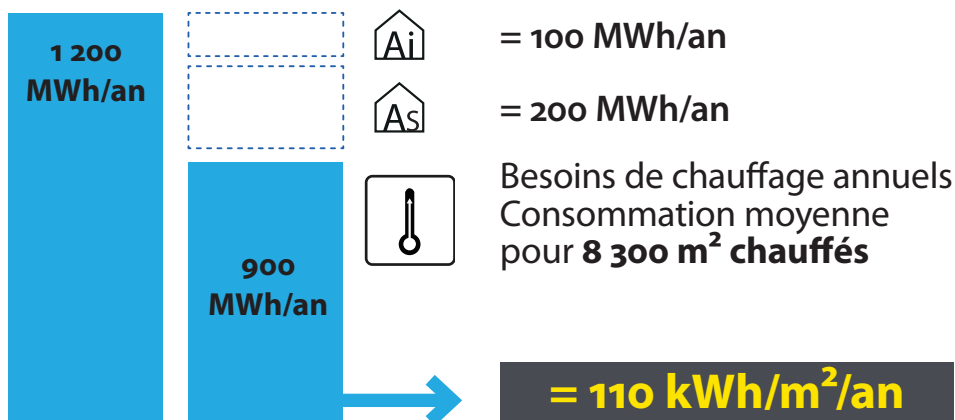
= 450 MWh/an

B2-4 L'ENSAVT - un bâtiment à énergie positive ?

Surface d'échange
avec l'extérieur : 11 000 m²



$$U \text{ moyen} = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$$



1 - Isolation par l'extérieur

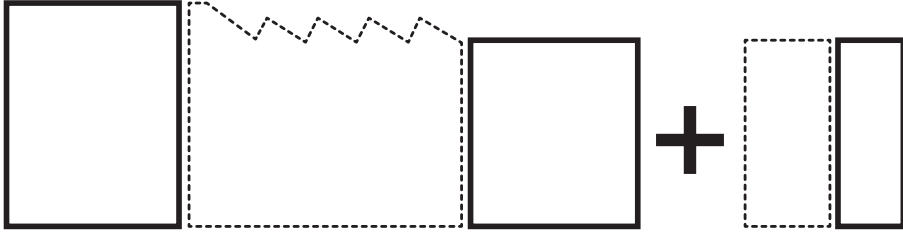
Une première solution pour rendre le bâtiment énergétiquement performant serait de le ré-isoler complètement par l'extérieur. Cette solution commune permettrait d'atteindre des objectifs en terme de consommation énergétique et de confort thermique, mais transformerait de façon lourde l'architecture du lieu.

Pour autant, « envelopper » le bâtiment dans une « étuve » est une solution coûteuse. Cette réponse ne tient pas compte de ses usages et des dégagements de chaleur qui sont des ressources gratuites exploitables.

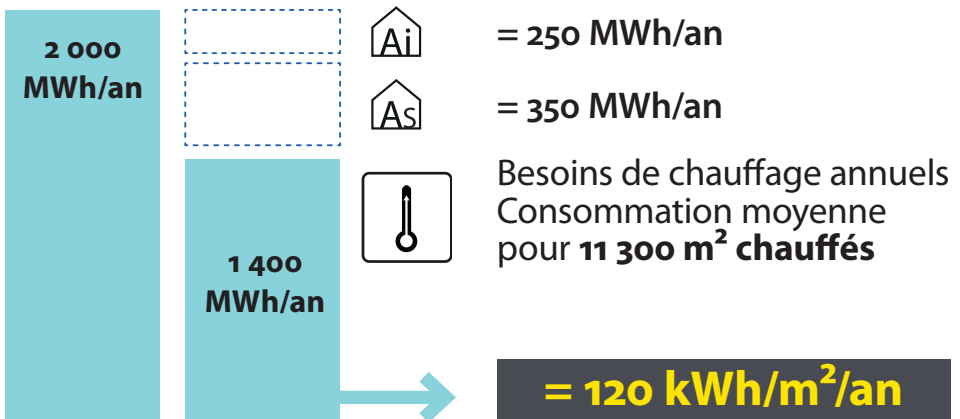
Deux solutions pour 2030

Surface d'échange
avec l'extérieur : 14 000 m²

Extension
ENSAVT



$$U \text{ moyen} = 1,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$$

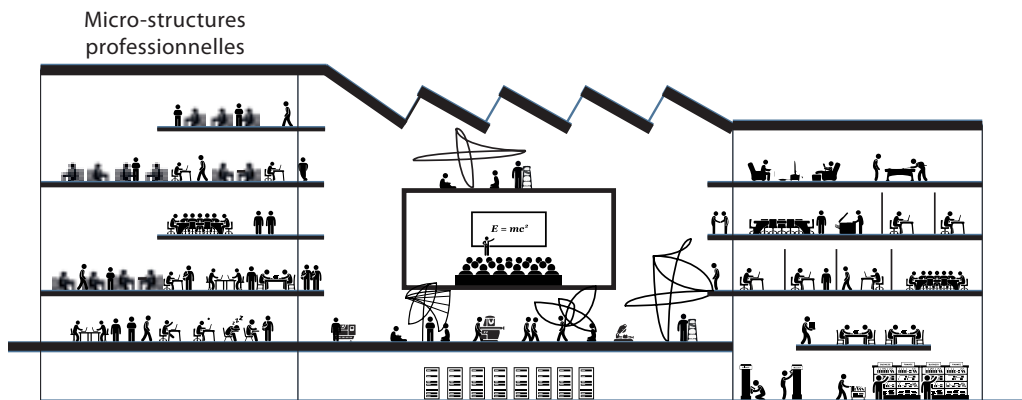


2 - Extension de l'école

La solution alternative est de transformer les usages. Il s'agit d'accroître l'espace de l'école afin de développer de nouveaux usages (comme le logement), d'en déplacer certains et de modifier les espaces inconfortables par des usages plus adaptés et générateurs d'apports internes valorisables (Data center dans le parking, densification dans les espaces de travail...). La seconde solution permet à la fois de répondre à l'amélioration des performances du bâtiment tout en proposant des réponses fonctionnelles au site.

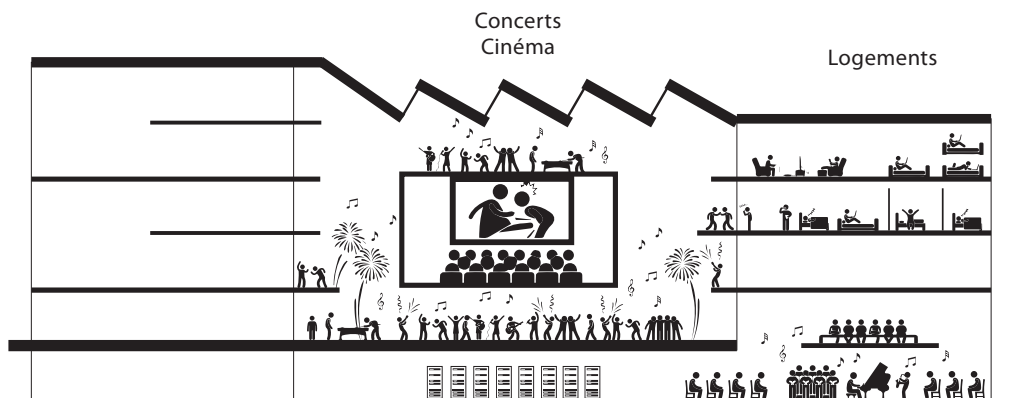
Re-dynamiser et diversifier les usages du bâtiment pour en faire un centre culturel du campus est donc une réponse architecturale multi-scalaire.

B2-5 Augmenter les temporalités d'usage



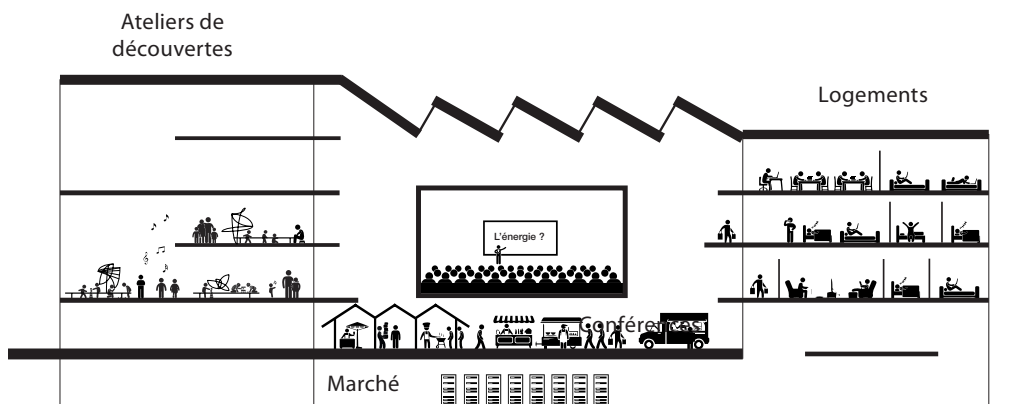
La journée en 2030

Des incubateurs d'entreprises et des moyens logistiques pour démarrer et tester leur activité professionnelle future sont mis à disposition des étudiants. Cette activité peut avoir lieu dans des espaces existants sous-exploités pour augmenter les apports internes.



La soirée en 2030

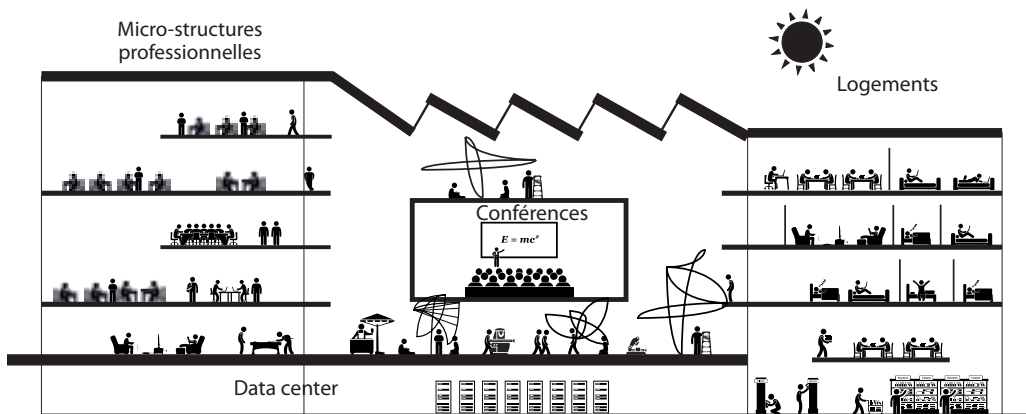
Des logements seront conçus pour habiter les lieux la nuit. Les logements offrent différentes formules d'hébergement : court ou long terme, pour usagers ou invités.



Le week-end en 2030

On proposera de diversifier l'offre de logements pour s'ouvrir à d'autres publics et optimiser les usages des logements sur différentes périodes. Les logements seraient de différents types : de l'espace minimal, comme la cellule de sommeil, à une studette.

Il y aurait également des logements plus grands et plus pérennes pour les étudiants du campus, composés de chambres regroupées autour d'espaces communs fonctionnant sur le mode de la colocation et créant des échanges. L'idée de diversifier les publics peut également s'adresser aux différents étudiants du campus. Ils ne seraient plus regroupés par école, mais choisiraient leurs lieux de vie, ce qui faciliterait les échanges et les relations inter-institutions.



Les vacances en 230

Pendant les vacances, les usages universitaires seront développés à de nouveaux publics plus larges encore. Les logements pourraient servir de pied à terre à des chercheurs ou étudiants en mobilité ou permettre d'accueillir leur famille pendant les congés. Ils pourraient également accueillir un hébergement touristique qui permettrait un brassage encore plus large des publics, par exemple pour les visiteurs de Disney-Land.

B.3

Transformer l'espace

Faire de l'ENSAVT un bâtiment à énergie positive

B.3 Transformer l'espace

B3-1 Le week-end en 2030

p. 130

B3-2 L'année universitaire en 2030

p. 132

B3-3 Une extension dédiée aux étudiants

p. 134

B3-4 Une serre pour un micro-climat réglable

p. 136

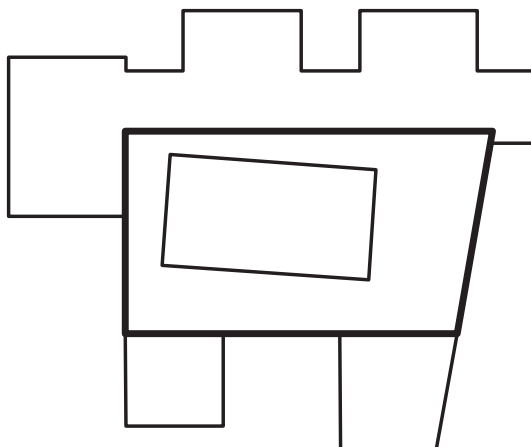
B3-5 Chambres groupées et espaces de vie

p. 138

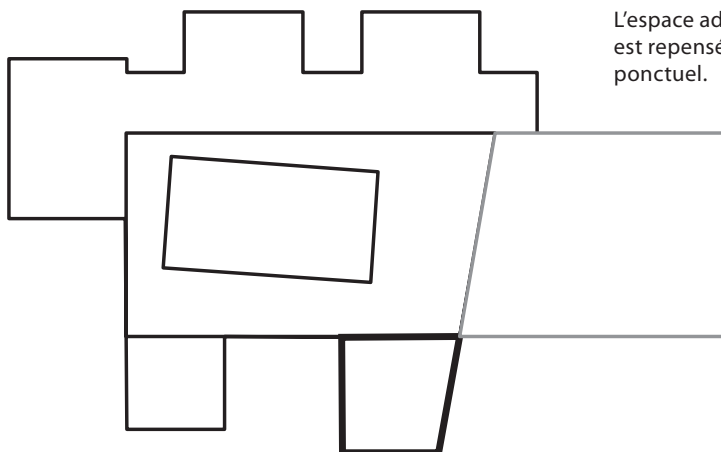
Conclusion de l'étude

p. 140

B3-1 Le week-end en 2030



Le hall de l'école accueille une diversité d'activités.



L'espace administratif est repensé en dortoir ponctuel.



Halle culturelle du 104, Paris, Atelier Novembre architectes.



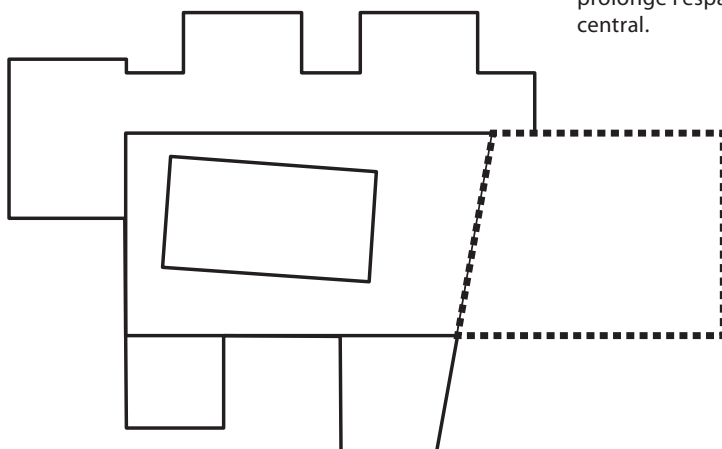
**Whangapoua house, Crosson Clarke
Carnachan architectes.**



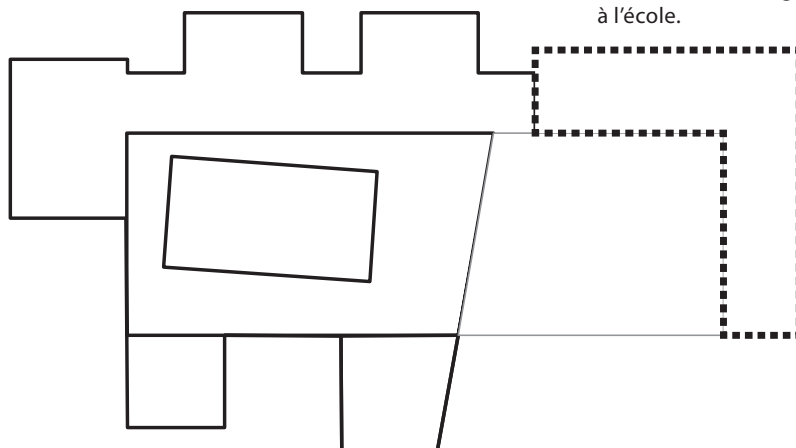
The POD, hôtel à Singapour.

B3-2 L'année universitaire en 2030

Une serre bioclimatique prolonge l'espace du hall central.



Des logements étudiants sont intégrés à l'école.



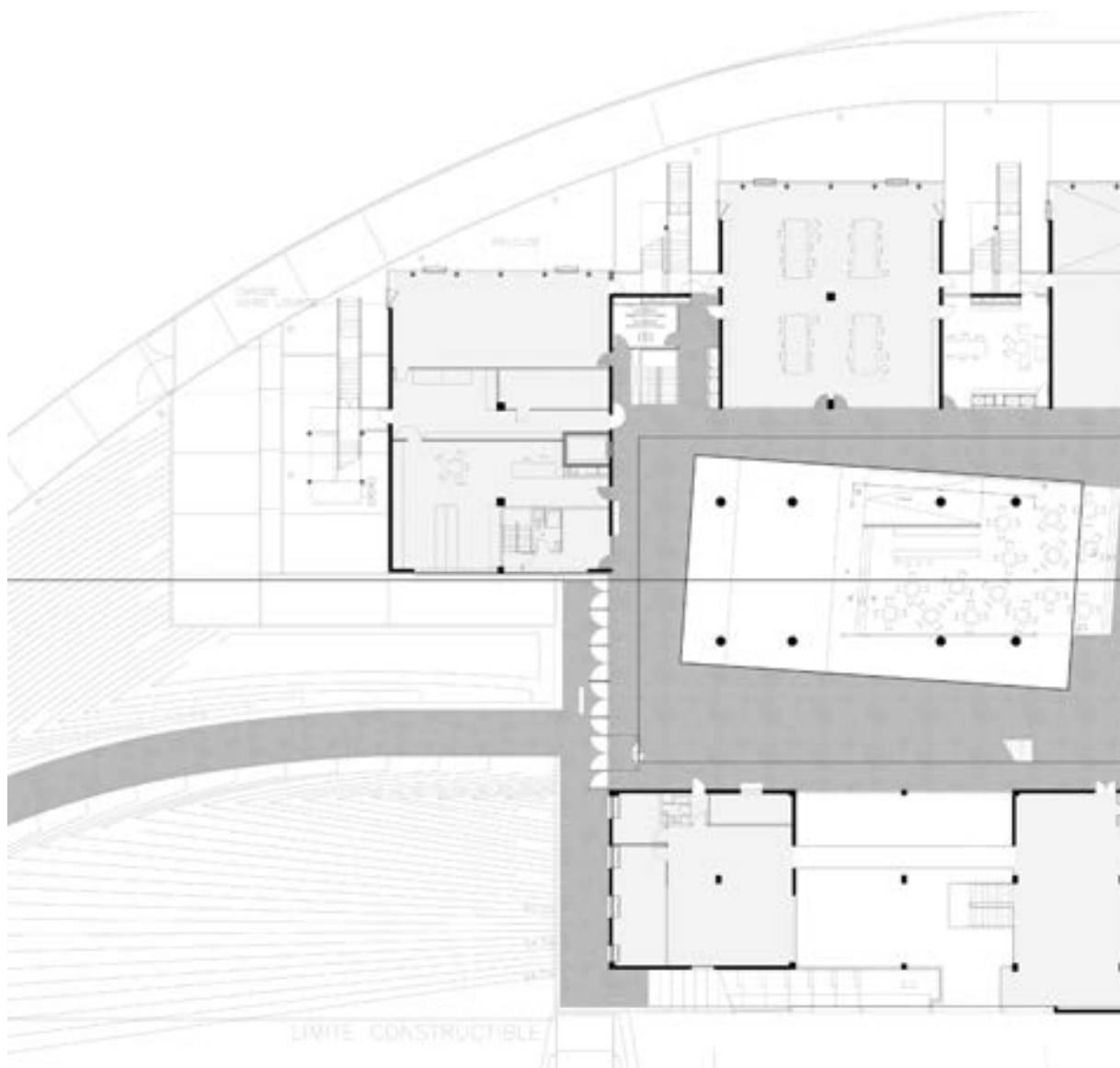


ZAC de Chenôve, agglomération dijonnaise (21), SOA Architectes.



Cité A'Dock, logements étudiants, le Havre, Atelier Cattani architectes.

B3-3 Une extension dédiée aux étudiants



Des espaces communautaires

On prolonge l'espace de vie central du hall par une serre bioclimatique et agricole créant un espace tampon. Ainsi on conserve et on poursuit les qualités d'échange et de rencontre présentes dans ce lieu.

On y place un jardin partagé, un Fab-lab, une maison des étudiants et du troc, qui nourrissent le développement associatif et communautaire de l'école tout en desservant les logements.



B3-4 Une serre pour un micro-climat réglable

Une halle culturelle pour Descartes City



Un sous-sol technique pour chauffer l'école



Des espaces communautaires

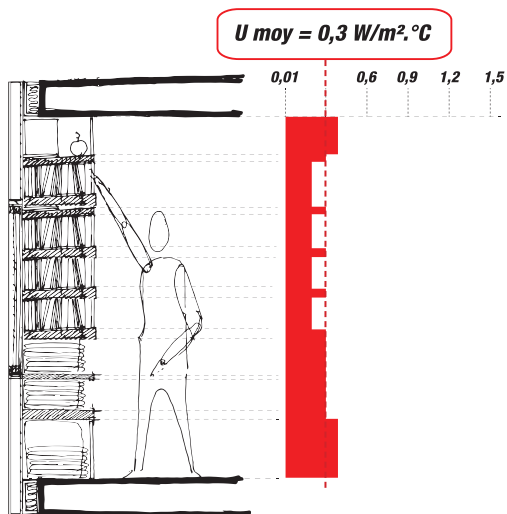
Cette extension à minima par une serre et des logements permet in fine de transformer les usages et d'améliorer le confort des espaces existants tout en valorisant les usages et la vie de l'école.

Un jardin sous serre
fonction bioclimatique

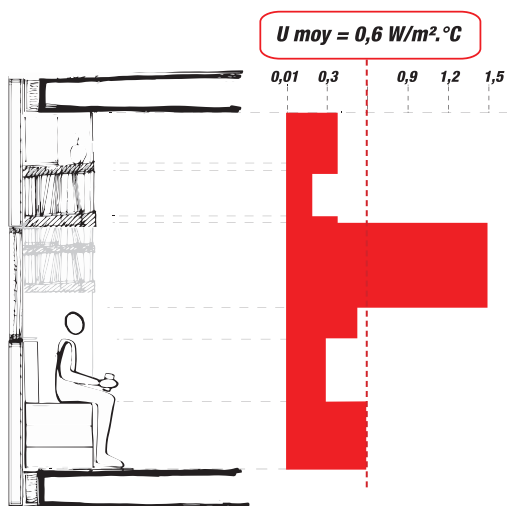
Des logements
partagés et économes



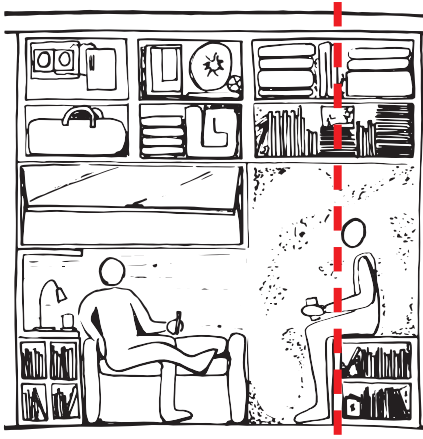
B3-5 Chambres groupées et espaces de vie



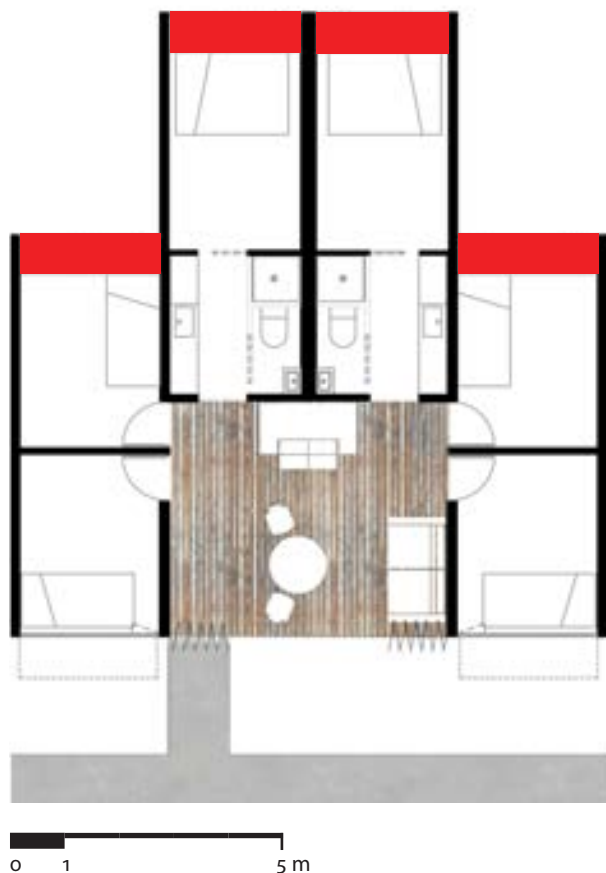
Scénario hiver



Scénario été



Cf. Étude réalisée dans le cadre du DPEA en décembre 2014, « Ilot Vi: démonstrateur » pour Efficacity, Vinci.



Les logements sont envisagés de façon modulable sur le principe d'unités de vie associées, permettant de gérer des variations de besoins d'hébergement. Le bâtiment devient positif énergétiquement, il valorise ses apports internes et externes. Il peut, par les surplus générés, assumer les besoins pour les logements

créés. Les cellules sont à forte inertie thermique : en façade Nord, les façades deviennent un mur-meuble, épais et fonctionnel.

Principe issu de l'étude réalisée dans le cadre du DPEA en décembre 2014, « Ilot V1: démonstrateur » pour Efficacity, Vinci.

Conclusion

L'ensemble de cette étude aura permis de générer différents types de réflexions et de les illustrer par des propositions concrètes. L'imbrication spatiale et énergétique de l'enseignement supérieur et ses évolutions ont été envisagées aussi bien d'un point de vue historique, que présent et à venir.

Nous avons pu identifier les tendances à l'œuvre dans l'évolution de l'enseignement, de ses formes ou de ses lieux. Les contextes socio-politiques et économiques en constituent des clefs de compréhension et de lecture. Elles permettent d'établir le lien entre formes d'enseignement et incidences spatiales et énergétiques.

Pour autant ces clefs sont de plus en plus complexes et multiples. Les relations entre demande et offre d'enseignement ne sont plus linéaires.

Les changements de contextes s'accélèrent et les renouvellements de l'enseignement suivent des cycles plus courts.

L'exercice des tendances nous a permis par un jeu de curseurs de pousser vers les extrêmes ces observations. Par la caricature, les facteurs de changement les plus significatifs dans la pratique et spatialement, ont été mis en évidence.

À ce titre, les questions de virtualisation des enseignements et des supports de savoirs, le rapprochement avec la sphère professionnelle ou encore la mise en concurrence internationale des établissements, sont autant d'éléments transformant fondamentalement l'enseignement supérieur.

Par ailleurs cette étude aura permis de mettre en lumière le rôle important des universités comme acteurs territoriaux et la place qu'elles peuvent jouer dans la dynamique spatiale des villes.

Par l'offre d'équipements mais également le potentiel économique ou énergétique qu'elles abritent, les universités tissent un lien intense avec la ville.

En outre, l'unité spatiale du campus, considéré comme un échantillon urbain, représente un objet d'étude particulièrement signifiant.

Il permet de tester une méthodologie de projet, des dispositifs énergétiques et spatiaux à échelle réduite, avant de les développer pour des portions de villes plus importantes.

Annexes

Frise chronologique physique

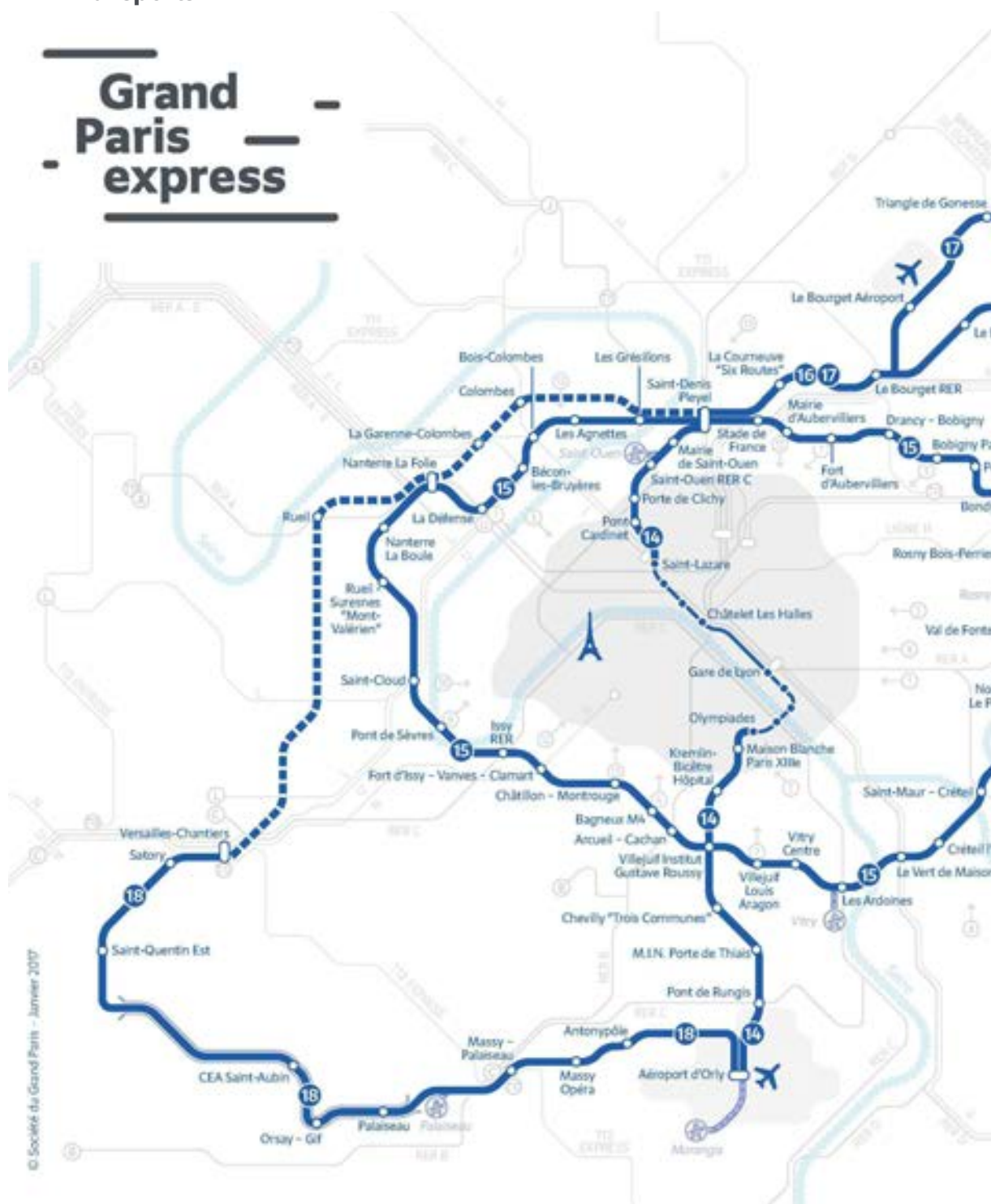




Outil de travail évolutif : frise chronologique et multicritères de l'évolution de l'enseignement supérieur: aspects sociaux et politiques, démographiques, spatiaux, énergétiques.

Transports

Grand Paris express



© Société du Grand Paris - Janvier 2017

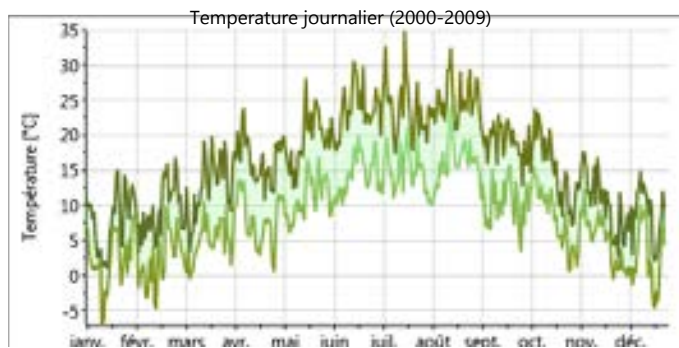
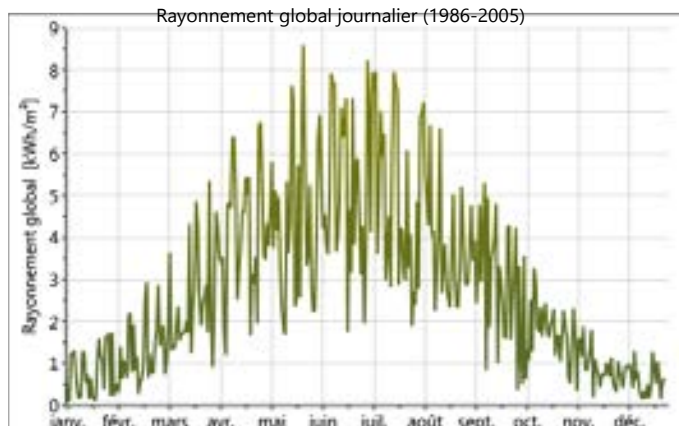


Les sites industriels du Grand Paris Express

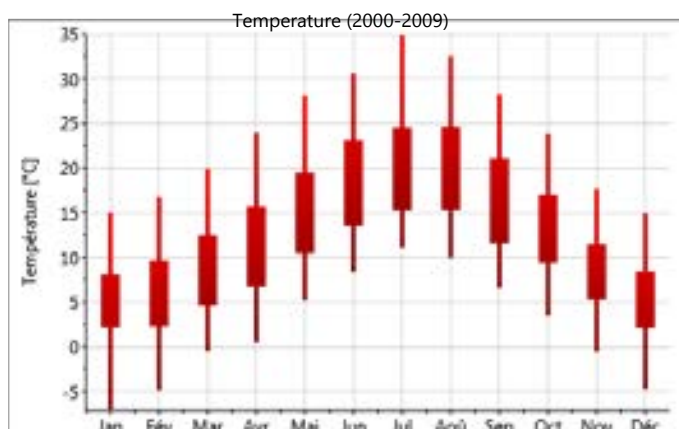




Données climatiques

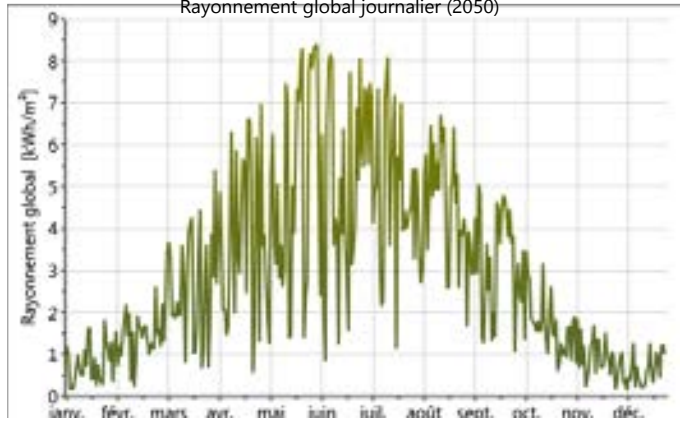


- Températures journalières maximales [°C]
- Températures journalières minimales [°C]

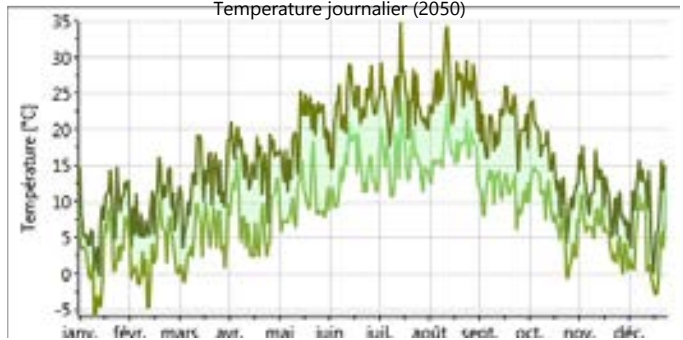


Source: Meeonorm

Rayonnement global journalier (2050)



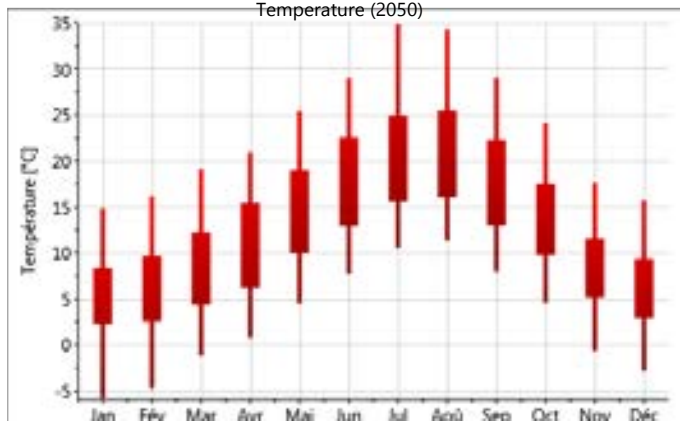
Temperature journalier (2050)



— Températures journalières maximales [°C]

— Températures journalières minimales [°C]

Temperature (2050)





Bibliographie

François Schuiten, Dessin pour un
calendrier Le Petit Robert, 1987.

Ouvrages

SERRES Michel, Petite Poucette, Editions Manifeste le Pommier, Saint-Armand-Montrond, Mars 2012, 82p.

CHATELET Anne-Marie et LE COEUR Marc, « L'architecture scolaire : essai d'historiographie internationale », INRP, Paris, 2005, 306 p.

DEBEIR Jean Claude, DELEAGE Jean Paul, HEMERY Daniel, Une histoire de l'énergie, éditions Flammarion NBS, 2013 (1ère édition 1986), 590p.

DUBET François, FILATRE Daniel, MERRIEN François-Xavier, SAUVAGE André, VINCE Agnès, Universités et Villes, L'Harmattan, 1994.

LEROY Michel, Universités, Enquête sur le grand chambardement, Autrement, 2011.

MERLIN Pierre : L'Urbanisme universitaire à l'étranger et en France, Paris, Presses de l'École nationale des Ponts et Chaussées, 1995, 416 p.

Ministère de l'Éducation Nationale, Universités 2000. Quelle Université pour demain?, La Documentation Française, 1991.

POIRRIER Philippe (dir.), Paysages des campus. Urbanisme, architecture et patrimoine, éditions universitaires de Dijon, 2009.

ZETLAOUI Jodelle, L'universitaire et ses métiers. Contribution à l'analyse des espaces de travail. Préface de Robert Hérim, Paris, L'Harmattan, Collection Villes et entreprises, 1999.

Rapports, études, ouvrages universitaires

BAUVE PIZ C., CLERC A., LAPLANCHE I., SALEH N. , « Pimp my Descartes », étude DSA, ENSAVT, 2012-2013.

Anonyme, « Enquête sur la situation des établissements d'enseignement supérieur et de recherche et des CROUS », in « Amélioration de la performance énergétique dans les bâtiments existants », Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, Service des grands projets immobiliers, juin 2012.

Caisse des Dépôts et Consignation, Conférence des Présidents d'Universités, Le transfert du patrimoine universitaire, PUF, 2010.

Caisse des Dépôts et Consignation, Conférence des Présidents d'Universités, Schéma Directeur Immobilier et d'Aménagement des universités. Démarches et enseignements. Rapport d'études, mars 2011.

Caisse des Dépôts et Consignations, Conférence des Présidents d'Universités, Guide méthodologique de l'université numérique, Cahiers n°1, 2 et 3, Synthèse, janvier 2009.

CAMPOS CALVO-SOTELO Pablo, Les équipements de l'enseignement supérieur : enjeux et tendances, Rapport de l'OCDE, PEB Échanges, 2007, ISSN 1609-7548.

GALLAIRE Sandrine, « L'université, le droit de cité – De l'implantation et de la spatialité de l'université depuis le Moyen-âge jusqu'aux années soixante », sous la direction de Bernard Paurd, Ecole d'Architecture Paris Belleville, 1992.

LACOMBE Eric Daniel, ZETLAOUI-LEGER Jodelle, «L'aménagement des sites universitaires en France. Quelle qualité d'usage, urbanistique et paysagère ? Éléments d'évaluation prospective», Recherche exploratoire pour le Plan Urbanisme Construction et Architecture, septembre 2012.

LAURENCIN Magali, POUYET Bernard, (dir.) L'université et la ville. Colloque des 31 mai et 1er Juin 1990, Plan Urbain, 1991.

LAVILLE Elisabeth, ROCHEL Elodie, dans le cadre de l'initiative Campus Responsables, « CAMPUS DURABLES DE DEMAIN - Ce qui va changer à l'horizon 2030 -Tendances et perspectives d'évolution », Novembre 2013, 109p.

LIPSKY Florence, PINON Pierre, Les campus américains : relations ville-université, Edition Paris : E.A. Paris-Belleville-EHESS, 1992, 131 p.

Ministère de l'Éducation nationale, de la Recherche et de la Technologie, Direction Générale de l'Enseignement Supérieur, Bureau des Constructions et de la maintenance, Référentiel des constructions universitaires, 1997.

Revues

DEROUEY-BESSON Marie-Claude, « Architecture et éducation : convergences et divergences des conjonctures politique et scientifique », Revue française de pédagogie, vol. 115, n° 115, 1996.

LE CHENADEC Karen, «Université numérique : des choix stratégiques» in Urbanisme, Hors Série n°38, décembre 2010, pp. 40-41.

QUERRIEN Anne et LASSAVE Pierre (dir.), Universités et territoires, numéro spécial de la revue Les Annales de la Recherche urbaine, n° 62-63, juin 1994, 275 p.

Liens internet

<https://www.societedugrandparis.fr/carte#>

http://fr.wikipedia.org/wiki/Histoire_de_l%27%C3%A9ducation_en_France

<http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/>
<http://www.sfu.ca/delany/>

<https://www.sorbonne.fr/la-sorbonne/histoire-de-la-sorbonne/la-fondation-de-la-sorbonne-au-moyen-age-par-le-theologien-robert-de-sorbon/>

**Les lieux
d'enseignement supérieur
à l'horizon 2030**

**Tome 2
Propositions**

**Étudiants du DPEA
Architecture post-carbone**

Marion Bonnet
Victor Caballero
Florence Capoulade
Amélie Ruleta

Commanditaire de l'étude
Électricité de France (EDF)

Cette étude a été menée de Février à Juin 2015 dans le cadre du DPEA Architecture Post-Carbone, encadré par Jean-François Blassel, Raphaël Ménard et Mathieu Cabannes, co-directeurs de la formation.

La mise en page du présent cahier a été accompagnée par Julien Martin.

**Diplôme propre aux écoles d'architecture
(DPEA) Architecture Post-Carbone
délivré par le ministère de la Culture et de
la Communication, dirigé par Jean-François
Blassel, Raphaël Ménard et Mathieu
Cabannes, architectes ingénieurs**

Coordination administrative
Nathalie Guerrois
tél. +33 (0)1 60 95 84 31
nathalie.guerrois@marnelavallee.archi.fr

École d'architecture de la ville & des territoires,
à Marne-la-Vallée.
12 avenue Blaise Pascal, Champs-sur-Marne
77447 Marne-la-Vallée Cedex 2
www.marnelavallee.archi.fr

Au sein de l'École d'architecture de la ville & des territoires à Marne-la-Vallée, le DPEA architecture post-carbone est un post-master, conduit en partenariat avec l'École des Ponts ParisTech, qui est destiné à des architectes. Il s'intéresse à l'impact des bâtiments, des infrastructures et de la ville sur l'environnement : les matériaux et leurs transformations, l'architecture de la structure, des enveloppes, des aménagements territoriaux et leur contenu énergétique.

La majeure partie de cette formation est dédiée à la réalisation d'études à caractère prospectif commanditées par des collectivités territoriales, des institutions publiques ou des organismes privés. Au-delà des réponses particulières à des problématiques urbaines spécifiques, ces travaux contribuent bien souvent à faire émerger de nouveaux questionnements et à expérimenter de nouvelles approches dont la portée peut être plus générale.

Les lieux d'enseignement supérieur à l'horizon 2030

Quelles transformations des pratiques pour quelles transformations énergétiques ?

La question proposée par notre commanditaire est celle des lieux d'enseignement supérieur en 2030, de l'imbrication entre leur évolution spatiale et énergétique en réponse aux mutations des pratiques.

Quelles tendances perceptibles aujourd'hui portent les transformations de demain ?

Cette question à *priori* matérielle (architecturale et énergétique) soulève une question plus large et théorique de l'enseignement supérieur.