



Les lieux d'enseignement supérieur à l'horizon 2030

Quelles transformations
des pratiques pour quelles
transformations énergétiques ?

Tome 1 État des lieux

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

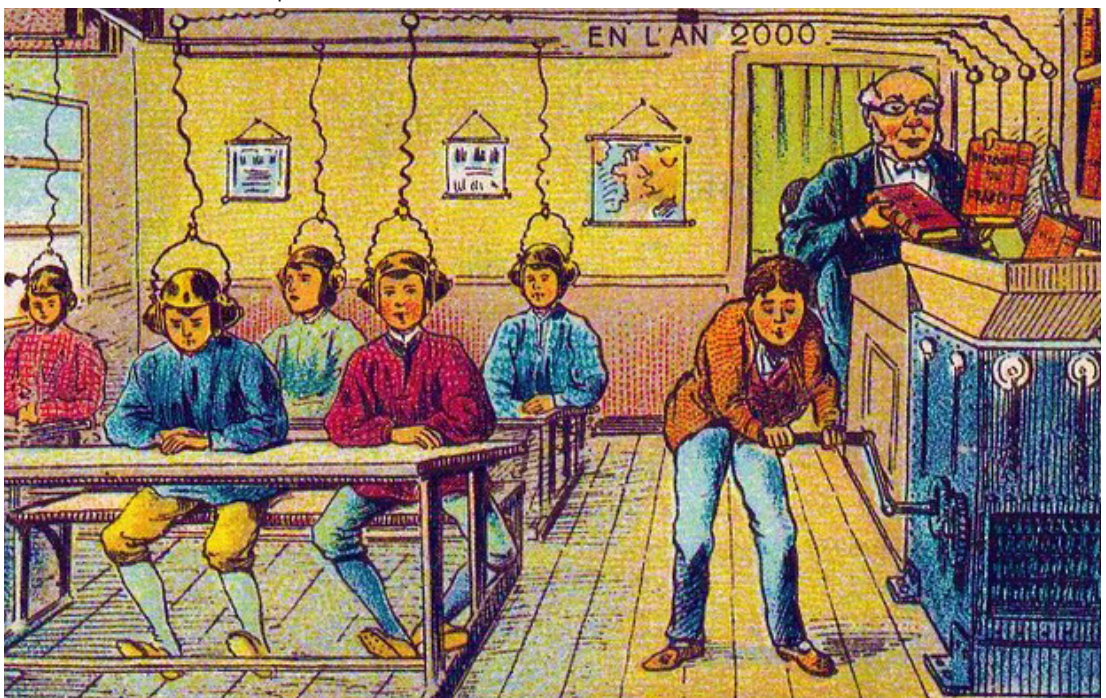
Bibliographie

p.154

Introduction



L'École d'Athènes, Raphaël, Palais du Vatican, 1510



Carte postale, v.1900

La commande d'EDF

Le présent livret rend compte d'une étude réalisée par le DPEA Architecture Poste Carbone, à l'Ecole Nationale Supérieure d'architecture à Marne La Vallée (ENSAVT), dans le cadre d'une commande du département Recherche et développement de EDF (Électricité De France).

EDF mène une réflexion prospective sur les transformations des pratiques du secteur tertiaire et leurs conséquences en terme de bâtiment et in fine sur leurs consommations.

Lors de conversation entre l'ENSAVT et EDF, il a été décidé d'investiguer plus particulièrement un secteur: celui de l'enseignement supérieur.

Il s'agit d'envisager à l'horizon 2030 l'imbrication entre l'évolution des pratiques, les transformations spatiales et les consommation d'énergie des étudiants et des enseignants.

Cette réflexion peut s'articuler en deux grandes questions :

1-Peut-on percevoir dès aujourd'hui des tendances qui annoncent déjà les transformations de demain ?

2-Comment une question, *a priori* matérielle, architecturale et énergétique, soulève-t-elle la question théorique plus large de l'enseignement supérieur ?

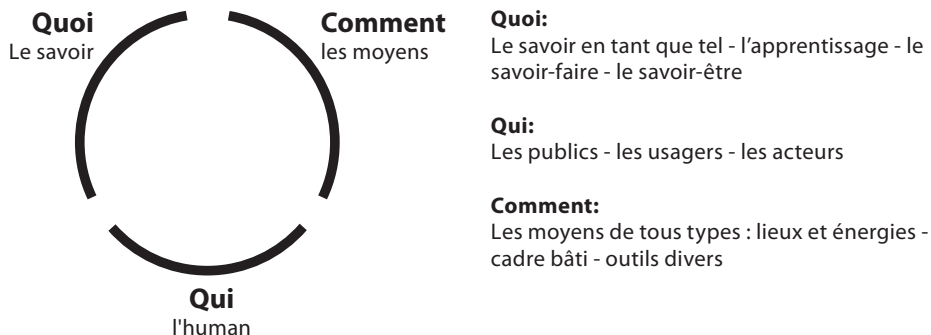
Cadre de l'étude

L'enseignement supérieur constitue parmi toutes les activités du secteur tertiaire, un secteur riche à plusieurs titres. Sa spécificité, liée à son contenu théorique et la pluralité de ses usagers mais également à ses modalités spatiales particulières, en font un objet d'étude. De plus, ce secteur nourri par une longue histoire, subi actuellement de profondes transformations.

Les bouleversements apportés par les technologies numériques modifient les rôles respectifs des acteurs concernés et les modes d'enseignement. Par ailleurs, la mondialisation de ce domaine avec la mise en concurrence des établissements, l'apparition du classement de Shanghai, la recherche de l'excellence, la forte croissance démographique et la mobilité des étudiants, transforment les attentes et les objectifs des formations.

Enfin la place de l'enseignement supérieur dans les aménagements territoriaux en France devient déterminante en raison de l'importante réserve foncière qu'il représente.

L'étude sera donc l'occasion de mettre en place un point de vue approfondi sur ce secteur polymorphe et changeant, de définir les enjeux dont il est porteur. Elle sera ainsi l'occasion d'éclairer plus généralement les évolutions potentielles du secteur tertiaire.



Pour aborder cette étude, nous avons entrepris des lectures¹ documentant l'enseignement supérieur de plusieurs manières.

D'un point de vue historique : Comment est-il apparu? Sous quelles formes? Comment a-t-il évolué

D'un point de vue spatial : Quels ont été ou sont les lieux de l'enseignement ?

D'un point de vue énergétique : Quels étaient les contextes et les déterminants de la demande liée à ce secteur ? Qu'en est-il aujourd'hui ?

Vers quoi ce secteur s'engage-t-il ?

Cet état de l'art devait nous permettre de documenter cette interrogation :

« Qu'est-ce que l'enseignement et à *fortiori* l'enseignement supérieur aujourd'hui et en 2030? »

En forme de préambule, on posera la question de la nature de l'enseignement supérieur suivant trois axes de réflexion :

Qu'enseigne-t-on ?

A qui enseigne-t-on ?

Comment enseigne-t-on?

La lecture de *Petite Poucette* de Michel Serres² nous a apporté de premières pistes de réflexions notamment pour la dimension architecturale qu'elles évoquent. Et pour chacune de ces réflexions, la question se posera dans un regard croisé entre le passé et le présent ouvrant vers le futur.

1 Voir bibliographie Tome 2, page

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

Qu'enseigne-t-on? Le quoi

Hier, on enseignait en un lieu, de manière concentrée, le savoir était détenu par quelques élus.

Aujourd'hui, les savoirs sont multiples, disponibles partout, distribués en continu et accessibles à tous. La transformation de l'accessibilité du savoir en change l'objectif. Une nouvelle approche de l'enseignement émerge : le but n'est plus l'accumulation de connaissances brutes, mais l'apprentissage de savoir-faire et « savoir-être », la définition d'une posture, la capacité d'utilisation de la connaissance, la fabrication d'un esprit critique pour la construction personnelle.

A l'avenir, l'augmentation des effectifs étudiants, leur internationalisation, portés par la démocratisation du savoir ouvrent de nouveaux enjeux.

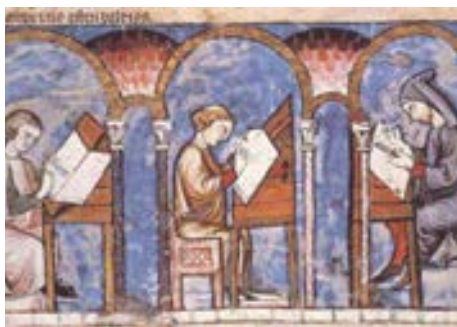
Quelles seront les modalités de l'accroissement du nombre d'étudiants ?

Quelles seront les conséquences sur les finalités immédiates de l'accès informel aux données « brutes » (peer to peer en open-source), de la virtualisation des contenus, et de la relation accrue avec le monde économique ?



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

A qui enseigne-t-on? Les publics



Enseignement scolastique au Moyen-âge.



École pour femmes, Bischfosheim, Bruxelles 1960.



Design Thinking, d.school
Université de Stanford, États-Unis

Cette seconde question est en réalité double:

A qui enseigne-t-on ? Le disciple, l'élève, l'étudiant. Et par voie de conséquence : Qui enseigne ? L'enseignant.

Autrefois, l'élève était semblable à un passager en attente d'être transporté. Il comptait parmi les élites, et recevait le savoir de l'enseignant, unique sachant.

Aujourd'hui, « *il n'y a plus que des conducteurs, que de la mobilité; plus de spectateurs, l'espace du théâtre se remplit d'acteurs, mobiles (...)* »³. Il participe et collabore dans un mode actif à l'élaboration de ce savoir.

Autrefois, l'enseignant « *délivrait un savoir qui en partie (...) gisait déjà dans les livres. Il oralisait de l'écrit, une page-source* »⁴. Il était seul détenteur de la connaissance, se faisait le porte-parole, le transmetteur de savoirs existants.

Aujourd'hui, il doit « *l'inventer, (...) il écrira une page recueil* »⁵. Il doit se redéfinir en permanence, réactualiser ses acquis, et échanger avec ses auditeurs qui partagent les connaissances.

3 Idem

4 Ibid

5 Ibidem

Au cours du temps, cette question s'est transformée de deux manières. Les publics « sachants » et étudiants s'élargissent. Plus de gens étudient, mais ont aussi accès facilement à plus de connaissances. Le rapport pyramidal pré-existant s'estompe au profit d'un rapport horizontal. L'enseignant devient l'initiateur, le catalyseur de nouvelles pratiques notamment collectives, basées sur un socle de connaissances en grande partie auto-acquises par les étudiants.

Par ailleurs, le public s'est déjà agrandi : élargissement générationnel, formation continue, informelle, tutorat, ouverture au « grand public », cursus en auditeurs libres. Cette diversification des publics s'explique pour différentes raisons : le renouvellement périodique des savoirs, les reconversions professionnelles liées au contexte économique, et la virtualisation d'un certain nombre de contenus. Ce dernier élément permet en effet d'accéder à la connaissance en tout point du globe et de manière plus simple.

Paradoxalement, cette virtualisation pose la question de la permanence de l'échange physique et de sa spécificité dans les enseignements. Dans la perspective d'une recherche sur l'évolution de l'enseignement et des lieux du savoir, cette question devrait être explorée et comprendre si l'on tend vers un équilibre entre les différents modes de transmission.



Invention de l'imprimerie, Gutenberg, XV^{ème} s.



La révolution informatique et la révolution internet, fin du XX^{ème} s.

Comment enseigne-t-on?

Les deux premières questions déterminent une interrogation : « comment enseigne-t-on ? ». Toute tentative de réponse appelle un examen minutieux des éléments incidents. Les transformations technologiques successives ont progressivement déplacé les enjeux du savoir et de sa transmission : écriture, imprimerie, première encyclopédie, premiers ordinateurs, internet, etc.

Michel Serres⁶ rappelle ce qu'évoque Montaigne pour qui l'apparition de l'imprimerie change la nécessité d'avoir une « tête remplie de savoirs accumulés » pour une « tête bien faite ».

Le déplacement de ces savoirs se prolonge aujourd'hui avec les nouvelles technologies du numérique : on est à nouveau dans un changement de paradigme du savoir, entraînant une transformation de l'espace. Pour Michel Serres, les transformations apportées par la technologie numérique « obligent à sortir du format spatial impliqué par le livre et la page (...) »⁷.

Puisque le savoir, la pédagogie et l'espace universitaire ont été « inventés jadis, pour et par le livre »⁸, ils doivent être repensés avec les nouveaux supports.

Les pratiques : quels seront les nouveaux modes de transmission ?

En quoi les outils numériques complétés par les modes d'apprentissage physiques auront-ils des conséquences spatiales ?

Le rôle de cet apprentissage physique sera-t-il toujours le même ? Doit-on tendre vers une spécificité des différents types d'apprentissages ?

Comment l'évolution de ces pratiques influence-t-elle l'impact énergétique de ces lieux ?

La diffusion des outils numériques (comme les MOOCs ou les Clouds) permet-elle de diminuer ces impacts, et dans quelle mesure ?

Les lieux : quels campus pour demain ?

Comment les lieux d'enseignement supérieur pourront-ils s'adapter à ces nouvelles pratiques ?

Quelles sont les incidences énergétiques notamment sur la mobilité de ces changements de modalités ?

Quelles nouvelles approches territoriales peut-on envisager pour diminuer ces impacts ?

Et enfin, quels sont les leviers d'action pour réduire l'impact des bâtiments ?

⁶ SERRES Michel, *Petite Poucette*, Editions Manifeste le Pommier, Saint-Armand-Montrond, Mars 2012, 82p.

⁷ Idem

⁸ Ibid

Quoi? Qui? Comment?

Sont les trois questions qui vont guider le travail. Elles déterminent les trois axes de réflexion autour du Savoir, de l'Humain et des Modalités.

L'étude s'organisera suivant deux parties. La première partie consistera en une analyse historique, contemporaine, puis prospective sur les tendances à venir.

La seconde partie sera une mise en application de deux scénarios prospectifs en sites réels.



Un laboratoire Fab-Lab. *source:Archibat*



Échanges informels : l'exemple du café associatif / débat / philosophique ...



La prééminence du virtuel : exemple de l'École 42, Paris.



Des espaces de travail souples : Café-wifi, plateaux co-working. *source:coworkin;fr*

La première partie (Tome 1) tentera de répondre aux objectifs suivants :

- Appréhender l'histoire et les modèles de l'enseignement pour envisager son évolution.
- Déceler les métamorphoses à l'oeuvre aujourd'hui et déterminantes pour demain.
- Mettre en regard l'histoire des énergies et son incidence sur la transformation des savoirs et des disciplines.

Pour l'analyse historique et contemporaine nous avons procédé par morceaux choisis : nous avons identifié de grandes phases de basculement dans l'histoire de l'enseignement supérieur. De même pour la période contemporaine nous avons tenté d'identifier quelques grandes évolutions de l'enseignement supérieur, porteuses de renouvellement d'usages et spatiaux.

A partir de cette analyse nous avons établi 4 scénarios de tendances d'évolution de l'enseignement supérieur. Ces scénarios prospectifs explicitent les conditions de ces variations autour d'un axe déterminé par le rapport au Savoir. Nous évaluerons pour chacun d'eux les profils énergétiques correspondants.

La seconde partie (Tome 2)

présentera deux démarches prospectives pour 2030 :

- Un scénario de mutation et de valorisation durable à l'échelle du territoire : appliqué à la Cité Descartes (77).
- Un scénario de mutation et de valorisation durable à l'échelle du bâtiment : l'ENSAVT a été choisi dans ce but, à Marne-la-Vallée. (École d'Architecture de la Ville et des Territoires)

Pour chacune des mises en application concrètes on partira d'une analyse des données contextuelles existantes et projetées. Dès lors, on envisagera des options d'aménagement faisant coïncider les hypothèses de transformation de l'enseignement et avec des stratégies énergétiques correspondantes.



Illustration pour Télérama et France Culture, 2014, «Le Roman des étudiants», Romain Lamy

A

Le tertiaire et l'enseignement supérieur

Données de contexte

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

A-1 Usagers et emprises bâties

p. 16

A-2 Consommations énergie - surface

p. 18

A-3 Situation du secteur de l'enseignement supérieur

p. 20

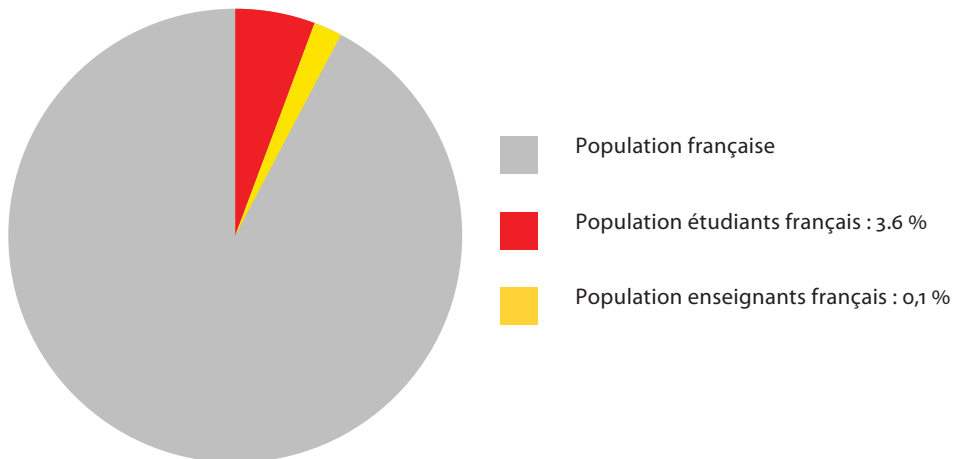
A-1 Usagers et emprises bâties

Situation des usagers

Sur 66 millions de français en 2013, on recense :

- 2,4 millions d'étudiants en France soit 3,6 % de la population Française.
- 635 000 étudiants viennent d'île-de-France, soit 26 % des étudiants Français.
- 72 000 enseignants en France, soit 0,1 % de la population Française, et 25 000 encadrants et administratifs.
- 23 % de la population Française a fait des études supérieures.

Tranche âge: 18-64 ans



Source: INSEE

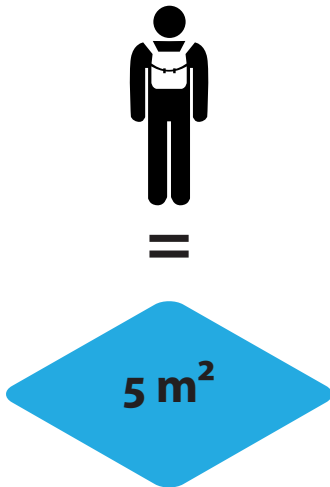
Situation du bâti : emprises

18,6 millions de m² de bâtiment d'enseignement supérieur (SHON) dont 4,5 millions de m² sont dédiés à du logement.

Ces 18,6 millions de m² (SHON) de bâti se répartissent en **6 350 bâtiments**, de la façon suivante :

- 15,2 millions m² appartiennent à l'état
- 2,9 millions m² appartiennent majoritairement aux collectivités territoriales
- 450 000 m² appartiennent aux établissements

5 900 hectares de foncier non bâti.



Surface moyenne par étudiant (en France) :

5 m² /étudiant (de 2 à 20 m²)

Source : <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/>

A-2 Surfaces, consommations énergétiques

Âge du parc bâti

47 % du bâti date d'avant 1974

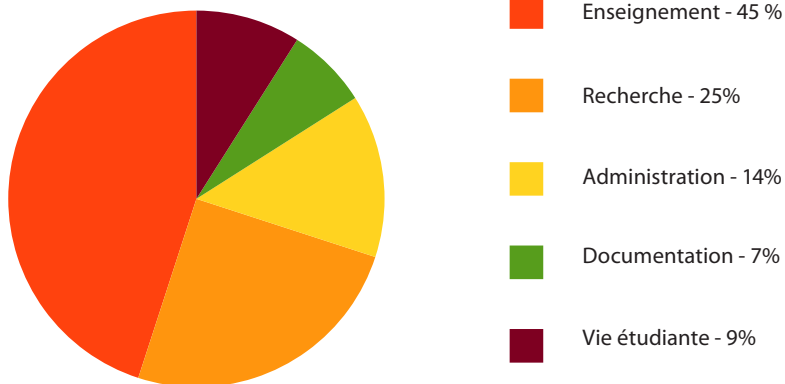
53 % du bâti date d'après 1974 *

* 1974 = première réglementation thermique.



Surfaces

Répartition des surfaces par type d'activité, moyennée sur le panorama des lieux d'enseignement supérieur français.



Source : <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/>

Consommation énergétique en France (en énergie finale) :

pour le secteur de l'**enseignement**
dans son ensemble : **26 TWh/an**
(données 2013)

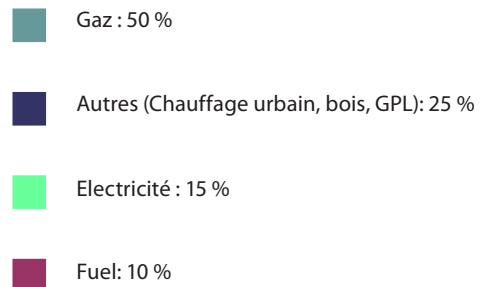
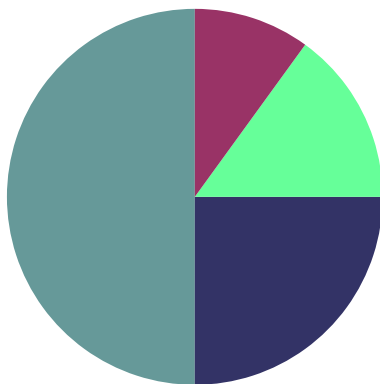
pour l'**enseignement supérieur** :
13.6 TWh/an (données 2010)

Ce qui équivaut à une **consommation moyenne** par unité de surface de : **200 kWh/m²/an**

Énergies

Répartition des sources d'énergie pour les besoins de chauffage (enseignement supérieur-recherche).

Rappel des chiffres

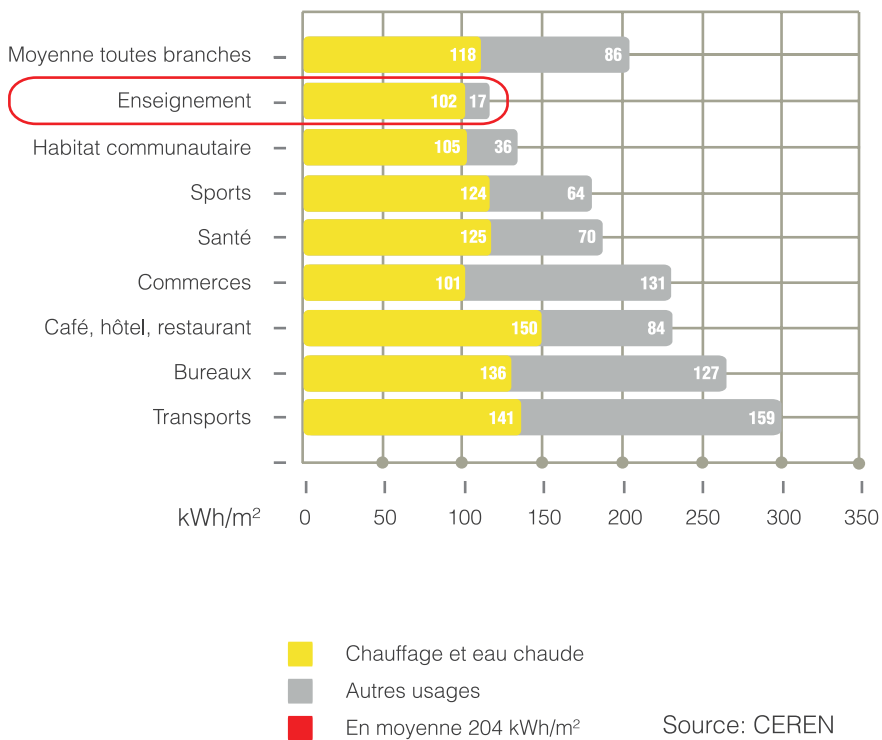


Source : CEREN Chiffres clés du bâtiment

A-3 Situation du secteur de l'enseignement supérieur :

Dans le secteur tertiaire, l'enseignement dans son ensemble représente 11 % des surfaces chauffées.

Dans l'enseignement, le supérieur représente 10 % des surfaces chauffées contre environ 30 % pour chacun des autres degrés d'enseignement (lycées, collèges et écoles primaires).



Consommation unitaire moyenne pour les différentes branches du tertiaire.

Source: CEREN / EDF

Ce que représentent ces consommations

Dans l'enseignement supérieur, les consommations se répartissent en deux principaux usages : le chauffage et l'électricité spécifique.

Le chauffage représente :

- le premier poste de consommation.
- 68 % des consommations en énergie finale.
- 80 % des émissions de gaz à effet de serre pour les établissements d'enseignement supérieur et de recherche.

L'évolution des consommations depuis 1995 par m² est en baisse. Pour autant, la valeur absolue, est en hausse due à l'augmentation globale des m² construits.

L'électricité spécifique constitue :

une consommation en hausse qui s'explique par le développement des technologies du numérique.

Pistes de réflexion ouvertes

Le chauffage :

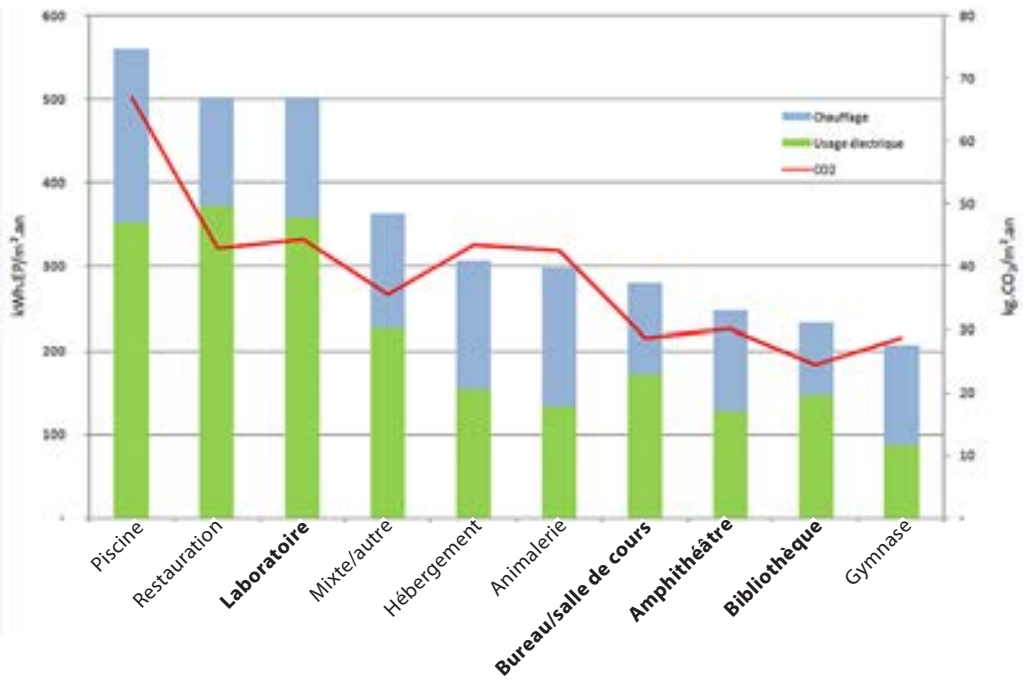
représente un levier important de réduction de la facture énergétique.

On peut imaginer que la tendance à la baisse observée continue.

Cela s'explique par les conditions du réchauffement climatique et les efforts entrepris pour améliorer les performances énergétiques du bâti (réhabilitation thermique, renouvellement du parc et des installations).

L'électricité spécifique pourrait être améliorée :

- par l'optimisation de l'éclairage naturel et de l'usage des équipements informatiques et bureautiques.
- par une sensibilisation à la sobriété des consommations.
- par le développement d'une production sur site.



Locaux universitaires :
ratios énergie - CO2 par type d'usage

Source : <http://www.developpementdurable.cpu.fr>

Ce que représente ces émissions

On observe différents types de profils énergétiques en fonction des usages. Les principaux locaux d'enseignements sont souvent moins énergivores que les locaux d'activités annexes.

Leviers pour la conception

La restauration peut constituer une potentielle économie ou ressource à valoriser (notamment les postes de cuisson). Les laboratoires pourraient être optimisés ou mutualisés.

Les équipements spécifiques, comme les piscines, doivent être conçus pour limiter leur impact énergétique.

Ces équipements très énergivores doivent être envisagés comme des gisements potentiels.



Résidence
Universitaire à
Urbino, Giancarlo
de Carlo, Italie, 1955

B

État de l'art : historique et contemporain*

B Etat de l'art: historique et contemporain
Introduction et approche méthodologique
p. 26

B-1 Histoires parallèles
p.30

B-2 Espaces Parallèles
p. 60

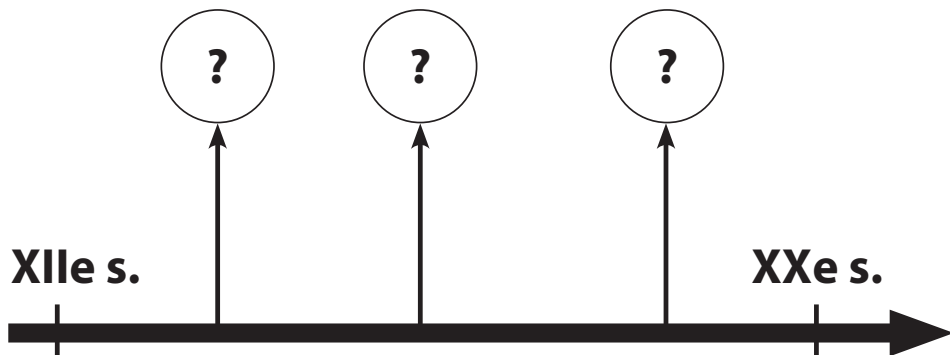
Introduction

Un état de l'art à la fois diachronique et synchronique permettra dans un premier temps d'envisager et d'ébaucher un certain nombre de réponses aux questions suivantes :

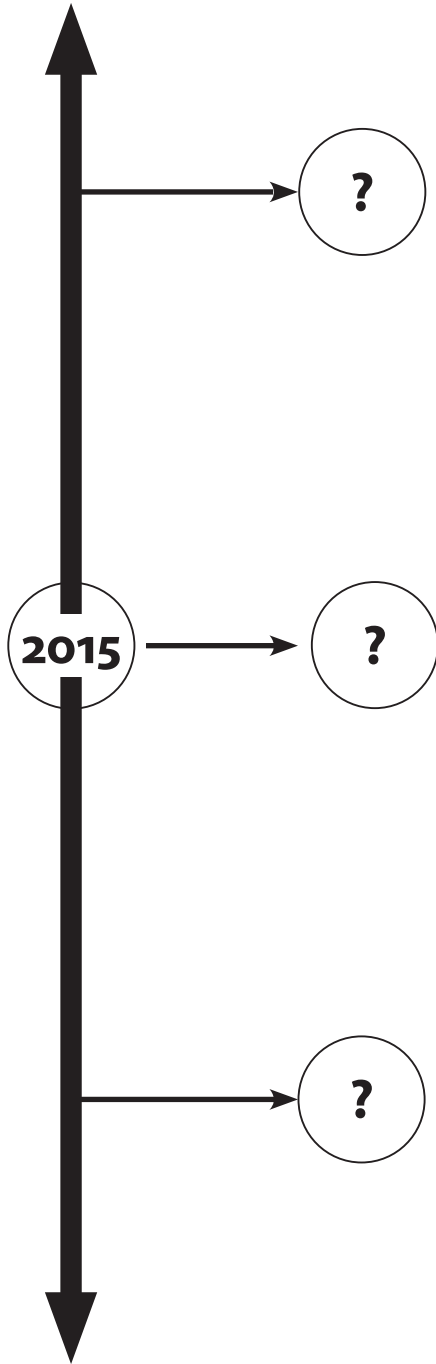
- Quels modèles d'enseignement supérieur prédominent dans l'histoire et de nos jours ?
- Pour quelles raisons ?
- Selon quelles imbrications de pratiques, de publics visés ou encore de moyens architecturaux et énergétiques ?
- Pour quelles transformations à venir ?

Quels «modèles» historiques?

Approche diachronique : histoires parallèles



Périmètre géographique d'étude : en France et quelques modèles étrangers remarquables



Quels «modèles» actuels?
*Approche synchronique : espaces
parallèles*

Périmètre géographique d'étude : dans le
monde

B-1

Histoires parallèles :

Quelles ont été les grandes tendances d'évolution de l'enseignement supérieur du XII^{ème} siècle à nos jours ?

B1- 1 Approche historique

p. 30

B1- 2 Avant l'université

p. 31

B1- 3 Le Moyen-Age, début de l'université

p. 32

B1- 4 XVIII – XIXème siècle, vers de nouveaux modèles

p. 38

B1- 5 XIX- XXème siècle, Interrogation des modèles

p. 44

Conclusion

p. 50

B1-1 Approche historique

L'évolution de la question de l'enseignement supérieur, comme toute question historique, procède par l'alternance entre mouvements continus et ruptures ponctuelles.

Cette évolution est déterminée par l'imbrication de facteurs démographiques, socio-politiques et énergétiques que nous avons tenté de mettre en lumière. La continuité est périodiquement impactée par des ruptures (événements politiques particuliers) engendrant des transformations ou des interrogations de l'enseignement supérieur.

On a distingué quatre grandes périodes qui nous ont permis de définir les cas d'étude choisis. Ces périodes correspondent à un rapport étroit entre l'évolution du savoir et sa transcription architecturale.

On en déduira l'émergence de formes canoniques représentatives des moments charnières de cette évolution.



XIIe s



XXe s.



B1-2 « Avant l'université » IV^{ème} siècle av. JC - XII^{ème} siècle

Plusieurs modèles d'enseignement se déclinent selon différentes modalités dans les civilisations anciennes. Elles ont chacune une identité particulière mais ne revendiquent pas la compilation, ni l'élaboration de l'ensemble des savoirs. Elles s'intéressent à l'enseignement en soi, ce qui les distingue de l'université.

Quoi : spécifique à chaque culture et aux foyers de pensée qui les produisent.

Qui : formation d'hommes essentiellement appelés à des fonctions dirigeantes ou intellectuellement élevées.

Comment : des espaces spécifiques pour ces enseignements dans des centres de culture.

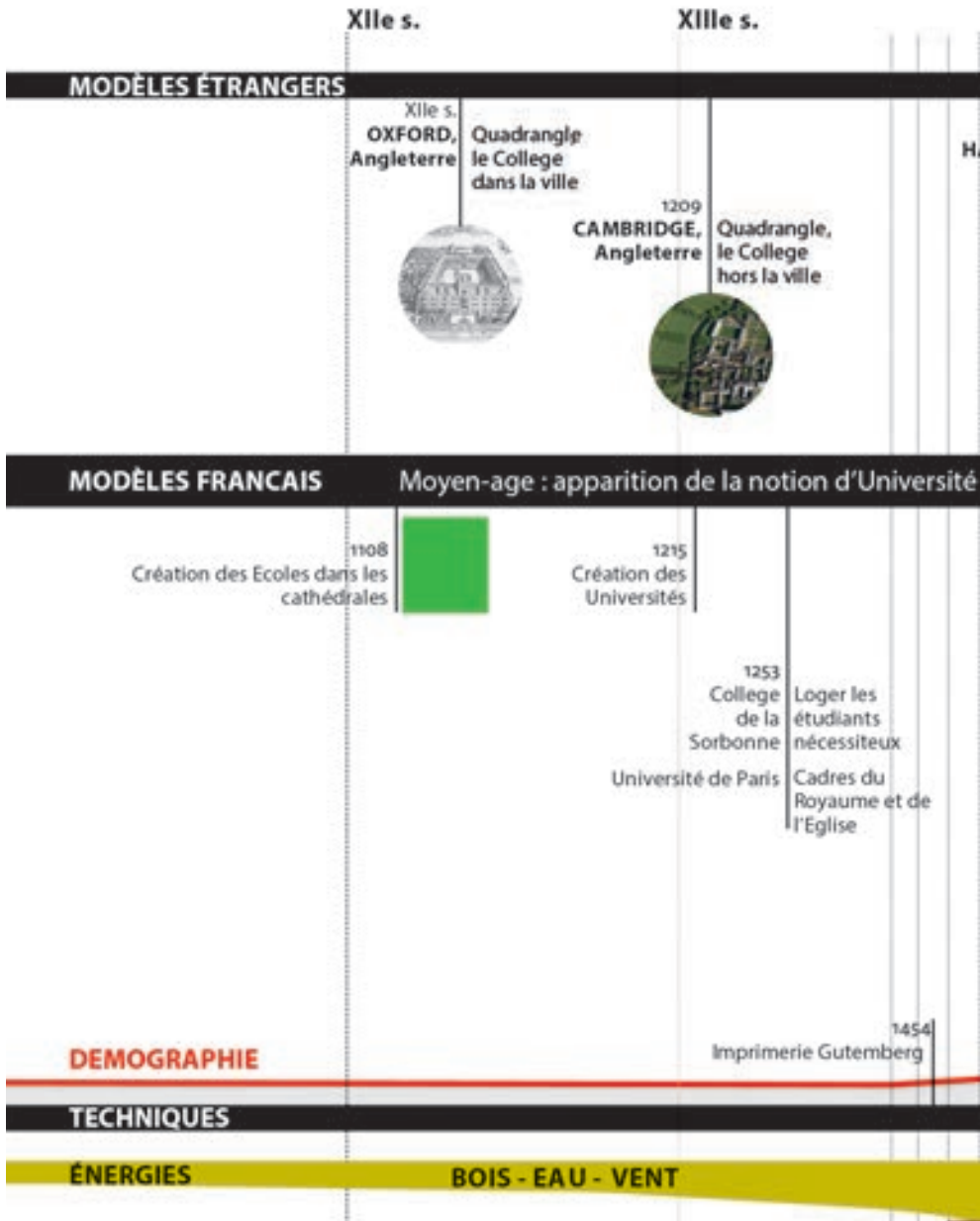
Quelques éléments de chronologie :

- 387 av. JC - Athènes, Grèce : Université Platonicienne, enseignement de la géométrie.
- 258 - Chine Nankin : Berceau des sciences modernes en Chine.
- 415 - Inde Nalanda : Apogée de ce centre universitaire bouddhiste, centre de la pensée indienne (créé en – 304) comptant 10 000 moines à son apogée.
- 425 - Constantinople : 1^{ère} université romaine.
- 6 et 7^{ème} siècle : Iran Gundishapur : « Cambridge de l'Iran », centre médical le plus important du monde ancien.
- 859 - Maroc Fès Al Quaranouiyne : Demeure des sciences et de la sagesse.



Inde, Centre Universitaire Nalanda, 415 ap. JC

B1-3 « Début de l'université » Le moyen âge



Contexte général :

Les mutations du contexte social et énergétique en occident médiéval amorcent une série de changements avec une portée plus vaste.

Ceux-ci annoncent les prémices des transformations de l'enseignement et l'apparition de l'enseignement supérieur.

Environnement social

Début de la transformation du système féodal, sédentarisation des cultures.

Environnement énergétique

Amélioration des capacités de production agricole : animaux et machines multiplient la force de travail humaine (cheval, moulins à vent ou à eau). Réduction des temps de mise en jachère et augmentation des surfaces de maraîchage par le déboisement. Progressive mise en place de la proto-industrialisation.

Ressources

Le bois, l'eau et le vent.

Conclusion :

Ces éléments améliorent progressivement les conditions et l'espérance de vie des populations. On voit se déplacer les besoins d'un état de « subsistance » vers un développement.



Imprimerie de Gutenberg, 1454

- **Quoi :** Au départ il y a la volonté de Charlemagne de créer des écoles dans les cathédrales : chaque cathédrale a son école. Les débats déjà à l'œuvre dans la fondation de l'université vont constituer une de ses caractéristiques pérennes.
- **Qui :** Former les élites du Royaume et de l'Église.
- **Comment :** Relecture d'Aristote et des textes de l'Antiquité. Fonder Dieu et la foi sur la logique et la Raison. Débat polémique pour la fondation de l'esprit de l'Université.

Quelques éléments de chronologie :

- 1200 : Collèges généralisés.
- 1215 : Fondation des UNIVERSITAS.
- Un modèle d'état dans l'état : justice, auto-organisation, élections, habitat sur place, système renfermé. Ces modes d'organisation et cette philosophie de l'enseignement expliquent l'adoption de la morphologie du quadrangle, symbole d'un système clos et privilégié.
- Ce système est particulièrement visible à Oxford et Cambridge (Grande-Bretagne).

Moyen-âge : apparition de la notion d'Université

XII^{ème} s.
OXFORD,
Angleterre



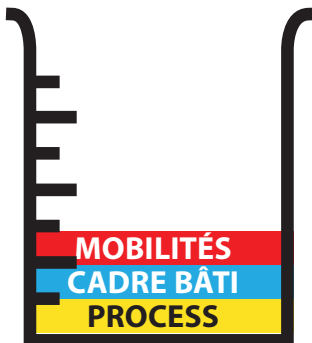
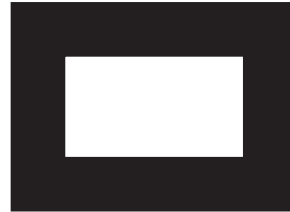
Enseignement scolastique



Loger les étudiants sur place



Quadrangle,
le Collège
dans la ville



Force motrice animale et humaine.



Chauffage : biomasse (chauffage bois).
Compacité : morphologie qui minimise les déperditions.
Éclairage : bougie.



Biomasse, ressource animale (parchemin).

1253
LA SORBONNE,
France



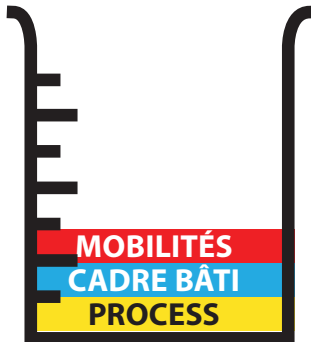
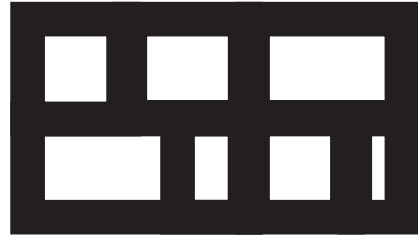
Former l'élite du Royaume
et de l'Eglise



Loger les étudiants
nécessiteux



Grand îlot urbain,
le Collège
dans la ville



Force motrice animale et
humaine.

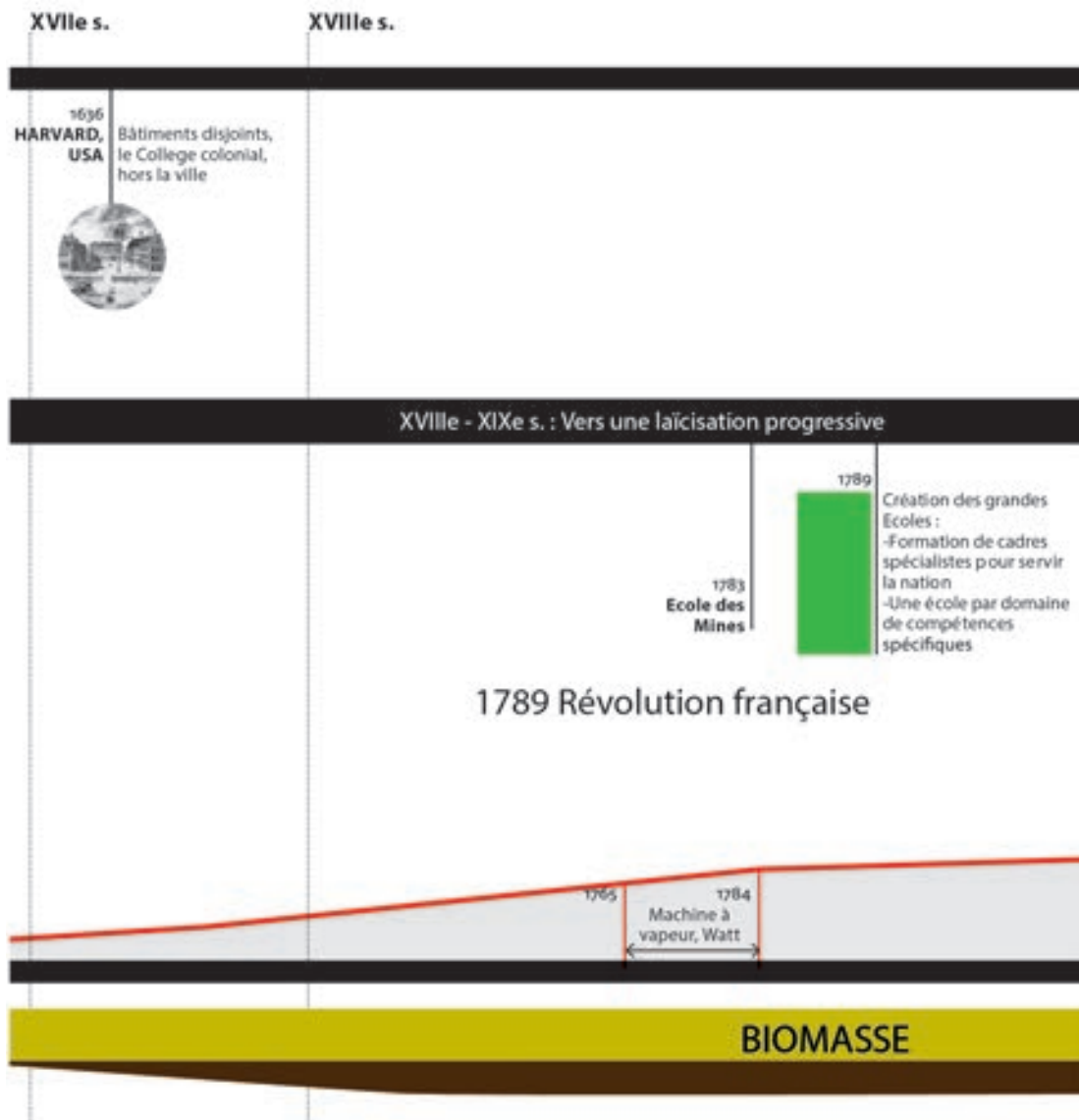


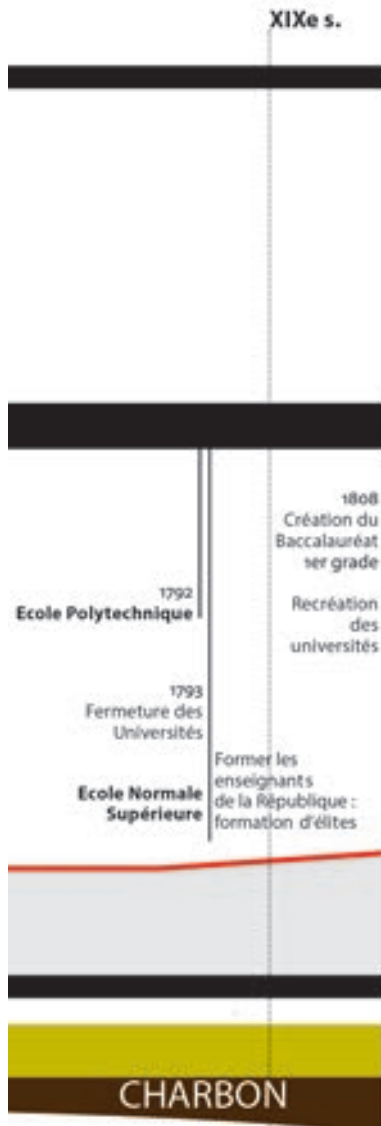
Chauffage : biomasse (chauffage
bois).
Compacité : morphologie qui
minimise
les déperditions.
éclairage : bougie.



Biomasse, ressource animale (parchemin).

B1-4 « Vers d'autres modèles d'enseignement » XVII^{ème} siècle - XVIII^{ème} siècle





Contexte général :

Les bouleversements politiques, sociaux et énergétiques conditionnent la refonte de l'enseignement supérieur. L'État se trouve face à la nécessité de former de nouveaux cadres pouvant administrer les institutions. En parallèle, les découvertes scientifiques et énergétiques nécessitent des spécialistes compétents dans ces domaines.

Environnement social

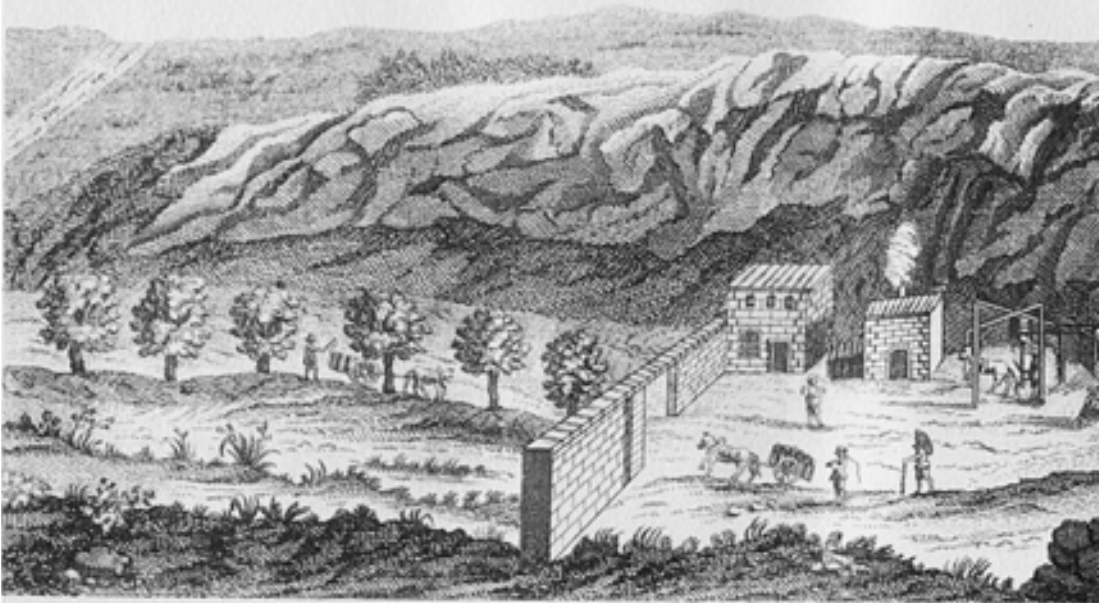
En France a lieu une première rupture avec la Révolution Française. L'abolition des privilèges et le fondement d'une république laïque vont contribuer à changer l'enseignement. Au même moment, le déclin de l'université et sa dissolution en 1793 vont laisser place à de nouvelles formes d'établissements.

Environnement énergétique

Les premières pénuries de bois apparaissent au XVème siècle à Paris. Le charbon commence à être exploité dès le XVIème siècle (surtout en Angleterre) mais n'est pas encore envisagé comme une alternative au bois.

Vers 1850, le charbon est envisagé comme ressource énergétique. Les notions de réseaux de distribution et de déplacement des ressources font leur apparition.

Exploitation des mines dans le département de la Loire.



Phototypie Co.

Vue d'une ancienne exploitation de mine, XIXème s.



École Nationale des Ponts et Chaussées, créée en 1747

Conclusion:

Volonté de transformation de l'enseignement (clérical et royaliste) en un enseignement républicain. Ces bouleversements du XVIIème siècle sont une forme de savoir qui n'est pas produit par l'université mais par le monde économique. On assiste à une première forme de spécialisation et de professionnalisation des parcours.

- **Qui** : Formation des enseignants dans les écoles normales, formation des cadres spécialistes au service de la nation : artillerie dans les écoles polytechniques, du génie civil aux Ponts et Chaussées, de l'énergie aux Mines, etc.
- **Quoi** : Chaque enseignement possède son école spécifique et se transmet hors de l'université.
- **Comment** : Système corporatiste avec enrégimentation des étudiants, formation professionnalisante, dispositif de logement des étudiants en internat et obtention automatique du diplôme.

Quelques éléments de chronologie :

- 1784 : début de la machine à vapeur.
- 1789 : Révolution Française.
- 1808 : recréation des universités, baccalauréat comme 1^{er} grade de l'enseignement supérieur.

À l'international : aux États-Unis, l'Université de Virginie est fondée par Thomas Jefferson. C'est le premier campus laïque des États-Unis. Il se caractérise par une architecture détachée de la ville et à forte dimension paysagère centrée autour du symbole du savoir : la bibliothèque.

XVIII^{ème} - XIX^{ème} s. : Vers une laïcisation progressive

1747

L'ÉCOLE DES PONTES ET CHAUSSEES, France



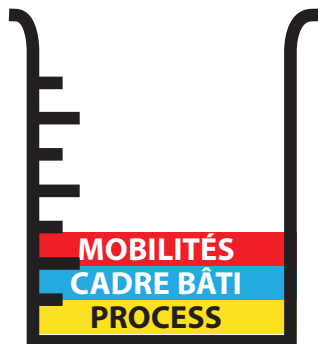
Accompagner les découvertes scientifiques en cours (énergies fossiles émergentes).



Nouvelles compétences scientifiques requises (par la royauté puis l'État)



Quadrangle dans la ville, hôtel particulier investi après la Révolution Française.



Force motrice animale et humaine.



Chauffage : bois, charbon de bois, charbon de tourbe et charbon de houille (coke).

Compacité : morphologie qui minimise les déperditions.

Éclairage : bougie, lampe à huile (ex. colza, naphte), lampe à gaz.



Biomasse, ressource animale (parchemin), métaux.

1824
**UNIVERSITÉ
DE VIRGINIE,
États-Unis**
Thomas Jefferson



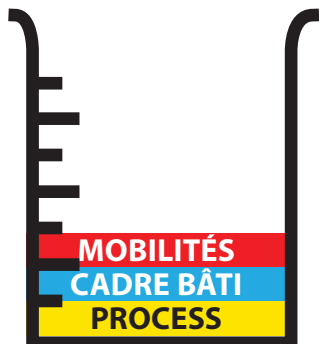
L'Université laïque de l'indépendance américaine, Multi-pluridisciplinarité.



Élite d'un État naissant.



Bâtiments disjoints, Parc paysager, hors de la ville.



Force motrice animale et humaine.



Chauffage : bois, charbon de bois, charbon de tourbe et charbon de houille (coke).

Éclatement : morphologie plus déperditive.

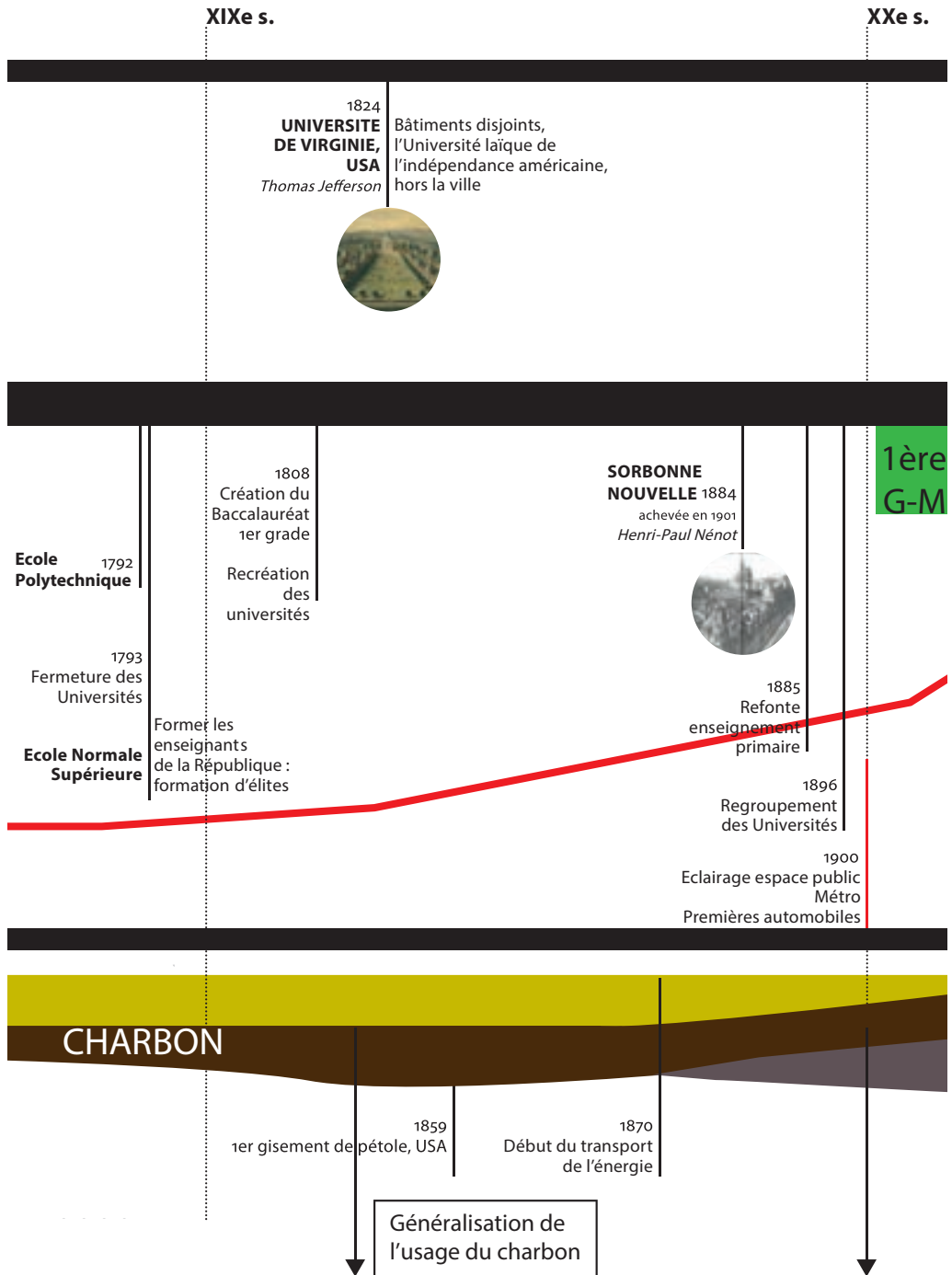
Éclairage : bougie, lampe à huile (ex. colza, naphte), lampe à gaz.



Biomasse, ressource animale (parchemin), métaux.

B1-5 «Trois guerres et l'interrogation des modèles»

XIX^{ème} siècle - XX^{ème} siècle



Contexte général :

Cette période va être marquée par la succession de ruptures politiques qui ont pour conséquence directe la mise en cause de l'enseignement supérieur en France.

Environnement social

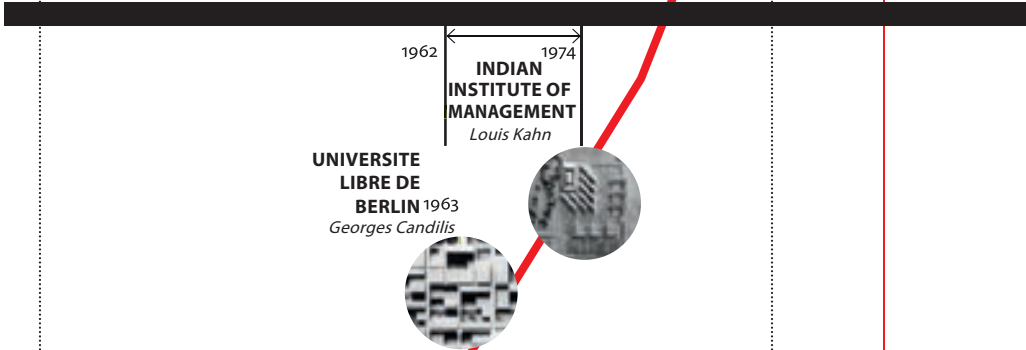
Les trois guerres (1870-1914-1939) interrogent la place de la science et de la technologie dans l'enseignement supérieur en France. Par ailleurs, la féminisation de l'accès à l'enseignement s'amplifie.

Environnement énergétique

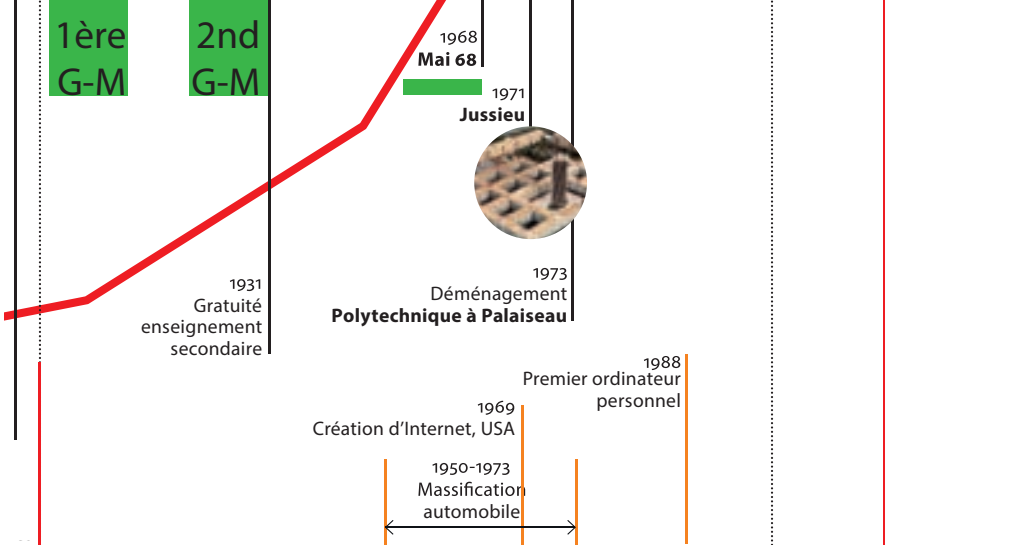
On assiste à une diversification et à une exploitation croissante des ressources énergétiques notamment celles du charbon du pétrole puis de la fission nucléaire. Les potentiels offerts par ces ressources contribuent au développement de nouveaux usages comme les biens de consommation et la voiture.

XXe s.

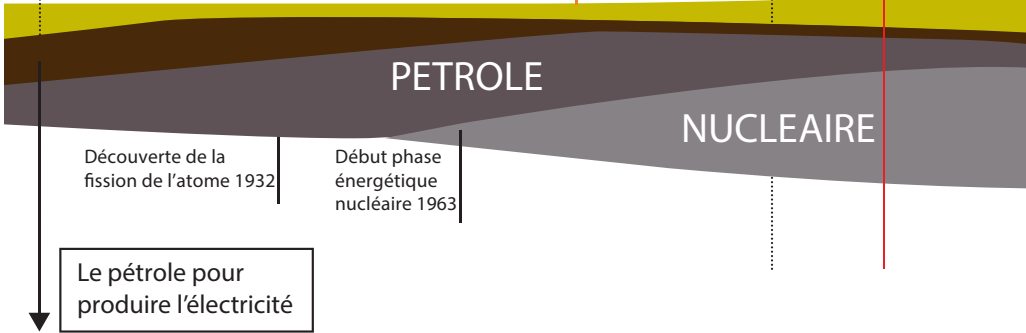
XXIe s. 2015



XXe s. : Massification et démocratisation



Choc pétrolier 1973



- **Qui** : Suite à la gratuité de l'enseignement secondaire (1931), ce dernier s'ouvre progressivement à toute la population. On assiste à une massification de l'enseignement durant tout le XX^{ème} siècle face à la pression démographique. Des cadres réglementaires sont définis pour appuyer les décisions en matière d'enseignement. La loi Faure permettra par exemple des investissements pour le développement des postes et des sites universitaires.
- **Quoi** : Interrogation du modèle de l'enseignement des sciences hors système universitaire et de sa pertinence. Tentative de réintégrations-séparations successives. En parallèle, élargissement du panorama des enseignements. Définition d'une urgence pour la recherche puis pour l'atome. Lancement de programmes et dispositifs de recherche (hors université, par exemple création du CNRS).
- **Comment** : Bouleversement territorial lié à l'automobile, décentralisation, campus suburbains, urbanisme moderne.

XX^{ème} s. : Massification et démocratisation

1964
**H.E.C,
(deuxième
site),
France**



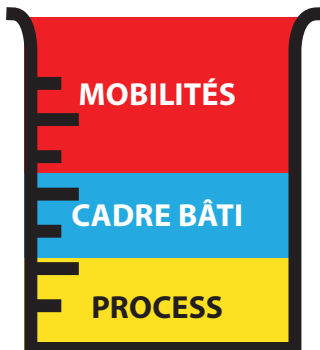
Développement croissant du lien à l'international et aux sphères professionnelles.



Former les nouvelles compétences requises par le monde des affaires et du commerce.



Bâtiments disjoints, Parc paysager, hors de la ville. Réinterprétation du campus américain, mais selon des principes du mouvement moderne.



Automobile, transports en commun.



Chauffage : fuel, gaz, bois, électricité.
Eclatement : morphologie plus déperditive.
Éclairage : électrique.



Biomasse, métaux, plastiques, électronique...

1968
**UNIVERSITÉ DU
MIRAIL,
France**



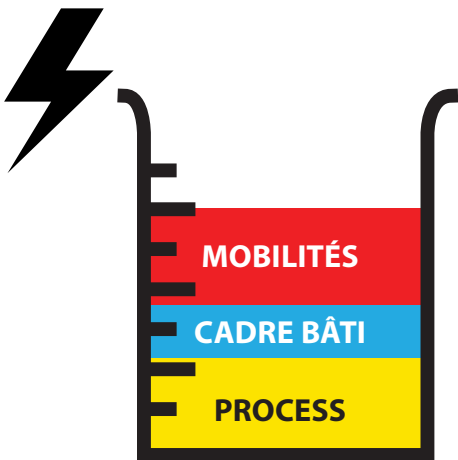
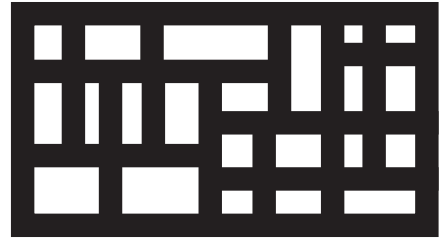
Accompagner la massification et la démocratisation de l'accès à l'enseignement supérieur.



Former un public élargi.



Très grand îlot urbain, nappe tridimensionnelle, aux franges de la ville.



- Transports en commun, (automobile).
- Chauffage : fuel, gaz, bois, électricité.
Compacité horizontale : ne minimise pas les déperditions ascendantes.
Éclairage : électrique.
- Biomasse, métaux, plastiques, électronique...

Conclusion : Problématiques historiques

L'analyse historique permet une première compréhension de l'enseignement supérieur. Elle révèle certaines caractéristiques de sa constitution et ouvre vers de premières interrogations.

1. On note tout d'abord une certaine permanence à travers les époques, de plusieurs éléments :

On trouve des liens entre les facteurs socio-politiques d'une période conditionnant la définition des enseignements et du savoir correspondant.

En parallèle, la définition des savoirs détermine les lieux dans lesquels ils seront transmis.

On remarque également des phénomènes de croissances progressives et parallèles : du nombre d'étudiants et des publics visés, des savoirs, et des lieux d'enseignements.

Cette croissance et cette diversification ont pour conséquence l'augmentation des besoins énergétiques globaux mais aussi unitaires. On est passé d'étudiants, d'enseignements et de lieux frugaux à des étudiants fortement consommateurs et mobiles, des enseignements aux technologies lourdes, et des lieux énergivores.

2. D'autre part, ces modèles ouvrent certaines interrogations :

Si les lieux du savoir se renouvellent avec l'évolution des enseignements, certains continuent aussi d'être exploités ultérieurement. On peut s'interroger sur l'adéquation entre organisation spatiale et besoins des enseignements.

On remarque par ailleurs la persistance des modèles anciens pour la définition des lieux d'enseignement. On peut à nouveau s'interroger sur la pertinence et l'adaptabilité des organisations spatiales à des besoins différents.

On voit aussi apparaître les questions du déplacement des étudiants pour l'enseignement supérieur et la question conséquente de leur hébergement. Ce qui conduit à le considérer comme inhérente à la définition des lieux du savoir.

Enfin se pose également la question du lien entre le monde de l'enseignement et monde professionnel, de leur complémentarité et de leur continuité.



Le campus à l'époque moderne : décentralisation et explosion de l'usage automobile

Hier

Au cours de l'histoire, on observe qu'un besoin d'éducation conditionne une offre d'enseignement.

DEMANDE



OFFRE

Aujourd'hui

Au fur et à mesure, cette offre dépasse la simple demande et se diversifie.



« QUI + QUOI = COMMENT »

Aujourd'hui : Une problématique qui change

Les liens en chaîne, qui déterminaient autrefois les lieux en fonction des savoirs eux-mêmes résultant des contextes socio-politiques, ne sont plus évidents aujourd'hui. Les modes et les lieux d'enseignement interrogent les savoirs et les publics auxquels ils s'adressent. Les moyens deviennent des déterminants de l'enseignement.

Ainsi le développement d'outils comme le numérique (avec la virtualisation des contenus et des échanges) reconditionne les lieux de l'enseignement mais aussi les supports et les savoirs eux-mêmes.

Dans le basculement du rapport entre le moyen et le déterminant, on peut noter **plusieurs facteurs impactant les transformations de l'enseignement supérieur :**

- La massification de l'enseignement supérieur et la diversification des disciplines se font en parallèle d'une pluridisciplinarité des approches et des parcours.
- La mondialisation de l'enseignement supérieur et la recherche d'excellence par les établissements reconditionnent leurs offres de formations.
- La diversification des publics et l'élargissement de leurs âges sont une conséquence de ce basculement et impactent en retour les évolutions de l'enseignement supérieur.
- Le stock de bâtiments d'enseignement supérieur existant influe également sur l'interrogation des modèles d'enseignements et leurs évolutions possibles.
- Enfin les questions environnementales et énergétiques s'invitent comme sujets pour la redéfinition des savoirs, avec l'introduction du rôle pédagogique et de sensibilisation nécessaire que doit jouer l'université.

Ces renouvellements constituent des cycles dont les rythmes semblent s'accélérer. Ils exigent donc une capacité d'adaptation rapide des enseignements et des lieux où ils se déroulent.

Ils interrogent donc les lieux du savoir : dans leurs formes, dans leurs usages et dans leurs fonctionnements.

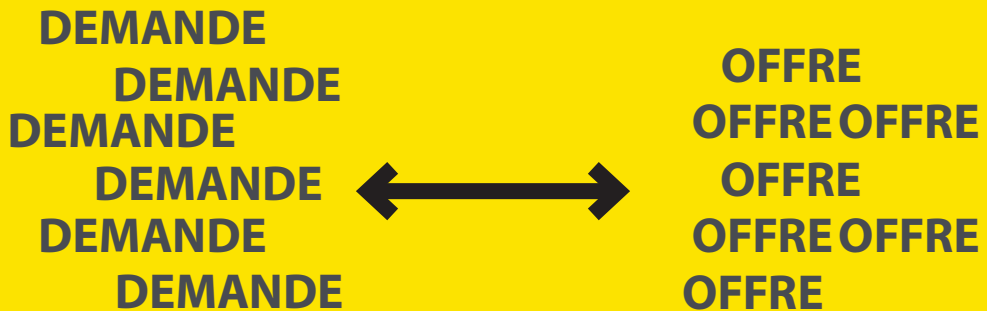


Faculté de Jussieu, Paris, travaux de désamiantage depuis 1995.



Demain

Dans un futur proche, les cycles de renouvellement de l'offre tendent à s'accélérer et pourront être réinterrogées. Les modes et les lieux d'enseignement deviennent de nouveaux déterminants.



« QUI = QUOI = COMMENT »

B-2

Espaces parallèles :

Aujourd'hui, quelles tendances principales peut-on observer quant aux nouvelles pratiques de l'enseignement supérieur de par le monde?

B2- 1 Approche contemporain

p. 60

B2- 2 Les modèles et leur fonctionnement

p. 62

B2- 3 La ville dans la ville

p.64

B2- 4 À la reconquête de la ville

p. 66

B2- 5 Au-dela de la ville

p. 68

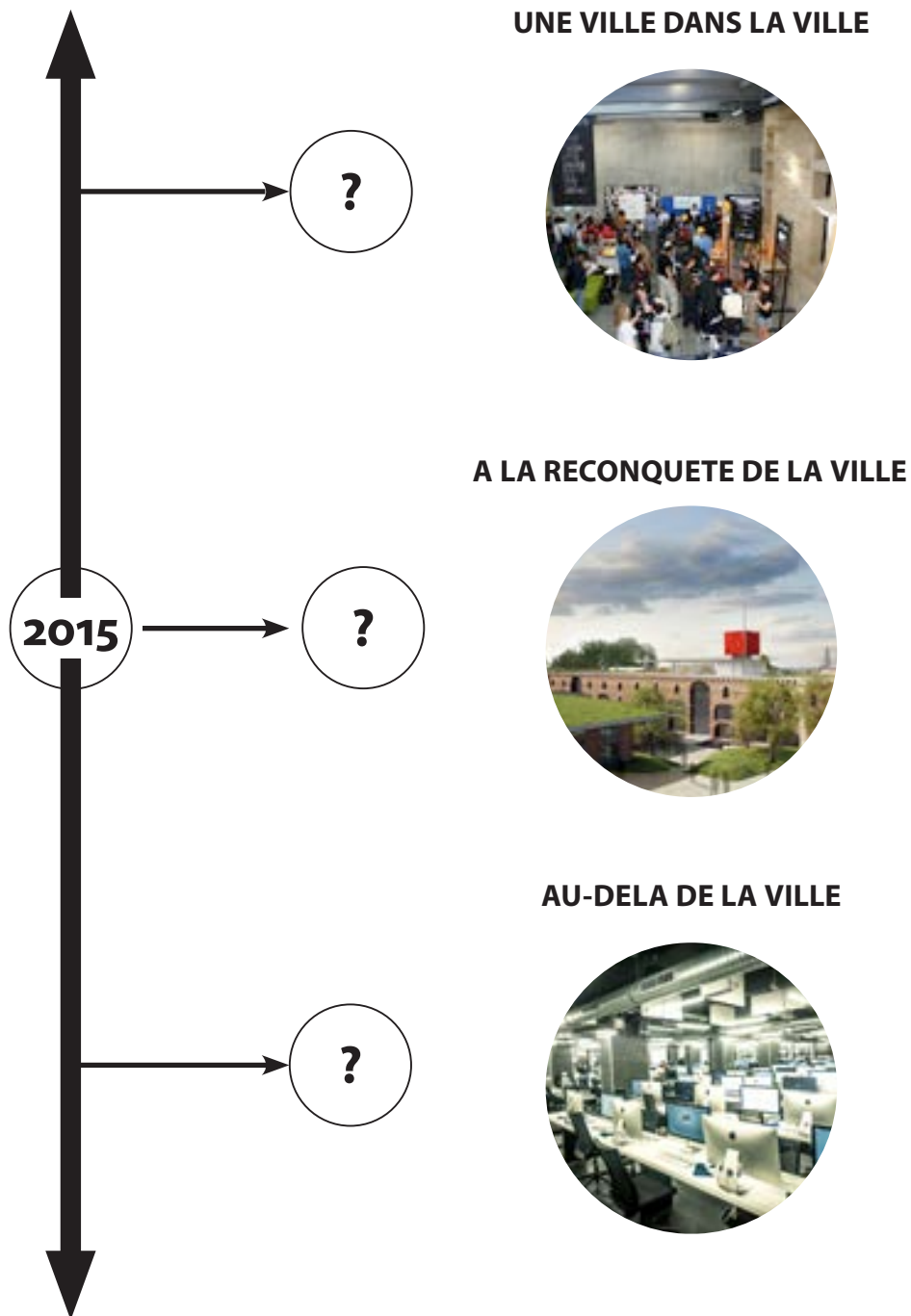
B2-6 Synthèse : Profils énergétiques

p. 70

Conclusion

p. 72

B2-1 Approche contemporaine



Modèles actuels

Nouvelles formes émergentes

Comme on vient de le voir, l'enseignement supérieur en 2015 est en pleine mutation. En outre, pour toutes les raisons évoquées, il est aussi très varié et fait figure d'approches protéiformes dans le monde.

De nouveaux modes ont pu être observés et ont permis de définir des grandes lignes d'évolutions. Ces nouvelles modalités d'enseignement ont été analysées pour en comprendre les spécificités et déterminer les profils énergétiques correspondants.

La mise en évidence de différents profils a pour but de définir quels sont les leviers majeurs pour la réduction de l'empreinte énergétique en fonction des particularités (urbaines, d'usage, etc.).

Elle doit également aider à la définition de stratégies d'équilibrages. On pense par exemple à des logiques compensatoires avec des effets de vases communicants permettant de limiter les besoins globaux par la frugalité de certains postes contre d'autres plus énergivores.

Trois grands types de modèles se dégagent ainsi :

- **La ville dans la ville.**
- **À la reconquête de la ville.**
- **Au-delà de la ville.**

B2-2 Les modèles actuels et leur fonctionnement

Principe de fonctionnement

Ce modèle d'enseignement présente des installations et des équipements attractifs, des hébergements et une forme d'autonomie.

Cette autonomie est à la fois physique, sociale et structurelle. Les espaces y sont très flexibles, polyvalents, évolutifs afin de favoriser l'échange physique et la transversalité.

UNE VILLE DANS LA VILLE



A LA RECONQUETE DE LA VILLE

Ici, l'université est dans la ville, s'insère dans un tissu urbain pré-existant. Elle redynamise le centre ville, et peut bénéficier en retour de sa présence. Elle peut réinvestir des bâtiments existants, ouvrir ses équipements à la ville et ses usagers profitent des infrastructures de la ville.



AU-DELA DE LA VILLE

Ce modèle d'enseignement connecte par delà les frontières physiques.

Il permet de faire des liens de différents types.

Lien du savoir : accès dématérialisé (par les MOOCs).

Lien social : entre les usagers du campus, ils travaillent autrement.

Lien formel : de nouveaux espaces d'enseignement avec de nouveaux usages.



Profil énergétique : facteur d'influence



Proximité des services urbains, parfois annexés et prévus de façon spécifique.



Mutualisation possible des espaces, élargissement à d'autres publics.



Proximité des services urbains.



Mutualisation possible des espaces, élargissement à d'autres publics. Valorisation d'un patrimoine existant.



Importante infrastructure virtuelle.



Baisse des mobilités induites: dans le cas de cours virtualisés suivis à distance. Dans le cas d'une importance accordée au présentiel: la virtualisation des contenus et pratiques ne permet pas nécessairement de réduire les mobilités physiques

B2-3 La ville dans la ville

DESIGN SCHOOL Stanford, États-Unis.

Architecte :
Cody Anderson Waqsney
Situation: Stanford, Californie,
États-Unis
Année : 2008

Surface chauffée : 3900 m²
(SHON)
Emprise au sol bâtie : 240 m²
Emprise au sol totale : 3.3 Ha



2000 étudiants



120 enseignants



63 chercheurs



Design thinking : méthode proposant de repenser les cycles de création et de management par le design, selon un processus itératif par étapes et plusieurs principes :
co-création, intelligence collective, alternance d'intuition et d'analyse, études de terrain, transversalité, pluridisciplinarité, culture du prototype, empathie face à la demande initiale.



Espaces flexibles adaptés à plusieurs fonctions, tous les espaces peuvent être des lieux pédagogiques.





Profil énergétique d'un étudiant *

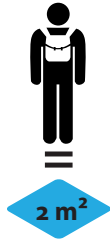
MOBILITES



0 kWh/jour.

La majeure partie des étudiants habite Stanford (logements étudiants notamment).

CADRE BÂTi



1 étudiant = $2 \times 200 = 400$ kWh/an
Soit $400/200$ j = **2 kWh moyens/jour.**

PROCESS



Ordinateur portable , 80W, 3h/jour soit **0.2 kWh/jour.**

Sur 24h, serveur 0.01 kW par étudiant
soit **0.24 kWh/jour.**

(base: 1 baie stockage de 300 To = 15 kW,
200 Go de stockage par étudiant - - Source :
estimation DPEA à l'ENSAVT)

TOTAL = 2.45 kWh/jour soit 300 W moyens.

* Base 200 jours ouvrés, occupation 8h/jour, consommation moyenne des bâtiments d'enseignement supérieur = 200 kWh/m²/an.

B2-4 À la reconquête de la ville

UNIVERSITÉ DE PICARDIE Amiens, France.

Architecte :
Renzo Piano Building Workshop
Situation : Amiens, France
Année: 2015

Surface chauffée : 38 400 m²
(SHON)
Emprise au sol : 15 000 m²
Emprise totale : 13 Ha



4 000 étudiants



113 enseignants



130 chercheurs



UFR de Lettres, Langues et Histoire Géographie, Sciences technologiques, Institut Universitaire de Formation des Maîtres, bibliothèque universitaire, équipement sportif.



Le campus d'Amiens reconquiert la ville ancienne par la réhabilitation de la Citadelle de Jean Errard (XVIe-XVIIe s.).

Il a vocation à favoriser des traversées urbaines et à revaloriser une échelle de centre-ville et de mobilités douces.

La Citadelle sera desservie par le futur tramway et réservée aux piétons.





Profil énergétique d'un étudiant

MOBILITES



Tramway - 9 kWh pour 100 pers./km
Trajet max. 1h30/jour, 40 km

Soit : $0.09 \times 40 = 3.6 \text{ kWh/jour.}$



CADRE BÂTi



1 étudiant = $9 \times 200 = 1800 \text{ kWh/an}$
Soit $1800/200 \text{ j} = 9 \text{ kWh moyens/jour.}$
(sont inclus les laboratoires de recherche)

9 m²

PROCESS



Laboratoire = env. $140 \text{ kWh/m}^2/\text{an.}$
Ratio salle TP = $6 \text{ m}^2/\text{place.}$
Soit pour un étudiant :
 $(140/200) \times 6 = 4,2 \text{ kWh moyen/jour.}$



Ordinateur portable , 80W, 3h/jour (moyenné entre 0 et 6h/jour selon étudiants) soit **0.2 kWh/jour.**
Sur 24h, serveur **0.0025 kW par étudiant** soit **0.06 kWh/jour.**
(base: 1 baie stockage de 300 To = 15 kW, 50 Go de stockage par étudiant par an source: OVH.com)

TOTAL =

13 kWh/jour soit 1600 W moyens.

B2-5 Au-delà de la ville

ÉCOLE 42 Paris, France.

Architecte :
In-Edit
Situation : Paris 75017, France
Année : 2013

Surface chauffée : 4200 m²
(SHON)
Emprise au sol bâtie : 940 m²
Emprise au sol totale : 2300 m²



1600 étudiants



42 encadrants pédagogiques



École d'informatique basée sur l'auto-évaluation et les projets par équipes. Admission sans condition de diplôme, sans baccalauréat. Pédagogie « peer-to-peer ». Taux d'encadrement faible (monitorat), pas de cours magistraux.



Plateaux open-space, data center interne, 300 postes par étage, sur 4 niveaux. Partie dédiée aux évènements ponctuels, ouverte aux autres publics (expositions).





Profil énergétique d'un étudiant

MOBILITES

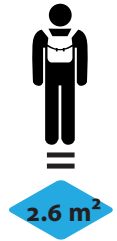


Tramway - 9 kWh pour 100 pers./km
Trajet max. 1h30/jour, 40 km

Soit : $0.09 \times 40 = 3.6 \text{ kWh/jour.}$



CADRE BÂTi



1 étudiant = $2.6 \times 200 = 520 \text{ kWh/an}$
Soit $520/200 \text{ j} = 2.6 \text{ kWh moyens/jour.}$

PROCESS



Poste de travail informatique : Mac Pro, 200W,
10h/jour soit **2 kWh/jour.**

Sur 24, serveur 0.01 kW par étudiant soit **0.24 kWh/j**
(base: 1 baie stockage de 300 To = 15 kW, 200 Go de stockage par étudiant)

TOTAL =

8.5 kWh/jour soit 1000 W moyens.

B2-6 Synthèse : Profils énergétiques



MOBILITÉS

CADRE BÂti

PROCESS

300 W moyens



MOBILITÉS

CADRE BÂti

PROCESS

1600 W moyens



MOBILITÉS

CADRE BÂti

PROCESS

1000 W moyens



La Design School de Stanford a un profil énergétique relativement sobre. **L'importance du travail d'équipe en présentiel**, portée par la pédagogie du Design Thinking, limite l'usage des équipements numériques et donc l'impact énergétique de process.

L'université de Picardie a un profil énergétique relativement lourd. Il est imputable principalement aux besoins liés au cadre bâti.

En effet, le besoin d'infrastructures physiques est conséquent

(9 m²/étudiant). Les laboratoires contribuent à élever l'empreinte énergétique de l'ensemble.

Cependant, un scénario d'utilisation plus fin permettrait d'évaluer **les possibilités d'optimiser les usages des locaux** (polyvalence, mutualisation) et ainsi la diminution d'énergie grise qu'une telle

« efficacité » d'usage permettrait à échelle micro-locale et urbaine.

Ce sont les consommations liées au process qui sont, comparativement aux autres exemples, les plus importantes ici : volume de données stockées et échangées, **puissances importantes requises par les postes de travail, fort besoin de ventilation mécanique en compensation de forts apports internes de chaleur.**

Pour autant, la pédagogie de l'École 42 repose sur une certaine importance du présentiel, et par conséquent **l'impact de la mobilité des étudiants ne peut être réduit par une compensation liée à la virtualisation des outils et des contenus.**

Conclusion :

Perspectives contemporaines

On distingue trois familles d'approches émergentes. Elles se définissent selon leur relation à la ville et ce qu'elles génèrent pour l'urbanité et l'énergie incidente spécifique à l'enseignement supérieur.

Cette analyse nous a permis de déterminer des leviers potentiels de réduction de cette empreinte énergétique.

Par rapport à la question de départ qui s'intéressait essentiellement au bâtiment d'enseignement supérieur en 2030, des questions complémentaires se sont ajoutées :

- **Celle de la mobilité** : si l'on rend plus efficace les bâtiments, sans résoudre de manière conjointe l'accessibilité de ceux-ci, on n'aborde qu'une partie du problème.
- **Le bâtiment d'enseignement supérieur en 2030 a plusieurs visages** : un lieu qui doit répondre à de nouvelles exigences, mais aussi le bâtiment des siècles passés qui doit franchir la rupture actuelle et envisager les contraintes de demain.

Des trois exemples analysés précédemment nous avons tiré les questionnements suivants :

L'exemple de l'**Université de Stanford** soulève la question du présentiel et de la pratique physique: cela peut-il constituer un moyen de réduire les consommations liées aux outils numériques ?

À **Amiens**, nous avons estimé un profil énergétique élevé en raison de l'importante surface allouée à chaque étudiant. Mais il conviendrait de pousser plus loin l'analyse : quelle est la réelle « efficacité énergétique d'un m² » ? Si une importante surface allouée par étudiant alourdit le profil énergétique du modèle, quelle est sa capacité d'optimisation, de mutualisation et donc sa performance réelle ?

Enfin, l'**École 42** permet de mettre en évidence le fait qu'un fort usage du numérique n'induit pas forcément une réduction du poids de la mobilité. Il y a donc à nouveau un équilibre à affiner pour que les poids énergétiques respectifs de chaque poste se compensent.

Nous pourrions considérer ces logiques compensatoires comme outils conceptuels d'élaboration de projets prospectifs.

C

Quelles tendances à l'horizon 2030 ?

C1 Tendances 2030

p. 76

C2 Tendances: méthodologie

p. 78

C3 Village campus

p. 80

C4 Nomadic school

p. 84

C5 Business campus

p. 90

C6 Rungis campus

p. 96

Invitation au Tome 2

Propositions

p. 104

C-1 Quelles tendances à venir pour les lieux d'enseignement supérieur ?

À partir de ces analyses, des *scénarii* prospectifs de l'enseignement supérieur en 2030 ont été échauffés.

La détermination de leur support procède de la caractérisation du Savoir.

Quatre axes du Savoir ont été définis comme décrétant les tendances de l'enseignement supérieur et porteurs des futurs modèles plausibles.

Tendances 2030 : quatre scénarii distincts

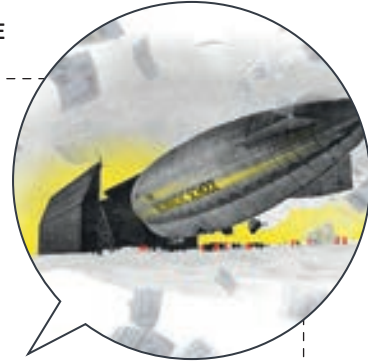
Autonomie
Autogestion
Symbiose

LE CAMPUS VILLAGE



Autonomie
Voyage initiatique
Echanges physiques

LE CAMPUS NOMADE



FONDAMENTAL

APPLIQUE

INCARNE

DESINCARNE

LE CAMPUS RUNGIS

Parcours sur-mesure
Grand forum participatif
Open-source



LE CAMPUS BUSINESS

Production économique
Production de connaissances
Virtualisation



C-2 Tendances : méthodologie

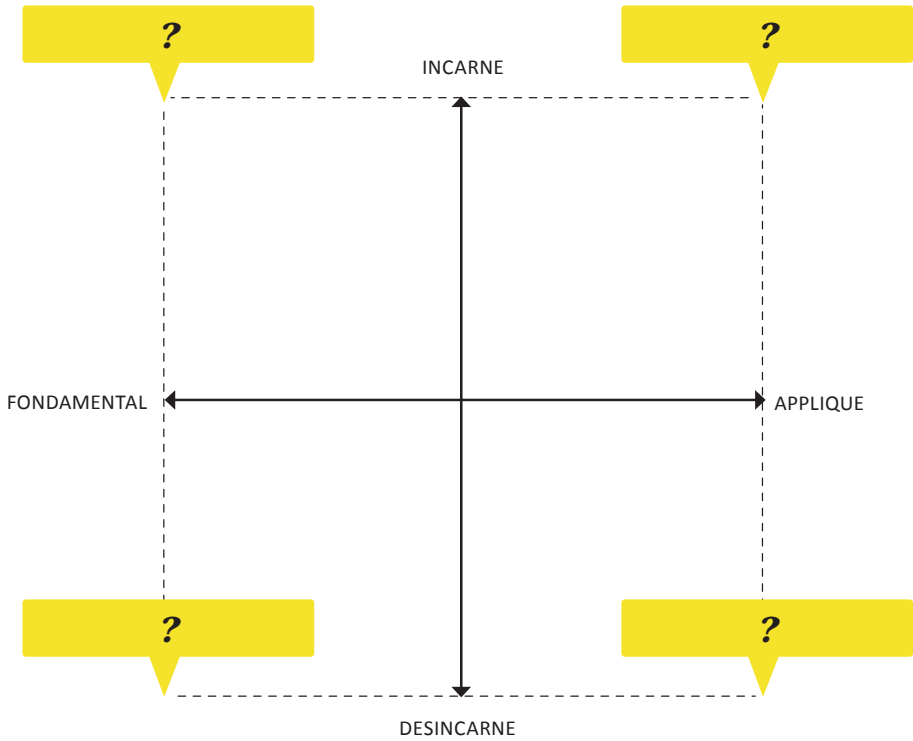
L'analyse historique permet une première compréhension de l'enseignement supérieur. Elle révèle certaines caractéristiques de sa constitution et ouvre vers de premières interrogations.

1. Repérage global des dimensions du savoir pour chaque tendance, à travers deux axes transversaux :

- **Dimension incarnée ou désincarnée de l'enseignement :**
 - Quelle part de virtuel ou, à contrario, de réalité physique (notions clés : dématérialisation, pratique in situ, open-data) ?
 - **Dimension appliquée ou fondamentale :**
 - Quelle part d'imbrication entre enseignement/ recherche et activité économique ?
-

2. Curseurs de caractéristiques :

Liées à la philosophie du savoir et de l'apprentissage « **quoi** », aux usagers « **qui** », et à la constitution du lieu et des flux dédiés à l'enseignement « **comment** »



DISCIPLINAIRE PLURIDISCIPLINAIRE
 SPECIALISE GENERALISTE



FAIBLE ETENDUE D'AGES FORTE ETENDUE D'AGES
 FAIBLE MIX D'ACTEURS FORT MIX D'ACTEURS
 FAIBLE DENSITE HUMAINE FORTE DENSITE HUMAINE



FAIBLE DEMANDE TRANSPORTS FORTE DEMANDE TRANSPORTS
 FAIBLE MIX PROGRAMMATIQUE FORT MIX PROGRAMMATIQUE
 FAIBLE DENSITE CONSTRUITE FORTE DENSITE CONSTRUITE
 NEUF REHABILITATION

C-3 Village Campus

Il est introverti, en circuit court et fermé : il produit tout ce dont il a besoin, se gère en autarcie, par autogestion, auto-recyclage, etc.

De l'agriculture à l'énergie mais aussi les services, toutes les ressources sont produites et disponibles sur le campus. La mixité et la complémentarité des enseignements et compétences permettent une gestion dans tous les domaines. La boucle lie aussi les institutions et les étudiants dans une forme d'interdépendance.

Il s'agit d'une mise en application à l'échelle du campus d'une mini-ville écologiquement viable, une pédagogie de l'environnement à l'échelle un.

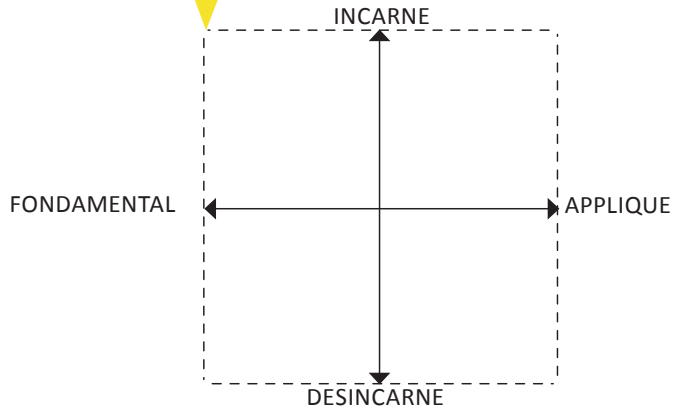


Réduction des pollutions, des déchets et impacts nocifs de la ville. Optimisation des espaces du campus et de leur productivité : énergie grise limitée, transports quasi supprimés. Empreinte écologique réduite.



Lien avec l'extérieur limité, ne permettant pas d'échange et d'enrichissement mutuels. Forme de recherche pure et risque de déconnexion de la réalité. Réserver ce principe à des cursus courts ?

VILLAGE CAMPUS

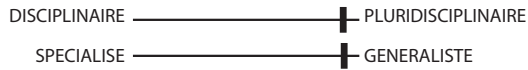


Curseurs des caractéristiques



Pédagogie: Ensemble cohérent et pluridisciplinaire. «Recherche pure», «école de la vie».

Disciplines: plusieurs, complémentaires et symbiotiques (exemple: hotellerie, agroécologie, restauration, viticulture...).



Origines géographiques : diverses, critère premier étant la sélection sur profil.

Age : 18 - 25 ans.



Un système autarcique, autosuffisant en ressources énergétiques et vivrières.



Profil énergétique d'un étudiant selon trois facteurs :

MOBILITÉS



12 kWh / an
pour un étudiant soit

$$\frac{12\ 000\ \text{Wh}}{6\text{h}}$$

2 000 W moyens

Hypothèse :

Deux trajets de 100km aller-retour par an (principe d'internat), en train électrique : 3 kWh/ 100p / km.

Donc pour 1 personne :

1/100 x 3 kWh x 100km x 4 trajets = 12 kWh par an.

CADRE BÂTI

1 m²

=

70 kWh / an*



=

35 m²

dont 20m²
logement

soit 2450 kWh / an
pour un étudiant soit

$$\frac{2450\ \text{kWh}}{7\ \text{jours} \times 8\text{h} \times 32\ \text{semaines (h)}}$$

1400 W moyens

PROCESS



Hypothèse :

Temps moyen d'utilisation d'un PC portable/jour
= 2h soit 200 Wh / jour.

Connexion internet = 5W pendant 4h
soit 15 Wh/jour.

200 W moyens

*Calcul sur la base d'une consommation de 70 kWh/m²/an pour les bâtiments neufs d'enseignement supérieur à l'horizon 2030, soit un scénario d'un «facteur 3» de réduction des consommations actuelles, soit 200/3 = environ 70 kWh/m²/an.

«1 étudiant = 3600 W»

Profil énergétique d'un étudiant

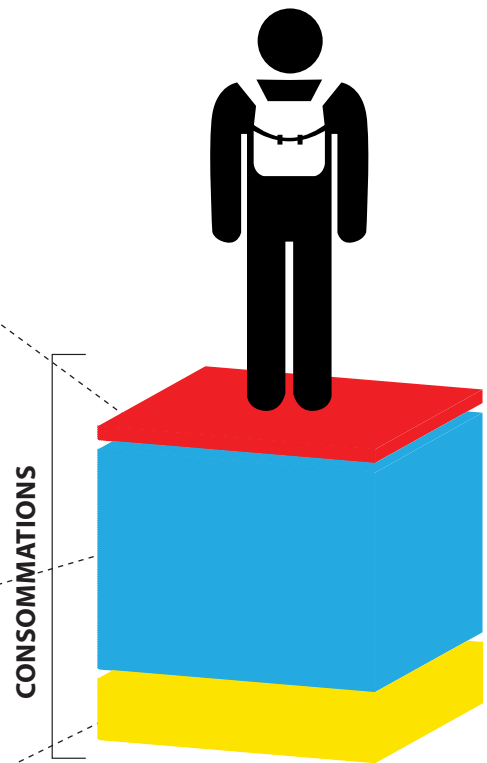
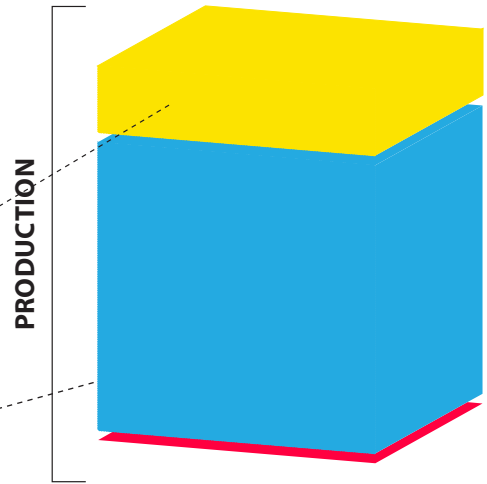
Proportionnalité entre différents postes de consommation principaux.

- Le campus est auto-suffisant en énergie pour ses besoins en électricité spécifique.
- Le campus est auto-suffisant en énergie pour ses besoins « immobiliers », car il tire parti de son parc bâti pour collecter un maximum d'énergie, notamment solaire. Il peut même fournir un excédent pouvant être redistribué au voisinage immédiat.

- Quasiment aucune énergie liée aux transports, hormis quelques exceptions d'ordre logistique ou d'appoint énergétique en complément des énergies renouvelables locales.

- Beaucoup de surfaces construites, donc d'importantes consommations liées à l'usage des locaux.

- Un besoin en électricité spécifique réduit au minimum: utilisation occasionnelle d'ordinateur portable, internet.



- MOBILITÉS
- CADRE BÂTI (chauffage, climatisation, ventilation, éclairage)
- PROCESS (activités en elles-mêmes)

C-4 Nomadic School

Ce modèle mixe le voyage initiatique et les échanges Erasmus. Les enseignants et les étudiants se déplacent pour découvrir le monde, et descendent dans une infrastructure mobile au fil des enseignements.

Les lieux d'implantation et les enseignements dispensés nourrissent une relation forte avec les particularités locales du lieu.

Ce voyage a pour vocation, au même titre que les grandes épopées de la Renaissance, de permettre à ses passagers de glaner des compétences appliquées par la rencontre, dans un mode de transmission qui ne pourrait avoir lieu de façon virtuelle.

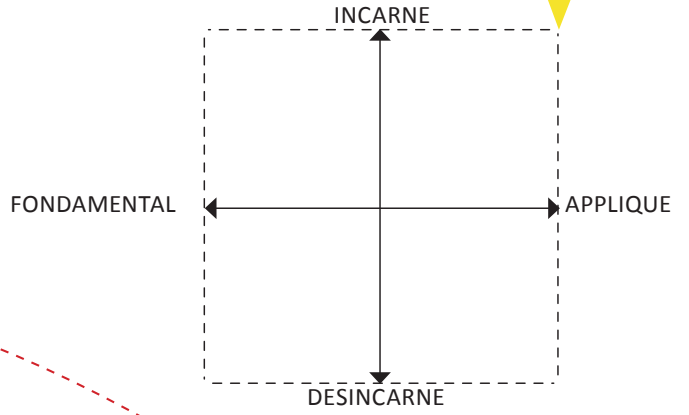


Réduction des pollutions, des déchets et impact nocifs de la ville. Optimisation des espaces du campus et de leur productivité : énergie grise limitée, transports quasi supprimés. Empreinte écologique réduite.



Lien avec l'extérieur limité, ne permettant pas d'échange et d'enrichissement mutuels. Forme de recherche pure et risque de déconnexion de la réalité. Réserver ce principe à des cursus courts ?

NOMADIC SCHOOL



Instant City, Archigram 1968

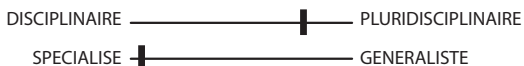


Courseurs des caractéristiques



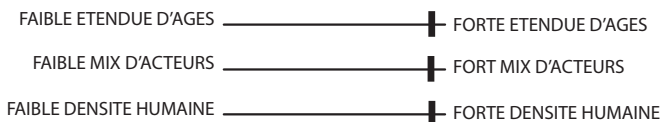
Pédagogie : découvrir le monde par la rencontre physique, pour voir ce qui se fait ailleurs.

Disciplines: toutes en post-lycée, plus ciblées en post-licence



Origines géographiques : toutes

Age : 18 - 90 ans



Transport terrestre ou maritime: par exemple un wagon préfabriqué greffé à un train à grande vitesse, un cargo de marine marchande réhabilité ...



Profil énergétique d'un étudiant selon trois facteurs :

MOBILITÉS



900 kWh / an
pour un étudiant soit

$$\frac{900\,000\text{ Wh}}{6 \times 25\text{h}}$$

6000 W moyens

Hypothèse :

Train électrique à grande vitesse 200 km/h :

3 kWh/100 p / km si plein .

6 trajets annuels de 5000 km chacun (25 heures distribuées sur deux semaines soit 2.5h/jour - 2 mois en tout pour chaque étape)

= $1/100 \times 3 \times 5000 \times 6 = 900$ kWh/an/étudiant.

CADRE BÂTI

1 m²

=

70 kWh / an



=

18 m²

dont 10 m²

logement

soit 1260 kWh / an
pour un étudiant soit

$$\frac{1260\text{ kWh}}{7\text{ jours} \times 8\text{h} \times 32\text{ semaines (h)}}$$

700 W moyens

PROCESS



Hypothèse :

Temps moyen d'utilisation d'un PC portable/jour

= 2h soit 200 Wh / jour.

Connexion internet = 5W pendant 12h


soit 60 Wh/jour.


300 W moyens


«1 étudiant = 7000 W»


Profil énergétique d'un étudiant


Proportionnalité entre différents postes de consommation principaux.

 Le dispositif est auto-suffisant en énergie pour ses besoins en électricité spécifique.

 Le dispositif est auto-suffisant en énergie pour ses besoins « immobiliers ».

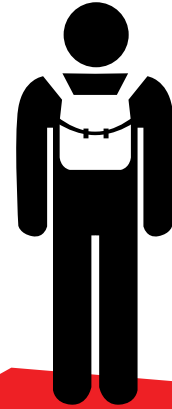
 L'énergie dédiée aux transports est due au déplacement de l'enseignement lui-même. La structure nomade est auto-suffisante et génère sa propre énergie.

 Des consommations d'exploitation réduites au minimum : surface par usager minimisée, ultra-compacité, économie de chaleur, espaces très mutualisés et exploités à leur maximum.

 Un besoin modéré en électricité spécifique : une infrastructure virtuelle de communication réduite à son minimum (annoncer l'arrivée de l'école nomade, organiser et programmer une intervention sur site, etc.). En revanche, les fonctions telles que la géodétection pourront être davantage constitutives des consommations.






PRODUCTION



CONSOMMATIONS



-  MOBILITÉS
-  CADRE BÂTI (chauffage, climatisation, ventilation, éclairage)
-  PROCESS (activités en elles-mêmes)

C-5 Business Campus

Afin de valoriser la recherche-création, le Business-Campus est générateur d'économies et de partages de la connaissance par une mise en relation forte entre professionnels, étudiants et chercheurs.

Afin de permettre un échange fluide, rapide et d' passant les frontières géographiques, les lieux de mise en application de cette approche auraient une composante fortement virtuelle (amplification du télétravail, des visioconférences, forte flexibilité des espaces).

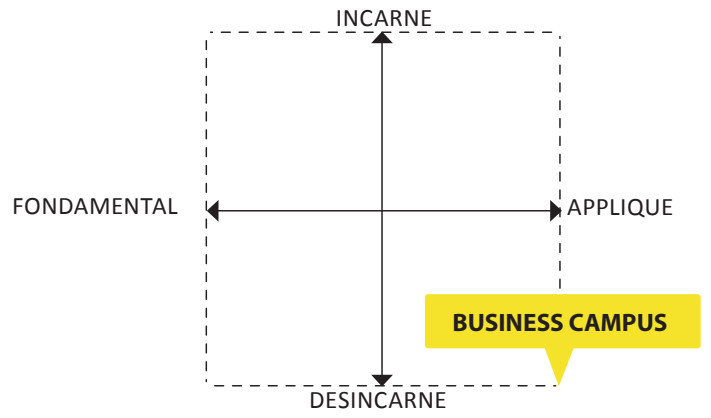
Ainsi, il n' existe plus un lieu d' enseignement identifiable et circonscrit mais une constellation d' équipements « méta-connecteurs » (forums virtuels, équipements informatiques mutualisés) greffés à la fois aux entreprises et aux équipements universitaires existants.



L'importance d'une telle infrastructure virtuelle est potentiellement énergivore mais sa mutualisation et son couplage symbiotique (exemple : utiliser un data center comme source de chaud) sont envisageables.



Veiller au partenariat « public-privé ». Mise en place de dispositifs favorables aux investissements et financements.

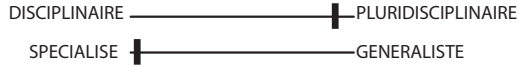




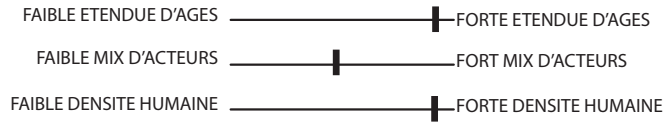
Courseurs des caractéristiques



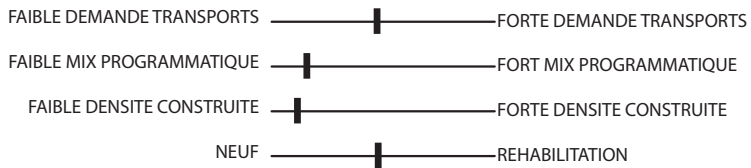
Inciter les professeurs et les étudiants à devenir entrepreneurs.



Entrepreneurs, chercheurs, étudiants.



Greffes d'outils de connexion virtuelle mais aussi d'espaces de réunion, de workshops, à des entreprises et universités existantes. Les emplois du temps alternent apprentissage par MOOCS, échanges virtuels par forums, et workshops physiques.



Profil énergétique d'un étudiant selon trois facteurs :

MOBILITÉS



32 kWh / an
pour un étudiant soit

32 000 Wh
1h x 32 semaines

1000 W moyens

Hypothèse :

Un trajet de 10 km aller-retour par semaine,

en transports en commun type RER :

- 1 RER = 5 kWh/100p/km

Donc pour 1 personne pendant 10 km aller retour,

1 RER = $1/100 \times 5 \text{ kWh/km} \times 10 \text{ km} \times 2 \text{ trajets}$

= 1 kWh par semaine.

Pour une année (32 semaines universitaires) :

Consommation transport

= $1 \times 32 = 32 \text{ kWh/an/étudiant}$.

PROCESS



Hypothèse :

Visioconférences

Temps moyen d'utilisation d'un PC portable/jour

= 8h soit 800 Wh / jour.

Connexion internet 10W utilisée 24h/24

soit 240 Wh/jour.

1000 W moyens

CADRE BÂTI

1 m²

=

70 kWh / an



=

4 m²

L'étudiant ne vient qu'une fois par semaine donc

$1/5 \times 70 \times 4 \text{ m}^2 = 56 \text{ kWh / an}$
pour un étudiant soit

56

1 jour x 8h x 32 semaines

200 W moyens

«1 étudiant = 2200 W»

Profil énergétique d'un étudiant

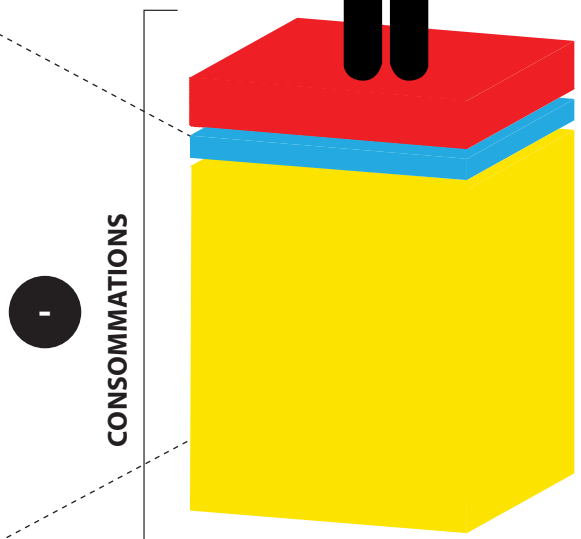
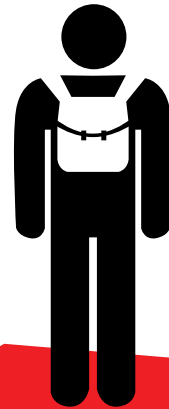
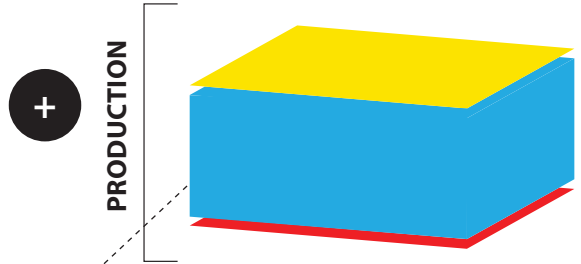
Proportionnalité entre différents postes de consommation principaux.

■ Peu de surfaces construites, donc peu de consommations liées à l'usage des locaux.

En revanche, la production de chaud due aux équipements numériques tels que les data center pourra être revalorisée et redistribuée en excédent.

■ Peu d'énergie dédiée aux transports. Dans un cas, l'étudiant travaille en majorité depuis chez lui (communications virtuelles) et se déplace une à deux fois par semaine pour des sessions de travail collectif avec les chercheurs et les professionnels. Dans un autre cas, une antenne de communication est intégrée et sert d'outil de communication virtuelle: soit une antenne d'enseignement au sein d'une entreprise, soit une antenne professionnelle au sein d'un lieu d'enseignement. Dans ces deux cas, les outils tels que la visioconférence réduisent considérablement les déplacements physiques notamment transnationaux.

■ Un fort besoin en électricité spécifique dû à une infrastructure virtuelle importante. De plus, cette infrastructure doit permettre des échanges qui soient les plus rapides et fluides possibles, et une résilience face à des situations telles que la sécurité des données.



- MOBILITÉS
- CADRE BÂTI (chauffage, climatisation, ventilation, éclairage)
- PROCESS (activités en elles-mêmes)

C-6 Rungis Campus

Au croisement des regroupements interdisciplinaires des universités (PRES) et des multiples reconversions professionnelles, le choix des enseignements n'est plus dicté par des corps de métier, des secteurs professionnels mais s'adapte au gré des dispositions de chacun.

Les parcours universitaires s'élaborent en fonction du sens de la vie : la motivation créer le parcours. La déambulation dans les enseignements se fait comme le chaland à travers le commerce et s'individualise avec la détermination des affinités progressives.

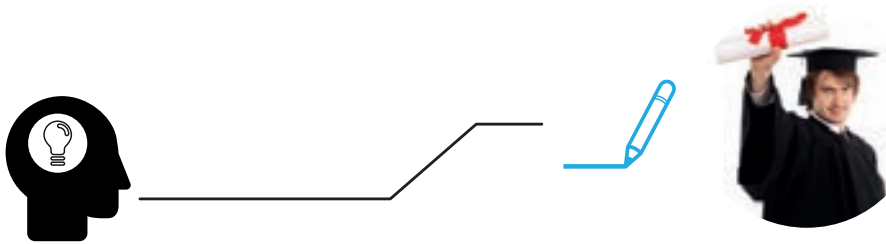
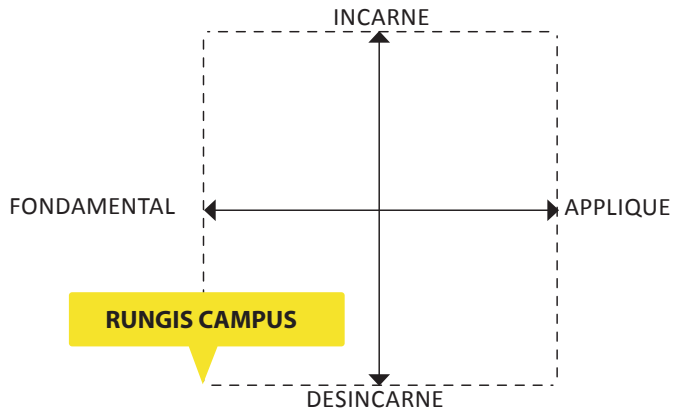
Le Rungis campus est une amplification du forum virtuel, complètement open-source et à forte dimension sociale. Il peut également inclure des temps d'échange et de travail collectif qui colonisent des lieux existants, après mise en relation de façon dématérialisée.



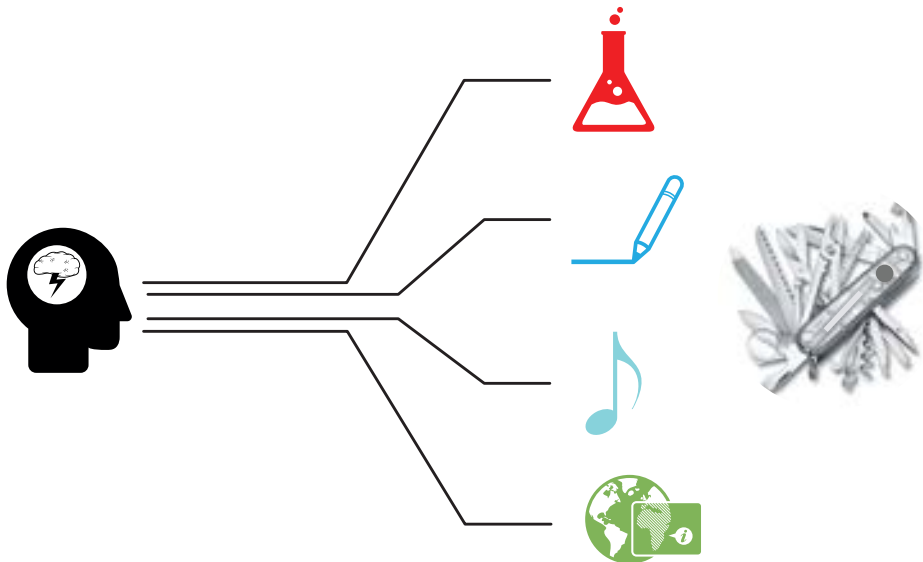
Les constructions sont réduites (bâtiments multifonctions et en permanence utilisés)



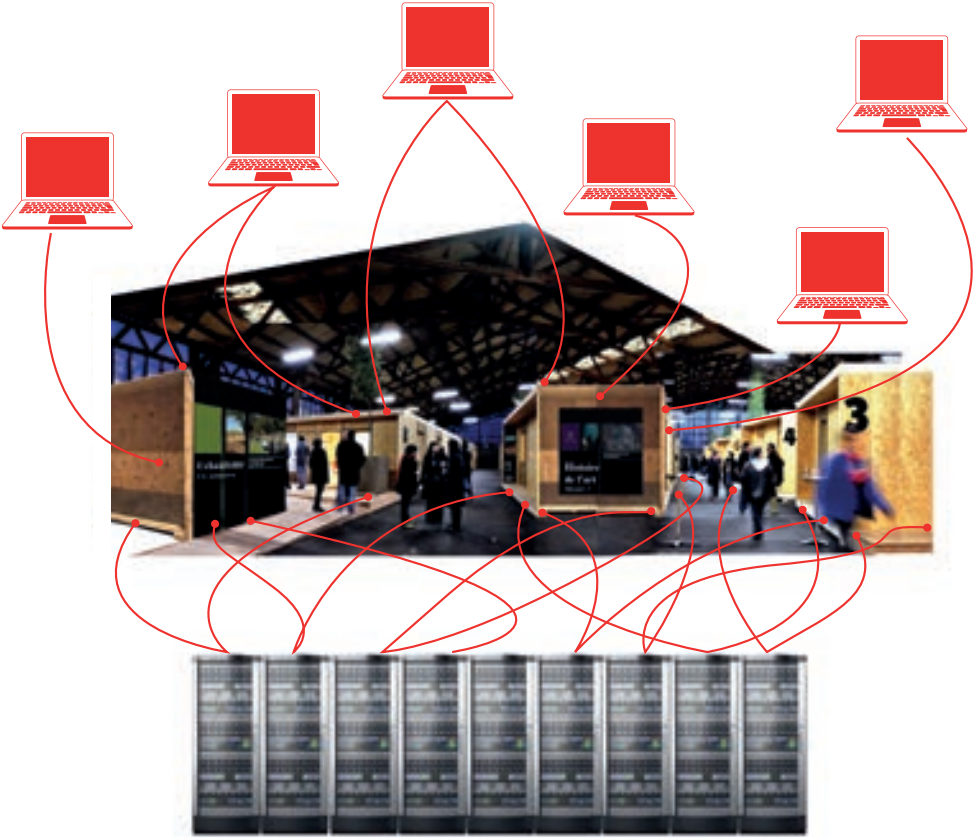
Cependant, une trop grande liberté et une absence de repères peut être déstabilisante et perdre certains étudiants.



Du parcours mono-orienté...



... au développement de profils de plus en plus variés en disciplines et en succession d'expériences

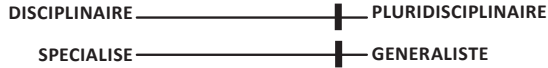


Curseurs des caractéristiques



Pédagogie: autonomie de choix, pluridisciplinarité, projet personnel.

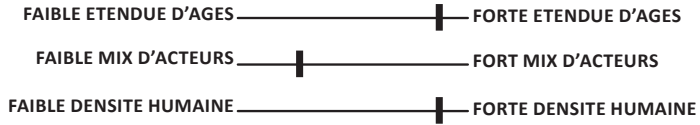
Disciplines: panel choisi à la carte par l'étudiant.



Public spécifique : grand public

Origines géographiques : diverses. Le grand public peut aussi être accueilli (principe auditeur libre/université 3e âge, etc.)

Age : tous les cycles



Un outil virtuel d'accès à une multiplicité de démarches possibles et de mise en relation des acteurs.



Profil énergétique d'un étudiant selon trois facteurs :

MOBILITÉS



32 kWh / an
pour un étudiant soit

$\frac{32\ 000\ \text{Wh}}{1\text{h} \times 32\ \text{semaines}}$

1000 W moyens

Hypothèse :

Un trajet de 10 km aller-retour par semaine, en transports en commun type RER :

- 1 RER = 5 kWh/100p/km

Donc pour 1 personne pendant 10 km aller retour,
1 RER = $\frac{1}{100} \times 5\ \text{kWh/km} \times 10\ \text{km} \times 2\ \text{trajets}$
= 1 kWh par semaine.

Pour une année (32 semaines universitaires) :

Consommation transport

= $1 \times 32 = 32\ \text{kWh/an/étudiant}$.

PROCESS



Hypothèse :

Temps moyen d'utilisation d'un PC portable/jour

= 8h soit 800 Wh / jour.

Connexion internet 10W utilisée 24h/24

soit 240 Wh/jour.

1000 W moyens

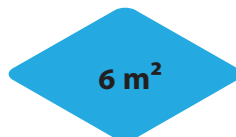
CADRE BÂTI



=
70 kWh / an



=



L'étudiant ne vient qu'une fois par semaine donc

$\frac{1}{5} \times 70 \times 6\ \text{m}^2 = 84\ \text{kWh / an}$
pour un étudiant soit

$\frac{84}{32}$

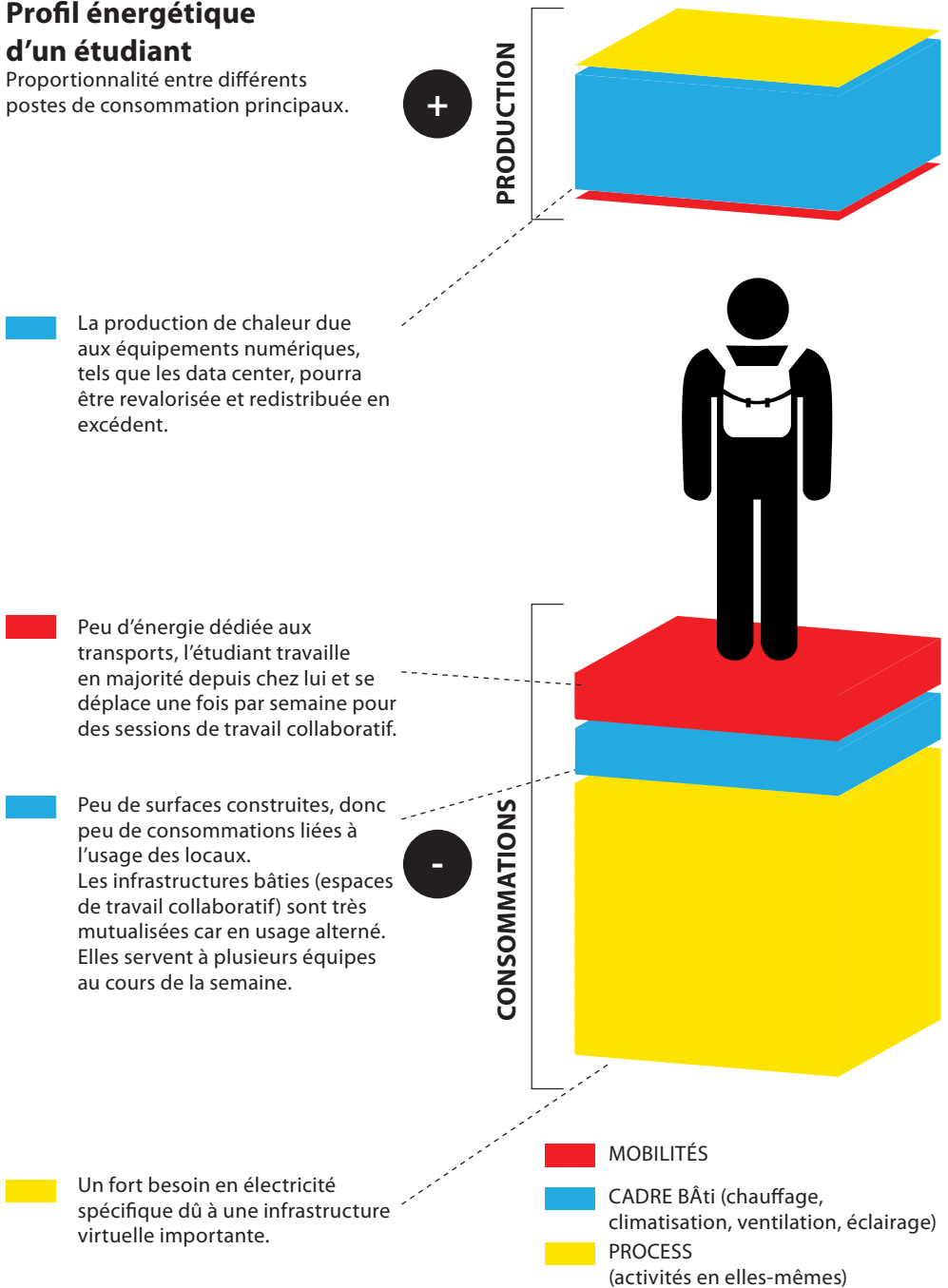
1 jour x 8h x 32 semaines

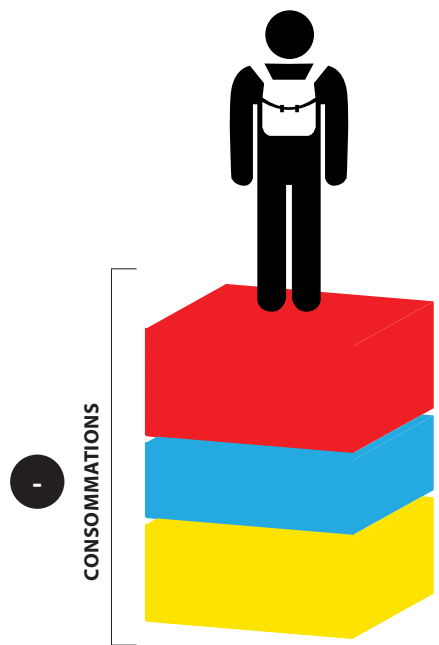
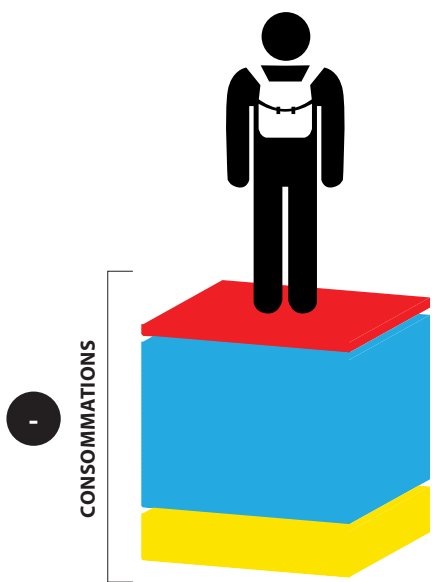
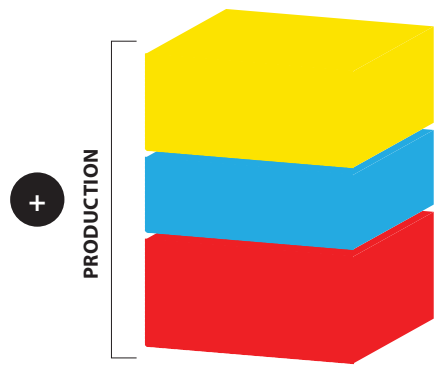
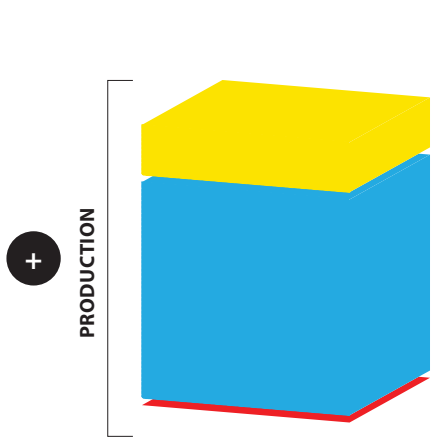
300 W moyens

«1 étudiant = 2300 W»

Profil énergétique d'un étudiant

Proportionnalité entre différents postes de consommation principaux.

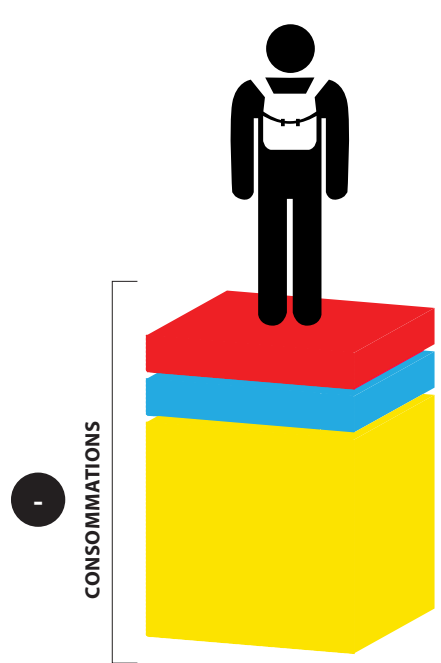
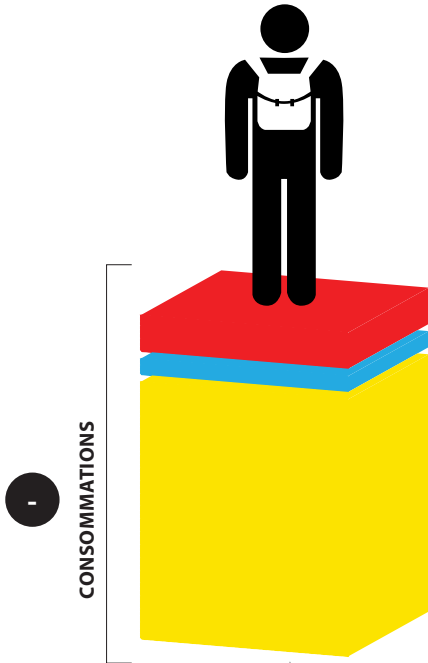
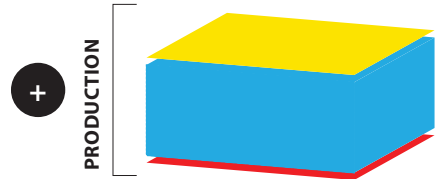
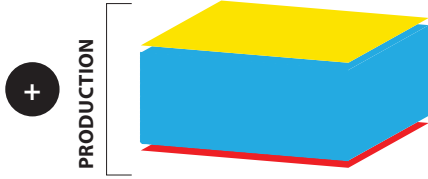




Village Campus

Nomadic School

MOBILITÉS ■
 CADRE BÂTI ■
 PROCESS ■



Business Campus



Rungis Campus

Propositions

Un premier chapitre analytique

...

Ces analyses historiques, contemporaines ainsi que la partie prospective vont servir de socle à l'élaboration de propositions de projet.

... pour un second chapitre de projets « *In Situ* ».

Ces projets doivent être considérés comme une mise en application concrète des résultats de nos analyses et observations du premier chapitre. Il ne s'agit pas de solutions univoques, mais d'expérimentations à deux échelles de territoire.

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

**Tome 1
État de lieux**

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.